

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Illahi Rabbi, yang telah memberikan kenikmatan, Rahmat serta Hidayah Nya kepada kita sekalian, sehingga Laporan Akhir pekerjaan Penyusunan Rencana Teknik Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu dapat diselesaikan.

Dalam Laporan Akhir ini dipaparkan mengenai Pendahuluan, Gambaran Umum Wilayah, Kriteria Perencanaan, Kondisi Eksisting SPAM Wilayah Studi, Hasil Survey, Proyeksi Kebutuhan Air Minum, Rencana Pengembangan, Perencanaan Teknik Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu, Rencana Anggaran Biaya dan Spesifikasi Teknis. Kami ucapan terima kasih Kepada semua pihak yang telah turut membantu menyusun Laporan Akhir ini.

Harapan dengan diiringi do'a kami, Semoga tulisan ini sesuai apa yang diharapkan oleh Tim Teknis, sehingga kami dapat melaksanakan pekerjaan ini dengan sebaik-baiknya.

Dengan segala kemampuan tim kami, semoga kami dapat menyelesaikan pekerjaan yang dipercayakan kepada kami, dan semoga Tim kami dapat sepenuhnya mengakomodir kepentingan dan tujuan proyek. Namun demikian, tidak ada salahnya apabila kami memohon kritik dan saran perbaikan demi kemajuan tim kami.

**PT. PRAJNA ADHI CAKRA**

# DAFTAR ISI

## Kata Pengantar

Daftar Isi .....	i
Daftar Tabel .....	v
Daftar Gambar .....	x

## BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	I-2
1.3 Sasaran.....	I-2
1.4 Lokasi Kegiatan .....	I-2
1.5 Referensi Hukum .....	I-3
1.6 Lingkup Kegiatan.....	I-4
1.7 Keluaran.....	I-8
1.8 Jangka Waktu Pelaksanaan Pekerjaan.....	I-8
1.9 Sistematika Pelaporan .....	I-8

## BAB 2 GAMBARAN UMUM WILAYAH

2.1 Letak dan Luas Wilayah .....	II-1
2.2 Geologi.....	II-6
2.3 Klimatologi .....	II-9
2.4 Kependudukan .....	II-11
2.5 Kondisi Sosial Ekonomi .....	II-13
2.5.1. Pendidikan .....	II-13
2.5.2. Kesehatan .....	II-20
2.5.3. Perekonomian.....	II-21

## BAB 3 KRITERIA PERENCANAAN

3.1 Standar Kebutuhan Air.....	III-1
3.1.1. Kebutuhan Domestik .....	III-1

3.1.2. Kebutuhan Non Domestik .....	III-2
3.2 Kriteria Perencanaan .....	III-2
3.2.1. Unit Air Baku.....	III-2
3.2.2. Unit Transmisi.....	III-9
3.2.3. Unit Produksi .....	III-10
3.2.4. Unit Distribusi .....	III-31
3.2.5. Unit Pelayanan.....	III-42

#### **BAB 4 KONDISI EKSISTING SPAM WILAYAH STUDI**

4.1 SPAM PDAM Kabupaten Sukabumi .....	IV-1
4.1.1. Umum .....	IV-1
4.1.2. Aspek Teknis .....	IV-1
4.1.2.1. Unit Air Baku.....	IV-1
4.1.2.2. Unit Transmisi.....	IV-3
4.1.2.3. Unit Produksi .....	IV-3
4.1.2.4. Distribusi.....	IV-4
4.1.2.5. Unit Pelayanan.....	IV-5
4.1.3. Aspek Non Teknis.....	IV-7
4.1.3.1. Aspek Kelembagaan .....	IV-7
4.1.3.2. Aspek Keuangan .....	IV-17
4.1.4. Permasalahan SPAM Kabupaten Sukabumi.....	IV-23
4.1.4.1. Aspek Teknis .....	IV-24
4.1.4.2. Aspek Keuangan .....	IV-24
4.1.4.3. Aspek Manajemen.....	IV-25
4.1.4.4. Aspek Sumber Daya.....	IV-25
4.2 SPAM Non PDAM Kabupaten Sukabumi .....	IV-25

#### **BAB 5 HASIL SURVEY**

5.1 Hasil Studi RDS.....	V-1
5.2 Survey Sumber Air Baku .....	V-20
5.2.1. Kuantitas Sumber Air Baku.....	V-20
5.2.2. Kualitas Sumber Air Baku .....	V-25
5.3 Hasil Survey Rencana Pengembangan SPAM.....	V-31

**BAB 6 PROYEKSI KEBUTUHAN AIR MINUM**

6.1.	Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-1
6.2.	Rencana Daerah Pelayanan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-13
6.3.	Proyeksi Penduduk .....	VI-18
6.4.	Proyeksi Kebutuhan Air Hingga Tahun Perencanaan (2020-2039).....	VI-20

**BAB 7 RENCANA PENGEMBANGAN SPAM PUSAT PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**

7.1.	Rekomendasi Sumber Air Permukaan Yang Digunakan .....	VII-1
7.1.1	Data Hidroklimatologi.....	VII-2
7.1.2	Analisa Ketersediaan Air .....	VII-2
7.1.3	Kualitas Sumber Air.....	VII-12
7.2.	Skenario Pengembangan SPAM.....	VII-14
7.2.1	Rencana Pengembangan SPAM di RISPAM Provinsi Jawa Barat .....	VII-14
7.2.2	Skenario Pengembangan SPAM Pelabuhanratu 2019-2039.....	VII-17
7.2.3	Analisa Skenario Teknis.....	VII-45
7.3.	Justifikasi Kelayakan Rencana Pengembangan SPAM Pelabuhanratu .....	VI-76
7.3.1	Kelayakan Teknis.....	VII-76
7.3.2	Kelayakan Investasi.....	VII-80
7.3.3	Kelayakan Lingkungan.....	VII-87
7.3.4	Kelayakan Kelembagaan .....	VII-96
7.3.5	Kelayakan Sosial.....	VII-102

**BAB 8 PERENCANAAN TEKNIS RINCI SPAM PUSAT PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**

8.1.	Memo Desain Perhitungan IPA Kapasitas 150 l/det.....	VIII-1
8.2.	Kajian Geoteknik .....	VIII-50
8.2.1	Sondir .....	VIII-56
8.2.2	Handbore/Bor Tangan.....	VIII-58
8.2.3	Parit Uji (Test Pit) .....	VIII-59
8.2.4	Uji Laboratorium Mekanika Tanah.....	VIII-60
8.2.5	Hasil Investigasi Geoteknik di Pelabuhanratu .....	VIII-61
8.2.6	Hasil Analisis Geoteknik .....	VIII-67
8.3.	Perhitungan Struktur.....	VIII-78
8.3.1	Intake.....	VIII-92
8.3.2	Instalasi Pengolahan Air (IPA) .....	VIII-117

8.3.3 Bangunan SDB .....	VIII-147
8.3.4 Bangunan Jembatan Pipa .....	VIII-153
8.4. Design Mekanikal Elektrikal .....	VIII-189

**BAB 9 RANCANGAN ANGGARAN BIAYA**

9.1. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya.....	IX-1
9.2. Analisis Harga Satuan Pekerjaan.....	IX-1
9.3. Harga Material Dan Upah .....	IX-2
9.4. Penyusunan Kelompok Pekerjaan .....	IX-2
9.5. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	IX-3

**BAB 10 SPESIFIKASI TEKNIS**

10.1 Pekerjaan Tanah .....	X-4
10.1.1 Umum .....	X-4
10.1.2 Pembersihan Tempat Pekerjaan .....	X-4
10.1.3 Galian Tanah .....	X-6
10.1.4 Urugan Tanah .....	X-12
10.1.5 Urugan Pasir .....	X-18
10.2 Pekerjaan Beton.....	X-19
10.3 Pekerjaan Baja .....	X-49
10.4 Pekerjaan Pasangan Dan Plesteran .....	X-60
10.5 Pekerjaan Lain - Lain .....	X-73

# DAFTAR TABEL

## Bab 2

Tabel 2.1	Luas Wilayah Kecamatan Serta Jumlah Desa di Kabupaten Sukabumi.....	II-2
Tabel 2.2	Luas Wilayah Kecamatan Serta Jumlah Desa di Wilayah Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	II-4
Tabel 2.3	Curah Hujan Rata – Rata Bulanan dan Suhu Rata – Rata Bulanan Kabupaten Sukabumi.....	II-9
Tabel 2.4	Jumlah Penduduk, Rasio Jenis Kelamin, Dan Kepadatan Penduduk Menurut Jenis Kelamin Di Kabupaten Sukabumi .....	II-10
Tabel 2.5	Jumlah Kecamatan, desa dan Penduduk di Kabupaten Sukabumi .....	II-11
Tabel 2.6	Jumlah Sekolah, Murid Dan Guru Taman Kanak-Kanak Menurut Kecamatan Di Kabupaten Sukabumi .....	II-12
Tabel 2.7	Jumlah Sekolah Dasar dan Madrasah Ibtidaiyah Menurut Status Per Kecamatan Di Kabupaten Sukabumi .....	II-14
Tabel 2.8	Jumlah Sekolah, Murid, Guru Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Menurut Status Di Kabupaten Sukabumi .....	II-15
Tabel 2.9	Jumlah Sekolah, Murid, Guru Sekolah Lanjutan Menengah Umum Menurut Status Di Kabupaten Sukabumi .....	II-17
Tabel 2.10	Jumlah Rumah Sakit, Puskesmas Dan Posyandu Menurut Kecamatan Di Kabupaten Sukabumi .....	II-19
Tabel 2.11	Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Sukabumi Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha (miliar rupiah), 2014-2017.....	II-20

Tabel 2.12 Pertumbuhan Perekonomian Kabupaten Sukabumi.....	II-21
Tabel 2.13 Rekapitulasi Realisasi APBD Kabupaten Sukabumi .....	II-22
Tabel 2.14 Upah Minimum Regional (UMR) Kabupaten Sukabumi .....	II-23

### **Bab 3**

Tabel 3.1 Tingkat Konsumsi/ Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori Kota .....	III-1
Tabel 3.2 Materi Survey Air Baku.....	III-3
Tabel 3.3 Kriteria Teknis Pipa Transmisi .....	III-8
Tabel 3.4 Proses Pengolahan .....	III-11
Tabel 3.5 Tebal Plat Dinding IPA .....	III-14
Tabel 3.6 Tinggi bebas di unit Sedimentasi .....	III-15
Tabel 3.7 Tinggi tegak pelat pengendap dan kapasitas IPA.....	III-15
Tabel 3.8 Diameter Tube Settler dan kapasitas IPA.....	III-15
Tabel 3.9 Media Filter .....	III-16
Tabel 3.10 Kriteria Perencanaan Instalasi Pengolahan Air .....	III-18
Tabel 3.11 Tebal pelat IPA Baja dinding rata, corrugated dan kapasitas IPA .....	III-20
Tabel 3.12 Kelas Beton.....	III-20
Tabel 3.13 Mutu Beton .....	III-21
Tabel 3.14 Kriteria Teknis Pipa Distribusi.....	III-28
Tabel 3.15 Nilai Kekasaran Pipa ( $C_{HW}$ ) .....	III-36

### **Bab 4**

Tabel 4.1 Sumber Mata Air Baku PDAM Kabupaten Sukabumi.....	IV-2
Tabel 4.2 Sumber Air Permukaan PDAM Kabupaten Sukabumi).....	IV-2
Tabel 4.3 Sumber Air Tanah Dalam PDAM Kabupaten Sukabumi .....	IV-3
Tabel 4.4 Sumber Air Baku PDAM Kabupaten Sukabumi Berupa Air Tanah Dalam .....	IV-4
Tabel 4.5 Susunan Direksi PDAM Kabupaten Sukabumi.....	IV-8

Tabel 4.6	Susunan Dewan Pengawas PDAM Kabupaten Sukabumi .....	IV-10
Tabel 4.7	Perkembangan Jumlah Karyawan Perumda Air MinumTirta Jaya Mandiri Berdasarkan Latar Belakang Pendidikan Tahun 2016-2018.....	IV-10
Tabel 4.8	Perkembangan Jumlah Karyawan Perumda Air MinumTirta Jaya Mandiri Berdasarkan Tingkat Jabatan Tahun 2016-2018 .....	IV-11
Tabel 4.9	Perkembangan Jumlah Karyawan Perumda Air MinumTirta Jaya Mandiri Berdasarkan Status Kepegawaian Tahun 2016-2018.....	IV-11
Tabel 4.10	Perbandingan Jumlah Pegawai SLTA dengan Seluruh Pegawai di PDAM Tirta Jaya Mandiri.....	IV-11
Tabel 4.11	Perkembangan Jumlah Sambungan Per Golongan Pelanggan Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi Tahun 2016-2018.....	IV-13
Tabel 4.12	Perkembangan Pemakaian Air Pelanggan Per Golongan Pelanggan ( $m^3$ ) Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi Tahun 2016-2018 .....	IV-13
Tabel 4.13	Perkembangan Rata-rata Pemakaian Air Pergolongan ( $m^3$ ) Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi Tahun 2016-2018 .....	IV-14
Tabel 4.14	Struktur Tarif Pelayanan PDAM Kabupaten Sukabumi .....	IV-15
Tabel 4.15	Perkembangan Neraca Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi Per 31 Desember 2016 – 2018 .....	IV-16
Tabel 4.16	Perkembangan Ikhtisar Laba – Rugi Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi tahun 2015 – 2018 .....	IV-18
Tabel 4.17	Struktur Harga Pokok Air Full Cost Recovery .....	IV-20
Tabel 4.18	Kinerja Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi.....	IV-20
Tabel 4.19	Daftar Desa PAMSIMAS Di Kabupaten Sukabumi .....	IV-23

## Bab 5

Tabel 5.1	Hasil Uji Kualitas Sumber Air Baku Mata Air Cisalak .....	V-22
Tabel 5.2	Hasil Uji Kualitas Sumber Air Baku Sungai Citarik .....	V-23

Tabel 5.3 Hasil Uji Kualitas Sumber Air Baku Sungai Cimandiri ..... V-24

**Bab 6**

Tabel 6.1	Jumlah penduduk di Growth Center Pelabuhanratu Tahun 2010 .....	VI-3
Tabel 6.2	Arahan RTRW Kabupaten/Kota Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu .....	VI-3
Tabel 6.3	Kecamatan dan Desa Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-12
Tabel 6.4	Kecamatan dan Desa Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 1 – Kecamatan Pelabuhanratu.....	VI-14
Tabel 6.5	Rencana Daerah Pelayanan SPAM Perpipaan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 2.....	VI-14
Tabel 6.6	Rencana Daerah Pelayanan SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Perpipaan Terlindungi Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu .....	VI-15
Tabel 6.7	Proyeksi Penduduk Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-17
Tabel 6.8	Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Pelabuhanratu Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Tanpa ada Penambahan Wilayah Pelayanan .....	VI-19
Tabel 6.9	Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Pelabuhanratu & Simpenan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu .....	VI-20
Tabel 6.10	Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Cisolok & Cikakak Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu .....	VI-21
Tabel 6.11	Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Ciemas Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-22
Tabel 6.12	Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Pelabuhanratu Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-23
Tabel 6.13	Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Simpenan Kawasan Pertumbuhan	

Pelabuhanratu.....	VI-24
Tabel 6.14 Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Cisolok Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-25
Tabel 6.15 Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Cikakak Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-26
Tabel 6.16 Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Ciemas Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-27
Tabel 6.17 Rekapitulasi Proyeksi Kebutuhan Air Minum Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VI-28

## Bab 7

Tabel 7.1 Luas DAS Wilayah Pusat Pertumbuhan Palabuhanratu .....	VII-1
Tabel 7.2 Data Debit Setengah Bulanan Sungai Citarik Pos Pajagan .....	VII-5
Tabel 7.3 Rangking Debit Setengah Bulanan Sungai Citarik Pos Pajagan .....	VII-6
Tabel 7.4 Data Debit Setengah Bulanan Sungai Cimandiri Pos Tegal Datar .....	VII-9
Tabel 7.5 Debit Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan Debit Andalah 90 % Sungai Cimandiri Pos Tegal Datar.....	VII-10
Tabel 7.6 Kualitas Air Sungai Citarik.....	VII-12
Tabel 7.7 Kualitas Air Sungai Cimandiri .....	VII-13
Tabel 7.8 Kebutuhan Air Minum Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu .....	VII-17
Tabel 7.9 Perkiraan Biaya Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VII-17
Tabel 7.10 Analisa Titik Junction Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem Gravitasi ...	VII-47
Tabel 7.11 Analisa Hidrolis Pipa Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem Gravitasi ....	VII-48
Tabel 7.12 Analisa Titik Junction Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem	

Perpompaan .....	VII-51
Tabel 7.13 Analisa Hidrolis Pipa Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem Gravitasi ....	VII-52
Tabel 7.14 Analisa Titik Junction Sistem Transmisi Sumber Cimandiri melalui Sistem Perpompaan .....	VII-55
Tabel 7.15 Analisa Hidrolis Pipa Sistem Transmisi Sumber Cimandiri melalui Sistem Gravitasi	VII-55
Tabel 7.16 Analisa Titik Junction Sistem Distribusi Sumber Citarik maupun Cimandiri melalui Sistem Gravitasi dan Perpompaan .....	VII-56
Tabel 7.17 Analisa Hidrolis Pipa Sistem Distribusi Sumber Citarik maupun Cimandiri melalui Sistem Gravitasi dan Perpompaan .....	VII-59
Tabel 7.18 Analisa Titik Junction Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Perpompaan .....	VII-63
Tabel 7.19 Analisa Hidrolis Pipa Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Gravitasi	VII-64
Tabel 7.20 Analisa Titik Junction Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Perpompaan .....	VII-67
Tabel 7.21 Analisa Hidrolis Pipa Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Gravitasi	VII-68
Tabel 7.22 Rekapitulasi Kebutuhan Sistem Perpipaan Alternatif Pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhan Ratu.....	VII-71
Tabel 7.23 Matriks Resume Alternatif Sistem Penyediaan Air Minum Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	VII-72
Tabel 7.24 Bobot Penilaian Tiap Parameter Alternatif Sistem Dan Hasil Penilaian Akhir .....	VII-78
Tabel 7.25 Kelayakan Investasi Alt 4 .....	VII-81
Tabel 7.26 Kelayakan Investasi Alt 7 .....	VII-82
Tabel 7.27 Kelayakan Investasi Alt 7 Pinjaman.....	VII-83
Tabel 7.28 Matriks Alternative Kelayakan Investasi .....	VII-86
Tabel 7.29 Pemaduan Tahapan-Tahapan Amdal Ke Dalam Tahapan-Tahapan Proyek Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum .....	VII-88
Tabel 7.30 Kegiatan Pembangunan dan Dampak yang Ditimbulkan.....	VII-90

Tabel 7.31 Jenis Kegiatan di Bidang Pekerjaan Umum (SPAM) Wajib AMDAL.....	VII-92
Tabel 7.32 Rencana dan Jadwal Program Kepatuhan Lingkungan.....	VII-95
Tabel 7.33 Tanggung Jawab Stakeholder Terkait Dampak Lingkungan .....	VII-96

## Bab 8

Tabel 8.1 Rekapitulasi Perhitungan Bak Koagulasi.....	VIII-6
Tabel 8.2 Rekapitulasi Perhitungan Bak Flokulasi.....	VIII-10
Tabel 8.3 Jumlah Oksigen Terlarut/ Dissolved Oksigen (DO) (mg/lt) :.....	VIII-16
Tabel 8.4 Besar Kecepatan Endap Partikel.....	VIII-17
Tabel 8.5 Rekapitulasi Bak Sedimentasi.....	VIII-27
Tabel 8.6 Rekapitulasi Unit Filtrasi.....	VIII-38
Tabel 8.7 Rekapitulasi Pembubuhan Koagulan.....	VIII-41
Tabel 8.8 Rekapitulasi Pembubuhan Kapur .....	VIII-45
Tabel 8.9 Rekapitulasi Pembubuhan Desinfektan.....	VIII-47
Tabel 8.10 Profil hidrolis dari WTP berdasarkan hasil perhitungan di atas .....	VIII-48
Tabel 8.11 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai $q_c$ (Schmertmann, 1974) .....	VIII-56
Tabel 8.12 Korelasi Antara Tahanan Ujung Sondir ( $qc$ ) dengan Nilai SPT.....	VIII-58
Tabel 8.13 Nilai $Q_a$ berdasarkan kekerasan tanah (Japan Road Association, 1984).....	VIII-59
Tabel 8.14 Informasi Pelaksanaan Sondir .....	VIII-61
Tabel 8.15 Stratigrafi Titik Penyelidikan.....	VIII-63
Tabel 8.16 Deskripsi litologi handbore HB-01.....	VIII-65
Tabel 8.17 Rekapitulasi Pelaksanaan Test Pit .....	VIII-65
Tabel 8.18 Deskripsi litologi test pit di Pelabuhan Ratu.....	VIII-66
Tabel 8.19 Rekapitulasi Hasil Uji Mekanika Tanah ( <i>Index Properties</i> ) .....	VIII-67
Tabel 8.20 Rekapitulasi Hasil Uji Mekanika Tanah ( <i>Engineering Properties</i> ) .....	VIII-67
Tabel 8.21 Parameter Geoteknik dari Data Sondir .....	VIII-67
Tabel 8.22 Daya dukung tanah pada area IPA dan Reservoar .....	VIII-69

Tabel 8.23 Perhitungan Daya Dukung Bore Pile Berdasarkan Data Sondir.....	VIII-73
Tabel 8.24 Perhitungan Daya Dukung Driven Pile Berdasarkan Data Sondir.....	VIII-73
Tabel 8.25 Selimut Beton Minimum .....	VIII-79
Tabel 8.26 Parameter Geoteknik dari Data Sondir .....	VIII-80
Tabel 8.27 Klasifikasi Tanah SNI 03-1726-2012.....	VIII-85
Tabel 8.28 Parameter Diagram Respon Spektra .....	VIII-85
Tabel 8.29 Kombinasi Beban untuk Metoda Ultimit.....	VIII-86
Tabel 8.30 Kombinasi Beban untuk Metoda Tegangan Ijin .....	VIII-87
Tabel 8.31 <i>Preliminary Design Struktur Bangunan</i> .....	VIII-88
Tabel 8.32 Gaya Dalam pada Elemen Struktur Bangunan .....	VIII-90
Tabel 8.33 Rekapitulasi Tulangan Elemen Struktur Bangunan .....	VIII-91
Tabel 8.34 Faktor Geser dan Adhesi .....	VIII-91
Tabel 8.35 Beton .....	VIII-92
Tabel 8.36 Parameter Geoteknik dari Data Sondir .....	VIII-116
Tabel 8.37 Perhitungan Daya Dukung Driven Pile Berdasarkan Data Sondir.....	VIII-116
Tabel 8.38 Daya Dukung Tanah Pada Area IPA dan Reservoar.....	VIII-145
Tabel 8.59 Tabel Daya Listrik.....	VIII-193
Tabel 8.60 Tabel Kemampuan Hantar Arus .....	VIII-194
<b>Bab 9</b>	
Tabel 9.5 Rekapitulasi RAB.....	IX-3

# DAFTAR GAMBAR

## Bab 2

Gambar 2.1	Peta Administrasi Kabupaten Sukabumi .....	II-5
Gambar 2.2	Perkembangan Jumlah Pencari Kerja Menurut Tingkat Pendidikan Dan Jenis Kelamin Di Kabupaten Sukabumi .....	II-23

## Bab 3

Gambar 3.1	Diagram Energi dan Garis Tekan .....	III-33
------------	--------------------------------------	--------

## Bab 4

Gambar 4.1	Skematik SPAM Cabang Pelabuhanratu .....	IV-6
Gambar 4.2	Skematik SPAM Cabang Cisolok/Cikakak .....	IV-7
Gambar 4.3	Struktur Organisasi PDAM Tirta Jaya Mandiri .....	IV-12
Gambar 4.4	Dokumentasi Desa PAMSIMAS di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.....	IV-33

## Bab 5

Gambar 5.1	Sungai Citarik.....	V-19
Gambar 5.2	Sungai Cimandiri.....	V-21
Gambar 5.3	Skematik Alternatif 1 .....	V-29
Gambar 5.4	Skematik Alternatif 4 .....	V-31
Gambar 5.5	Skematik Alternatif 5 .....	V-32
Gambar 5.6	Skematik Alternatif 7 .....	V-33
Gambar 5.7	Skematik Alternatif 7 -2.....	V-34

## Bab 6

Gambar 6.1	Wilayah Growth Center Pelabuhanratu .....	VI-1
Gambar 6.2	Peta Kawasan Strategis RTRW Propinsi Jawa Barat .....	VI-2

## Bab 7

Gambar 7.1	Skema Perhitungan Debit Aliran Dari Data Hujan Dan Evaporasi.....	VII-2
Gambar 7.2	Grafik Debit Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan Debit Andalan 90 % Pos Pajagan – Sungai Citarik.....	VII-7
Gambar 7.3	Grafik Debit Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan Debit Andalan 90 % Pos Tegal Datar – Sungai Cimandiri .....	VII-11
Gambar 7.4	Potensi Sumber Air Baku di Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu .....	VII-15
Gambar 7.5	Skematik Sistem Citepus .....	VII-16
Gambar 7.6	Skematik Sistem Cimandiri/ Citarik .....	VII-16
Gambar 7.7	Skematik Alternatif 1 .....	VII-20
Gambar 7.8	Skematik Alternatif 3 .....	VII-24
Gambar 7.9	Skematik Alternatif 3 .....	VII-28
Gambar 7.10	Skematik Alternatif 5 .....	VII-31
Gambar 7.11	Skematik Alternatif 6 .....	VII-33
Gambar 7.12	Skematik Alternatif 7 .....	VII-36

Gambar 7.13 Skematik Alternatif 7 .....	VII-37
Gambar 7.14 Skematik Alternatif 1 – Sumber air baku S. Parakangedeg .....	VII-41
Gambar 7.15 Skematik Alternatif 1 – Sumber air baku Desa Ciwaru.....	VII-44
Gambar 7.16 Skematik hasil simulasi hidrolis perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem gravitasi.....	VII-46
Gambar 7.17 Skematik hasil simulasi hidrolis perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem perpompaan.....	VII-50
Gambar 7.18 Skematik hasil simulasi hidrolis perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem perpompaan.....	VII-54
Gambar 7.19 Skematik Perhitungan Hidrolis Sistem Distribusi Gravitasi dan Perpompaan (Booster) Sistem Pengembangan Kecamatan Pelabuhanratu - Simpenan .....	VII-62
Gambar 7.20 Skematik Simulasi Hidrolis Perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik Menuju Wilayah Pelayanan.....	VII-66
Gambar 7.21 Skematik Simulasi Hidrolis Perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri Menuju Wilayah Pelayanan.....	VII-70
Gambar 7.22 Proses AMDAL dan Masukan dari Masyarakat .....	VII-91
Gambar 7.23 Sistematika KA-ANDAL .....	VII-92
Gambar 7.24 Alur Pikir Pembangunan dan Pengelolaan Air Minum SPAM Kawasan Strategis Pelabuhanratu .....	VII-97
Gambar 7.25 Tahap Pembangunan dan Pengelolaan SPAM Kawasan Strategis Pelabuhanratu Model Swastanisasi Penuh .....	VII-98
Gambar 7.26 Tahap Pembangunan dan Pengelolaan SPAM Kawasan Strategis Pelabuhanratu Model Kerjasama Pemerintah dan Swasta.....	VII-99
Gambar 7.27 Model Kontrak Kerja.....	VII-100
Gambar 7.28 Tahap Pembangunan dan Pengelolaan SPAM Kawasan Strategis Pelabuhanratu dengan Pengelola BLUD .....	VII-101
Gambar 7.29 Tahap Pembangunan dan Pengelolaan SPAM Kawasan Strategis Pelabuhanratu Dengan Pengelola BMUD .....	VII-101
<b>Bab 8</b>	
Gambar 8.1 Proses Flokulasi .....	VIII-2
Gambar 8.2 Dimensi Bak Penampung.....	VIII-4
Gambar 8.3 Alat Ukur Debit Weir Cipollenti.....	VIII-4
Gambar 8.4 Dimensi Weir Cipollenti.....	VIII-5
Gambar 8.5 Sekat Ukur Weir Thomson.....	VIII-6
Gambar 8.6 Baffel Chanel Dengan Aliran Vertikal .....	VIII-7
Gambar 8.7 Dimensi Baffle Flokulasi .....	VIII-9
Gambar 8.8 Headloss .....	VIII-9
Gambar 8.9 Dimensi Flokulasi Berbentuk Segi Enam .....	VIII-10
Gambar 8.10 Jenis Aliran Pada Unit Sedimentasi .....	VIII-11
Gambar 8.11 Bak Pengendap Dengan Aliran Vertikal.....	VIII-12
Gambar 8.12 Jenis Partikel Pada Bak Pengendap .....	VIII-12
Gambar 8.13 Proses Pengendapan Aliran Vertikal .....	VIII-13

Gambar 8.14 Proses Aliran Turbulen .....	VIII-13
Gambar 8.15 Proses Aliran Tidak Stabil .....	VIII-14
Gambar 8.16 Proses Aliran Stabil.....	VIII-14
Gambar 8.17 Proses Aliran Aliran Short Circuit .....	VIII-15
Gambar 8.18 Pengaruh Sinar Matahari Pada Flocc di Suhu Dingin .....	VIII-15
Gambar 8.19 Pengaruh Sinar Matahari Pada Flocc di Suhu Hangat .....	VIII-16
Gambar 8.20 Diagram Plat Pengendap .....	VIII-18
Gambar 8.21 Bak Persegi Beraliran Vertikal Menggunakan Pelat Pengendap .....	VIII-19
Gambar 8.22 Perhitungan Jarak Antar Plate Settler .....	VIII-21
Gambar 8.23 Proses Mechanical Straining .....	VIII-29
Gambar 8.24 Proses Pengendapan .....	VIII-29
Gambar 8.25 Proses Adsorption .....	VIII-30
Gambar 8.26 Proses Pada Saringan Pasir Cepat .....	VIII-31
Gambar 8.27 Profil Hidrolis .....	VIII-49
Gambar 8.28 Lokasi Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu .....	VIII-51
Gambar 8.29 Fisiografi Jawa Barat (van Bemmelen, 1949 dalam Martodjojo, 1984) .....	VIII-51
Gambar 8.30 Peta Geologi Daerah Penyelidikan (Sebagian Peta Geologi Regional Lembar Bogor Kusnama dan B. Hermanto, 1998) .....	VIII-52
Gambar 8.31 Pemetaan nilai Peak Ground Acceleration (PGA) pada lokasi penyelidikan .....	VIII-53
Gambar 8.32 Respon Spektra area Penyelidikan area S-01 dan S-02 (SNI 1726 : 2012) .....	VIII-54
Gambar 8.33 Respon Spektra area Penyelidikan area S-03, S-04, SI-01, S-02, HB-01, TP-1 s/d TP-4 (SNI 1726 : 2012).....	VIII-55
Gambar 8.34 Respon Spektra area Penyelidikan S-05 dan S-06 (SNI 1726 : 2012) .....	VIII-55
Gambar 8.35 Klasifikasi Tanah berdasarkan hasil pengujian Sondir Mekanis (Schmertmann, 1974) .....	VIII-57
Gambar 8.36 Hubungan antara Cone Resistance vs Vertical Effective Stress dan Sudut Geser Dalam (Durgunoglu, HT and Mitchel, J.K) .....	VIII-57
Gambar 8.37 Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Jembatan 1 .....	VIII-62
Gambar 8.38 Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Jembatan 2 .....	VIII-62
Gambar 8.39 Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Jembatan 3 .....	VIII-62
Gambar 8.40 Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Area Intake .....	VIII-63
Gambar 8.41 Foto pelaksanaan handbore area Intake.....	VIII-64
Gambar 8.42 Layout Titik Pekerjaan Test Pit di Daerah Penyelidikan .....	VIII-65
Gambar 8.43 Foto pekerjaan test pit di Pelabuhan ratu .....	VIII-66
Gambar 8.44 Zona Tegangan Terzaghi (Terzaghi, 1943).....	VIII-68
Gambar 8.45 Daya dukung tanah berdasarkan data Sondir pada S-01 s/d SI-02 .....	VIII-69
Gambar 8.46 Tahanan ujung ultimit pada tanah non-kohesif ( <i>sumber: Reese &amp; Wright, 1977</i> )..	VIII-71
Gambar 8.47 Hubungan tahanan selimut ultimit terhadap NSPT .....	VIII-72
Gambar 8.48 Adhesion factor (Tomlinson, 1957) .....	VIII-72
Gambar 8.49 Diagram Tekanan Tanah.....	VIII-82
Gambar 8.50 Diagram Tekanan Air .....	VIII-83
Gambar 8.51 Peta Zonasi Gempa Indonesia .....	VIII-84
Gambar 8.52 Diagram Respon Spektrum.....	VIII-86
Gambar 8.53 Pemodelan 3D Struktur Bangunan.....	VIII-88

Gambar 8.54 Denah struktur Jembatan Pipa Intake.....	VIII-92
Gambar 8.55 Denah Pile Cap dan Sloof struktur Jembatan Pipa Intake.....	VIII-93
Gambar 8.56 Potongan memanjang struktur Jembatan Pipa Intake.....	VIII-94
Gambar 8.57 Potongan melintang struktur Jembatan Pipa Intake .....	VIII-94
Gambar 8.58 Model Tiga Dimensi (3D) Struktur Jembatan Pipa Intake .....	VIII-96
Gambar 8.59 Beban hidrostatik (kg;m).....	VIII-97
Gambar 8.60 Gaya dalam momen M11 (kg;m).....	VIII-98
Gambar 8.61 Gaya dalam momen M22 (kg;m).....	VIII-98
Gambar 8.62 Denah lantai dasar struktur IPA .....	VIII-117
Gambar 8.63 Denah lantai atas struktur IPA.....	VIII-117
Gambar 8.64 Potongan memanjang struktur IPA.....	VIII-118
Gambar 8.65 Potongan Melintang Struktur IPA .....	VIII-119
Gambar 8.66 Model Tiga Dimensi (3D) Struktur IPA.....	VIII-120
Gambar 8.67 Beban hidrostatik (kg;m).....	VIII-121
Gambar 8.68 Gaya dalam momen M11 (kg;m).....	VIII-122
Gambar 8.69 Gaya dalam momen M22 (kg;m).....	VIII-122
Gambar 8.70 Penulangan Pada Unit WTP.....	VIII-144
Gambar 8.71 Detail Penulangan .....	VIII-145
Gambar 8.85 (a) Perencanaan Sandaran dan (b) Detail Penampang Sandaran. ....	VIII-161
Gambar 8.107 Layout WTP di Pelabuhanratu.....	VIII-197
Gambar 8.108 Denah WTP Kapasitas 150 l/det.....	VIII-198
Gambar 8.109 Tampak Depan Bangunan WTP .....	VIII-199
Gambar 8.110 Tampak Kanan dan Kiri Bangunan WTP .....	VIII-200
Gambar 8.111 Potongan A-A dan B-B WTP.....	VIII-201
Gambar 8.112 Potongan C-C dan D-D WTP .....	VIII-202
Gambar 8.113 Sludge Drying Bed .....	VIII-203
Gambar 8.114 Rumah Pompa .....	VIII-204
Gambar 8.115 Laboratorium.....	VIII-205

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemenuhan kebutuhan air minum rumah tangga masyarakat daerah Kabupaten/Kota terus semakin meningkat seiring dengan pertambahan populasi penduduk, dilakukan dengan pengembangan System Penyediaan Air Minum (SPAM).

Kewajiban untuk mengembangkan SPAM tersebut pada dasarnya adalah merupakan tanggung jawab pemerintah daerah kabupaten/kota (Pemkab/Kota). Namun, mengingat masih sangat terbatasnya sumber daya manusia yang ada di daerah kabupaten/kota, maka baik pemerintah pusat maupun pemerintah provinsi harus dapat memberikan dukungan dan sesuai dengan kebutuhan dari daerah tersebut dalam upaya melaksanakan penyelenggaraan SPAM secara optimal menyeluruh, berkelanjutan dan dilakukan secara terpadu dengan prasarana dan sarana sanitasi pada setiap tahapan penyelenggarannya.

Untuk mengatasi hal tersebut, Dinas Permukiman dan Perumahan Provinsi Jawa Barat dengan mengacu kepada kewenangan yang sesuai dengan Undang-undang No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah mempunyai kewenangan dalam pengelolaan dan pengembangan sistem penyediaan air minum lintas kabupaten/kota dan kawasan khusus provinsi.

Regulasi terhadap pengembangan sistem penyediaan air minum pada prinsipnya bertujuan untuk terciptanya pengelolaan dan pelayanan air minum yang berkualitas, berkuantitas dan berkontinuitas kepada publik dengan harga yang terjangkau, tercapainya kepentingan yang seimbang antara masyarakat konsumen air minum dan tercapainya kepentingan yang seimbang antara masyarakat konsumen air minum dan penyedia jasa pelayanan air minum serta meningkatkan efisiensi dan cakupan pelayanan air minum.

Perencanaan teknis adalah suatu rencana rinci pembangunan SPAM di suatu kota atau kawasan yang meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi dan unit pelayanan. Perencanaan teknis disusun berdasarkan rencana induk Penyelenggaraan SPAM yang telah ditetapkan, hasil studi kelayakan, jadwal pelaksanaan konstruksi dan kepastian sumber serta hasil konsultasi teknis dengan dinas teknis terkait.

Perencanaan teknis terinci merupakan salah satu tahapan dalam penyelenggaraan SPAM yang harus dilaksanakan dan disusun dengan benar sesuai dengan panduan, tatacara ataupun pedoman pada Lampiran VI dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor: 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

Pada Tahun Anggaran 2019, Dinas Permukiman dan Perumahan Provinsi Jawa Barat melalui kegiatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Kawasan Khusus dengan sumber dana APBD Provinsi Jawa Barat akan melaksanakan Penyusunan Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu sehingga lebih aplikatif, *up to date* dan diharapkan menjadi acuan bagi pihak-pihak terkait.

Adapun pengkajian perencanaan tersebut mulai dari evaluasi dan kajian studi terdahulu, usulan alternatif sampai dengan perencanaan global dan penerapan teknologi yang tepat dengan kondisi daerah setempat.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

### **Maksud Pekerjaan :**

Penyusunan Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu ini dimaksudkan untuk menyiapkan dokumen teknis pelaksanaan kegiatan secara detail atau rinci, yang memuat rancangan teknis sistem pengembangan, perhitungan dan gambar teknis, spesifikasi teknis dan dokumen pelaksanaan kegiatan berdasarkan norma, standar, pedoman dan manual yang berlaku.

### **Tujuan Pekerjaan :**

Tujuan Penyusunan Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu adalah sebagai pedoman dan acuan dalam pelaksanaan konstruksi, sehingga pelaksanaan pengembangan SPAM dapat terwujud sesuai dengan perencanaan SPAM.

## 1.3 Sasaran

Pemerintah Provinsi Jawa Barat selaku pemegang kepentingan dan kebijakan penerapan hasil dari Dokumen Penyusunan Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu.

## 1.4 Lokasi Kegiatan

Lokasi kegiatan terletak di Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu Kabupaten Sukabumi, yaitu kesatuan wilayah yang berperan memacu pertumbuhan ekonomi wilayah lain dalam jangkauan pengaruhnya dengan jumlah penduduk mencapai 292 ribu jiwa dengan total luas 81.608,05 Ha

Lokasi kegiatan yang dimaksud dengan Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu mencakup 5 (lima) kecamatan di Kabupaten Sukabumi, meliputi Kecamatan Cisolok, Kecamatan

Cikakak, Kecamatan Pelabuhan Ratu, Kecamatan Simpenan, dan Kecamatan Ciemas dengan perencanaan SPAM sampai dengan tahun 2050. (*Sumber: Perda Provinsi Jawa Barat Nomor 12 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Pembangunan dan Pengembangan Metropolitan dan Pusat Pertumbuhan di Jawa Barat*).

## 1.5 Referensi Hukum

Referensi hukum untuk peraturan teknis yang perlu ada di pekerjaan Penyusunan Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu, sebagai berikut:

- a. Peraturan Pemerintah Nomor 121 Tahun 2015 Tentang Pengusahaan Sumber Daya Air
- b. Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum
- c. Peraturan Menteri PUPR Nomor 19 Tahun 2016 Tentang Pemberian Dukungan oleh Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah dalam Kerjasama SPAM
- d. Peraturan Menteri PUPR Nomor 25 Tahun 2016 Tentang Pelaksanaan Penyelenggaraan SPAM oleh Badan Usaha untuk Memenuhi Kebutuhan Sendiri
- e. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor. 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- f. Peraturan Menteri PUPR Nomor 50 Tahun 2015 Tentang Izin Penggunaan Sumber Daya Air
- g. Peraturan Menteri PUPR Nomor 37 Tahun 2015 Tentang Izin Penggunaan Air dan/atau Sumber Air
- h. Peraturan Menteri PUPR Nomor 18 Tahun 2015 Tentang Iuran Eksplorasi dan Pemeliharaan Bangunan Pengairan
- i. Peraturan Menteri PUPR Nomor 09 Tahun 2015 Tentang Penggunaan Sumber Daya Air
- j. Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2015 Tentang Rencana dan Rencana Teknis Tata Pengaturan Air dan Tata Pengairan
- k. Peraturan Menteri PUPR Nomor 13 Tahun 2015 Tentang Penanggulangan Darurat Bencana Akibat Daya Rusak Air
- l. Peraturan Menteri PUPR Nomor 06 Tahun 2015 Tentang Eksplorasi dan Pemeliharaan Sumber Air dan Bangunan Pengairan
- m. Surat Edaran PUPR Nomor 04 Tahun 2015 Tentang Izin Penggunaan Sumber Daya Air dan Kontrak Kerjasama Pemerintah dan Swasta dalam Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan Setelah Putusan Mahkamah Konstitusi Nomor : 85/PUU-XI/2013

## 1.6 Lingkup Kegiatan

Lingkup kegiatan konsultan adalah :

### Penyusunan Rencana Teknis Rinci :

1. Melakukan kegiatan pengumpulan data pada instansi-instansi terkait pengelola air bersih eksisting, khususnya data yang berkaitan erat dengan sistem penyediaan air minum eksisting, kondisi air baku, cakupan pelayanan dan permasalahan yang berkaitan dengan air minum termasuk kondisi kesehatan masyarakatnya.
2. Mengkaji kondisi daerah studi, meliputi :
  - Kondisi dan karakteristik daerah/aspek fisik daerah
  - Perkembangan penduduk
  - Gambaran mengenai perkembangan daerah
  - Sumber air dan ketersedianya
  - Gambaran kondisi sistem air minum eksisting
3. Melakukan diskusi/koordinasi dengan instansi terkait sebagai persamaan persepsi program.
4. Melakukan kajian terhadap hasil studi terdahulu tentang sistem penyediaan air minum di daerah studi, serta mengenai sistem penyediaan air minum regional yang relevan.
5. Melakukan survei lapangan yang meliputi sumber air baku dan daerah pelayanan.
6. Melakukan pemeriksaan sampel air terhadap alternatif sumber air baku yang mungkin digunakan.
7. Menyajikan kondisi sistem pelayanan, cakupan pelayanan air bersih eksisting dalam bentuk tabulasi dan pemetaan.
8. Melakukan perhitungan secara akurat mengenai kebutuhan air minum masyarakat di wilayah studi sampai tahun 2039.
9. Menyusun perhitungan secara garis besar mengenai :
  - Debit yang dibutuhkan untuk masing-masing sistem sampai dengan tahun proyeksi.
  - Menentukan jenis pengolahan yang akan digunakan.
  - Menentukan kelengkapan unit operasi sistem termasuk bangunan-bangunan pelengkap yang diperlukan.
  - Menentukan daerah pelayanan, jalur pipa, panjang dan diameter pipa serta bangunan penunjangnya
10. Menentukan sistem pola pelayanan air minum sesuai dengan kondisi daerah pelayanan.
11. Menghitung kebutuhan biaya investasi pembangunan sistem air minum untuk masing-masing sistem sampai tahun proyeksi.
12. Penyusunan kebutuhan sistem air bersih eksisting dan rencana interkoneksi dengan sistem air bersih yang dibangun.

13. Penyusunan rencana teknis rinci :

- Melakukan survey dan pengukuran.
- Menganalisa hasil survey dan pengukuran.
- Penyusunan kriteria teknis dan desain.
- Membuat perhitungan-perhitungan desain baik unit proses, unit operasi, struktur & mekanikal elektrikal mulai dari Intake, WTP, Reservoir, jaringan pipa transmisi dan distribusi dan bangunan pelengkap lainnya.
- Menyusun RKS, Nota Perhitungan, Volume Pekerjaan, Gambar Perencanaan, Perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan beserta pembuatan paket pekerjaan.
- Melakukan pemeriksaan daya dukung tanah dan pemeriksaan kualitas air baku.
- Melakukan pengukuran situasi lokasi instalasi pengolahan air (IPA). Intake dan Reservoir
- Distribusi.
- Melakukan pengukuran elevasi muka air tertinggi dan terendah.

14. Detail Engineering Desain ini diproyeksikan sampai dengan akhir Tahun 2039.

Desain harus teliti dan lengkap yang menunjukkan lokasi, penyusunan letak, evaluasi, bagian-bagian penting dari pekerjaan yang akan dilaksanakan.

15. Membuat rencana jadwal pembangunan dalam bentuk bar – chart berbagai kegiatan teknis dan non teknis terbagi atas bagian-bagian pekerjaan dari kegiatan yang akan dilaksanakan, (jadwal pelaksanaan).

16. Membuat perkiraan biaya untuk operasi dan pemeliharaan sistem yang terbangun (perkiraan pemakaian bahan kimia, bahan bakar atau listrik).

17. Perhitungan dan desain :

- Perhitungan debit perencanaan :
  - Rata – rata
  - Maximum day
  - Maximum jam
- Sumber air yang digunakan
- Jenis pengolahan yang dilakukan
- Perhitungan desain unit operasi, proses dan struktur pembangunan intake, instalasi, reservoir dan jaringan pipa distribusi utama dan sekunder dan pipa transmisi dan bangunan-bangunan pelengkap lainnya.
- Intake

Perhitungan dan desain intake meliputi :

- Dimensi bangunan-bangunan intake
- Pompa-pompa yang digunakan
- Jumlah pompa, daya, head dan debitnya masing-masing
- Alat ukur yang digunakan, Thomson, Cipolety atau Ventury, maka diperlukan perhitungan tinggi air diatas ambang alat ukur.

- Instalasi listrik
- Alat pencatat tinggi muka air.
- Instalasi Pengolahan Air
  - Perhitungan dan desain instalasi meliputi :
    - Dimensi masing-masing hidrolis (kehilangan - kehilangan energi sepanjang aliran masuk sampai dengan reservoir (bawah).
    - Ground reservoir, perhitungan volume dan dimensinya juga dilampirkan perhitungan konstruksi dengan nota desain.
    - Gambar susunan equipment lengkap meliputi pompa intake, pompa distribusi dan pompa bahan kimia.
    - Pondasi Instalasi Pengolahan Air.
- Perpipaan
  - Pipa Transmisi
    - Perhitungan : panjang pipa, diameter dan kehilangan tekanan sepanjang aliran.
  - Pipa Distribusi
    - Penentuan jaringan pipa utama yang melayani distribusi
    - Penentuan letak-latak taping (penyadapan)
    - Menghitung debit aliran pada pipa dan diameter pipa utama
    - Menghitung kebutuhan masing-masing jalur pipa yang akan ditapping.
    - Menghitung kebutuhan accessories
- Bangunan Penunjang
  - Bangunan penunjang meliputi Ruang Operator, Ruang Laboratorium, Ruang Pompa, Rumah Jaga dan lain-lain sesuai kebutuhan.
- Penggambaran (untuk detail desain)
  - Ukuran-ukuran harus jelas dan lengkap
  - Digambarkan dalam skala yang baik sehingga jelas gambarnya dan menghemat dalam luas lembar
  - Penggambaran dilakukan pada kertas A3 dengan tulisan dan angka yang jelas dan selanjutnya dibuat dalam album peta.
  - Penggambaran untuk masing-masing unit adalah sebagai berikut :
    - Bangunan Intake
      - > Lay Out Bangunan dan Tampak
      - > Denah bangunan skala 1 : 100 sehingga jelas letak-letak pipa, valve, alat ukur dan pompa-pompa yang ada.
      - > Potongan-potongan skala minimum 1 : 50 dipotong pada bagian-bagian yang penting untuk diperlihatkan berhubungan misalnya tidak ada standarisasi.
    - Water Treatment Plant
      - > Lay Out Bangunan dan Tampak
      - > Denah skala 1 : 100

- > Profil hidrolis
- > Potongan-potongan bangunan skala minimum 1:50
- > Gambar masing-masing unit dengan gambar yang lengkap dengan skala 1 : 100
- > Gambar detail yang lengkap terutama sistem perpipaan dalam instalasi dan rumah pompa dan pompanya
- > Gambar perpompaan, kelistrikan, kabel-kabel penerangan serta membuat daftar kebutuhan pompa dan equipment secara detail dalam daftar tersendiri (termasuk juga panel listrik dan trafo)
- Ground Reservoir  
Gambar lengkap reservoir dan perpipaan dengan ukuran-ukuran yang jelas dengan skala 1 : 100
- Perpipaan
  - > Lokasi perletakan pipa pada gambar situasi skala 1 : 1000
  - > Lengkap dengan diameter dan perletakan *valve-valve, blow off, air valve* dan bangunan-bangunan pelepas tekan, jembatan-jembatan pipa tersebut (secara notasi)
  - > Pipa digambarkan pada profil memanjang lintasan pipa dan pada profil melintang dengan skala 1 : 100
  - > Gambar detail mengenai:
    - *Valve-valve, blow off dan air valve*
    - Jembatan pipa
    - Bangunan pelepas tekan
    - Pipa yang menyeberangi jalan
  - > Gambar detail mengenai tiap-tiap *taping, junction, jembatan pipa, crossing jalan*
  - > Gambar-gambar detail mengenai cara penyambungan ke hidran umum
  - > Rencana sistem drainase untuk limpasan air hujan di lokasi WTP (Instalasi)
  - > Rencana drainase untuk pembuangan limbah IPA
    - Rencana pekerjaan Elektrikal dan Mekanikal
    - Rencana Landscape untuk kompleks instalasi lengkap dengan rencana penerangannya
- 18. Membantu pihak pelaksana kegiatan dalam pelaksanaan penjelasan pekerjaan dan peninjauan lapangan pada proses pelelangan pekerjaan konstruksi dan pengadaan yang terkait dengan pekerjaan ini.

## 1.7 Keluaran

### Dokumen Perencanaan teknis

Merupakan suatu rencana rinci pembangunan SPAM di suatu kota atau kawasan yang meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi dan unit pelayanan.

Perencanaan teknis memuat :

1. Rancangan detail kegiatan
2. Perhitungan dan gambar teknis
3. Spesifikasi teknis
4. Rencana Anggaran Biaya
5. Analisis harga satuan
6. Tahapan dan jadwal pelaksanaan
7. Dokumen pelaksanaan kegiatan (dokumen lelang, jadwal pelelangan, pemaketan)

## 1.8 Jangka Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Pekerjaan Penyusunan Rencana Teknis SPAM Pusat Penyelesaian Pertumbuhan Pelabuhanratu ini dilaksanakan dalam Kegiatan jangka waktu 5 (lima) bulan kalender.

## 1.9 Sistematika Pelaporan

Laporan Akhir ini mempunyai sistematika sebagai berikut :

### Bab I Pendahuluan

membahas mengenai latar belakang kegiatan, maksud, tujuan dan ruang lingkup kegiatan Penyusunan Rencana Teknik Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

### Bab II Gambaran Umum Wilayah

membahas mengenai kondisi daerah perencanaan seperti wilayah perencanaan, arahan pengembangan wilayah, kondisi fisik wilayah, kependudukan dan kondisi sosial budaya di Kabupaten Sukabumi

### Bab III Kriteria Perencanaan

membahas mengenai rencana kriteria perencanaan Penyusunan Rencana Teknik Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

### Bab IV Kondisi Eksisting SPAM Wilayah Studi

membahas mengenai kondisi eksisting SPAM di Kabupaten Sukabumi dikaji dari aspek teknis dan non teknis yang dikelola PDAM Kabupaten Sukabumi dan SPAM Non PDAM

**Bab V Hasil Survey**

membahas mengenai hasil survei lapangan yang telah dilakukan, seperti survei air baku, RDS dan rencana jalur pipa distribusi

**Bab VI Proyeksi Kebutuhan Air Minum**

membahas mengenai perkiraan atau proyeksi kebutuhan air minum pada wilayah perencanaan studi dengan memperhitungkan jumlah penduduk pada tahun proyeksi dan ketersediaan sumber air baku pada akhir perencanaan.

**Bab VII Rencana Pengembangan SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu**

membahas mengenai rencana pengembangan sistem SPAM eksisting dengan beberapa pilihan alternative perencanaan yang mengacu pada aspek kelayakan teknis dan kelayakan finansial yang telah disepakati oleh pihak yang berkaitan.

**Bab VIII Perencanaan Teknik Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu**

membahas mengenai rencana teknik rinci SPAM mulai dari sumber air baku, instalasi pengolahan air sampai sistem perpipaan (transmisi maupun distribusi).

**Bab IX Rencana Anggaran Biaya**

membahas mengenai kebutuhan pembiayaan untuk pembangunan SPAM Kawasan strategis Pelabuhanratu

**Bab X Spesifikasi Teknik**

Membahas mengenai spesifikasi teknik untuk pembangunan SPAM Kawasan strategis Pelabuhanratu

# BAB II

## GAMBARAN UMUM WILAYAH

### 2.1 Letak dan Luas Wilayah

Secara geografis Kabupaten Sukabumi terletak antara  $6^{\circ}57' - 7^{\circ}25'$  Lintang Selatan dan  $106^{\circ}49' - 107^{\circ}$  Bujur Timur dengan luas wilayah Kabupaten ini adalah berupa daratan seluas  $4.162 \text{ km}^2$  atau 11,20% dari luas Jawa Barat atau 3,24% dari luas Pulau Jawa. Wilayah administrasi Kabupaten Sukabumi sampai akhir tahun 2018 meliputi 47 kecamatan, 5 kelurahan dan 386 desa. Menurut hasil pendataan potensi desa yang terakhir, dari 399 desa dan kelurahan yang ada, wilayah yang dikategorikan masuk perkotaan sebanyak 120 desa/kelurahan dan sisanya yaitu 266 desa merupakan kategori perdesaan. Dari ke 47 kecamatan yang ada, kecamatan Cisaat, Cicurug dan Cisolok memiliki jumlah desa/kelurahan yang paling banyak yaitu 13 desa. Sedangkan kecamatan yang memiliki jumlah desa/kelurahan terkecil hanya mempunyai 5 desa/kelurahan.

Berdasarkan posisi geografinya, Kabupaten Sukabumi memiliki batas – batas :

- Sebelah Utara : Kabupaten Bogor
- Sebelah Selatan : Samudera Indonesia
- Sebelah Barat : Kabupaten Lebak dan Samudera Indonesia
- Sebelah Timur : Kabupaten Cianjur

Kabupaten Sukabumi berada di wilayah Propinsi Jawa Barat dengan jarak tempuh 95 km dari Ibukota Propinsi Jawa Barat (Bandung) dan 120 km dari Ibukota Negara (Jakarta). Selain itu secara administratif Kabupaten Sukabumi juga berbatasan secara langsung dengan wilayah Kota Sukabumi yang merupakan daerah kantong (*enclave*) dikelilingi beberapa wilayah Kecamatan di Kabupaten Sukabumi, Kecamatan tersebut yaitu Kecamatan Sukabumi di sebelah Utara, Kecamatan Cisaat dan Kecamatan Gunung Guruh di sebelah Barat, Kecamatan Nyalindung di sebelah Selatan, Kecamatan Sukaraja dan Kecamatan Kebon Pedes di sebelah Timur.

Jumlah total luas wilayah terbangun di Kabupaten Sukabumi adalah 63.519,55 Ha dan luas wilayah administrasi Kabupaten Sukabumi adalah 416.241 Ha. Secara umum di Kabupaten Sukabumi, untuk luas lahan terbangun masih relatif kecil. Tidak ada satu

Kecamatan pun yang mempunyai wilayah terbangun yang lebih besar dari wilayah tidak terbangun. Secara rata-rata luas wilayah terbangun baru mencapai 20-30%.

**Tabel 2.1** Luas Wilayah Kecamatan Serta Jumlah Desa di Kabupaten Sukabumi

No	Nama Kecamatan	Jumlah Desa / Kelurahan	Luas Wilayah Administrasi		Luas Wilayah Terbangun	
			Ha	Total Wilayah%	Ha	Total Wilayah %
1	<b>Ciemas</b>	<b>9</b>	<b>30.457</b>	<b>7,32</b>	<b>9.242,65</b>	<b>14,55</b>
2	Ciracap	8	14.862	3,57	2.980,39	4,69
3	Waluran	6	9.891	2,38	1.432,25	2,25
4	Surade	12	11.943	2,87	1.248,58	1,97
5	Cibitung	6	8.893	2,14	587,14	0,92
6	Jampang Kulon	11	6.268	1,51	1.319,05	2,08
7	Cimanggu	6	6.267	1,51	513,73	0,81
8	Kali Bunder	7	8.617	2,07	612,91	0,96
9	Tejal Buleud	8	25.563	6,14	507,62	0,80
10	Cidolog	5	9.582	2,30	1.467	2,31
11	Sagaranten	12	11.311	2,72	5.337,64	8,40
12	Cidadap	6	8.590	2,06	1.464,72	2,31
13	Curugkembar	7	5.596	1,34	550,30	0,87
14	Pabuaran	7	11.579	2,78	846,62	1,33
15	Lengkong	5	14.660	3,52	310,04	0,49
16	<b>Palabuhanratu</b>	<b>10</b>	<b>9.186</b>	<b>2,21</b>	<b>853,25</b>	<b>1,34</b>
17	<b>Simpenan</b>	<b>7</b>	<b>16.802</b>	<b>4,04</b>	<b>1514</b>	<b>2,38</b>
18	Warung Kiara	12	9.506	2,28	669,97	1,05
19	Bantargadung	7	7.610	1,83	1.652,64	2,60
20	Jampang Tengah	11	19.858	4,77	2.659,74	4,19
21	Purabaya	7	11.611	2,79	638,87	1,01
22	Cikembar	10	8.393	2,02	1.274,41	2,01
23	Nyalindung	10	10.447	2,51	555,20	0,87
24	Geger Bitung	7	6.774	1,63	173,67	0,27
25	Sukaraja	9	4.209	1,01	691,72	1,09
26	Kebonpedes	5	1.092	0,26	303,90	0,48
27	Cireunghas	5	3.081	0,74	343,94	0,54
28	Sukalarang	6	3.099	0,74	725,97	1,14
29	Sukabumi	6	3.000	0,72	536,93	0,85
30	Kadudampit	9	7.008	1,68	1.288,33	2,03
31	Cisaat	13	2.158	0,52	3.872,79	6,10
32	Gunungguruh	7	2.640	0,63	609,82	0,96

No	Nama Kecamatan	Jumlah Desa / Kelurahan	Luas Wilayah Administrasi		Luas Wilayah Terbangun	
			Ha	Total Wilayah%	Ha	Total Wilayah %
33	Cibadak	10	6.315	1,52	1.014,31	1,60
34	Cicantayan	8	3.499	0,84	477,78	0,75
35	Caringin	9	3.663	0,88	503,95	0,79
36	Nagrak	10	7.128	1,71	809,63	1,27
37	Ciambar	6	5.355	1,29	475,2	0,75
38	Cicurug	13	5.225	1,26	787,65	1,24
39	Cidahu	8	3.539	0,85	822,89	1,30
40	Parakan Salak	6	3.697	0,89	206,63	0,33
41	Parung Kuda	8	2.410	0,58	688,75	1,08
42	Bojong Genteng	5	2.046	0,49	329,4	0,52
43	Kalapa Nunggal	7	4.946	1,19	483,56	0,76
44	Cikidang	12	15.510	3,73	7.545,83	11,88
<b>45</b>	<b>Cisolok</b>	<b>13</b>	<b>17.356</b>	<b>4,17</b>	<b>770</b>	<b>1,21</b>
<b>46</b>	<b>Cikakak</b>	<b>9</b>	<b>11.323</b>	<b>2,72</b>	<b>324,50</b>	<b>0,51</b>
47	Kabandungan	6	13.676	3,29	1.493,66	2,35
<b>Total</b>		<b>386</b>	<b>416.241</b>	<b>100</b>	<b>63.519,55</b>	<b>100</b>

Sumber : Kabupaten Sukabumi Dalam Angka 2019

Wilayah Pelabuhan Ratu merupakan salah satu pusat pertumbuhan yang terletak di koridor selatan Provinsi Jawa Barat. Wilayah Pelabuhan Ratu terdiri atas 5 kecamatan, yaitu: Kecamatan Cisolok, Kecamatan Cikakak, Kecamatan Pelabuhan Ratu, Kecamatan Simpenan dan Kecamatan Ciemas, dengan luas total sebesar 85.124 Ha atau 20,46% luas Kabupaten Sukabumi (BPS 2019). Perkembangan Wilayah Pelabuhan Ratu khususnya Kecamatan Pelabuhan Ratu relatif cepat dikarenakan beberapa hal; 1) Kecamatan Pelabuhan Ratu menjadi lokasi pusat perkantoran pemerintah Kabupaten Sukabumi dan sektor perbankan, 2) terdapat Pelabuhan Perikanan Nusantara Pelabuhan Ratu. Kedua faktor ini menjadi faktor penarik utama pertumbuhan penduduk di Kecamatan Pelabuhan Ratu. Aktivitas ekonomi masyarakat pada Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu masih didominasi oleh kegiatan pertanian. Hanya beberapa desa di Kecamatan Simpenan yang sebagian besar masyarakatnya bekerja di sektor Pertambangan dan Penggalian sedangkan masyarakat desa lainnya bekerja di sektor pertanian.

Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu memiliki potensi wilayah seperti wisata yang banyak dan beragam baik itu wisata alam, wisata bahari, dan wisata budaya. Banyaknya objek dan daya tarik wisata sangat potensial untuk menunjang perokonomian wilayah Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu. Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu juga menjadi

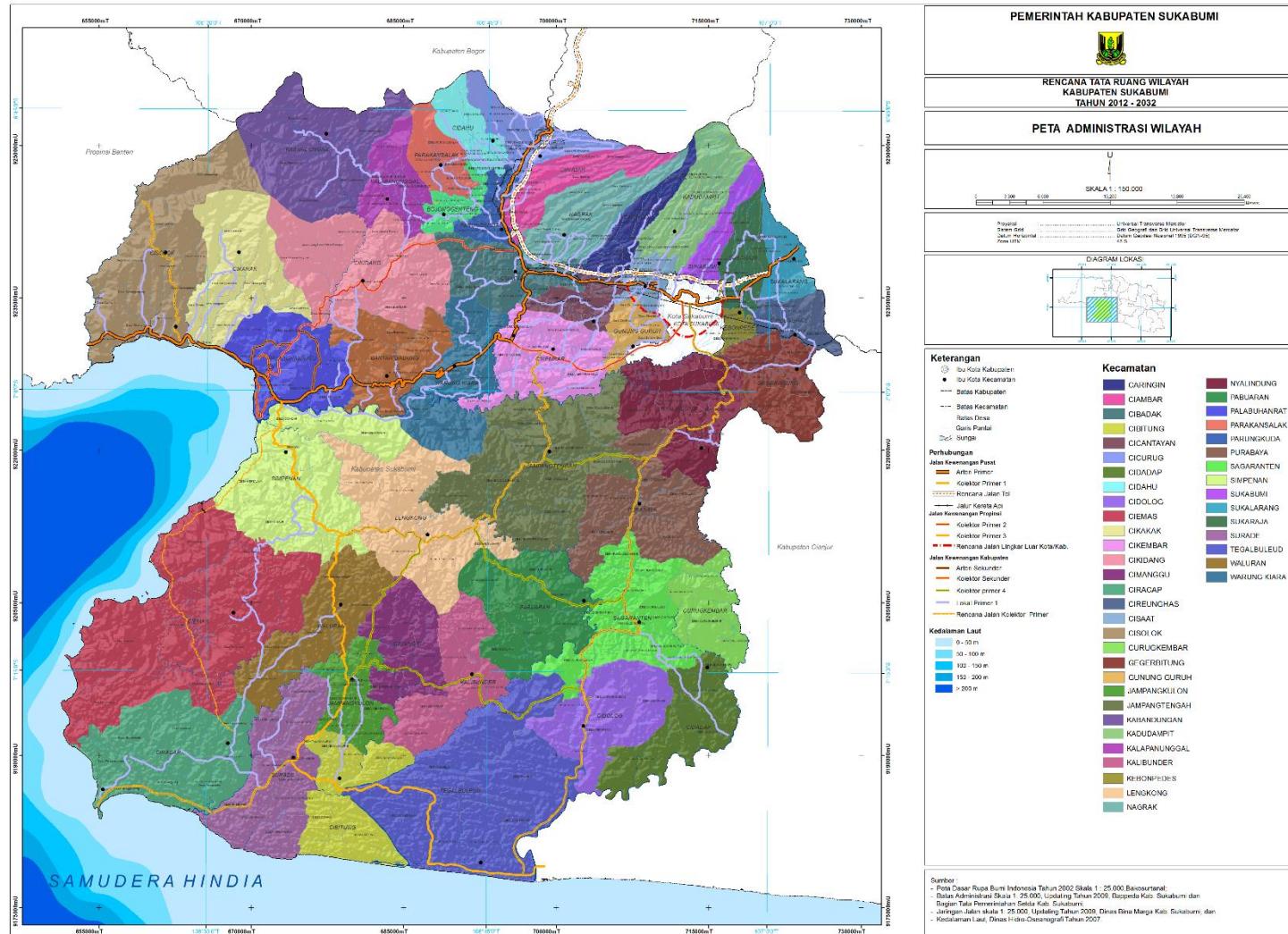
sentra produksi perikanan yang cukup besar dan beberapa produknya telah menjadi komoditas ekspor tetap. Potensi perikanan ini disokong dengan adanya Pelabuhan Perikanan Nusantara serta Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di Kecamatan Ciemas dan Kecamatan Cisolok.

Dalam rangka mewujudkan **Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu** diperlukan komitmen dan keterlibatan dari seluruh pihak terkait baik Pemerintah Pusat, Provinsi dan Kabupaten, masyarakat serta pihak swasta. Salah satu bentuk komitmen tersebut diwujudkan dalam bentuk investasi. Investasi yang dilakukan di Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu merupakan upaya untuk mengembangkan wilayah tersebut sehingga dapat memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat.

**Tabel 2.2** Luas Wilayah Kecamatan Serta Jumlah Desa di Wilayah Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Nama Kecamatan	Jumlah Desa / Kelurahan	Luas Wilayah Administrasi		Luas Wilayah Terbangun	
			Ha	Total Wilayah%	Ha	Total Wilayah%
1	Ciemas	9	30.457	7,32	9.242,65	14,55
2	Palabuhanratu	10	9.186	2,21	853,25	1,34
3	Simpenan	7	16.802	4,04	1514	2,38
4	Cisolok	13	17.356	4,17	770	1,21
5	Cikakak	9	11.323	2,72	324,50	0,51
<b>Total</b>		<b>48</b>	<b>85.124</b>	<b>20,46</b>	<b>1.2704,4</b>	<b>19,99</b>

Sumber : Kabupaten Sukabumi Dalam Angka 2019



Gambar 2.1 Peta Administrasi Kabupaten Sukabumi

Sumber : BAPPEDA Kabupaten Sukabumi, 2018

## 2.2 Geologi

Dari aspek kemampuan tanah (kedalaman afektif dan tekstur), daerah Kabupaten Sukabumi sebagian besar bertekstur tanah sedang (tanah lempung). Kedalaman tanahnya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) golongan besar yaitu kedalam tanah sangat dalam (lebih dari 90 cm) dan kedalaman tanah kurang dalam (kurang dari 90 cm). Kedalaman tanah sangat dalam tersebar di bagian utara, sedangkan kedalaman tanah kurang dalam tersebar di bagian tengah dan selatan.

Hal ini mengakibatkan wilayah bagian utara lebih subur dibandingkan dengan wilayah bagian selatan. Struktur geologi wilayah Kabupaten Sukabumi terbagi menjadi dua zona yaitu zona utara dan zona selatan, dengan batas Sungai Cimandiri yang mengalir dari arah Timur Laut ke Barat Daya. Zona Utara merupakan kawasan yang dipengaruhi oleh vulkan dan sebagian besar merupakan daerah yang subur, dimana terdapat kawasan perkebunan. Persawahan, dan kegiatan pertanian lainnya. Sedangkan zona selatan merupakan kawasan yang berbukit – bukit yang terdiri atas kawasan pertanian lahan kering, perkebunan dan kehutanan. Jenis tanah di bagian utara pada umumnya terdiri dari tanah latosol, andosol, dan regosol. Di bagian tengah pada umumnya terdiri dari latosol dan podzolik, sedangkan di bagian selatan sebagian besar terdiri dari laterit, grumosol, podzolik dan alluvial jenis tanah ini termasuk tanah yang agak peka erosi.

Penggunaan lahan saat ini umumnya dimanfaatkan penduduk sebagai lahan pertanian, kecuali daerah Palabuhanratu sebagai pusat kota. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menyusun tata ruang wilayah Kabupaten Sukabumi yaitu :

1. Daerah yang berpotensi terjadi pelulukan menjadi sangat tinggi resikonya terhadap ancaman bencana apabila di atasnya dibangun bangunan bertingkat tinggi atau bangunan berat, karena proses terjadinya pelulukan itu sendiri mengakibatkan hilangnya daya dukung tanah yang disebabkan oleh perubahan massa batuan dari padat menjadi seperti cair, yang pada akhirnya dapat merusak dan merubahkan segala jenis bangunan yang ada di atasnya. Goncangan tanah di daerah ini berpotensi cukup kuat karena sifat fisik batuan besar dan endapan alluvial sangat kontras, sehingga dapat memperbesar amplitudo gempa. Manifestasi bencana pelulukan ini dapat berupa semburan air ke atas permukaan tanah disertai material pasir, yang selanjutnya terendapkan pada permukaan tanah membentuk timbunan tanah menyerupai gunung (*sand volcano*), atau dapat pula berupa penurunan lahan (*subsidence*) yang menimbulkan bentuk permukaan bergelombang. Kejadian tersebut lebih memungkinkan terjadi terutama apabila lapisan rentan pelulukan itu posisinya dalam, ditutupi oleh lapisan yang kedap air yang tebal dan kemiringan lerengnya lebih kecil dari 8 % (*Jonathan C.M, 1991*).
2. Gerakan Tanah atau Longsoran (*Landslide*)

Gerakan tanah kemungkinan besar dapat terjadi terutama pada lereng perbukitan dengan kemiringan  $> 30\%$  dan terdapat akumulasi tanah yang cukup tebal. Di

daerah penyelidikan, daerah yang mempunyai karakteristik seperti itu terdapat di sebelah utara lembah Cimandiri, bahkan berpotensi longsor menjadi lebih besar karena batuan dasarnya terdiri dari batugamping napalan yang dapat berfungsi sebagai bidang gelincir, serta dapat dipicu juga bila terjadi curah hujan yang tinggi. Beberapa fenomena longsoran lainnya yang dapat diamati adalah longsoran pada tebing jalan sebagai akibat dari pemotongan lereng bukit hampir tegak. Selain itu longsoran semakin berpotensi terhadap batuan vulkanik yang belum terkonsolidasi atau telah mengalami pengkekaran, mengingat bidang kekar dapat berfungsi sebagai bidang longsor.

Hal ini dapat terjadi dikarenakan bidang kekar merupakan bidang yang lemah dan bercelah, sehingga bila hujan air akan merembes melalui bidang kekar tersebut dan memicu terjadinya longsor.

Berdasarkan pada kerentanan gerakan tanahnya ditinjau dari kemiringan lereng, sifat fisik batuan dan tanah lapukan, serta curah hujan, daerah penyelidikan dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) zona kerentanan gerakan tanah sebagai berikut :

1. Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah, sebarannya setempat – setempat meliputi daerah daratan pantai dan kota Palabuhanratu, serta lembah sungai Cimandiri, dengan kemiringan lereng  $< 8\%$  tersusun dari pasir, pasir lanaunan – lempungan dan kerikil endapan alluvium sungai dan pantai, umumnya bersifat lepas. Daerah ini mempunyai tingkat kerentanan sangat rendah untuk terjadi longsor (sangat stabil). Pada zona ini hampir tidak pernah terjadi gerakan tanah, baik gerakan tanah lama maupun gerakan tanah baru, kecuali yang berdimensi kecil terutama di sekitar tebing sungai. Namun demikian bila terjadi gempa, daerah ini sangat berpotensi terjadi pelulukan karena sifat fisik batuan umumnya lepas.
2. Zona kerentanan gerakan tanah rendah, sebarannya sangat luas meliputi sebagian besar daerah penyelidikan, dengan kemiringan lereng bervariasi dari datar hingga terjal, tersusun terutama dari batuan vulkanik berupa breksi, lava dan tufa, serta setempat – setempat batupasir dan batugamping, umumnya bersifat keras dan kompak (permeabilitas tanah rendah) Daerah ini mempunyai tingkat kerentanan rendah untuk terjadi longsor (stabil). Pada zona ini sangat jarang atau hampir tidak pernah terjadi gerakan tanah baik gerakan tanah lama maupun gerakan tanah baru, kecuali yang berdimensi kecil terutama disekitar tebing sungai.
3. Zona kerentanan gerakan tanah menengah, sebarannya setempat – setempat meliputi sebagian kecil daerah penyelidikan, merupakan perbukitan dengan kemiringan  $> 15\%$ , tersusun terutama dari batuan vulkanik berupa breksi, lava dan tufa, serta setempat – setempat batupasir dan batugamping, umumnya bersifat keras – agak keras dan kurang kompak. Daerah ini mempunyai tingkat kerentanan sedang atau menengah untuk terjadi longsor. Pada zona ini longsor terjadi terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai atau

tebing jalan, tergantung pada ketebalan tanah dan sifat fisik tanah atau batuan pembentuk. Gerakan tanah lama masih dapat aktif kembali terutama disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan erosi yang kuat.

4. Zona kerentanan gerakan tanah tinggi, sebarannya setempat –setempat meliputi G.Pareang di bagian barat, perbukitan daerah Cadasmalang di bagian timur, serta perbukitan di daerah Cibutuh dan Ciporekat di bagian selatan, dengan kemiringan umumnya  $> 30\%$ , tersusun terutama dari batuan vulkanik berupa breksi, lava dan tufa, bersifat keras – agak keras dan kurang kompak. Daerah ini mempunyai tingkat kerentanan tinggi untuk terjadi longsor. Pada zona ini gerakan tanah sering terjadi, sedangkan gerakan tanah lama dan baru masih dapat aktif bergerak terutama akibat curah hujan yang tinggi dan erosi yang kuat.

5. Daerah Rawan Tsunami

Tidak semua gempa bumi yang terjadi di laut akan menyebabkan timbulnya tsunami. Syarat terjadinya tsunami adalah magnitudo gempa harus lebih besar dari skala 6 skala Richter, gerakan kulit bumi ke arah atas (*up thrusting*), kedalaman gempa bumi kurang dari 80 km dan memiliki topografi dasar laut relatif landai ( $<60^\circ$ ).

Pantai yang membentuk teluk sangat terhadap bahaya tsunami. Volume air berakumulasi di sini. Sangat dilematis karena teluk biasanya kaya akan ikan dan merupakan tempat yang ideal untuk berlabuh. Oleh karena itu biasanya pemukiman terdapat di pantai suatu teluk.

Karena jarak sumber gempa terhadap pantai di semua kelompok pantai rata – rata kurang dari 300 km, sedangkan kecepatan rambat tsunami mencapai 600-700 km per jam, maka tsunami datang dengan sangat cepat. Kurang dari setengah jam setelah gempa mengguncang. Pada kasus tsunami Aceh dilaporkan bahwa bencana tsunami menyerang hanya dalam waktu 5 sampai 10 menit sesudah gempa mengguncang. Oleh karena itu, praktis tidak ada waktu untuk mempersiapkan diri atau menyingkir karena kesempatan untuk memberikan peringatan dini sangat sukar untuk dilakukan.

Untuk memperkecil resiko tersebut perlu dilakukan pengembangan manajemen bencana alam terutama pada tahap mitigasi bencana yang dikaitkan dengan rencana tata ruang uang didasarkan pada peta rawan bencana alam.

Untuk itu, Kawasan Pesisir Palabuhanratu dapat dibagi dalam empat zona, yaitu : Zona yang berada kurang dari 6 meter di atas permukaan laut yang merupakan zona kerentanan sangat tinggi atau daerah sangat berbahaya. Daerah yang berada antara 6 meter hingga 12,5 meter di atas permukaan laut termasuk zona kerentanan tinggi atau daerah berbahaya. Daerah antara 12,5 meter hingga 25 meter di atas permukaan laut merupakan zona kerentanan sedang atau daerah agak berbahaya. Daerah yang berada di atas 25 meter di atas permukaan laut adalah daerah aman.

## 2.3 Klimatologi

Daerah Jawa Barat terletak di daerah iklim musim yang dipengaruhi angin musim, dimana berubah sifatnya setiap 6 bulan sekali. Pada bulan januari angin bertiup dari arah utara Asia menuju Australia melewati Indonesia. Pada arah utara khatulistiwa angin menjadi timur laut, sedangkan di sebelah selatan khatulistiwa menjadi angin barat laut. Pada bulan Agustus angin berhembus sebaliknya, yaitu dari Australia menuju Asia melalui Indonesia. Mengingat letak Jawa Barat berada di dekat daerah khatulistiwa, maka kedudukan matahari selalu tinggi sepanjang tahun. Musim hujan di Jawa Barat lebih lama dibandingkan dengan Jawa Timur, sebab pada musim hujan angin barat belum hilang sama sekali dan masih menurunkan hujan di Jawa Barat. Angka curah hujan rata-rata umumnya tinggi (diatas 2000 mm) bahkan pada lereng – lereng gunung di daerah pantai lebih tinggi (3000 – 5000 mm).

Iklim Jawa Barat termasuk tipe iklim Am (menurut Koppen), yaitu iklim yang secara periodik kering. Iklim Am ini menyatakan bahwa walaupun terdapat bulan – bulan kering dengan curah hujan bulanan di bawah 60 mm, curah hujan setahun lebih dari 2000 mm dan terperatur pada bulan terdingin lebih dari 22°C dan diberi notasi Am, seperti di Kabupaten Sukabumi.

Kabupaten Sukabumi seperti juga daerah lainnya di Indonesia yang termasuk dalam iklim tropis. Udara yang cukup hangat tersaji setiap tahunnya, Pada tahun 2018 curah hujan tertinggi yang tercatat di pusat pemantauan Goalpara terjadi pada bulan Nopember dengan curah hujan 651 mm dan terjadi selama 23 hari. Sedangkan curah hujan terkecil terjadi pada bulan juli sebesar 0 mm atau bulan kering.

**Tabel 2.3** Curah Hujan Rata – Rata Bulanan dan Suhu Rata – Rata Bulanan Kabupaten Sukabumi

Bulan	Tahun	Temperatur						Kelembaban		Curah Hujan		
		Waktu Pengamatan (WIB)			Rata – Rata	Mak	Min					
		07.00	14.00	18.00		Rata – Rata	Rata – Rata	Rata – Rata	LP	Intensitas	HH	RR
Januari	2018	19,3	23,6	20,4	20,7	24,3	16,9	91	24,6		27	246
	2017	19,3	23,6	20,4	20,7	24,3	16,9	91	24,6	53	27	244
	2016	18,1	25,6	20,3	20,5	26,0	15,6	90	60,5		27	452
	2015	18,9	24,2	20,1	20,5	24,6	16,1	91	42,2		31	290
Februari	2018	18,8	23,8	20,3	20,4	24,4	16,0	92	27,4		28	205
	2017	18,8	23,8	20,3	20,4	24,4	16,0	92	27,4	81	28	205
	2016	18,8	25,0	20,2	20,7	25,4	16,2	91	45,6		26	331
	2015	18,5	24,0	20,0	20,3	24,9	16,2	89	38,5		21	388
Maret	2018	18,3	24,6	19,6	20,2	25,1	15,3	92	48,4		19	242

Bulan	Tahun	Temperatur						Kelembaban		Curah Hujan		
		Waktu Pengamatan (WIB)			Rata - Rata	Mak	Min					
		07.00	14.00	18.00	- Rata	- Rata	- Rata	LP	Intensitas	HH	RR	
	2017	18,3	24,6	19,6	20,2	25,1	15,3	92	48,4	147,7	19	242
	2016	18,6	25,1	20,0	20,6	25,5	16,1	91	37,9		31	762
	2015	18,9	25,3	20,5	20,9	26,0	16,7	90	64,2		31	433
April	2018	18,3	25,5	20,7	20,7	26,2	*)	90	58,7		20	242
	2017	18,2	24,3	19,8	19,8	24,9	16,1	91	28,9	71,1	20	465
	2016	19,0	25,4	20,3	20,9	25,8	16,3	91	51,2		20	465
	2015	18,8	24,9	20,3	20,7	25,4	16,4	91	*)		24	435
Mei	2018	18,1	25,3	20,7	20,5	25,9	*)	90	50,1		19	218
	2017	18,5	24,9	20,5	20,6	25,5	16,3	92	46,5	44,0	15	145
	2016	18,6	24,9	19,9	20,5	25,0	16,4	91	42,4		31	413
	2015	18,4	25,0	20,1	20,5	25,6	15,6	91	59,7		31	173
Juni	2018	18,2	25,4	20,1	19,8	26,0	*)	90	56,3		9	165
	2017	15,7	24,8	19,2	18,8	25,3	14,2	90	64,6	55,4	20	333
	2016	18,4	25,1	20,7	20,6	25,6	15,6	87	49,7		30	209
	2015	18,4	25,4	20,5	20,7	25,9	15,6	87	*)		30	109
Juli	2018	16,3	25,4	20,1	19,5	26,0	*)	90	63,1		0	0
	2017	16,7	24,3	20,0	19,4	25,0	14,6	91	53,0	42,9	20	213
	2016	17,2	24,6	20,0	15,9	24,9	14,9	74	51,6		25	311
	2015	17,4	25,3	20,4	20,1	25,7	15,1	90	*)		4	81
Agustus	2018	15,3	25,3	20,3	19,1	26,0	*)	90	68,3		4	10
	2017	16,1	25,5	20,7	19,6	25,0	14,9	91	53,0	71,1	6	98
	2016	16,8	24,8	19,6	19,5	25,2	14,9	91	57,8		31	277
	2015	17,5	25,6	20,4	20,2	26,1	14,9	89	78,8		0	0
September	2018	17,4	25,7	20,5	20,8	26,3	*)	89	64,5		6	102
	2017	17,2	25,5	20,1	20,6	25,0	*)	89	64,5	76,7	7	92
	2016	18,4	24,4	20,1	19,7	24,9	15,3	89	42,8		30	376
	2015	17,6	26,4	20,6	19,9	26,7	15,3	86	78,0		1	6
Oktober	2018	18,6	25,4	20,5	20,8	26,3	*)	93	36,7		23	651
	2017	18,9	24,5	20,1	20,6	25,0	*)	91	45,6	34,0	26	531
	2016	19,30	24,20	20,40	20,8	24,7	15,6	92	38,1		31	757
	2015	18,20	27,30	20,60	21,1	27,7	15,4	88	81,3		0	0
November	2018	19,2	24,5	*)	21,8	25,4	*)	93	36,7		23	651
	2017	18,3	24,9	20,0	20,4	25,4	*)	91	45,6	34,0	26	531
	2016	19,3	25,1	20,3	20,3	25,4	15,0	88	33,4		30	484
	2015	19,1	25,4	20,5	20,4	25,8	16,0	88	50,8		30	403
Desember	2018	19,1	24,7	20,2	20,8	25,4	*)	91	31,5		26	500

Bulan	Tahun	Temperatur						Kelembaban		Curah Hujan		
		Waktu Pengamatan (WIB)			Rata - Rata	Mak	Min					
		07.00	14.00	18.00	- Rata	- Rata	- Rata	LP	Intensitas	HH	RR	
	2017	18,7	24,7	19,7	20,4	25,2	*)	91	46,1	*)	19	254
	2016	18,8	24,7	20,6	20,7	24,6	16,7	90	39,0		31	353
	2015	18,8	25,8	20,3	20,9	26,3	16,0	90	53,0		31	446

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Bogor (Stasiun Pengamatan PT Goalpara 2018)

## 2.4 Kependudukan

Penduduk Kabupaten Sukabumi berdasarkan proyeksi penduduk tahun 2018 sebanyak 2.551.440 jiwa yang terdiri atas 1.298.677 jiwa penduduk laki-laki dan 1.252.763 jiwa penduduk perempuan. Dibandingkan dengan proyeksi jumlah penduduk tahun 2017, penduduk Kabupaten Sukabumi mengalami pertumbuhan sebesar 0,36 persen. Sementara itu besarnya angka rasio jenis kelamin tahun 2018 penduduk laki-laki terhadap penduduk perempuan sebesar 459,14. Kepadatan penduduk di Kabupaten Sukabumi tahun 2018 mencapai 591 jiwa/km<sup>2</sup>. Tabel kecamatan dan desa di Kabupaten Sukabumi.

**Tabel 2.4** Jumlah Penduduk, Rasio Jenis Kelamin, Dan Kepadatan Penduduk Menurut Jenis Kelamin Di Kabupaten Sukabumi

Tahun	Jumlah Penduduk		Jumlah Total	Rasio Jenis Kelamin	Kepadatan Penduduk Per Km <sup>2</sup>
	Laki - Laki	Perempuan			
1930	311.617	315.342	626.959	98,82	151
1961	477.171	487.424	964.595	97,9	232
1971	604.169	607.648	1.211.817	99,43	291
1980	758.479	759.152	1.517.631	99,91	365
1990	932.729	915.523	1.848.252	101,88	444
2000	1.050.096	1.025.045	2.075.141	102,44	499
2005	1.136.359	1.088.634	2.224.993	104,38	535
2006	1.151.103	1.089.798	2.240.901	105,63	538
2007	1.151.413	1.106.840	2.258.253	104,03	543
2008	1.158.964	1.118.056	2.277.020	103,66	547
2009	1.185.833	1.142.971	2.328.804	103,75	559
2010	1.199.221	1.159.197	2.358.418	103,45	567
2011	1.207.781	1.168.714	2.376.495	103,34	571
2012	1.215.693	1.177.498	2.393.191	103,24	575

Tahun	Jumlah Penduduk		Jumlah Total	Rasio Jenis Kelamin	Kepadatan Penduduk Per Km <sup>2</sup>
	Laki - Laki	Perempuan			
2013	1.222.814	1.185.603	2.408.417	103,14	579
2014	1.229.168	1.192.945	2.422.113	103,04	582
2015	1.234.673	1.199.548	2.434.221	102,93	585
2016	1.239.279	1.205.337	2.444.616	102,82	587
2017	1.243.192	1.210.306	2.453.498	102,72	589
2018	1.246.210	1.214.483	2.460.693	102,61	591

Sumber : Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

**Tabel 2.5** Jumlah Kecamatan, desa dan Penduduk di Kabupaten Sukabumi

No	Kecamatan	Desa	Jumlah Penduduk		Total
			Laki - Laki	Perempuan	
1	Ciemas	9	26.407	24.980	51.387
2	Ciracap	8	26.575	25.849	52.424
3	Waluran	6	14.805	14.226	29.031
4	Surade	12	39.346	38.678	78.024
5	Cibitung	6	14.322	14.019	28.341
6	Jampang Kulon	11	23.139	22.909	46.048
7	Cimanggu	6	12.500	12.058	24.558
8	Kali Bunder	7	15.032	13.808	28.840
9	Tegal Buleud	8	17.643	16.790	34.433
10	Cidolog	5	11.204	7.974	19.178
11	Sagaranten	12	26.010	25.451	51.461
12	Cidadap	6	9.487	9.087	18.574
13	Curugkembar	7	15.228	14.424	29.652
14	Pabuaran	7	21.326	19.876	41.202
15	Lengkong	5	16.383	15.756	32.139
16	Palabuhanratu	10	55.970	53.703	109.673
17	Simpenan	7	28.000	26.577	54.577
18	Warung Kiara	12	30.822	29.680	60.502
19	Bantargadung	7	19.363	18.241	37.604
20	Jampang Tengah	11	31.871	33.471	65.343
21	Purabaya	7	21.840	20.623	42.463
22	Cikembar	10	42.335	41.804	84.139
23	Nyalindung	10	25.548	24.499	50.047
24	Geger Bitung	7	20.559	19.945	40.504
25	Sukaraja	9	43.637	42.857	86.494
26	Kebonpedes	5	15.711	15.675	31.386
27	Cireunghas	5	17.446	17.207	34.653

No	Kecamatan	Desa	Jumlah Penduduk		Total
			Laki - Laki	Perempuan	
28	Sukalarang	6	23.105	22.654	45.759
29	Sukabumi	6	24.898	24.324	49.222
30	Kadudampit	9	28.273	27.085	55.358
31	Cisaat	13	62.498	61.158	123.656
32	Gunungguruh	7	27.435	26.832	54.267
33	Cibadak	10	58.868	57.423	116.291
34	Cicantayan	8	29.547	28.383	57.930
35	Caringin	9	24.153	22.989	47.142
36	Nagrak	10	43.084	41.873	84.957
37	Ciambar	6	20.196	18.817	39.013
38	Cicurug	13	66.464	64.398	130.862
39	Cidahu	8	33.929	32.716	66.645
40	Parakan Salak	6	22.093	21.395	43.488
41	Parung Kuda	8	36.644	35.912	72.556
42	Bojong Genteng	5	18.904	17.917	36.821
43	Kalapa Nunggal	7	25.088	24.115	49.203
44	Cikidang	12	33.463	31.374	64.937
<b>45</b>	<b>Cisolok</b>	<b>13</b>	<b>35.410</b>	<b>33.504</b>	<b>68.914</b>
<b>46</b>	<b>Cikakak</b>	<b>9</b>	<b>21.245</b>	<b>19.807</b>	<b>41.052</b>
47	Kabandungan	6	20.898	19.919	40.817
<b>Total</b>		<b>386</b>	<b>1.298.677</b>	<b>1.252.763</b>	<b>2.551.440</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

## 2.5 Kondisi Sosial Ekonomi

### 2.5.1. Pendidikan

Dalam rangka menuntaskan wajib belajar pendidikan dasar 9 tahun, berbagai upaya terus dilakukan oleh pemerintah daerah khususnya dinas terkait diantaranya dengan menekan angka siswa putus sekolah (Drop Out / DO). Jumlah murid DO usia 7-12 tahun berhasil ditekan dari 116 anak pada tahun 2017 menjadi 97 anak pada tahun 2018. Untuk usia 13-15 tahun juga mengalami penurunan dari 357 anak pada tahun 2017 menjadi 178 anak pada tahun 2018.

**Tabel 2.6** Jumlah Sekolah, Murid Dan Guru Taman Kanak-Kanak Menurut Kecamatan Di Kabupaten Sukabumi

Kecamatan	Sekolah	Murid	Guru		
			Negeri	Swasta	Jumlah
Ciemas	7	256	0	14	14
Ciracap	19	821	0	34	34
Surade	9	509	0	31	31

Kecamatan	Sekolah	Murid	Guru		
			Negeri	Swasta	Jumlah
Jampangkulon	7	397	3	20	23
Kalibunder	3	126	0	6	6
Tegalbuleud	1	51	0	2	2
Cidolog	1	20	0	1	1
Sagaranten	3	151	0	6	6
Pabuaran	2	80	1	2	3
Lengkong	3	107	0	6	6
<b>Pelabuhan Ratu</b>	<b>8</b>	<b>613</b>	<b>9</b>	<b>33</b>	<b>42</b>
Warung Kiara	2	70	2	4	6
Jampang Tengah	3	84	1	6	7
Cikembar	9	527	11	32	43
Nyalindung	2	49	0	5	5
Gegerbitung	2	109	2	6	8
Sukaraja	16	732	8	34	42
Sukabumi	6	236	4	14	18
Kadudampit	4	198	1	9	10
Cisaat	17	907	12	49	61
Cibadak	16	745	11	40	51
Nagrak	10	587	4	34	38
Cicurug	19	996	10	64	74
Cidahu	9	332	0	34	34
Parakansalak	7	296	0	19	19
Parungkuda	13	742	4	44	14
Kalapanunggal	3	91	0	4	4
Cikidang	5	154	0	9	9
<b>Cisolok</b>	<b>1</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Kabandungan	3	129	0	6	6
Gunungguruh	11	512	3	20	23
<b>Cikakak</b>	<b>4</b>	<b>241</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
Bantargadung	1	40	0	2	2

Kecamatan	Sekolah	Murid	Guru		
			Negeri	Swasta	Jumlah
Cicantayan	13	472	2	38	40
<b>Simpenan</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Kebon Pedes	4	155	1	7	8
Cidadap	2	49	0	3	3
Cibitung	3	148	0	4	4
Curugkembar	1	32	0	1	1
Purabaya	3	149	0	8	8
Cireunghas	5	173	0	9	9
Sukalarang	8	303	2	14	16
Caringin	8	252	0	15	15
Bojong Genteng	1	52	0	4	4
Waluran	3	103	0	4	4
Ciambar	1	37	0	3	3
Cimanggu	2	93	0	5	5
<b>Jumlah 2018</b>	<b>281</b>	<b>13.027</b>	<b>92</b>	<b>722</b>	<b>814</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

**Tabel 2.7** Jumlah Sekolah Dasar dan Madrasah Ibtidaiyah Menurut Status Per Kecamatan Di Kabupaten Sukabumi

Kecamatan	Negeri	Swasta	MI	Jumlah
<b>Ciemas</b>	<b>35</b>	-	<b>10</b>	<b>45</b>
Ciracap	30	-	7	37
Surade	45	1	11	57
Jampang Kulon	32	1	4	37
Kalibunder	25	-	3	28
Tegalbuleud	25	-	7	32
Cidolog	9	-	4	13
Sagaranten	27	-	11	38
Pabuaran	23	-	7	30
Lengkong	19	-	7	26
<b>Pelabuhan Ratu</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>51</b>
Warung Kiara	29	1	11	41
Jampang Tengah	43	1	6	50
Cikembar	39	2	4	45

Kecamatan	Negeri	Swasta	MI	Jumlah
Nyalindung	29	1	5	35
Gegerbitung	25	1	3	29
Sukaraja	25	2	8	35
Sukabumi	17	-	5	22
Kadudampit	16	1	12	29
Cisaat	38	3	15	56
Cibadak	42	5	9	56
Nagrak	36	1	6	43
Cicurug	33	8	15	56
Cidahu	22	1	7	30
Parakansalak	15	-	10	25
Parungkuda	22	1	9	32
Kalapa Nunggal	21	1	6	28
Cikidang	36	-	5	41
<b>Cisolok</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>49</b>
Kabandungan	23	-	3	26
Gunung Guruh	20	1	3	24
<b>Cikakak</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>35</b>
Bantar Gadung	28	-	4	32
Cicantayan	20	-	10	30
<b>Simpenan</b>	<b>35</b>	<b>-</b>	<b>7</b>	<b>42</b>
Kebon Pedes	13	1	3	17
Cidadap	12	-	5	17
Cibitung	19	-	5	24
Curugkembar	17	-	8	25
Purabaya	23	-	8	31
Cireunghas	13	1	6	20
Sukalarang	13	2	2	17
Caringin	19	1	10	30
Bojong Genteng	12	-	8	20
Waluran	17	-	5	22
Ciambar	17	-	5	22
Cimanggu	12	-	5	17
<b>Jumlah</b>	<b>1.166</b>	<b>44</b>	<b>337</b>	<b>1.547</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

**Tabel 2.8** Jumlah Sekolah, Murid, Guru Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Menurut Status Di Kabupaten Sukabumi

Kecamatan	Sekolah		Murid Negeri & Swasta	Guru
	Negeri	Swasta		
<b>Ciemas</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1.473</b>	<b>68</b>
Ciracap	7	1	2.040	98
Surade	9	0	2.457	126
Jampang Kulon	8	2	2.054	95
Kalibunder	6	0	942	52
Tegalbuleud	4	1	983	49
Cidolog	2	1	616	28
Sagaranten	5	1	1.248	49
Pabuaran	4	0	1.485	40
Lengkong	3	2	990	34
<b>Pelabuhan Ratu</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>3.821</b>	<b>147</b>
Warung Kiara	4	1	2.443	86
Jampang Tengah	5	2	2.057	85
Cikembar	6	3	3.064	125
Nyalindung	3	1	1.335	54
Gegerbitung	5	2	1.316	69
Sukaraja	2	5	2.790	114
Sukabumi	1	5	979	51
Kadudampit	2	4	2.712	126
Cisaat	2	8	3.388	168
Cibadak	4	12	5.705	220
Nagrak	2	10	3.297	144
Cicurug	3	10	4.718	173
Cidahu	2	3	2.484	81
Parakansalak	1	7	2.210	94
Parungkuda	2	7	2.521	112
Kalapa Nunggal	2	3	1.787	68
Cikidang	3	5	2.633	86
<b>Cisolok</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>3.087</b>	<b>130</b>
Kabandungan	2	4	1.333	62
Gunung Guruh	2	4	1.767	105
<b>Cikakak</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1.685</b>	<b>52</b>
Bantar Gadung	2	2	1.657	16

Kecamatan	Sekolah		Murid	Guru
	Negeri	Swasta	Negeri & Swasta	
Cicantayan	1	7	1.337	58
<b>Simpenan</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1.703</b>	<b>77</b>
Kebon Pedes	1	0	62	26
Cidadap	4	0	564	25
Cibitung	5	0	1.000	52
Curugkembar	4	0	826	37
Purabaya	4	1	1.398	54
Cireunghas	1	5	1.231	57
Sukalarang	2	5	1.786	78
Caringin	1	6	1.160	57
Bojong Genteng	2	6	1.710	79
Waluran	3	0	474	25
Ciambar	1	3	1.708	46
Cimanggu	3	0	709	25
<b>Jumlah</b>	<b>162</b>	<b>164</b>	<b>89.367</b>	<b>3.736</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

**Tabel 2.9** Jumlah Sekolah, Murid, Guru Sekolah Lanjutan Menengah Umum Menurut Status Di Kabupaten Sukabumi

Kecamatan	Sekolah		Murid	Guru
	Negeri	Swasta	Negeri & Swasta	
<b>Ciomas</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>521</b>	<b>10</b>
Ciracap	1	0	657	39
Surade	1	0	1.527	42
Jampang Kulon	1	2	1.087	78
Kalibunder	0	0	0	0
Tegalbuleud	1	0	299	18
Cidolog	0	1	66	4
Sagaranten	1	2	1.168	53
Pabuaran	0	2	224	14
Lengkong	1	1	139	8
<b>Pelabuhan Ratu</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>3.630</b>	<b>161</b>
Warung Kiara	0	3	984	32

Kecamatan	Sekolah		Murid	Guru
	Negeri	Swasta	Negeri & Swasta	
Jampang Tengah	0	2	386	21
Cikembar	0	3	724	29
Nyalindung	0	3	416	22
Gegerbitung	1	2	1.314	58
Sukaraja	1	2	1.303	83
Sukabumi	1	3	634	37
Kadudampit	0	5	1.586	77
Cisaat	0	7	3.752	31
Cibadak	1	6	3.600	139
Nagrak	1	6	882	38
Cicurug	0	12	3.352	131
Cidahu	0	3	698	32
Parakansalak	0	3	1.158	23
Parungkuda	0	6	822	43
Kalapa Nunggal	0	2	928	28
Cikidang	0	1	156	6
<b>Cisolok</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1.249</b>	<b>53</b>
Kabandungan	0	2	284	18
Gunung Guruh	1	1	1.290	47
<b>Cikakak</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>56</b>	<b>5</b>
Bantar Gadung	0	1	131	4
<b>Cicantayan</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>96</b>	<b>9</b>
Simpenan	0	2	317	16
Kebon Pedes	0	0	-	0
Cidadap	0	0	-	0
Cibitung	0	0	-	0
Curugkembar	0	0	-	0
Purabaya	0	0	-	0
Cireunghas	1	0	102	8
Sukalarang	0	1	112	16
Caringin	0	2	256	21
Bojong Genteng	0	5	875	65
Waluran	0	0	-	0
Ciambar	0	2	425	11
Cimanggu	0	0	-	0

Kecamatan	Sekolah		Murid	Guru
	Negeri	Swasta	Negeri & Swasta	
Jumlah	26	49	31.672	1.360

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

### 2.5.2. Kesehatan

Pada tahun 2018 jumlah ibu hamil dan bayi yang diimunisasi secara keseluruhan semakin meningkat dibanding tahun lalu. Dari jumlah persalinan yang dilaporkan di Kabupaten Sukabumi, cenderung mengalami penurunan dibanding dengan tahun 2017. Tercatat sebanyak 45.337 persalinan yang ditolong oleh tenaga medis dan sejumlah 0 yang ditolong non medis. Untuk jumlah fasilitas kesehatan di Kabupaten Sukabumi bisa dilihat di **Tabel 2.10** berikut.

**Tabel 2.10** Jumlah Rumah Sakit, Puskesmas Dan Posyandu Menurut Kecamatan Di Kabupaten Sukabumi

Kecamatan	Rumah Sakit	Puskesmas	Puskesmas Pembantu	Puskesmas Keliling	Rumah Sakit Bersalin	Poliklinik
Ciemas		2	7	2		
Ciracap		1	6	1		
Waluran		1	2	1		
Surade		2	4	2		
Cibitung		1	2	1		
Jampangkulon	2	1	5	2	1	2
Cimanggu		1	4	2		
Kalibunder		1	2	1		
Tegalbuleud		2	5	1		
Cidolog		1	2	2		
Sagaranten		1	1	1	1	
Cidadap		1	2	1		
Curugkembar		1	3	1		
Pabuaran		1	4	1		
Lengkong		1	5	1		
<b>Palabuhanratu</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Simpenan</b>		<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>		
Warungkiara		1	3	1	1	1
Bantar Gadung		1	7	2		1
Jampangtengah		1	5	1		
Purabaya		1	6	1		

Kecamatan	Rumah Sakit	Puskesmas	Puskesmas Pembantu	Puskesmas Keliling	Rumah Sakit Bersalin	Poliklinik
Cikembar		1	5	1		4
Nyalindung		2	5	2		
Gegerbitung		1	3	1		
Sukaraja	1	2	5	2	1	3
Kebonpedes		1	2	1		2
Cireunghas		1	3	1		5
Sukalarang		1	0	3		4
Sukabumi		1	4	1		1
Kadudampit		1	5	1		
Cisaat	1	2	3	2	1	3
Gunungguruh		2	1	2		1
Cibadak	2	2	4	2	1	4
Cicantayan		1	3	1		3
Caringin		1	5	1		1
Nagrak		2	7	2		2
Ciambar		1	3	1		
Cicurug	1	2	4	2	1	8
Cidahu		1	1	1		1
Parakansalak		1	4	1		3
Parungkuda		1	2	1		4
Bojonggenteng		1	2	1		1
Kalapanunggal	1	1	3	1	1	
Cikidang		1	4	1		
<b>Cisolok</b>		<b>1</b>	<b>9</b>	<b>2</b>		
<b>Cikakak</b>		<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>		<b>2</b>
Kabandungan		1	2	1		
<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>58</b>	<b>183</b>	<b>64</b>	<b>9</b>	<b>59</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

### 2.5.3. Perekonomian

#### PDRB

Kemajuan sektor ekonomi suatu daerah antara lain dapat dilihat dari peningkatan angka – angka Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari tahun ke tahun. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) adalah jumlah nilai produk barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh berbagai unit produksi atau jumlah balas jasa yang diterima oleh faktor – faktor

produksi yang ikut serta dalam proses produksi atau jumlah pengeluaran yang dilakukan untuk konsumsi rumah tangga, lembaga swasta yang tidak mencari untung, konsumsi pemerintah, perubahan stok dan ekspor netto di suatu daerah, atau wilayah dalam jangka waktu tertentu (satu tahun).

**Tabel 2.11** Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Sukabumi Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha (miliar rupiah), 2014-2017

Kategori	Lapangan Usaha	2014	2015*)	2016**)	2017***)
1	2	3	4	5	6
A	Pertanian, Kehutanan dan Perikanan	7.762,75	7.721,98	8.132,06	8.076,96
B	Pertambangan dan Penggalian	2.946,52	2.962,34	2.946,63	2.921,93
C	Industri Pengolahan	5.403,87	5.693,04	6.076,66	6.486,59
D	Pengadaan Listrik dan Gas	37,23	38,52	40,59	41,85
E	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	9,43	9,85	10,49	11,26
F	Konstruksi	3.890,71	4.362,92	4.661,36	5.146,43
G	Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	7.208,17	7.463,19	7.787,69	8.209,33
H	Transportasi dan Pergudangan	2.203,61	2.405,77	2.602,80	2.833,33
I	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	881,50	923,38	959,24	1.039,76
J	Informasi dan Komunikasi	926,85	1.065,48	1.191,80	1.333,71
K	Jasa Keuangan dan Asuransi	239,73	262,78	280,19	296,63
L	Real Estate	568,38	618,40	685,44	748,56
M,N	Jasa Perusahaan	107,55	114,83	122,85	133,07
O	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	1.039,64	1.099,88	1.112,02	1.114,93
P	Jasa Pendidikan	1.413,99	1.555,92	1.681,54	1.826,22
Q	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	298,76	331,96	361,73	391,80
R,S,T,U	Jasa Lainnya	582,74	635,01	685,34	749,70
<b>Produk Domestik Regional Bruto</b>		<b>35.521,43</b>	<b>37.265,25</b>	<b>39.338,45</b>	<b>41.362,08</b>

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

Ket : \*) Angka Perbaikan \*\*) Angka Sementara \*\*\*) Sangat – Sangat Sementara

Berikut ini merupakan rekapitulasi realisasi APBD Kabupaten Sukabumi dari tahun 2009 s/d tahun 2013 dapat dilihat pada **Tabel 2.12**. APBD Kabupaten Sukabumi dalam kurun 5 tahun terakhir relatif stabil, sejak tahun 2009 hingga 2012 mengalami kenaikan rata – rata sebesar 10% sedangkan pada tahun ini mengalami penurunan. Sementara untuk PAD Kabupaten Sukabumi dalam kurun 5 tahun terakhir mengalami kenaikan secara stabil dengan rata – rata sebesar 20%.

**Tabel 2.12** Pertumbuhan Perekonomian Kabupaten Sukabumi

Deskripsi	Tahun				
	2008	2009	2010	2011	2012
Harga Konstan (Struktur Perekonomian) (Rp)	8.015.201,03	8.308.059,04	8.641.734,07	8.993.023,09	9.383.272,03
Pendapatan Perkapita Kabupaten (Rp)	7.005.575	7.485.416	7.941.832,20	8.458.702,25	-
Pertumbuhan Ekonomi(%)	3,65	3,91	4,02	4,08	7,2

Sumber : KSDA 2013

#### **Mata Pencaharian Penduduk**

Membaliknya kondisi perekonomian yang diindikasikan dengan laju pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat ternyata belum mampu menciptakan lapangan kerja yang memadai guna menampung tambahan angkatan kerja serta mengurangi pengangguran yang ada. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) pada tahun 2018 diperkirakan mencapai 63,38% sedangkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) mencapai 8,94%. Kondisi ini menunjukkan masih tingginya pertumbuhan jumlah angkatan kerja dan jumlah pengangguran, sementara lapangan kerja yang tersedia cukup terbatas. Penanganan masalah ketenagakerjaan masih merupakan agenda yang perlu mendapat perhatian serius, karena masalah tersebut memiliki kepekaan terhadap tingkat kesejahteraan masyarakat maupun terhadap keamanan dan stabilitas daerah atau regional.

Upaya yang telah dilakukan oleh Pemerintah Daerah Kabupaten Sukabumi dalam rangka menyediakan (*supply*) tenaga kerja dengan meningkatkan keterampilan masyarakat melalui pelatihan – pelatihan keterampilan.

**Tabel 2.13** Rekapitulasi Realisasi APBD Kabupaten Sukabumi

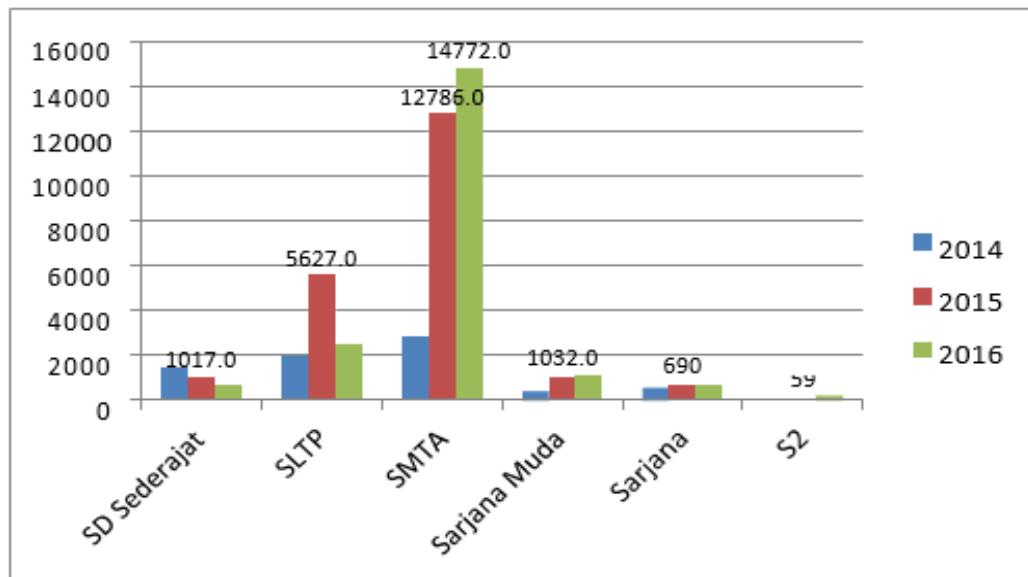
No	Jenis Pendapatan	2015	2016	2017
1.	<b>Pendapatan Asli Daerah (PAD)</b>	<b>509.484.993,71</b>	<b>548.936.312,98</b>	535.356.500,00
1.1	Pajak Daerah	186.582.724,72	205.356.201,32	201.746.000,00

No	Jenis Pendapatan	2015	2016	2017
1.2	Retribusi Daerah	35.323.211,78	34.476.009,74	40.548.595,00
1.3	Hasil Perusahaan Milik Daerah dan Pengelolaan Kekayaan Daerah yang Dipisahkan	7.168.063,55	8.542.236,65	7.008.000,00
1.4	Lain-lain PAD yang Sah	280.410.993,66	300.561.865,27	286.053.905,00
<b>2.</b>	<b>Dana Perimbangan</b>	<b>1.777.394.505,30</b>	<b>2.237.365.790,25</b>	<b>2.399.275.335,00</b>
2.1	Bagi Hasil Pajak/Bukan Pajak/Sumber Daya Alam	130.505.443,30	147.797.397,19	146.260.813,00
2.2	Dana Alokasi Umum	1.496.070.332,00	1.595.761.459,00	1.711.335.588,00
2.3	Dana Alokasi Khusus	150.818.730,00	493.806.934,07	541.678.934,00
<b>3.</b>	<b>Lain-lain Pendapatan yang Sah</b>	<b>925.312.451,10</b>	<b>618.189.113,62</b>	<b>545.854.114,00</b>
<b>Jumlah</b>		<b>3.212.191.950,11</b>	<b>3.404.491.216,86</b>	<b>3.480.485.949,00</b>

Sumber : BAPPEDA Kabupaten Sukabumi 2018

Upah Minimum Regional (UMR) Kabupaten Sukabumi tahun 2016 naik hampir 12 persen dibanding tahun 2015. Pencari kerja yang sudah teregristrasi di Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi sebanyak 20.078 orang yang terdiri dari 9.891 orang pencari kerja laki-laki dan 10.185 pencari kerja perempuan. Mayoritas pendidikan dari pencari kerja adalah tamatan SMA, sebanyak 14.772 orang, disusul oleh tamatan SLTA sebanyak 2.495, dan lulusan sarjana muda sebanyak 1.163.

Berdasarkan data dari BAPPEDA dan Bagian Administrasi Pembangunan Kabupaten Sukabumi Tahun 2016, penduduk miskin terbanyak ada di Kecamatan Cicurug yaitu sebanyak 1086 keluarga miskin. Jumlah total penduduk miskin di wilayah Kabupaten Sukabumi adalah 15.829 keluarga miskin.



**Gambar 2.2** Perkembangan Jumlah Pencari Kerja Menurut Tingkat Pendidikan Dan Jenis Kelamin Di Kabupaten Sukabumi

Sumber : BAPPEDA Kabupaten Sukabumi 2018

**Tabel 2.14** Upah Minimum Regional (UMR) Kabupaten Sukabumi

Tahun/ Year	U M R / Regional Minimum (Rp.)	Tahun/ Year	U M R / Regional Minimum (Rp.)
2001	264.000	2010	671.500
2002	281.000	2011	850.000
2003	321.000	2012	885.000
2004	367.000	2013	1.201.020
2005	407.500	2014	1.565.922
2006	450.000	2015	1.969.000
2007	520.000	2016	2.195.435
2008	571.500	2017	2.376.558
2009	630.000	2018	2.791.016

Sumber : BPS Kabupaten Sukabumi Dalam Angka, 2019

# BAB III

## KRITERIA PERENCANAAN

### 3.1 Standar Kebutuhan Air

#### 3.1.1. Kebutuhan Domestik

Kegiatan domestik adalah kegiatan yang dilakukan di dalam rumah tangga. Standar konsumsi pemakaian air domestik ditentukan berdasarkan rata-rata pemakaian air per hari yang diperlukan oleh setiap orang. Standar konsumsi pemakaian air domestik dapat dilihat pada pada **Tabel 3.1** berikut.

**Tabel 3.1** Tingkat Konsumsi/ Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori Kota

No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Sistem	Tingkat Pemakaian Air
1.	Kota Metropolitan	>1.000.000	Non Standar	190
2.	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	Non Standar	170
3.	Kota Sedang	100.000 – 500.000	Non Standar	150
4.	Kota Kecil	20.000 – 100.000	Standar BNA	130
5.	Kota kecamatan	<20.000	Standar IKK	100
6.	Kota Pusat Pertumbuhan	<3.000	Standar DPP	60

Sumber: SK-SNI Air Minum, 2005

Kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) dihitung berdasarkan jumlah penduduk tahun perencanaan. Kebutuhan air minum untuk daerah domestik dilayani dengan sambungan rumah (SR) dan hidran umum (HU). Kebutuhan air minum untuk daerah domestik dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\text{Kebutuhan air} = \% \text{ pelayanan} \times a \times b$$

Dimana :

a = jumlah pemakaian air (liter/ orang/ hari)

b = jumlah penduduk daerah pelayanan (jiwa)

### **3.1.2. Kebutuhan Non Domestik**

Kegiatan non domestik adalah kegiatan penunjang ibu kota (Ibu Kota Kabupaten/Ibu Kota Kecamatan) terdiri dari kegiatan komersil berupa industri, perkantoran, perniagaan dan kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit dan tempat ibadah. Penentuan kebutuhan air non domestik didasarkan pada faktor jumlah penduduk pendukung dan jumlah unit fasilitas yang dimaksud. Fasilitas perkotaan tersebut antara lain adalah fasilitas umum, industri dan komersil. Perhitungan kebutuhan air non domestik diasumsikan sebesar 15 - 20% dari kebutuhan air domestik.

## **3.2 Kriteria Perencanaan**

Perencanaan Teknis adalah suatu rencana rinci pembangunan SPAM di suatu kota atau kawasan meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi, dan unit pelayanan. Perencanaan teknis disusun berdasarkan rencana induk Penyelenggaraan SPAM yang telah ditetapkan, hasil studi kelayakan, jadwal pelaksanaan konstruksi, dan kepastian sumber serta hasil konsultasi teknis dengan dinas teknis terkait.

Penyusunan Perencanaan Teknis Penyelenggaraan SPAM disusun dengan memperhatikan aspek-aspek keterpaduan dengan pengembangan prasarana dan sarana sanitasi. Perencanaan teknis dapat disusun oleh pelaksana Penyelenggara SPAM, Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah sesuai kewenangannya, pelaksanaan sendiri atau melalui penyedia jasa yang ditunjuk.

Perencanaan Teknis Penyelenggaraan SPAM setidaknya memuat :

1. Rancangan Detail Kegiatan
2. Perhitungan dan Gambar Teknis
3. Spesifikasi Teknis
4. Rencana Anggaran Biaya
5. Analis Harga Satuan
6. Tahapan dan Jadwal Pelaksanaan
7. Dokumen Pelaksanaan Kegiatan (Dokumen Lelang, Jadwal Pelelangan dan Pemaketan)

Tata cara penyusunan Perencanaan Penyelenggaraan SPAM :

1. Memenuhi ketentuan bahwa, kegiatan diperkirakan mencakup perencanaan pekerjaan fisik minor dan merupakan pekerjaan rehabilitasi, perbaikan yang tidak memerlukan teknologi/kompleksitas atau tidak mengandung tingkat resiko tinggi.
2. Perencanaan Teknis Komponen unit SPAM.

### **3.2.1. Unit Air Baku**

Perencanaan kebutuhan air baku harus disusun berdasarkan ketentuan dimana debit pengambilan harus lebih besar dari debit yang dibutuhkan, sekurang-kurangnya 130% kebutuhan rata-rata air minum. Bilamana kapasitas air baku tidak dapat tercapai karena

keterbatasan sumbernya akibat musim kemarau, maka dilakukan konversi debit surplus pada musim hujan menjadi debit cadangan dimusim kemarau. Debit cadangan ini harus melebihi kapasitas kebutuhan air minum. Untuk menentukan air baku yang ada diperlukan informasi-informasi awal dari data yang sudah ada maupun dari survei secara langsung untuk memperoleh data sumber air baku yang dapat digunakan. Survei air baku dimaksudkan untuk mendapatkan informasi mengenai berbagai alternatif sumber air baku yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum di Provinsi Jawa Barat.

Dalam pelaksanaan penentuan sumber air baku harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Debit minimum dari sumber air baku
2. Kuantitas sumber air baku harus terjamin
3. Kualitas air baku harus memenuhi ketentuan baku mutu air yang berlaku
4. Jarak sumber air baku ke daerah pelayanan maksimum sesuai dengan ketentuan untuk masing-masing sumber air baku.

Dalam persiapan survei air baku diperlukan persiapan-persiapan sebagai berikut :

1. Persiapan administrasi yang meliputi surat pengantar yang dibutuhkan
2. Persiapan formulir yang dibutuhkan untuk menyusun data yang dibutuhkan agar mempermudah pelaksanaan pengumpulan data di lapangan. Materi survei air baku seperti pada **Tabel 3.2**.
3. Persiapan peta lokasi, topografi, geologi, dan data sekunder lainnya
4. Interpretasi peta-peta, foto udara dan data mengenai lokasi sumber air baku yang akan dimanfaatkan.

**Tabel 3.2** Materi Survey Air Baku

No.	Sumber Air Baku	Data Yang Diperlukan	Keterangan
1.	Mata air	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokasi dan ketinggian</li> <li>- Kualitas air (visual dan laboratorium)</li> <li>- Kuantitas dan kontinuitas</li> <li>- Peruntukkan saat ini</li> <li>- Kepemilikan lahan di sekitar mata air</li> <li>- Jarak ke daerah pelayanan</li> <li>- Hal-hal yang mempengaruhi kualitas</li> <li>- Jalan masuk ke mataair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sumber layak dipilih bila tidak ada konflik kepentingan dengan masyarakat</li> <li>- Kualitas dan kuantitas memenuhi ketentuan yang berlaku</li> </ul>
2.	Air tanah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokasi</li> </ul>	

No.	Sumber Air Baku	Data Yang Diperlukan	Keterangan
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kualitas, kuantitas dan kontinuitas</li> <li>- Peruntukan saat ini</li> <li>- Kepemilikan</li> <li>- Jarak ke daerah pelayanan</li> </ul>	
3.	Air Permukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokasi dan ketinggian</li> <li>- Kualitas air (visual dan laboratorium)</li> <li>- Kuantitas dan kontinuitas</li> <li>- Peruntukkan saat ini</li> <li>- Jarak ke unit pengolahan dan ke daerah pelayanan</li> </ul>	Sumber dipilih jika alternatif satu dan dua tidak ada
4.	Air Hujan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Curah hujan</li> <li>- Kualitas dan kuantitas air hujan</li> </ul>	Sumber dipilih jika 1,2,3 tidak ada

Sumber ; Per Men PUPR No. 27 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum , 2016

Ketentuan teknis yang digunakan dalam pengambilan sumber air baku harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

### 1. Sumber air baku

Sumber air baku yang dapat digunakan sebagai air baku adalah mataair, airtanah, air permukaan dan air hujan

### 2. Dasar-dasar perencanaan bangunan pengambilan air baku

Dasar-dasar perencanaan bangunan pengambilan air baku terdiri dari :

- Survei dan identifikasi sumber air baku, mengenai : mata air, debit, kualitas air, pemanfaatan.
- Perhitungan debit sumber air baku :

#### 1) Pengukuran debit mata air, menggunakan :

- Pengukuran debit air dengan pelimpah.

Alat ukur pelimpah yang dapat digunakan adalah alat ukur Thompson berbentuk V dengan sudut celah  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  dan  $90^\circ$ .

Alat ukur Thompson sudut celah  $90^\circ$  dengan rumus :

$$Q = 1,417 \cdot H^{3/2}$$

dimana :

$Q$  = debit aliran ( $m^3/det$ )

$H$  = tinggi muka air dari ambang (m)

1,417 = konstanta konversi waktu (per detik)

- Penampung dan pengukuran volume air dengan mengukur lamanya (t) air mengisi penampungan air yang mempunyai volume tertentu:

$$\text{Debit air (Q)} = \frac{\text{Volume penampungan} \cdot (L/detik)}{t}$$

dengan mengukur perubahan tinggi muka air (H) dalam penampungan yang memiliki luas tertentu (A) dalam jangka waktu tertentu, maka dapat dihitung :

$$\text{Debit (Q)} = \frac{H \times A \cdot (L/det)}{t}$$

## 2) Potensi Air Tanah

- Perkiraan potensi air tanah dangkal dapat diperoleh melalui survey terhadap 10 buah sumur gali yang bisa mewakili kondisi airtanah dangkal di desa tersebut.
- Perkiraan potensi sumur tanah dalam dapat diperoleh informasi data dari instansi terkait, meliputi : kedalaman sumur, kualitas air dan kuantitas serta konstruksinya.

## 3) Perhitungan Debit Air Permukaan, terdiri dari

- Perhitungan debit air permukaan / air sungai dilakukan dengan mengukur luas potongan melintang penampang basah sungai dan kecepatan rata-rata alirannya dengan rumus :

$$Q = A \cdot v$$

$$v = C \cdot \sqrt{R} \cdot S$$

dimana :       $Q$  = debit (m/det)

$A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ )

$R$  = Jari-jari hidrolik (m)

$S$  = Kemiringan/ slope

$C$  = Koefisien Chezy = 157,6

$m$  = Koefisien bazin

Selain pengukuran, perlu diperoleh data-data lain dan informasi yang dapat diperoleh dari penduduk. Data-data yang diperlukan seperti debit aliran, pemanfaatan sungai, tinggi muka air minimum dan maksimum.

- Perhitungan debit air danau

Perhitungan debit air danau dilakukan berdasarkan pengukuran langsung. Cara ini dilakukan dengan pengamatan atau pencatatan fluktuasi tinggi muka air selama minimal 1 tahun. Besarnya fluktuasi debit dapat diketahui dengan mengalikan perbedaan tinggi air maksimum dan minimum dengan luas muka air danau.

Pengukuran ini mempunyai tingkat ketelitian yang optimal bila dilakukan dengan periode pengamatan yang cukup lama. Data-data di atas dapat diperoleh dari penduduk setempat tentang fluktuasi yang pernah terjadi (muka air terendah).

- Perhitungan debit embung

Pengukuran debit yang masuk ke dalam embung dapat dilakukan pada saat musim penghujan, yaitu dengan mengukur luas penampang basah sungai/parit yang bermuara di embung dan dikalikan dengan kecepatan aliran.

Sedangkan volume tumpungan dapat dihitung dengan melihat volume cekungan untuk setiap ketinggian air. Volume cekungan dapat dibuat pada saat musim kering (embung tidak terisi air) yaitu dari hasil pemetaan topografi embung dapat dibuat lengkung debit (hubungan antara tinggi air dan volume).

### 3. Persyaratan lokasi penempatan dan konstruksi bangunan pengambilan:

- a. Penempatan bangunan penyadap (*intake*) harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan mahluk hidup lain);
- b. Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lain-lain);
- c. Konstruksi bangunan pengambilan harus aman terhadap banjir air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (*up-lift*);
- d. Penempatan bangunan pengambilan disusahakan dapat menggunakan sistem gravitasi dalam pengoperasiannya;
- e. Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian;
- f. Dimensi inlet dan outlet dan letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air;
- g. Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air baku;
- h. Konstruksi bangunan pengambilan direncanakan dengan umur pakai (*lifetime*) minimal 25 tahun;

- i. Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar.

#### 4. Tipe Bangunan Pengambilan Air Baku

##### a. **Sumber air baku mata air**

Bangunan Pengambilan air baku untuk mata air secara umum dibedakan menjadi bangunan penangkap dan bangunan pengumpul atau sumuran:

###### 1) Bangunan penangkap

- a. Pertimbangan pemilihan bangunan penangkap adalah pemunculan mata air cenderung arah horizontal dimana muka air semula tidak berubah, mata air yang muncul dari kaki perbukitan; apabila keluaran mata air melebar maka bangunan pengambilan perlu dilengkapi dengan konstruksi sayap yang membentang di outlet mata air.
- b. Perlengkapan bangunan penangkap adalah outlet untuk konsumen air bersih, outlet untuk konsumen lain (perikanan atau pertanian, dan lain-lain), peluap(*overflow*), penguras (drain), bangunan pengukur debit, konstruksi penahan erosi, lubang periksa (*manhole*), saluran drainase keliling, pipa ventilasi.

###### 2) Bangunan pengumpul atau sumuran

- a. Pertimbangan pemilihan bangunan pengumpul adalah pemunculan mata air cenderung arah vertikal, mata air yang muncul pada daerah datar dan membentuk tampungan, apabila *outlet* mata air pada suatu tempat maka digunakan tipe sumuran, apabila *outlet* mata air pada beberapa tempat dan tidak berjatuhan maka digunakan bangunan pengumpul atau dinding keliling.
- b. Perlengkapan bangunan penangkap adalah *outlet* untuk konsumen air bersih, *outlet* untuk konsumen lain (perikanan atau pertanian, dan lain-lain), peluap(*overflow*), penguras (drain), bangunan pengukur debit, konstruksi penahan erosi, lubang periksa (*manhole*), saluran drainase keliling, pipa ventilasi.

##### b. **Sumber Air Baku Air Tanah**

Pemilihan bangunan pengambilan air tanah dibedakan menjadi sumur dangkal dan sumur dalam.

###### 1) Sumur dangkal

- Pertimbangan pemilihan sumur dangkal adalah secara umum kebutuhan air di daerah perencanaan kecil; potensi sumur dangkal dapat mencukupi kebutuhan air bersih di daerah perencanaan (dalam kondisi akhir musim kemarau/kondisi kritis).
- Perlengkapan bangunan sumur dangkal dengan sistem sumur gali, meliputi: ring beton kedap air, penyekat kontaminasi dengan air permukaan tiang beton, ember/pompa tangan. Sedangkan perlengkapan sumur dangkal dengan sistem sumur pompa tangan (SPT) meliputi pipa tegak (pipa hisap), pipa selubung, saringan, sok *reducer*.

2) Sumur dalam

- Pertimbangan pemilihan sumur dalam adalah secara umum kebutuhan air di daerah perencanaan cukup besar; di daerah perencanaan potensi sumur dalam dapat mencukupi kebutuhan air minum daerah perencanaan sedangkan kapasitas air dangkal tidak memenuhi.
- Sumur dalam sumur pompa tangan (SPT) dalam meliputi pipa tegak (pipa hisap), pipa selubung, saringan, sok *reducer*. Sumur pompa benam (*submersible pump*) meliputi pipa buta, pipa jambang, saringan, pipa observasi, *pascker socket/reducer*, *dop socket*, tutup sumur, batu kerikil.

c. ***Sumber air baku air permukaan***

Pemilihan bangunan pengambilan air permukaan dibedakan menjadi:

a. Bangunan penyadap ( <i>Intake</i> ) bebas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pertimbangan pemilihan bangunan penyadap (<i>intake</i>) bebas adalah fluktuasi muka air tidak terlalu besar, ketebalan air cukup untuk dapat masuk inlet.</li> <li>2. Kelengkapan bangunan pada bangunan penyadap (<i>intake</i>) bebas adalah saringan sampah, <i>inlet</i>, bangunan sumur, bendung, pintu bilas.</li> </ol>
b. Bangunan penyadap ( <i>Intake</i> ) dengan bendung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pertimbangan pemilihan bangunan penyadap (<i>intake</i>) dengan bendung adalah ketebalan air tidak cukup untuk <i>intake</i> bebas.</li> <li>2. Kelengkapan bangunan penyadap (<i>intake</i>) dengan bendung adalah saringan sampah, <i>inlet</i>, bangunan sumur, bendung, pintu bilas.</li> </ol>
c. Saluran Resapan ( <i>Infiltration galleries</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pertimbangan pemilihan saluran resapan (<i>Infiltration galleries</i>) adalah ketebalan air sangat tipis, sedimentasi dalam bentuk lumpur sedikit, kondisi tanah dasar cukup poros (<i>porous</i>), aliran air bawah tanah cukup untuk dimanfaatkan, muka air tanah terletak maksimum 2 meter dari dasar sungai.</li> <li>2. Kelengkapan bangunan pada saluran resapan (<i>Infiltration galleries</i>) media infiltrasi: pipa pengumpul berlubang, sumuran.</li> </ol>

Sumber: Per Men PUPR No. 27 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum , 2016

### 3.2.2. Unit Transmisi

Setelah data-data primer dan sekunder terkumpul dan dilakukan analisis hidrologi, maka langkah selanjutnya adalah menentukan sistem pengaliran dari air baku terpilih yang sesuai dengan lokasi dan kondisi wilayah pelayanannya. Yang dimaksudkan disini adalah menentukan sistem jaringan pipa dari sumber air ke daerah pelayanan/distribusi. Konsep yang digunakan adalah sistem gravitasi, yaitu penentuan jalur pipa dari elevasi tinggi ke elevasi yang lebih rendah sesuai dengan kondisi topografi. Sistem transmisi yang dimaksud adalah pengaliran air baku dari sumber air menuju bangunan pengolahan maupun reservoir sebelum disalurkan melalui sistem distribusi. Jaringan pipa transmisi ini diutamakan untuk melindungi air baku ke unit pengolahan dalam kapasitas yang besar dan terlindungi dari hal-hal yang dapat mencemari kualitas air baku.

Perencanaan teknis unit transmisi harus mengoptimalkan jarak antara air baku menuju unit produksi atau dari unit produksi menuju ke reservoir/jaringan distribusi sependek mungkin, terutama untuk sistem transmisi distribusi (pipa transmisi dari unit produksi menuju reservoir). Hal ini terjadi karena transmisi distribusi pada dasarnya dirancang untuk dapat mengalirkan debit aliran untuk kebutuhan jam puncak, sedangkan pipa transmisi air baku dirancang mengalirkan kebutuhan maksimum. Pipa transmisi sedapat mungkin dapat diletakkan sedemikian serupa di bawah level garis hidrolis untuk menjamin aliran sebagaimana diharapkan dalam perhitungan agar debit aliran yang dapat dicapai masih sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam pemasangan pipa transmisi, perlu memasang angker penahan pipa pada bagian belokan baik dalam bentuk belokan arah vertikal maupun belokan arah horizontal untuk menahan gaya yang ditimbulkan akibat tekanan internal dalam pipa dan energi kinetik dari aliran air dalam pipa yang mengakibatkan kerusakan pipa maupun kebocoran aliran air dalam pipa tersebut secara berlebihan.

Sistem transmisi harus menerapkan metode-metode yang mampu mengendalikan pukulan air (*water hammer*) yaitu bilamana sistem aliran tertutup dalam suatu pipa transmisi terjadi perubahan kecepatan aliran air secara tiba-tiba yang menyebabkan pecahnya pipa transmisi atau berubahnya posisi pipa transmisi dari semula.

**Tabel 3.3 Kriteria Teknis Pipa Transmisi**

No.	Uraian	Notasi	Kriteria
1.	Debit Perencanaan	$Q_{\max}$	Kebutuhan air hari maksimum $Q_{\max} = f_{\max} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2.	Faktor hari maksimum	$f_{\max}$	1.1 – 1.5
3.	Jenis Saluran		Pipa atau saluran terbuka
4.	Kecepatan aliran di dalam pipa :		

No.	Uraian	Notasi	Kriteria
	a. Kecepatan minimum b. Kecepatan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP	$V_{\min}$ $V_{\max}$	0.3 – 0.6 m/det 3.0 – 4.5 m/det 6 m/det
5.	Tekanan air dalam pipa : a. Tekanan minimum b. Tekanan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	$H_{\min}$ $H_{\max}$	1 atm 6 – 8 atm 10 tm 12.4Mpa 9 Mpa
6.	Kecepatan saluran terbuka : a. Kecepatan minimum b. Kecepatan maksimum	$V_{\min}$ $V_{\max}$	0.5 m/det 1.5 m/det
7.	Kemiringan saluran terbuka	S	(0.5 – 1) 0/00
8.	Tinggi bebas saluran terbuka	Hw	15 cm (minimum)
9.	Kemiringan tebing terhadap saluran		45° untuk trapesium

Sumber: Per Men PUPR No. 27 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum , 2016

Dalam perencanaan jalur pipa transmisi harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Jalur pipa sependek mungkin
2. Menghindari jalur yang mengakibatkan konstruksi sulit dan mahal
3. Tinggi hidrolis pipa minimum 5 m diatas pipa, sehingga cukup menjamin operasi *air Valve*
4. Menghindari perbedaan elevasi yang terlalu besar sehingga tidak ada perbedaan kelas pipa. Penentuan dimensi pipa transmisi harus memenuhi ketentuan teknis sebagai berikut :
  - a. Pipa harus direncanakan untuk mengalirkan debit maksimum harian
  - b. Kehilangan tekanan dalam pipa tidak lebih dari 30% dari total tekanan statis pada sistem transmisi dengan pemompaan. Untuk sistem gravitasi, kehilangan tekanan maksimum 5 m/1000m atau sesuai dengan spesifikasi pipa.

### 3.2.3. Unit Produksi

Pengembangan SPAM unit produksi disusun berdasarkan kajian kualitas air yang akan diolah, dimana kondisi rata-rata dan terburuk yang mungkin terjadi dijadikan sebagai acuan dalam penetapan proses pengolahan air, yang kemudian dikaitkan dengan sasaran standar kualitas air minum yang akan dicapai. Rangkaian proses pengolahan air umumnya terdiri dari satuan operasi dan satuan proses untuk memisahkan material kasar, material tersuspensi, material terlarut, proses netralisasi dan proses desinfeksi. Unit produksi dapat terdiri dari unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, netralisasi dan desinfeksi. Perlindungan utama dalam sistem penyediaan air minum unit produksi

yang dimulai dari sumber air baku sampai penyediaan air yang siap dan layak untuk digunakan sebagai air bersih.

#### **1. Bangunan penangkap mata air (*Broncaptering*)**

Perlindungan Mata Air (PMA) dalam hal ini merupakan bangunan penangkap mata air sekaligus unit produksi, bila menggunakan desinfektan sebelum didistribusikan. Ketentuan umum PMA yang harus dipenuhi dalam SPAM adalah sarana PMA sesuai dengan spesifikasi teknis, mengikuti petunjuk pemeliharaan dan terjaminnya kontinuitas air minum.

#### **2. Bangunan Pengambil Air Baku Dari Air tanah (Sumur)**

Menurut letak dan kondisi aliran, secara umum airtanah dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu airtanah dan sungai bawah tanah. Air tanah diuraikan lagi ke dalam airtanah bebas (air tanah dangkal) dan airtanah tertekan (air tanah dalam). Yang dimaksud dengan airtanah dangkal adalah airtanah yang terdapat di dalam suatu lapisan pembawa air (akuifer) yang dibagian atasnya tidak tertutupi oleh lapisan kedap air (*impermeable*). Tipe airtanah bebas ini seperti pada sumur-sumur gali penduduk. Untuk airtanah tertekan (airtanah dalam) adalah airtanah yang terdapat di dalam suatu lapisan pembawa air (akuifer) yang terkurung, baik pada bagian atasnya maupun bagian bawahnya oleh lapisan kedap air (*impermeable*). Tipe airtanah tertekan ini umumnya dimanfaatkan dengan cara membuat bangunan konstruksi sumur dalam.

#### **3. Bangunan Pengambil Air Baku Dari Air Permukaan**

Sumber air baku yang paling banyak digunakan adalah air permukaan baik dari sungai maupun danau. Pengambilan sumber air baku bisa dengan menggunakan intake.

#### **4. Bangunan Saringan Pasir Lambat**

Untuk proses produksi air baku yang maksimal diperlukan unit filter/ penyaringan melalui bangunan saringan pasir lambat, bangunan ini berfungsi sebagai proses penyaringan material kasar/halus agar tertahan di dalam saringan pasir lambat, sehingga diperoleh air baku yang jernih dan bersih secara fisik.

#### **5. Instalasi Pengolahan Air Minum Konvensional**

Instalasi pengolahan air minum dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi kandungan air baku dari zat-zat pencemar baik secara fisik, kimiawi maupun bakteriologi (*biologis*) sehingga diperoleh kualitas air yang layak dan sehat untuk dikonsumsi masyarakat secara umum. Instalasi pengolahan air dilakukan apabila air baku yang digunakan memiliki kondisi air yang keruh, terbuka, rawan pencemaran, kandungan-kandungan zat terlarut/tersuspensi terlalu tinggi, seperti air sungai dan air danau.

## 6. Reservoir

Air yang dihasilkan dari produksi air dapat ditampung dalam reservoir air yang akan berfungsi untuk menjaga kesetimbangan antara produksi dan kebutuhan, sebagai penyimpan kebutuhan air dalam kondisi darurat, dan sebagai penyediaan kebutuhan air untuk keperluan instalasi. Reservoir air dibangun dalam bentuk reservoir tanah yang umumnya untuk menampung produksi air atau dalam bentuk menara air yang umumnya untuk mengantisipasi kebutuhan puncak di daerah distribusi

### □ Kriteria Umum Perencanaan Instalasi Pengolahan Air

#### 1. Proses Pengolahan

Bangunan-bangunan/ unit-unit pengolahan yang ada dalam Unit Paket Instalasi Pengolahan Air (IPA) tersebut minimum memiliki 2 unit/kompartemen dalam satu paket (agar terjamin kontinuitas pengaliran pada saat ada perbaikan pada salah satu unit) yang terdiri dari:

**Tabel 3.4** Proses Pengolahan

Komponen	Jenis
<b>Komponen Utama</b>	
1) Unit pengambil air baku	1) Air Permukaan, Air Tanah
2) Pengukur aliran Air	2) Ambang tajam, turbin, elektromagnetik dan ultrasonik.
3) Pembubuh Larutan Kimia	3) Pompa dosing
4) Mixer	4) Mekanis, hidrolis, in line dan kompresor;
5) Koagulasi	5) Hidrolis, mekanis dan dynamic mixer;
6) Flokulasi	6) Hidrolis, mekanis dan dynamic mixer; sludge blanket
7) Sedimentasi/ klarifikasi	7) Gravitasi, floating, sludge blanket
8) Filtrasi	8) Saringan pasir cepat media tunggal atau ganda,
9) Reverse Osmosis	9) Membran
10) Desinfeksi	10) Pompa dosing
<b>Komponen Penunjang (pilihan)</b>	
1) Penampung	1) Reservoir

*Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air , 2008*

**a. Air Baku**

Air baku harus memiliki kualitas sebagai berikut:

- 1) Kekeruhan lebih kecil dari 600 NTU atau 400 mg/L.
- 2) Apabila kekeruhan melebihi dari 600 NTU maka ke dalam paket pekerjaan perlu dilengkapi pengolahan pendahuluan (prasedimentasi).
- 3) Kandungan warna asli (apparent colour) tidak melebihi dari 100 Pt Co dan warna sementara mengikuti kekeruhan air baku.
- 4) BOD, maksimum 2 mg/L, SNI 06-2503-1991 Metode Pengujian Kadar Kebutuhan Oksigen Biokimia dalam air.
- 5) COD, maksimum 10 mg/L, SNI 06-2504-1991 Metode Pengujian Kadar Kebutuhan Oksigen dalam air dengan alat Reflux tertutup.
- 6) Unsur-unsur lainnya memenuhi syarat baku air baku sesuai Peraturan Pemerintah No.82 tahun 2000 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- 7) Dalam hal air sungai daerah tertentu mempunyai kandungan warna, besi dan atau bahan organik melebihi syarat tersebut di atas tetapi kekeruhan rendah (< 50 NTU) maka digunakan IPA sistem DAF (Dissolved Air Flotation) atau sistem lainnya yang dapat dipertanggungjawabkan.

**b. Alat Ukur Aliran**

Unit paket instalasi pengolahan air dilengkapi alat ukur aliran untuk mengukur debit air baku dan air minum, yang dapat berupa:

- 1) Water Meter
- 2) Vnotch
- 3) Flowsensor
- 4) Floating Meter

**c. Unit Koagulasi****1) Fungsi:**

Untuk mencampur bahan kimia yang akan bereaksi dengan air baku, membentuk partikel koloid yang disebut flok.

**2) Tipe Koagulator/Pengaduk**

- Tipe Hidrolis
  - Dalam Pipa, dengan menggunakan kecepatan pengaliran sebagai sumber energi untuk pengadukan.
  - Static Mixer, merupakan peralatan khusus yang dipasang pada pipa untuk mempercepat proses pengadukan. Prinsip kerja peralatan ini adalah memecah dan memutar aliran sehingga gradien kecepatan

menjadi lebih besar.

- Terjunan, memanfaatkan energi yang terjadi dari tinggi terjunan air atau biasa disebut Hidraulic Jump.
- Tipe Mekanis  
Pengaduk cepat tipe mekanis terdiri atas : impeller, turbin, impeller paddle dan impeller propeller.

### 3) Ukuran

Ukuran unit koagulasi (koagulator) harus sesuai dengan perhitungan berdasarkan SNI 19-6774-2002, Tata cara perencanaan paket unit IPA.

- 1) Untuk tipe pengadukan dalam pipa dapat digunakan pipa GIP dengan diameter yang disesuaikan dengan kapasitas IPA yang dibuat.
- 2) Jarak pembubuhan sampai bak penampungan antara 5 - 20 m
- 3) Ukuran untuk Static Mixer disesuaikan dengan diameter pipa transmisi serta kriteria untuk gradien kecepatan.
- 4) Untuk terjunan air, tinggi terjunan sekurang-kurangnya 50 cm untuk mendapatkan gradien kecepatan yang memenuhi persyaratan.
- 5) Untuk tipe mekanis kebutuhan daya untuk motor penggerak harus diperhitungkan agar dapat diperoleh nilai gradien kecepatan yang disyaratkan.

### 4) Kinerja

Unit Koagulasi bekerja dengan baik pada kondisi :

- 1) pH Air Baku antara 5-11 (tergantung dari jenis koagulan yang digunakan, misalnya : alum 5-7, garam besi 5-11, PAC 6-9)
- 2) Energi untuk pencampuran dapat menghasilkan gradien kecepatan  $G > 750/\text{det.}$ ,  $GT_d 104-105$ , sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA.
- 3) Waktu detensi 1 – 3 detik, sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA.
- 4) Untuk stabilitas aliran, dicek dengan bilangan Reynold  $Nre > 10.000$ , sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA.
- 5) Bentuk dan ukuran peralatan pengaduk cepat disesuaikan dengan teknologi IPA yang akan digunakan.

### 5) Kekuatan struktur

Pelat/dinding bangunan IPA harus dapat menahan tekanan kerja nominal 10  $\text{g/cm}^2$ .

## d. Unit Flokulasi

### 1) Fungsi

Untuk membentuk flok-flok yang merupakan penggabungan partikel tidak stabil

setelah pembubuhan koagulan dan pengadukan pada proses koagulasi sehingga terbentuk flok yang mudah mengendap.

2) Bentuk

Bentuk unit flokulasi dibuat nilai gradien kecepatan menurun dari 80/det sampai 20/det. Dasar setiap bak dibuat sludge hopper dilengkapi pipa pembuang Lumpur.

3) Ukuran

Ukuran panjang, lebar atau diameter serta tinggi unit flokulasi (flokulator) harus sesuai dengan perhitungan berdasarkan SNI 19-6774-2002, Tata cara perencanaan paket unit IPA. Ukuran bak flokulasi diperhitungkan terhadap debit pengolahan dan waktu retensi selama 40-20 menit, sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA. Bila menggunakan sistem sludge blanket dimana unit flokulasi dan sedimentasi menjadi satu maka penurunan nilai gradien kecepatan berkurang secara gradual dari 70 /det sampa 20/det dengan aliran dari down flow menjadi up flow.

4) Kinerja

Untuk mendapatkan hasil flokulasi yang baik maka kondisi pengaliran harus dapat diatur sehingga flok-flok yang sudah terbentuk tidak pecah kembali. Faktor yang sangat berpengaruh adalah :

- Waktu kontak (td) : 40 - 20 menit, sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA
- Gradien Kecepatan (G) : 80 – 20/det, sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA.

5) Struktur Bangunan

Seluruh bangunan terletak di atas permukaan tanah di atas pondasi beton bertulang K-225. Untuk jenis tanah lembek ( $P_{tanah} < 5$ ) maka pondasi dibuat di atas cerucuk /minipile/pile sesuai perhitungan pondasi.

6) Mekanikal

Pekerjaan pemasangan pipa-pipa pembuangan Lumpur harus terbuat dari pipa baja yang sudah di las dari pabrik sehingga dijamin tidak bocor. Untuk diameter  $> 40$  mm, peralatan pipa harus tahan terhadap tekanan kerja maksimal 12 bar.

**e. Unit Sedimentasi (Pengendapan)**

1) Fungsi

Untuk memisahkan flok yang sudah terbentuk dari unit flokulasi sehingga mudah dibuang.

2) Bentuk

Bak sedimentasi terbuat dari dinding beton atau plat baja yang sudah melalui

proses sand blasting dan dilapisi epoxy. Bak sedimentasi yang terbuat dari baja mempunya 2 (dua) bentuk dinding, Yaitu:

- **Dinding Rata**

Pelat IPA dengan dinding rata mempunyai ketebalan dinding yang berbeda dan tergantung pada kapasitas IPAnya.

- **Dinding corrugated.**

Pelat IPA dengan dinding corrugated mempunyai ketebalan dinding yang sama untuk kapasitas IPA 1 L/detik - 50 L/detik.

**Tabel 3.5** Tebal Plat Dinding IPA

No	Kapasitas IPA (l/det)	Baja		Fiber
		Ketebalan pelat dinding rata (mm)	Ketebalan pelat dinding corrugated (mm)	Ketebalan (mm)
1	1	4	5	
2	2,5	5	5	5
3	5	6	5	8
4	10	6	5	12
5	20	8	5	
6	50	Min 10	5	

Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air , 2008

- 3) Bentuk pengendap pada unit sedimentasi ada 2 (dua) macam yaitu bentuk bundar dan persegi Panjang, Tinggi bebas di unit Sedimentasi pada setiap kapasitas IPA ditentukan pada Tabel dibawah.

**Tabel 3.6** Tinggi bebas di unit Sedimentasi

No	Kapasitas IPA ( L/detik)	Ambang bebas di unit Sedimentasi (Cm)
1	1	15
2	5	20
3	10	20
4	20	25
5	50	30

Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air , 2008

- 4) Jenis Pengendap

jenis pengendap ada 2 (dua) macam yaitu:

- **Bentuk Pelat**

Pengendap berbentuk pelat datar, dengan bahan terbuat dari baja tahan karat atau baja digalbani (galvanis) atau serat kaca (fiber glass) atau PVC. Tinggi tegak pelat pengendapan disesuaikan dengan kapasitas IPA dan bentuk dinding rata, sesuai Tabel berikut ini. Lebar pelat disesuaikan dengan lebar bak pengendap, jarak antar pelat dan kemiringan sesuai dengan Revisi

SNI 19-6774-2002, Tata cara perencanaan paket unit IPA.

**Tabel 3.7** Tinggi tegak pelat pengendap dan kapasitas IPA

No	Kapasitas IPA (L/detik)	Tinggi tegak pelat pengendap dinding rata (Cm)		Tinggi tegak pelat pengendapan dinding <i>corrugated</i> (Cm)
		Bentuk Kotak	Bentuk Bulat/Konus	
1	1	60	150 – 200	80
2	5	80	240 – 300	80
3	10	80	350 – 400	80
4	20	90	450 – 500	80
5	50	100	540 – 600	80

Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air , 2008

- Bentuk tabung (Tube Settler)

Selain bentuk pelat, pada unit sedimentasi dapat juga digunakan tube settler dengan ketentuan lebar tube disesuaikan dengan lebar bak pengendap, jarak antar pelat dan kemiringan sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA. Bentuk tube settler yang digunakan: segi-enam, segi-delapan dan  $NRe < 500$ . Diameter tube settler tergantung pada besarnya kapasitas IPA seperti pada Tabel berikut.

**Tabel 3.8** Diameter Tube Settler dan kapasitas IPA

No	Kapasitas IPA (L/detik)	Diameter Tube Settler cm
1	1 – 10	2,50
2	20	3,0
3	50	3,50

Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air , 2008

5) Ukuran

Ukuran panjang, lebar atau diameter serta tinggi unit sedimentasi harus sesuai dengan perhitungan berdasarkan SNI 19-6774-2002, Tata cara perencanaan paket unit IPA. Dimensi bak pengendap dihitung berdasarkan kriteria beban permukaan yang berkisar antara  $2,5-6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$ , dengan jarak antar pelat 2,5 – 5 cm. sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA.

6) Kinerja

Untuk mendapatkan hasil sedimentasi yang baik maka kondisi pengaliran harus dapat diatur sehingga flok-flok yang sudah terbentuk tidak pecah kembali dan dapat mengendap semaksimal mungkin. Faktor yang sangat berpengaruh (sesuai

dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA ) adalah :

- Beban permukaan : 1 - 4 m/m<sup>2</sup>/jam
- Waktu detensi (td) : > 25 menit
- Kecepatan hidrolis : < 0,0075 m/det
- Nilai Reynolds : < 500
- Nilai Froude : > 10-5
- Beban pelimpah : 6,2– 11,5 m<sup>3</sup>/jam

Apabila menggunakan sistem sludge blanket hopper botton factor yang mempengaruhi adalah sebagai berikut :

- Beban permukaan : 48 – 72 m/hari
- Waktu detensi (td) : 40 – 80 menit
- Kecepatan hidrolis : < 0,0075 m/det

## 7) Unit Filtrasi (Penyaringan)

Terbuat dari beton atau plat baja yang sudah melalui proses sand blasting dan dilapisi epoxy, dengan ketebalan sesuai Tabel dibawah ini. Penyaringan dilakukan dengan menggunakan saringan pasir campuran (mixed media) ataupun saringan yang terdiri dari single layer media. Jenis pengaliran cepat (high rate filtration) dengan menggunakan mixed media antrasit dan pasir maka kriteria disainnya.

**Tabel 3.9** Media Filter

DUAL MEDIA	SINGLE MEDIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Antrasit</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ketebalan lapisan (400 - 500 )</li> <li>2. Ukuran efektif (1,2-1,8) mm</li> <li>3. Koefesien keseragaman 1,5</li> </ol> </li> <li>• <b>Pasir Silika</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Ketebalan lapisan ( 300 - 600)</li> <li>5. Ukuran efektif (0,3 - 0,7) mm</li> <li>6. Koefesien keseragaman &lt; 1,2-1,4</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pasir Silika</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Ketebalan lapisan (0,5 – 1,0) mm</li> <li>8. Ukuran efektif (0,4 - 1,0)</li> <li>9. Koefesien keseragaman &lt; 1,5</li> </ol> </li> </ul>

*Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit instalasi pengolahan air , 2008*

Media pasir untuk filter menggunakan media pasir sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA.

Ketebalan media penyangga (kerikil) adalah (5 - 20) cm (sesuai dengan SNI 19-6774-2002, tata cara perencanaan paket unit IPA):

- Diameter kerikil = ( 2 - 65 ) mm
- Kecepatan filtrasi = ( 6-11) m/jam

- Kecepatan pencucian filter = (36-50) m/jam

Sistem pencucian dilakukan dengan sistem pemompaan backwash maupun dengan sistem gravitasi saling mencuci (inter filter backwash) dengan persyaratan umum yaitu tersedianya kontrol head loss atau driving head sebesar 3 ft s/d 15 ft (0,91 m s/d 4,57 m).

Pengaturan debit yang masuk dan keluar dari unit filtrasi harus dapat diatur dengan mudah dan hasil pengolahan dapat dilihat melalui meter aliran/ flow meter.

#### 8) Sludge Drying Bed

Sludge adalah lumpur yang merupakan hasil sisa proses dalam IPA Paket yang bisa berasal dari proses sedimentasi maupun filtrasi.

Kriteria	N
BED	
Jumlah bed minimum	2
Ukuran sel (bed)	P = 6 - 30 m; L = 6 m
Ketebalan lapisan lumpur	20 – 30 cm
Kecepatan alir lumpur dalam pipa	> 0,75 m/det
Jenis pipa pengalir lumpur	Pipa besi / plastik
Peletakan pipa pengalir	Minimum 17" diatas permukaan
Jarak unit dari permukiman	> 100 m
Perlengkapan tambahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bak pembagi aliran</li> <li>- Splash plates (untuk meratakan lumpur)</li> </ul>
KERIKIL	
Kedalaman Total	6"
Pemasangan	diatas pipa underdrain paling atas
Peletakkan	2 atau lebih lapisan
Ukuran	Top 3" dari partikel kerikil 1/8" – 1/4"

Kriteria	N
Kualitas	Dinilai dengan baik untuk tingkat permukaan
PASIR	
Tebal lapisan pasir	20 -30 cm
Ukuran partikel	0,8 – 1,6 mm
UC Pasir	< 4,0

Kriteria	N
ES Pasir	0,3 – 0,75 mm
Jenis pasir	Pasir kasar yang bersih dan sudah dicuci
Kualitas	Dinilai dengan baik untuk tingkat permukaan
UNDERDRAIN	
Kemiringan pipa perforasi	1%
Jarak antara pipa perforasi	2,5 – 6 m
Pemasangan	Dengan sambungan terbuka
Bahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan dengan kekuatan yang cukup</li> <li>- Bahan tahan karat</li> </ul>
Kekuatan	Dapat menahan kerikil

Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air , 2008

### Baku Mutu Air Minum

Baku mutu dari air yang dihasilkan harus memenuhi kualitas sesuai dengan Permenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 Tentang Kualitas Air Minum, dengan parameter inti sebagai berikut:

- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Warna 15 PtCo
- Kekaruan maksimum 5 NTU
- pH 6,5 – 8,5

### Kriteria Khusus Perencanaan Instalasi Pengolahan Air

Secara umum kriteria perencanaan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3.10** Kriteria Perencanaan Instalasi Pengolahan Air

No	URAIAN	SNI 19-6774-2002	
		Satuan	Nilai
1	KOAGULASI (Pengaduk Cepat) <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tipe/jenis</li> <li>b. Waktu Pengadukan</li> <li>b. Nilai Gradien</li> <li>c. Kecepatan</li> </ul>	statik detik detik <sup>-1</sup> m/detik	Mixer/hidrolis 1-5 >750 2,4-4
2	FLOKULASI (Pengaduk Lambat) <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tipe/jenis</li> <li>b. Waktu pengadukan</li> <li>c. Nilai Gradien</li> </ul>	menit detik <sup>-1</sup>	hidrolis/mekanis 15-40 100-20

No	URAIAN	SNI 19-6774-2002	
		Satuan	Nilai
3	SEDIMENTASI (Bak Pengendap) a. Tipe/jenis b. Beban permukaan Alur Pengendapan 9) Kemiringan tube settler 10) diameter tube settler 11) Waktu Detensi 12) Bilangan Froude 13) Bilangan Reynolds 14) Kedalaman zona (sedimentasi) Pelimpah a. Tipe/jenis b. Pengurasan lumpur	m/jam 0 cm menit m	Aliran horisontal & vertikal 2,5-6 45-60 2,5-5 >25 <500 >10 <sup>5</sup> 22,3-3 Gutter Hidrostatik
4	FILTRASI a. Tipe/jenis b. Kecepatan filtrasi (aliran) c. Sistem Pencucian d. Kecepatan pencucian Media Pasir tebal ES UC Media Kerikil tebal	m/jam m/jam cm mm mm cm	Gravitasi/bertekanan 6-11 Backwash (tanpa blower) 36-50 m/jam 30-60 0,3-0,7 1,2-1,4 20-30

Sumber : SNI 6774 Tata Cara Perencanaan paket unit IPA , 2002

### Bahan Dan Peralatan

#### 1. Pelat Baja

Pelat Baja harus memenuhi ketentuan berikut :

- Pelat baja Mild Steel SS-400/ASTM 36, harus dibersihkan dengan pasir bertekanan sesuai ketentuan yang berlaku
- Pelat baja harus diberi pelapisan, Pelapisan dilakukan dengan cara sebagai berikut:
  - Pelapisan bagian dalam
 

Pelapisan ini menggunakan jenis epoxy yang diperuntukan untuk air minum (food grade) dengan ketebalan lapisan epoxy, minimal 100 mikron.
  - Pelapisan bagian luar:
    - Pelapisan yang digunakan adalah cat dasar zinchromat dengan ketebalan 50 mikron.

- Pelapisan akhir (Finished coat) menggunakan email coat dengan ketebalan 50 mikron dan diwarnai biru. Ketebalan dari pelat baja dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

**Tabel 3.11** Tebal pelat IPA Baja dinding rata, corrugated dan kapasitas IPA

No	Kapasitas IPA (L/detik)	Ketebalan pelat IPA dinding rata (mm)		Ketebalan pelat IPA dinding corrugated (mm)
		Bentuk Kotak	Bentuk Bulat/ Konus	
1	1	4	4	5
2	5	6	6	5
3	10	6	6	5
4	20	8	6	5
5	50	minimal 10	8	5

Sumber : SNI 6773 Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air , 2008

## 2. Beton

Beton harus merupakan campuran dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan perbandingan sedemikian sehingga dalam beton yang dihasilkan, jumlah semen yang terdapat di dalamnya minimal sesuai dengan persyaratan dalam spesifikasi. Hasil akhir pekerjaan harus berupa beton yang baik, padat dan tahan lama serta memiliki kekuatan dan sifat-sifat lain sebagaimana disyaratkan. Perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar tergantung dari gradasi bahannya, tetapi jumlah agregat halus selalu minimal dengan ketentuan bahwa bila dicampur dengan semen akan menghasilkan adukan yang cukup untuk mengisi ruang-ruang rongga-rongga di antara agregat kasar dan terdapat sedikit sisa untuk finishing.

Untuk menjamin kekuatan dan ketahanan beton yang optimal, jumlah air yang dipakai dalam adukan harus minimal sehingga menghasilkan kemudahan untuk dikerjakan dan konsistensi yang sesuai dengan kondisi dan cara pengecoran beton. Semua bahan, pengujian lain-lain yang diuraikan dalam spesifikasi ini mengikuti Acuan Normatif Indonesia yang telah diterapkan dengan tujuan menerapkan suatu Acuan Normatif yang dapat diterima. Acuan Normatif lokal atau Acuan Normatif lainnya dapat pula diterapkan asal sudah disetujui oleh direksi.

### a. Kelas Beton

Kelas beton diperlihatkan pada table di bawah ini:

**Tabel 3.12 Kelas Beton**

Mutu Beton	Ukuran Agregat Maks.(mm)	Rasio Air/Semen Maks. (terhadap berat)	Kadar semen min. (kg/m <sup>3</sup> dari campuran)
K-350	37	0,45	315
	25	0,45	335
	19	0,45	365
K-300	37	0,45	300
	25	0,45	320
	19	0,45	350
K-250	37	0,50	290
	25	0,50	310
	19	0,50	340
K-175	-	0,57	300
K-125	-	0,60	250

Sumber : SNI 03 2847 Peraturan Beton Indonesia , 2002

Perbandingan campuran yang diberikan di atas telah diperkirakan guna mencapai kekuatan yang disyaratkan pada umur 28 hari setelah pengecoran, dengan ketentuan bahwa yang dipakai bermutu baik dan pengawasan dilakukan dengan baik. Beton dinilai dengan pengertian bahwa kekuatan yang disyaratkan untuk kelas tertentu lebih menentukan dari pada perbandingan campuran yang diperlihatkan.

b. Mutu Beton

Mutu beton diperlihatkan pada **Tabel 3.13** di bawah ini:

**Tabel 3.13 Mutu Beton**

Mutu Beton	Kuat tekan karakteristik min. (kg/cm <sup>2</sup> )				SLUMP[mm]	
	Benda uji kubus 15x15x15 cm <sup>3</sup>		Benda Uji silinder 15x30 cm		digetarkan	Tidak digetarkan
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari		
K350	250	350	210	290	20-50	50-100
K300	215	300	180	250	20-50	50-100
K250	180	250	150	210	20-50	50-100
K225	150	225	125	190	20-50	50-100
K175	115	175	95	145	20-50	50-100
K125	80	125	70	105	20-50	50-100

Sumber : SNI 03 2847 Peraturan Beton Indonesia , 2002

3. Perpipaan dan perlengkapan

a. Pipa PVC, harus sesuai SNI 06-0084-2002 tentang Pipa PVC untuk saluran air minum, SNI 06-0162-1987 tentang Pipa PVC untuk saluran air buangan di dalam dan diluar bangunan.

b. Pipa baja saluran air, harus sesuai SNI 07-2225-1991 dan harus di finished print.

c. Katup terdiri dari :

1) Butterfly valve

Butterfly valve digunakan untuk mengatur debit. Untuk ukuran butterfly valve  $> \Phi 100$  mm, harus menggunakan 2 piringan (flens).

2) Gate valve (katup Pintu)

Katup pintu sebagai katup isolasi, harus sesuai dengan SNI 05-0166-1998.

3) Check Valve (Katup Searah)

Katup searah horisontal harus sesuai SNI 05-0168-1998.

4. Tangki pembubuh dan pengaduk

Tangki pembubuh dan pengaduk dari baja dengan pelindung dalam tahan bahan kimia atau fiberglass atau sejenisnya yang tahan terhadap larutan kimia. Dimensi, kapasitas dan bentuk sesuai dengan Revisi SNI 19-6774-2002, Tata cara perencanaan paket unit IPA.

5. Peralatan pelengkap

a. Pompa air baku dengan ketentuan sebagai berikut:

1) Pompa air baku bisa dipilih dari jenis aliran axial, aliran campuran (mixed flow), centrifugal yang tidak mudah tersumbat (non clogging).

2) Bila menggunakan pompa centrifugal harus memperhitungkan jarak dari sumbu pompa terhadap muka air terendah harus lebih kecil dari NPSH yang tersedia (net positif suction head).

3) Pompa air baku sampai head 30 m harus mempunyai impeller tunggal (single stage).

4) Bearing pompa menggunakan pelumas (lubrication air)

5) Elektromotor yang dapat dipakai dalam air dengan ketentuan sebagai berikut:

- Dapat dioperasikan dengan daya yang tersedia 220/380 volt, 3 phase, 50 Hz
- Pole : 2 atau 4 pole
- Putaran maksimal 2900 rpm.
- Mesin listrik minimal 5 HP dengan starting sistem Start Delta dan mampu

- bekerja selama 15 jam per hari dengan suhu lingkungan (ambient temperatur) 50° C.
- 6) Bahan pompa air baku terdiri dari :
- Casing terbuat dari cast iron.
  - Kipas (Impeller) pompa terbuat dari stainless steel, high crome steel, cast iron special dan bronze.
  - As pompa (shaft) terbuat dari stainless steel.
- 7) Perlengkapan pompa air baku terdiri atas:
- Satu set pressure gauge, 0,50 kg/cm<sup>2</sup>
  - Perlengkapan pompa air baku ada 2 tipe yaitu:
    - Tipe 1, pompa air baku dilengkapi dengan rantai dan pipa discharge flexible lengkap dengan fitting untuk sambungan ke pipa transmisi air baku.
    - Tipe 2, pompa air baku dengan jenis pompa benam (submersible) dilengkapi dengan sistem guiding bar dan pipa untuk discharge lengkap dengan fitting dan bend 90° medium untuk sambungan ke pipa transmisi air baku.
    - Menggunakan kabel khusus pompa submersible yang sesuai dengan uluran dan daya motor pompa terpasang. Bila memerlukan penyambungan dalam air, harus diberi isolasi khusus.

b. Pompa Distribusi

Pompa distribusi dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Pompa air baku harus dipilih dari jenis centrifugal horizontal dengan sumbu horizontal atau vertical.
- 2) Dapat dipakai single stage atau multi stage dengan casing dari besi tuang (cast iron) dan kipas dari kuningan atau baja tahan karat.
- 3) Ball bearing memakai bahan pelumas dari gemuk.
- 4) Dapat dioperasikan dengan daya yang tersedia 220/380 Volt, 3 phase, 60 Hz.
- 5) Pole : 2 atau 4 pole.
- 6) COS phi : 0,80
- 7) Putaran maksimal 2900 rpm.
- 8) Mesin listrik diatas 5 HP dengan starting sistem Start Delta dan mampu bekerja selama 15 jam per hari dengan temperatur ambien 50° C.
- 9) Mesin listrik minimal 5 HP dengan starting sistem Start Delta.

c. Perlengkapan pompa Air Minum

- 1) Satu set pressure gauge, sampai 10,0 kg/cm<sup>2</sup> dilengkapi dengan three way valve.
- 2) Float level control valve dan pressure switch.

3) Reducer, gate valve, non return valve, air valve, riser pipe untuk pipa discharge.

4) Fitting pipa termasuk steel bend untuk pipa discharge dan support kabel.

5) Kabel dan alat sambungnya dari motor ke panel pompa.

6) Brosur/ buku mengenai:

- Petunjuk operasi dan pemeliharaan

- Kurva Kinerja.

d. Pompa Pembubuh

Pembubuh larutan kimia harus menggunakan pompa dengan ketentuan sebagai berikut:

1) Stroke dapat diatur.

2) Jenis piston atau membrane, bila dengan membran harus sesuai dengan bahan kimia yang dipompaikan.

3) Pompa dapat bekerja baik dan terus menerus pada beban penuh.

4) Ketentuan lain mengikuti spesifikasi pabrik.

e. Bordes dan tangga

Instalasi Pengolahan Air harus dilengkapi dengan bordes dan tangga untuk operasi dan pemeliharaan. Tangga bordes terbuat dari bahan baja yang dicat anti karat.

6. Diesel generator set

Diesel generator set terdiri dari:

a. Mesin penggerak dan generator yaitu:

1) Mesin diesel, pendingin air (radiator) atau udara

2) Sistem ini dihidupkan dengan dynamo starter yang mendapat power supply dari batere 12 - 24 Volt.

3) Putaran maksimum 1500 rpm, baik dengan atau tanpa beban.

4) Pengkopelan antara mesin diesel dengan generator harus compatible.

5) Suara yang keluar dari perendaman, suara tidak boleh melebihi 70 dB pada jarak 1 meter di luar dinding.

6) Pemasangan harus memakai vibration mounting dan harus dilengkapi dengan Automatic Voltage Regulator (AVR).

7) Kapasitas generator sampai 40 KVA, tidak menggunakan turbo charger.

8) Mesin diesel harus mampu dibebani melampaui batas kapasitas sebesar 10% selama 2 jam dalam setiap periode 24 jam, tanpa ada gangguan mekanik dan kenaikan temperatur yang tinggi.

b. Perlengkapan standar untuk generator set:

1) Satu buah batere 12 volt.

2) Satu buah tangki bahan bakar, kapasitas minimal 100 Liter.

- 3) Satu buah buku petunjuk operasi dan pemeliharaan generator set.
  - c. Panel kontrol mesin harus mempunyai:
    - 1) Satu panel untuk mati hidup switch.
    - 2) Satu panel untuk pengukur tekanan oli.
    - 3) Satu panel untuk pengukur temperatur air.
    - 4) Satu panel darurat untuk mematikan mesin, bilamana temperatur air pendingin naik, tekanan oli turun, voltage naik berlebihan, putaran naik.
    - 5) Satu panel tekanan bahan bakar.
    - 6) Satu panel ammeter arus pengisi accu.
    - 7) Satu panel penunjuk jam operasi mesin.
    - 8) Satu panel penunjuk putaran (tacho meter).
    - 9) Satu set panel indikator kerja.
  - d. Panel generator harus mempunyai:
    - 1) Satu panel Volt meter.
    - 2) Satu tombol pemilih tegangan (selector switch).
    - 3) Satu tombol pengatur tegangan.
    - 4) Satu panel Watt meter.
    - 5) Satu panel frekuensi meter.
    - 6) Satu tombol, reset lampu panel.
7. Pengkabelan dan metode instalasi
- Kabel berisolasi PVC, memenuhi ketentuan:
- a. Jenis kabel terdiri dari NYA, kabel berisolasi karet dan NYA, kabel berisolasi PVC.
  - b. Shaft terbuat dari baja.
  - c. Perlengkapan Listrik:
    - 1) Main Swicht Gear (ECI)  
Terletak dipower house dan tenaga listrik yang diperoleh dari tenaga diesel genset diatur dan dimonitor didistribusikan melalui main switch charger, dialirkan ke panel EC2, box lampu penerangan luar, box lampu penerangan dalam dan sekaligus untuk panel penggerak pompa air bersih.  
Main switch gear ini dilengkapi dengan automatic tripping device untuk under voltage, under frequency, theonal dan single phasing. Resisting dilakukan dengan manual. Panel free standing.box yang berisi bus bar.
    - 2) Panel Pompa Air Baku (WC2)  
Masing-masing terletak di intake dan berisi antara lain :
      - Ampere meter
      - Volt meter
      - Tombol untuk menjalankan pompa

- Relay non bimetal
- On/Off switch
- Lampu indikator untuk run, ready dan trip
- Fuse dan MCB
- 20 watt heater

3) Grounding masing-masing panel

4) Penerangan di dalam Ruangan

Penerangan secukupnya untuk di dalam bangunan pelengkap, lighting fixture disediakan lampu-lampu T.L dilengkapi dengan stop kontak, receptacle dan normal standard accessories.

5) Penerangan di luar ruangan

Untuk penerangan halaman dan bangunan instalasi pengolahan air bersih serta intake

harus disediakan lampu luar dengan tiang lampu, masing-masing tiang dibuat dari steel pipe. Lampu yang dipasang dan jenis yang tahan terhadap pengaruh panas dan hujan.

6) Kabel kabel

Semua kabel harus memenuhi 7.10 PUUL 2000 SNI 04-0225-2000; dan pemasangannya harus dilindungi dengan konduit. Untuk kabel yang ditanam langsung

harus dari jenis NYF GBY sedangkan kabel yang terpasang dalam air harus jenis submarine. Rekanan harus menghitung sendiri ukuran kabel yang dipergunakan dan sebelum dipasang harus ada persetujuan terlebih dahulu dari petugas proyek.

8. Pembumian

Pembumian terdiri dari :

- a. Panel, transformator, generator dan elektromotor perlu pembumian.
- b. Tahanan tanah tidak boleh dari 5 Ohm.
- c. Persyaratan harus sesuai dengan SNI 04-0225- 2000, PUUL 2000

9. Lemari hubung bagi

- a. Panel harus merupakan jenis indoor, dapat berdiri tegak tanpa penopang, dengan penghantar bagi daya jenis penampang persegi empat (bush bar).
- b. Jumlah phase: 3 (tiga) phase, 4 (empat) kawat.
- c. Frekuensi : 50 Hz.
- d. Kapasitas isolasi untuk Voltage penghantar utama: 600 V AC; dan untuk Voltage penghantar kontrol :250 V AC.
- e. Voltage kerja untuk penghantar utama : 380 V AC; dan untuk penghantar kontrol :220 V AC dan 100 V DC.

- f. Pabrikasi, dibuat oleh pabrik yang mempunyai sertifikat PLN.
- g. Tebal pelat baja, 2,0 mm untuk dinding dan 3,0 mm untuk pintu.
- h. Pada sisi penghantar masuk minimal harus dipasang satu pengaman arus yang tidak kurang dari arus nominal penghantar masuk tersebut dan minimal 10 A.
- i. Sakelar masuk pada MDP (Main Distribution Panel) harus diberi tanda pengenal khusus, sehingga mudah dikenal dan dibedakan dari sakelar lain.
- j. Pada sisi penghantar keluar harus dipasang sakelar keluar, bilamana mensuplai 3 buah atau lebih MDP : atau 3 atau lebih motor-motor yang dayanya lebih dari 1,5 KW atau dihubungkan ke tiga atau lebih kontak-kontak yang masing-masing mempunyai arus nominal lebih dari 16 A; atau mempunyai arus nominal 100 A atau lebih.
- k. Pada sisi penghantar masuk, dipasang pengaman lebur sebelum sakelar.
- l. Pengaman lebur untuk penerangan harus di pasang secara terbuka.
- m. Dalam pemasangan rel dan penghantar didalam MDP harus diperhitungkan agar tidak terjadi panas yang berlebihan.
- n. Pemasangan bagian telanjang yakni bagian yang bersifat penghantar, tetapi tidak termasuk sirkuit arus atau bagian bertegangan lain dengan polaritas atau phase berbeda atau sama, harus mempunyai jarak minimal 5 cm.
- o. MDP harus diberi penghantar pembumian tersendiri.
- p. Alat ukur dan indikator yang dipasang pada MDP harus terlihat jelas dan harus ada petunjuk tentang besaran apa yang dapat diukur dan gejala apa yang ditunjukkan.
- q. Penghantar rel harus terbuat dari tembaga yang memenuhi pesyaratan sebagai penghantar listrik.
- r. Besar arus yang mengalir diperhitungkan sesuai kemampuan rel dan tidak akan menyebabkan suhu lebih dari 65°C. Ukuran rel pada 35°C sesuai SNI 04-0225-2000.
- s. Komponen gawai kendali seperti tombol, sakelar, lampu sinyal, sakelar magnit dan kawat penghubung harus mempunyai kemampuan yang sesuai dengan penggunaannya dan harus mempunyai tanda atau warna yang memudahkan operator untuk melayaninya.

### 1) Perangkat Kendali

- Setiap motor harus dilengkapi dengan kendali tersendiri
- Tiap kendali motor arus bolak-balik harus mampu memutuskan arus motor macet
- Sarana pemutus arus harus dapat memutuskan hubungan antara motor serta kendali dan semua penghantar suplai yang dibumikan, sehingga tidak ada kutub yang dapat dioperasikan tersendiri.
- Pemutus arus harus mempunyai kemampuan sekurang-kurangnya 115% dari jumlah arus beban penuh.

- 2) Peralatan laboratorium minimal harus tersedia peralatan untuk pemeriksaan kekeruhan, pH, sisa Chlor, direkomendasikan untuk dilengkapi dengan pemeriksaan: warna, jar test, tabung Imhoff, kepekatan larutan, timbangan dan peralatan gelas.

## 10. Struktur

Struktur paket unit instalasi pengolahan air harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- b. Pondasi dari beton bertulang, beton tumbuk atau pasangan batu belah sesuai dengan daya dukung tanah setempat dimana IPA akan diletakan.
- c. Sambungan sistem las sesuai dengan SNI 07-0071-1987 tentang mutu dan cara uji pipa baja las spiral.
- d. Sambungan antara profil dengan profil menggunakan sistem las atau baut sesuai dengan SNI 07-2295-1988.
- e. Dinding baja harus diperkuat dengan baja siku sesuai dengan SNI 07-0070-1987 tentang baja siku sama kaki bertepi bulat, canai panas hasil rerolling, mutu dan cara uji yang sesuai dengan desain pabrikan IPA.

## 11. Kinerja

Paket Unit IPA harus mempunyai kinerja untuk kualitas, kuantitas air baku dan air yang diolah, memenuhi ketentuan yang berlaku.

## 12. Umur pakai

Umur pakai paket Unit IPA minimal selama 10 (sepuluh) tahun.

### 3.2.4. Unit Distribusi

Pengembangan SPAM unit distribusi dapat berupa jaringan perpipaan yang terkoneksi satu dengan lainnya membentuk jaringan tertutup (loop), sistem jaringan distribusi bercabang (*dead-end distribution system*) atau kombinasi kedua sistem tersebut (*grade system*). Bentuk jaringan pipa distribusi ditentukan oleh kondisi topografi, lokasi reservoir, luas wilayah pelayanan, jumlah pelanggan dan jaringan jalan dimana pipa akan dipasang.

Ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi dalam perencanaan denah sistem distribusi adalah sebagai berikut:

1. Denah sistem distribusi ditentukan berdasarkan keadaan topografi wilayah pelayanan dan lokasi instalasi pengolahan air.

2. Tipe sistem distribusi ditentukan berdasarkan keadaan topografi wilayah pelayanan.
3. Jika keadaan topografi tidak memungkinkan untuk sistem gravitasi seluruhnya, diusulkan kombinasi sistem gravitasi dan pompa. Jika wilayah pelayanan semua relatif datar, dapat digunakan sistem perpompaan langsung, kombinasi dengan menara air, atau penambahan pompa penguat (*booster pump*)
4. Jika terdapat perbedaan elevasi wilayah pelayanan terlalu besar atau lebih dari 40 m, wilayah pelayanan dibagi menjadi beberapa zona sedemikian rupa, sehingga memenuhi persyaratan tekanan minimum. Untuk mengatasi tekanan yang berlebihan dapat digunakan katup pelepas tekan (*pressure reducing valve*), sedangkan untuk mengatasi kekurangan tekanan dapat digunakan pompa penguat. Untuk Kriteria teknis pipa distribusi ditunjukkan oleh tabel dibawah ini.

#### Perpipaan Transmisi Air Minum dan Distribusi

1. Penentuan dimensi perpipaan transmisi air minum dan distribusi dapat menggunakan formula:

$$Q = V \times A$$

$$A = 0,785 D^2$$

dimana:

$Q$  : debit ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$V$  : kecepatan pengaliran ( $\text{m}/\text{detik}$ )

$A$  : luas penampang pipa ( $\text{m}^2$ )

$D$  : diameter pipa (m)

2. Kualitas pipa berdasarkan tekanan yang direncanakan; untuk pipa bertekanan tinggi dapat menggunakan pipa Galvanis (GI) Medium atau pipa PVC kelas AW, 8 s/d 10  $\text{kg}/\text{cm}^2$  atau pipa berdasarkan SNI, Seri (10–12,5), atau jenis pipa lain yang telah memiliki SNI atau standar internasional setara.
3. Jaringan pipa didesain pada jalur yang ditentukan dan digambar sesuai dengan zona pelayan yang di tentukan dari jumlah konsumen yang akan dilayani, penggambaran dilakukan skala maksimal 1:5.000.

**Tabel 3.14** Kriteria Teknis Pipa Distribusi

No.	Uraian	Notasi	Kriteria
1.	Debit Perencanaan	$Q_{\text{puncak}}$	Kebutuhan air jam puncak $Q_{\text{peak}} = f_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2.	Faktor hari maksimum	$f_{\text{max}}$	1.15 – 3

No.	Uraian	Notasi	Kriteria
3.	Kecepatan aliran di dalam pipa : a. Kecepatan minimum b. Kecepatan maksimum - Pipa PVC atau ACP - Pipa DCIP atau baja	$V_{\min}$ $V_{\max}$	0.3 – 0.6 m/det  3.0 – 4.5 m/det 6 m/det
4.	Tekanan air dalam pipa : a. Tekanan minimum  b. Tekanan maksimum - Pipa PVC atau ACP - Pipa Baja atau DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	$H_{\min}$ $H_{\max}$	(0.5 – 1) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh  6 – 8 atm 10 atm 12.4 Mpa

Sumber: Per Men PU Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum

### **Pipa Distribusi**

#### 1. Denah (Lay-out) Jaringan Pipa Distribusi

Perencanaan denah (*lay-out*) jaringan pipa distribusi ditentukan berdasarkan pertimbangan:

- Situasi jaringan jalan di wilayah pelayanan; jalan-jalan yang tidak saling menyambung dapat menggunakan sistem cabang. Jalan-jalan yang saling berhubungan membentuk jalur jalan melingkar atau tertutup, cocok untuk sistem tertutup, kecuali bila konsumen jarang
- Kepadatan konsumen; makin jarang konsumen lebih baik dipilih denah (*lay-out*) pipa berbentuk cabang
- Keadaan topografi dan batas alam wilayah pelayanan
- Tata guna lahan wilayah pelayanan

#### 2. Komponen Jaringan Distribusi

Jaringan pipa distribusi harus terdiri dari beberapa komponen untuk memudahkan pengendalian kehilangan air

- Zona distribusi suatu sistem penyediaan air minum adalah suatu area pelayanan dalam wilayah pelayanan air minum yang dibatasi oleh pipa jaringan distribusi utama (distribusi primer). Pembentukan zona distribusi didasarkan pada batas alam (sungai, lembah, atau perbukitan) atau perbedaan tinggi lebih besar dari 40 meter antara zona pelayanan dimana masyarakat terkonsentrasi atau batas administrasi. Pembentukan zona distribusi dimaksudkan untuk memastikan dan menjaga tekanan minimum yang relatif sama pada setiap

zona. Setiap zona distribusi dalam sebuah wilayah pelayanan yang terdiri dari beberapa Sel Utama (biasanya 5-6 sel utama) dilengkapi dengan sebuah meter induk.

- b. Jaringan Distribusi Utama (JDU) atau distribusi primer yaitu rangkaian pipa distribusi yang membentuk zona distribusi dalam suatu wilayah pelayanan SPAM.
- c. Jaringan distribusi pembawa atau distribusi sekunder adalah jalur pipa yang menghubungkan antara JDU dengan Sel Utama.
- d. Jaringan distribusi pembagi atau distribusi tersier adalah rangkaian pipa yang membentuk jaringan tertutup Sel Utama.
- e. Pipa pelayanan adalah pipa yang menghubungkan antara jaringan distribusi pembagi dengan Sambungan Rumah. Pendistribusian air minum dari pipa pelayanan dilakukan melalui *Clamp Sadle*.
- f. Sel utama (*Primary Cell*) adalah suatu area pelayanan dalam sebuah zona distribusi dan dibatasi oleh jaringan distribusi pembagi (distribusi tersier) yang membentuk suatu jaringan tertutup. Setiap sel utama akan membentuk beberapa Sel Dasar dengan jumlah sekitar 5-10 sel dasar. Sel utama biasanya dibentuk bila jumlah sambungan rumah (SR) sekitar 10.000 SR.

### 3. Bahan Pipa

Pemilihan bahan pipa bergantung pada pendanaan atau investasi yang tersedia. Hal yang terpenting adalah harus dilaksanakannya uji pipa yang terwakili untuk menguji mutu pipa tersebut. Tata cara pengambilan contoh uji pipa yang dapat mewakili tersebut harus memenuhi persyaratan teknis dalam SNI 06-2552-1991 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Pipa PVC Untuk Air Minum, atau standar lain yang berlaku.

### 4. Diameter Pipa Distribusi

Ukuran diameter pipa distribusi ditentukan berdasarkan aliran pada jam puncak dengan sisa tekan minimum di jalur distribusi, pada saat terjadi kebakaran jaringan pipa mampu mengalirkan air untuk kebutuhan maksimum harian dan tiga buah hidran kebakaran masing-masing berkapasitas 250 gpm dengan jarak antara hidran maksimum 300 m. Faktor jam puncak terhadap debit rata-rata tergantung pada jumlah penduduk wilayah terlayani berdasarkan Departemen PU Direktorat Cipta Karya, 1998 adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.15** Faktor Jam Puncak untuk Perhitungan jaringan Pipa Distribusi

Faktor	Pipa Distribusi Utama	Pipa Distribusi Pembawa	Pipa Distribusi Pembagi
Jam Puncak	1.15-1.7	2	3

### Diameter Pipa Distribusi

Cakupan Sistem	Pipa Distribusi Utama	Pipa Distribusi Pembawa	Pipa Distribusi Pembagi	Pipa Pelayanan
<b>Sistem Kecamatan</b>	$\geq 100$ mm	75 – 100 mm	75 mm	50 mm
<b>Sistem Kota</b>	$\geq 150$ mm	100– 150 mm	75 – 100 mm	50 – 75 mm

Sumber : Departemen PU Direktorat Cipta Karya, 1998

Analisis jaringan pipa distribusi antara lain memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Jika jaringan pipa tidak lebih dari empat *loop*, perhitungan dengan metoda *hardy-cross* masih diijinkan secara manual. Jika lebih dari empat *loop* harus dianalisis dengan bantuan program komputer.
2. Perhitungan kehilangan tekanan dalam pipa dapat dihitung dengan rumus *Hazen Williams* :

$$Hf = 10,66 - 1,85 D^{-4,87} L$$

Kecepatan aliran dengan rumus:

$$V = 0,38464 C.D \sqrt{0,54}$$

Debit aliran dihitung dengan rumus:

$$Q = 0,27853 C.D \sqrt{0,54} L$$

Dimana:

- $Q$  = debit air dalam pipa ( $m^3$ /detik)  
 $C$  = koefisien kekasaran pipa  
 $D$  = diameter pipa (m)  
 $S$  = slope/kemiringan hidrolis  
 $Ah$  = kehilangan tekanan (m)  
 $L$  = panjang pipa (m)  
 $V$  = kecepatan aliran dalam pipa (m/detik)  
 $A$  = luas penampang pipa ( $m^3$ )

**Perlengkapan Jaringan Pipa Distribusi :**

1. *Katup/valve*

Katup berfungsi untuk membuka dan menutup aliran air dalam pipa, dipasang pada:

- a. lokasi ujung pipa tempat aliran air masuk atau aliran air keluar;
- b. setiap percabangan;

- c. pipa outlet pompa;
- d. pipa penguras atau wash out

Tipe katup yang dapat dipakai pada jaringan pipa distribusi adalah Katup Gerbang (*Gate Valve*) dan Katup kupu-kupu (*Butterfly Valve*).

## 2. Katup penguras (*Wash Out/Blow Off*)

Dipasang pada tempat-tempat yang relatif rendah sepanjang jalur pipa, ujung jalur pipa yang mendatar dan menurun dan titik awal jembatan

## 3. Katup Udara (*Air Valve*)

Dipasang pada titik tertinggi di sepanjang pipa distribusi, di jembatan pipa dengan perletakan  $\frac{1}{4}$  panjang bentang pipa dari arah aliran, pada jalur lurus setiap jarak tertentu.

## 4. Hidran Kebakaran

Dipasang pada jaringan pipa distribusi dengan jarak antar hidran maksimum tidak boleh lebih dari 300 m di depan gedung perkantoran kran komersil

## 5. Bak Pelepas Tekan (BPT)

Bak pelepas tekan (BPT) merupakan salah satu bangunan penunjang pada jaringan transmisi atau pipa distribusi. BPT berfungsi untuk menghilangkan tekanan lebih yang terdapat pada aliran pipa, yang dapat mengakibatkan pipa pecah.

## 6. Jembatan Pipa

- a. Merupakan bagian dari pipa transmisi atau pipa distribusi yang menyeberang sungai/saluran atau sejenis, diatas permukaan tanah/sungai.
- b. Pipa yang digunakan untuk jembatan pipa disarankan menggunakan pipa baja atau pipa *Ductile Cast Iron* (DCIP).
- c. Sebelum bagian pipa masuk dilengkapi *gate valve* dan *wash out*.
- d. Dilengkapi dengan *air valve* yang diletakkan pada jarak  $1/4$  bentang dari titik masuk jembatan pipa.

## 7. Syphon

- a. Merupakan bagian dari pipa transmisi atau pipa distribusi yang menyeberang di bawah dasar sungai/saluran.
- b. Pipa yang digunakan untuk *syphon* disarankan menggunakan pipa baja atau pipa *Ductile Cast Iron* (DCIP).
- c. Bagian pipa masuk dan keluar pada *syphon*, dibuat miring terhadap pipa transmisi atau pipa distribusi membentuk sudut 45 derajat dan diberi blok beton penahan sebagai pondasi.
- d. Bagian pipa yang menyeberang/berada di bawah dasar sungai/saluran harus diberi pelindung.

#### 8. *Manhole*

- a. *Manhole* diperlukan untuk inspeksi dan perbaikan terhadap perlengkapan perlengkapan tertentu pada jaringan distribusi.
- b. *Ditempatkan* pada tempat-tempat pemasangan meter air, pemasangan katup, dan sebagainya.

#### 9. *Thrust Block*

- a. Berfungsi sebagai pondasi bantalan/dudukan perlengkapan pipa seperti *bend*, *tee*, Katup (*valve*) yang berdiameter lebih besar dari 40 mm.
- b. Dipasang pada tempat-tempat dimana perlengkapan pipa dipasang yaitu pada:
  - 1) Belokan pipa.
  - 2) Persimpangan/percabangan pipa.
  - 3) Sebelum dan sesudah jembatan pipa, *syphon*.
  - 4) Perletakan *valve*/katup.
- c. Dibuat dari pasangan batu atau beton bertulang

### □ KRITERIA PERENCANAAN

#### SIMULASI PERSAMAAN HIDROLIS

##### 1. Hukum Bernoulli

Aliran dalam pipa memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya, yaitu :

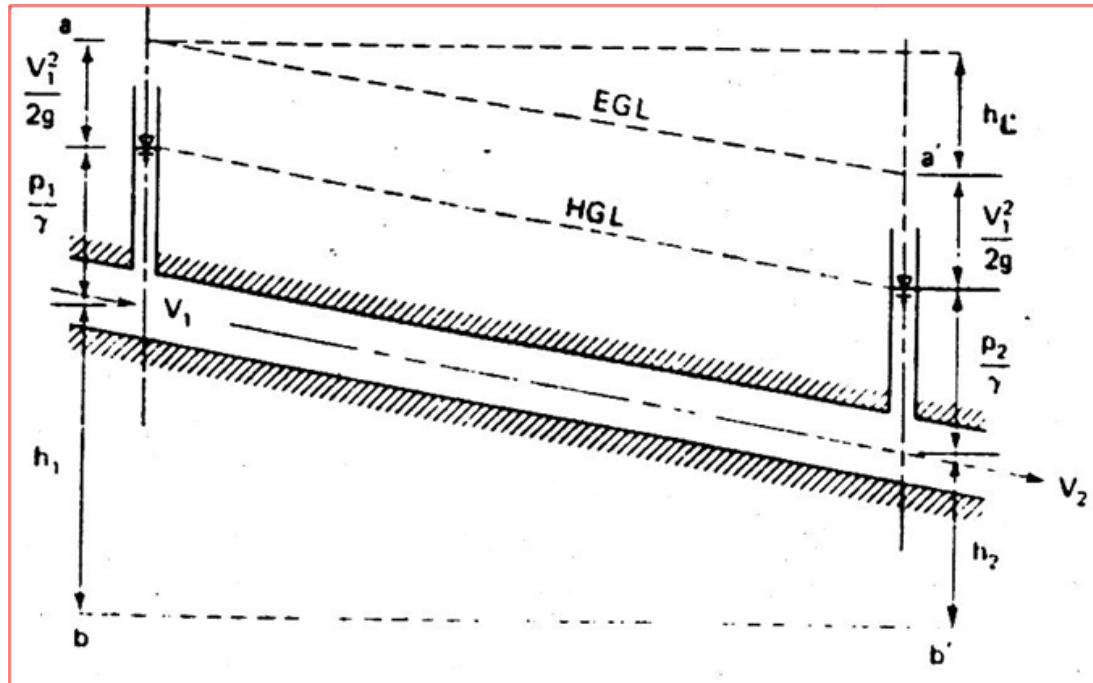
- a. Energi ketinggian
- b. Energi tekanan
- c. Energi kecepatan

Hal tersebut dikenal dengan prinsip Bernoulli bahwa tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energy ketinggian yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E_{TOT} = Energi\ Ketinggian + Energi\ Tekanan + Energi\ Kecepatan$$

$$E_{TOT} = Z + \frac{P}{\gamma_w} + \frac{v^2}{2g}$$

Menurut teori kekekalan energi dari hukum Bernoulli yakni apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dapat dijelaskan pada gambar di bawah ini :



**Gambar 3.1** Diagram Energi dan Garis Tekan  
(Sumber : Haestad. 2001 : 268)

Hukum kekekalan Bernoulli pada gambar di atas dapat ditulis sebagai berikut (Haestad, 2002 : 267) :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma_w} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma_w} + \frac{V_2^2}{2g} + h_L$$

Dengan

$\frac{P_1}{\gamma_w}$  dan  $\frac{P_2}{\gamma_w}$  = energi tekanan di titik 1 dan 2 (m)

$\frac{V_1^2}{2g}$  dan  $\frac{V_2^2}{2g}$  = energi kecepatan di titik 1 dan 2 (m)

$P_1$  dan  $P_2$  = tekanan di titik 1 dan 2 ( $\text{kg/m}^2$ )

$\gamma_w$  = berat jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_1$  dan  $V_2$  = kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/det)

$g$  = kecepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

$Z_1$  dan  $Z_2$  = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

$h_L$  = kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)

## 2. Hukum Kontinuitas

Hukum kontinuitas yang dituliskan :

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

Dimana :

$Q_1$	= debit pada potongan 1 ( $m^3/det$ )
$Q_2$	= debit pada potongan 2 ( $m^3/det$ )
$A_1$	= luas penampang pada potongan 1 ( $m^2$ )
$A_2$	= luas penampang pada potongan 2 ( $m^2$ )
$V_1$	= kecepatan pada potongan 1 ( $m/det$ )
$V_2$	= kecepatan pada potongan 2 ( $m/det$ )

Pada aliran percabangan pipa juga berlaku hukum kontinuitas dimana debit yang masuk pada suatu pipa sama dengan debit yang keluar pipa. Hal tersebut diilustrasikan sebagai berikut :

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot V_1 = (A_2 \cdot V_2) + (A_3 \cdot V_3)$$

Dimana :

$Q_1, Q_2, Q_3$	= debit yang mengalir pada penampang 1,2 dan 3 ( $m^3/det$ )
$A_1, A_2, A_3$	= luas pada penampang 1,2 dan 3 ( $m^2$ )
$V_1, V_2, V_3$	= kecepatan pada penampang 1,2 dan 3 ( $m/det$ )

## 3. Kehilangan Tekanan (Head Loss)

Secara umum didalam suatu instalasi jaringan pipa dikenal dua macam kehilangan energi :

### a. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (Major Losses)

Ada beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor ini yaitu dari Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning, Chezy, Colebrook-White dan Swamme-Jain. Dalam kajian ini digunakan persamaan Hazen-Williams (Haestad, 2001 : 278) yaitu :

$$h_f = k \cdot Q^{1.85}$$

Dimana:

$$Q = 0.85 \cdot C_{HW} \cdot A \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54}$$

$$k = \frac{10.7 L}{C_{HW}^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

Dengan :

- $Q$  = debit aliran pada pipa ( $\text{m}^3/\text{det}$ )
- 0.85 = konstanta
- $C_{HW}$  = koefisien kekasaran Hazen William
- $A$  = luas penampang aliran ( $\text{m}^2$ )
- $R$  = jari-jari hidrolis (m)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot D^2}{\pi \cdot D}$$

- $S$  = kemiringan garis energy (m/m)

$$S = \frac{h_f}{L}$$

- $h_f$  = kehilangan tinggi tekan mayor (m)
- $D$  = diameter pipa (m)
- $k$  = koefisien karakteristik pipa
- $L$  = panjang pipa (m)

**Tabel 3.15** Nilai Kekasaran Pipa ( $C_{HW}$ )

No	Jenis Pipa	Nilai $C_{HW}$
1	Extremely smooth and straight pipes	140
2	New Steel or Cast Iron	130
3	Wood; Concrete	120
4	New Riveted Steel; vitrified	110
5	Old Cast Iron	100
6	Very Old and corroded cast iron	80

Sumber: Jack B. Evett, Cheng Liu. *Fundamentals of Fluids Mechanics*. McGraw Hill, New York 1987, hal. 161)

b. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (Minor Losses)

Minor losses ialah kehilangan tekanan yang disebabkan oleh fitting di dalam sistem distribusi. Jika fitting yang digunakan sedikit maka minor losses-nya dapat diabaikan tetapi kalau fitting-nya banyak maka minor losses-nya harus

diperhitungkan. Nilai tipikal kehilangan tekanan ini biasanya berkisar 5% - 10% dari major losses-nya.

Ada berbagai macam kehilangan tinggi tekan minor sebagai berikut:

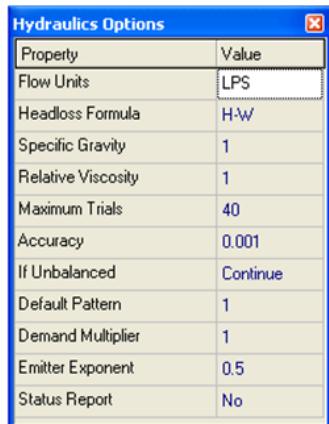
1. Kehilangan Tinggi Minor karena Pelebaran Pipa
2. Kehilangan Tinggi Minor karena Penyempitan Mendadak pada Pipa
3. Kehilangan Tinggi Minor karena Mulut Pipa
4. Kehilangan Tinggi Minor karena Belokan pada Pipa
5. Kehilangan Tinggi Minor karena Sambungan dan Katup pada Pipa

Kehilangan tekanan oleh fitting dapat dihitung dengan rumus sbb:

$$h_f = k \times \frac{v^2}{2g}$$

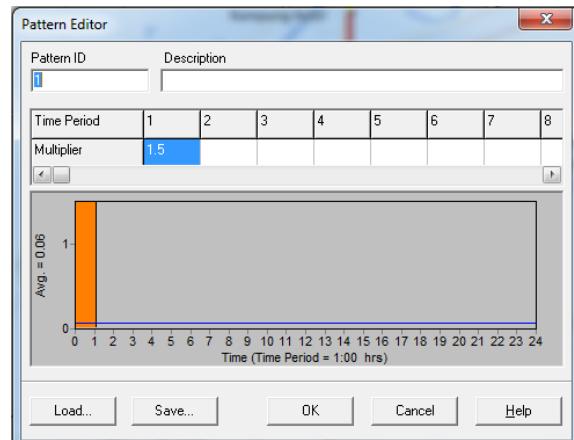
## ANALISA HIDROLIS

Rancangan rinci jaringan pipa menggunakan software EPANET, yaitu program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), Pompa, Katub dan Tangki Air atau Reservoir. EPANET menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia di dalam jaringan pipa selama dalam periode pengaliran.

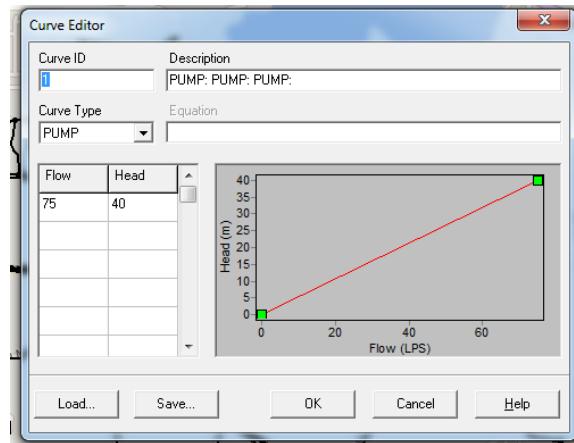


Persamaan yang digunakan dalam simulasi hidrolis (Hydraulics Options) adalah persamaan Hazen-Williams, yaitu formula yang umum digunakan di Amerika Serikat. Formula tersebut tidak dapat digunakan untuk cairan selain air dan hanya untuk aliran turbulent.

Input fluktuasi pemakaian air minum (Pattern Editor) mengikuti asumsi jam puncak (Q peak), yaitu pemakaian air pada jam puncak sebesar  $1.5 \times Q$  rerata.



Pola pemakaian pada saat jam puncak harus diperhatikan saat simulasi aliran hidrolis, agar kapasitas pipa yang direncanakan masih dapat mensuplai kebutuhan air sesuai kriteria perencanaan saat Q peak.



### 3.2.5. Unit Pelayanan

Unit Pelayanan terdiri dari sambungan rumah, hidran/kran umum, terminal air, hidran kebakaran dan meter air.

#### 1. Sambungan Rumah

Yang dimaksud dengan pipa sambungan rumah adalah pipa dan perlengkapannya, dimulai dari titik penyadapan sampai dengan meter air. Fungsi utama dari sambungan rumah adalah:

- Mengalirkan air dari pipa distribusi ke rumah konsumen;
- Untuk mengetahui jumlah air yang dialirkan ke konsumen.

Perlengkapan minimal yang harus ada pada sambungan rumah adalah:

- Bagian Penyadapan Pipa;
- Meter air dan pelindung meter air atau flowrestrictor;
- Katup pembuka/penutup aliran air;
- Pipa dan perlengkapannya.

#### 2. Hidran/Kran Umum

Pelayanan Kran Umum (KU) meliputi pekerjaan perpipaan dan pemasangan meteran air berikut konstruksi sipil yang diperlukan sesuai gambar rencana. KU menggunakan pipa pelayanan dengan diameter  $\frac{3}{4}$ "–1" dan meteran air berukuran  $\frac{3}{4}$ ". Panjang pipa pelayanan sampai meteran air disesuaikan dengan situasi di lapangan/pelanggan. Konstruksi sipil dalam instalasi sambungan pelayanan merupakan pekerjaan sipil yang sederhana meliputi pembuatan bantalan beton, meteran air, penyediaan kotak pengaman dan batang penyangga meteran air dari plat baja beserta anak kuncinya, pekerjaan pemasangan, plesteran dan lain-lain sesuai gambar rencana.

Instalasi KU dibuat sesuai gambar rencana dengan ketentuan sebagai berikut:

- Lokasi penempatan KU harus disetujui oleh pemilik tanah

- b. Saluran pembuangan air bekas harus dibuat sampai mencapai saluran air kotor/selokan terdekat yang ada
  - c. KU dilengkapi dengan meter air diameter  $\frac{3}{4}$ "
3. Hidran Kebakaran

Hidran kebakaran adalah suatu hidran atau sambungan keluar yang disediakan untuk mengambil air dari pipa air minum untuk keperluan pemadam kebakaran atau pengurasan pipa. Unit hidran kebakaran (**fire hydrant**) pada umumnya dipasang pada setiap interval jarak 300 m, atau tergantung kepada kondisi daerah/peruntukan dan kepadatan bangunannya.

Berdasarkan jenisnya dibagi menjadi 2, yaitu:

- a. Tabung basah, mempunyai katup operasi diujung air keluar dari kran kebakaran. Dalam keadaan tidak terpakai hidran jenis ini selalu terisi air.
- b. Tabung kering, mempunyai katup operasi terpisah dari hidran. Dengan menutup katup ini maka pada saat tidak dipergunakan hidran ini tidak berisi air.

Pada umumnya hidran kebakaran terdiri dari empat bagian utama, yaitu:

- a. Bagian yang menghubungkan pipa distribusi dengan hidran kebakaran
- b. Badan hidran
- c. Kepala hidran
- d. Katup hidran

Survey-survey yang dapat dilaksanakan saat proses penyusunan perencanaan teknis penyelenggaraan SPAM adalah:

1. Tata Cara Survei dan Pengkajian Topografi
2. Tata Cara Survei dan Pengkajian Ketersediaan Bahan Konstruksi
3. Tata Cara Survei dan Pengkajian Energi
4. Tata Cara Survei dan Pengkajian Hasil Penyelidikan Tanah
5. Tata Cara Penyusunan Dokumen Lelang
6. Spesifikasi Teknis Rancangan Anggaran Biaya
7. Tata Cara Survei Geomorfologi dan Geohidrologi
8. Tata Cara Survei Hidrologi Air Permukaan
9. Tata Cara Survei dan Pengkajian Lokasi SPAM
10. Tata Cara Survei dan Pengkajian Ketersediaan Bahan Kimia
11. Tata Cara Perancangan Anggaran Biaya:

# BAB IV

## KONDISI EKSISTING SPAM WILAYAH STUDI

### 4.1 SPAM PDAM Kabupaten Sukabumi

#### 4.1.1. Umum

PDAM Kabupaten Sukabumi didirikan berdasarkan Peraturan daerah Kabupaten Sukabumi Nomor 2 tahun 1990 tanggal 30 Januari tahun 1990 yang telah disempurnakan dengan Perda Kabupaten Sukabumi Nomor 18 tahun 2002 tanggal 5 september tahun 2002 tentang Penataan PDAM Kabupaten Sukabumi. Tujuan didirikannya PDAM Sukabumi adalah untuk menyelenggarakan pengelolaan, penyediaan, pengusahaan dan pelayanan air bersih yang memenuhi standar kesehatan serta melaksanakan pelayanan jasa teknis dan administratif. Adapun fungsinya adalah sebagai penyedia air minum untuk masyarakat di Kabupaten Sukabumi dan wilayah sekitarnya.

#### 4.1.2. Aspek Teknis

##### 4.1.2.1. Unit Air Baku

Sumber air baku yang digunakan oleh PDAM Kabupaten Sukabumi untuk memenuhi kebutuhan air minum saat ini berasal dari mata air, air permukaan (sungai), dan air tanah (*deep well*) dengan jumlah kapasitas yang dimanfaatkan berturut – turut sebesar 231 liter/detik (dari 9 mata air), 222 liter/detik (dari 8 sungai), dan 13 liter/detik (dari 2 sumur dalam) sehingga secara keseluruhan total kapasitas terpasang sumber air baku PDAM Kabupaten Sukabumi adalah 495 liter/detik. Sedangkan produksi yang berhasil diperoleh PDAM dari sumber air baku tersebut adalah sebesar 348 liter/detik sehingga terdapat kapasitas idle sebesar 147 liter/detik. Besarnya kapasitas idle ini utamanya disebabkan oleh banyaknya sub-sistem dan lokasi sub-sistem yang terpencar, sehingga semakin menurunnya kemampuan produksi sumber air baku akibat degradasi kondisi lingkungan hidup disekitarnya. Untuk mengetahui debit di tiap sumber air baku dapat dilihat pada **Tabel 4.1 – 4.3** berikut ini.

**Tabel 4.1** Sumber Mata Air Baku PDAM Kabupaten Sukabumi

No	Sumber Air	Kapasitas Terpasang (lt/det)	Kapasitas yang dapat dimanfaatkan (lt/det)	Kapasitas Produksi (lt/det)	Wilayah Terlayani
1	Mata Air Cikombo	46	40	33	Clcurug
2	Mata Air Cipanas	96	90	66	Cibadak
3	Mata Air Cimacan	27	25	20	Parung Kuda
4	Mata Air Kiararugrug	21	18	13	Kalapa Nunggal
5	Mata Air Cipongpok	20	20	2	Sagaranten/Purabaya
6	Mata Air Citangkalak	9	8	6	Nagrak
7	Mata Air Cisalopa	12	10	4	Sukalarang
8	Mata Air Cipadurenan	12	10	8	Bojong Genteng
9	Mata Air Cikampo/Cipanas	12	10	8	Cidahu
<b>Total</b>		<b>255</b>	<b>231</b>	<b>160</b>	

Sumber : Data PDAM Kabupaten Sukabumi tahun 2012-2018, Analisa Konsultan

**Tabel 4.2** Sumber Air Permukaan PDAM Kabupaten Sukabumi

No	Sumber Air	Kapasitas Terpasang (lt/det)	Kapasitas yang dapat dimanfaatkan (lt/det)	Kapasitas Produksi (lt/det)	Wilayah Terlayani
1	Sungai Citepus	82	80	72	Palabuhanratu
2	Sungai Sukawayana & Cimaja	26	24	16	Cisolok/Cikakak
3	Sungai Citatih/Dam PLTU Ubrug	70	70	56	Cikembar & Warung Kiara
4	Sungai Tonjong	13	13	12	Parakan Salak
5	Sungai Cikarang	10	10	8	Jampang Kulon
6	Sungai Cimunjul	10	10	8	Ciambar
7	Sungai Citamiang	13	12	5	Kabandungan
8	Sungai Cibogo	3	3	1	Caringin
<b>Total</b>		<b>227</b>	<b>222</b>	<b>178</b>	

Sumber : Data PDAM Kabupaten Sukabumi tahun 2012-2018, Analisa Konsultan

**Tabel 4.1** Sumber Air Tanah Dalam PDAM Kabupaten Sukabumi

No	Sumber Air	Kapasitas Terpasang (lt/det)	Kapasitas yang dapat dimanfaatkan (lt/det)	Kapasitas Produksi (lt/det)	Wilayah Terlayani
1	Sumur Dalam Leuwi Sengked	3	3	2	Jampang Tengah
2	Sumur Dalam Bojong Nangka	10	10	8	Cisaat
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	

Sumber : Data PDAM Kabupaten Sukabumi Tahun 2012-2018, Analisa Konsultan

#### 4.1.2.2. Unit Transmisi

Jaringan pipa transmisi Unit Cibadak kondisinya saat ini sudah banyak ditapping untuk memenuhi permintaan pelanggan PDAM di sepanjang bentang pipa transmisi. Unit ini juga mengalami kendala banyaknya kebocoran pada sambungan-sambungan pipa DCIP dan PVC jaringan distribusi dengan total Panjang 64,83 km. Sedangkan di Cabang Parung Kuda, pipa distribusi PVC sepanjang 4,38 km banyak yang retak atau pecah sehingga mengalami tingkat kebocoran tinggi.

#### 4.1.2.3. Unit Produksi

Kapasitas terpasang unit produksi PDAM Kabupaten Sukabumi sekitar 495 lt/det, adapun kapasitas yang dapat dimanfaatkan sebesar 466 lt/det. Dari total kapasitas yang dapat dimanfaatkan pada akhir tahun 2019 PDAM Kabupaten Sukabumi menghasilkan kapasitas produksi sebesar 348 lt/det. Potensi produksi terbesar berasal dari sumber air permukaan sebesar 227 lt/det, kapasitas hamper maksimal yang bisa dimanfaatkan sebesar 222 lt/det dan produksinya mencapai 178 lt/det atau sekitar 80% dari kapasitas yang bisa dimanfaatkan. Sedangkan sumber air baku berupa mata air mencapai 69% atau 160 lt/det dari kapasitas yang bisa dimanfaatkan yaitu 231 lt/det. Penggunaan sumber air sumur dalam, kemampuan produksinya sudah dimanfaatkan secara optimal 10 lt/det dari kapasitas yang bisa dimanfaatkan sebesar 77%.

Kendala utama kurangnya pencapaian pemanfaatan maksimal sumber air mata air adalah menyusutnya debit mata air diakibatkan masuknya musim kemarau. Sesuai data yang terdapat pada **tabel 4.1-4.3** hampir 50% sumber air baku berasal dari air permukaan yaitu sungai dan sebanyak 45% mata air dan sumur tanah dalam. PDAM harus memantau hasil produksi air baku dari berbagai jenis sumber air baku dari sumur dan mata air relative menurun dari tahun ke tahun. Diduga hal ini disebabkan oleh menurunnya kuantitas cadangan air tanah karena semakin maraknya pemanfaatan air tanah oleh industry dan

masyarakat di Kabupaten Sukabumi, dan semakin merosotnya kondisi lingkungan hidup di sekitar lokasi sumber air baku.

#### 4.1.2.4. Distribusi

Air bersih dari unit produksi didistribusikan ke pelanggan PDAM melalui jaringan pipa transmisi, distribusi dan retikulasi sepanjang 792.244 meter dengan diameter pipa antara 25 mm s/d 400 mm dari berbagai jenis pipa seperti pipa PVC, Steel, Galvanis dan HDPE. Pendistribusian air bersih ke pelanggan menggunakan dua metode pangaliran yaitu: Sistem Gravitasi dan Sistem Perpompaan.

Sebagian besar pipa dan aksesoris jaringan distribusi sudah berumur tua dan belum didukung peralatan yang lengkap. Katup – katup control jaringan pipa distribusi banyak yang tertimbun sehingga menulitkan PDAM untuk mengendalikan pemerataan distribusi air ke pelanggan. Hal ini turut diperparah dengan kondisi geografis wilayah pelayanan PDAM Kabupaten Sukabumi yang berbukit. Water meter unit distribusi sudah banyak yang rusak atau tidak berfungsi lagi sehingga menjadi kendala dalam pemantauan dan pengendalian tingkat kebocoran distribusi.

Pada saat ini PDAM Kabupaten Sukabumi memiliki 23 unit Reservoir dengan total kapasitas 7.650 m<sup>3</sup>. Semua reservoir yang ada terbuat dari konstruksi beton. Data mengenai reservoir PDAM Kabupaten Sukabumi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.2** Sumber Air Baku PDAM Kabupaten Sukabumi Berupa Air Tanah Dalam

No	Nama	Tahun Pembuatan	Sistem Pengaliran	Kapasitas m <sup>3</sup>
1	Cabang Palabuhanratu			
	1. Ground Reservoir IPA	1998	Perpompaan	500
	2. Elevated Reservoir Gunung Butak	1990	Gravitasi	250
	3. Elevated Reservoir Gunung Butak	1998	Gravitasi	500
	4. Ground Reservoir Kiara Lawang	1998	Gravitasi	500
2	Cabang Cikembar			
	1. Ground Reservoir IPA	1998	Perpompaan	500
	2. Ground Reservoir BPS I	1980	Perpompaan	150
	3. Ground Reservoir BPS II	1998	Perpompaan	150
3	Cabang Nagrak			
	Ground Reservoir	1993	Gravitasi	300
4	Cabang Parakan Salak			
	Ground Reservoir	2004	Gravitasi	500
5	Cabang Cicurug			
	Ground Reservoir	1988	Gravitasi	500
6	Cabang Parungkuda			
	Ground Reservoir	1999	Gravitasi	100
7	Cabang Kalapanunggal			
	Ground Reservoir	1993	Gravitasi	100
8	Cabang Cibadak			

No	Nama	Tahun Pembuatan	Sistem Pengaliran	Kapasitas m <sup>3</sup>
	1. Ground Reservoir Nyamplung	1988	Gravitasi	500
	2. Ground Reservoir Karang Tengah	1988	Gravitasi	250
	3. Ground Reservoir Cimanggu	1988	Gravitasi	250
9	Cabang Cisolok/Cikakak			
	Ground Reservoir	1999	Gravitasi	100
10	Cabang Jampang Kulon / Surade			
	Ground Reservoir	2007	Gravitasi	500
11	Unit Sukalarang			
	1. Ground Reservoir Titisan	2010	Gravitasi	500
	2. Ground Reservoir GSA Sukamaju	2002	Gravitasi	300
12	Cabang Cidahu			
	Ground Reservoir	1988	Gravitasi	100
13	Unit Ciambar			
	Ground Reservoir	2009	Gravitasi	300
14	Unit Kabandungan			
	Ground Reservoir	2010	Gravitasi	500
15	Unit Citarik			
	Ground Reservoir	2010	Gravitasi	300
<b>Total Kapasitas</b>				<b>7.650</b>

Sumber : Data PDAM Kabupaten Sukabumi Tahun 2012-2018

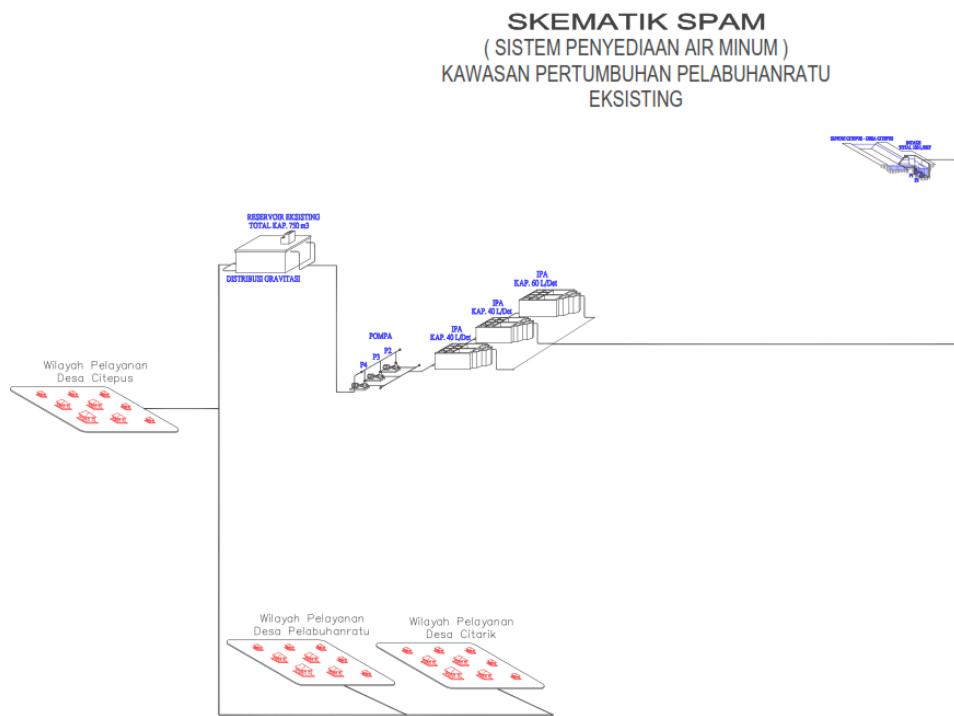
#### 4.1.2.5. Unit Pelayanan

Sebagian besar pelayanan air minum PDAM Sukabumi terkonsentrasi di Kecamatan Palabuhanratu, Cikembar, Cicurug dan Cibadak. Hingga menjelang akhir tahun 2019 jumlah pelanggan PDAM Kabupaten Sukabumi adalah 44.967 SL dan jumlah penduduk yang baru terlayani adalah 270.162 atau baru 18% dari penduduk secara administratif yaitu 1.472.302 jiwa. Sedangkan untuk wilayah pusat pertumbuhan Palabuhanratu yang terdiri dari 5 kecamatan dan 48 desa, jumlah penduduk yang telah terlayani yaitu sebesar 56.286 jiwa atau sebesar 17% dari jumlah penduduk 5 kecamatan di pusat pertumbuhan Palabuhanratu yaitu 333.786 jiwa.

Beberapa gambar skematik pengolahan air di unit/cabang PDAM di Kawasan Pusat Pertumbuhan Palabuhanratu Kabupaten Sukabumi :

1. Cabang Palabuhanratu
  - a. Cabang Palabuhanratu melayani Kota Palabuhanratu yang meliputi 1 kelurahan dan 3 desa, yaitu Kelurahan Palabuhanratu, Desa Citepus, Desa Citarik, dan Desa Jayanti dengan Jumlah Sambungan Rumah (SR) sebanyak 6.538 unit, jumlah Sambungan Komunal/ Hidran Umum (HU) sebanyak 10.
  - b. Kapasitas air terjual adalah 1.304.292 m<sup>3</sup>/tahun.
  - c. Persentase pelayanan cabang Palabuhanratu ini mencapai 41% dengan Kehilangan air rata-rata 59%
  - d. Pengaliran dengan gravitasi dan pemompaan

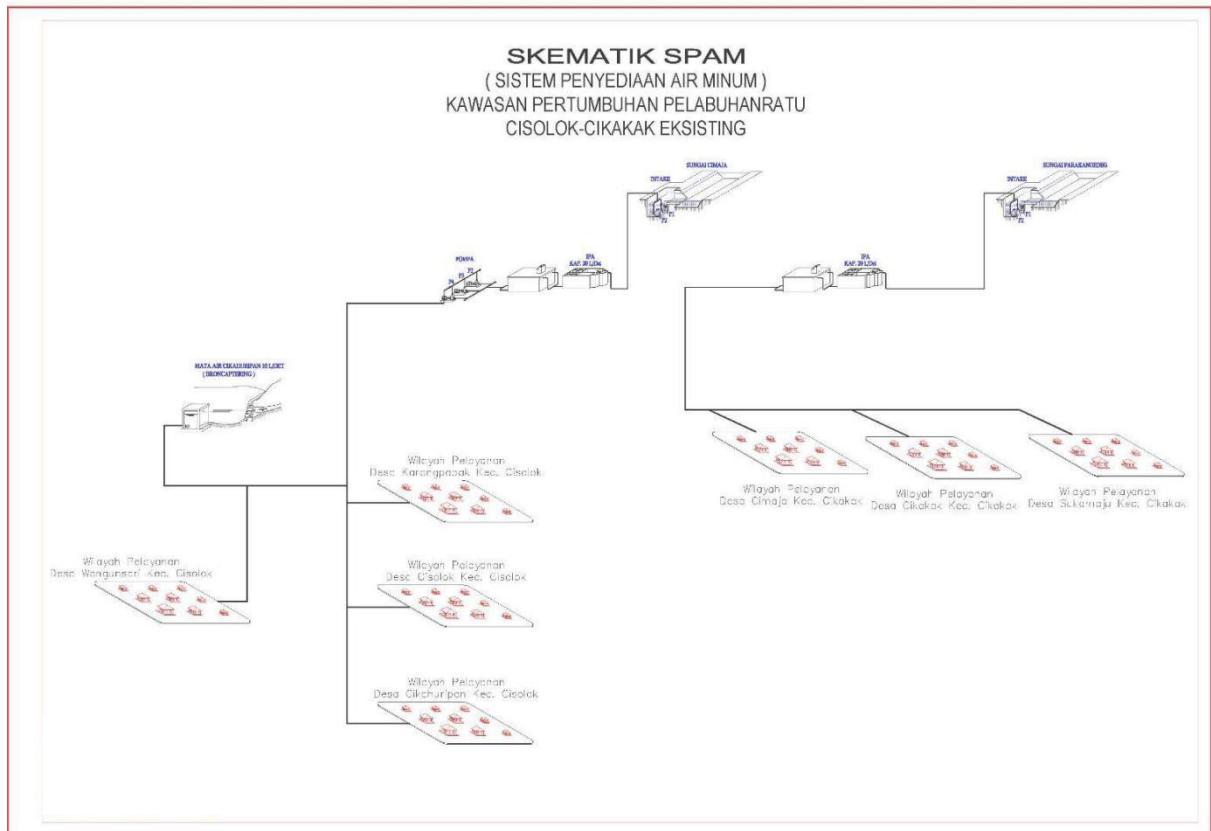
e. Jam operasional unit produksi 24 jam



**Gambar 4.1 Skematik SPAM Cabang Pelabuharatu**

2. Cabang Cisolok/Cikakak

- a. Cisolok/ Cikakak yang meliputi 6 desa, yaitu Desa Cikahuripan, Desa Cisolok, Desa Karangpapak, Desa Wangunsari, Desa Cimaja dan Desa Cikakak
- b. Jumlah Sambungan Rumah (SR) sebanyak 1.787 unit, jumlah Sambungan Komunal/ Hidran Umum (HU) sebanyak 1.
- c. Kapasitas air terjual adalah  $273.612 \text{ m}^3/\text{tahun}$
- d. Prosentase pelayanan cabang Cisolok/ tenjo Laut ini mencapai 9 %
- e. Kehilangan air rata-rata 25,46 %
- f. Pengaliran dengan gravitasi
- g. Jam operasional unit produksi 21 jam



Gambar 4.2 Skematic SPAM Cabang Cisolok/Cikakak

#### 4.1.3. Aspek Non Teknis

##### 4.1.3.1. Aspek Kelembagaan

###### 1. Pembentukan Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi

Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi didirikan berdasarkan Perda Pemerintah Kabupaten Sukabumi No 2 Tahun 1990 tanggal 30 Januari 1990 yang terakhir disempurnakan dengan Perda Kabupaten Sukabumi No 18 Tahun 2002 tanggal 5 September 2002 tentang Penataan Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Sukabumi dan Perda No 11 Tahun 2013 Tanggal 28 Juni 2013 tentang Perusaqhaan Daerah Air Minum Kabupaten Sukabumi.

Untuk menerapkan Peraturan Pemerintah Nomor 54 tahun 2017 tentang Badan Usaha Milik Daerah, telah ditetapkan Peraturan Daerah Kabupaten Sukabumi Nomor 5 tahun 2018, tanggal 30 April 2018 tentang Perusahaan Umum Daerah Air Minum yang menetapkan Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri menjadi Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri.

## 2. Tujuan dan Fungsi Perusahaan

Maksud dan tujuan didirikan Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi sesuai dengan Peraturan Daerah Nomor 5 tahun 2018 tanggal 30 April 2018 meliputi:

- a. Menyediakan pelayanan kepada masyarakat sesuai dengan ruang lingkup usaha
- b. Mendorong pertumbuhan perekonomian daerah
- c. Memperoleh laba dan/atau keuntungan sebagai salah satu sumber pendapatan asli daerah.

Untuk mencapai tujuan tersebut, Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri melaksanakan kegiatan sebagai berikut:

- a. Memproduksi air minum
- b. Mendistribusikan air minum kepada pelanggan
- c. Mendirikan, membangun dan/atau mengelola instalasi air minum
- d. Membentuk dan mengembangkan unit usaha.

## 3. Struktur Organisasi

Struktur organisasi Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi tahun 2018 berdasarkan Surat Keputusan Direktur Utama Nomor 060/SK.DIR.29/PDAM/V/2015 tanggal 27 Mei 2015 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja.

Susunan Organisasi Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi Tahun 2018 terdiri dari 3 (tiga) orang Direksi, 1 (satu) orang Kepala SPI, 1 (satu) orang Kepala Litbang, 7 (tujuh) orang Kepala Bagian, 18 (delapan belas) orang Kepala Cabang, dan 3 (tiga) orang Kepala Unit.

Direksi Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi ditetapkan dengan:

- a. Keputusan Bupati Sukabumi Nomor 539/Kep.515-Ekon/2018 tanggal 10 September 2018 tentang Pemberhentian Direktur Utama Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi dan Pengangkatan Direktur Utama Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi periode tahun 2016-2020.
- b. Keputusan Bupati Sukabumi Nomor 539/Kep.516-Ekon/2018 tanggal 10 September 2018 tentang Pemberhentian Direktur Teknik Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi dan Pengangkatan Direktur Teknik Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi periode tahun 2015-2019.

- c. Keputusan Bupati Sukabumi Nomor 539/Kep.517-Ekon/2018 tanggal 10 September 2018 tentang Pemberhentian Direktur Umum dan Keuangan Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi dan Pengangkatan Direktur Umum dan Keuangan Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi periode tahun 2016-2020

**Tabel 4.3** Susunan Direksi PDAM Kabupaten Sukabumi

No	Nama	Jabatan
1	Moh. Kamaludin Zein, SH., MM	Direktur Utama
2	Budiarkah, SE	Direktur Umum dan Keuangan
3	Iyus Sugiarto, SE	Direktur Teknik

*Sumber : Laporan Auditor Independen PDAM Tirta Jaya Mandiri, 2018*

Berdasarkan strukur organisasi tersebut Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi per 31 Desember 2018 yang terdiri dari:

## 1. Direktur Umum dan Keuangan

- a. Bagian Umum
  - Sub Bagian Tata Usaha
  - Sub Bagian Pengadaan Perlengkapan & Asset
  - Sub Bagian Gudang
  - Sub Bagian Humas
- b. Bagian Hubungan Pelanggan
  - Sub Bagian Pelayanan Pelanggan
  - Sub Bagian Rekening
  - Sub Bagian Pemasaran
  - Sub Bagian Tangki
- c. Bagian Keuangan
  - Sub Bagian Kas
  - Sub Bagian Pembukuan
  - Sub Bagian Verifikasi
  - Sub Bagian Pajak
- d. Bagian Kepegawaian
  - Sub Bagian Administrasi
  - Sub Bagian Pengembangan

## 2. Direktur Teknik

- a. Bagian Perencanaan
  - Sub Bagian Perencanaan Program

- Sub Bagian Evaluasi dan Pelaporan
- b. Bagian Produksi
  - Sub Bagian Pengolahan & Laboratorium
  - Sub Bagian Meter
- c. Bagian Perawatan
  - Sub Bagian Perawatan Elektrik/Mekanik
  - Sub Bagian Perawatan Bangunan dan Instalasi
  - Sub Bagian Transmisi Distribusi

**3. Kelompok Fungsional**

1. Satuan Pengawas Intern (SPI)
2. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)
3. Staf Ahli

**4. Cabang Perusahaan****5. Unit Perusahaan****6. Sekretariat Dewan Pengawas**

Susunan Dewan Pengawas Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi ditetapkan dengan:

1. Keputusan Bupati Sukabumi Nomor 539/Kep.513-Ekon/2018 tanggal 10 September 2018 tetang Pemberhentian Ketua merangkap Anggota Dewan Pengawas Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi dan Pengangkatan Ketua merangkap Anggota Dewan Pengawas Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi
2. Keputusan Bupati Sukabumi Nomor 539/Kep.514-Ekon/2018 tanggal 10 September 2018 tetang Pemberhentian Sekretaris merangkap Anggota Dewan Pengawas Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi dan Pengangkatan Sekretaris merangkap Anggota Dewan Pengawas Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi
3. Keputusan Bupati Sukabumi Nomor 539/Kep.35-Ekon/2018 tanggal 3 Januari 2019 tentang Pengangkatan Redy Santosa, SHI sebagai Anggota Dewan Pengawas Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi periode 2019-2023.

Sesuai dengan Keputusan – keputusan Bupati diatas, maka susunan Dewan Pengawas Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi tahun 2018 adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.4** Susunan Dewan Pengawas PDAM Kabupaten Sukabumi

No	Nama	Jabatan	Periode
1	Drs. Dadang Eka Widianto	Ketua Merangkap anggota	2016 - 2019
2	Suhaelah, SH., MBA	Serkretaris Merangkap Anggota	2017 - 2020
3	A. Yamin, SIP	Anggota	2017 – 2020

Sumber : PDAM Tirta Jaya Mandiri, 2018

Jumlah Karyawan Perumda Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi per 31 Desember 2018 adalah sebanyak 180 orang. Jika dibandingkan dengan jumlah karyawan tahun sebelumnya terdapat penambahan jumlah karyawan sebanyak 6 orang. Jumlah dan komposisi pegawai berdasarkan status kepegawaian, pendidikan dan golongan adalah sebagai dalam 3 (tiga) tahun terakhir adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.5** Perkembangan Jumlah Karyawan Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi Berdasarkan Latar Belakang Pendidikan Tahun 2016-2018

No	Latar Belakang Pendidikan	2016	2017	2018
1	Pasca Sarjana	2	2	2
2	Sarjana	29	29	31
3	Sarjana Muda	11	11	11
4	S L T A	116	104	106
5	S L T P	20	21	22
6	Sekolah Dasar	7	7	8
<b>Jumlah</b>		<b>180</b>	<b>174</b>	<b>180</b>

Sumber: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2016-2018

**Tabel 4.6** Perkembangan Jumlah Karyawan Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi Berdasarkan Tingkat Jabatan Tahun 2016-2018

No	Berdasarkan Jabatan	2016	2017	2018
1	Direksi	3	3	3
2	Kepala SPI	1	1	1
3	Kepala Litbang	1	1	1
4	Jabatan Fungsional	4	2	2
5	Kepala Cabang	18	19	15
6	Kepala Unit	2	1	2
7	Kepala Bagian	7	7	7
8	Kepala Subbag	50	56	49
9	Staff Pelaksana	89	84	100
<b>Jumlah</b>		<b>180</b>	<b>174</b>	<b>180</b>

*Sumber: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2016-2018*

**Tabel 4.7** Perkembangan Jumlah Karyawan Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi Berdasarkan Status Kepegawaian Tahun 2016-2018

No	Status Kepegawaian	2016	2017	2018
1	Pegawai Tetap	166	165	152
2	Calon Pegawai	2	2	12
3	Tenaga Honorer/Kontrak	7	7	16
<b>Jumlah</b>		<b>180</b>	<b>174</b>	<b>180</b>

*Sumber: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2016-2018*

Dari data yang ada, jumlah pegawai dengan latar belakang lulusan SLTA, merupakan jumlah terbanyak dalam organisasi Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi, dengan perbandingan terhadap jumlah seluruh pegawai, sebagai berikut :

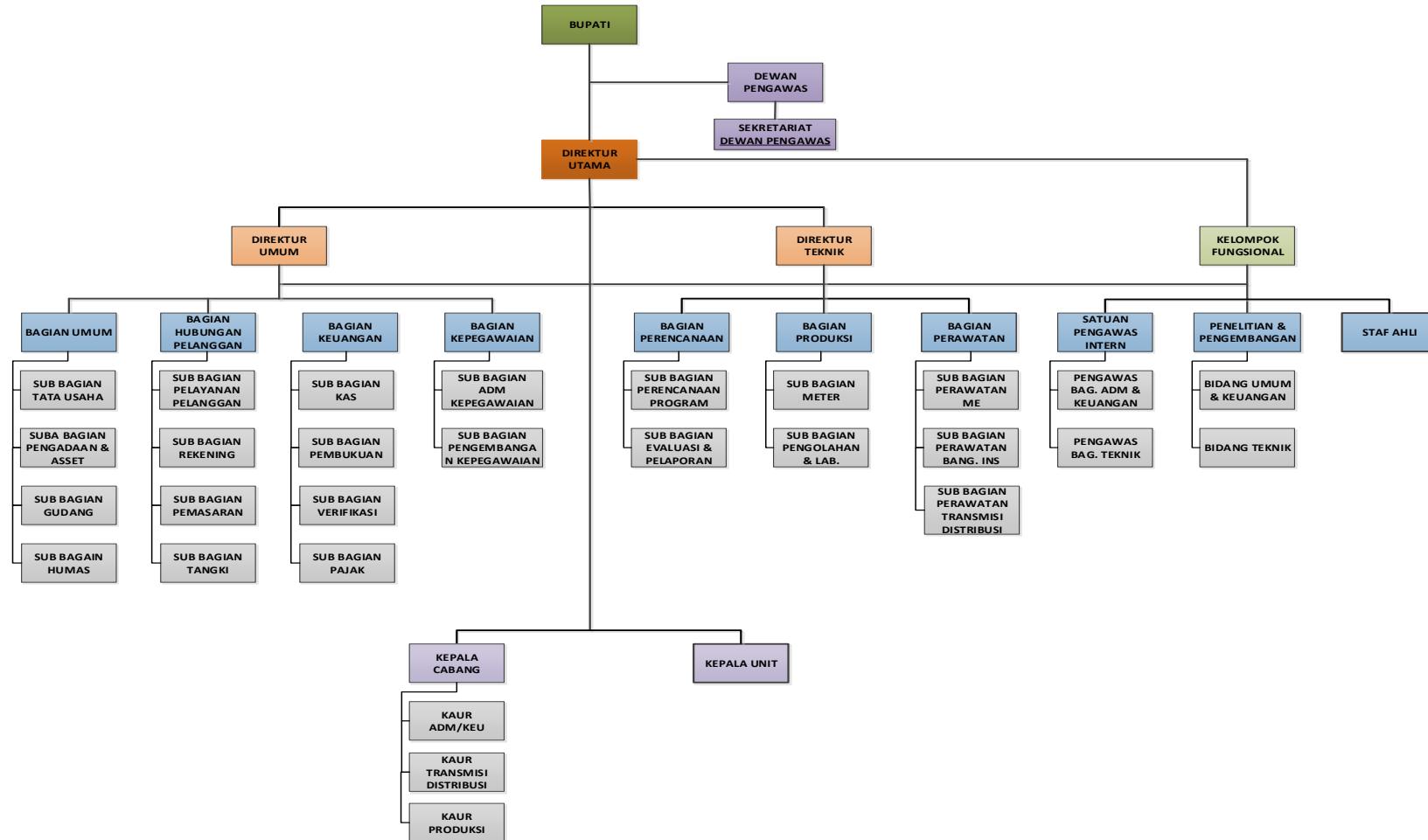
**Tabel 4.8** Perbandingan Jumlah Pegawai SLTA dengan Seluruh Pegawai di PDAM Tirta Jaya Mandiri

Latar Belakang Pendidikan	2016	2017	2018
Jumlah Pegawai lulusan S L T A	116	104	106
Jumlah seluruh Pegawai	180	174	180
<b>Prosentase</b>	<b>64.44%</b>	<b>59.77%</b>	<b>58.89%</b>

*Sumber: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2016-2018 dan Analisa Konsultan*

Dari kondisi ini, manajemen harus merencanakan dan menganggarkan untuk memberikan pendidikan formil ataupun non formil bagi karyawan yang berlatar belakang non sarjana sehingga mampu untuk meningkatkan keterampilan karyawan dalam melaksanakan tugas pekerjaannya.

Untuk lebih jelasnya mengenai struktur organisasi PDAM Kabupaten Sukabumi dapat dilihat pada **Gambar 4.3** berikut ini.



Gambar 4.3 Struktur Organisasi PDAM Tirta Jaya Mandiri

Sumber : PDAM Tirta Jaya Mandiri, 2018

### Perkembangan Jumlah Pelanggan, Pemakaian Air, dan Rata-rata Pemakaian Air per Bulan

Gambaran perkembangan jumlah pelanggan dan rata-rata pemakaian air per golongan pelanggan adalah sebagai berikut :

#### 1. Jumlah Pelanggan

**Tabel 4.9** Perkembangan Jumlah Sambungan Per Golongan Pelanggan Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi Tahun 2016-2018

No	Golongan Pelanggan	Jumlah (Unit SL)		
		2016	2017	2018
1	<b>Pelanggan Domestik</b>			
	Rumah Tangga 1	725	551	272
	Rumah Tangga 2	33,541	37,328	42,468
2	<b>Pelanggan Non Domestik</b>			
	Sosial Umum	897	971	405
	Sosial Khusus			633
	Instansi	253		263
	Niaga Kecil	903	918	847
	Niaga Menengah/Besar			111
	Industri Menengah/Besar	26	27	28
	Pelabuhan dan Tangki Air	3	3	3
<b>Jumlah</b>		<b>36,348</b>	<b>39,798</b>	<b>45,030</b>

Sumber: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2016-2018

#### 2. Pemakaian Air Per Golongan

**Tabel 4.10** Perkembangan Pemakaian Air Pelanggan Per Golongan Pelanggan ( $m^3$ ) Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi Tahun 2016-2018

NO	Golongan Pelanggan	Jumlah ( $m^3$ )		
		2016	2017	2018
1	<b>Pelanggan Domestik</b>			
	Rumah Tangga 1	114,549	84,938	73,643
	Rumah Tangga 2	5,435,582	6,020,787	6,282,258
	<b>Pelanggan Non Domestik</b>			
	Sosial Umum	322,784	328,180	31,404
	Sosial Khusus			343,933
	Instansi	437,477		465,867
	Niaga Kecil	254,848	233,173	175,344
	Niaga Menengah/Besar			55,843
	Industri Menengah/Besar	241,878	266,836	351,010
	Pelabuhan dan Tangki Air	120,794	100,898	84,665
<b>Jumlah</b>		<b>6,927,912</b>	<b>7,034,812</b>	<b>7,863,967</b>

Sumber: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2016-2018

### 3. Rata-Rata Pemakaian Air Per Golongan Per Bulan

**Tabel 4.11** Perkembangan Rata-rata Pemakaian Air Pergolongan (m<sup>3</sup>) Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi Tahun 2016-2018

NO	Golongan Pelanggan	Konsumsi Air Per Bulan (m <sup>3</sup> )		
		2016	2017	2018
1	<b>Pelanggan Domestik</b>			
	Rumah Tangga 1	13.17	12.85	22.56
	Rumah Tangga 2	13.50	13.44	12.33
2	<b>Pelanggan Non Domestik</b>			
	Sosial Umum	29.99	28.17	6.46
	Sosial Khusus			45.28
	Instansi	144.10		147.61
	Niaga Kecil	23.52	21.17	17.25
	Niaga Menengah/Besar			41.92
	Industri Menengah/Besar	775.25	823.57	1,044.67
	Pelabuhan dan Tangki Air	3,355.39	2,802.72	2,351.81
<b>Jumlah</b>		<b>15.88</b>	<b>14.73</b>	<b>14.55</b>

Sumber: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2016-2018

Berdasarkan jumlah pelanggan yang ada, maka sampai dengan 31 Desember 2018 jumlah penduduk yang terlayani sebanyak 434.992 jiwa atau 20,93% dari jumlah penduduk Kabupaten Sukabumi sebanyak 2.078.181. Sedangkan penduduk diwilayah teknis yang terlayani sebanyak 303.346 jiwa atau 20,75% dari jumlah penduduk yang ada jaringan pipa Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi sebanyak 1.462.015 jiwa.

#### Perbandingan Jumlah Pelanggan dan Jumlah Pegawai

Rasio ideal berdasarkan Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 99 Tahun 1999 tentang Pedoman Penilaian Kinerja PDAM adalah  $\leq 8$  orang melayani 1.000 pelanggan untuk wilayah Kabupaten, dan  $\leq 6$  orang melayani 1.000 pelanggan untuk wilayah Kota.

Jumlah Pegawai Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi per 31 Desember 2017 sebanyak 174 orang dengan jumlah pelanggan sebanyak 39.798 pelanggan, sehingga rasio pegawai per 1.000 pelanggan adalah 4,37 atau setiap 1.000 pelanggan di layani oleh 5 pegawai dan sampai dengan 31 Desember 2018 jumlah pegawai adalah sebanyak **180** orang dengan jumlah sambungan rumah sebanyak **45.030** pelanggan, maka rasio pegawai Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi di tahun 2018 per 1.000 pelanggan sebesar **3,99** atau setiap 1.000 pelanggan di layani oleh **4** pegawai. Rasio ini sudah ideal untuk Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi, bila melihat beban pegawai berdasarkan kemampuan melayani terlihat berada dibawah standart, namun harus dipikirkan dan benar-benar dihitung untuk menambah pegawai dan dari pada menambah pegawai apakah tidak lebih baik untuk menambah peralatan dan perangkat kerja.

#### 4.1.3.2. Aspek Keuangan

##### 1. Tarif

Tarif air yang berlaku sampai dengan akhir Tahun 2019 masih berdasarkan tarif air Tahun 2018 yang mengacu pada Keputusan Bupati Sukabumi No 539/Kep.755-ekon/2018. Menetapkan tarif dasar air minum pada Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi ditetapkan sebesar Rp. 3.120/m<sup>3</sup> dengan struktur tarif progresif. Struktur Tarif yang berlaku saat ini tersebut selengkapnya dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 4.12** Struktur Tarif Pelayanan PDAM Kabupaten Sukabumi

KELOMPOK PELANGGAN	Blok Pemakaian & Penyesuaian Tarif (Rp/m <sup>3</sup> )				Blok Pemakaian & Penyesuaian Tarif (Rp/m <sup>3</sup> )			
	0 – 10	11 - 20	21 - 30	>30	0 – 10	11 - 20	21 - 30	>30
<b>Kelompok I</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Kran Umum	0,8	0,8	0,8	0,8	2.496	2.496	2.496	2.496
2. Tempat Ibadah	0,8	0,8	0,8	0,8	2.496	2.496	2.496	2.496
3. Rumah Tangga A	1,0	1,5	2,0	2,5	3.120	4.680	6.240	7.800
4. Sosial	0,8	1,0	1,5	2,0	2.496	3.120	4.680	6.240
<b>Kelompok II</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Instansi	1,0	2,0	2,5	3,0	3.120	6.240	7.800	9.360
2. TNI/Polri	1,0	2,5	3,0	4,0	3.120	7.800	9.360	12.480
3. Rumah Tangga B	1,5	2,0	2,5	3,0	4.680	6.240	7.800	9.360
<b>Kelompok III</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Rumah Tangga C	2,0	2,5	3,0	3,0	6.240	7.800	9.360	10.920
2. Niaga Kecil	2,5	3,5	4,5	5,0	9.360	10.920	14.040	15.600
3. Industri Kecil	3,0	4,0	5,0	6,0	9.360	12.480	15.600	18.720
4. Niaga Besar	3,0	4,5	5,5	6,5	9.360	14.040	17.160	20.280
5. Industri Besar	7,0	7,5	8,0	8,5	23.400	23.400	24.960	26.520
<b>Kelompok Khusus Komersil</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Pelabuhan/Dermaga	15,0	15,0	15,0	15,0	46.800	46.800	46.800	46.800
2. Mobil Tangki	Disesuaikan dengan jarak tempuh (Km)							
<b>Non Komersil</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Pengambilan Sendiri	Rp. 9.450,-/m <sup>3</sup>							

Sumber : PDAM Tirta Jaya Mandiri, 2018

##### 2. Neraca

Laporan Neraca merupakan gambaran kondisi harta, hutang dan modal dalam suatu perusahaan, dalam penyusunan neraca ini selalu dibandingkan dengan tahun sebelumnya, untuk mengetahui trend perubahan dari posisi harta, hutang dan modal. Adapun perkembangan kondisi keuangan Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi adalah sebagaimana tabel berikut :

**Tabel 4.13** Perkembangan Neraca Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi Per 31 Desember 2016 – 2018

PENJELASAN	2016	2017	2018
<b>ASET</b>			
<b>Aset Lancar</b>			
Kas dan Bank	4,640,296,414	5,867,909,885	6,147,741,691
Deposito / Investasi Jk. Pendek	16,949,575,711	20,013,908,053	23,652,722,246
Piutang Rekening Air	352,771,206	352,771,206	352,771,206
Piutang Rekening Non Air			
Penyisihan Piutang Usaha	(936,610,180)	(1,570,187,796)	(1,906,795,164)
<b>Piutang Usaha Bersih</b>	<b>16,365,736,737</b>	<b>18,796,491,463</b>	<b>22,098,698,288</b>
Piutang Lain-lain	140,031,775	149,031,775	153,191,410
Persediaan	3,796,820,529	5,087,184,228	3,250,891,263
Pembayaran Dimuka	1,505,671,560	2,842,701,541	1,665,776,391
<b>JUMLAH AKTIVA LANCAR</b>	<b>26,448,557,015</b>	<b>32,743,318,892</b>	<b>33,316,299,043</b>
Investasi Jangka Panjang			
<b>AKTIVA TETAP</b>			
Tanah	9,299,647,500	9,807,147,500	10,055,157,500
Nilai Perolehan	152,929,153,603	168,416,381,140	192,355,050,019
<b>Akumulasi Penyusutan</b>	<b>(50,992,756,554)</b>	<b>(59,906,019,402)</b>	<b>(70,717,625,190)</b>
<b>NILAI BUKU AKTIVA TETAP</b>	<b>111,236,044,549</b>	<b>118,317,509,238</b>	<b>131,692,582,329</b>
<b>AKTIVA LAIN-LAIN</b>			
AKTIVA LAIN-LAIN BERWUJUD			
Uang Jaminan			
Aset Tetap dalam Penyelesaian	511,002,150	1,025,386,550	12,990,759,610
Penyertaan Dana Koperasi Karyawan	50,000,000	50,000,000	50,000,000
Aktiva Tetap Tidak Berfungsi			
<b>JUMLAH AKTIVA BERWUJUD</b>	<b>561,002,150</b>	<b>1,075,386,550</b>	<b>13,040,759,610</b>
AKTIVA TAK BERWUJUD			
Hak kompensasi Penggunaan Tanah	436,544,332	559,975,987	515,725,987
Amortisasi	(102,764,714)	(116,739,763)	(130,714,811)
Penyertaan Dana Koperasi Karyawan			
<b>JUMLAH AKTIVA TAK BERWUJUD</b>	<b>333,779,618</b>	<b>443,236,224</b>	<b>385,011,176</b>
<b>JUMLAH AKTIVA LAIN-LAIN</b>	<b>894,781,768</b>	<b>1,518,622,774</b>	<b>13,425,770,786</b>
<b>JUMLAH ASET</b>	<b>138,579,383,332</b>	<b>152,579,450,904</b>	<b>178,434,652,158</b>

Sumber : Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2015 – 2018

PENJELASAN	2016	2017	2018
------------	------	------	------

PENJELASAN	2016	2017	2018
<b>KEWAJIBAN DAN MODAL</b>			
<b>KEWAJIBAN LANCAR</b>			
Hutang usaha	1,610,705,528	1,193,460,348	1,478,675,793
Hutang non usaha			
Biaya Masih Harus Dibayar	352,941,658	723,212,822	560,842,025
Pendapatan Diterima Dimuka	0	1,347,500,000	2,550,952,696
Pinjaman Jangka Pendek			
Hutang Pajak	535,352,922	703,330,000	463,044,908
Kewajiban Iuran Pensiun		3,191,442,972	
Kewajiban jangka panjang jatuh tempo			
Titipan			
Kewajiban jangka pendek lainnya	0		1,490,896,656
<b>JUMLAH KEWAJIBAN LANCAR</b>	<b>2,499,000,108</b>	<b>7,158,946,142</b>	<b>6,544,412,078</b>
<b>KEWAJIBAN JANGKA PANJANG</b>			
Kewajiban jangka Panjang dan lain-lain	-	-	-
Pinjaman Dalam Negeri			
Pinjaman Luar negeri			
Kewajiban Leasing	780,717,355	335,476,355	578,889,300
<b>JUMLAH KEWAJIBAN JANGKA PANJANG</b>	<b>780,717,355</b>	<b>335,476,355</b>	<b>578,889,300</b>
<b>KEWAJIBAN LAIN-LAIN</b>			
Kewajiban Imbalan Pasca Kerja	12,524,742,634	12,262,851,357	10,547,099,384
Kewajiban Leasing			
Jaminan Langganan			
Jaminan Pelaksanaan			
Cadangan Dana Meter			
Dana Sosial dan Pendidikan			
Cadangan Dana Pensiun			
<b>JUMLAH KEWAJIBAN LAIN – LAIN</b>	<b>12,524,742,634</b>	<b>12,262,851,357</b>	<b>10,547,099,384</b>
<b>JUMLAH KEWAJIBAN</b>	<b>15,804,460,097</b>	<b>19,757,273,854</b>	<b>17,670,400,762</b>
<b>MODAL DAN CADANGAN</b>			
<b>MODAL</b>			
Modal Dasar			
Penyertaan PEMDA Yang Dipisahkan	57,505,279,169	69,135,667,169	91,303,264,129
Kekayaan Pemerintah Pusat			
Penyertaan Pemerintah Belum Ditetapkan Statusnya	72,554,707,452	72,554,707,452	72,554,707,452
Penyertaan Pemerintah Telah Ditetapkan Statusnya			

PENJELASAN	2016	2017	2018
Pengukuran Kembali IPK – OCI Modal Hibah		(2,733,981,808)	(8,265,038,997)
<b>JUMLAH MODAL</b>	<b>130,059,986,621</b>	<b>138,956,392,813</b>	<b>155,592,932,584</b>
<b>CADANGAN</b>			
Cadangan Umum – Tujuan	23,803,476	23,803,476	23,803,476
Akumulasi Kerugian / Laba Ditahan	(8,369,650,407)	(7,285,063,386)	(6,134,215,763)
Koreksi Laba Rugi	(23,803,476)	(23,803,476)	9,838,887,606
Laba (Rugi) Tahun Berjalan	1,084,587,021	1,150,847,623	1,442,843,493
<b>JUMLAH CADANGAN</b>	<b>(7,285,063,386.0)</b>	<b>(6,134,215,763)</b>	<b>5,171,318,812</b>
<b>JUMLAH MODAL DAN CADANGAN</b>	<b>122,774,923,235.00</b>	<b>132,822,177,050</b>	<b>160,764,251,396</b>
<b>JUMLAH KEWAJIBAN DAN MODAL</b>	<b>138,579,383,332.00</b>	<b>152,579,450,904</b>	<b>178,434,652,158</b>

Sumber : Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2015 – 2018

Dari tabel Neraca sebagaimana diatas, terlihat bahwa asset Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi setiap tahunnya meningkat. Peningkatan tersebut terutama pada aktiva lancar dan aktiva tetap. Kondisi perkembangan asset ini diimbangi dengan adanya perubahan pada kewajiban, dan di tahun 2018 adanya peningkatan modal Pemerintah Daerah dan adanya peningkatan laba operasi.

### 3. Ikhtisar Laba Rugi

Ikhtisar Laba Rugi, merupakan gambaran dari aktivitas perusahaan. Dalam ikhtisar Laba rugi ini menggambarkan aktivitas sumber pendapatan, dari pendapatan operasi air, pendapatan operasi non air dan pendapatan non operasi yang dibandingkan dengan beban – beban operasi dan non operasi, sehingga terjadi selisih, bila selisih tersebut positif, maka pada aktivitas operasi perusahaan selama tahun tersebut adalah mendapatkan laba dan bila selisih negative, maka perusahaan mengalami kerugian. Dan perkembangan Ikhtisar Laba rugi Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi dari tahun 2015 - 2018, adalah sebagaimana terlihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.14** Perkembangan Ikhtisar Laba – Rugi Perumda Air Minum Tirta Mandiri Kabupaten Sukabumi tahun 2015 – 2018

PENJELASAN	2016	2017	2018
<b>I. PENDAPATAN USAHA</b>			
<b>PENDAPATAN PENJUALAN AIR</b>			
Harga Air	52,713,743,531	53,847,787,290	60,868,360,550
Administrasi	5,422,397,500	5,839,763,360	6,555,805,000
Pendapatan Air Lainnya			
<b>JUMLAH PENDAPATAN PENJUALAN AIR</b>	<b>58,136,141,031</b>	<b>59,687,550,650</b>	<b>67,424,165,550</b>

PENJELASAN	2016	2017	2018
<b>PENDAPATAN NON AIR</b>			
- Sambungan Baru	1,318,051,007	3,444,408,952	2,434,502,857
- Pendapatan Non air	422,057,874	1,204,840,011	774,981,830
- Pendapatan Non air Lainnya :	704,119,580	850,386,355	1,723,262,263
<b>JUMLAH PENDAPATAN PENJUALAN NON AIR</b>	<b>2,444,228,461</b>	<b>5,499,635,318</b>	<b>4,932,746,950</b>
<b>JUMLAH PENDAPATAN USAHA</b>	<b>60,580,369,492</b>	<b>65,187,185,968</b>	<b>72,356,912,500</b>
<b>PENDAPATAN LAIN – LAIN</b>	595,394,145	671,829,929	360,880,386
<b>JUMLAH PENDAPATAN</b>	<b>61,175,763,637</b>	<b>65,859,015,897</b>	<b>72,717,792,886</b>
<b>BEBAN BIAYA OPERASIONAL</b>			
Tenaga Kerja	24,132,973,834	23,247,074,589	25,605,938,396
Listrik	4,962,092,209	5,534,615,459	6,111,961,144
Bahan Bakar	150,732,250	101,732,950	52,626,000
Bahan Kimia	3,556,936,600	4,605,700,312	4,398,936,552
Air Baku	261,586,175	300,843,930	329,448,500
Pemeliharaan & Biaya Bahan	3,647,390,701	4,665,780,188	5,800,349,537
Bahan Pembantu	1,107,502,984	1,107,502,984	1,405,256,172
Biaya Administrasi & Umum	8,930,444,845	13,299,964,773	8,630,727,516
Beban Penyisihan plutang	288,371,005	633,577,616	
Penyusutan,	7,845,001,746	8,927,237,896	11,162,188,203
Biaya Operasi Lainnya	4,733,632,651	1,339,099,104	7,049,002,866
<b>TOTAL BIAYA OPERASIONAL &amp; PENYUSUTAN</b>	<b>59,616,665,000</b>	<b>63,763,129,801</b>	<b>70,546,434,886</b>
<b>LABA RUGI SEBELUM BUNGA</b>	<b>1,559,098,637</b>	<b>2,095,886,096</b>	<b>2,171,358,000</b>
Biaya Bunga Pinjaman	18,444,616	12,626,103	13,699,507
<b>TOTAL BIAYA OPERASI DAN BUNGA</b>	<b>59,635,109,616</b>	<b>63,775,755,904</b>	<b>70,560,134,393</b>
<b>Biaya Non Operasional</b>			
Beban Usaha Non Operasi Lainnya		229,082,370	
<b>Jumlah Biaya Non Operasi</b>		<b>229,082,370</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL BIAYA OPERASI</b>	<b>59,635,109,616</b>	<b>64,004,838,274</b>	<b>70,560,134,393</b>
<b>LABA RUGI SEBELUM PAJAK</b>	<b>1,540,654,021</b>	<b>1,854,177,623</b>	<b>2,157,658,493</b>
PAJAK PENDAPATAN	456,067,000	703,330,000	714,815,000
<b>LABA RUGI BERSIH SESUDAH PAJAK</b>	<b>1,084,587,021</b>	<b>1,150,847,623</b>	<b>1,442,843,493</b>

Sumber : Laporan Evaluasi Kinerja BPKP tahun 2015 – 2018

#### 4. Perhitungan Besaran Harga Pokok

Dari perhitungan pendapatan dan biaya yang digambarkan pada Laporan Laba-Rugi, dan jumlah air yang terjual, maka dapat dihitung Struktur Harga Pokok Air secara full Cost Recovery sebagai berikut:

**Tabel 4.15** Struktur Harga Pokok Air Full Cost Recovery

NO	PENJELASAN	2016	2017	2018
1	Pendapatan Air Tahun 2016 - 2018 (Rp)	58,136,141,031	59,687,550,650	67,424,165,550
2	Beban Usaha Tahiun 2016 - 2018 (Rp)	59,635,109,616	64,004,838,274	70,560,134,393
3	Jumlah Produksi Air tahun 2016 - 2018 (M3)	11,133,273	11,575,041	13,233,185
4	Jumlah Distribusi Air tahun 2016 - 2018 (M3)	9,104,477	9,055,712	10,214,526
5	Kehilangan Air Produksi tahun 2016 - 2018 (M3)	2,028,796	2,519,329	3,018,659
6	% Kehilangan Air Produksi tahun 2016 - 2018 (%)	18.22%	21.77%	22.81%
7	Jumlah Air Terjual (M3) Tahun 2016 - 2018	6,927,912	7,034,812	7,863,967
8	Kehilangan Air Distribusi tahun 2016 - 2018 (M3)	2,176,565	2,020,900	2,350,559
9	% Kehilangan Air Distribusi tahun 2016 - 2018 (%)	23.91%	22.32%	23.01%
10	Total Kehilangan Air tahun 2016 - 2018 (M3)	4,205,361	4,540,229	5,369,218
11	Total Kehilangan Air tahun 2016 - 2018 (%)	37.77%	39.22%	40.57%
12	Harga Jual air per M3 (Rp) 2016 - 2018	8,392	8,485	8,574
13	Harga Pokok Air per M3 (Rp) tahun 2016 - 2018	6,696	6,912	6,665
14	Selisih Harga Pokok dengan Harga Jual (Rp) 2016 - 2018	1,696	1,573	1,909
15	Prosentase Harga Jual Terhadap Harga Pokok 2016 -2018 (%)	125.33%	122.75%	128.64%
16	Harga Pokok Air per M3 (Rp) riel kehilangan air 2016 - 2018	8,608	9,098	8,973
17	Selisih Harga Pokok riel dengan Harga Jual (Rp) 2016 - 2018	(216)	(614)	(399)
18	Prosentase Harga Jual Terhadap Harga Pokok riel (%) 2016 - 2018	97.49%	93.25%	95.56%

Sumber : Hasil Perhitungan Konsultan, 2019

##### 5. Kondisi Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi 2016 -2018

Tingkat kesehatan Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi yang dinilai berdasarkan indicator BPPSPAM pada tahun 2018 mendapatkan nilai **3,49** dan tergolong **“Sehat”**. Dibandingkan dengan tahun 2017 sebesar 3,44, terdapat peningkatan nilai sebesar 0,05 poin.

**Tabel 4.16** Kinerja Perumda Air Minum Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi

NO	INDIKATOR	2016		2017		2018	
		Kondisi	Nlai	Kondisi	Nlai	Kondisi	Nlai

NO	INDIKATOR	2016		2017		2018	
		Kondisi	Nlai	Kondisi	Nlai	Kondisi	Nlai
<b>1</b>	<b>ASPEK KEUANGAN</b>						
	1a ROE	0,88%	2	0,87%	2	0,90%	2
	1b Rasio Operasi	0,98	2	0,99	2	0,98	2
	2a Rasio Kas	106,65%	5	81,97%	4	93,94%	4
	2b Efektivitas Penagihan	93,38%	5	95,93%	5	95,10%	5
	3 Solvabilitas	876,84%	5	772,27%	5	1009,80%	5
	<b>Bobot Kinerja Aspek Keuangan</b>	<b>0,93</b>		<b>0,87</b>		<b>0,87</b>	
<b>2</b>	<b>ASPEK PELAYANAN</b>						
	1 Cakupan Pelayanan	21,80%	2	25,92%	2	20,75%	2
	2 Pertumbuhan Pelanggan	10,44%	5	9,49%	4	13,15%	5
	3 Tingkat Penyelesaian Pengaduan	100%	5	100,0%	5	94,70%	5
	4 Kualitas Air Pelanggan	103,39%	5	92,39%	5	95,70%	5
	5 Konsumsi Air Domestik	13,50	1	13,43	1	12,40	1
	<b>Bobot Kinerja Aspek Pelayanan</b>	<b>0,95</b>		<b>0,82</b>		<b>0,91</b>	
<b>3</b>	<b>ASPEK OPERASIONAL</b>						
	1 Efisiensi Produksi	54,56%	1	56,73%	1	59,72%	1
	2 Tingkat Kehilangan Air	23,91%	5	22,32%	5	23,01%	5
	3 Jam Operasi Layanan/hari	22	5	23,40	5	23,64	5
	4 Tekanan sambungan pelanggan	80%	5	97,50%	5	97,49%	5
	5 Penggantian meter air	1,21%	1	0,72%	1	0,29%	1
	<b>Bobot Kinerja Aspek Operasional</b>	<b>1,85</b>		<b>1,22</b>		<b>1,22</b>	
<b>4</b>	<b>ASPEK SUMBER DAYA MANUSIA</b>						
	1 Rasio jumlah peg/1000 plg	4,81	5	4,3	5	4	5
	2 Rasio diklat/peningkatan kompetensi	57,71%	3	46,55%	3	51,67%	3
	3 Biaya Diklat terhadap Biaya Pegawai	0,64%	1	0,62%	1	0,49%	1
	<b>Bobot Kinerja Aspek SDM</b>	<b>0,87</b>		<b>0,51</b>		<b>0,51</b>	
<b>JUMLAH NILAI KINERJA</b>		<b>3,54</b>		<b>3,44</b>		<b>3,49</b>	
<b>STATUS</b>		<b>SEHAT</b>		<b>SEHAT</b>		<b>SEHAT</b>	

Sumber : Penilaian Tingkat Kesehatan Menurut BPPSPAM

Penjelasan: Laporan Evaluasi Kinerja BPKP Tahun Buku 2016 – 2018

#### 4.1.4. Permasalahan SPAM Kabupaten Sukabumi

Untuk permasalahan SPAM Kabupaten Sukabumi akan berfokus ke Cabang/Unit hanya di wilayah studi yaitu di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu yang mana 3 kecamatan eksisting sudah dilayani oleh PDAM diantaranya Cabang Pelabuhanratu dan Cabang Cisolok / Cikakak.

##### 4.1.4.1. Aspek Teknis

1. Cabang Pelabuhanratu memiliki permasalahan sebagai berikut :

- a. Unit Baku :
  - 4. Penurunan debit air sungai Citepus dengan kuantitas cukup besar.
  - 5. Adanya konflik dengan masyarakat pengguna irigasi di Lokasi intake ke kedua dimana PDAM memanfaatkan air buangan/limpasan dari irigasi tersebut.
  - 6. Beberapa pompa submersible air baku mengalami kerusakan.
- b. Unit Produksi :
  - IPA baru yang memiliki RTU total sebesar 140 l/det hanya dioperasikan sebesar 60 l/det menggunakan IPA lama dan bergantian dengan IPA 40 l/det, sehingga kapasitas terpasang yang ada belum termanfaatkan secara maksimal.
- c. Unit Distribusi
  - Alat watermeter sudah tidak berfungsi dengan baik
- d. Unit Pelayanan
  - Kondisi Geografis di wilayah pelayanan yang berbukit sehingga menyulitkan untuk pemerataan pengaliran air (tekanan tidak merata).

2. Cabang Cisolok/Cikakak memiliki permasalahan sebagai berikut :

- a. Unit Baku :
  - 7. Air baku mata air di Cisolok debitnya menurun.
  - 8. Mata air Cikahuripan hanya menghasilkan debit  $\pm$  3 l/det.
- b. Unit Produksi
  - Kapasitas produksi berkurang hingga 50% dari kapasitas terpasang.
- c. Unit Distribusi
  - 9. Debit air yang di distribusikan mengalami penurunan
  - 10. Watermeter induk tidak berfungsi
- d. Unit Pelayanan
  - Pelayanan sering terganggu akibat unit produksi yang tidak beroperasi dengan optimal, sehingga pelayanan dilakukan secara bergilir

##### 4.1.4.2. Aspek Keuangan

Indikator ROE dan Rasio Operasi mencapai nilai 2, menunjukan:

1. Masih rendahnya laba setelah pajak dibandingkan dengan ekuitas
2. Jumlah biaya operasi tinggi (95%) sehingga hampir mendekati jumlah pendapatan operasi menyebabkan rasio operasi belum menunjukkan rasio pendapatan dan biaya operasi yang ideal sebesar 0,5 kali.
3. Masih rendahnya perolehan rasio laba dari pelanggan non rumah tangga.
4. Belum dilakukannya efisiensi beban operasi
5. FCR Sudah dilakukan HPP = Rp. 6.695,59 sedangkan harga jual Rp. 8.392,58.
6. Pada struktur tarif terlihat golongan rumah tangga hanya terbagi dalam 2 (dua) golongan. Bila kita lihat, pelanggan rumah tangga ini adalah merupakan pelanggan yang tertinggi mencapai 90 % lebih dari seluruh jumlah pelanggan yang ada, sehingga pelanggan rumah tangga ini seharusnya merupakan sumber pendapatan utama bagi PDAM. Untuk itu disarankan kepada PDAM untuk menambah klasifikasi golongan pelanggan rumah tangga ini, sesuai dengan kondisi di lapangan.
7. Dari gambaran Laba Rugi, terlihat bahwa pendapatan operasi air masih belum bisa menutupi beban biaya operasional, non operasional dan pemeliharaan, namun bila pendapatan operasi air, operasi non air dan non operasi disatukan, maka akan terlihat untung. Dengan demikian, kondisi laba yang ada adalah berasal dari pendapatan non air dan pendapatan non operasi. Manajemen harus memperhatikan kondisi ini dan mengevaluasinya, dimana salah satu penyebabnya adalah rendahnya rata-rata pemakaian air pelanggan rumah tangga.

#### 4.1.4.3. Aspek Manajemen

Beberapa permasalahan di aspek manajemen yaitu:

1. Belum adanya upaya – upaya pencarian sumber dana untuk investasi DPAM, baik pemerintah kabupaten, provinsi maupun tingkat pusat dalam rangka meningkatkan kapasitas, pengembangan jaringan dan penambahan pelanggan
2. Rendahnya rata-rata pemakaian air pelanggan rumah tangga akan berdampak terhadap besarnya pendapatan, yang mana pelanggan rumah tangga merupakan pelanggan tertinggi, tetapi rata-rata pemakaian air nya terendah, sehingga pendapatan operasi air akan rendah pula. Untuk hal ini diharapkan manajemen menyusun program peningkatan pemakaian air, sehingga akan meningkatkan pendapatan.

#### 4.1.4.4. Aspek Sumber Daya

Banyaknya karyawan yang berlatar belakang pendidikan tingkat SLTA, sehingga perlu ditingkatkan kompetensinya, namun dilain pihak terlihat anggaran biaya pendidikan dan pelatihan masih belum memadai.

## 4.2 SPAM Non PDAM Kabupaten Sukabumi

Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (**PAMSIMAS**) adalah salah satu program yang dilaksanakan oleh Pemerintah Indonesia dengan dukungan Bank Dunia, program ini dilaksanakan di wilayah perdesaan dan pinggiran kota. Untuk Kabupaten Sukabumi program PAMSIMAS telah masuk dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2019, berikut adalah nama Kecamatan dan Desa yang telah mendapat bantuan program PAMSIMAS :

**Tabel 4.17** Daftar Desa PAMSIMAS Di Kabupaten Sukabumi

No	Kabupaten	Desa, Kecamatan	Tahun
1	SUKABUMI	Ambarjaya, Kec. CIAMBAR	2014
2	SUKABUMI	CICADAS, Kec. CISOLOK	2014
3	SUKABUMI	Cikaranggeusan, Kec. JAMPANG KULON	2014
4	SUKABUMI	Cimanggu, Kec. PELABUHAN RATU	2014
5	SUKABUMI	CITAMIANG, Kec. PURABAYA	2014
6	SUKABUMI	JAMBENENGGANG, Kec. KEBONPEDES	2014
7	SUKABUMI	KERTAANGSANA, Kec. NYALINDUNG	2014
8	SUKABUMI	LOJI, Kec. SIMPENAN	2014
9	SUKABUMI	MARGALAKSANA, Kec. CIKAKAK	2014
10	SUKABUMI	Wanajaya, Kec. CISOLOK	2014
11	SUKABUMI	WARNAJATI, Kec. CIBADAK	2014
12	SUKABUMI	BABAKAN PANJANG, Kec. NAGRAK	2015
13	SUKABUMI	BABAKAN PARI, Kec. CIDAHU	2015
14	SUKABUMI	CICUKANG, Kec. PURABAYA	2015
15	SUKABUMI	CIMAJA, Kec. CIKAKAK	2015
16	SUKABUMI	Desa Tenjolaut, Kec. CIDADAP	2015
17	SUKABUMI	KARAWANG, Kec. SUKABUMI	2015
18	SUKABUMI	MEKARNANGKA, Kec. CIKIDANG	2015
19	SUKABUMI	PANGUMBAHAN, Kec. CIRACAP	2015
20	SUKABUMI	PURABAYA, Kec. PURABAYA	2015
21	SUKABUMI	SINAR BENTANG, Kec. SAGARANTEN	2015
22	SUKABUMI	TANGKIL, Kec. CIDAHU	2015
23	SUKABUMI	TONJONG, Kec. PELABUHAN RATU	2015
24	SUKABUMI	UJUNG GENTENG, Kec. CIRACAP	2015
25	SUKABUMI	BALEKAMBANG, Kec. NAGRAK	2017
26	SUKABUMI	BANJARSARI, Kec. CIDADAP	2017
27	SUKABUMI	BEREKAH, Kec. BOJONG GENTENG	2017
28	SUKABUMI	BOJONG JENGKOL, Kec. JAMPANG TENGAH	2017
29	SUKABUMI	BUMISARI, Kec. CIKIDANG	2017
30	SUKABUMI	CIBENDA, Kec. CIEMAS	2017
31	SUKABUMI	CIEMAS, Kec. CIEMAS	2017
32	SUKABUMI	CIHANYAWAR, Kec. NAGRAK	2017
33	SUKABUMI	CIKIDANG, Kec. CIKIDANG	2017
34	SUKABUMI	CIPEUTEUY, Kec. KABANDUNGAN	2017
35	SUKABUMI	CISARUA, Kec. SUKARAJA	2017
36	SUKABUMI	DATARNANGKA, Kec. SAGARANTEN	2017
37	SUKABUMI	GUNUNG TANJUNG, Kec. CISOLOK	2017
38	SUKABUMI	MEKARSAKTI, Kec. CIEMAS	2017
39	SUKABUMI	MEKARTANJUNG, Kec. CURUGKEMBAR	2017
40	SUKABUMI	PALASARI HILIR, Kec. PARUNG KUDA	2017
41	SUKABUMI	PASIRSUREN, Kec. PELABUHAN RATU	2017

No	Kabupaten	Desa, Kecamatan	Tahun
42	SUKABUMI	SUKAJADI, Kec. CIMANGGU	2017
43	SUKABUMI	SUKALUYU, Kec. KALI BUNDER	2017
44	SUKABUMI	TEGALBULEUD, Kec. TEGAL BULEUD	2017
45	SUKABUMI	TEGALLEGA, Kec. LENGKONG	2017
46	SUKABUMI	BANTARGADUNG, Kec. BANTARGADUNG	2018
47	SUKABUMI	BANTARGEBANG, Kec. BANTARGADUNG	2018
48	SUKABUMI	BANTARKALONG, Kec. WARUNG KIARA	2018
49	SUKABUMI	BOJONG GALING, Kec. BOJONG GENTENG	2018
50	SUKABUMI	BOYONGSARI, Kec. BANTARGADUNG	2018
51	SUKABUMI	CIANAGA, Kec. KABANDUNGAN	2018
52	SUKABUMI	CIBADAK, Kec. PABUARAN	2018
53	SUKABUMI	CIDAHU, Kec. CIDAHU	2018
54	SUKABUMI	CIHAMERANG, Kec. KABANDUNGAN	2018
55	SUKABUMI	CIJULANG, Kec. JAMPANG TENGAH	2018
56	SUKABUMI	CIKAHURIPAN, Kec. KADUDAMPIT	2018
57	SUKABUMI	CIKEMBANG, Kec. CARINGIN	2018
58	SUKABUMI	CIMANGGU, Kec. CIMANGGU	2018
59	SUKABUMI	CIPANENGAH, Kec. BOJONG GENTENG	2018
60	SUKABUMI	CIRENDANG, Kec. CIKAKAK	2018
61	SUKABUMI	CITAMIANG, Kec. KADUDAMPIT	2018
62	SUKABUMI	GIRIJAYA, Kec. CIDAHU	2018
63	SUKABUMI	GUNUNG MALANG, Kec. CIKIDANG	2018
64	SUKABUMI	HEGARMANAH, Kec. WARUNG KIARA	2018
65	SUKABUMI	KEBONPEDES, Kec. KEBONPEDES	2018
66	SUKABUMI	LANGENSARI, Kec. SUKARAJA	2018
67	SUKABUMI	LANGKAPJAYA, Kec. LENGKONG	2018
68	SUKABUMI	LIMUSNUNGGAL, Kec. BANTARGADUNG	2018
69	SUKABUMI	MANGUNJAYA, Kec. BANTARGADUNG	2018
70	SUKABUMI	MEKARSARI, Kec. SAGARANTEN	2018
71	SUKABUMI	MUARADUA, Kec. KADUDAMPIT	2018
72	SUKABUMI	MUNJUL, Kec. CIAMBAR	2018
73	SUKABUMI	NANGELA, Kec. TEGAL BULEUD	2018
74	SUKABUMI	NANGKAKONENG, Kec. CIKIDANG	2018
75	SUKABUMI	NEGLASARI, Kec. LENGKONG	2018
76	SUKABUMI	PABUARAN, Kec. PABUARAN	2018
77	SUKABUMI	PANUMBANGAN, Kec. JAMPANG TENGAH	2018
78	SUKABUMI	PASIRBARU, Kec. CISOLOK	2018
79	SUKABUMI	PONDOK KASO TENGAH, Kec. CIDAHU	2018
80	SUKABUMI	RIDOGALIH, Kec. CIKAKAK	2018
81	SUKABUMI	SAMPORA, Kec. CIKIDANG	2018
82	SUKABUMI	SIRNARASA, Kec. CIKAKAK	2018
83	SUKABUMI	SUKAMAJU, Kec. CIMANGGU	2018
84	SUKABUMI	SUKAMANAH, Kec. CIMANGGU	2018

No	Kabupaten	Desa, Kecamatan	Tahun
85	SUKABUMI	SUKAMEKAR, Kec. SUKARAJA	2018
86	SUKABUMI	SUKARAME, Kec. CISOLOK	2018
87	SUKABUMI	TAMANSARI, Kec. CIKIDANG	2018
88	SUKABUMI	TENJOJAYA, Kec. CIBADAK	2018
89	SUKABUMI	WANGUNJAYA, Kec. CIAMBAR	2018
90	SUKABUMI	BANTARPANJANG, Kec. JAMPANG TENGAH	2019
91	SUKABUMI	BENCOY, Kec. CIREUNGHAS	2019
92	SUKABUMI	BOJONGGALING, Kec. BANTARGADUNG	2019
93	SUKABUMI	CICAREUH, Kec. CIKIDANG	2019
94	SUKABUMI	CIDOLOG, Kec. CIDOLOG	2019
95	SUKABUMI	CIHAUR, Kec. SIMPENAN	2019
96	SUKABUMI	CIJENGKOL, Kec. CARINGIN	2019
97	SUKABUMI	CIKADU, Kec. PALABUHANRATU	2019
98	SUKABUMI	CIKARAE THOYIBAH, Kec. CIKIDANG	2019
99	SUKABUMI	CIKIRAY, Kec. CIKIDANG	2019
100	SUKABUMI	CIKURUTUG, Kec. CIREUNGHAS	2019
101	SUKABUMI	CIMERANG, Kec. PURABAYA	2019
102	SUKABUMI	CIPAMINGKIS, Kec. CIDOLOG	2019
103	SUKABUMI	CISARUA, Kec. NAGRAK	2019
104	SUKABUMI	CISITU, Kec. NYALINDUNG	2019
105	SUKABUMI	CITARIK, Kec. PALABUHANRATU	2019
106	SUKABUMI	CURUGLUHUR, Kec. SAGARANTEN	2019
107	SUKABUMI	DARMAREJA, Kec. NAGRAK	2019
108	SUKABUMI	GANDASOLI, Kec. CIKAKAK	2019
109	SUKABUMI	JAYANTI, Kec. PALABUHANRATU	2019
110	SUKABUMI	KARANGMEKAR, Kec. CIMANGGU	2019
111	SUKABUMI	LEBAKSARI, Kec. PARAKAN SALAK	2019
112	SUKABUMI	LEMBURSAWAH, Kec. PABUARAN	2019
113	SUKABUMI	LIMBANGAN, Kec. SUKARAJA	2019
114	SUKABUMI	MARGALUYU, Kec. SUKARAJA	2019
115	SUKABUMI	PADAASIH, Kec. CISAAT	2019
116	SUKABUMI	PADASENANG, Kec. CIDADAP	2019
117	SUKABUMI	PAGELARAN, Kec. PURABAYA	2019
118	SUKABUMI	PALASARI GIRANG, Kec. KALAPA NUNGGAL	2019
119	SUKABUMI	PASANGGRAHAN, Kec. SAGARANTEN	2019
120	SUKABUMI	PERBAWATI, Kec. SUKABUMI	2019
121	SUKABUMI	SIDAMULYA, Kec. CIEMAS	2019
122	SUKABUMI	SINDANGRAJA, Kec. CURUGKEMBAR	2019
123	SUKABUMI	SUDAJAYA GIRANG, Kec. SUKABUMI	2019
124	SUKABUMI	SUKAJAYA, Kec. SUKABUMI	2019
125	SUKABUMI	SUKAMULYA, Kec. CARINGIN	2019
126	SUKABUMI	CIBAREGBEG, Kec. SAGARANTEN	2019
127	SUKABUMI	CIJAMBE, Kec. CIKIDANG	2019

No	Kabupaten	Desa, Kecamatan	Tahun
128	SUKABUMI	GUNUNGJAYA, Kec. CISAAT	2019
129	SUKABUMI	KADUNUNGGAL, Kec. KALAPA NUNGGAL	2019
130	SUKABUMI	KUTASIRNA, Kec. CISAAT	2019
131	SUKABUMI	MEKARJAYA, Kec. CIEMAS	2019
132	SUKABUMI	PARUNGSEAH, Kec. SUKABUMI	2019
133	SUKABUMI	PULOSARI, Kec. KALAPA NUNGGAL	2019
134	SUKABUMI	SUKASIRNA, Kec. CIBADAK	2019
135	SUKABUMI	TUGUBANDUNG, Kec. KABANDUNGAN	2019

Sumber : SIM PAMSIMAS, 2014-2019

Berikut ini adalah dokumentasi unit bantuan dari beberapa Desa PAMSIMAS di Kabupaten Sukabumi

#### 1. Desa Cimaja Kecamatan Cikakak



Rumah warga Desa Cimaja yang mendapat bantuan



Meteran air



Pamflet pekerjaan PAMSIMAS



Reservoir



Pipa Distribusi berupa pipa HDPE

## 2. Desa Ridogalih Kecamatan Cikakak



Rumah warga Desa Ridogalih yang mendapat bantuan



Pipa transmisi berupa pipa PVC



Reservoir



Sistem distribusi

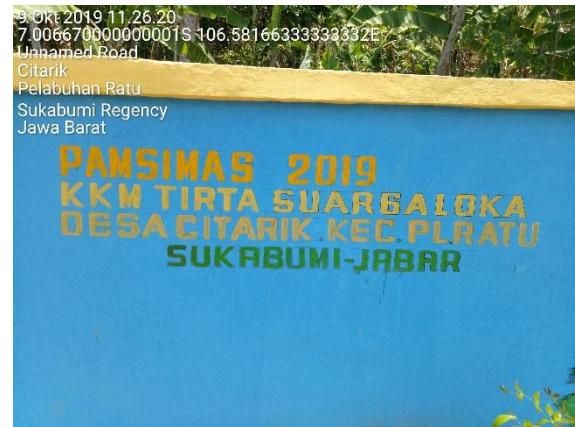


Kordinasi dengan warga/pengelola

### 3. Desa Citarik Kecamatan Pelabuhanratu



Reservoir



Reservoir 2



Reservoir 2

## 4. Desa Jayanti Kecamatan Pelabuhanratu



Reservoir



Gate valve

Pipa transmisi PVC

## 5. Desa Loji Kecamatan Simpenan



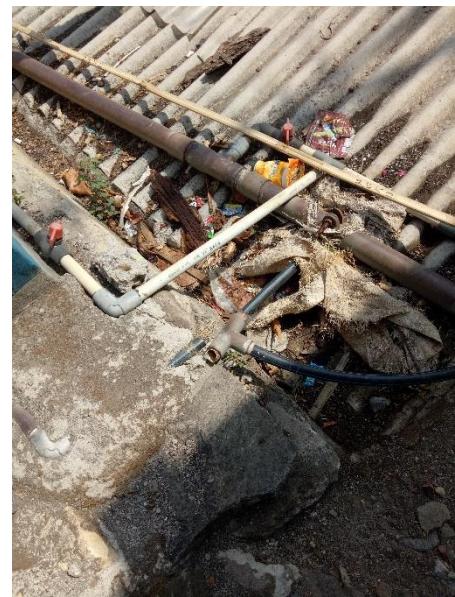
Reservoir



Meteran air



Pipa transmisi berupa pipa PVC



Pipa distribusi berupa pipa HDPE

#### 6. Desa Cibenda Kecamatan Ciomas



Rumah warga Desa Cibenda yang mendapat bantuan



Pipa transmisi berupa pipa PVC



Ada juga pipa transmisi berupa pipa steel



Reservoir



Water Tower



Water meter





Pipa Distribusi HDPE dan PVC

## 7. Desa Mekar Jaya Kecamatan Ciemas



Reservoir



Pipa transmisi berupa pipa PVC



Gate Valve

*Sumber : Survey Lapangan Konsultan, 2019*

**Gambar 4.4 Dokumentasi Desa PAMSIMAS di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu**

# BAB V

# HASIL SURVEY

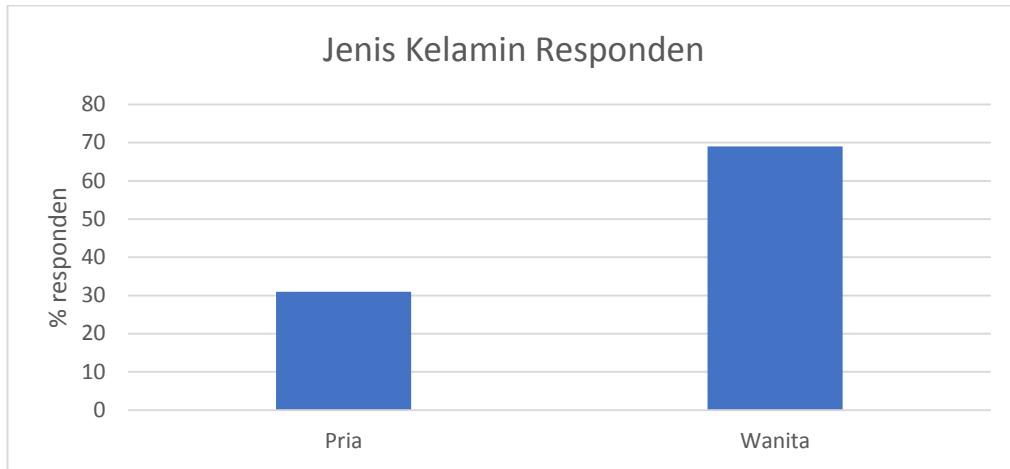
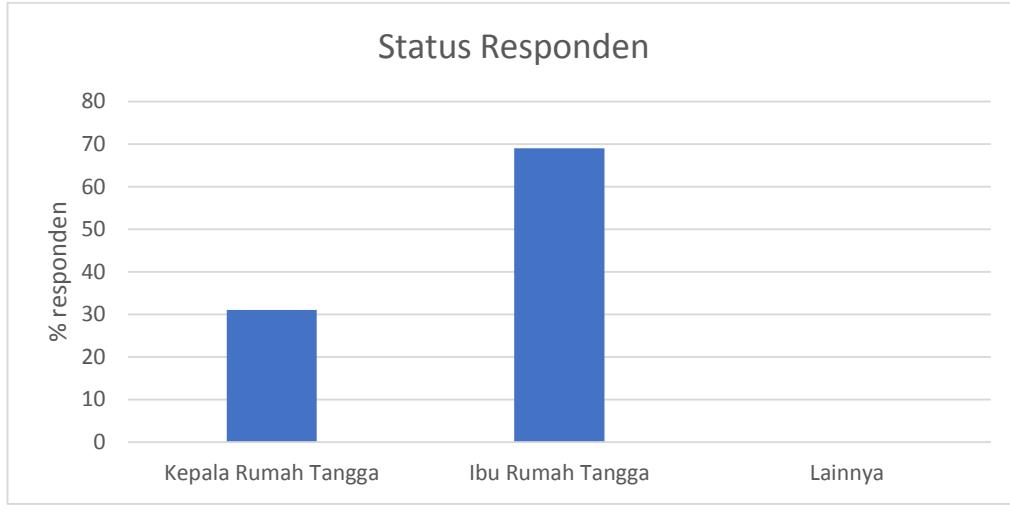
## 5.1 Hasil Studi RDS

### Pengertian RDS (Real Demand Survey)

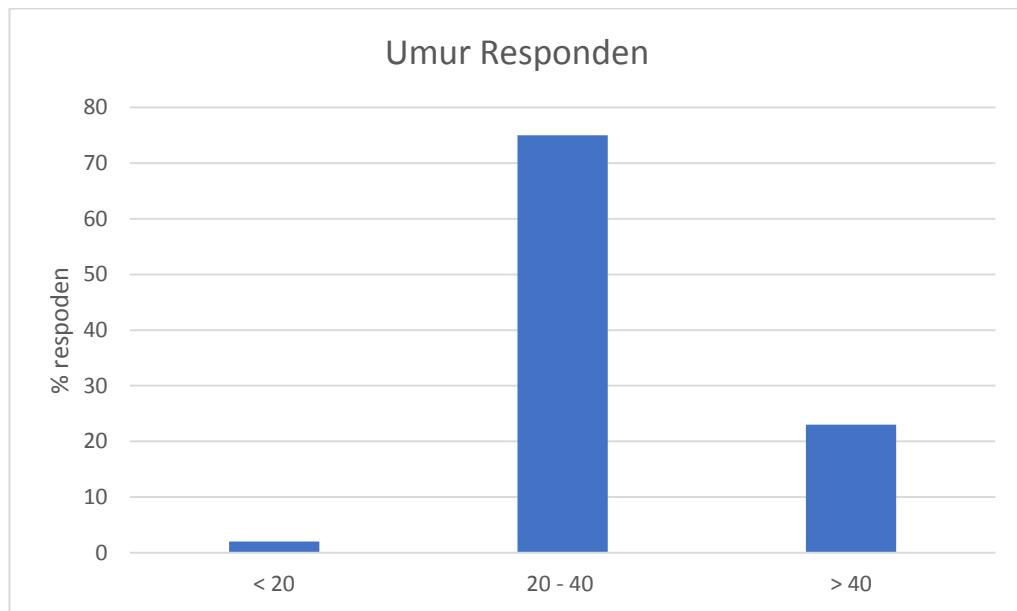
Salah satu kajian untuk mengetahui kondisi sosial masyarakat di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu, maka dilakukanlah survei RDS (Real Demand Survey) atau survey kebutuhan nyata. Kebutuhan nyata adalah kebutuhan yang benar-benar memang mencerminkan apa yang sebenarnya dibutuhkan. Istilah kebutuhan nyata muncul karena adanya pandangan yang berbeda dalam menggambarkan kondisi nyata dari adanya kebutuhan di tingkat masyarakat, dimana umumnya terjadi perbedaan pandangan antara pihak pengambil kebijakan (pemerintah) dan pihak penerima kebijakan (masyarakat). Kebutuhan nyata biasanya menggambarkan kondisi nyata dari kebutuhan masyarakat, dalam artian memfokuskan diri pada pandangan menurut masyarakat, bukan pandangan pihak pengambil kebijakan.

Tujuan dari kegiatan Survei Kebutuhan Nyata (Real Demand Survey - RDS), dimaksud untuk mencapai sasaran-sasaran sebagai berikut; meningkatkan peran serta (partisipasi) masyarakat dalam perencanaan pembangunan, mengetahui kondisi dan akses masyarakat terhadap fasilitas kesehatan, air bersih, sanitasi, persampahan, dan drainase, mengetahui tingkat kebutuhan dan kepentingan masyarakat terhadap sarana dan prasarana umum, kesehatan, air bersih, sanitasi, persampahan, dan drainase, menentukan prioritas (baik kegiatan maupun lokasi) dalam penyediaan/ pembangunan sarana dan prasarana umum, kesehatan, air bersih, sanitasi, persampahan, dan drainase, mengetahui tingkat kemauan membayar masyarakat dalam penyediaan sarana dan prasarana air bersih, sanitasi, persampahan, dan drainase, serta mengetahui tingkat kemampuan.

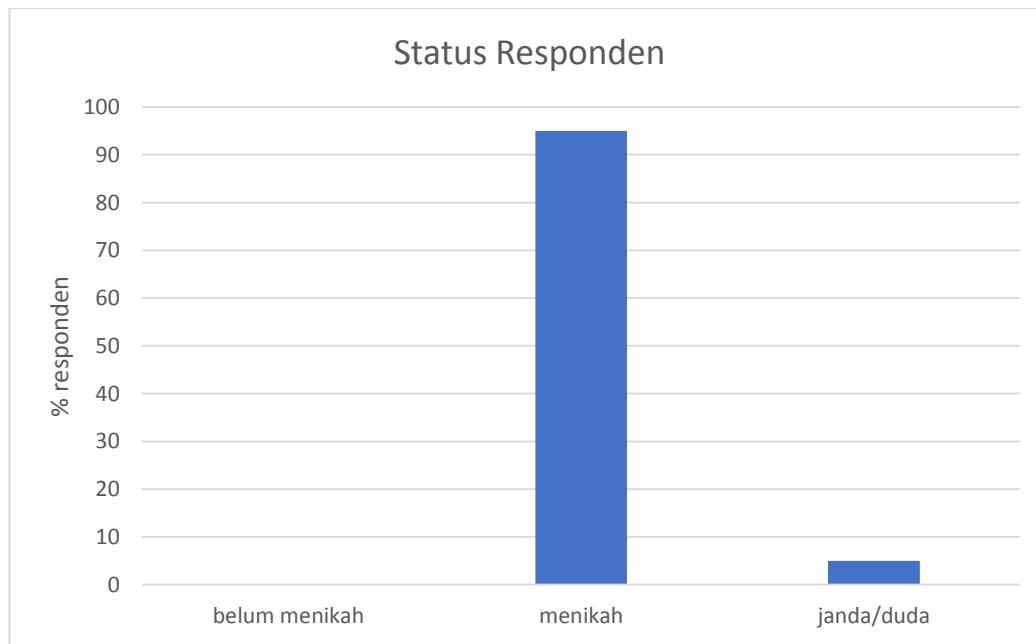
Berikut ini merupakan hasil survei RDS yang telah dilakukan di 5 Kecamatan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu:

**INFORMASI RESPONDEN**

Secara umum responden yang dilakukan wawancara adalah ibu rumah tangga. Informasi yang diberikan akan sangat membantu karena yang paling banyak berhubungan dengan penggunaan air adalah ibu rumah tangga.

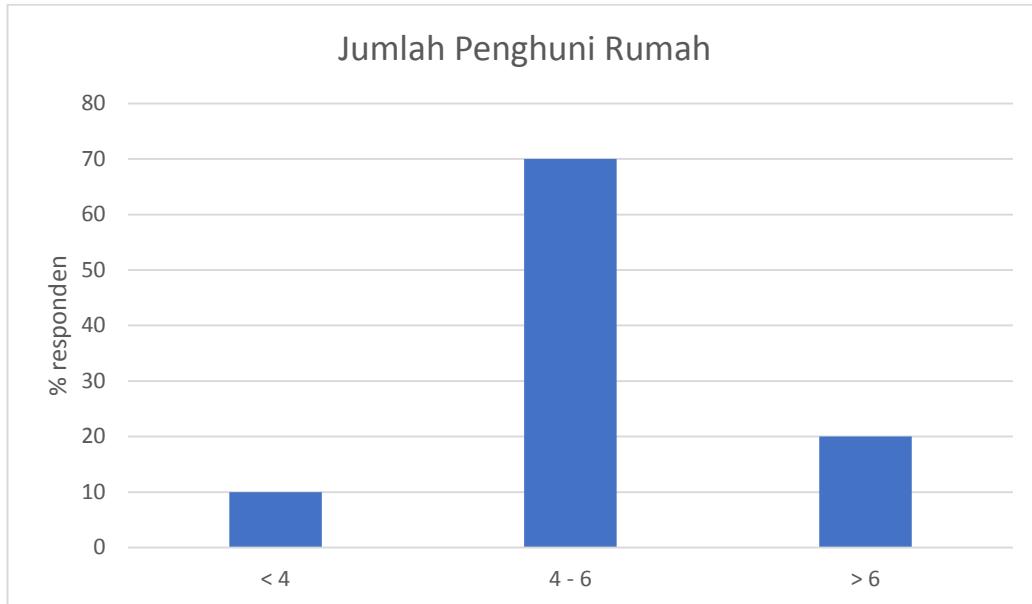


Usia reponden berada pada kisaran 20 - 40 tahun yang merupakan usia yang dinilai sudah dewasa sehingga informasi yang diberikan oleh responden dapat dipertanggungjawabkan karena responden dianggap memahami apa yang ditanyakan.

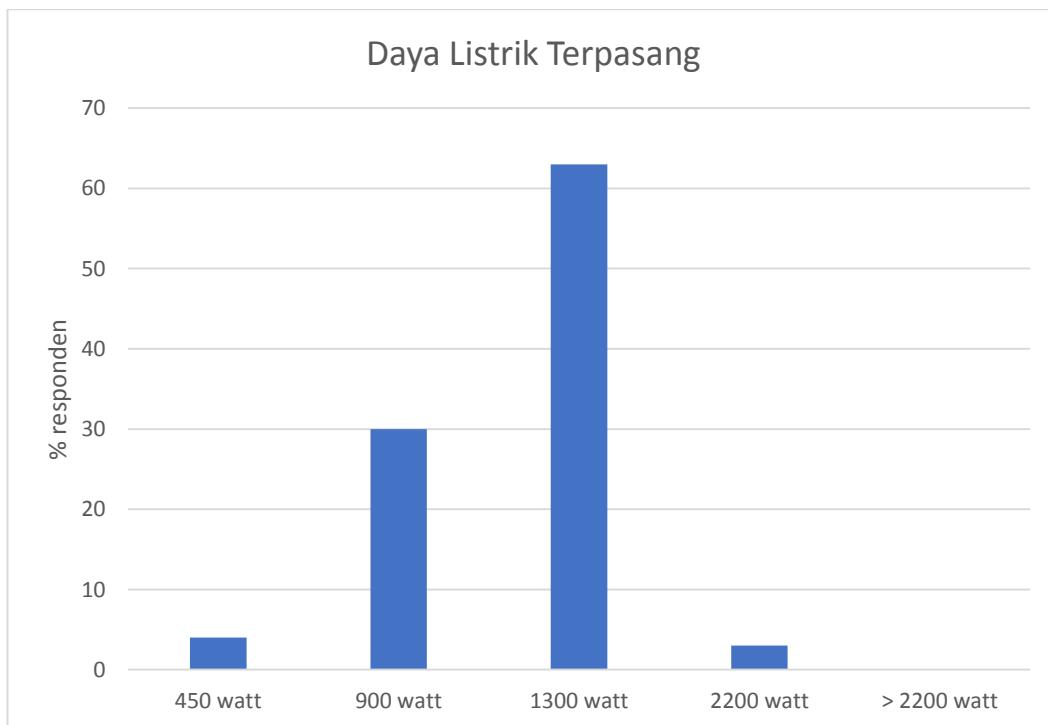


Rata-rata responden dalam posisi menikah sehingga lebih memahami kondisi kebutuhan air dalam posisi rumah tangga yang utuh/lengkap.

## KARAKTERISTIK TEMPAT TINGGAL

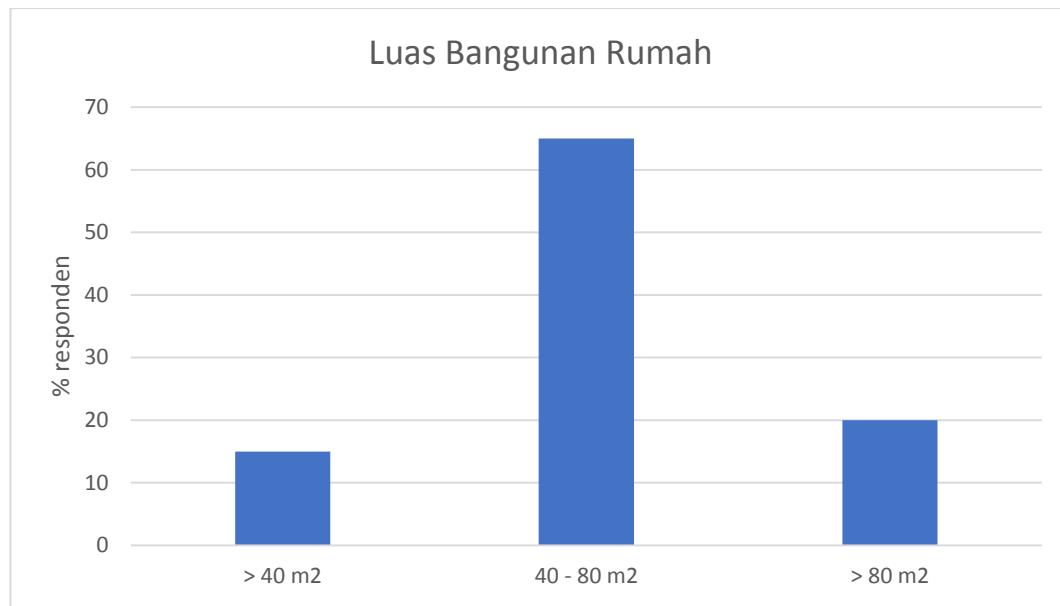
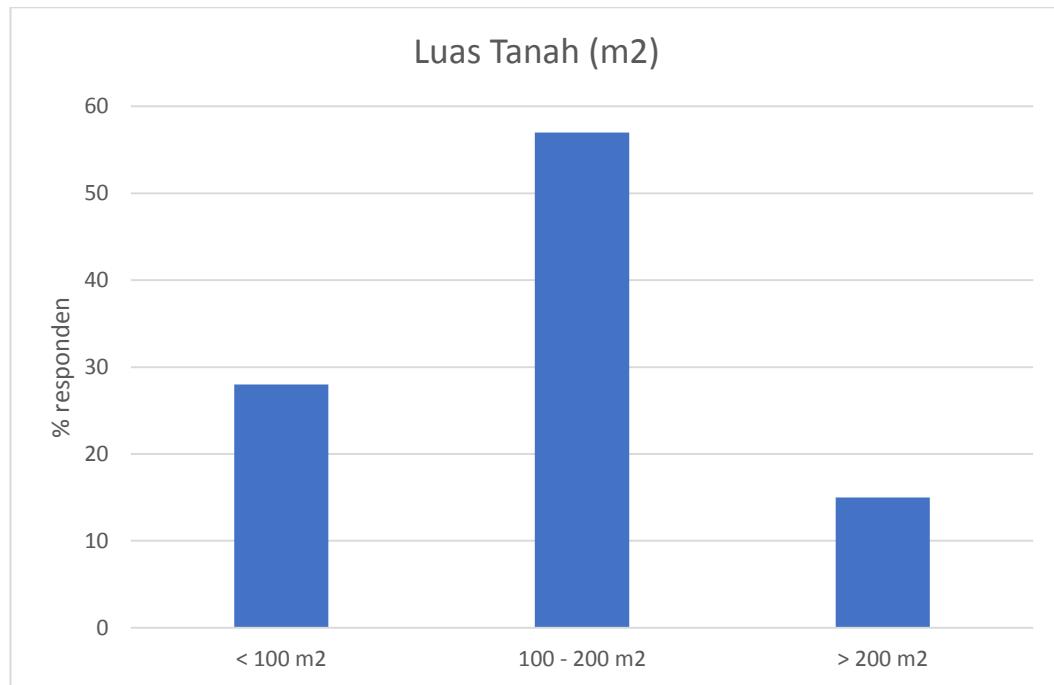


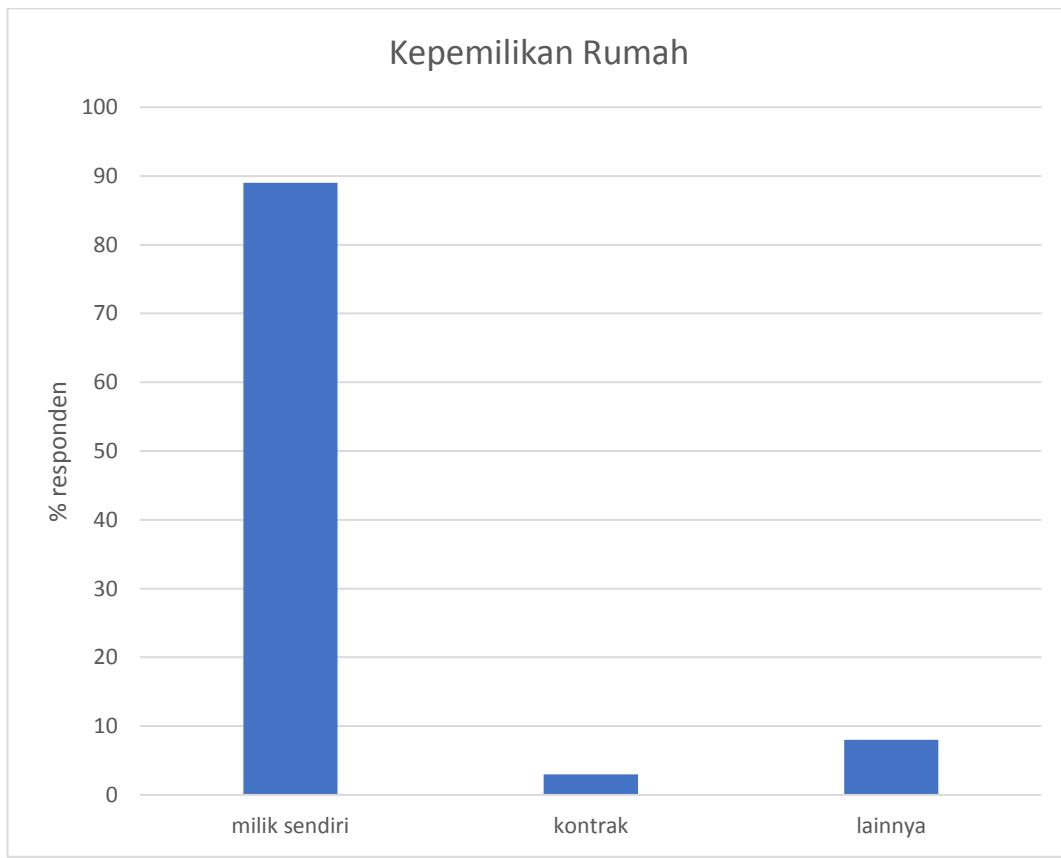
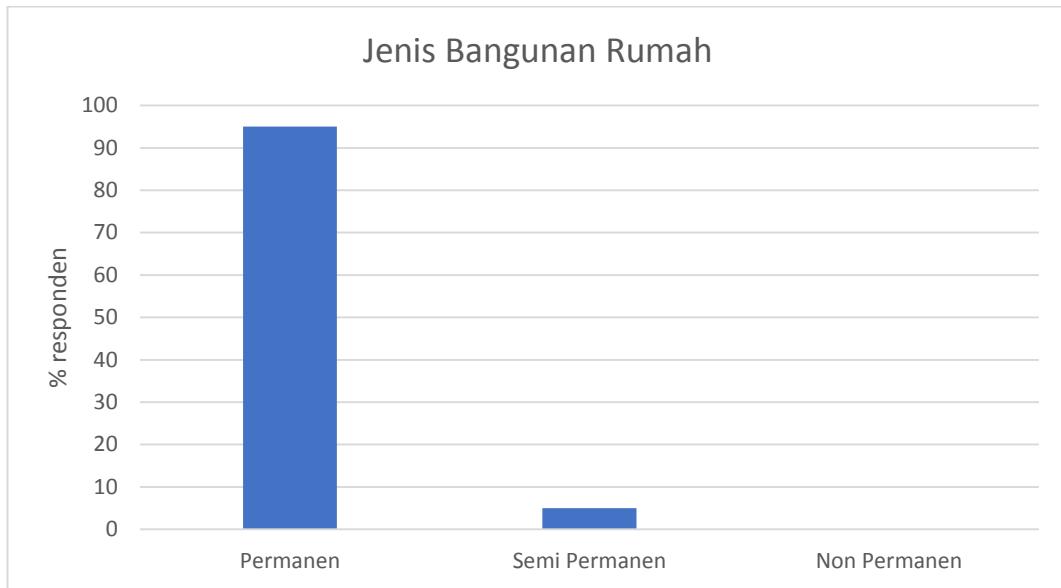
Jumlah penghuni tiap rumah antara 4-6 orang ini menunjukkan bahwa secara umum perhitungan jumlah rata-rata penduduk yang digunakan oleh BPS sama dengan kenyataan dilapangan. Ini akan membantu dalam menentukan jumlah SR yang direncanakan.

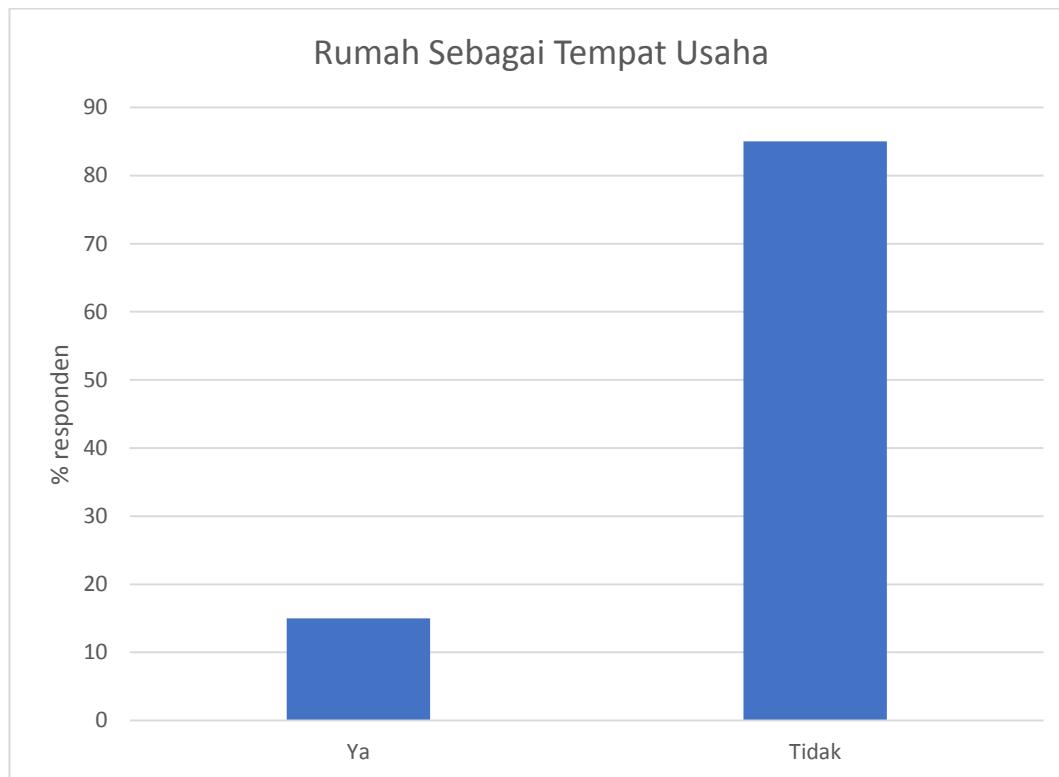


Salah satu aspek yang dijadikan patokan dalam penentuan tingkat ekonomi adalah pemasangan daya listrik. Berdasarkan hasil pengolahan data sekitar 65 % responden

memiliki sambungan daya listrik sebesar 1300 Watt yang bisa diartikan termasuk ke dalam kemampuan ekonomi tidak dalam katagori tidak mampu. Sehingga diperkirakan mampu untuk membayar langganan PDAM.

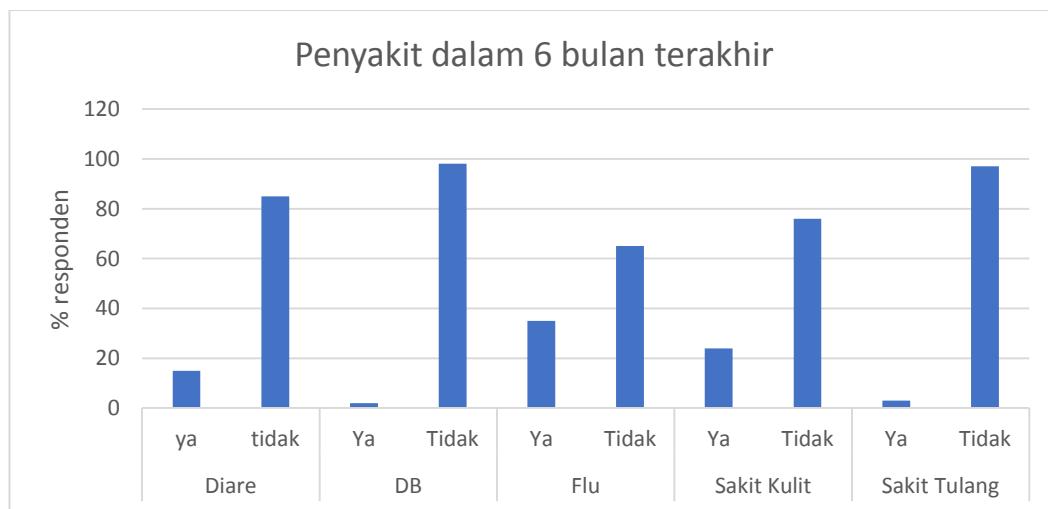


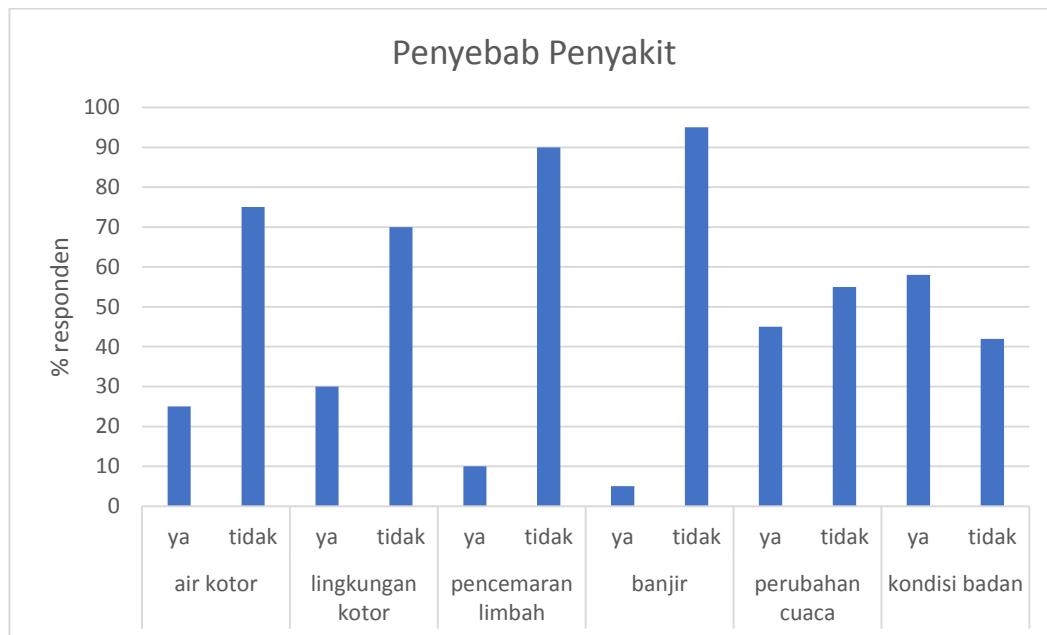




Secara umum rumah yang di diami oleh responden adalah rumah permanen dan milik sendiri sehingga peluang untuk menjadi pelanggan PDAM lebih potensial karena dimiliki secara pribadi.

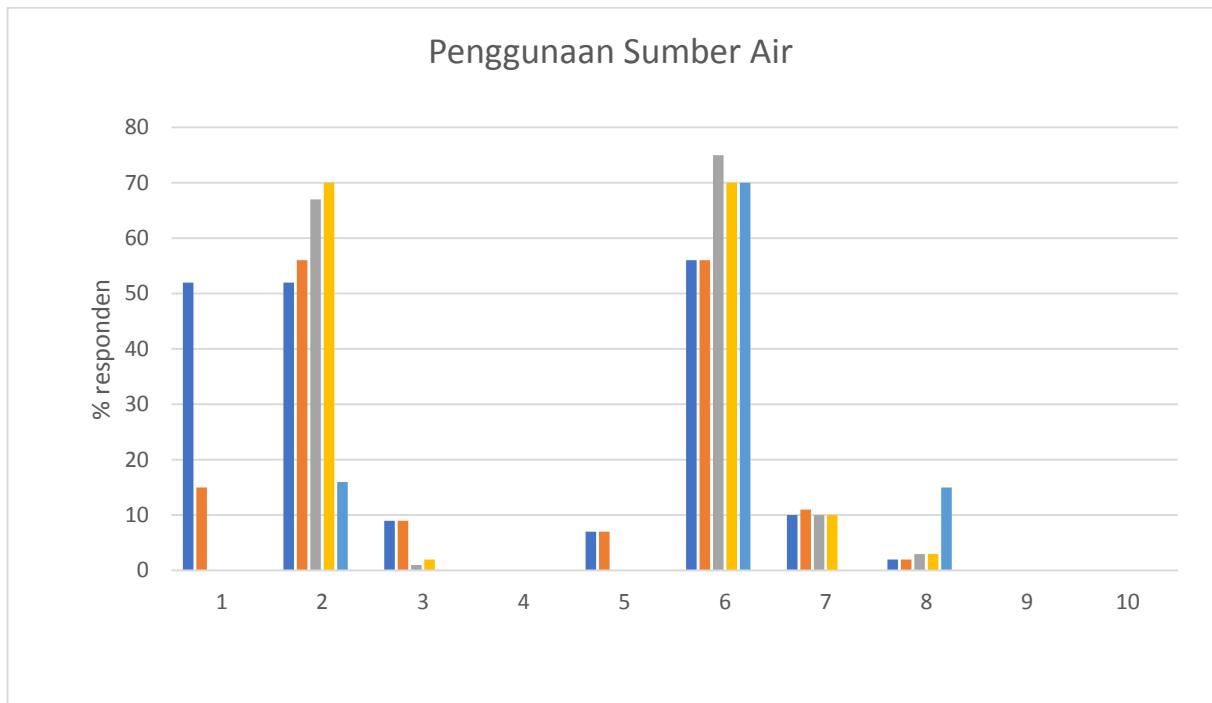
### AKSES KESEHATAN





Dalam 6 bulan terakhir beberapa penyakit yang dirasakan oleh warga adalah daire, flu dan sakit kulit adapun penyebab terjadinya penyakit bersumber dari air bersih yang kualitasnya kurang bagus, lingkungan yang kotor, perubahan cuaca dan kondisi badan yang kurang fit. Hal ini menjadi peluang untuk terserapnya sambungan rumah tangga karena bisa menjadi alternatif solusi bagi warga untuk meningkatkan kesehatan.

## AKSES AIR BERSIH



Ket :

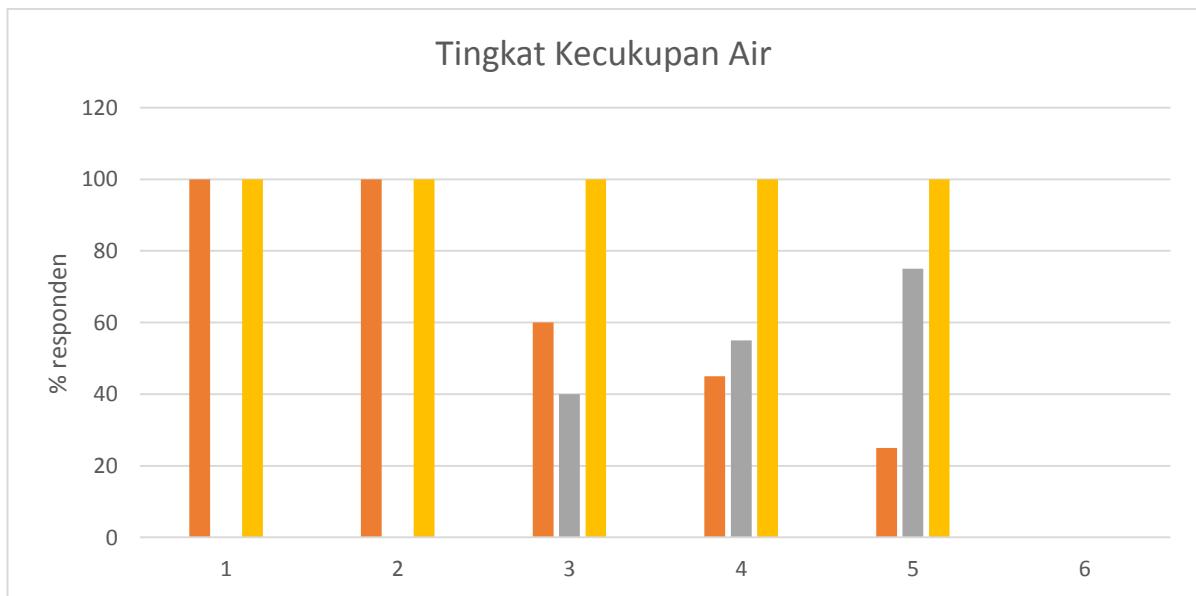
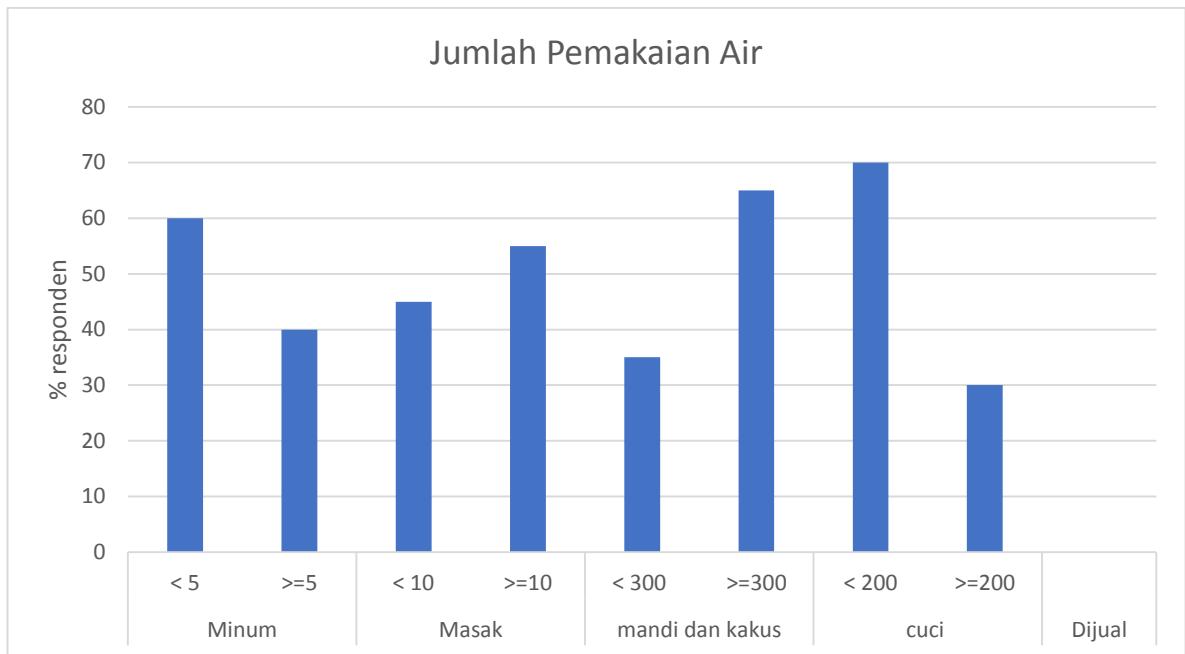
Sumber air

- 1 Air mineral/dalam kemasan
- 2 Sambungan langsung PAM
- 3 Kran umum/terminal air PAM
- 4 Pelayanan dengan truk tangki PAM
- 5 Membeli dari pedagang air (swasta)
- 6 Sumur (bor/gali/pompa) sendiri
- Sumur (bor/gali/pompa) milik warga/masyarakat
- 7 (komunal)
- 8 Danau, sungai, dan mata air
- 9 Menampung air hujan
- 10 Lainnya (sebutkan): .....

Pemanfaatan

- 1 Minum
- 2 Masak
- 3 Mandi dan Kakus
- 4 Cuci (pakaian, dan lain-lain)
- 5 Siram tanaman atau untuk ternak
- 6 Dijual

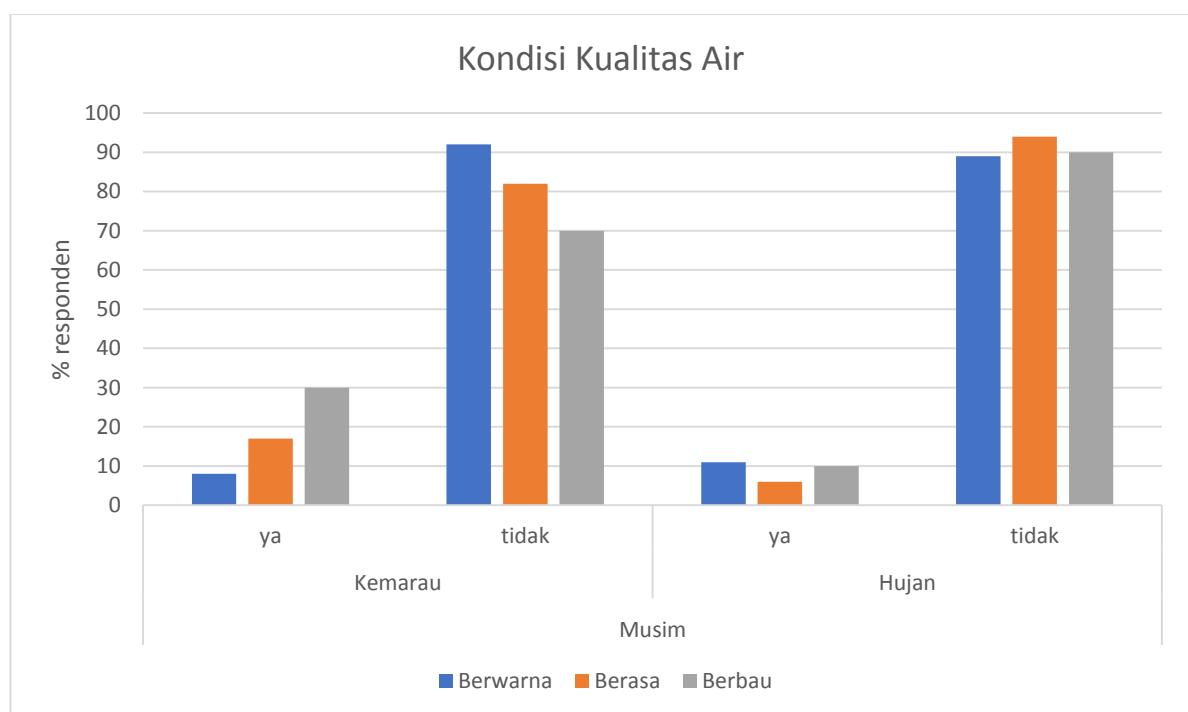
Secara umum masyarakat menggunakan 2 sumber air yaitu dari PDAM dan dari sumur gali/bor individual. Hal ini menjadi penting karena secara umum masyarakat tidak asing dengan air langganan dari PDAM dan menjadi suatu pertimbangan penting bagi masyarakat terutama saat musim kemarau. Sehingga cukup besar peluang bagi warga untuk beralih dari menggunakan sumur bor menjadi langganan PDAM.

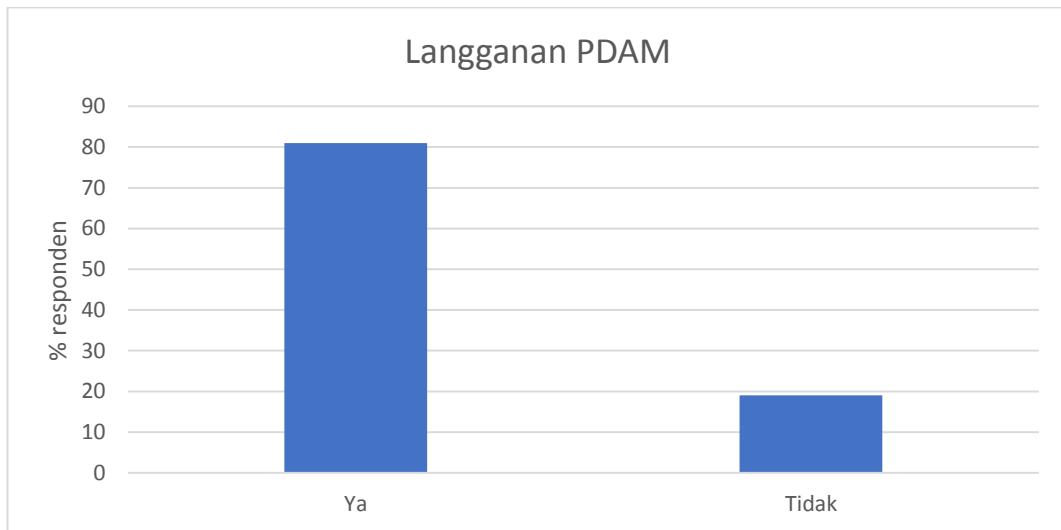
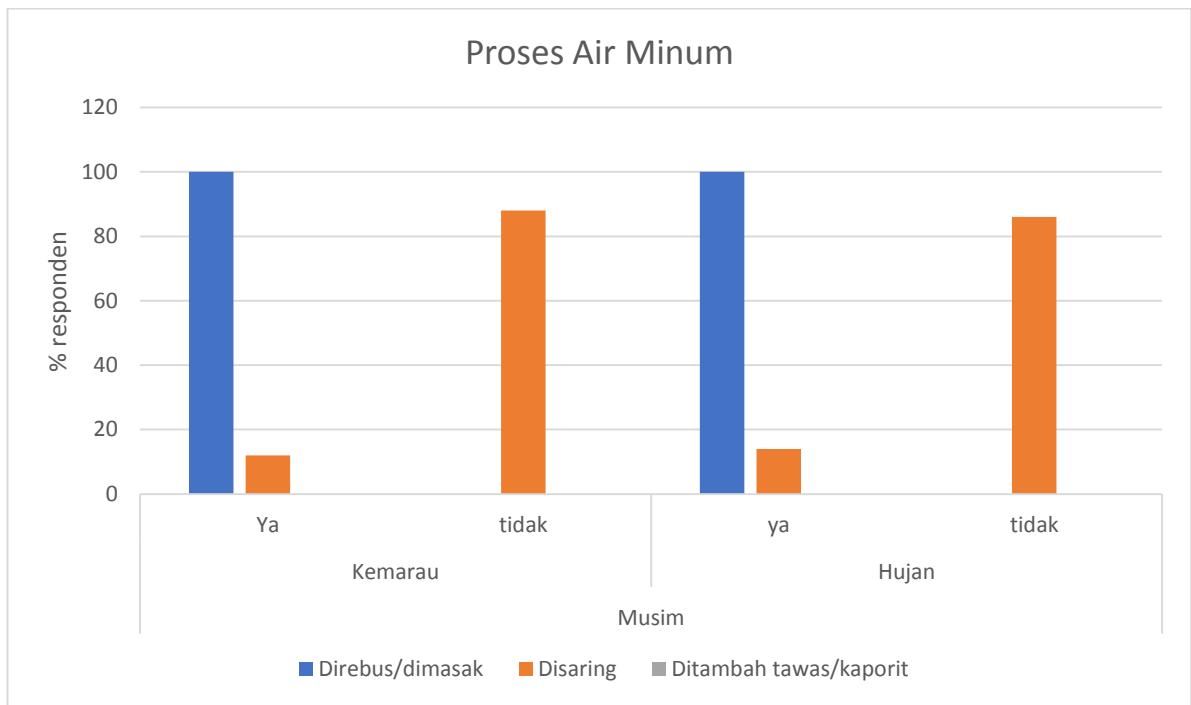


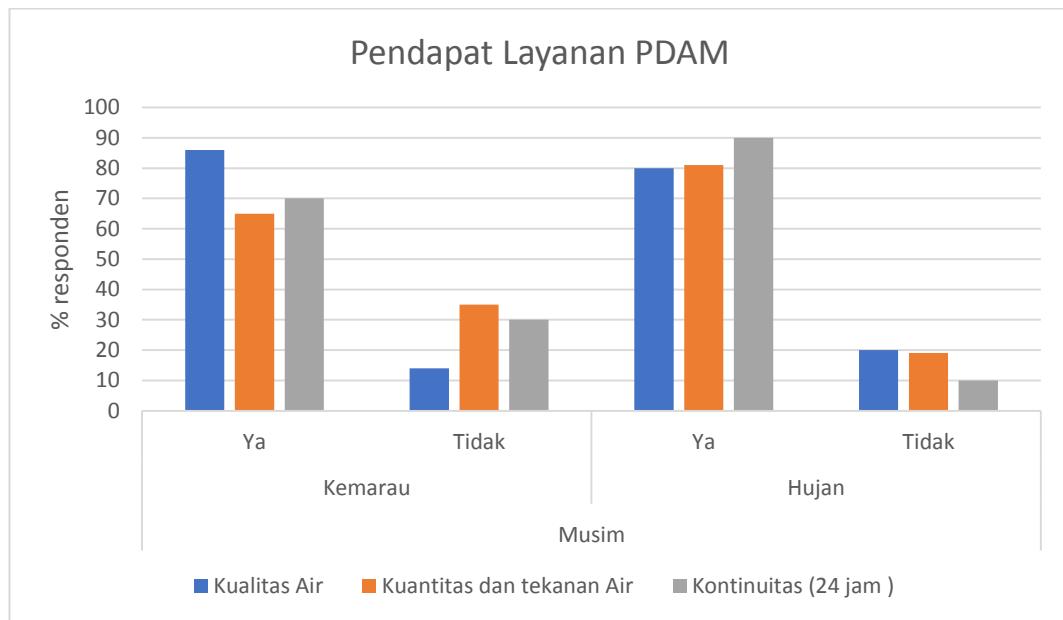
Ket :

- 1 Minum
- 2 Masak
- 3 Mandi dan Kakus
- 4 Cuci (pakaian, dan lain-lain)
- 5 Siram tanaman atau untuk ternak
- 6 Dijual

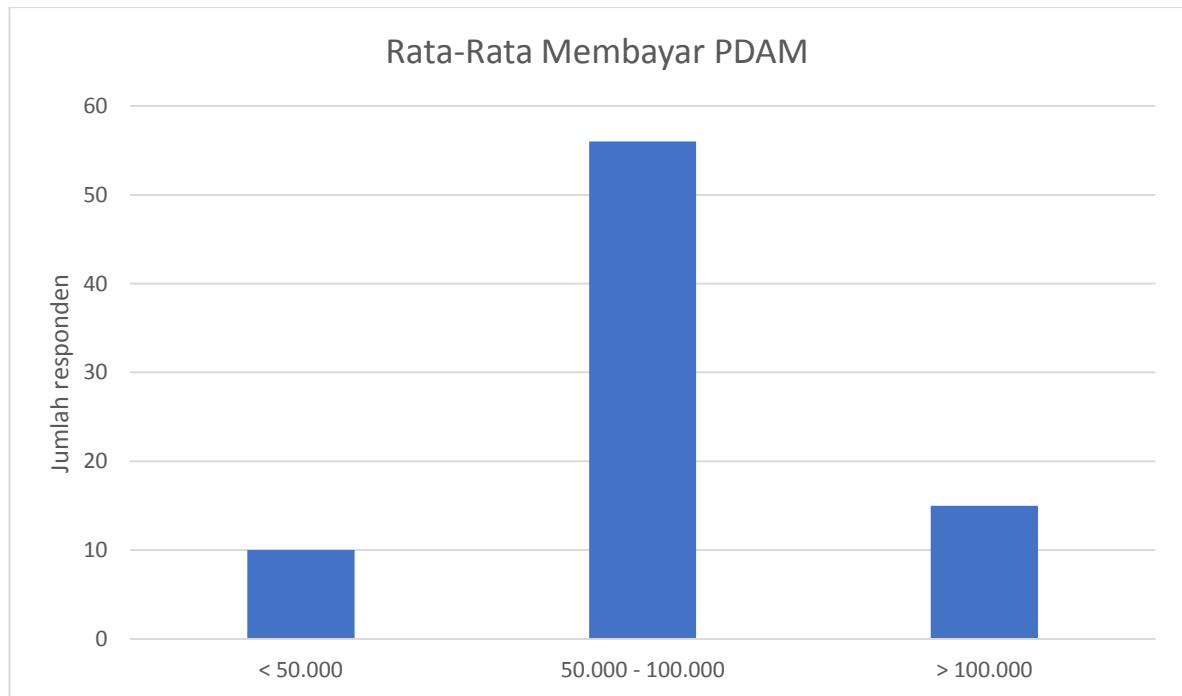
Menurut warga secara umum air berkurang/tidak mencukupi jika di musim kemarau sehingga menjadi suatu peluang bagi PDAM untuk menawarkan alternatif sumber air bagi warga yang tidak terpengaruh oleh musim.





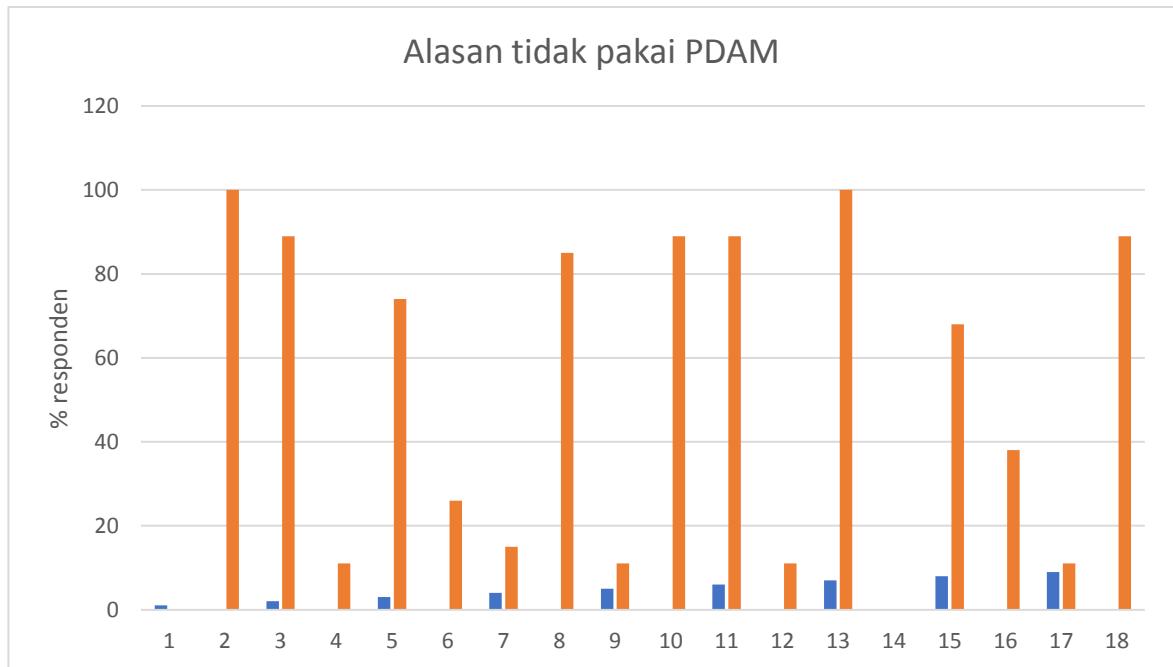


Secara umum layanan PDAM cukup baik sehingga ini menjadi suatu promosi bagi PDAM untuk mengembangkan sistem layanan air bersihnya karena masyarakat cukup puas dengan kinerja PDAM.



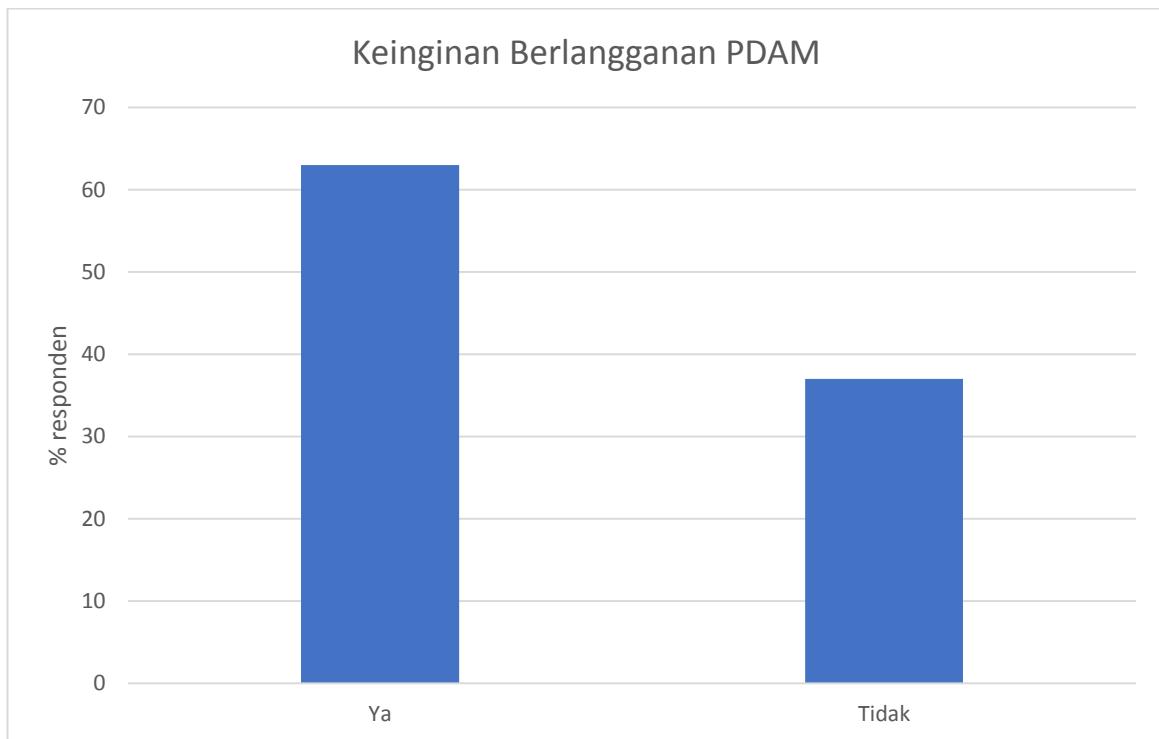
Jumlah iuran yang dibayarkan pelanggan per bulan antara Rp. 50.000 - 100.000 atau setara dengan pemakaian rata-rata 14 - 15 m<sup>3</sup>/bulan. Jumlah pemakaian air di

Kabupaten Sukabumi termasuk cukup baik dan cukup menjanjikan jika dilakukan pengembangan layanan PDAM.

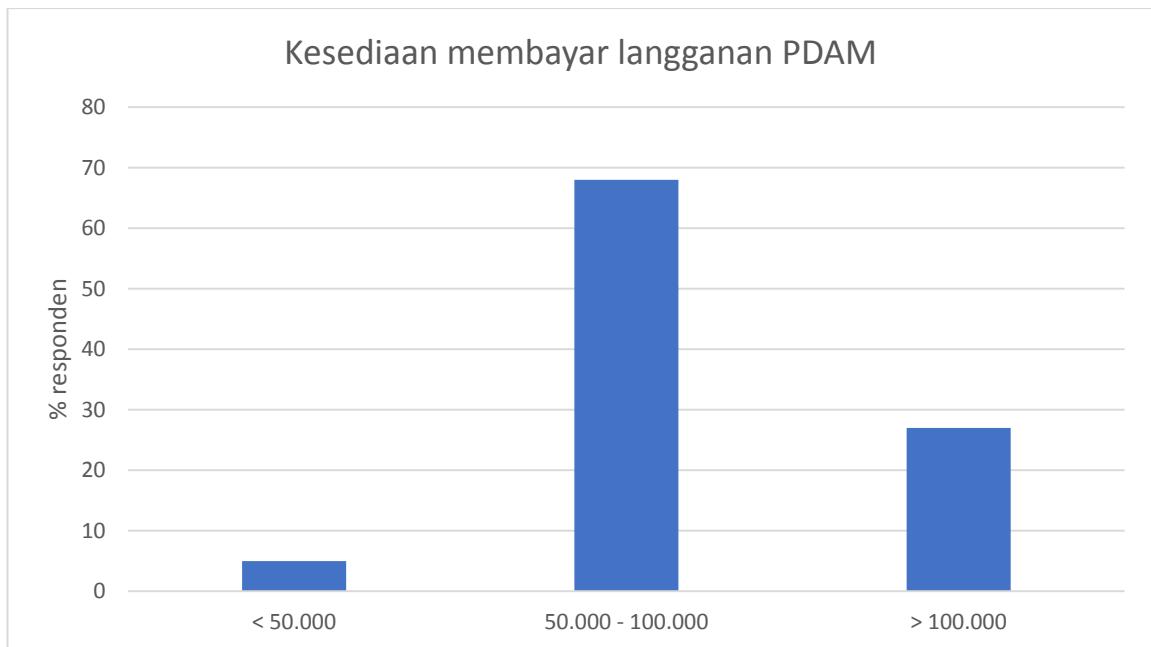


Ket :

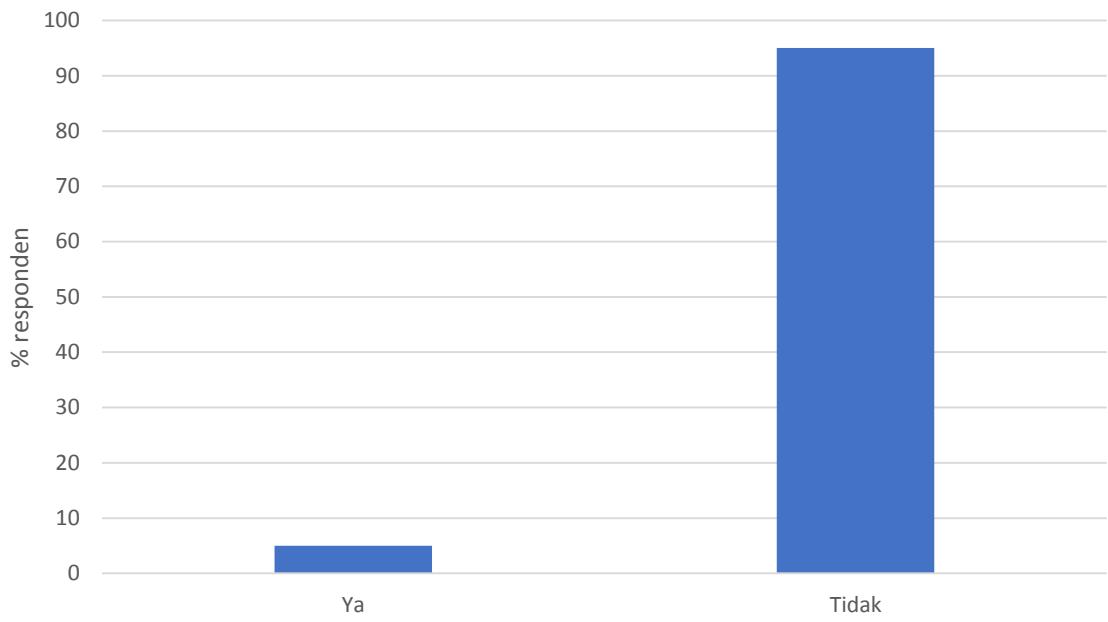
- 1 Lebih murah (dapat menghemat)
- 2 Kuantitas air dari PDAM terbatas (ada giliran air)
- 3 Kontuinitas air dari PDAM terbatas
- 4 Kualitas air PDAM buruk
- 5 Tekanan air PDAM kurang baik
- 6 Belum ada jaringan perpipaan
- 7 Biaya sambungan baru mahal
- 8 Tidak mampu membayar iuran bulanan
- 9 Tata cara menjadi pelanggan baru sulit



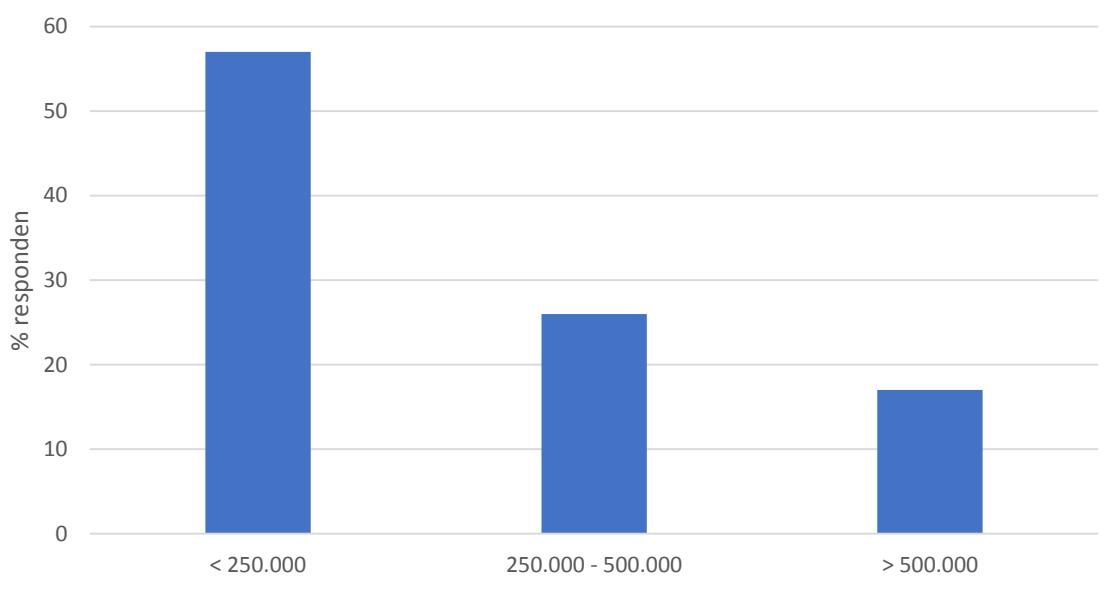
Sekitar 73 % responden tertarik untuk menjadi pelanggan PDAM dan ini merupakan peluang bagi PDAM untuk melakukan pengembangan jaringan layanan ke wilayah yang belum dilayani.



Kesanggupan Membayar Tunai Biaya Sambungan

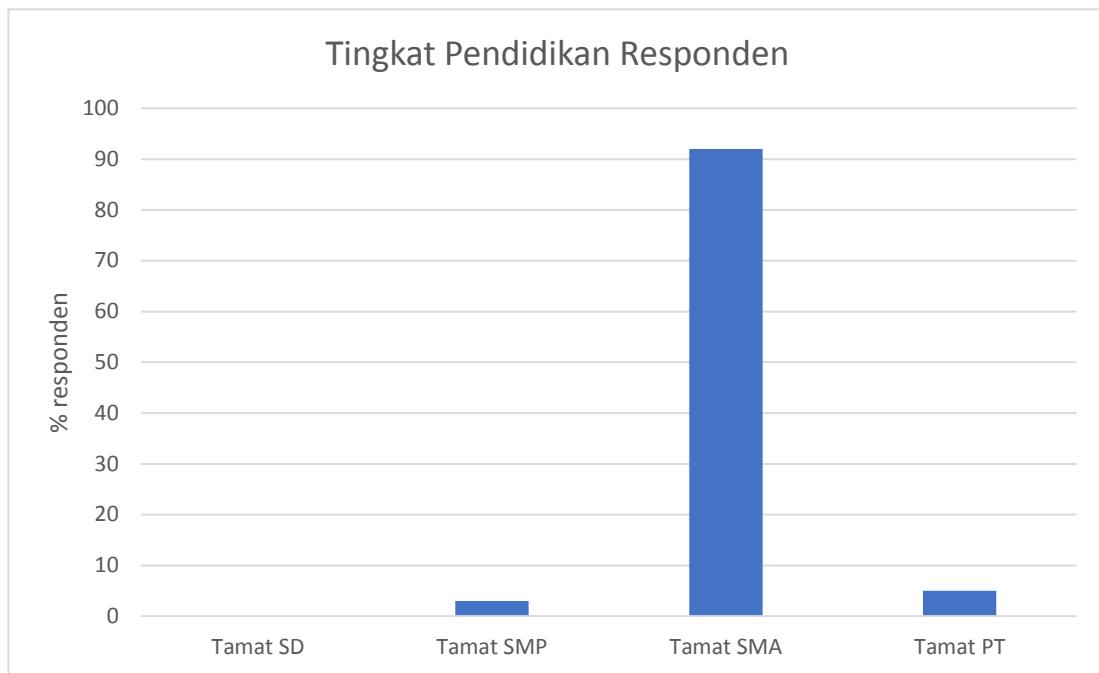


Kesanggupan mencicil biaya sambungan

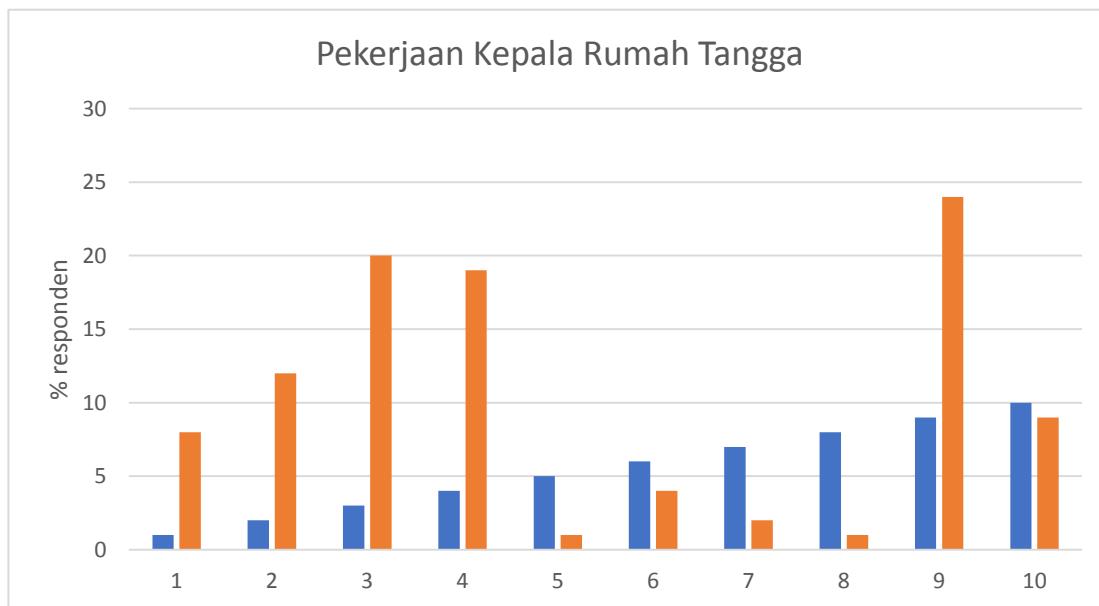


Secara umum masyarakat bersedia untuk melakukan pembayaran biaya langganan meskipun secara cicil. Hal ini menjadi peluang bagi pengembangan layanan PDAM meskipun dengan perlu waktu untuk pengembalian dana investasi dari pembiayaan sambungan langganan.

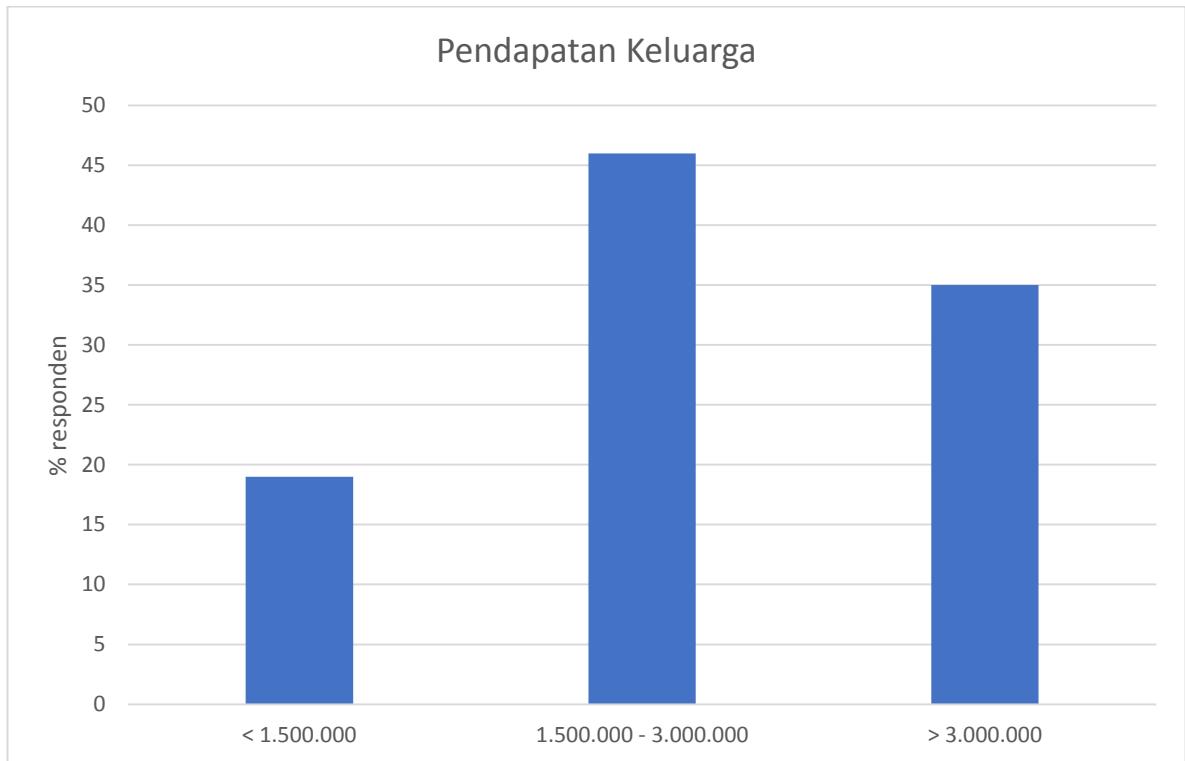
## KONDISI SOSIAL DAN EKONOMI RUMAH TANGGA



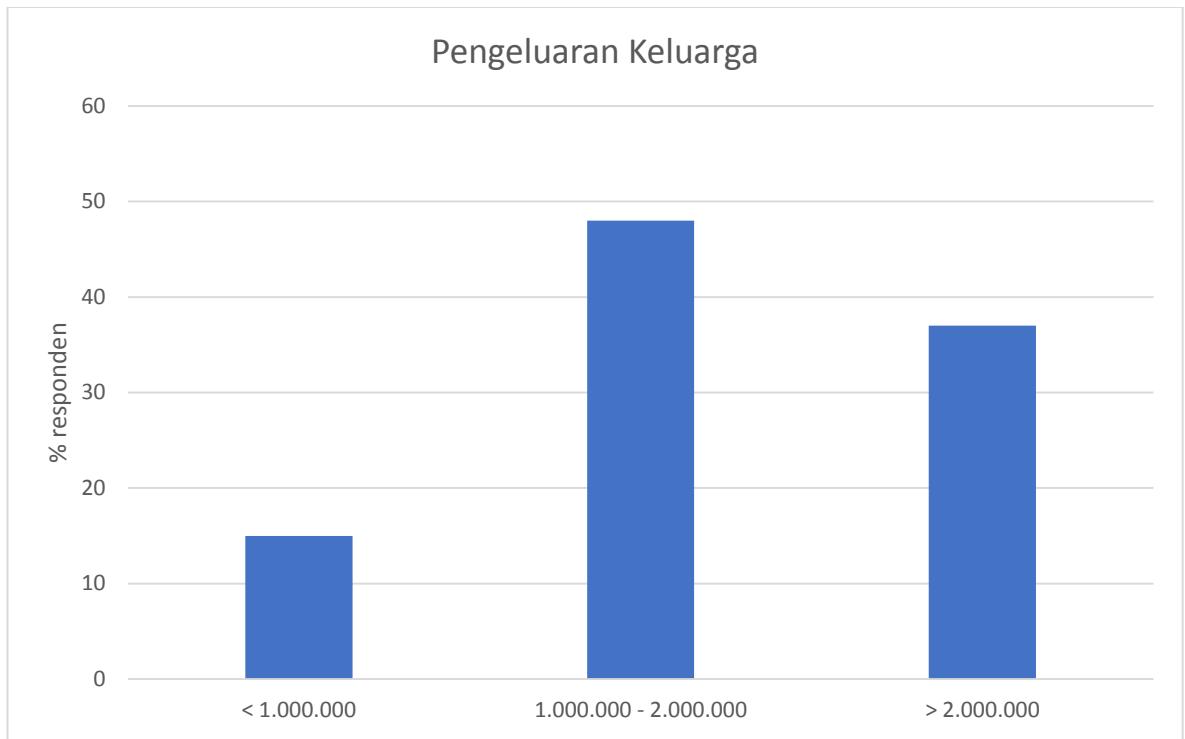
Secara pendidikan sebagian besar responden tamat SMA sehingga memiliki peluang untuk bekerja secara formal.



Secara umum pekerjaan kepala rumah tangga adalah sebagai karyawan swasta/pegawai sehingga secara ekonomi masyarakat/rumah tangga memiliki pendapatan yang tetap.



Pendapatan kepala rumah tangga rata-rata Rp. 1.500.000 - 3.000.000. Nilai pendapatan yang relatif cukup untuk biaya hidup di Kabupaten Sukabumi.



Pengeluaran perbulan rata-rata Rp.1.000.000 - 2.000.000 sehingga jika biaya pengeluaran untuk air bersih sebesar Rp. 50.000 - 100.000 maka pengeluaran air sekitar 5 %.

Secara umum hasil RDS dapat di simpulkan :

1. Sumber air yang paling banyak digunakan oleh warga adalah sumur bor individual dan sambungan PAM untuk memenuhi seluruh kebutuhan air bersih bagi warga, dengan rata-rata penggunaan air per hari mencapai sekitar 500 liter/KK atau 100 liter/orang, semua kebutuhan untuk minum dan masak terpenuhi tetapi kebutuhan untuk mandi, mencuci dan menyiram tanaman tidak cukup pada saat musim kemarau, secara umum kualitas air bersih yang ada pada masyarakat tidak berbeda pada saat musim kemarau dengan musim hujan, hampir semua masyarakat melakukan pengolahan air dengan cara di rebus sebelum dipergunakan untuk minum.
2. Persepsi pelanggan PDAM terhadap kualitas air PDAM cukup bagus tetapi kadang-kadang bermasalah dengan tekanan dan kontinuitas terutama pada saat musim kemarau.
3. Rata-rata masyarakat membayar biaya langganan per bulan mencapai 50.000 – 100.000 yang setara dengan pemakaian rata-rata sekitar 15 m<sup>3</sup>/bulan.
4. Beberapa kendala yang menyebabkan masyarakat tidak menyambung PDAM adalah:
  - a. Masyarakat masih menganggap harga air PDAM mahal
  - b. Belum ada jaringan perpipaan
  - c. Biaya sambungan mahal
  - d. Tata cara menjadi pelanggan sulit
5. Keinginan menjadi pelanggan masih diangka 63 % sementara sisanya 37 % belum tertarik menjadi pelanggan PDAM.
6. Kesediaan membayar iuran perbulan dari masyarakat antara 50.000 – 100.000, hampir 95 % masyarakat tidak mampu jika harus membayar biaya sambungan secara langsung adapun jika dicicil maka kesediaan masyarakat untuk mencicil sebesar <250.000 per bulan.

Berikut ini beberapa dokumentasi kegiatan RDS



Sumber : Hasil Survey Konsultan, 2019

## 5.2 Survey Sumber Air Baku

### 5.2.1. Kuantitas Sumber Air Baku

#### 1. Sungai Citarik

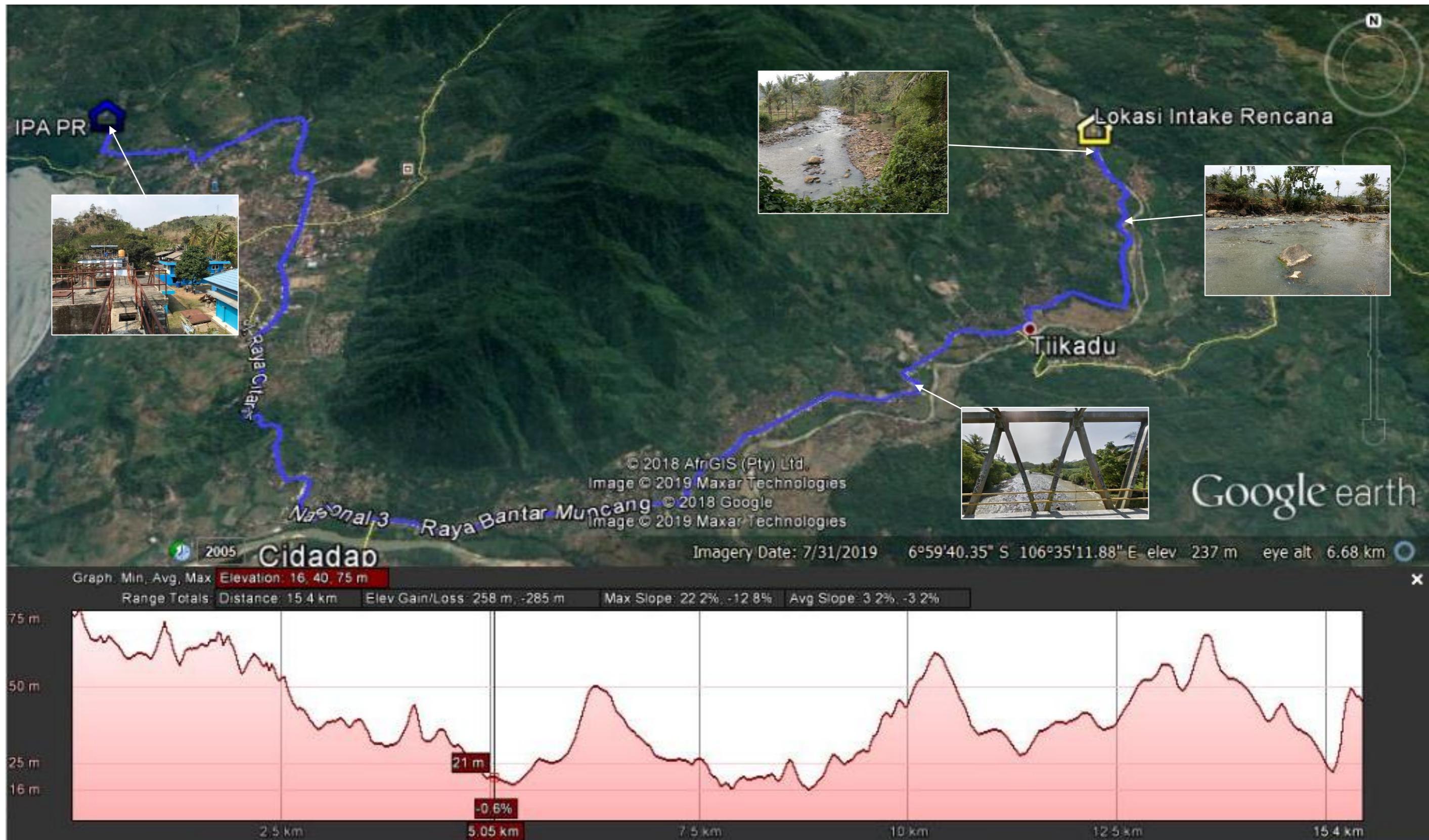
Berdasarkan buku Sumber Daya Air Dalam Angka 2018 dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat diketahui terdapat berbagai informasi mengenai sumber-sumber air

yang ada di provinsi Jawa Barat lengkap dengan hasil pengukuran debit dari berbagai pos duga air yang ada.

Salah satu sungai yang berada di wilayah kajian Kawasan strategis provinsi yaitu wilayah pengembangan pelabuhan ratu (kabupaten Sukabumi) adalah Sungai Citarik. Pos duga yang digunakan untuk pengamatan sungai cimandiri yaitu pos duga air Pajagan. Terdapat 11 tahun data debit hasil pengukuran yaitu mulai tahun 2007 sampai tahun 2017 dengan frekuensi pengukuran perbulan dilakukan selama 2 kali (debit setengah bulanan).

Untuk penyediaan air baku air minum debit andalan yang dipergunakan adalah debit andalan 90 % atau  $Q_{90}$ . Debit andalan 90 % untuk Sungai Citarik dengan Pos Pajagan diketahui sebagai berikut :

- a. Nilai debit maksimal :  $14,87 \text{ m}^3/\text{detik} = 14.870 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan maret 2
- b. Nilai debit minimal :  $0,36 \text{ m}^3/\text{detik} = 360 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan September 2



Gambar 5.1 Sungai Citarik

## 2. Sungai Cimandiri

Sungai berikutnya yang berada di wilayah kajian Kawasan strategis provinsi yaitu wilayah pengembangan pelabuhan ratu (kabupaten Sukabumi) adalah Sungai Cimandiri. Pos duga yang digunakan untuk pengamatan sungai Citarik yaitu pos duga air Tegal Datar. Terdapat 11 tahun data debit hasil pengukuran yaitu mulai tahun 2007 sampai tahun 2017 dengan frekuensi pengukuran perbulan dilakukan selama 2 kali (debit setengah bulanan).

Untuk penyediaan air baku air minum debit andalan yang dipergunakan adalah debit andalan 90 % atau  $Q_{90}$ . Debit andalan 90 % untuk Sungai Cimandiri dengan Pos Tegal Datar diketahui sebagai berikut :

- a. Nilai debit maksimal :  $10,27 \text{ m}^3/\text{detik} = 10.270 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan april 1
- b. Nilai debit minimal :  $2,15 \text{ m}^3/\text{detik} = 2.150 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan September 2



Berikut adalah Sumber Mata Air  
Ciparanji, Cisolok



### 5.2.2. Kualitas Sumber Air Baku

Berikut tabel hasil uji laboratorium Sumber Air baku di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu:

Seperti terlihat di tabel dibawah, hasil uji kualitas sumber air baku di mata cisalak relatif baik ini terlihat dari semua parameter memenuhi batas ambang standar baku. Sehingga sumber mata air Cisalak layak digunakan untuk pelayanan daerah rencana kecamatan Cisolok dan Cikakak.

**Tabel 5.1** Hasil Uji Kualitas Sumber Air Baku Mata Air Cisalak

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
KIMIA					
1	pH	-	6,0 – 9,0	7,538	SNI 6989.11-2019
2	Besi (Fe)*	mg/L	1	< 0,01693	US EPA Methode No.200.7-2001
3	Kesadahan Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500	153,52	SNI 06-6989.22:2004

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
4	Mangan (Mn)*	mg/L	0,5	< 0,01028	US EPA Methode No.200.7-2001
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10	< 0,0031	SNI 6989.79:2011
6	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	1	0,0107	SNI 06-6989.9-2004
7	Sulfat (SO <sub>4</sub> )*	mg/L	400	4,0275	SNI 06-6989.20:2019
8	Nilai Permanganat (KMnO <sub>4</sub> )	mg/L	10	1,09	SNI 06-6989.22:2004
9	Alumunium (aSa)*	mg/L	-	< 0,00896	US EPA Methode No.200.7-2001
10	Klorida (Cl)*	mg/L	-	5,80	SNI 6989.19:2009

Sumber : Hasil Uji LPKL PDAM Tirtawening Kota Bandung, 15 Okt 2019

*Keterangan :*

1. Air untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air minum.
2. Logam Berat Merupakan Logam Terlarut (\*)
3. American Public Health Association, Standard Methode Edisi ke 22 tahun 2012 (\*\*)

**Tabel 5.2** Hasil Uji Kualitas Sumber Air Baku Sungai Citarik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
KIMIA					
1	pH	-	6,0 – 9,0	7,12	SNI 6989.11-2019
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	3	3,83 <sup>^</sup>	SNI 6989.72:2009
3	COD	mg/L	25	11,9647	SNI 6989.2:2009
4	Total Fosfat sebagai P	mg/L	0,2	0,0197	APHA 4500 P-D-2012**
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10	0,4925	SNI 6989.79:2011
6	Arsen (As)*	mg/L	1	< 0,0021	SNI 6989.81:2018
7	Kobal (Co)*	mg/L	0,2	< 0,00330	US EPA Methode No.200.7-2001
8	Boron (B)*	mg/L	1	< 0,00726	US EPA Methode

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
					No.200.7-2001
9	Selenium (Se)*	mg/L	0,05	< 0,0013	SNI 6989.83:2018
10	Kadmium (Cd)*	mg/L	0,01	< 0,00928	US EPA Methode No.200.7-2001
11	Krom Heksavalen (Cr-VI)	mg/L	0,05	0,0091	SNI 6989.72:2009
12	Tembaga(Cu)*	mg/L	0,02	< 0,00819	US EPA Methode No.200.7-2001
13	Timbal (Pb)*	mg/L	0,03	< 0,01039	US EPA Methode No.200.7-2001
14	Air Raksa (Hg)*	mg/L	0,002	< 0,0004	SNI 6989.79:2011
15	Seng (Zn)	mg/L	0,05	< 0,01894	US EPA Methode No.200.7-2001
16	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	-	8,70	SNI 6989.77-2011
17	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,02	< 0,0050	SNI 06-6989.29-2005
18	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0,06	0,0167	SNI 06-6989.90-2004
19	<b>Klorin Bebas (Cl<sub>2</sub>)</b>	mg/L	0,03	0,07 <sup>^</sup>	Colorimetri
20	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,0143 <sup>^</sup>	SNI 6989.70:2009
21	Minyak dan Lemak	mg/L	1	< 0,94	SNI 6989.10:2011
22	Deterjen (MBAS)	mg/L	0,2	0,2000	SNI 06-6989.51-2005
23	Fenol	mg/L	0,001	< 0,00046	SNI 06-6989.21-2004
	<b>MIKROBIOLOGI</b>				
1	Fecal Coliform	Jml/100 mL	1.000	79	APHA 9221-E-2012**
2	Coliform	Jml/100 mL	5.000	110	APHA 9221-B-2012**

Sumber : Hasil Uji LPKL PDAM Tirtawening Kota Bandung, 15 Okt 2019

*Keterangan :*

1. Logam Berat Merupakan Logam Terlarut (\*)
2. American Public Health Association, Standard Methode Edisi ke 22 tahun 2012 (\*\*)
3. Huruf yang tercetak **tebal** menunjukan parameter yang tidak terakreditasi
4. Tidak memenuhi **Baku Mutu** yang dipersyaratkan (^)

Hasil pengujian kualitas air baku menunjukan bahwa kualitas air sungai Citarik relatif baik, ini terlihat dari beberapa parameter yang memenuhi standar baku mutu dari PP No. 82 Tahun 2001 Kelas II tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air untuk prasaran / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengiri pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Beberapa parameter yang tidak lolos uji kualitas tersebut adalah

1. BOD<sub>5</sub>
2. Klorin bebas
3. Belerang sebagai H<sub>2</sub>S

Apabila sumber air baku sungai Citarik akan dimanfaatkan maka harus ada pengolahan lebih lanjut, seperti membangun Water Treatment Plant (WTP) oleh pihak terkait.

**Tabel 5.3** Hasil Uji Kualitas Sumber Air Baku Sungai Cimandiri

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
KIMIA					
1	pH	-	6,0 – 9,0	7,12	SNI 6989.11-2019
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	3	3,94 <sup>▲</sup>	SNI 6989.72:2009
3	COD	mg/L	25	12,3010	SNI 6989.2:2009
4	Total Fosfat sebagai P	mg/L	0,2	< 0,0171	APHA 4500 P-D-2012**
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10	0,6011	SNI 6989.79:2011
6	Arsen (As)*	mg/L	1	< 0,0021	SNI 6989.81:2018
7	Kobal (Co)*	mg/L	0,2	< 0,00330	US EPA Methode No.200.7-2001
8	Boron (B)*	mg/L	1	< 0,00726	US EPA Methode No.200.7-2001
9	Selenium (Se)*	mg/L	0,05	< 0,0013	SNI 6989.83:2018
10	Kadmium (Cd)*	mg/L	0,01	< 0,00976	US EPA Methode No.200.7-2001
11	Krom Heksavalen (Cr-VI)	mg/L	0,05	0,0072	SNI

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
					6989.72:2009
12	Tembaga(Cu)*	mg/L	0,02	< 0,00819	US EPA Methode No.200.7-2001
13	Timbal (Pb)*	mg/L	0,03	< 0,01039	US EPA Methode No.200.7-2001
14	Air Raksa (Hg)*	mg/L	0,002	< 0,0004	SNI 6989.79:2011
15	Seng (Zn)*	mg/L	0,05	< 0,01894	US EPA Methode No.200.7-2001
16	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	-	5,30	SNI 6989.77- 2011
17	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,02	< 0,0050	SNI 06-6989.29- 2005
18	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0,06	0,0109	SNI 06-6989.90- 2004
19	<b>Klorin Bebas (Cl<sub>2</sub>)</b>	mg/L	0,03	0,04 <sup>^</sup>	Colorimetri
20	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,0133 <sup>^</sup>	SNI 6989.70:2009
21	Minyak dan Lemak	mg/L	1	2,00 <sup>^</sup>	SNI 6989.10:2011
22	Deterjen (MBAS)	mg/L	0,2	0,2073 <sup>^</sup>	SNI 06-6989.51- 2005
23	Fenol	mg/L	0,001	< 0,00046	SNI 06-6989.21- 2004
	MIKROBIOLOGI				
1	Fecal Coliform	Jml/100 mL	1.000	70	APHA 9221-E- 2012**
2	Coliform	Jml/100 mL	5.000	140	APHA 9221-B- 2012**

Sumber : Hasil Uji LPKL PDAM Tirtawening Kota Bandung, 15 Okt 2019

Keterangan :

1. Logam Berat Merupakan Logam Terlarut (\*)
2. American Public Health Association, Standard Methode Edisi ke 22 tahun 2012 (\*\*)
3. Huruf yang tercetak **tebal** menunjukan parameter yang tidak terakreditasi
4. Tidak memenuhi **Baku Mutu** yang dipersyaratkan (^)

Sedangkan hasil pengujian kualitas air baku menunjukan bahwa kualitas air sungai Cimandiri terdapat beberapa parameter yang melebihi baku mutu dari PP No. 82 Tahun 2001 Kelas II tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air untuk prasarana / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengiri pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Beberapa parameter yang tidak lolos uji kualitas tersebut adalah

1. BOD<sub>5</sub>
2. Klorin bebas
3. Belerang sebagai H<sub>2</sub>S
4. Minyak dan Lemak
5. Deterjen (MBAS)

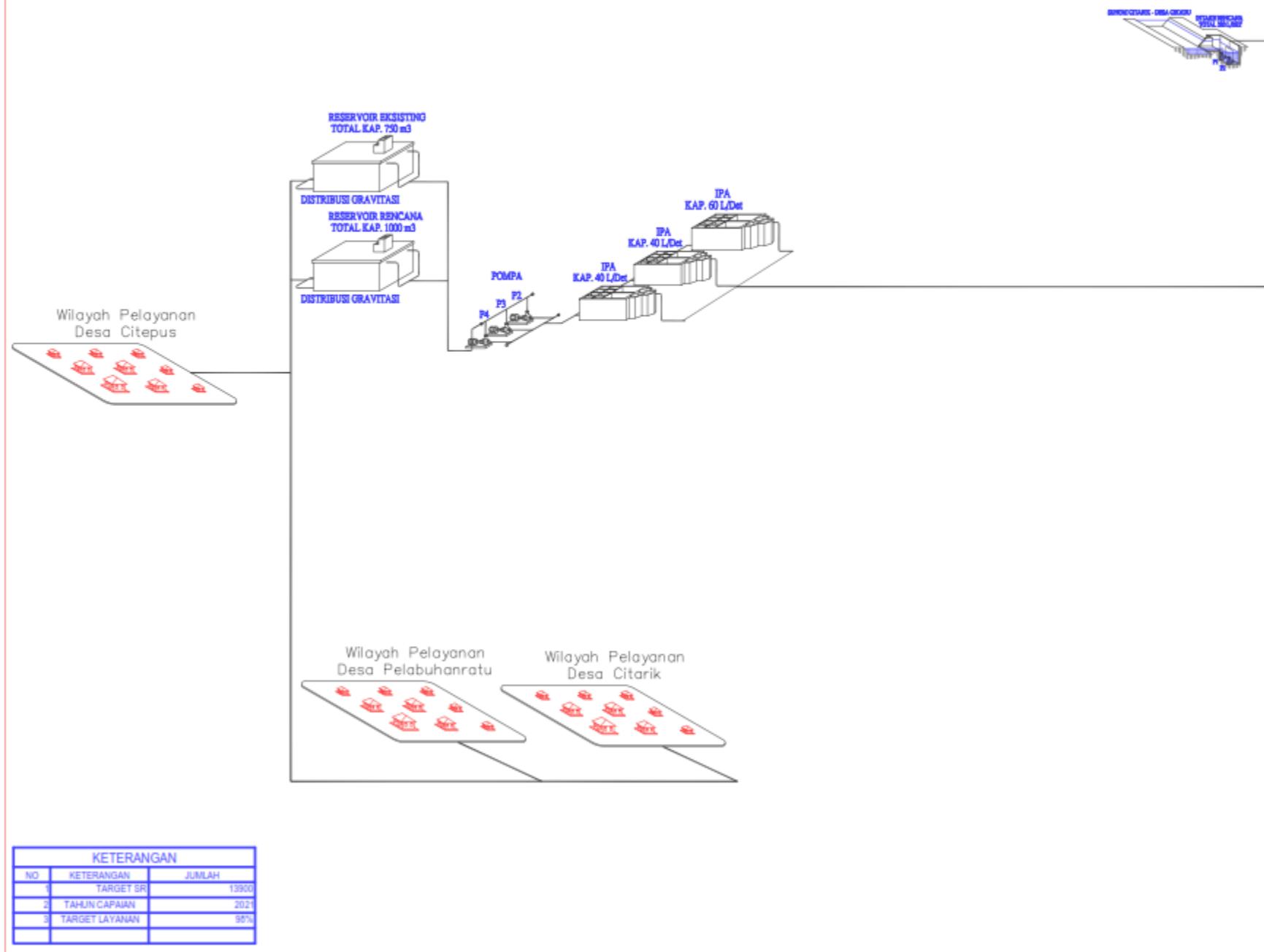
berbeda dengan sungai Citarik untuk sumber air baku sungai Cimandiri yang akan dimanfaatkan maka harus ada pengolahan lebih lanjut, seperti membangun Water Treatment Plant (WTP).

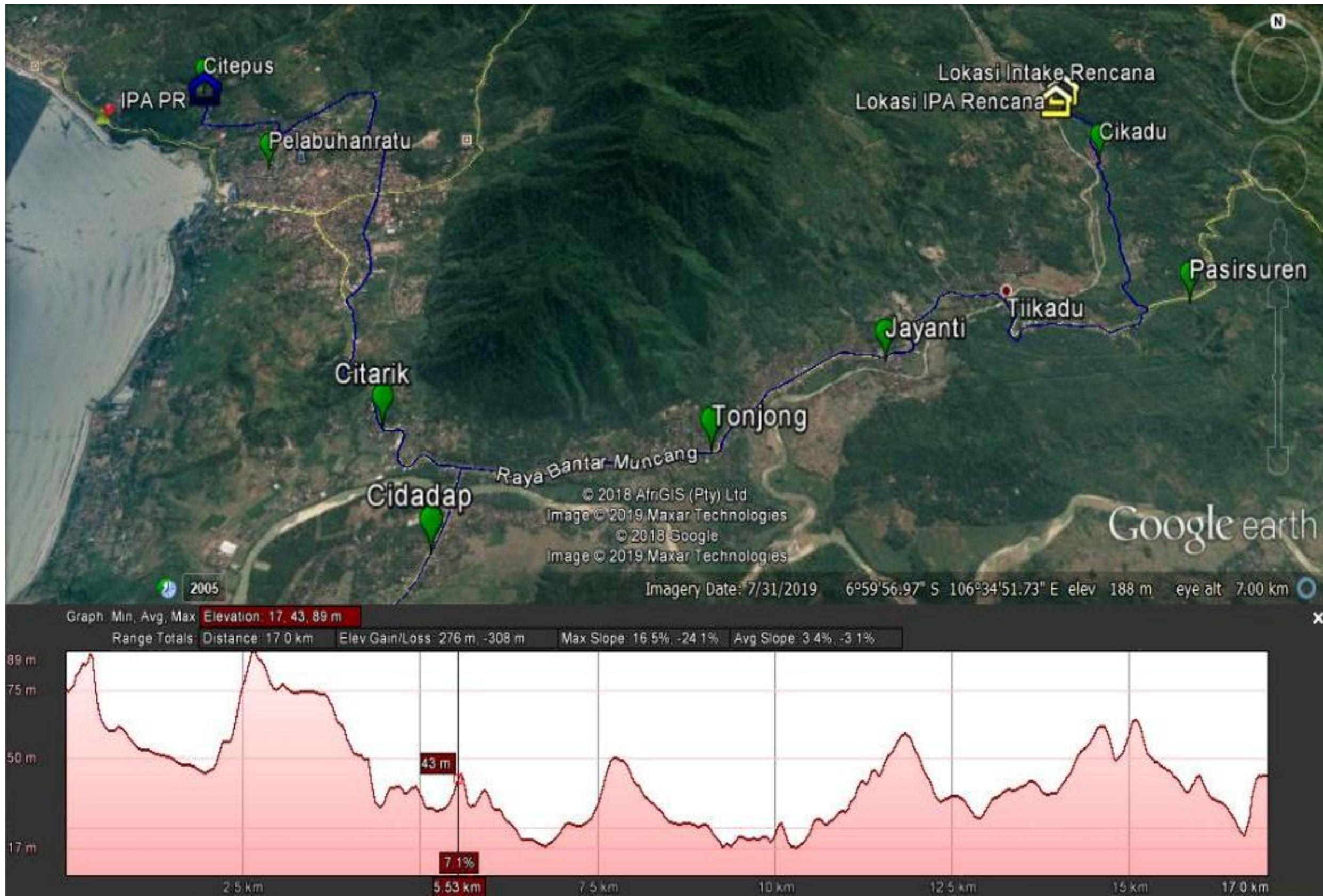
### 5.3 Hasil Survey Rencana Pengembangan SPAM

Skenario pengembangan Alternatif 1 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Citarik dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 17 km dari unit IPA eksisting.
2. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga.
3. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting (tidak ada penambahan wilayah pelayanan baru)
4. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM terpasang adalah sebesar 13.202 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 82% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2025.
5. Direncanakan sistem transmisi ini disalurkan menggunakan sistem gravitasi, namun setelah dilakukan survey orientasi ke lapangan, rencana jalur sistem perpipaan melewati jalur sungai dibeberapa titik dan melewati akses jalan setapak serta jalan gang dipermukiman warga.

**SKEMATIK SPAM**  
( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )  
KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU  
ALTERNATIF 1



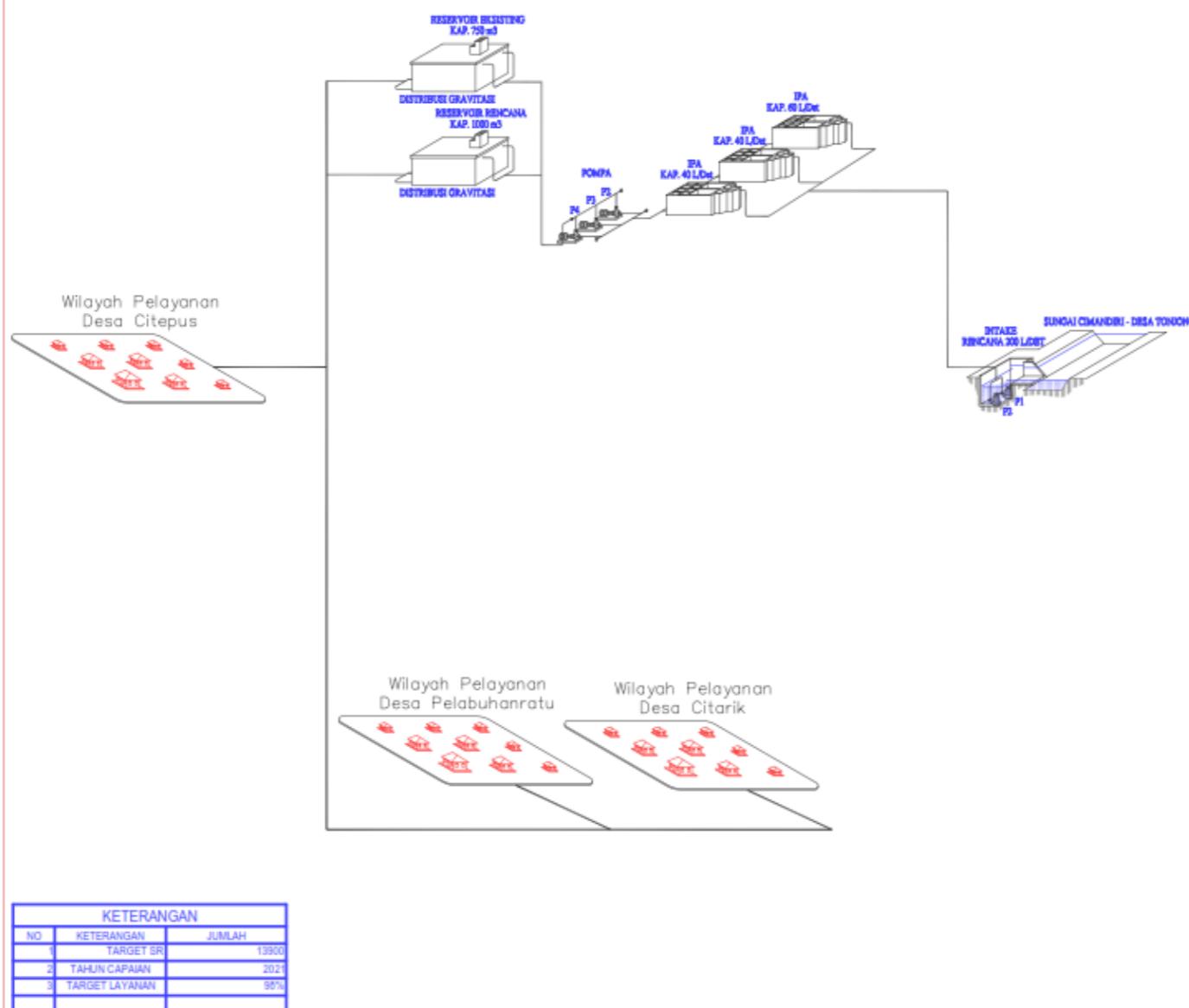


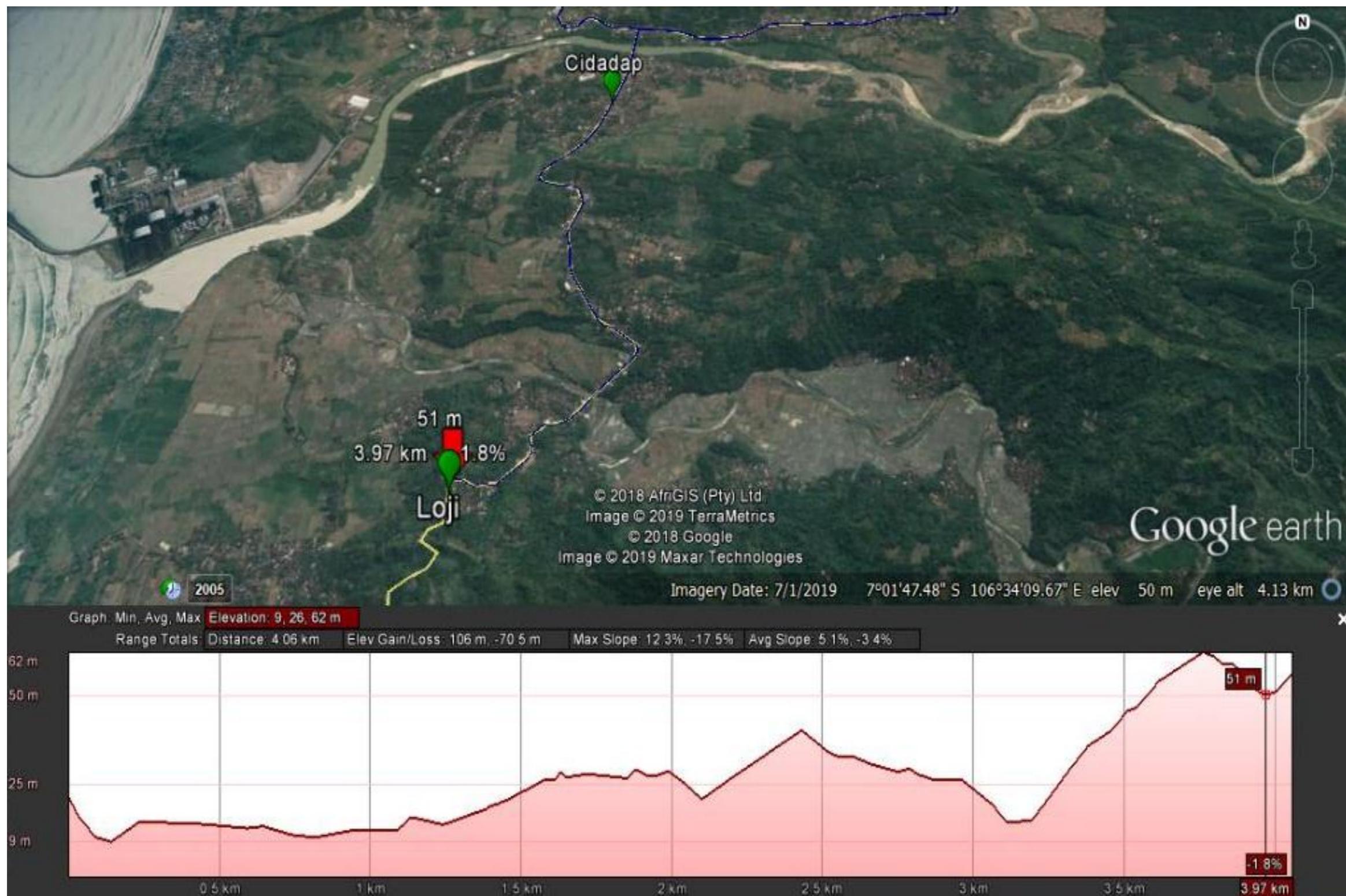
**Gambar 5.3** Skematik Alternatif 1 – Sumber air baku S. citarik menyalurkan air baku ke SPAM Pelabuhanratu

Skenario pengembangan Alternatif 4 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Citarik dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 17 km dari unit IPA eksisting.
2. Menambah unit pengolahan air (IPA) didekat lokasi intake sebesar 150 l/det sehingga air yang didistribusikan menuju Pelabuhanratu adalah air hasil olahan. Dengan didistribusikannya air hasil olahan, wilayah pelayanan yang terlewati sistem perpipaan dapat terlayani secara langsung.
3. Pada alternatif ini, intake dan IPA dengan total kapasitas 140 l/det (IPA 2x 40 l/et dapat digunakan secara bergantian karena intake di sungai Citepus hanya bisa dioperasikan sebesar 100 l/det) eksisting yang berada di citepus digunakan sebagai cadangan/ kondisi tertentu saja atau dapat dioperasikan untuk menambah jumlah pelanggan. Sehingga total kapasitas terpasang diwilayah ini mencapai 250 l/det (di unit SPAM Pelabuhanratu hanya dioperasikan 100 l/det karena kapasitas intake terpasang sebesar 100 l/det, ditambah IPA baru sebesar 150 l/det)
4. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> dilokasi reservoir eksisting untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga dan menambah pelayanan dari supply IPA baru. Sistem distribusi dapat dilakukan secara gravitasi sebagaimana pada reservoir eksisting.
5. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting dan penambahan wilayah pelayanan baru
6. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM baru tanpa mengoperasikan unit SPAM eksisting adalah sebesar 13.841 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 50% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2022. Sementara jika unit SPAM eksisting dioperasikan maka pelayanan dapat mencapai 24.708 dengan cakupan pelayanan sebesar 85% pada tahun 2026
7. Kekurangan dari skenario ini adalah biaya investasi yang dikeluarkan cukup tinggi.

**SKEMATIK SPAM**  
( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )  
KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU  
ALTERNATIF 4



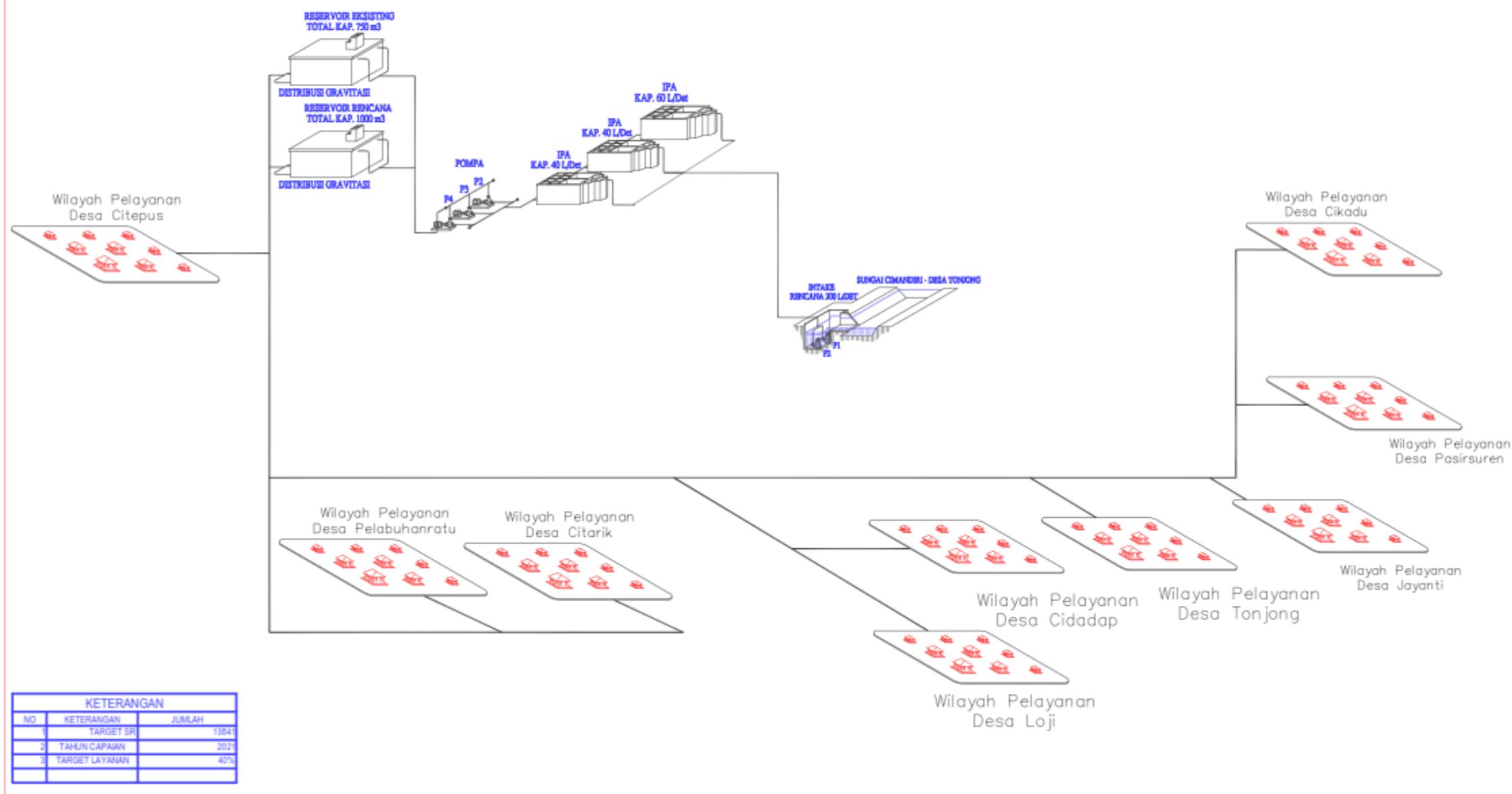


**Gambar 5.4** Skematik Alternatif 4 - Sumber air baku S. Citarik mendistribusikan air bersih ke wilayah pelayanan dan reservoir Pelabuhanratu dengan membuat IPA di Desa Cikadu (Jalur Cikadu – IPA Pelabuhan Ratu Eksisting)

Skenario pengembangan Alternatif 5 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Cimandiri dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 7,6 km dari unit IPA eksisting.
2. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga.
3. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting (tidak ada penambahan wilayah pelayanan baru)
4. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM terpasang adalah sebesar 13.202 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 82% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2025.
5. Direncanakan sistem transmisi ini disalurkan menggunakan sistem perpompaan.

**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**ALTERNATIF 5**



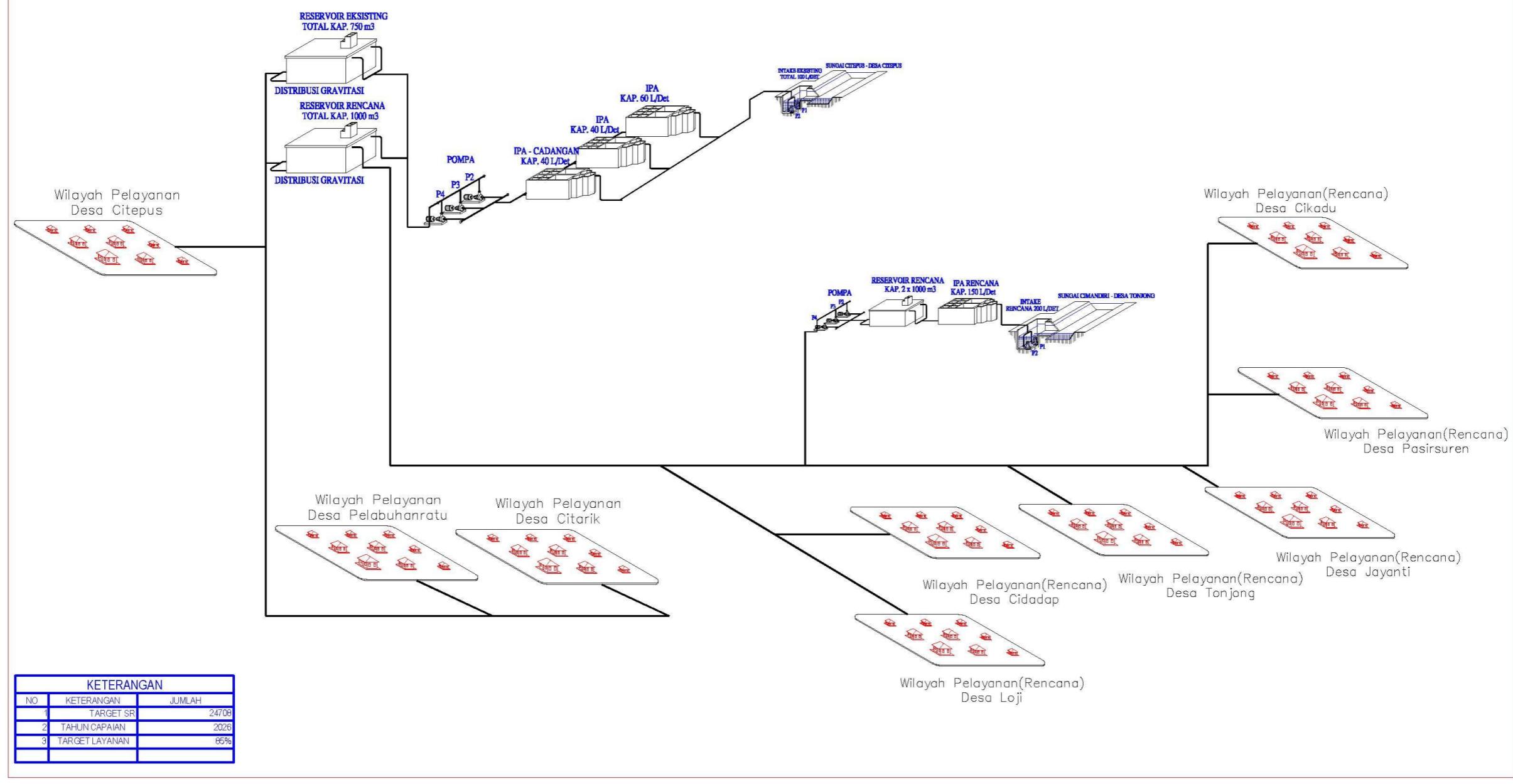


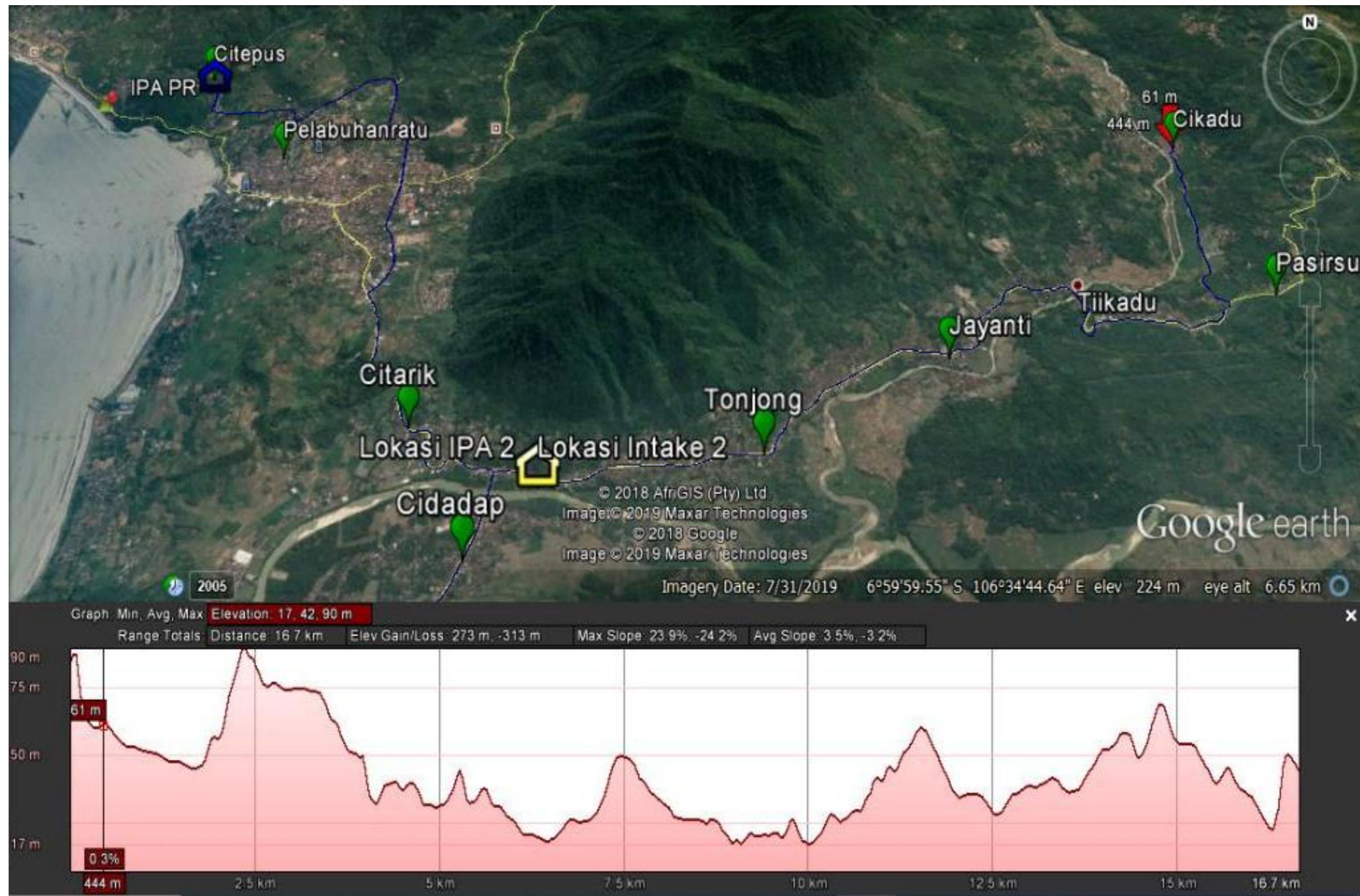
Gambar 5.5 Skematik Alternatif 5 - Sumber air baku S. Cimandiri mendistribusikan air bersih ke IPA Eksisting

Skenario pengembangan Alternatif 7 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

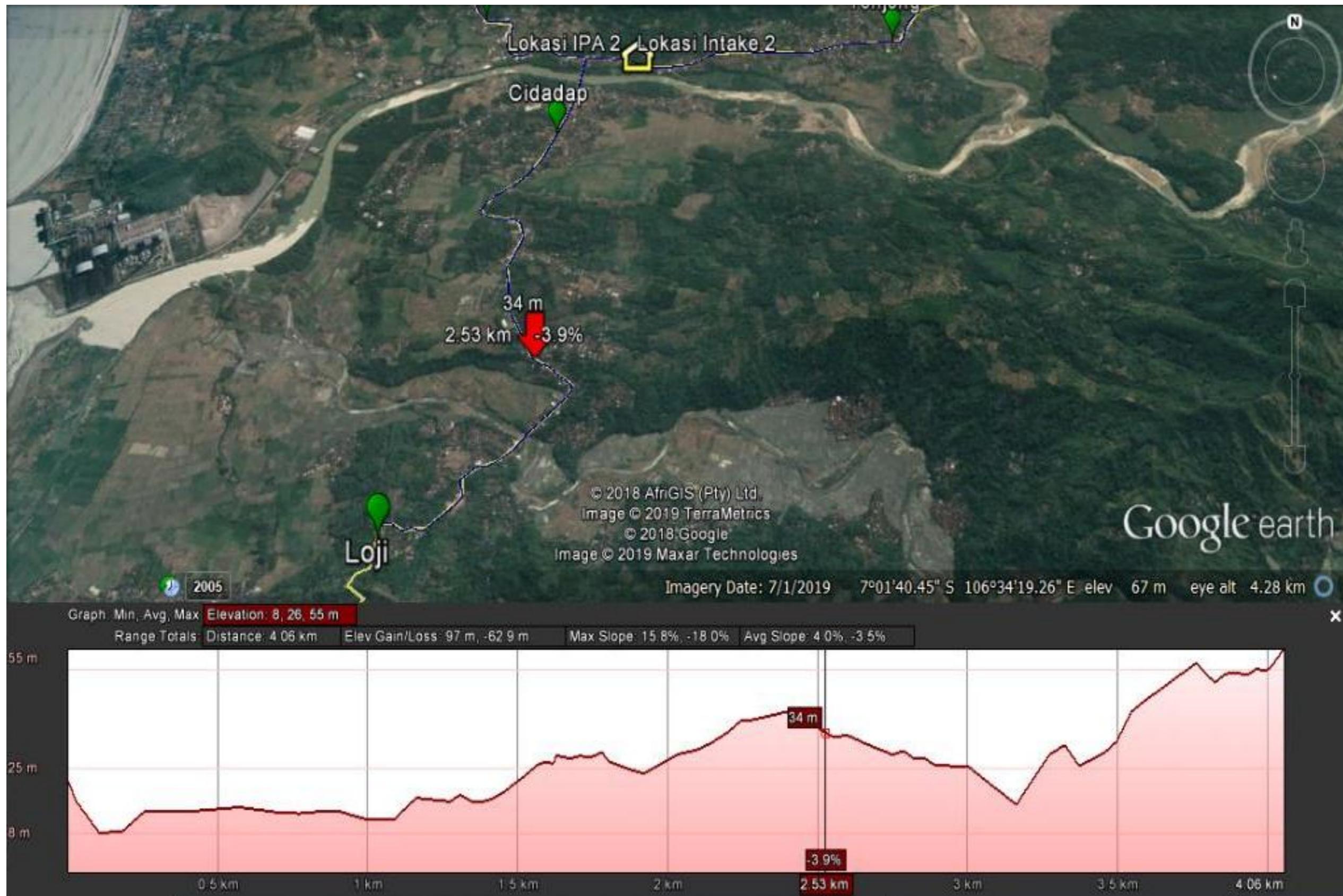
1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Cimandiri dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 7,6 km dari unit IPA eksisting.
2. Menambah unit pengolahan air (IPA) didekat lokasi intake sebesar 150 l/det sehingga air yang didistribusikan menuju Pelabuhanratu adalah air hasil olahan. Dengan didistribusikannya air hasil olahan, wilayah pelayanan yang terlewati sistem perpipaan dapat terlayani secara langsung.
3. Pada alternatif ini, intake dan IPA dengan total kapasitas 140 l/det eksisting yang berada di citepus digunakan sebagai cadangan/ kondisi tertentu saja atau dapat dioperasikan untuk menambah jumlah pelanggan. Sehingga total kapasitas terpasang diwilayah ini mencapai 250 l/det (di unit SPAM Pelabuhanratu hanya dioperasikan 100 l/det karena kapasitas intake terpasang sebesar 100 l/det, ditambah IPA baru sebesar 150 l/det)
4. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> dilokasi reservoir eksisting untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga dan menambah pelayanan dari supply IPA baru. Sistem distribusi dapat dilakukan secara gravitasi sebagaimana pada reservoir eksisting.
5. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting dan penambahan wilayah pelayanan baru
6. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM baru tanpa mengoperasikan unit SPAM eksisting adalah sebesar 13.841 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 50% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2022. Sementara jika unit SPAM eksisting dioperasikan maka pelayanan dapat mencapai 24.708 dengan cakupan pelayanan sebesar 85% pada tahun 2026.

**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**ALTERNATIF 7**





**Gambar 5.6** Skematik Alternatif 7 – Sumber air baku S. Cimandiri dan membangun IPA dilokasi ini mendistribusikan air bersih ke wilayah pelayanan dan reservoir Pelabuhanratu (Jalur IPA Rencana – Cikadu – IPA Eksisting)



Gambar 5.7 Skematik Alternatif 7- Sumber air baku S. Cimandiri dan membangun IPA dilokasi ini mendistribusikan air bersih ke wilayah pelayanan dan reservoir Pelabuhanratu (Jalur IPA Rencana - Loji)

# BAB VI

## PROYEKSI KEBUTUHAN

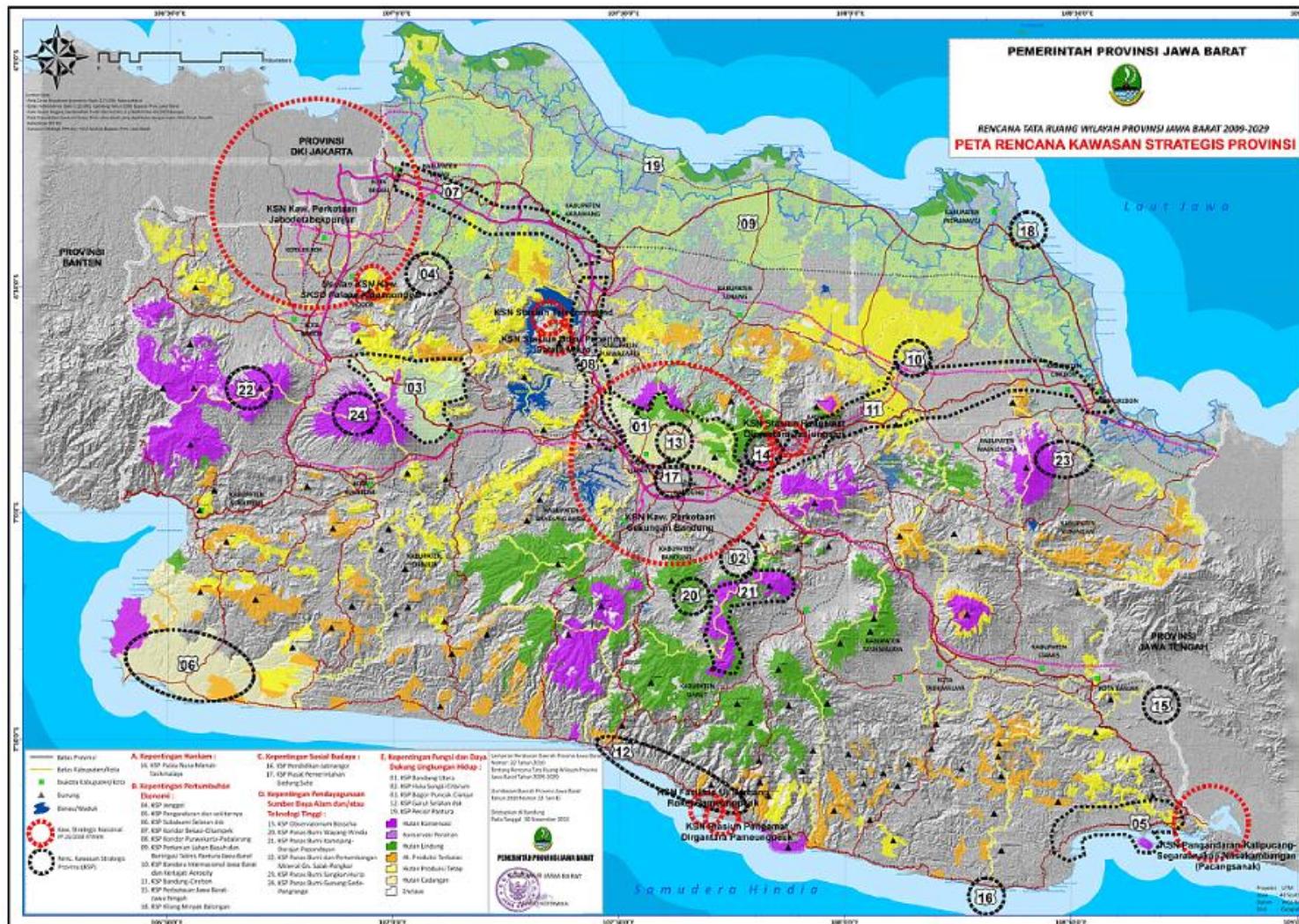
## AIR MINUM

### 6.1 Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

Wilayah Pelabuhanratu (Kabupaten Sukabumi) merupakan salah satu Growth Center yang terletak di koridor selatan Provinsi Jawa Barat. Wilayah ini, berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Barat melalui tim WJPMDM, terdiri atas lima kecamatan, yaitu Kecamatan Cisolok, Kecamatan Cikakak, Kecamatan Pelabuhanratu, Kecamatan Simpenan dan Kecamatan Ciemas, dengan luas total sebesar 85.115,01 Ha. Adapun wilayah Growth Center Pelabuhanratu diperlihatkan pada **Gambar 6.1**.



**Gambar 6.1** Wilayah Growth Center Pelabuhanratu  
Sumber: Analisis Tim WJPMDM, 2011, Data: SP 2010, GIS Bappeda Jabar 2010



**Gambar 6.2** Peta Kawasan Strategis RTRW Propinsi Jawa Barat

Sumber : RTRW Provinsi Jawa Barat, 2009 - 2029

Berbeda dengan pendekatan delineasi yang dilakukan untuk wilayah metropolitan di Jawa Barat, delineasi Growth Center Pelabuhanratu dilakukan menggunakan tiga pertimbangan utama yaitu kedekatan dengan Kecamatan Palabuhanratu yang merupakan pusat dari Growth Center Palabuhanratu, posisi yang berbatasan langsung dengan laut, serta keberadaan potensi sektor ekonomi lokal (dalam konteks ini adalah sektor pariwisata dan sektor perikanan) yang sudah berkumpul pada suatu lokasi tertentu.

Dengan adanya hasil delineasi ini, kebijakan investasi dan pembangunan infrastruktur di Growth Center Palabuhanratu akan dapat difokuskan pada lokasi-lokasi tertentu yang potensial, dapat berkembang cepat, serta mampu mendorong terciptanya aktivitas ekonomi baru di wilayah sekitarnya. Sehingga dengan begitu, target perekonomian, kesejahteraan, modernitas dan keberlanjutan bagi seluruh masyarakat Jawa Barat melalui pendekatan Metropolitan dan Growth Center akan terwujud secara optimal.

Adapun penduduk di wilayah Growth Center Pelabuhanratu tersebar di 5 kecamatan dengan jumlah penduduk sebesar 296.616 jiwa pada tahun 2010. Penduduk terbanyak berada di Kecamatan Pelabuhanratu dengan jumlah penduduk sebesar 101.399 jiwa (lihat Tabel 6.1). Tingkat kepadatan penduduk rata-rata di seluruh wilayah Growth Center Pelabuhanratu, yaitu 11 jiwa/ha. Sedangkan tingkat kepadatan tertinggi berada di Desa Pelabuhanratu, Kecamatan Pelabuhanratu yaitu 26 jiwa/ha.

**Tabel 6.1** Jumlah penduduk di Growth Center Pelabuhanratu Tahun 2010

No	Kecamatan	Luas Lahan (Ha)	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	Ciemas	30.449,35	45.643
2	Pelabuhanratu	9.195,57	101.399
3	Simpenan	16.801,26	50.849
4	Cisolok	17.367,19	62.395
5	Cikakak	11.301,64	36.330
<b>Jumlah</b>		<b>85.115,01</b>	<b>296.616</b>

Sumber: Pades, 2010

Arahan Rencana Tata Ruang Wilayah Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu terdapat pada Arahan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sukabumi yang secara ringkas diperlihatkan pada **Tabel 6.2**.

**Tabel 6.2** Arahan RTRW Kabupaten/Kota Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
1	Kab. Sukabumi	(1) Pencapaian luas kawasan lindung hutan dan non hutan	(1) Sistem perkotaan sebagaimana	Rencana sistem jaringan sumberdaya	Rencana sistem pelayanan air minum

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
		<p>sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a dengan strategi meliputi :</p> <p>a. menetapkan kawasan-kawasan di luar kawasan hutan yang mempunyai fungsi lindung menjadi kawasan lindung;</p> <p>b. meningkatkan fungsi kawasan lindung;</p> <p>c. memulihkan secara bertahap kawasan lindung yang telah berubah fungsi; dan</p> <p>d. membatasi pengembangan prasarana wilayah di sekitar kawasan lindung.</p> <p>(2) Pengembangan sentra agribisnis berorientasi sistem agropolitan dan minapolitan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf b dengan strategi meliputi :</p> <p>a. meningkatkan akses jalan dari sentra produksi pertanian ke pusat pemasaran;</p> <p>b. mengembangkan kawasan agribisnis berorientasi agropolitan;</p> <p>c. mempertahankan kawasan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B); dan</p> <p>d. mengembangkan kawasan minapolitan.</p> <p>(3) Pengembangan wisata</p>	<p>dimaksud dalam Pasal 5 ayat (2) huruf a terdiri atas :</p> <p>a. PKNp/PKW;</p> <p>17</p> <p>b. PKL;</p> <p>c. PKLp; dan</p> <p>d. PPK.</p> <p>(2) PKNp/ PKW sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a di PKNp/PKW Palabuhanratu.</p> <p>(3) PKL sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b terdiri atas :</p> <p>a. Perkotaan Cibadak;</p> <p>b. Perkotaan Jampangtengah;</p> <p>c. Perkotaan Jampangkulon; dan</p> <p>d. Perkotaan Sagaranten.</p> <p>(4) PKLp sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c di PKLp Cicurug.</p> <p>(5) PPK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf d terdiri atas :</p> <p>a. Perkotaan Cisaat;</p> <p>b. Perkotaan Sukaraja; dan</p> <p>c. Perkotaan Surade.</p>	<p>air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 huruf c terdiri atas:</p> <p>a. pengelolaan wilayah sungai; Pengelolaan wilayah sungai sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 huruf a berupa WS Cisadea – Cibareno meliputi :</p> <p>a. DAS Cibuni</p> <p>b. DAS Ciwaru</p> <p>c. DAS Cipanandoan</p> <p>d. DAS Ciparanje</p> <p>e. DAS Cicurug</p> <p>f. DAS Cikaso</p> <p>g. DAS Ciparigi</p> <p>h. DAS Cipanas</p> <p>i. DAS Cikalap</p> <p>j. DAS Ciboreang</p> <p>k. DAS Cikarang</p> <p>l. DAS Cikodehel</p> <p>m. DAS Ciburial</p> <p>n. DAS Citirem</p> <p>o. DAS Cibuaya</p> <p>34</p> <p>p. DAS Cibulakan</p> <p>q. DAS Citanaya</p> <p>r. DAS Cibenda</p> <p>s. DAS Cigotar</p> <p>t. DAS Cikadai</p> <p>u. DAS Cileuteuh</p> <p>v. DAS Cimarinjung!</p> <p>w. DAS Cihurang</p> <p>x. DAS Cibakung</p> <p>y. DAS Cilegonkemis</p> <p>z. DAS Cipucung</p> <p>aa. DAS Cigirimukti</p> <p>bb. DAS Ciemas</p> <p>cc. DAS Cisaar</p>	<p>meliputi:</p> <p>a. pelayanan sambungan langsung ke permukiman, fasilitas sosial, dan fasilitas umum;</p> <p>b. pelayanan kran umum pelayanan kepada kelompok pelanggan dan/atau konsumen yang tidak dapat dilayani sambungan rumah;</p> <p>c. pengembangan sistem pelayanan air minum yang sudah ada maupun pengembangan baru; dan</p> <p>d. penyusunan sistem pelayanan air minum sederhana yang bisa dikelola sendiri oleh masyarakat di lokasi yang belum terjangkau pelayanan air minum.</p> <p>Perwujudan sistem pelayanan air minum meliputi :</p> <p>a. pengembangan Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPA);</p> <p>b. pembangunan dan pengembangan Sistem Pengelolaan Air Minum (SPAM);</p> <p>c. peningkatan kapasitas IPA;</p>

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
		<p>budaya, wisata alam, dan wisata buatan memanfaatkan potensi alam dan memperhatikan kelestarian lingkungan hidup dan budaya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf c dengan strategi meliputi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. mengembangkan kawasan wisata budaya;</li> <li>b. mengembangkan kawasan wisata alam;</li> <li>c. mengembangkan kawasan wisata buatan;</li> <li>d. mengembangkan komoditas wisata berorientasi pasar mancanegara, pelestarian lingkungan dan penelitian.</li> </ul> <p>(4) Pengembangan kawasan peruntukan industri bertumpu pada potensi sumberdaya lokal sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf d dengan strategi meliputi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. membangun dan menata kawasan industri;</li> <li>b. membatasi pertumbuhan industri di luar kawasan industri;</li> <li>c. mengembangkan dan menata industri rumah tangga;</li> <li>d. meningkatkan sarana dan prasarana penunjang kegiatan industri; dan</li> </ul>		dd. DAS Cijegang ee. DAS Cijalulur ff. DAS Citamiang gg. DAS Cihaur Tengah hh. DAS Cisagun ii. DAS Cisangguh jj. DAS Cihaur kk. DAS Cibuluh ll. DAS Ciporeat mm. DAS Cibuntu nn. DAS Citarik oo. DAS Cipatuguran pp. DAS Cipelabuhan qq. DAS Citepus rr. DAS Cikoneng ss. DAS Cimaja tt. DAS Cipamenang uu. DAS Cikondang Hilir vv. DAS Cikadul ww. DAS Cipunaga xx. DAS Cibangban b. pengelolaan waduk, embung (waduk lapangan), dan situ; (1) Pengelolaan potensi waduk, sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 huruf b terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Waduk Citepus berada di Desa Cibodas Kecamatan Palabuhanratu;</li> <li>b. Waduk Ciletuh berada di Desa Caringinnunggal Kecamatan Waluran;</li> <li>c. Waduk Cikarang berada di Desa Tanjung Kecamatan</li> </ul>	d. peningkatan wilayah pelayanan penyediaan air minum; e. penambahan jaringan perpipaan distribusi dan sirkulasi; dan f. peningkatan prasarana dan perluasan air minum perdesaan.

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
		<p>e. meningkatkan kemitraaan antar-industri.</p> <p>(5) Pengembangan sistem pusat kegiatan dan peningkatan sistem pelayanan sarana dan prasarana wilayah secara berjenjang dan sinergis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf e dengan strategi meliputi:</p> <p>a. memantapkan pengembangan 2 (dua) WP dan 8 (delapan) SWP dalam rangka pemerataan pembangunan wilayah Utara dan wilayah Selatan;</p> <p>b. menetapkan sistem pusat kegiatan PKNp, PKW, PKLp, PKL, PPK, dan PPL;</p> <p>c. memantapkan fungsi PKNp dan PKW sesuai standar pelayanan minimal;</p> <p>d. menata dan mengembangkan sistem jaringan prasarana wilayah yang dapat menjadi pengarah, pembentuk, pengikat, pengendali dan pendorong pengembangan wilayah;</p> <p>e. memantapkan keterkaitan fungsional antar pusat kegiatan perkotaan dan perdesaan secara sinergis;</p> <p>16</p>		<p>Jampangkulon;</p> <p>d. Waduk Cikaso (Nangela) berada di Desa Nangela Kecamatan Tegalbuleud;</p> <p>e. Waduk Warungkiara (Citarik) berada di Desa Limusnunggal Kecamatan Bantargadung; dan</p> <p>f. Waduk Cibareno berada di Desa Sirnaresmi Kecamatan Cisolok.</p> <p>35</p> <p>(2) Pengelolaan potensi embung (waduk lapangan) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 huruf b meliputi 25 lokasi tersebar di 13 kecamatan sebagaimana tercantum dalam Lampiran II.E.2 dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peraturan Daerah ini; dan</p> <p>(3) Pengelolaan potensi situ sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 huruf b meliputi 96 lokasi tersebar di 23 kecamatan sebagaimana tercantum dalam</p>	

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
		<p>f. mengendalikan perkembangan kawasan terbangun di kawasan perkotaan sesuai dengan prinsip-prinsip pengelolaan DAS dan mitigasi bencana;</p> <p>g. menata kawasan perkotaan dalam rangka pengembangan koridor Barat – Timur di wilayah Utara Kabupaten; dan</p> <p>h. menata kawasan pesisir dalam rangka pengembangan koridor Barat – Timur di wilayah Selatan Kabupaten.</p> <p>(6) Peningkatan fungsi kawasan untuk pertahanan dan keamanan negara sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf f dengan strategi meliputi:</p> <p>a. mendukung penetapan Kawasan Strategis Nasional dengan fungsi khusus Pertahanan dan Keamanan;</p> <p>b. mengembangkan kawasan lindung dan/atau kawasan budidaya tidak terbangun di sekitar kawasan khusus pertahanan dan keamanan;</p> <p>c. mengembangkan budidaya secara selektif di dalam dan di sekitar kawasan khusus pertahanan untuk menjaga fungsi</p>		<p>Lampiran II.E.3 dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Peraturan Daerah ini.</p> <p>c. sistem jaringan irigasi; Sistem jaringan irigasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 huruf c terdiri atas:</p> <p>a. pengelolaan DI kewenangan pusat;</p> <p>b. pengelolaan DI kewenangan provinsi;</p> <p>c. pengelolaan DI kewenangan kabupaten;</p> <p>d. pengelolaan DI kewenangan desa/masyarakat.</p> <p>d. sistem jaringan air baku untuk air bersih, pertanian dan industri;</p> <p>(1) Sistem jaringan air baku untuk air bersih, pertanian dan industri sebagaimana dimaksud pada Pasal 42 huruf d terdiri atas :</p> <p>a. rencana pengembangan penyediaan air baku pertanian</p> <p>b. rencana pengembangan penyediaan air baku industri</p> <p>c. rencana penyediaan air bersih</p>	

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
		<p>pertahanan dan keamanan; dan</p> <p>d. turut serta menjaga dan memelihara aset-aset pertahanan dan keamanan.</p>		<p>(2) Rencana pengembangan penyediaan air baku pertanian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a terdiri atas :</p> <p>a. pemanfaatan sumber-sumber air baku permukaan dari Sungai Cicatih, Citarik, dan Cimandiri untuk pertanian di wilayah utara Kabupaten; dan</p> <p>b. pemanfaatan sumber air baku dari Sungai Cimandiri, Citarik, Cibareno, Ciletuh, Cikaso dan Cikarang untuk pertanian di wilayah selatan Kabupaten.</p> <p>(3) rencana pengembangan penyediaan air baku industri sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b berupa pemanfaatan sarana Perusahaan Daerah Air Minum dan sumber-sumber air tanah secara terkendali di sekitar kawasan peruntukan industri; dan</p> <p>(4) rencana penyediaan air bersih sebagaimana</p>	

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
				<p>dimaksud pada ayat (1) huruf c berupa pemanfaatan sumber-sumber air baku permukaan dan air tanah di seluruh kecamatan meliputi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. pemanfaatan air sungai, waduk, embung (waduk lapangan), dan situ secara proporsional;</li> <li>b. pemanfaatan air tanah dangkal dan artesis secara terkendali;</li> </ul> <p>37</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c. pengembangan pemanfaatan potensi mata air;</li> <li>d. pemanfaatan sumber daya air di seluruh kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Taman Nasional Gunung Halimun Salak.</li> <li>e. jaringan air bersih ke kelompok pengguna; Jaringan air bersih ke kelompok pengguna sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 huruf e terdiri atas:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. peningkatan pelayanan dan pengelolaan air bersih;</li> </ul>	

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
				<p>b. pengembangan kemitraan untuk pemenuhan kebutuhan air bersih ke wilayah yang belum terjangkau; dan</p> <p>c. pengembangan sistem penyediaan air bersih oleh masyarakat melalui pembentukan kelembagaan pengelola air di perdesaan.</p> <p>f. sistem pengendalian banjir. (1) Sistem pengendalian banjir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 42 huruf f terdiri atas :</p> <p>a. konstruksi pengendali banjir; dan</p> <p>b. non konstruksi pengendali banjir.</p> <p>(2) Konstruksi pengendali banjir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a terdiri atas :</p> <p>a. perbaikan dan pengaturan sistem meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. perbaikan infrastruktur pengendali banjir;</li> <li>2. perbaikan sumur resapan pada kawasan hunian atau permukiman;</li> <li>3. pengaturan gugus</li> </ol>	

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
				<p>tugas penanganan dan pengendalian banjir;</p> <p>4. pengendalian tata ruang;</p> <p>5. pengaturan debit banjir;</p> <p>6. pengaturan daerah rawan banjir;</p> <p>7. peningkatan peran masyarakat;</p> <p>8. pengaturan untuk mengurangi dampak banjir terhadap masyarakat;</p> <p>9. pengelolaan daerah tangkapan air; dan</p> <p>10. pengelolaan keuangan.</p> <p>b. pembangunan pengendali banjir meliputi:</p> <p>1. pembuatan sumur resapan pada kawasan hunian permukiman;</p> <p>2. pembuatan tanggul baru atau mempertinggi tanggul yang sudah ada;</p> <p>3. normalisasi sungai;</p> <p>4. pembuatan bangunan-bangunan pelindung tebing pada tempat yang rawan longsor; dan</p> <p>5. pemasangan pompa banjir pada kawasan terindikasi rawan banjir.</p> <p>(3) Non konstruksi</p>	

No	Kabupaten/ Kota	Arahan RTRW Kabupaten/Kota			
		Strategi Penataan Ruang Wilayah	Rencana Sistem Perkotaan	Arahan Pengembangan Sumber Daya Air	Arahan Pengembangan Air Minum
				<p>pengendali banjir sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b berupa pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) terdiri atas :</p> <p>a. melakukan konservasi tanah dan air; dan</p> <p>b. menata ruang dan rekayasa pada sub DAS.</p>	

*Sumber : RTRW Provinsi Jawa Barat, 2009 - 2029*

## 6.2 Rencana Daerah Pelayanan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

Kabupaten Sukabumi terdiri dari 47 Kecamatan dan 386 Kelurahan/Desa. Rencana Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu secara makro sudah disusun dalam Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Provinsi Jawa Barat yang disusun pada tahun 2017. Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat, Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu terdiri dari 5 kecamatan yang terdiri dari Kecamatan Ciemas, Pelabuhanratu, Simpenan, Cisolok, dan Cikakak. Dengan demikian, rencana daerah pelayanan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu dititikberatkan pada 5 kecamatan ini.

**Tabel 6.3** Kecamatan dan Desa Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

Kecamatan Pelayanan	Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk Administrasi (Jiwa)	Total
Palabuhanratu	Citarik	13.228	112.809
	Palabuhanratu	36.241	
	Citepus	12.722	
	Cibodas	8.724	
	Buniwangi	5.153	
	Cikadu	9.045	
	Pasisuren	7.542	
	Tonjong	7.176	
	Jayanti	7.583	
	Cimaggup	5.395	
Cisolok	Pasirbaru	7.724	71.694
	Cikahuripan	6.939	
	Cisolok	5.277	
	Karangpapak	7.888	
	Sirnaresmi	5.602	
	Cicadas	5.802	
	Cikelat	6.379	
	Gunung Kramat	4.372	
	Gunung Tanjung	3.446	
	Caringin	7.000	
	Sukarame	2.610	
	Wangunsari	4.339	
	Wanajaya	4.316	
Cikakak	Cimaja	6.639	43.056
	Cikakak	6.064	

Kecamatan Pelayanan	Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk Administrasi (Jiwa)	Total
Simpenan	Sukamaju	5.971	54.760
	Cileungsing	2.911	
	Ridogalih	6.150	
	Margalaksana	3.848	
	Sirnarasa	6.510	
	Gandasoli	2.669	
	Cirendang	2.294	
Ciemas	Cihaur	7.497	51.467
	Kertajaya	8.011	
	Loji	11.219	
	Cidadap	15.213	
	Cibuntu	4.696	
	Mekarasihi	5.499	
	Sangrawayang	2.625	
<b>Jumlah</b>		<b>49 Kelurahan/ Desa</b>	<b>333.786</b>
<i>Sumber : Kecamatan Dalam Angka, 2018</i>			

Pelayanan SPAM disuatu wilayah dapat dilakukan melalui sistem jaringan perpipaan maupun bukan sistem perpipaan. Sistem jaringan perpipaan dapat dilakukan oleh penyelenggara SPAM yang ditunjuk secara regulasi yang berlaku di Kabupaten/Kota baik melalui Badan Usaha Milik Daerah, Badan Layan Umum Daerah, maupun Unit Pelayanan Teknis Daerah. Di Kabupaten Sukabumi, penyelenggara SPAM perpipaan dilaksanakan oleh PDAM Tirta Jaya Mandiri dan ada juga yang dikelola oleh desa melalui Badan Usaha Milik Daerah (BUMDES) atau lembaga yang dibentuk oleh masyarakat pengelola SPAM. Sebagaimana dijelaskan pada bab kondisi eksisting SPAM di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu, pengelola SPAM jaringan perpipaan wilayah perkotaan adalah PDAM Tirta Jaya Mandiri dan pengelola SPAM jaringan perpipaan perdesaan adalah BUMDES/ Kelompok Pengelola SPAM Desa. Sementara untuk sistem bukan jaringan perpipaan biasanya dikelola oleh individu atau kelompok masyarakat tertentu.

Pada kegiatan Penyusunan Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu, pelayanan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu akan dilayani melalui Sistem Penyediaan Air Minum Jaringan Perpipaan, sehingga pelayanan SPAM akan melayani wilayah yang secara geografis bisa dilalui oleh sistem perpipaan. Rencana pengembangan SPAM ini Kawasan ini secara prinsip akan mendukung pelayanan SPAM eksisting yang sudah dilayani oleh pelayanan SPAM di Kabupaten Sukabumi dalam hal ini adalah pelayanan oleh PDAM Tirta Jaya Mandiri dan rencana pengembangan wilayah pelayanan PDAM Tirta Jaya Mandiri Kabupaten Sukabumi di Cabang Pelabuhanratu dan Cabang Cisolok-Cikakak.

Dalam penyusunan rencana teknis rinci pengembangan SPAM di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Kabupaten Sukabumi dibagi menjadi dua skenario atau alternatif pengembangan, yaitu :

1. Pengembangan dengan melakukan optimalisasi SPAM Jaringan Perpipaan PDAM Eksisting dengan target capaian dapat meningkatkan cakupan pelayanan di wilayah pelayanan eksisting PDAM dan tanpa adanya penambahan daerah pelayanan baru.
2. Pengembangan dengan melakukan optimalisasi kinerja unit SPAM eksisting dengan cara peningkatan pelayanan SPAM di wilayah pelayanan eksisting SPAM dan menambah daerah pelayanan yang secara teknis dapat dilayani oleh SPAM eksisting.

Berikut ini adalah rencana daerah pelayanan SPAM di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Kabupaten Sukabumi.

**Tabel 6.4** Kecamatan dan Desa Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 1 – Kecamatan Pelabuhanratu

No.	Kecamatan	Desa	Jumlah Penduduk Administrasi (Jiwa)	Keterangan
1	Pelabuhan Ratu	Citarik Pelabuhan Ratu Citepus Jayanti	13.228 36.241 12.722 7.583	Sudah Dilayani Cab. Pelabuhanratu
	<b>Jumlah</b>		<b>69.774</b>	

*Sumber : PDAM Tirta Jaya Mandiri, 2019*

**Tabel 6.5** Rencana Daerah Pelayanan SPAM Perpipaan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 2

No.	Kecamatan	Desa	Jumlah Penduduk Administrasi (Jiwa)	Keterangan
1	Pelabuhan Ratu	Citarik	13.228	Sudah Dilayani
		Pelabuhan Ratu	36.241	Cab. Pelabuhanratu
		Citepus	12.722	
		Jayanti	7.583	
		<i>Cibodas</i>	8.724	<i>Rencana Pengembangan</i>
		<i>Cikadu</i>	9.045	
		<i>Pasirsuren</i>	7.542	
		<i>Tonjong</i>	7.176	
2	Simpenan	Cidadap	15.213	<i>Rencana Pengembangan</i>
		Loji	11.219	
3	Cisolok	Cikahuripan	6.939	Sudah Dilayani
		Cisolok	5.277	Cab. Cisolok - Cikakak
		Karangpapak	7.888	
		Wangunsari	4.339	
4	Cikakak	Cimaja	6.639	Sudah Dilayani
		Cikakak	6.064	Cab. Cisolok - Cikakak
		Sukamaju	5.971	
5	Ciemas	Ciwaru	8.188	<i>Rencana Pengembangan</i>
	<b>Jumlah</b>		<b>172.110</b>	

Sumber : PDAM Tirta Jaya Mandiri, 2019

Untuk Desa yang belum terlayani oleh SPAM Perpipaan PDAM tersebut diatas maka akan dilakukan pelayanan melalui SPAM Perpipaan Perdesaan maupun SPAM Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi. Berikut ini adalah desa-desa yang direncanakan dilayani oleh SPAM Perpipaan Non PDAM dan SPAM Bukan Jaringan Terlindungi.

**Tabel 6.6** Rencana Daerah Pelayanan SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Perpipaan Terlindungi Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No.	Kecamatan	Desa	Jumlah Penduduk Administrasi (Jiwa)	Keterangan
1	Pelabuhan Ratu	Buniwangi	5.153	
		Cimanggu	5.395	
2	Simpenan	Cihaur	7.497	
		Kertajaya	8.011	
		Cibuntu	4.696	
		Mekarasih	5.499	
		Sangrawayang	2.625	
3	Cisolok	Cicadas	5.802	
		Gunung Kramat	4.372	
		Gunung Tanjung	3.446	
		Caringin	7.000	
		Sukarame	2.610	
		Wanajaya	4.316	
		Sirnaresmi	5.602	
		Pasirbaru	7.724	
		Cikelat	6.379	
4	Cikakak	Cileungsing	2.911	
		Ridogalih	6.150	
		Margalaksana	3.848	
		Sirnarasa	6.510	
		Gandasoli	2.669	
		Cirendang	2.294	
5	Ciemas	Cibenda	5.849	
		Ciemas	5.575	
		Taman Jaya	6.531	
		Mekar Jaya	8.056	
		Giri Mukti	3.880	
		Mandra Jaya	4.739	
		Mekar Sakti	5.846	
		Sida Mulya	2.803	
<b>Jumlah</b>			<b>149.472</b>	

Sumber : Hasil Analisa Konsultan, 2019

Berdasarkan pembagian daerah pelayanan diatas, maka dapat diketahui pembagian pelayanan air minum di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu adalah sebagai berikut :

1. SPAM Perpipaan PDAM → 51,56 %
2. SPAM Perpipaan Non PDAM dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi → 44,78 %

### 6.3 Proyeksi Penduduk

Guna mengetahui perkembangan penduduk di tahun-tahun mendatang diperlukan prediksi dengan memproyeksikan jumlah penduduk di tahun-tahun sebelumnya. Data jumlah penduduk terbaru diperoleh dari Badan Pusat Statistik di Kabupaten Sukabumi termasuk Kabupaten Sukabumi Dalam Angka dan Kecamatan Dalam Angka Tahun 2016-2019. Metode proyeksi penduduk yang digunakan adalah metode Geometri, dengan rumus :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Dimana :

- P<sub>n</sub> = Jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (tn)  
P<sub>0</sub> = Jumlah penduduk pada akhir tahun acuan (to)  
n = Jumlah tahun proyeksi  
r = Laju pertumbuhan penduduk

Dalam perhitungan proyeksi penduduk di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu ini digunakan angka laju pertumbuhan rata-rata penduduk dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi yaitu antara 0,8-1,2% per tahun di tiap desanya. Berikut ini adalah tabulasi hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.

Tabel 6.7 Proyeksi Penduduk Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

Kecamatan Pelayanan	Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk Administrasi		Jumlah Penduduk Administrasi	Laju Pertumbuhan Penduduk	Proyeksi Penduduk																				
		2016	2017			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
		12.280	13.072	13.228	2,39%	13.544	13.868	14.199	14.538	14.885	15.241	15.605	15.978	16.359	16.750	17.150	17.560	17.980	18.409	18.849	19.299	19.760	20.232	20.716	21.210	21.717
Palabuhanratu	Citarik	12.280	13.072	13.228	2,39%	13.544	13.868	14.199	14.538	14.885	15.241	15.605	15.978	16.359	16.750	17.150	17.560	17.980	18.409	18.849	19.299	19.760	20.232	20.716	21.210	21.717
	Palabuhanratu	31.308	35.812	36.241	4,54%	37.885	39.604	41.401	43.280	45.243	47.296	49.442	51.688	54.030	56.482	59.045	61.724	64.524	67.452	70.512	73.711	77.056	80.552	84.207	88.028	92.022
	Citepus	10.801	12.571	12.722	5,03%	13.362	14.035	14.741	15.483	16.263	17.081	17.941	18.844	19.792	20.789	21.835	22.934	24.088	25.301	26.574	27.912	29.317	30.792	32.342	33.970	35.680
	Cibodas	9.356	8.621	8.724	0,59%	8.776	8.827	8.897	8.932	8.985	9.038	9.091	9.145	9.199	9.253	9.308	9.362	9.418	9.473	9.529	9.586	9.642	9.699	9.756	9.814	9.872
	Buniwangi	4.978	5.027	5.153	1,13%	5.211	5.270	5.330	5.390	5.451	5.513	5.575	5.639	5.702	5.767	5.832	5.898	5.965	6.033	6.101	6.170	6.240	6.310	6.382	6.454	6.527
	Cikadu	8.743	8.918	9.045	1,11%	9.146	9.247	9.350	9.454	9.560	9.666	9.774	9.882	9.992	10.104	10.216	10.330	10.445	10.561	10.679	10.797	10.918	11.039	11.162	11.286	11.412
	Pasirsuren	7.024	7.453	7.542	2,29%	7.715	7.894	8.072	8.257	8.446	8.639	8.837	9.039	9.246	9.458	9.674	9.894	10.122	10.354	10.591	10.834	11.082	11.335	11.595	11.860	12.132
	Tonjong	6.597	6.500	7.176	2,69%	7.369	7.567	7.771	7.980	8.194	8.415	8.641	8.873	9.112	9.357	9.609	9.867	10.133	10.405	10.685	10.972	11.267	11.571	11.882	12.201	12.529
	Jayanti	8.600	7.444	7.583	0,92%	7.653	7.723	7.793	7.865	8.010	8.083	8.157	8.232	8.307	8.384	8.460	8.538	8.616	8.695	8.775	8.855	8.936	9.018	9.101	9.184	9.245
	Cimanggu	4.544	5.332	5.395	5,26%	5.679	5.977	6.292	6.622	6.971	7.337	7.723	8.129	8.556	9.006	9.480	9.978	10.503	11.055	11.636	12.248	12.892	13.570	14.284	15.035	15.825
Cisolok	Pasirbaru	7.371	7.701	7.724	1,52%	7.842	7.961	8.082	8.206	8.331	8.457	8.586	8.717	8.850	8.985	9.122	9.261	9.402	9.545	9.690	9.838	9.988	10.140	10.294	10.451	10.610
	Cikahuripan	6.396	6.980	6.939	2,61%	7.120	7.306	7.496	7.692	7.892	8.098	8.310	8.526	8.749	8.977	9.211	9.451	9.699	9.951	10.210	10.477	10.750	11.030	11.318	11.613	11.916
	Cisolok	5.270	5.543	5.277	0,04%	5.279	5.282	5.284	5.286	5.289	5.291	5.293	5.296	5.298	5.300	5.303	5.307	5.310	5.312	5.314	5.317	5.319	5.322	5.324	5.326	5.326
	Karangpapak	7.446	7.856	7.888	1,87%	8.035	8.185	8.338	8.494	8.653	8.814	8.979	9.147	9.318	9.492	9.669	9.849	10.033	10.221	10.412	10.606	10.804	11.006	11.212	11.421	11.634
	Sirnaresmi	5.375	5.679	5.602	1,35%	5.678	5.754	5.832	5.911	5.991	6.072	6.154	6.237	6.321	6.406	6.493	6.581	6.669	6.760	6.851	6.943	7.037	7.132	7.229	7.326	7.425
	Cicadas	5.153	5.497	5.802	3,73%	6.018	6.243	6.475	6.717	6.967	7.227	7.497	7.776	8.066	8.367	8.679	9.002	9.338	9.686	10.047	10.422	10.811	11.214	11.632	12.066	12.515
	Cikelat	4.470	4.836	6.379	9.988	7.015	7.715	8.485	9.331	10.262	11.286	12.411	13.650	15.011	16.509	18.155	19.966	21.958	24.149	26.558	29.207	32.120	35.324	38.848	42.723	46.985
	Gunung Kramat	4.491	4.873	4.372	0,50%	4.394	4.416	4.438	4.460	4.482	4.505	4.527	4.550	4.573	4.596	4.619	4.642	4.665	4.688	4.712	4.735	4.759	4.783	4.807	4.831	4.855
	Gunung Tanjung	3.240	3.556	3.446	1,99%	3.515	3.585	3.656	3.729	3.803	3.879	3.956	4.035	4.116	4.198	4.281	4.367	4.454	4.542	4.633	4.725	4.819	4.915	5.013	5.113	5.215
	Caringin	6.607	6.952	7.000	1,87%	7.131	7.264	7.400	7.539	7.680	7.824	7.970	8.119	8.271	8.426	8.584	8.744	8.908	9.075	9.245	9.418	9.594	9.773	9.956	10.143	10.332
Cikakak	Sukamaju	5.712	5.796	5.971	1,45%	6.057	6.145	6.234	6.324	6.415	6.508	6.602	6.698	6.794	6.893	6.992	7.093	7.196	7.300	7.406	7.513	7.621	7.732	7.843	7.957	8.072
	Cileungsing	2.785	2.705	2.911	1,44%	2.953	2.996	3.039	3.083	3.127	3.172	3.218	3.264	3.312	3.359	3.408	3.457	3.507	3.557	3.609	3.714	3.767	3.822	3.877	3.933	
	Ridogalih	4.449	5.557	6.150	2,00%	6.273	6.398	6.526	6.657	6.790	6.926	7.064	7.204	7.350	7.497	7.647	7.800	7.956	8.115	8.277	8.443	8.611	8.784	8.959	9.139	9.321
	Margalaksana	3.781	3.201	3.848	0,58%	3.870	3.893	3.915	3.938	3.961	3.984	4.007	4.030	4.054	4.077	4.101	4.125	4.149	4.173	4.223	4.246	4.270	4.295	4.320	4.345	
	Sirnarastra	7.085	7.153	6.510	0,50%	6.543	6.575	6.608	6.641	6.674	6.708	6.741	6.775	6.809	6.843	6.877	6.912	6.946	6.981	7.016	7.051	7.086	7.121	7.157	7.193	7.229
	Gandasoli	2.622	1.965	2.669	0,59%	2.685	2.700	2.716	2.732	2.748	2.764	2.781	2.797	2.813	2.830	2.846	2.863	2.888	2.904	2.929	2.954	2.984	2.986	3.000	3.018	
	Grendang	2.350	1.970	2.294	0,50%	2.305	2.317	2.329	2.340	2.352	2.364	2.376	2.387	2.399	2.411	2.423	2.435	2.448	2.460	2.472	2.485	2.497	2.509	2.522	2.535	2.547
	Cihaur	7.398	7.408	7.497	0,44%	7.530	7.563	7.596	7.630	7.663	7.697	7.731	7.765	7.799	7.834	7.868	7.903	7.938	7.972	8.008	8.043	8.076	8.114	8.149	8.185	
	Kertajaya	7.918	7.916	8.011	0,39%	8.042	8.073	8.104	8.136	8.167	8.199	8.231	8.262	8.294	8.326	8.359	8.391	8.423	8.456	8.489	8.522	8.555	8.588	8.621	8.654	8.688
Simpenan	Loji	11.099	11.086	11.219	0,36%	11.259	11.299	11.339	11.380	11.420	11.461	11.502	11.543	11.584	11.625	11.667	11.709	11.750	11.792	11.834	11.876	11.919	11.961	12.004	12.047	12.090
	Cidadap	16.318	18.034	15.213	0,50%	15.289	15.366	15.442	15.520	15.597	15.675	15.754	15.832	15.911	15.991	16.071	16.151	16.232	16.313	16.395	16.477	16.559	16.642	16.725	16.809	16.893
	Cibuntu	4.624	4.641	4.696	0,51%	4.720	4.744	4.768	4.793	4.817	4.842	4.867	4.891	4.916	4.942	4.967	4.992	5.018	5.043	5.069	5.095	5.121	5.147	5.174	5.200	5.227
	Mekarasihih	5.451	5.434	5.499	0,29%	5.515	5.531	5.547	5.563	5.579	5.596	5.612	5.628	5.645	5.661	5.678	5.711	5.727	5.744	5.761	5.777	5.791	5.811	5.828	5.845	
	Sangrawayang	2.591	2.594	2.625	0,43%	2.636	2.648	2.659	2.671	2.682	2.694	2.705	2.717	2.729	2.741	2.752	2.764	2.776	2.800	2.812	2.824	2.837	2.849	2.861	2.874	
	Cibenda	5.805	5.849	5.849	0,25%	5.864	5.878	5.893	5.908	5.923	5.938	5.952	5.967	5.982	5.997	6.012	6.027	6.043	6.058	6.073	6.088	6.103	6.119	6.134	6.149	
	Ciwaru	8.159	8.188	8.188	0,12%																					

## 6.4 Proyeksi Kebutuhan Air Hingga Tahun Perencanaan (2020-2039)

Perhitungan kebutuhan air minum didasarkan pada jumlah penduduk, jumlah dan jenis kegiatan perkotaan yang memerlukan air, dan standar pemakaian air. Kebutuhan air terdiri dari domestik dan non domestik, Kebutuhan domestik adalah kebutuhan yang berdasarkan jumlah penduduk dan pemakaian air per orang. Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air untuk kegiatan penunjang kota, yang terdiri dari kegiatan komersial yang berupa industri, perkantoran, dan lain-lain, maupun kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit dan tempat ibadah. Pada kegiatan ini, kebutuhan non-domestik diasumsikan 20% dari kebutuhan domestik.

Dalam perhitungan kebutuhan air yang akan dilayani oleh SPAM Perpipaan PDAM di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu digunakan dasar perhitungan dari data pemakaian air di PDAM Tirta Jaya Mandiri terutama di Cabang Pelabuhanratu diperoleh beberapa data untuk dasar perhitungan proyeksi kebutuhan air sebagai berikut :

1. Pemakaian Air Rata-rata mencapai  $87.567 \text{ m}^3/\text{bln}$
2. Jumlah Jiwa yang terlayani di Cabang Pelabuhanratu hingga tahun 2019 mencapai 32.150 jiwa (6.350 SR dan 10 KU)
3. Diketahui konsumsi air rata-rata mencapai  $87,86 \text{ l/org/hr} \sim 90 \text{ l/org/hr}$
4. Diasumsikan terdapat trend pemakaian air meningkat hingga 0,5% tiap tahunnya
5. Tingkat kebocoran air mencapai 49,81% pada awal tahun perencanaan dan ditargetkan menurun hingga 20% pada akhir tahun perencanaan
6. Target pelayanan SPAM adalah 100% diwilayah pelayanan pada akhir tahun perencanaan dengan capaian pelayanan sebesar 30% pada awal tahun perencanaan. Tingkat pelayanan SPAM PDAM di wilayah Kecamatan Pelabuhanratu tahun 2019 mencapai 55% terhadap wilayah pelayanan eksisting Pelabuhanratu dan Citarik . dalam asumsi perhitungan kebutuhan air minum di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu yang meliputi Kecamatan Pelabuhanratu & Simpenan target awal pelayanan menjadi 30% dikarenakan adanya penambahan daerah layanan yang semula 4 desa menjadi 10 desa, 8 desa di Kecamatan Pelabuhanratu dan 2 desa di Kecamatan Simpenan.

Untuk dasar perhitungan kebutuhan air minum yang tidak dilayani perpipaan PDAM digunakan dasar perhitungan sebagai berikut :

1. Pemakaian Air Rata-rata mencapai  $65 \text{ l/org/hr} \rightarrow$  standar pelayanan minimal air minum
2. Diasumsikan terdapat trend pemakaian air meningkat hingga 0,5% tiap tahunnya
3. Tingkat kebocoran air mencapai 40% pada awal tahun perencanaan dan ditargetkan menurun hingga 20% pada akhir tahun perencanaan  $\rightarrow$  untuk SPAM Perpipaan Perdesaan
4. Target pelayanan SPAM Perdesaan ini adalah 60% terlayani dan 40% terlayani oleh SPAM Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi hingga akhir tahun perencanaan

Berikut ini adalah hasil perhitungan proyeksi kebutuhan air minum di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.

**Tabel 6.8** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Pelabuhanratu Kawasan Pertumbuhanratu Tanpa ada Penambahan Wilayah Pelayanan

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A</b>	<b>Kependudukan</b>														
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	64.792	67.507	70.341	73.301	76.391	79.618	82.988	86.507	90.182	94.021	98.030	120.922	149.418
2	Tingkat Pelayanan	%	52%	57%	62%	67%	72%	77%	82%	87%	92%	97%	100%	100%	100%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	33.692	38.479	43.612	49.112	55.002	61.306	68.050	75.261	82.968	91.200	98.030	120.922	149.418
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>B</b>	<b>Kebutuhan Domestik</b>														
	<b>Sambungan Rumah</b>														
1	Persentase Pelayanan	%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	32.681	37.324	42.303	47.638	53.352	59.467	66.009	73.003	80.479	88.464	95.089	117.295	144.936
3	Jumlah SR	Unit	6.536	7.465	8.461	9.528	10.670	11.893	13.202	14.601	16.096	17.693	19.018	23.459	28.987
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	100	101	102	103	104	106	108	110	113	115	117	120	122
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	39	45	51	59	66	75	85	96	108	121	133	167	211
	<b>Hidran Umum/Kran Umum</b>														
1	Persentase Pelayanan	%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	1.011	1.154	1.308	1.473	1.650	1.839	2.042	2.258	2.489	2.736	2.941	3.628	4.483
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	10	12	13	15	17	18	20	22	24	26	28	34	45
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,35	0,4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1,56
	<b>Kebutuhan Total Domestik</b>														
1	Jumlah Pelanggan Domestik	SR	6.546	7.476	8.474	9.542	10.687	11.912	13.222	14.623	16.120	17.719	19.046	23.493	29.032
2	Pemakaian Rata-rata Domestik	lt/detik	39	45	52	59	67	76	86	97	109	122	134	169	212
<b>C</b>	<b>Kebutuhan Non Domestik</b>														
	Percentase Kebutuhan Non Do	%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	18%	18%	18%	18%	18%	20%	20%
	Total Kebutuhan Non Domestik	lt/detik	6	7	8	9	10	11	15	17	20	22	24	34	42
<b>D</b>	<b>Kebutuhan Air Total</b>	lt/detik	45	52	60	68	77	87	101	114	129	144	158	203	255
<b>E</b>	<b>Kehilangan Air</b>														
	% Kehilangan Air	%	50%	48%	46%	42%	38%	35%	34%	33%	28%	25%	20%	20%	20%
	Jumlah Kehilangan Air	lt/detik	22,54	25,05	27,48	28,53	29,20	30,57	34,50	37,78	36,05	36,09	31,66	40,51	50,98
<b>F</b>	<b>Kebutuhan Air Rata-rata (D+E)</b>	lt/detik	68	77	87	96	106	118	136	152	165	180	190	243	306
<b>G</b>	<b>Kebutuhan Hari Maksimum</b>														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan	lt/detik	81	93	105	116	127	141	163	183	198	217	228	292	367
<b>H</b>	<b>kebutuhan Jam Puncak</b>														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan	lt/detik	119	135	153	169	186	206	238	266	288	316	332	425	535
<b>I</b>	<b>Kebutuhan Kapasitas Produksi</b>	lt/detik	81	93	105	116	127	141	163	183	198	217	228	292	367
	- Kap. Terpas. Eks	lt/detik	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
	- Penb. Kap. Prod	lt/detik							-19	3	23	38	57	68	132
<b>J</b>	<b>Kebutuhan Reservoir</b>	m3	1.406	1602	1809	2000	2199	2445	2820	3158	3417	3742	3939	5040	6342
	- Kap. Resv. Eks	m3	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
	- Penb. Kap. Resv	m3	656	852	1059	1250	1449	1695	2070	2408	2667	2992	3189	4290	5592

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.9** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Pelabuhanratu & Simpenan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A</b>	<b>Kependudukan</b>														
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	131.997	135.427	138.989	142.688	146.530	150.522	154.669	158.979	163.459	168.116	172.958	200.239	233.530
2	Tingkat Pelayanan	%	25%	30%	35%	40%	60%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	100%	100%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	32.999	40.628	48.646	57.075	87.918	112.891	123.735	135.132	147.113	159.710	172.958	200.239	233.530
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>B</b>	<b>Kebutuhan Domestik</b>														
	<b>Sambungan Rumah</b>														
1	Persentase Pelayanan	%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	32.009	39.409	47.187	55.363	85.281	109.505	120.023	131.078	142.700	154.919	167.769	194.232	226.524
3	Jumlah SR	Unit	6.402	7.882	9.437	11.073	17.056	21.901	24.005	26.216	28.540	30.984	33.554	38.846	45.305
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	100	101	102	103	104	106	108	110	113	115	117	120	122
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	38	47	57	68	106	139	155	173	192	212	235	277	330
	<b>Hidran Umum/Kran Umum</b>														
1	Persentase Pelayanan	%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	990	1.219	1.459	1.712	2.638	3.387	3.712	4.054	4.413	4.791	5.189	6.007	7.006
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	10	12	15	17	26	34	37	40	43	46	49	57	70
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,34	0,4	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2,43
	<b>Kebutuhan Total Domestik</b>														
1	Jumlah Pelanggan Domestik	SR	6.412	7.894	9.452	11.090	17.082	21.935	24.041	26.255	28.583	31.030	33.603	38.903	45.375
2	Pemakaian Rata-rata Domestik	lt/detik	39	48	58	69	107	140	156	174	193	214	237	280	332
<b>C</b>	<b>Kebutuhan Non Domestik</b>														
	Persentase Kebutuhan Non Do	%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	18%	18%	18%	18%	18%	20%	20%
	Total Kebutuhan Non Domestik	lt/detik	6	7	9	10	16	21	28	31	35	39	43	56	66
<b>D</b>	<b>Kebutuhan Air Total</b>	lt/detik	44	55	67	79	123	161	185	206	228	253	279	335	398
<b>E</b>	<b>Kehilangan Air</b>														
	% Kehilangan Air	%	50%	48%	46%	42%	38%	35%	34%	33%	28%	25%	20%	20%	20%
	Jumlah Kehilangan Air	lt/detik	22,07	26,45	30,65	33,16	46,67	56,29	62,74	67,84	63,92	63,21	55,86	67,09	79,67
<b>F</b>	<b>Kebutuhan Air Rata-rata (D+E)</b>	lt/detik	66	82	97	112	169	217	247	273	292	316	335	403	478
<b>G</b>	<b>Kebutuhan Hari Maksimum</b>														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan	lt/detik	80	98	117	135	203	261	297	328	351	379	402	483	574
<b>H</b>	<b>kebutuhan Jam Puncak</b>														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan	lt/detik	116	143	170	196	297	380	433	478	511	553	587	704	837
<b>I</b>	<b>Kebutuhan Kapasitas Produksi</b>	lt/detik	80	98	117	135	203	261	297	328	351	379	402	483	574
	- Kap. Terpas. Eks	lt/detik	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
	- Penb. Kap. Prod	lt/detik			-43	-25	43	101	137	168	191	219	242	323	414
<b>J</b>	<b>Kebutuhan Reservoir</b>	m3	1.377	1691	2017	2325	3515	4503	5127	5670	6060	6553	6950	8347	9913
	- Kap. Resv. Eks	m3	1.850	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850
	- Penb. Kap. Resv	m3	(473)	-159	167	475	1665	2653	3277	3820	4210	4703	5100	6497	8063

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.10** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Cisolok & Cikakak Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A</b>	<b>Kependudukan</b>														
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	43.818	44.533	45.262	46.006	46.765	47.539	48.329	49.135	49.958	50.797	51.654	56.205	61.243
2	Tingkat Pelayanan	%	25%	30%	35%	40%	60%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	100%	100%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	10.954	13.360	15.842	18.402	28.059	35.654	38.663	41.765	44.962	48.257	51.654	56.205	61.243
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>B</b>	<b>Kebutuhan Domestik</b>														
	<b>Sambungan Rumah</b>														
1	Percentase Pelayanan	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	10.407	12.692	15.050	17.482	26.656	33.872	36.730	39.677	42.714	45.844	49.071	53.395	58.181
3	Jumlah SR	Unit	2.081	2.538	3.010	3.496	5.331	6.774	7.346	7.935	8.543	9.169	9.814	10.679	11.636
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	100	101	102	103	104	106	108	110	113	115	117	120	122
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	13	16	19	22	34	44	48	53	59	64	70	78	86
	<b>Hidran Umum/ Kran Umum</b>														
1	Percentase Pelayanan	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	548	668	792	920	1.403	1.783	1.933	2.088	2.248	2.413	2.583	2.810	3.062
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	5	7	8	9	14	18	19	20	22	23	25	27	31
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,19	0,2	0,3	0,3	0	1	1	1	1	1	1	1	1,06
	<b>Kebutuhan Total Domestik</b>														
1	Jumlah Pelanggan Domestik	SR	2.087	2.545	3.018	3.506	5.345	6.792	7.365	7.956	8.565	9.192	9.839	10.705	11.667
2	Pemakaian Rata-rata Domestik	lt/detik	13	16	19	22	34	44	49	54	59	65	71	79	87
<b>C</b>	<b>Kebutuhan Non Domestik</b>														
	Percentase Kebutuhan Non Do	%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	18%	18%	18%	18%	18%	20%	20%
	Total Kebutuhan Non Domestik	lt/detik	2	2	3	3	5	7	9	10	11	12	13	16	17
<b>D</b>	<b>Kebutuhan Air Total</b>	lt/detik	15	18	22	26	39	51	58	64	70	77	84	95	105
<b>E</b>	<b>Kehilangan Air</b>														
	% Kehilangan Air	%	50%	48%	46%	42%	38%	35%	34%	33%	28%	25%	20%	20%	20%
	Jumlah Kehilangan Air	lt/detik	7,37	8,75	10,04	10,75	14,98	17,88	19,72	21,09	19,65	19,21	16,78	18,94	21,00
<b>F</b>	<b>Kebutuhan Air Rata-rata (D+E)</b>	lt/detik	22	27	32	36	54	69	78	85	90	96	101	114	126
<b>G</b>	<b>Kebutuhan Hari Maksimum</b>														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan	lt/detik	27	32	38	44	65	83	93	102	108	115	121	136	151
<b>H</b>	<b>kebutuhan Jam Puncak</b>														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan	lt/detik	39	47	56	64	95	121	136	149	157	168	176	199	220
<b>I</b>	<b>Kebutuhan Kapasitas Produksi</b>	lt/detik	27	32	38	44	65	83	93	102	108	115	121	136	151
	- Kap. Terpas. Eks	lt/detik	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	- Penb. Kap. Prod	lt/detik						15	33	43	52	58	65	71	86
															101
<b>J</b>	<b>Kebutuhan Reservoir</b>	m3	460	559	661	754	1128	1430	1611	1762	1863	1992	2088	2357	2612
	- Kap. Resv. Eks	m3	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	- Penb. Kap. Resv	m3	110	209	311	404	778	1080	1261	1412	1513	1642	1738	2007	2262

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.11** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Kecamatan Ciomas Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A</b>	<b>Kependudukan</b>														
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	8.198	8.207	8.217	8.227	8.236	8.246	8.256	8.266	8.275	8.285	8.295	8.344	8.393
2	Tingkat Pelayanan	%	25%	30%	35%	40%	60%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	100%	100%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	2.049	2.462	2.876	3.291	4.942	6.185	6.605	7.026	7.448	7.871	8.295	8.344	8.393
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>B</b>	<b>Kebutuhan Domestik</b>														
	<b>Sambungan Rumah</b>														
1	Persentase Pelayanan	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	1.947	2.339	2.732	3.126	4.695	5.875	6.274	6.675	7.075	7.477	7.880	7.927	7.974
3	Jumlah SR	Unit	389	468	546	625	939	1.175	1.255	1.335	1.415	1.495	1.576	1.585	1.595
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	100	101	102	103	104	106	108	110	113	115	117	120	122
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	2	3	3	4	6	8	8	9	10	10	11	12	12
	<b>Hidran Umum/ Kran Umum</b>														
1	Persentase Pelayanan	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	102	123	144	165	247	309	330	351	372	394	415	417	420
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,04	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,15
	<b>Kebutuhan Total Domestik</b>														
1	Jumlah Pelanggan Domestik	SR	390	469	548	627	941	1.178	1.258	1.338	1.419	1.499	1.580	1.589	1.599
2	Pemakaian Rata-rata Domestik	lt/detik	2	3	3	4	6	8	8	9	10	11	11	12	12
<b>C</b>	<b>Kebutuhan Non Domestik</b>														
	Persentase Kebutuhan Non Do	%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	18%	18%	18%	18%	18%	20%
	Total Kebutuhan Non Domestik	lt/detik	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
<b>D</b>	<b>Kebutuhan Air Total</b>	lt/detik	3	3	4	5	7	9	10	11	12	13	13	14	14
<b>E</b>	<b>Kehilangan Air</b>														
	% Kehilangan Air	%	50%	48%	46%	42%	38%	35%	34%	33%	28%	25%	20%	20%	20%
	Jumlah Kehilangan Air	lt/detik	1,38	1,61	1,82	1,92	2,64	3,10	3,37	3,55	3,26	3,13	2,69	2,81	2,88
<b>F</b>	<b>Kebutuhan Air Rata-rata (D+E)</b>	lt/detik	4	5	6	7	10	12	13	14	15	16	16	17	17
<b>G</b>	<b>Kebutuhan Hari Maksimum</b>														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan	lt/detik	5	6	7	8	11	14	16	17	18	19	19	20	21
<b>H</b>	<b>kebutuhan Jam Puncak</b>														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan	lt/detik	7	9	10	11	17	21	23	25	26	27	28	30	30
<b>I</b>	<b>Kebutuhan Kapasitas Produksi</b>	lt/detik	5	6	7	8	11	14	16	17	18	19	19	20	21
	- Kap. Terpas. Eks	lt/detik	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- Penb. Kap. Prod	lt/detik				7	8	11	14	16	17	18	19	19	21
<b>J</b>	<b>Kebutuhan Reservoir</b>	m3	86	103	120	135	199	248	275	296	309	325	335	350	358
	- Kap. Resv. Eks	m3	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- Penb. Kap. Resv	m3	86	103	120	135	199	248	275	296	309	325	335	350	358

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.12** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Pelabuhanratu Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A Kebutuhan SPAM Perdesaan</b>															
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	10.890	11.248	11.622	12.013	12.422	12.850	13.298	13.767	14.259	14.773	15.312	18.418	22.352
2	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	5.445	5.624	5.811	6.006	6.211	6.425	6.649	6.884	7.129	7.387	7.656	9.209	11.176
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Sambungan Rumah</b>															
1	Percentase Pelayanan	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	4.901	5.061	5.230	5.406	5.590	5.783	5.984	6.195	6.416	6.648	6.890	8.288	10.058
3	Jumlah SR	Unit	980	1.012	1.046	1.081	1.118	1.157	1.197	1.239	1.283	1.330	1.378	1.658	2.012
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	60	61	61	62	62	64	65	66	68	69	70	72	73
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	8	9
<b>Hidran Umum/Kran Umum</b>															
1	Percentase Pelayanan	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	545	562	581	601	621	643	665	688	713	739	766	921	1.118
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	9	11	
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,19	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,39
<b>Kebutuhan Rata-rata</b>															
1	Kebutuhan Air	lt/detik	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	8	10	
2	Kehilangan Air	%	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	20	20
3	Kebutuhan Air Rata-rata	lt/detik	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8	10	12	
4	Kebutuhan Hari Maksimum														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan Air	lt/detik	6	7	7	7	7	8	8	9	9	9	10	12	14
5	kebutuhan Jam Puncak														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan Air	lt/detik	9	10	10	10	11	11	12	12	13	14	14	17	21
<b>B Pelayanan SPAM BJP Terlindungi</b>															
1	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
2	Penduduk Terlayani	Jiwa	5.445	5.624	5.811	6.006	6.211	6.425	6.649	6.884	7.129	7.387	7.656	9.209	11.176
3	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	Terlayani SPAM BJP Terlindungi	Rumah	1.089	1125	1162	1201	1242	1285	1330	1377	1426	1477	1531	1842	2235

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.13** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Simpenan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A Kebutuhan SPAM Perdesaan</b>															
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	28.443	28.559	28.675	28.792	28.910	29.027	29.146	29.264	29.384	29.503	29.624	30.233	30.854
2	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	14.222	14.280	14.338	14.396	14.455	14.514	14.573	14.632	14.692	14.752	14.812	15.116	15.427
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>Sambungan Rumah</b>															
1	Persentase Pelayanan	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	12.800	12.852	12.904	12.957	13.009	13.062	13.116	13.169	13.223	13.277	13.331	13.605	13.884
3	Jumlah SR	Unit	2.133	2.142	2.151	2.159	2.168	2.177	2.186	2.195	2.204	2.213	2.222	2.267	2.314
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	60	61	61	62	62	64	65	66	68	69	70	72	73
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	13	13
<b>Hidran Umum/ Kran Umum</b>															
1	Persentase Pelayanan	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	1.422	1.428	1.434	1.440	1.445	1.451	1.457	1.463	1.469	1.475	1.481	1.512	1.543
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	14	14	14	14	14	15	14	14	14	14	14	14	15
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,49	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,54
<b>Kebutuhan Rata-rata</b>															
1	Kebutuhan Air	lt/detik	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	13	13	14
2	Kehilangan Air	%	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	20	20
3	Kebutuhan Air Rata-rata	lt/detik	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16
4	Kebutuhan Hari Maksimum														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan Air	lt/detik	17	17	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20
5	kebutuhan Jam Puncak														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan Air	lt/detik	24	25	25	25	25	25	26	26	27	27	28	28	29
<b>B Pelayanan SPAM BJP Terlindungi</b>															
1	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
2	Penduduk Terlayani	Jiwa	14.222	14.280	14.338	14.396	14.455	14.514	14.573	14.632	14.692	14.752	14.812	15.116	15.427
3	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4	Terlayani SPAM BJP Terlindungi Rumah		2.370	2.380	2.390	2.399	2.409	2.419	2.429	2.439	2.449	2.459	2.469	2.519	2.571

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.14** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Cisolok Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A Kebutuhan SPAM Perdesaan</b>															
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	48.549	49.925	51.387	52.941	54.595	56.359	58.243	60.256	62.411	64.721	67.199	82.715	105.530
2	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	24.274	24.963	25.693	26.470	27.298	28.180	29.121	30.128	31.206	32.360	33.600	41.358	52.765
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>Sambungan Rumah</b>															
1	Percentase Pelayanan	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	21.847	22.466	23.124	23.823	24.568	25.362	26.209	27.115	28.085	29.124	30.240	37.222	47.489
3	Jumlah SR	Unit	3.641	3.744	3.854	3.971	4.095	4.227	4.368	4.519	4.681	4.854	5.040	6.204	7.915
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	60	61	61	62	62	64	65	66	68	69	70	72	73
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	17	18	18	19	20	21	22	23	24	26	27	34	45
<b>Hidran Umum/Kran Umum</b>															
1	Percentase Pelayanan	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	2.427	2.496	2.569	2.647	2.730	2.818	2.912	3.013	3.121	3.236	3.360	4.136	5.277
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	24	25	26	26	27	28	29	30	30	31	32	39	53
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,84	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7	1,83
<b>Kebutuhan Rata-rata</b>															
1	Kebutuhan Air	lt/detik	18	18	19	20	21	22	23	24	26	27	29	36	47
2	Kehilangan Air	%	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	20	20
3	Kebutuhan Air Rata-rata	lt/detik	24	25	25	26	27	28	30	31	33	34	36	43	56
4	Kebutuhan Hari Maksimum														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan Air	lt/detik	29	30	30	31	32	34	36	37	39	41	43	52	67
5	kebutuhan Jam Puncak														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan Air	lt/detik	42	43	44	46	47	49	52	54	57	60	63	76	98
<b>B Pelayanan SPAM BIP Terlindungi</b>															
1	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
2	Penduduk Terlayani	Jiwa	24.274	24.963	25.693	26.470	27.298	28.180	29.121	30.128	31.206	32.360	33.600	41.358	52.765
3	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4	Terlayani SPAM BIP Terlindungi	Rumah	4.046	4160	4282	4412	4550	4697	4854	5021	5201	5393	5600	6893	8794

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.15** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Cikakak Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A Kebutuhan SPAM Perdesaan</b>															
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	24.629	24.880	25.134	25.391	25.653	25.918	26.187	26.460	26.737	27.018	27.302	28.791	30.393
2	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	12.315	12.440	12.567	12.696	12.826	12.959	13.093	13.230	13.368	13.509	13.651	14.396	15.197
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>Sambungan Rumah</b>															
1	Percentase Pelayanan	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	11.083	11.196	11.310	11.426	11.544	11.663	11.784	11.907	12.032	12.158	12.286	12.956	13.677
3	Jumlah SR	Unit	1.847	1.866	1.885	1.904	1.924	1.944	1.964	1.984	2.005	2.026	2.048	2.159	2.280
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	60	61	61	62	62	64	65	66	68	69	70	72	73
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	9	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	13
<b>Hidran Umum/Kran Umum</b>															
1	Percentase Pelayanan	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	1.231	1.244	1.257	1.270	1.283	1.296	1.309	1.323	1.337	1.351	1.365	1.440	1.520
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	15
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,43	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,53
<b>Kebutuhan Rata-rata</b>															
1	Kebutuhan Air	lt/detik	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12	13	13
2	Kehilangan Air	%	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	20	20
3	Kebutuhan Air Rata-rata	lt/detik	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	15	15	16
4	Kebutuhan Hari Maksimum														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan Air	lt/detik	15	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	19
5	kebutuhan Jam Puncak														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan Air	lt/detik	21	21	22	22	22	23	23	24	24	25	26	26	28
<b>B Pelayanan SPAM BIP Terlindungi</b>															
1	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
2	Penduduk Terlayani	Jiwa	12.315	12.440	12.567	12.696	12.826	12.959	13.093	13.230	13.368	13.509	13.651	14.396	15.197
3	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4	Terlayani SPAM BIP Terlindung	Rumah	2.052	2.073	2.094	2.116	2.138	2.160	2.182	2.205	2.228	2.251	2.275	2.399	2.533

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.16** Proyeksi Kebutuhan Air Minum SPAM Perpipaan Perdesaan dan Bukan Jaringan Perpipaan Terlindungi Kecamatan Ciemas Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A Kebutuhan SPAM Perdesaan</b>															
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	43.452	43.627	43.803	43.979	44.157	44.336	44.517	44.698	44.881	45.065	45.250	46.195	47.172
2	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	21.726	21.813	21.901	21.990	22.079	22.168	22.258	22.349	22.441	22.532	22.625	23.097	23.586
4	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<b>Sambungan Rumah</b>															
1	Persentase Pelayanan	%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	19.554	19.632	19.711	19.791	19.871	19.951	20.033	20.114	20.196	20.279	20.363	20.788	21.227
3	Jumlah SR	Unit	3.259	3.272	3.285	3.298	3.312	3.325	3.339	3.352	3.366	3.380	3.394	3.465	3.538
4	Pemakaian Per Orang	lt/hari	60	61	61	62	62	64	65	66	68	69	70	72	73
5	Pemakaian Air Rata-rata	lt/detik	15	15	16	16	16	16	17	17	18	18	18	19	20
<b>Hidran Umum/ Kran Umum</b>															
1	Persentase Pelayanan	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
2	Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	2.173	2.181	2.190	2.199	2.208	2.217	2.226	2.235	2.244	2.253	2.263	2.310	2.359
3	Penduduk Per sambungan	Jiwa	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	105	106	100
4	Jumlah Sambungan HU/KU	Unit	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	24
5	Pemakaian Air	l/o/hari	30	30	30	30	30	30	31	32	33	34	35	36	30
6	Pemakaian Rata-rata	lt/det	0,75	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	0,82
<b>Kebutuhan Rata-rata</b>															
1	Kebutuhan Air	lt/detik	16	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20	21
2	Kehilangan Air	%	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	20	20
3	Kebutuhan Air Rata-rata	lt/detik	21	22	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25
4	Kebutuhan Hari Maksimum														
	- Faktor Koefisien		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	- Kebutuhan Air	lt/detik	26	26	26	26	26	27	27	28	28	29	29	29	30
5	kebutuhan Jam Puncak														
	- Faktor Koefisien		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	- Kebutuhan Air	lt/detik	37	38	38	38	38	39	40	40	41	42	42	42	44
<b>B Pelayanan SPAM BJP Terlindungi</b>															
1	Tingkat Pelayanan	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
2	Penduduk Terlayani	Jiwa	21.726	21.813	21.901	21.990	22.079	22.168	22.258	22.349	22.441	22.532	22.625	23.097	23.586
3	Jumlah Penduduk Per SR	Jiwa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4	Terlayani SPAM BJP Terlindungi	Rumah	3.621	3.636	3.650	3.665	3.680	3.695	3.710	3.725	3.740	3.755	3.771	3.850	3.931

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 6.17** Rekapitulasi Proyeksi Kebutuhan Air Minum Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

No	Keterangan	Satuan	Tahun												
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2034	2039
<b>A SPAM Perpipaan PDAM</b>															
1	Jumlah Penduduk Admnistrasi	Jiwa	339.976	346.405	353.087	360.037	367.268	374.798	382.645	390.826	399.364	408.278	417.594	471.141	539.469
2	Jumlah Penduduk Teknis	Jiwa	184.012	188.167	192.468	196.920	201.531	206.307	211.254	216.380	221.692	227.199	232.907	264.788	303.167
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	52.603	63.221	74.313	93.037	120.919	154.730	169.003	183.923	199.523	215.839	232.907	264.788	303.167
4	Cakupan Pelayanan Teknis	%	29	34	39	47	60	75	80	85	90	95	100	100	100
5	Cakupan Pelayanan Adm	%	15	18	21	26	33	41	44	47	50	53	56	56	56
6	Kebutuhan Air Rata-rata	lt/det	106	127	149	183	233	298	338	373	397	428	452	533	621
<b>B SPAM Perdesaan &amp; BJP</b>															
1	Jumlah Penduduk Admnistrasi	Jiwa	339.976	346.405	353.087	360.037	367.268	374.798	382.645	390.826	399.364	408.278	417.594	471.141	539.469
2	Jumlah Penduduk Teknis	Jiwa	155.964	158.238	160.620	163.116	165.737	168.491	171.390	174.446	177.671	181.080	184.687	206.352	236.302
3	Penduduk Terlayani	Jiwa	77.982	79.119	80.310	81.558	82.868	84.246	85.695	87.223	88.836	90.540	92.344	103.176	118.151
4	Cakupan Pelayanan Teknis	%	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
5	Cakupan Pelayanan Adm	%	23	23	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22
6	Kebutuhan Air Rata-rata SPAM Perdesaan	lt/det	77	78	79	81	82	85	87	90	93	96	99	108	125
7	Rumah Terlayani SPAM Perdesaan	SR	12.997	13.187	13.385	13.593	13.811	14.041	14.283	14.537	14.806	15.090	15.391	17.196	19.692
8	Rumah Terlayani SPAM BJP	SR	12.997	13.187	13.385	13.593	13.811	14.041	14.283	14.537	14.806	15.090	15.391	17.196	19.692

Sumber

:

Hasil

Perhitungan,

20



## BAB VII

# RENCANA PENGEMBANGAN SPAM PUSAT PERTUMBUHAN PELABUHAN RATU

### 7.1 Rekomendasi Sumber Air Permukaan Yang Digunakan

Pada wilayah pusat pertumbuhan Pelabuhan Ratu terdapat 37 DAS dengan rincian sebagai berikut :

**Tabel 7.1** Luas DAS Wilayah Pusat Pertumbuhan Palabuhanratu

No	Kecamatan	DAS	No DAS	Luas (km2)
1	Cisolok	Cibareno	74	2.221,70
		Cikondang Hilir	70	87,50
		Cikadu	71	42,90
		Cipunaga	72	23,80
		Cibangban	73	108,30
		Total		2.484,20
2	Cikakak	Citepus	66	46,19
		Cikoneng	67	39,47
		Cimaja	68	8,37
		Cipamenang	69	66,30
		Total		160,33
3	Pelabuhan Ratu	Cipataburan	64	4,79
		Cipalabuhan	65	19,99
		Total		24,78
4	Simpenan	Cijalujur	54	11,50
		Citamiang	55	12,70
		Cihaur Tengah	56	147,90
		Cisangun	57	8,30
		Cisangguh	58	14,40
		Cihaur Tengah	59	218,90
		Cibuluh	60	9,80
		Ciporeat	61	81,40
		Cibulu	62	16,00
		Total		520,90
5	Ciemas	Citirem	37	215,90
		Cibuaya	38	131,60
		Cibulakan	39	95,30
		Citanaya	40	117,40
		Cibenda	41	158,20
		Cigotar	42	28,70
		Cikadai	43	41,30
		Ciletuh	44	2.234,70
		Cimarinjung	45	437,50
		Cihuring	46	105,60
		Cibakung	47	53,40
		Cilegonkemis	48	8,00
		Cipucung	49	26,10
		Cigirimukti	50	8,00
		Ciemas	51	10,10
		Cisaar	52	9,00
		Cijegang	53	147,20
		Total		3.828,00

Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

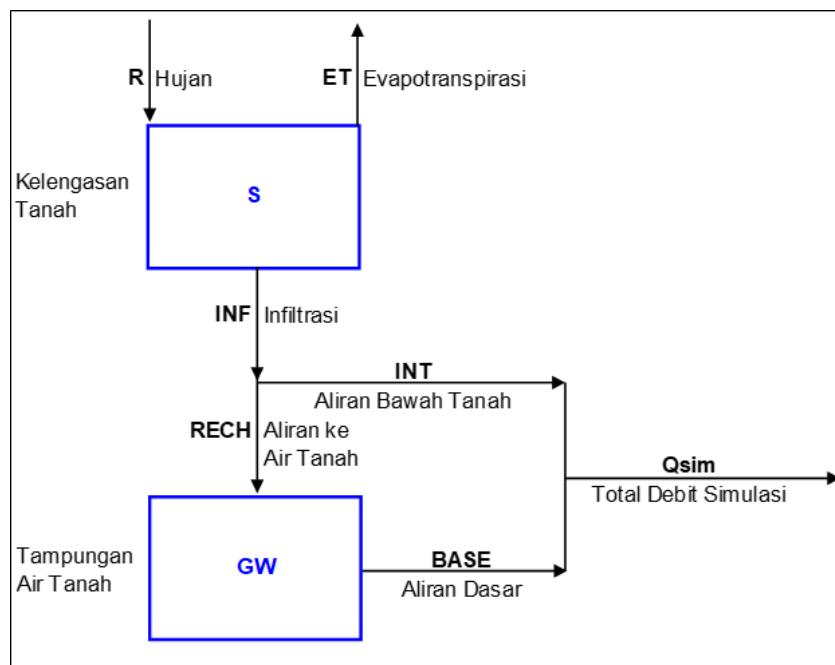
### 7.1.1. Data Hidroklimatologi

Data curah Hujan dan klimatologi diambil dari beberapa pos yaitu sungai Citarik Pos Pajagan, sungai Cimandiri pos Leuwilisung dan sungai cimadiri pos Tegaldatar. Ketersediaan data dari masing-masing pos ada sebanyak 11 tahun sampai data terakhir tahun 2017.

### 7.1.2. Analisa Ketersediaan Air

Untuk menduga besarnya debit rata-rata dari suatu DAS yang tidak mempunyai stasiun hidrometri dapat digunakan model hidrologi NRECA yang diajukan oleh Norman H. Crawford, 1978. Aliran yang terjadi secara menerus di sungai merupakan akibat dari siklus hidrologi. Secara skematis siklus hidrologi digambarkan seperti pada Gambar 4.1 Debit aliran yang terjadi didapat dari besarnya curah hujan, aliran diatas permukaan tanah terjadi selama dan sesaat setelah hujan turun. Sebagian air terserap oleh tanah pada waktu hujan, mengalir dibawah permukaan tanah dan kemudian masuk kedalam aliran sungai dan terjadi aliran yang continue (menerus). Dari data yang menerus ini dapat disusun besarnya tingkat probability (persentase kemungkinan terjadinya debit) dengan cara diurut dari yang paling besar ke kecil sehingga terbentuk Flow Duration Curve (grafik lengkung durasi debit).

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, ketersedian air di wilayah lokasi kajian dihitung dengan menggunakan metoda Mock. **Gambar 7.1** dibawah menunjukan ketersediaan air di lokasi kajian.



**Gambar 7.1** Skema perhitungan debit aliran dari data hujan dan evaporasi

Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

Jika di sungai tersebut tidak terdapat pos pengamatan debit, data hujan dan besarnya evaporasi aktual dapat digunakan untuk membangkitkan/menghitung debit aliran yang menerus dengan periode tertentu.

Parameter kunci dalam perhitungan proses hidrologi adalah besarnya infiltrasi (air yang masuk kedalam profil tanah), besarnya aliran permukaan, dan aliran dibawah permukaan tanah yang masuk kedalam sungai.

Metode perhitungan ini menggunakan data bulanan dari hujan dan evaporasi potensial untuk menghitung besarnya debit aliran tiap periode waktu tertentu. Hasil perhitungan debit ini digunakan sebagai lengkung durasi debit untuk lokasi tersebut.

Perhitungan ini didasarkan pada neraca air yang ada di daerah tangkapan sungai. Persamaannya adalah :

$$\text{Hujan} - \text{Evapotranspirasi Aktual} + \text{Perubahan Tampungan Air} = \text{Debit}$$

Persamaan neraca air ini diaplikasikan di DAS untuk seluruh interval waktu, dimana hujan, evaporasi aktual dan debit adalah jumlah volume air yang masuk dan keluar dari DAS untuk selang waktu tersebut. Perubahan tampungan air adalah perubahan kelengasan tanah dan kandungan air tanah dalam selang waktu tersebut, dihitung sebagai kandungan pada kondisi awal dikurangi kondisi terakhir. Air ditahan ditampungan dalam tanah didalam aquifer air tanah,. Semua air yang masuk dan keluar dari DAS dianggap masuk kedalam debit aliran.

Dalam perhitungan debit bulanan digunakan tiga koefisien yang menggambarkan karakteristik DAS, yaitu :

SNOM	=	indek kapasitas kelengasan tanah dalam DAS (NOMINAL)
KRECH	=	Persentase debit yang masuk kedalam tampungan air tanah
KBASE	=	Persentase besarnya debit dari air tanah yang menjadi aliran

Karakteristik DAS ini dapat diperkirakan dengan acuan sebagai berikut.

$$\text{SNOM} = 100 + C * (\text{rata-rata hujan tahunan})$$

C = 0,2 untuk daerah dengan hujan musiman. Nilai SNOM dapat dikurangi sampai 25% untuk DAS dengan vegetasi terbatas dan lapisan tanah yang dangkal. SNOM dalam milimeter.

KRECH = 0,5 untuk kondisi DAS pada umumnya, meningkat sampai 0,9 untuk DAS dengan aquifer permeable tinggi, dan turun hingga 0,3 untuk DAS dengan lapisan tanah yang dangkal dengan aquifer terbatas.

KBASE = 0,5 untuk kondisi DAS pada umumnya, meningkat sampai 0,8 untuk DAS yang mempunyai debit andalan kecil, dan menurun sampai 0,2 untuk DAS yang mempunyai debit andalan cukup baik.

Aliran bawah tanah yang terinfiltarsi dan mengalir ke elevasi lebih rendah dan sebagian lagi merupakan meresap kedalam tampungan air tanah yang kemudian bagian dengan prediksi 80% mengalir sebagai baseflow.

Berdasarkan hasil diskusi dengan Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat dan PDAM Kabupaten Sukabumi terdapat 2 sungai yang potensial untuk dijadikan sebagai sumber air baku air minum PDAM yaitu sungai Cimadiri dan sungai Citarik.

### 1. Sungai Citarik

Berdasarkan buku Sumber Daya Air Dalam Angka 2018 dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat diketahui terdapat berbagai informasi mengenai sumber-sumber air yang ada di provinsi Jawa Barat lengkap dengan hasil pengukuran debit dari berbagai pos duga air yang ada.

Salah satu sungai yang berada di wilayah kajian Kawasan strategis provinsi yaitu wilayah pengembangan pelabuhan ratu (kabupaten Sukabumi) adalah Sungai Citarik. Pos duga yang digunakan untuk pengamatan sungai cimandiri yaitu pos duga air Pajagan. Terdapat 11 tahun data debit hasil pengukuran yaitu mulai tahun 2007 sampai tahun 2017 dengan frekuensi pengukuran perbulan dilakukan selama 2 kali (debit setengah bulanan). Data debit terukur bisa dilihat pada **tabel 7.2** dan **tabel 7.3**.

Untuk penyediaan air baku air minum debit andalan yang dipergunakan adalah debit andalan 90 % atau Q 90. Debit andalan 90 % untuk Sungai Citarik dengan Pos Pajagan diketahui sebagai berikut :

- a. Nilai debit maksimal :  $14,87 \text{ m}^3/\text{detik} = 14.870 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan maret 2
- b. Nilai debit minimal :  $0,36 \text{ m}^3/\text{detik} = 360 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan September 2

**Tabel 7.2 Data Debit Setengah Bulanan Sungai Citarik Pos Pejagan**

Tahun	jan 1	jan 2	feb 1	feb 2	mar 1	mar 2	apr 1	apr 2	mei 1	mei 2	jun 1	jun 2
2007	12,12	12,41	13,20	27,28	34,15	19,34	33,56	41,83	20,51	14,19	13,58	9,54
2008	20,18	10,10	14,83	19,00	30,83	21,52	20,81	19,98	7,50	7,52	6,21	4,51
2009	12,18	14,22	44,68	28,20	18,53	18,86	29,78	18,45	13,21	9,53	10,77	5,41
2010	16,73	13,62	30,82	27,88	25,00	31,43	13,57	8,90	18,55	18,98	18,78	14,67
2011	17,94	10,97	12,37	8,36	13,54	11,77	14,72	17,43	19,37	17,53	8,76	4,08
2012	16,84	14,26	12,48	21,35	13,61	22,07	20,91	17,83	12,31	12,71	11,48	13,73
2013	41,63	19,97	22,17	17,55	12,38	16,15	17,05	19,98	16,70	15,81	14,56	11,49
2014	17,66	20,04	17,53	7,52	13,42	18,14	21,77	13,94	18,39	23,04	10,64	12,54
2015	24,58	17,36	27,42	16,93	17,90	20,07	18,46	15,06	17,71	13,83	11,56	8,30
2016	10,98	18,20	17,58	17,97	14,05	14,67	8,28	10,58	15,30	19,98	25,27	13,06
2017	16,71	20,92	25,61	21,55	22,12	17,72	18,18	20,30	15,16	13,38	11,12	11,19

Tahun	jul 1	jul 2	ags 1	ags 2	sep 1	sep 2	okt 1	okt 2	nov 1	nov 2	des 1	des 2
2007	7,41	5,19	2,87	4,01	3,17	2,74	3,34	6,54	13,93	2,53	19,79	29,52
2008	2,71	2,23	2,21	6,28	7,40	2,06	2,41	12,91	23,91	17,35	14,17	20,20
2009	2,86	2,44	1,50	1,99	1,25	2,66	1,37	7,42	10,01	17,68	12,24	14,42
2010	15,58	9,14	6,25	15,83	18,69	25,09	13,57	24,16	15,44	21,28	20,03	20,54
2011	7,19	7,75	1,01	0,88	0,30	0,36	0,42	5,84	13,64	13,54	8,59	15,54
2012	1,79	1,51	0,52	0,57	0,75	0,79	2,94	16,23	15,91	20,42	17,15	22,71
2013	14,11	14,82	12,88	11,93	13,74	6,27	10,61	8,94	14,45	13,27	15,87	12,89
2014	13,67	17,02	11,69	9,60	5,85	1,91	6,23	12,74	17,23	21,09	18,02	31,54
2015	4,54	3,44	6,51	5,01	1,43	0,34	1,22	0,60	6,63	13,22	11,06	8,90
2016	17,44	16,25	5,72	7,15	17,28	16,92	14,15	21,29	15,20	12,90	14,12	13,05
2017	7,04	2,15	2,73	1,90	1,24	2,18	5,71	7,84	10,53	28,55	21,52	13,29

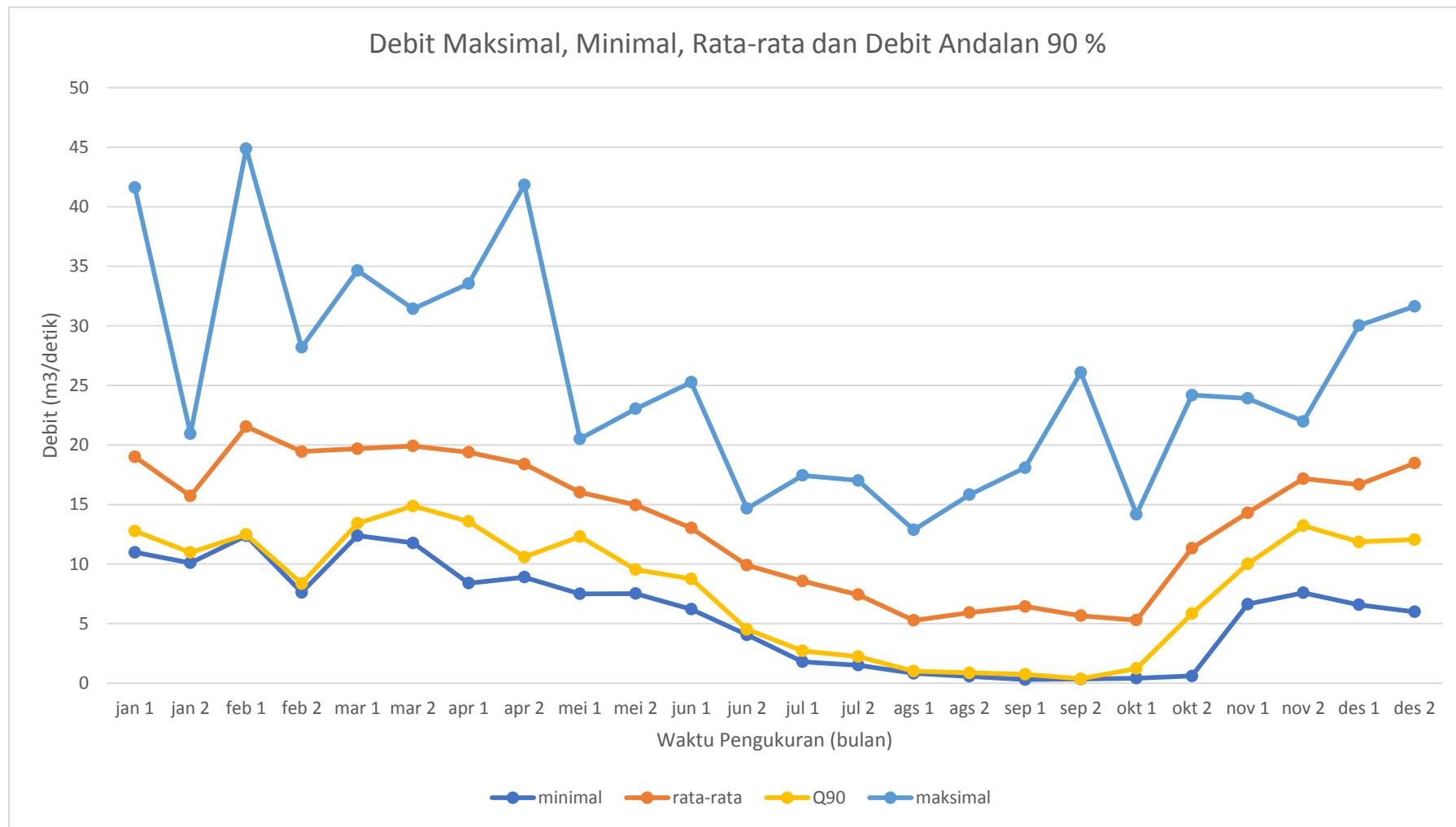
Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

**Tabel 7.3 Rangking Debit Setengah Bulanan Sungai Citarik Pos Pejagan**

Rank	jan 1	jan 2	feb 1	feb 2	mar 1	mar 2	apr 1	apr 2	mei 1	mei 2	jun 1	jun 2
1	41,63	20,94	44,88	28,20	34,85	31,43	33,55	41,63	20,51	23,04	25,27	14,67
2	24,58	19,90	30,92	27,96	30,53	29,07	23,78	19,98	19,87	19,33	15,78	13,73
3	20,18	18,20	27,42	27,28	25,00	22,07	21,77	19,95	19,39	17,53	14,65	13,06
4	17,94	17,36	22,77	21,35	18,53	21,62	20,91	17,83	18,95	15,98	13,58	12,54
5	17,65	14,26	17,63	19,00	17,90	10,34	20,81	17,43	17,71	15,81	11,86	11,49
6	16,64	14,22	17,58	17,67	14,05	18,14	18,46	16,45	15,70	14,19	11,48	9,58
7	16,73	13,62	14,83	17,55	13,81	16,88	17,05	15,08	15,30	13,93	10,84	8,30
8	16,71	20,92	25,81	21,55	22,12	17,72	18,18	20,30	15,16	13,39	11,12	11,19
9	13,12	12,41	13,80	18,83	12,54	16,15	14,79	13,94	13,21	12,71	10,77	5,41
10	12,78	10,97	12,48	8,36	13,42	14,67	13,57	10,59	12,31	9,53	8,76	4,81
11	10,98	10,10	12,37	7,62	12,38	11,77	8,39	8,90	7,50	7,52	6,21	4,09

Rank	jul 1	jul 2	ags 1	ags 2	sep 1	sep 2	okt 1	okt 2	nov 1	nov 2	des 1	des 2
1	17,44	17,02	12,88	15,83	16,68	28,09	14,19	12,16	23,01	21,99	30,03	31,64
2	15,58	16,25	11,69	11,93	17,26	16,92	13,57	21,29	17,39	21,38	19,79	29,57
3	14,11	14,62	9,25	9,90	13,74	6,27	10,81	16,23	16,26	20,42	18,02	22,71
4	13,67	9,14	6,51	7,15	7,40	2,74	7,37	12,91	15,91	17,69	17,15	20,58
5	7,41	7,75	5,73	5,26	5,55	2,66	6,20	12,74	15,46	17,35	15,63	20,20
6	7,19	5,19	3,67	5,01	3,17	2,06	3,41	8,68	14,48	12,50	14,17	15,58
7	4,54	3,44	2,21	4,87	1,43	1,91	3,34	7,42	13,68	13,54	14,12	14,42
8	7,04	2,15	2,73	1,99	1,24	2,36	5,71	7,54	10,53	28,55	21,52	13,29
9	2,84	2,44	1,50	1,56	1,25	0,70	2,94	6,84	12,93	13,27	12,29	13,07
10	2,71	2,23	1,01	0,86	0,75	0,26	1,23	5,54	10,01	13,22	11,86	12,09
11	1,78	1,51	0,62	0,57	0,30	0,34	0,42	0,60	6,83	7,59	8,68	8,98

Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

**Gambar 7.2** Grafik Debit Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan Debit Andalan 90 % Pos Pajagan – Sungai Citarik

Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

## 2. Sungai Cimandiri

Sungai berikutnya yang berada di wilayah kajian Kawasan strategis provinsi yaitu wilayah pengembangan pelabuhan ratu (kabupaten Sukabumi) adalah Sungai Cimandiri. Pos duga yang digunakan untuk pengamatan sungai Citarik yaitu pos duga air Tegal Datar. Terdapat 11 tahun data debit hasil pengukuran yaitu mulai tahun 2007 sampai tahun 2017 dengan frekuensi pengukuran perbulan dilakukan selama 2 kali (debit setengah bulanan). Data debit terukur bisa dilihat pada **tabel 7.4** dan **tabel 7.5**.

Untuk penyediaan air baku air minum debit andalan yang dipergunakan adalah debit andalan 90 % atau  $Q_{90}$ . Debit andalan 90 % untuk Sungai Cimandiri dengan Pos Tegal Datar diketahui sebagai berikut :

- a. Nilai debit maksimal :  $10,27 \text{ m}^3/\text{detik} = 10.270 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan april 1
- b. Nilai debit minimal :  $2,15 \text{ m}^3/\text{detik} = 2.150 \text{ liter/detik}$  pada pengamatan September 2

**Tabel 7.4** Data Debit Setengah Bulanan Sungai Cimandiri Pos Tegal Datar

Tahun	jan 1	jan 2	feb 1	feb 2	mar 1	mar 2	apr 1	apr 2	mei 1	mei 2	jun 1	jun 2
2007	6,34	3,38	4,25	12,43	11,08	18,44	19,39	16,47	14,37	11,00	8,15	7,04
2008	14,71	6,53	11,25	8,57	14,87	18,53	13,06	15,40	4,82	3,84	8,43	7,43
2009	9,87	11,12	15,29	14,20	10,68	12,99	12,41	8,10	7,34	7,30	15,85	7,62
2010	16,91	16,15	22,38	19,47	12,87	18,80	14,53	8,14	14,71	18,22	15,83	11,82
2011	12,74	8,26	4,39	8,48	8,25	8,25	11,55	12,78	11,41	13,27	8,24	6,80
2012	18,13	18,26	22,30	19,34	18,72	17,57	13,68	18,37	11,97	7,05	4,30	3,08
2013	22,83	21,78	18,16	13,96	8,40	13,50	18,44	15,74	15,50	13,78	7,50	5,04
2014	16,88	13,36	13,79	9,81	7,58	8,82	8,17	8,04	10,00	8,43	3,43	6,50
2015	17,72	17,41	17,38	14,32	11,28	11,01	12,07	10,06	8,50	8,47	8,24	6,40
2016	12,87	18,21	18,25	12,29	12,49	11,66	10,27	12,20	14,50	18,25	18,43	12,34
2017	18,30	19,38	17,78	18,88	18,08	18,13	18,00	14,79	11,25	11,78	12,13	10,01

	jul 1	jul 2	ags 1	ags 2	sep 1	sep 2	okt 1	okt 2	nov 1	nov 2	des 1	des 2
2007	5,54	4,00	4,00	8,00	3,38	2,15	8,74	8,00	19,34	8,32	8,40	15,00
2008	3,14	4,50	2,04	8,05	8,14	3,18	12,23	16,44	18,36	20,58	18,50	18,03
2009	8,30	4,02	3,45	8,23	6,28	8,88	16,56	18,11	8,06	8,36	9,86	17,34
2010	14,14	10,77	13,34	12,57	15,82	13,33	14,06	11,36	18,88	13,96	18,36	15,17
2011	10,41	8,85	13,24	7,52	4,00	3,04	8,34	8,56	12,42	19,72	12,78	7,00
2012	4,13	6,78	2,30	2,28	3,30	1,09	2,87	11,58	25,00	18,42	18,00	14,34
2013	7,34	13,30	10,00	12,54	8,89	8,87	8,36	12,58	14,01	12,33	19,06	18,56
2014	7,06	8,00	8,48	8,58	8,81	3,86	8,24	8,81	8,33	22,00	13,36	10,06
2015	4,00	3,44	2,72	2,79	2,75	2,72	2,64	3,27	8,30	11,87	12,06	8,78
2016	14,08	10,87	10,02	3,10	11,00	12,22	12,82	18,06	18,98	12,78	8,66	3,32
2017	8,05	8,34	4,34	8,25	8,54	8,34	18,84	11,26	13,96	19,37	18,00	12,36

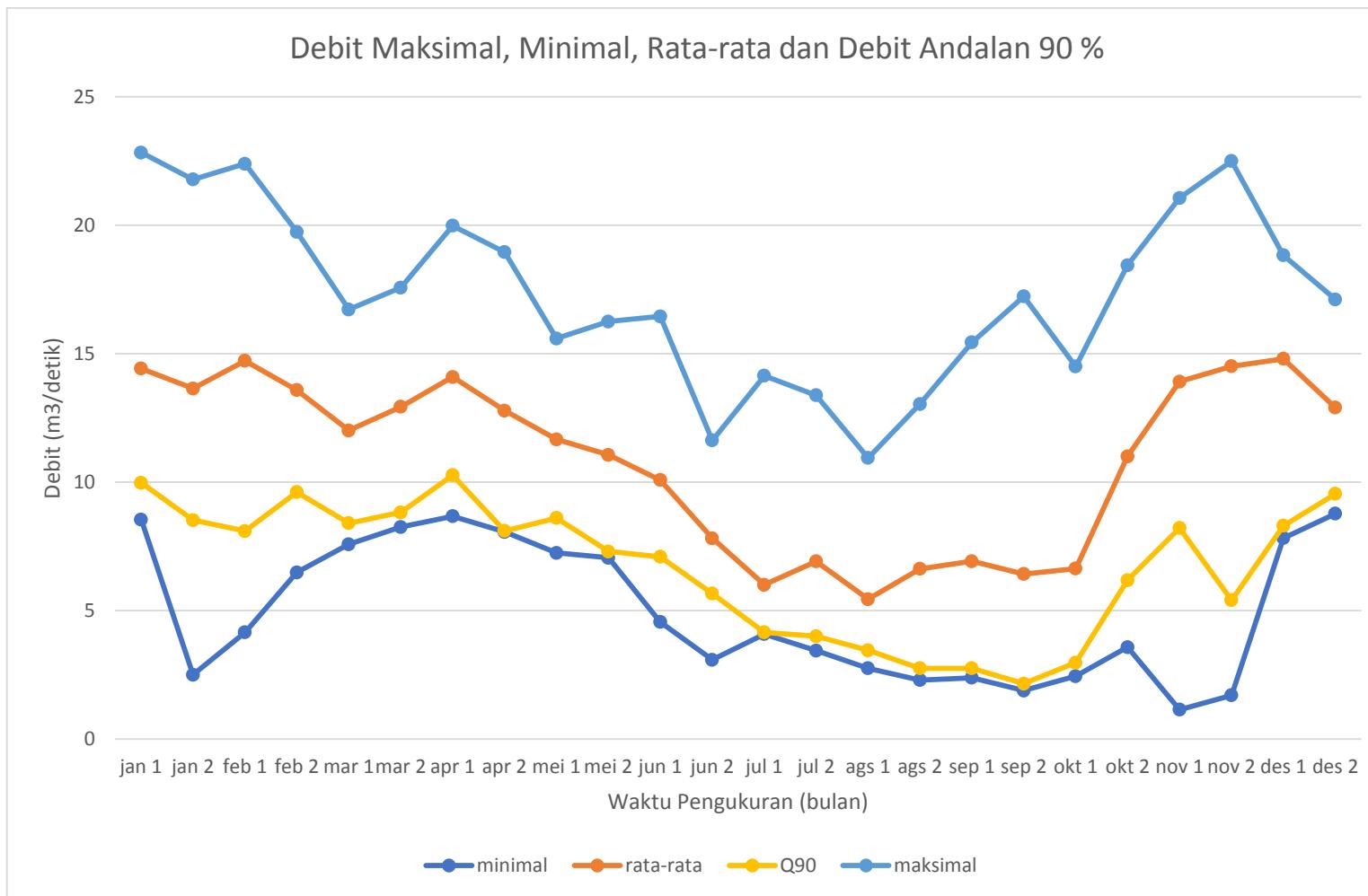
Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

**Tabel 7.5 Debit Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan Debit Andalah 90 % Sungai Cimandiri Pos Tegal Datar**

Debit	jan 1	jan 2	feb 1	feb 2	mar 1	mar 2	apr 1	apr 2	mei 1	mei 2	jun 1	jun 2
minimal	10,98	10,1	12,37	7,62	12,38	11,77	8,39	8,9	7,5	7,52	6,21	4,06
rata-rata	19,01	15,72	21,54	19,44	19,68	19,91	19,39	18,39	16,02	14,96	13,03	9,9
Q90	12,78	10,97	12,48	6,36	13,42	14,87	13,57	10,59	12,31	9,53	8,76	4,51
maksimal	41,63	20,94	44,88	28,2	34,65	31,43	33,55	41,83	20,51	23,04	25,27	14,67

	jul 1	jul 2	ags 1	ags 2	sep 1	sep 2	okt 1	okt 2	nov 1	nov 2	des 1	des 2
minimal	4,08	3,44	2,75	2,29	2,38	1,88	2,44	3,57	1,14	1,7	7,82	8,77
rata-rata	6	6,91	5,44	6,62	6,92	6,42	6,63	11	13,91	14,51	14,8	12,9
Q90	4,15	4	3,45	2,75	2,75	2,15	2,97	6,18	8,21	5,4	8,3	9,54
maksimal	14,14	13,38	10,94	13,04	15,44	17,23	14,5	18,44	21,06	22,5	18,83	17,11

Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

**Gambar 7.3** Grafik Debit Maksimal, Minimal, Rata-Rata dan Debit Andalan 90 % Pos Tegal Datar – Sungai Cimandiri

Sumber : Data Profil Dinas SDA dan Analisa Konsultan, 2019

### 7. 1. 3. Kualitas Sumber Air

Di Indonesia standar air minum atau air baku yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah (Nomor. 82 tahun 2001) untuk air baku dan Peraturan Menteri Kesehatan RI (Nomor . 492/MENKES/PER/IV/2010) untuk standar kualitas air minum.

Dasar penentuan Baku Mutu adalah:

1. Didasarkan pada angka yang lazim.
2. Dapat dicapai secara ekonomis dan teknik.
3. Didasarkan pada perkiraan logis dan ilmiah.
4. Didasarkan pada eksperimen dan hasil laboratorium.
5. Didasarkan atas pengaruhnya terhadap manusia, hewan serta tumbuhan.
6. Didasarkan atas suatu model matematis.

Pada umunya air baku harus diolah melalui suatu proses pengolahan sebelum menjadi air minum. Air baku yang digunakan dalam perencanaan SPAM Kawasan Pengembangan Pelabuhan Ratu ini adalah Sungai Cimandiri atau Sungai Citarik. Adapun kualitas air baku tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 7.6 Kualitas Air Sungai Citarik**

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
KIMIA					
1	pH	-	6,0 – 9,0	7,12	SNI 6989.11-2019
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	3	3,83 <sup>^</sup>	SNI 6989.72:2009
3	COD	mg/L	25	11,9647	SNI 6989.2:2009
4	Total Fosfat sebagai P	mg/L	0,2	0,0197	APHA 4500 P-D-2012**
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10	0,4925	SNI 6989.79:2011
6	Arsen (As)*	mg/L	1	< 0,0021	SNI 6989.81:2018
7	Kobal (Co)*	mg/L	0,2	< 0,00330	US EPA Methode No.200.7-2001
8	Boron (B)*	mg/L	1	< 0,00726	US EPA Methode No.200.7-2001
9	Selenium (Se)*	mg/L	0,05	< 0,0013	SNI 6989.83:2018
10	Kadmium (Cd)*	mg/L	0,01	< 0,00928	US EPA Methode No.200.7-2001
11	Krom Heksavalen (Cr-VI)	mg/L	0,05	0,0091	SNI 6989.72:2009
12	Tembaga(Cu)*	mg/L	0,02	< 0,00819	US EPA Methode No.200.7-2001
13	Timbal (Pb)*	mg/L	0,03	< 0,01039	US EPA Methode No.200.7-2001
14	Air Raksa (Hg)*	mg/L	0,002	< 0,0004	SNI 6989.79:2011
15	Seng (Zn)	mg/L	0,05	< 0,01894	US EPA Methode

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
					No.200.7-2001
16	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	-	8,70	SNI 6989.77-2011
17	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,02	< 0,0050	SNI 06-6989.29-2005
18	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0,06	0,0167	SNI 06-6989.90-2004
19	<b>Klorin Bebas (Cl<sub>2</sub>)</b>	mg/L	0,03	0,07 <sup>^</sup>	Colorimetri
20	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,0143 <sup>^</sup>	SNI 6989.70:2009
21	Minyak dan Lemak	mg/L	1	< 0,94	SNI 6989.10:2011
22	Deterjen (MBAS)	mg/L	0,2	0,2000	SNI 06-6989.51-2005
23	Fenol	mg/L	0,001	< 0,00046	SNI 06-6989.21-2004
	<b>MIKROBIOLOGI</b>				
1	Fecal Coliform	Jml/100 mL	1.000	79	APHA 9221-E-2012**
2	Coliform	Jml/100 mL	5.000	110	APHA 9221-B-2012**

Sumber : Hasil Uji LPKL PDAM Tirtawening Kota Bandung, 15 Okt 2019

*Keterangan :*

- Logam Berat Merupakan Logam Terlarut (\*)
- American Public Health Association, Standard Methode Edisi ke 22 tahun 2012 (\*\*)
- Huruf yang tercetak **tebal** menunjukan parameter yang tidak terakreditasi
- Tidak memenuhi **Baku Mutu** yang dipersyaratkan (^)

**Tabel 7.7** Kualitas Air Sungai Cimandiri

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
	<b>KIMIA</b>				
1	pH	-	6,0 – 9,0	7,538	SNI 6989.11-2019
2	Besi (Fe)*	mg/L	1	< 0,01693	US EPA Methode No.200.7-2001
3	Kesadahan Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500	153,52	SNI 06-6989.22:2004
4	Mangan (Mn)*	mg/L	0,5	< 0,01028	US EPA Methode No.200.7-2001
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10	< 0,0031	SNI 6989.79:2011
6	Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	1	0,0107	SNI 06-6989.9-2004
7	Sulfat (SO <sub>4</sub> )*	mg/L	400	4,0275	SNI 06-6989.20:2019
8	Nilai Permanganat (KMnO <sub>4</sub> )	mg/L	10	1,09	SNI 06-6989.22:2004
9	Alumunium (aSa)*	mg/L	-	< 0,00896	US EPA Methode No.200.7-2001

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Metoda Acuan
10	Klorida (Cl)*	mg/L	-	5,80	SNI 6989.19:2009

Sumber : Hasil Uji LPKL PDAM Tirtawening Kota Bandung, 15 Okt 2019

*Keterangan :*

1. Air untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air minum.
2. Logam Berat Merupakan Logam Terlarut (\*)
3. American Public Health Association, Standard Methode Edisi ke 22 tahun 2012 (\*\*)

Hasil pengujian kualitas air baku menunjukkan bahwa kualitas air sungai Citarik relatif baik, ini terlihat dari beberapa parameter yang memenuhi standar baku mutu dari PP No. 82 Tahun 2001 Kelas II tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air untuk prasaran / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengiri pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Beberapa parameter yang tidak lolos uji kualitas tersebut adalah

1.  $BOD_5$
2. Klorin bebas
3. Belerang sebagai  $H_2S$

Apabila sumber air baku sungai Citarik akan dimanfaatkan maka harus ada pengolahan lebih lanjut, seperti membangun Water Treatment Plant (WTP) oleh pihak terkait.

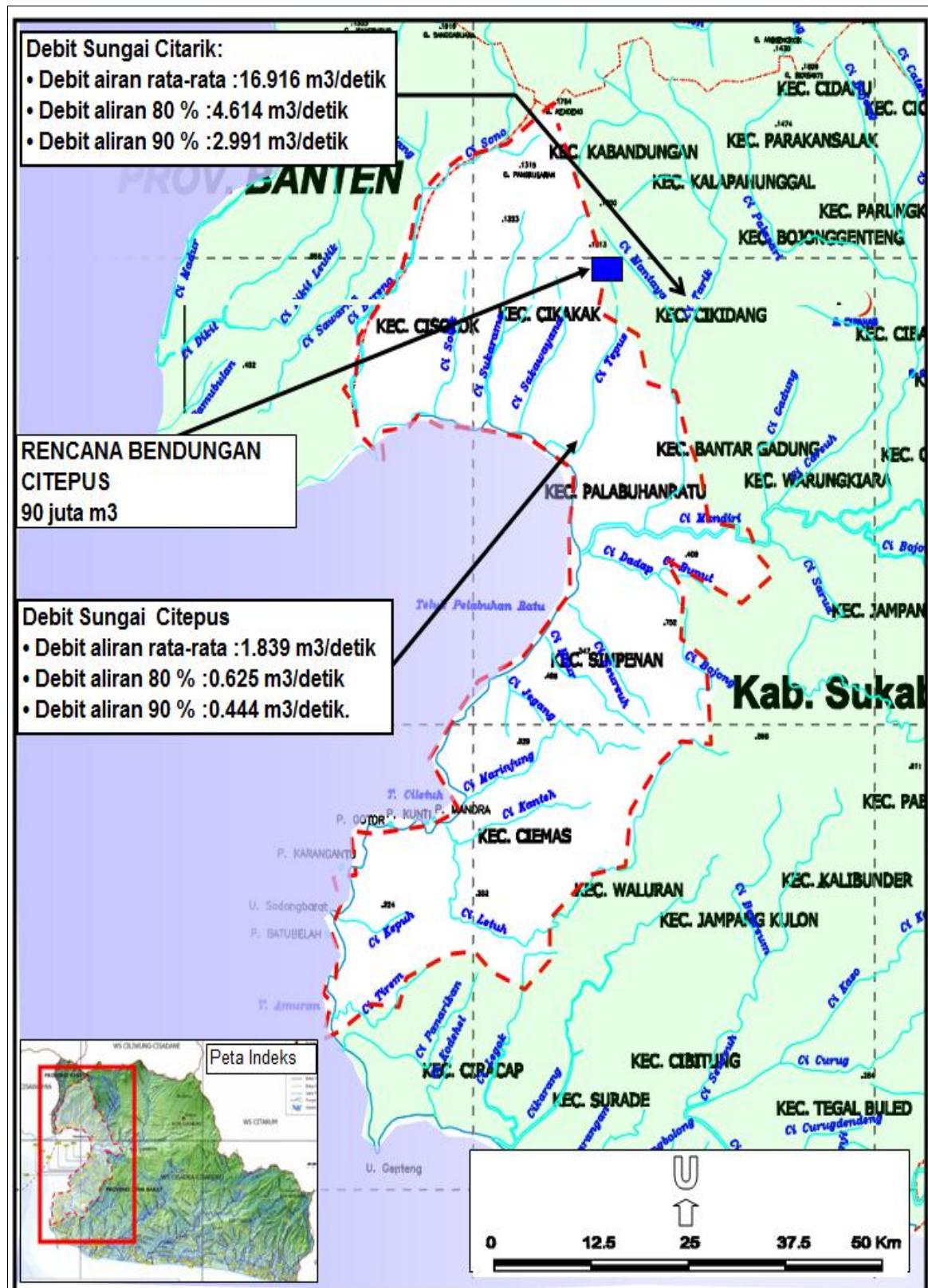
## 7.2 Skenario Pengembangan SPAM

### 7.2.1. Tinjauan Rencana Pengembangan SPAM didalam RISPAM Provinsi Jawa

#### Barat

##### 1. Rekomendasi Sumber Air Baku Yang Digunakan

Pada Wilayah Sungai Cisadea Cibareno terdapat 74 buah Sub DAS. Sungai utama yang mengalir di Wilayah Kawasan Pertumbuhan Pelabuhan Ratu, adalah Sungai Cimandiri. Sungai ini merupakan sungai yang berhulu dari Kompleks pegunungan Gede - Pangrango, pada bagian Timur laut dan Gunung salak pada bagian utaranya, mengalir menuju teluk Pelabuhanratu di Selatan Jawa Barat. Selain itu di Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu juga terdapat Sungai Citarik yang merupakan salah satu anak Sungai Cimandiri (Sungai Citarik) dan Sungai Citepus yang saat ini telah dimanfaatkan oleh PDAM Kabupaten Sukabumi. Adapun peta potensi air baku Kawasan Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu diperlihatkan pada **Gambar 7.4**.

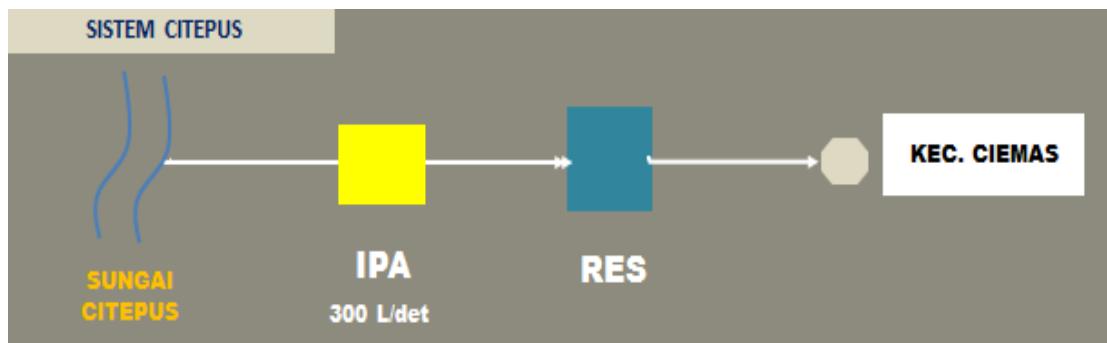


**Gambar 7.4** Potensi Sumber Air Baku di Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

Sumber : Laporan RISPAM Provinsi Jawa Barat, 2017

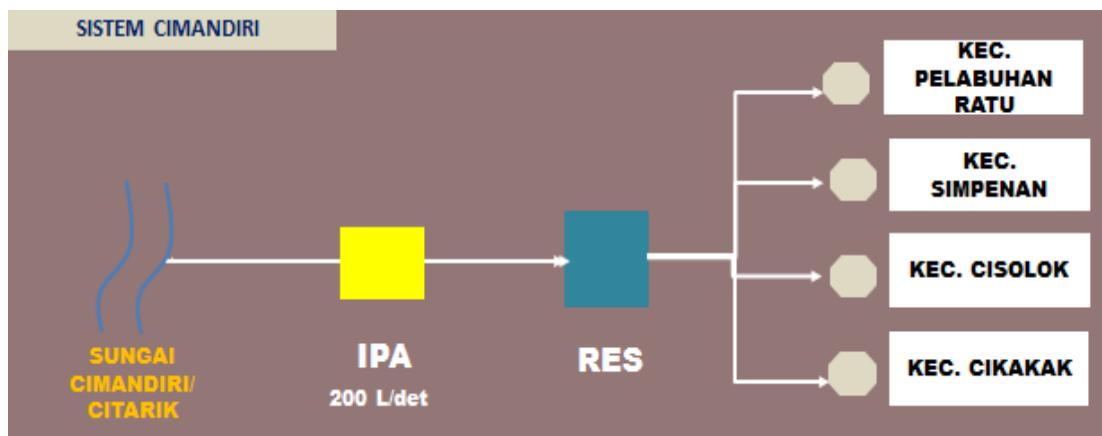
## 2. Skenario Pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

Didalam dokumen Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Provinsi Jawa Barat telah diuraikan rencana pengembangan SPAM untuk Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu. Terkait dengan Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu ada 2 (dua) rencana pengembangan untuk mendukung ketersediaan air di Wilayah Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu yang meliputi penambahan daerah pelayanan Kecamatan Ciemas dengan pemanfaatan Sungai Citepus dengan debit 300 l/det. Selain itu, rencana pengembangan lainnya berupa penambahan kapasitas sistem Pelabuhanratu sebesar 200 l/det dari Sungai Cimandiri/Citarik ke Kecamatan Pelabuhanratu, Kecamatan Simpenan, Kecamatan Cisolok dan Kecamatan Cikakak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada skematik berikut.



**Gambar 7.5 Skematik Sistem Citepus**

Sumber : Laporan RISPAM Provinsi Jawa Barat, 2017



**Gambar 7.6 Skematik Sistem Cimandiri/ Citarik**

Sumber : Laporan RISPAM Provinsi Jawa Barat, 2017

Perhitungan kebutuhan air minum didalam RISPAM Provinsi Jawa Barat didasarkan pada jumlah penduduk, jumlah dan jenis kegiatan perkotaan yang memerlukan air, dan standar pemakaian air yang telah ditentukan dalam perhitungan kebutuhan air minum RISPAM Jawa Barat. Adapun total kebutuhan air minum untuk wilayah pusat pertumbuhan Pelabuhanratu berdasarkan hasil perhitungan sebesar 783 L/det pada tahun 2016, 797 L/det pada tahun 2019, serta 883 L/det pada tahun 2036.

**Tabel 7.8** Kebutuhan Air Minum Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

Kota/Kabupaten	Tahun					
	2016	2019	2021	2026	2031	2036
	(lt/detik)					
<b>Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu</b>	<b>783</b>	<b>797</b>	<b>807</b>	<b>831</b>	<b>857</b>	<b>883</b>
a. Kabupaten Sukabumi	783	797	807	831	857	883
1 Kecamatan Ciomas	127	129	131	135	139	143
2 Kecamatan Pelabuhanratu	254	258	261	269	277	286
3 Kecamatan Simpenan	134	137	138	143	147	151
4 Kecamatan Cisolok	166	169	171	176	182	187
5 Kecamatan Cikakak	102	104	106	109	112	115

Sumber : Laporan RISPAM Jawa Barat, 2017

### 3. Perkiraan Kebutuhan Biaya

Perkiraan biaya hanya dikaji untuk mendapatkan kisaran besarnya biaya investasi yang dibutuhkan. Total kebutuhan biaya investasi Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 7.9** Perkiraan Biaya Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

No.	SISTEM	Tahap I (Mendesak)		TOTAL	
		Tahun 2016 -2021			
		Kap (l/det)	Biaya (Rp x000.000)		
1	<b>Sistem Cimandiri</b>				
a	Intake Cimandiri/ Citarik	200	120.000	<b>120.000</b>	
2	<b>Sistem Citepus</b>				
a	Intake Citepus	300	180.000	<b>180.000</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>	<b>300.000</b>	<b>300.000</b>	

Sumber : Laporan RISPAM Jawa Barat, 2017

### 7.2.2. Skenario Pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu 2019-2039

Berdasarkan hasil rekomendasi pengembangan SPAM di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu yang tertuang dalam RISPAM Provinsi Jawa Barat dan pendalaman kondisi eksisting SPAM di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu dibagi menjadi beberapa skenario pengembangan, diantaranya :

1. Skenario Pengembangan SPAM Jaringan Perpipaan PDAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu, dengan memanfaatkan sumber air baku dari Sungai Citarik dan/atau Sungai Cimandiri sebagai sumber air baku dan memanfaatkan sumber mata air yang terdapat di Kecamatan Cisolok
2. Skenario Pengembangan SPAM Jaringan Perpipaan Non PDAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu, dengan melakukan pelayanan SPAM jaringan perpipaan perdesaan untuk desa-desa yang secara teknis tidak dapat dilayani oleh SPAM Perpipaan PDAM
3. Skenario Pengembangan SPAM Jaringan Perpipaan Non PDAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu, dengan melakukan program pelayanan SPAM Bukan Jaringan Perpipaan

Terlindungi baik komunal maupun individual untuk desa-desa yang secara teknis tidak dapat dilayani oleh pelayanan SPAM Perpipaan PDAM dan SPAM Perpipaan Perdesaan

Penyelenggaraan SPAM Jaringan Perpipaan di Kabupaten Sukabumi dilaksanakan oleh PDAM Tirta Jaya Mandiri. Pelayanan SPAM yang dilaksanakan PDAM Tirta Jaya Mandiri yang terdapat di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu meliputi :

1. Kecamatan Pelabuhanratu → dilayani oleh Cabang Pelabuhanratu
2. Kecamatan Cisolok → dilayani oleh Cabang Cisolok/ Cikakak
3. Kecamatan Cikakak → dilayani oleh Cabang Cisolok/ Cikakak

Skenario pengembangan SPAM Jaringan Perpipaan PDAM ditentukan berdasarkan prinsip dalam penyediaan air minum yaitu kuantitas, kualitas, kontinyuitas, dan keterjangkauan. Direncanakan skematik pengembangan SPAM untuk pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu adalah sebagai berikut.

#### **1. Skenario Pengembangan SPAM Kecamatan Pelabuhanratu dan Kecamatan Simpenan**

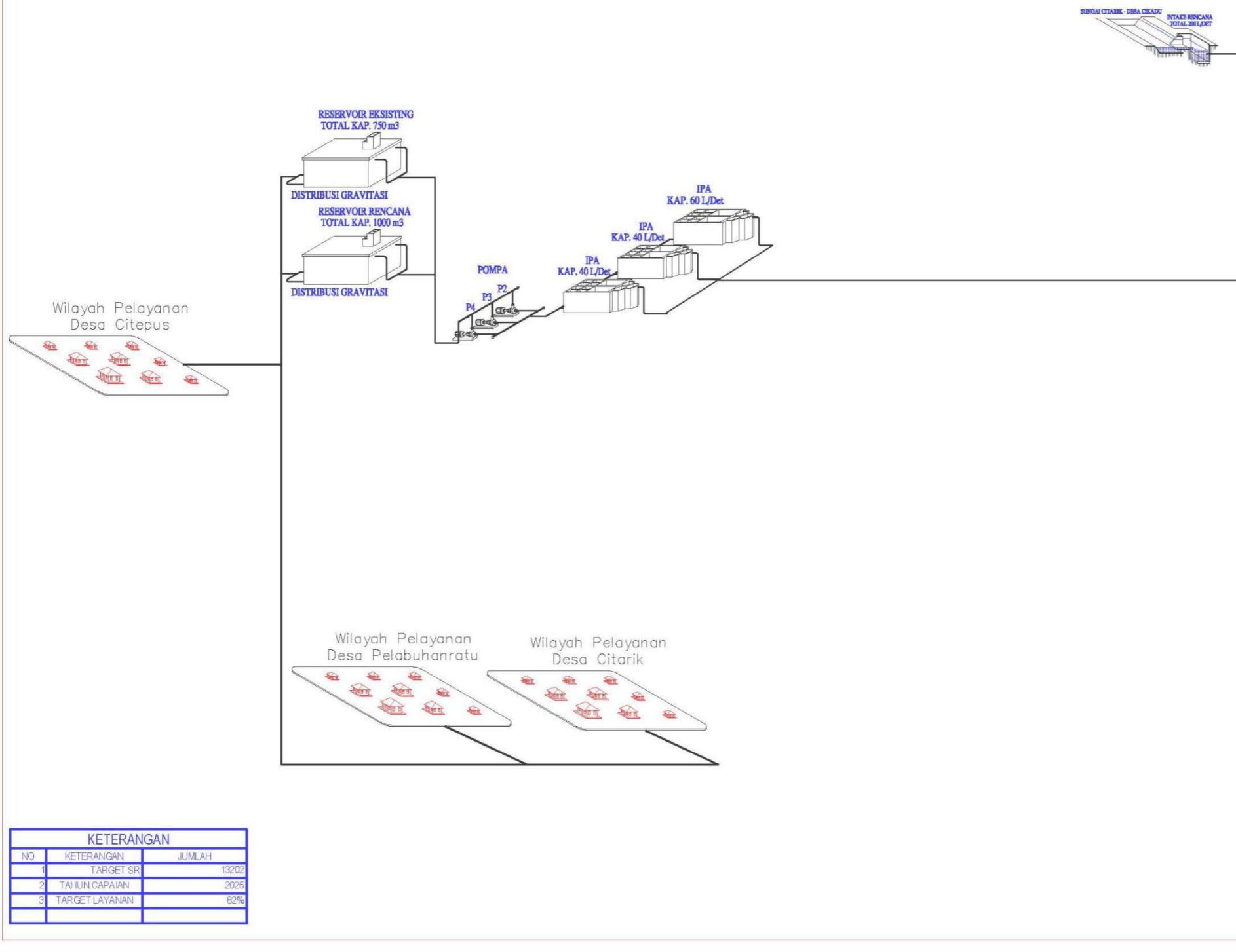
##### **ALTERNATIF 1**

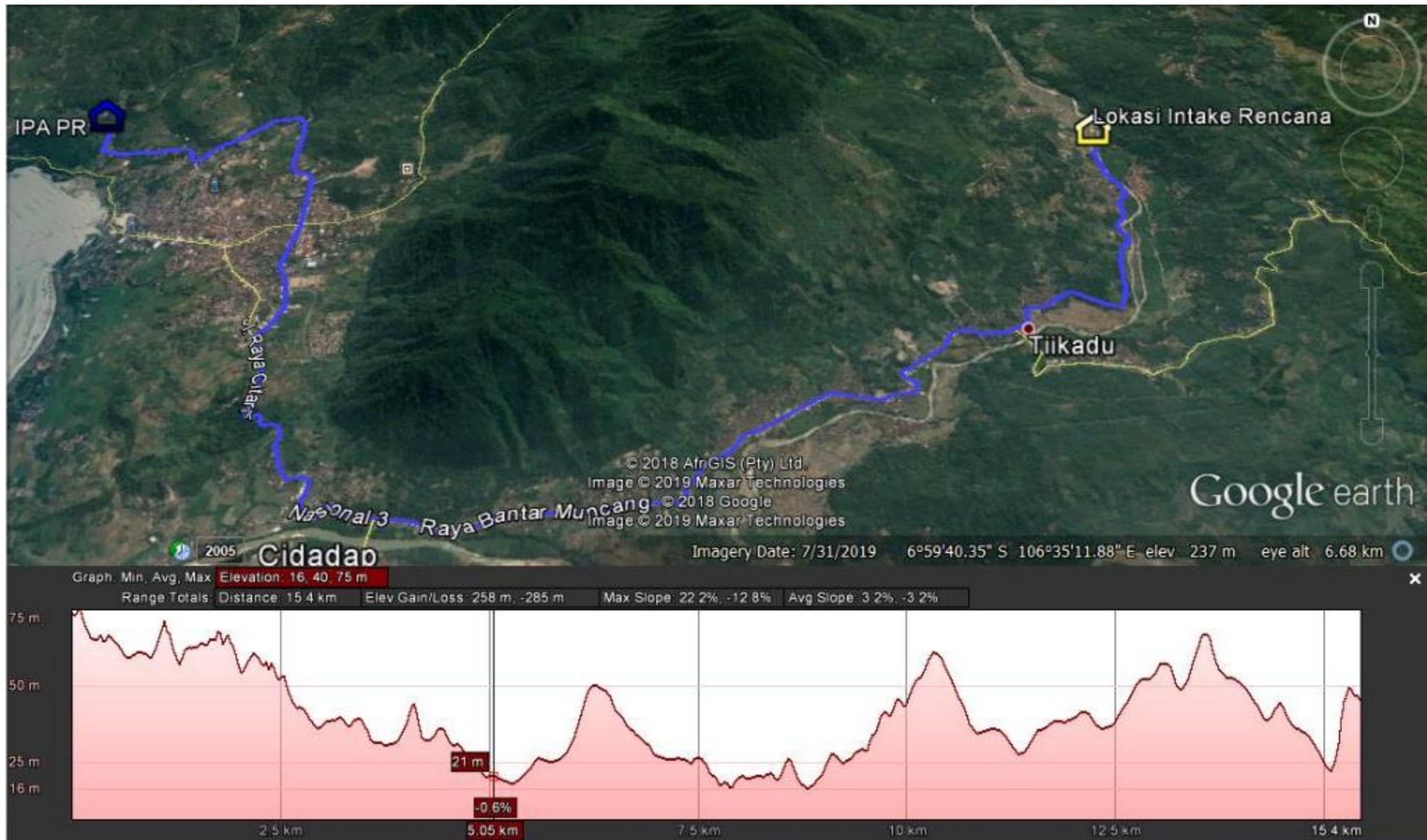
Skenario pengembangan Alternatif 1 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

- a. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Citarik dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 17 km dari unit IPA eksisting.
- b. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga.
- c. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting (tidak ada penambahan wilayah pelayanan baru)
- d. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM terpasang adalah sebesar 13.202 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 82% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2025.
- e. Direncanakan sistem transmisi ini disalurkan menggunakan sistem gravitasi, namun setelah dilakukan survey orientasi ke lapangan, rencana jalur sistem perpipaan melewati jalur sungai dibeberapa titik dan melewati akses jalan setapak serta jalan gang dipermukiman warga.

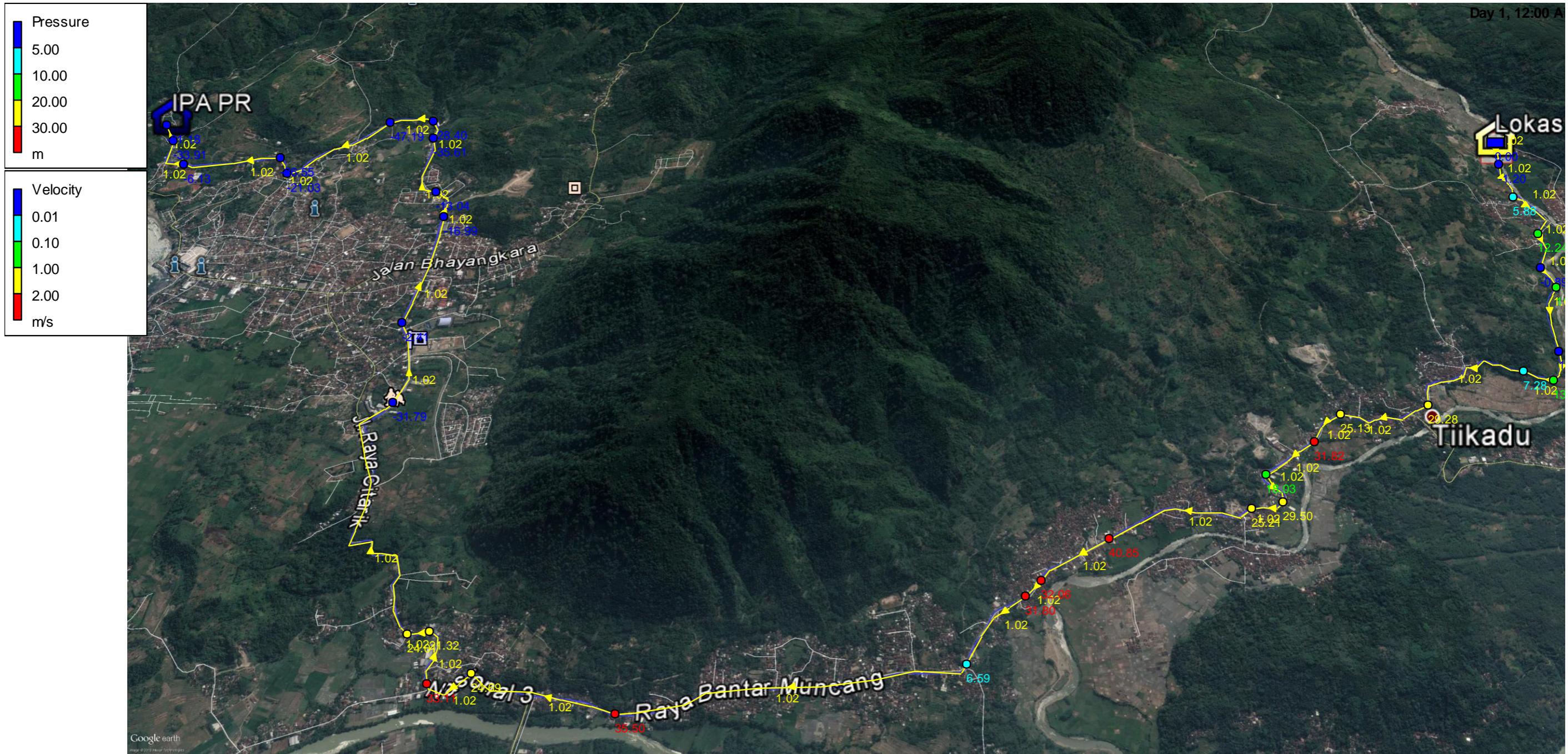
Berikut ini adalah skematik perencanaan pembangunan SPAM alternatif 1 di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu dan hasil simulasi hidrologis perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem gravitasi..

**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**ALTERNATIF 1**





Gambar 7.7 Skematik Alternatif 1 – Sumber air baku S. citarik menyalurkan air baku ke SPAM Pelabuhanratu



Gambar 7.8 Skematik hasil simulasi hidrolik perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem gravitasi

**Tabel 7.10** Analisa Titik Junction Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem Gravitas

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 2	74	0	0.00	72.80	-1.20
Junc 3	66	0	0.00	71.88	5.88
Junc 4	59	0	0.00	71.24	12.24
Junc 5	71	0	0.00	70.11	-0.89
Junc 6	58	0	0.00	69.59	11.59
Junc 7	67	0	0.00	68.43	1.43
Junc 8	54	0	0.00	67.72	13.72
Junc 9	60	0	0.00	67.28	7.28
Junc 10	36	0	0.00	65.28	29.28
Junc 11	39	0	0.00	64.13	25.13
Junc 12	31	0	0.00	62.82	31.82
Junc 13	44	0	0.00	62.03	18.03
Junc 14	32	0	0.00	61.50	29.50
Junc 15	36	0	0.00	61.21	25.21
Junc 16	18	0	0.00	58.85	40.85
Junc 17	26	0	0.00	58.06	32.06
Junc 18	26	0	0.00	57.80	31.80
Junc 19	50	0	0.00	56.59	6.59
Junc 20	17	0	0.00	52.50	35.50
Junc 21	26	0	0.00	50.69	24.69
Junc 22	17	0	0.00	50.11	33.11
Junc 23	28	0	0.00	49.32	21.32
Junc 24	25	0	0.00	49.01	24.01
Junc 25	28	0	0.00	25.59	-2.41
Junc 26	60	0	0.00	28.21	-31.79
Junc 27	41	0	0.00	24.01	-16.99
Junc 28	36	0	0.00	22.96	-13.04
Junc 29	57	0	0.00	21.39	-35.61
Junc 30	49	0	0.00	20.60	-28.40
Junc 31	67	0	0.00	19.81	-47.19
Junc 32	39	0	0.00	17.97	-21.03
Junc 33	44	0	0.00	17.45	-26.55
Junc 34	22	0	0.00	15.87	-6.13
Junc 35	49	0	0.00	15.09	-33.91
Junc 36	46	200	200.00	14.82	-31.18
Resvr 1	73	#N/A	-200.00	73.00	0.00

Berdasarkan hasil analisa hidrolis junction diatas, dapat diketahui sistem transmisi air baku dari sumber air Sungai Citarik tidak dapat disalurkan dengan cara gravitasi menuju IPA Eksisting Cabang Pelabuhanratu karena kurangnya tekanan air dalam pipa akibat kondisi geografis yang tidak mendukung untuk sistem penyaluran air secara gravitasi.

**Tabel 7.11** Analisa Hidrolis Pipa Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem Gravitasi

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 1	76.3	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 2	350	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 3	244	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 4	429	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 5	200	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 6	440	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 7	270	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 8	170	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 9	760	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 10	440	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 11	500	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 12	300	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 13	200	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 14	110	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 15	900	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 16	300	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 17	100	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 18	460	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 19	1560	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 20	690	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 21	220	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 22	300	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 23	120	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 24	7920	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 25	1000	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 26	600	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 27	400	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 28	600	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 29	300	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 30	300	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 31	700	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 32	200	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 33	600	500	200.00	1.02	2.63

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 34	300	500	200.00	1.02	2.63
Pipe 35	100	500	200.00	1.02	2.63

Diameter pipa yang digunakan dalam analisa sistem transmisi air baku Sungai Citarik ini menggunakan diameter pipa 500 mm sepanjang 15.500 meter.

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu alternatif 1 meliputi :

- a. Unit air baku
- b. Unit produksi
- c. Unit distribusi
- d. Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 79.302.146.000,00.

Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut

**Tabel 7.12** Kebutuhan Investasi Alternatif 1

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Harga Satuan	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	225	2.500.000	562.500.000	562.500.000		
2	Pembangunan Unit Intake Bendungan Kapasitas 200 l/det dan bangunan pelengkap	ls	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi Sistem Gravitasi S. Citarik - Citepus, HDPE dia 500 mm lengkap dengan assesoris	m	15.500	3.250.000	50.375.000.000	50.375.000.000		
					<b>53.937.500.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Rehabilitasi IPA Kapasitas 40 l/detik	l/dtk	40	50.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000		
					<b>2.000.000.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan Reservoir lengkap dengan aksesoris	m <sup>3</sup>	1000	8.450.000	8.450.000.000	8.450.000.000		
2	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Optimalisasi	unit	3500	960.000	3.360.000.000	3.360.000.000		
3	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Penambahan Baru	unit	3641	960.000	3.495.360.000		1.747.680.000	1.747.680.000
					<b>15.305.360.000</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	AMDAL	ls	1	500.000.000	500.000.000	500.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	ls	1	350.000.000	350.000.000		350.000.000	
					<b>850.000.000</b>			
	<b>Jumlah</b>				<b>72.092.860.000</b>			
	<b>PPN</b>	%	10		<b>7.209.286.000</b>			
				<b>Total Keseluruhan</b>	<b>79.302.146.000</b>	<b>68.247.500.000</b>	<b>2.097.680.000</b>	<b>1.747.680.000</b>

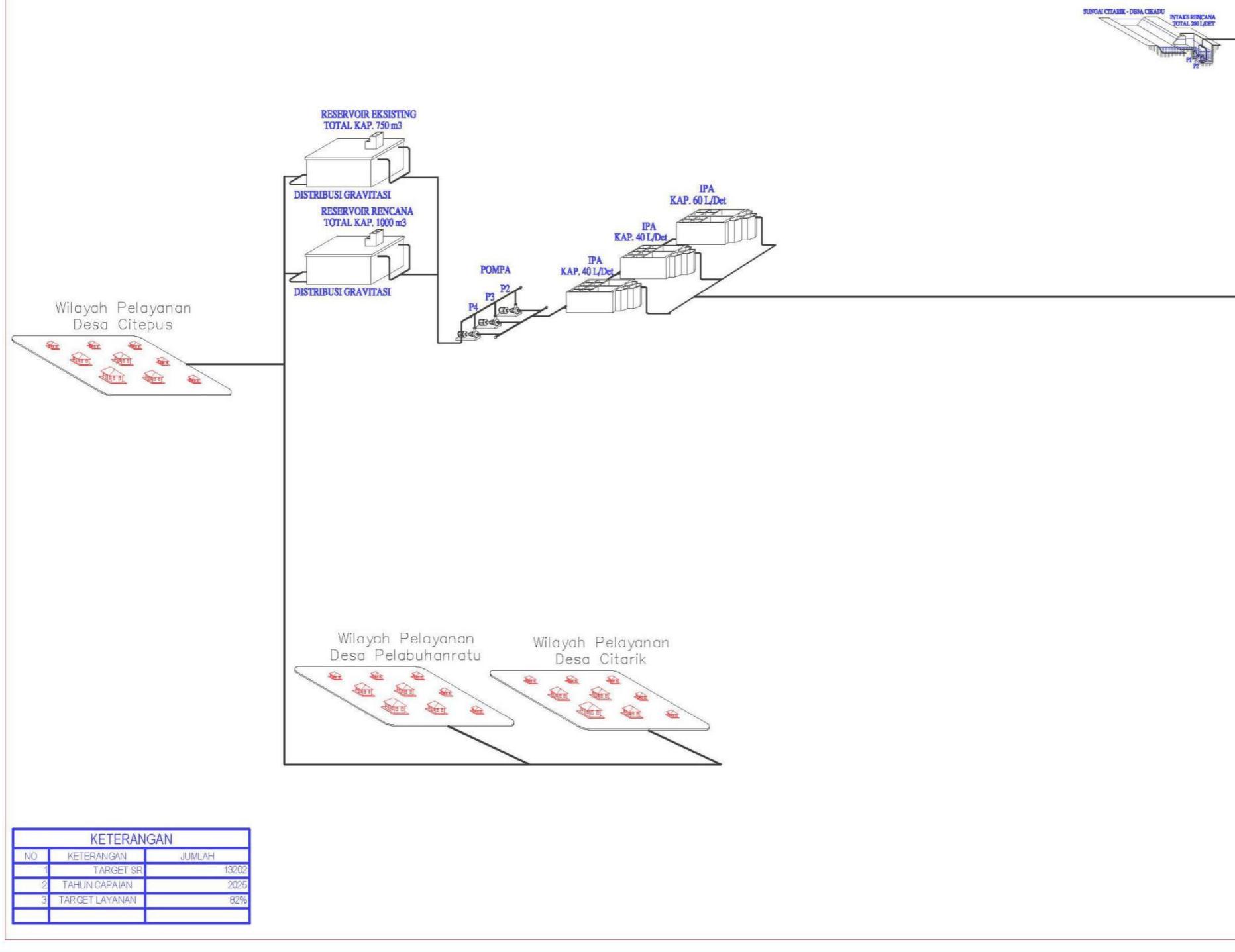
## ALTERNATIF 2

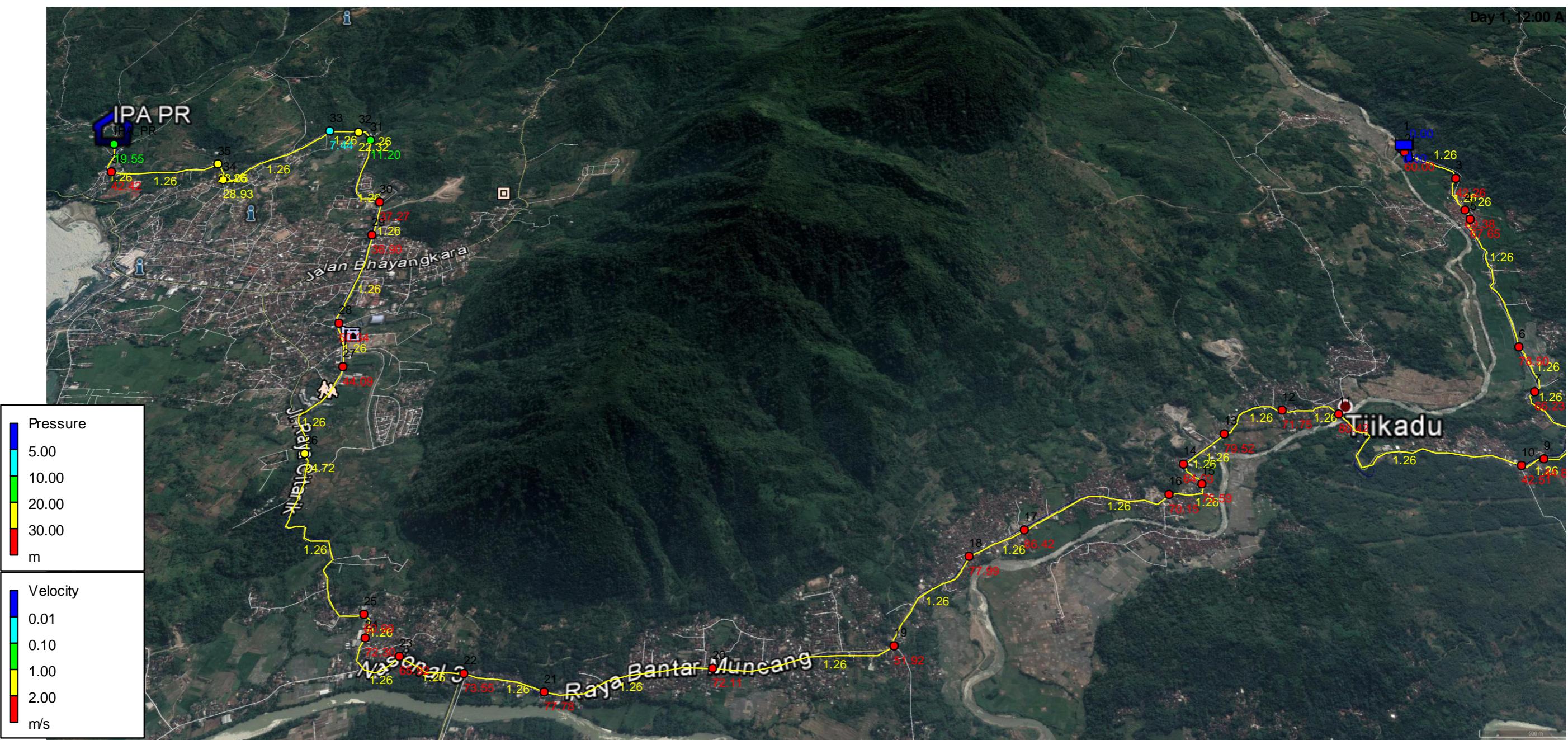
Skenario pengembangan Alternatif 2 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

- a. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Citarik dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 17 km dari unit IPA eksisting.
- b. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga.
- c. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting
- d. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM terpasang adalah sebesar 13.202 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 82% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2025.
- e. Direncanakan sistem transmisi ini disalurkan menggunakan sistem perpompaan dengan jalur pipa yang berbeda dengan alternatif 1.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 2 dan hasil simulasi hidrolis perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem perpompaan.

**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**ALTERNATIF 2**





**Gambar 7.9** Skematik hasil simulasi hidrolik perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem perpompaan

**Tabel 7.13** Analisa Titik Junction Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem Perpompaan

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 2	72	0	0.00	132.00	60.00
Junc 3	88	0	0.00	130.26	42.26
Junc 4	60	0	0.00	129.38	69.38
Junc 5	61	0	0.00	128.65	67.65
Junc 6	45	0	0.00	123.50	78.50
Junc 7	56	0	0.00	122.23	66.23
Junc 8	89	0	0.00	120.74	31.74
Junc 9	75	0	0.00	119.86	44.86
Junc 10	77	0	0.00	119.51	42.51
Junc 11	33	0	0.00	113.42	80.42
Junc 12	40	0	0.00	111.75	71.75
Junc 13	31	0	0.00	110.52	79.52
Junc 14	45	0	0.00	109.03	64.03
Junc 15	33	0	0.00	108.59	75.59
Junc 16	38	0	0.00	108.15	70.15
Junc 17	18	0	0.00	104.42	86.42
Junc 18	26	0	0.00	103.99	77.99
Junc 19	50	0	0.00	101.92	51.92
Junc 20	26	0	0.00	98.11	72.11
Junc 21	18	0	0.00	95.78	77.78
Junc 22	20	0	0.00	93.55	73.55
Junc 23	26	0	0.00	91.92	65.92
Junc 24	18	0	0.00	90.30	72.30
Junc 25	28	0	0.00	88.99	60.99
Junc 26	59	0	0.00	83.72	24.72
Junc 27	37	0	0.00	81.09	44.09
Junc 28	29	0	0.00	79.34	50.34
Junc 29	42	0	0.00	78.90	36.90
Junc 30	39	0	0.00	76.27	37.27
Junc 31	62	0	0.00	73.20	11.20
Junc 32	50	0	0.00	72.32	22.32
Junc 33	64	0	0.00	71.44	7.44
Junc 34	39	0	0.00	67.93	28.93
Junc 35	44	0	0.00	67.05	23.05
Junc 36	22	0	0.00	64.42	42.42
Junc IPA_PR	44	200	200.00	63.55	19.55
Resrv 1	72	#N/A	-200.00	72.00	0.00

Berdasarkan hasil analisa hidrolis junction diatas, dapat diketahui sistem transmisi air baku dari sumber air Sungai Citarik disalurkan menggunakan sistem perpompaan, namun pada titik junction 33 tekanan air berada pada level dibawah 1 atm atau 10 m kolom air sehingga pada titik ini diperlukan air valve untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam pipa agar air didalam pipa dapat mengalir.

**Tabel 7.14** Analisa Hidrolis Pipa Sistem Transmisi Sumber Citarik melalui Sistem Gravitasi

I	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 2	396	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 3	201	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 4	167	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 5	1173	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 6	290	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 7	340	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 8	200	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 9	80	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 10	1390	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 11	380	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 12	280	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 13	340	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 14	100	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 15	100	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 16	850	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 17	100	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 18	470	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 20	510	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 21	370	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 22	370	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 23	300	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 24	1200	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 25	600	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 26	400	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 27	100	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 28	600	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 29	700	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 30	200	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 31	200	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 32	800	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 33	200	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 34	600	450	200.00	1.26	4.39

I	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 35	200	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 37	870	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 38	530	450	200.00	1.26	4.39
Pump 1	#N/A	#N/A	200.00	0.00	-60.00

Berdasarkan hasil analisa hidrolik tiap titik junction sistem transmisi air baku dari sumber air Sungai Citarik diatas maka diperoleh kebutuhan kapasitas SPAM sebagai berikut :

- Kebutuhan pompa adalah 200 l/det head 60 meter
- Dimensi pipa 450 mm sepanjang 17.000 meter

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu alternatif 2 meliputi :

- Unit air baku
- Unit produksi
- Unit distribusi
- Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 80.044.096.000,00.

Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut

**Tabel 7.15 Kebutuhan Investasi Alternatif 2**

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Biaya	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	225	2.500.000	562.500.000	562.500.000		
2	Pembangunan Unit Intake Bendungan Kapasitas 200 l/det dan Bangunan Pelengkap	ls	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pompa Vertikal Turbin 200 l/det head 60 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	2	350.000.000	700.000.000	700.000.000		
4	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi Sistem Gravitasi S. Citarik - Citepus,HDPE dia 500 mm lengkap dengan assesoris	m	15.500	3.250.000	50.375.000.000	50.375.000.000		
5	Pembangunan Rumah Panel dan Genset	m <sup>2</sup>	16	2.000.000	32.000.000	32.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan assesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVa lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>55.212.000.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Rehabilitasi IPA Kapasitas 40 l/detik	l/dtk	40	50.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000		
					<b>2.000.000.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan Reservoir lengkap dengan aksesoris	m3	1000	7.500.000	7.500.000.000		7.500.000.000	
2	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Optimalisasi	unit	3500	960.000	3.360.000.000	3.360.000.000		
3	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Penambahan Baru	unit	3641	960.000	3.495.360.000		1.747.680.000	1.747.680.000
					<b>14.355.360.000</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	AMDAL	ls	1	500.000.000	500.000.000	500.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	ls	2	350.000.000	700.000.000	350.000.000	350.000.000	
					<b>1.200.000.000</b>			
	<b>Jumlah</b>				<b>72.767.360.000</b>			
	<b>PPN</b>	%	10		<b>7.276.736.000</b>			
				<b>Total Keseluruhan</b>	<b>80.044.096.000</b>	<b>61.422.000.000</b>	<b>9.597.680.000</b>	<b>1.747.680.000</b>

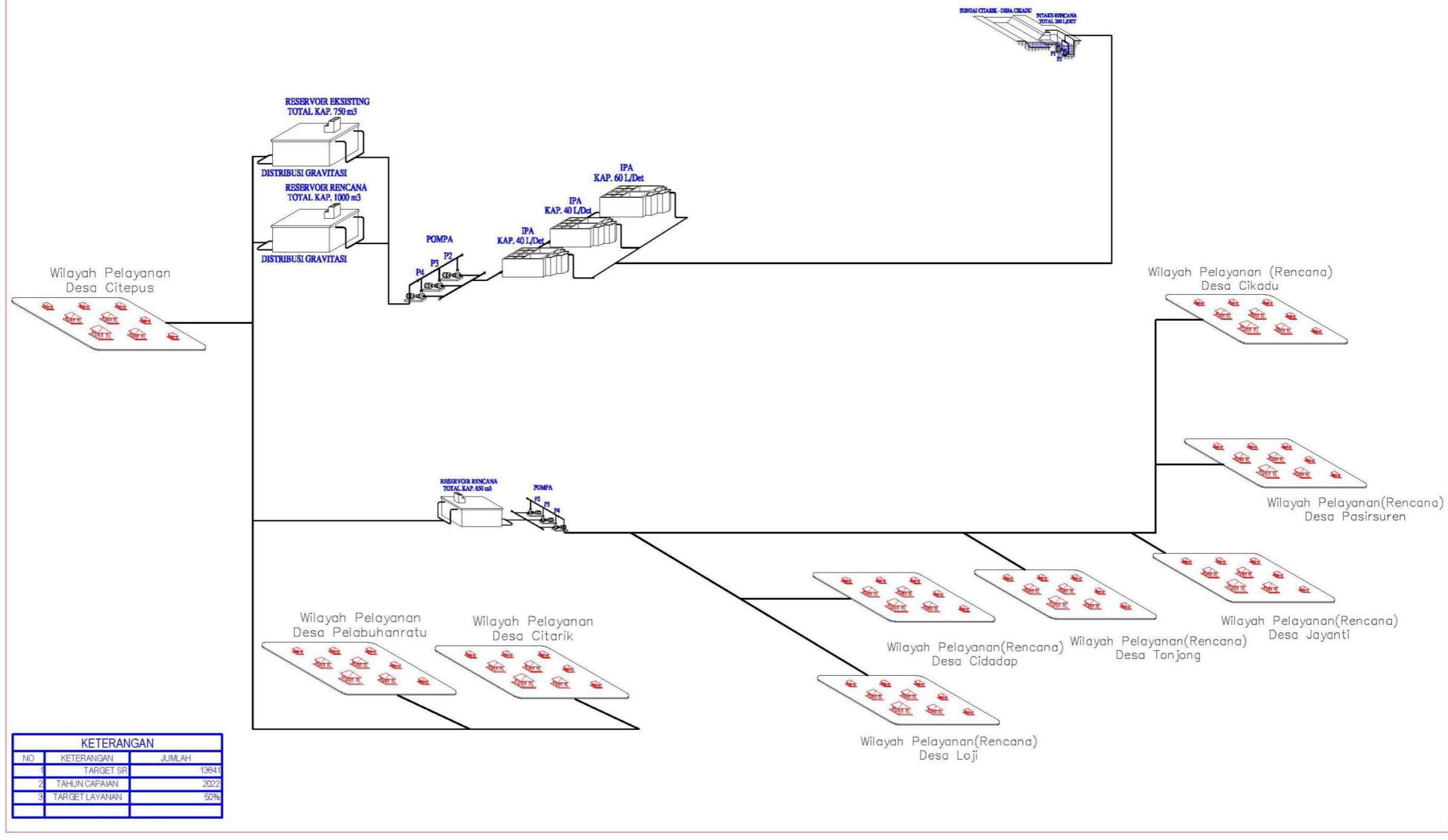
### ALTERNATIF 3

Skenario pengembangan Alternatif 3 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Citarik dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 17 km dari unit IPA eksisting.
2. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga.
3. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting dan penambahan wilayah pelayanan baru
4. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM terpasang adalah sebesar 13.841 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 50% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2022.
5. Dengan adanya penambahan daerah pelayanan baru, diperlukan booster pump untuk menambah tekanan air supaya daerah pelayanan baru dapat terlayani air.
6. Kekurangan dari skenario ini adalah air terkesan bolak balik karena air baku dari Desa Cikadu disalurkan ke lokasi IPA yang ada di Desa Citepus melewati rencana daerah pelayanan baru kemudian setelah diolah air tersebut didistribusikan kembali ke arah lokasi intake.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 3 dan simulasi hidrologis perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem perpompaan.

**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**ALTERNATIF 3**





**Gambar 7.10** Skematik hasil simulasi hidrolik perpipaan Sistem Transmisi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri menuju IPA Pelabuhanratu dengan cara sistem perpompaan.

**Tabel 7.16** Analisa Titik Junction Sistem Transmisi Sumber Cimandiri melalui Sistem Perpompaan

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 2	18	0	0.00	98.00	80.00
Junc 3	22	0	0.00	97.56	75.56
Junc 4	27	0	0.00	95.02	68.02
Junc 5	18	0	0.00	94.22	76.22
Junc 6	29	0	0.00	92.91	63.91
Junc 7	26	0	0.00	92.25	66.25
Junc 8	59	0	0.00	87.43	28.43
Junc 9	35	0	0.00	86.48	51.48
Junc 10	37	0	0.00	85.16	48.16
Junc 11	29	0	0.00	84.15	55.15
Junc 12	42	0	0.00	80.78	38.78
Junc 13	38	0	0.00	79.72	41.72
Junc 14	67	0	0.00	74.46	7.46
Junc 15	60	0	0.00	73.14	13.14
Junc 16	36	0	0.00	69.94	33.94
Junc 17	44	0	0.00	68.89	24.89
Junc 18	34	0	0.00	67.57	33.57
Junc 19	21	0	0.00	65.82	44.82
Junc IPA_PR	42	200	200.00	63.41	21.41
Resvr 1	18	#N/A	-200.00	18.00	0.00

Berdasarkan hasil analisa hidrolis junction diatas, dapat diketahui sistem transmisi air baku dari sumber air Sungai Cimandiri disalurkan melalui sistem perpompaan dan diketahui bahwa pada titik junction 14 tekanan air berada pada level dibawah 1 atm atau 10 m kolom air sehingga diperlukan air valve untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam pipa sehingga air masih dapat mengalir.

**Tabel 7.17** Analisa Hidrolis Pipa Sistem Transmisi Sumber Cimandiri melalui Sistem Gravitasi

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 2	100	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 3	579	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 4	182	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 5	300	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 6	150	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 7	1100	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 8	216	450	200.00	1.26	4.39

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 9	300	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 10	230	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 11	770	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 12	240	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 13	1200	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 14	300	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 15	730	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 16	240	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 17	300	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 18	400	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 19	550	450	200.00	1.26	4.39
Pump 21	#N/A	#N/A	200.00	0.00	-80.00

Berdasarkan hasil analisa hidrolik tiap titik junction sistem transmisi air baku dari sumber air Sungai Cimandiri diatas maka diperoleh kebutuhan kapasitas SPAM sebagai berikut :

1. Kebutuhan pompa adalah 200 l/det head 80 meter
2. Dimensi pipa 450 mm sepanjang 7.887 meter

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu alternatif 3 meliputi :

- 1 Unit air baku
- 1 Unit produksi
- 1 Unit distribusi
- 1 Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 131.380.210.500,00.

Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut

**Tabel 7.18 Kebutuhan Investasi Alternatif 3**

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Biaya	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	225	2.500.000	562.500.000	562.500.000		
2	Pembangunan Unit Intake Bendungan Kapasitas 200 l/det	ls	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pompa Submersible 200 l/det head 40 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	2	320.000.000	640.000.000	640.000.000		
4	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi S. Citarik - Citepus,HDPE dia 500 mm lengkap dengan assesoris	m	15.500	3.250.000	50.375.000.000	50.375.000.000		
5	Pembangunan Rumah Panel dan Genset	m <sup>2</sup>	16	2.000.000	32.000.000	32.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>55.152.000.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Rehabilitasi IPA Kapasitas 40 l/detik	l/dtk	40	50.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000		
					<b>2.000.000.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris - (untuk di IPA Eksisting)	m <sup>3</sup>	1.000	7.500.000	7.500.000.000	7.500.000.000		
2	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris - (untuk booster)	m <sup>3</sup>	650	7.500.000	4.875.000.000	4.875.000.000		
3	Pemasangan dan Pengadaan Pompa sentrifugal 25 l/det; head 60 m lengkap dengan assesoris (booster) dan panel MPC-EF 2X55KW	unit	3	162.000.000	486.000.000	486.000.000		
4	Pembangunan Rumah Pompa dan Genset	m <sup>2</sup>	90	2.000.000	180.000.000	180.000.000		
5	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Pemasangan dan Pengadaan Meter Induk dia. 450 mm	unit	1	184.000.000	184.000.000	184.000.000		
8	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 450 mm	m	12.407	2.310.000	28.660.170.000	28.660.170.000		
9	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 400 mm	m	4.000	1.650.000	6.600.000.000	6.600.000.000		
10	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 250 mm	m	3.836	900.000	3.452.400.000	1.726.200.000	1.726.200.000	
11	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 200 mm	m	1.151	687.500	791.175.000	395.587.500	395.587.500	
12	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 150 mm	m	455	520.000	236.600.000	236.600.000		
13	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 100 mm	m	350	250.000	87.500.000	87.500.000		
14	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 50 mm	m	7.000	93.750	656.250.000	262.500.000	196.875.000	196.875.000
15	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 25 mm	m	21.000	15.600	327.600.000	131.040.000	98.280.000	98.280.000
16	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Optimalisasi	unit	3500	960.000	3.360.000.000	3.360.000.000		
17	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Penambahan Baru	unit	3641	960.000	3.495.360.000		1.747.680.000	1.747.680.000
					<b>61.434.555.000</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	AMDAL	ls	1	500.000.000	500.000.000	500.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	ls	1	350.000.000	350.000.000	350.000.000		
					<b>850.000.000</b>			
	Jumlah				<b>119.436.555.000</b>			
	PPN	%	10		<b>11.943.655.500</b>			
					<b>Total Keseluruhan</b>	<b>131.380.210.500</b>	<b>113.229.097.500</b>	<b>4.164.622.500</b>
								<b>2.042.835.000</b>

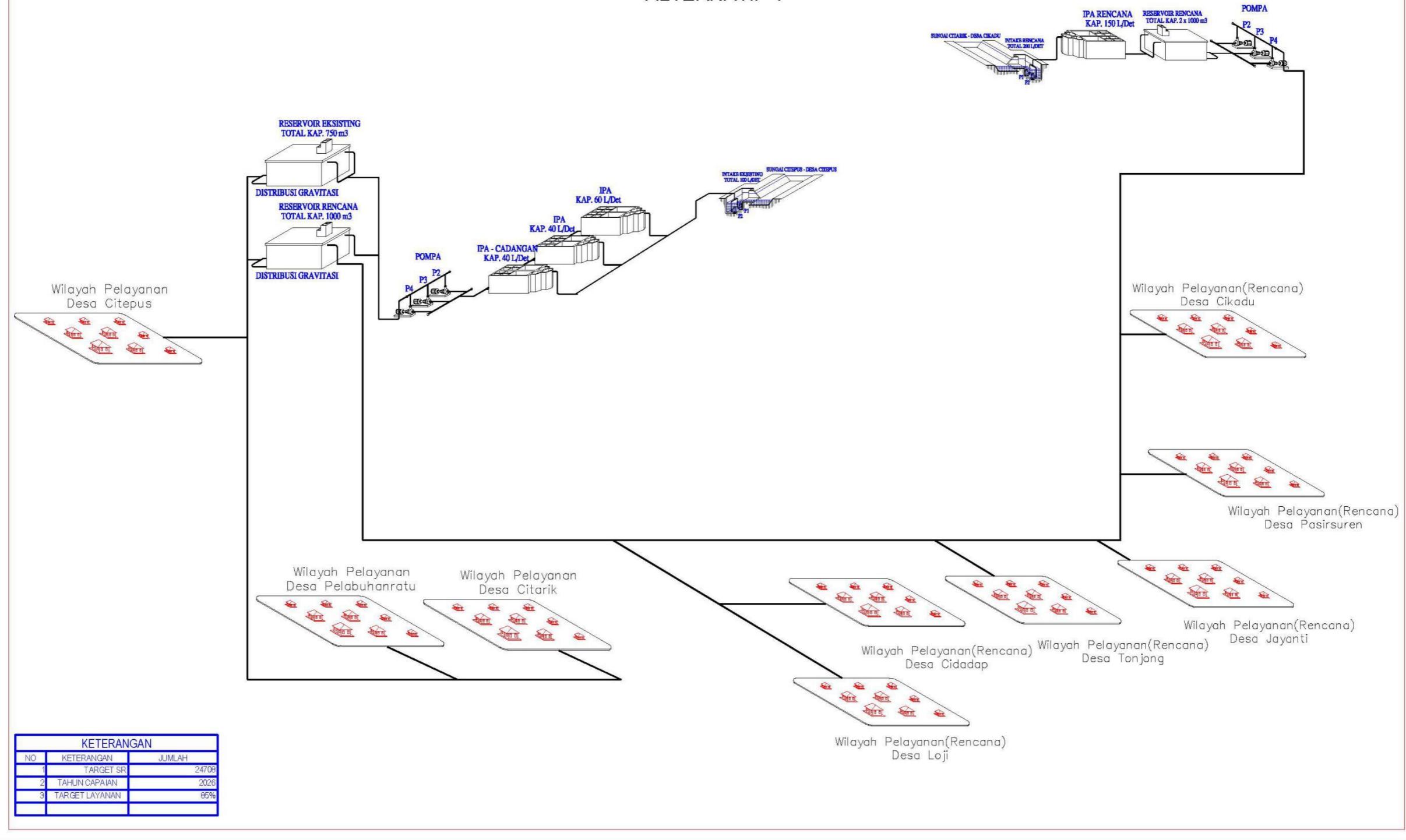
#### ALTERNATIF 4

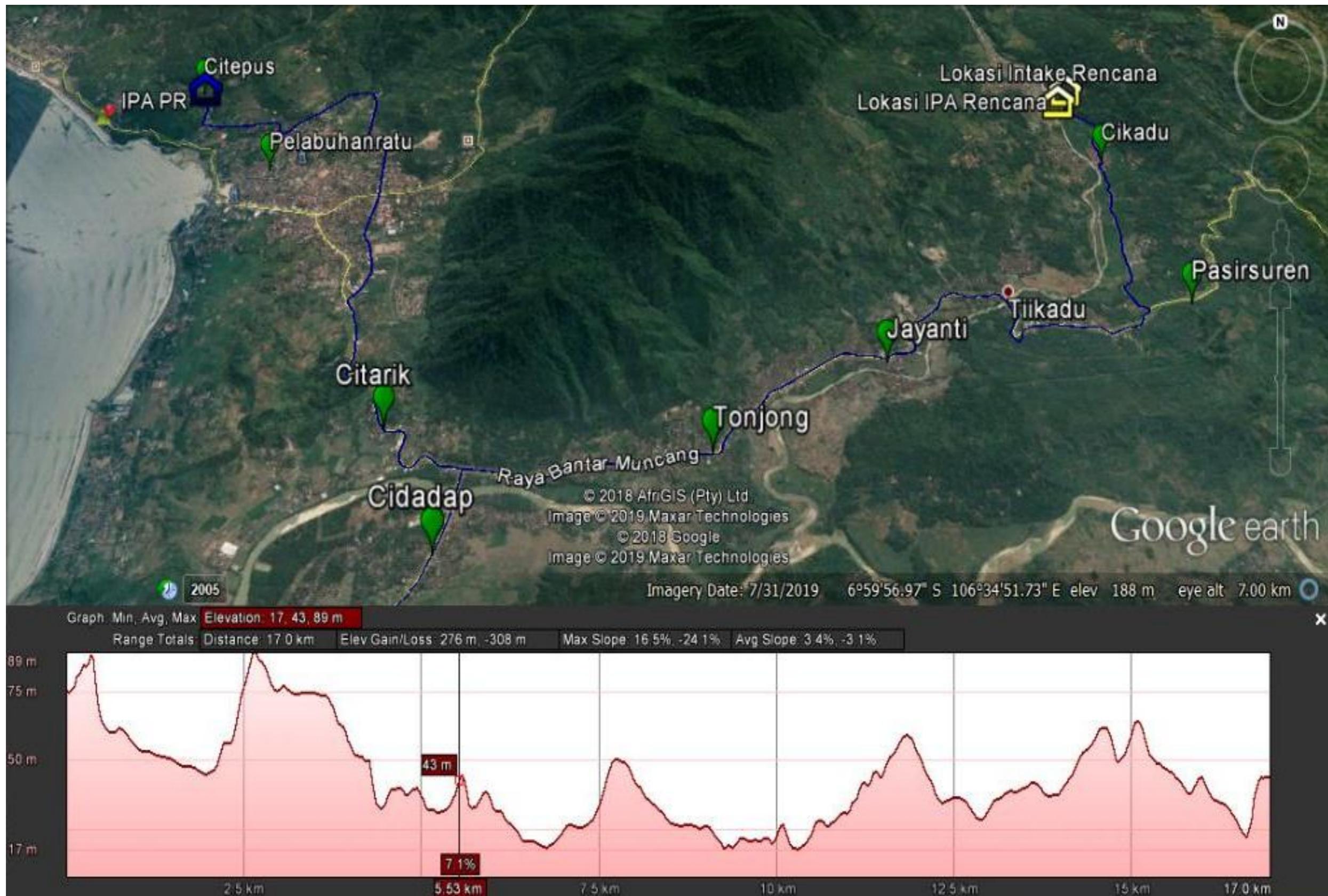
Skenario pengembangan Alternatif 4 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

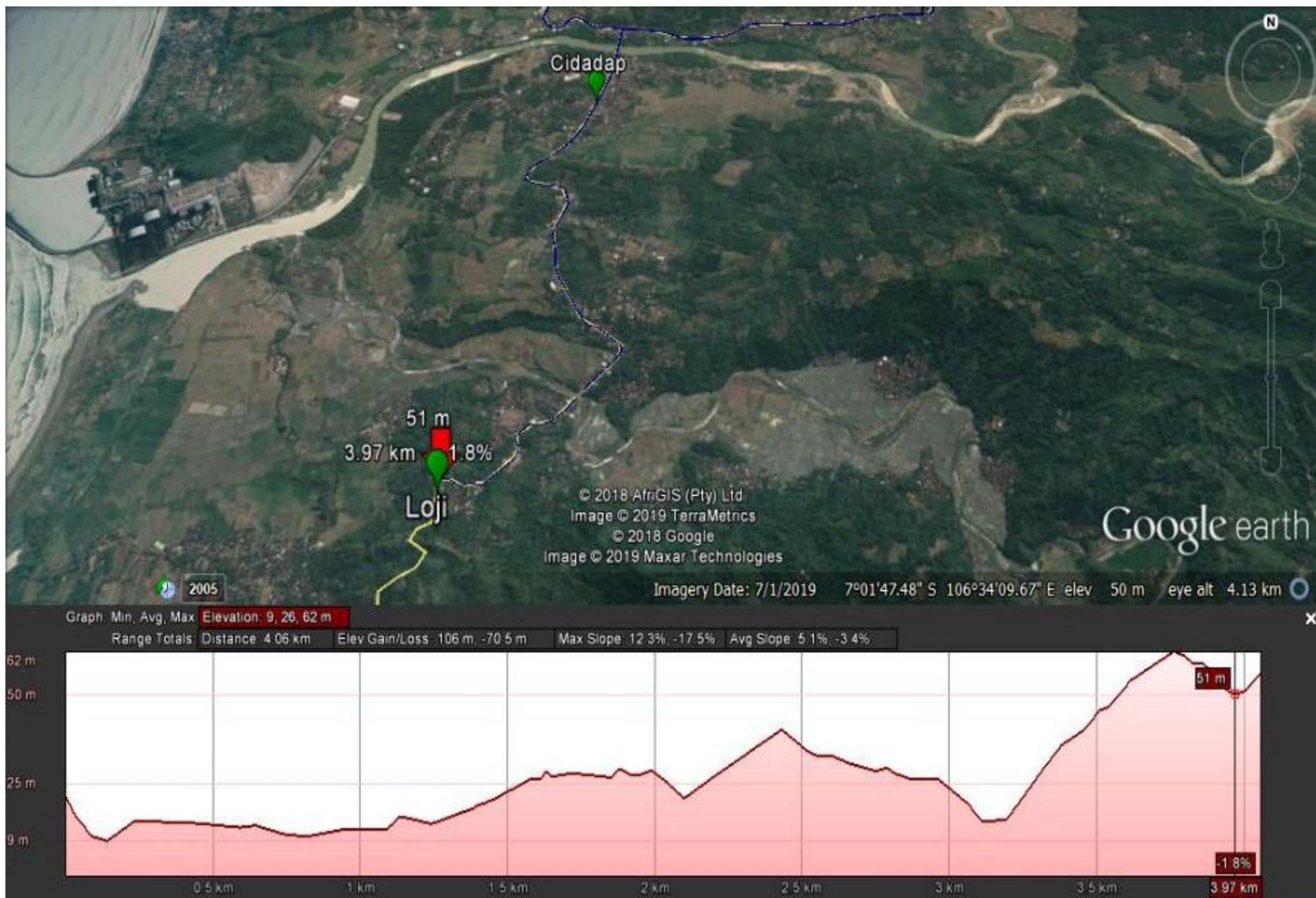
1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Citarik dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 17 km dari unit IPA eksisting.
2. Menambah unit pengolahan air (IPA) didekat lokasi intake sebesar 150 l/det sehingga air yang didistribusikan menuju Pelabuhanratu adalah air hasil olahan. Dengan didistribusikannya air hasil olahan, wilayah pelayanan yang terlewati sistem perpipaan dapat terlayani secara langsung.
3. Pada alternatif ini, intake dan IPA dengan total kapasitas 140 l/det (IPA 2x 40 l/det) dapat digunakan secara bergantian karena intake di sungai Citepus hanya bisa dioperasikan sebesar 100 l/det) eksisting yang berada di citepus digunakan sebagai cadangan/ kondisi tertentu saja atau dapat dioperasikan untuk menambah jumlah pelanggan. Sehingga total kapasitas terpasang diwilayah ini mencapai 250 l/det (di unit SPAM Pelabuhanratu hanya dioperasikan 100 l/det karena kapasitas intake terpasang sebesar 100 l/det, ditambah IPA baru sebesar 150 l/det)
4. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> dilokasi reservoir eksisting untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga dan menambah pelayanan dari supply IPA baru. Sistem distribusi dapat dilakukan secara gravitasi sebagaimana pada reservoir eksisting.
5. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting dan penambahan wilayah pelayanan baru
6. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM baru tanpa mengoperasikan unit SPAM eksisting adalah sebesar 13.841 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 50% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2022. Sementara jika unit SPAM eksisting dioperasikan maka pelayanan dapat mencapai 24.708 dengan cakupan pelayanan sebesar 85% pada tahun 2026
7. Kekurangan dari skenario ini adalah biaya investasi yang dikeluarkan cukup tinggi.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 4 dan simulasi hidrolis perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik maupun Sungai Cimandiri yang didistribusikan wilayah pelayanan eksisting dan pelayanan tambahan dengan cara sistem gravitasi dan perpompaan..

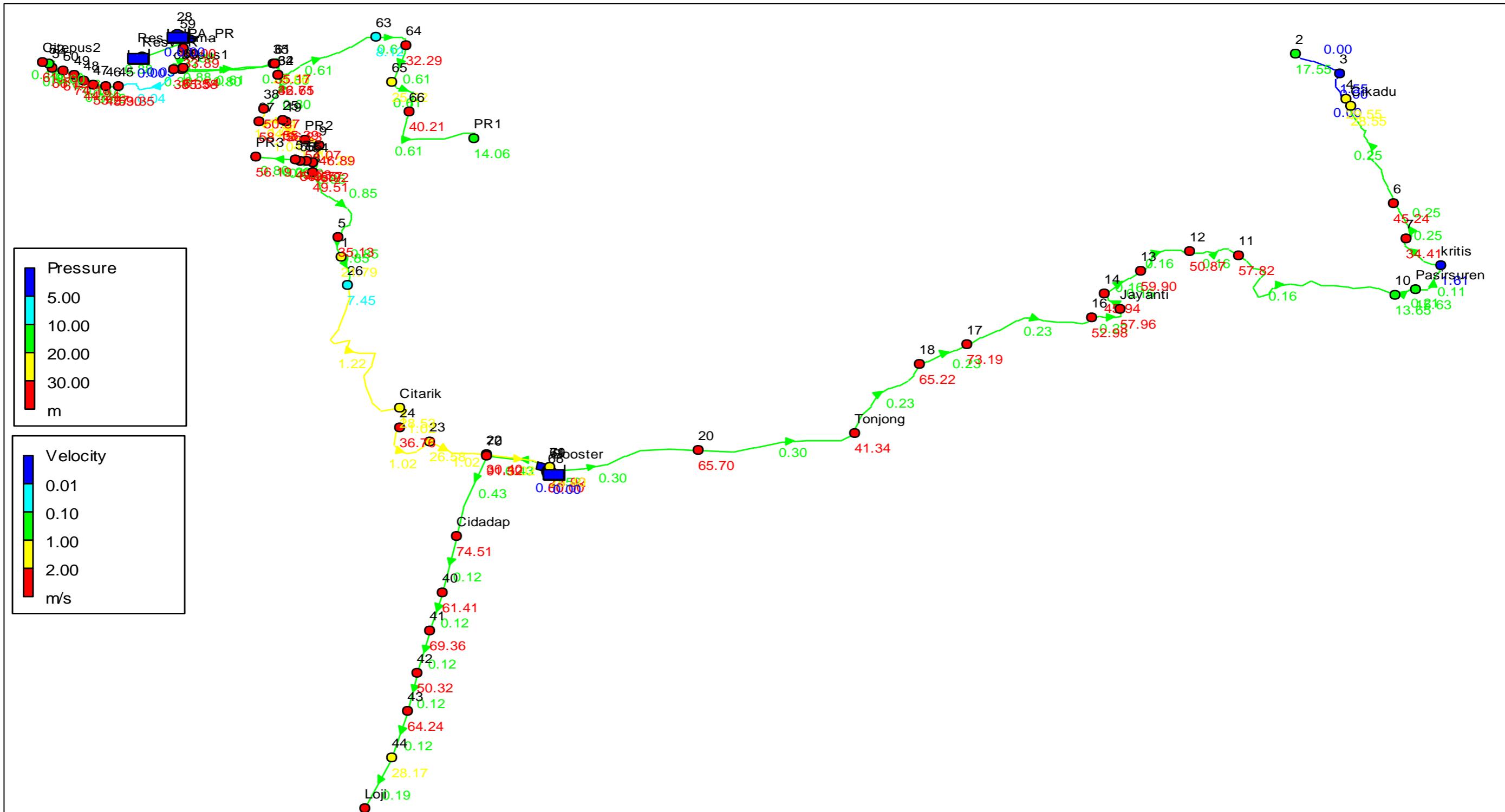
**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**ALTERNATIF 4**







**Gambar 7.11** Skematik Alternatif 4 - Sumber air baku S. Citarik mendistribusikan air bersih ke wilayah pelayanan dan reservoir Pelabuhanratu dengan membuat IPA di Desa Cikadu (Jalur Cikadu – IPA Pelabuhan Ratu Eksisting)



**Gambar 7.12** Skematik Perhitungan Hidrolis Sistem Distribusi Gravitasi dan Perpompaan (Booster) Sistem Pengembangan Kecamatan Pelabuhanratu - Simpenan

**Tabel 7.19** Analisa Titik Junction Sistem Distribusi Sumber Citarik maupun Cimandiri melalui Sistem Gravitasi dan Perpompaan

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 2	72	0	0.00	89.55	17.55
Junc 3	88	0	0.00	89.55	1.55
Junc 4	60	0	0.00	89.55	29.55
Junc Cikadu	61	8	8.00	89.55	28.55
Junc 6	45	0	0.00	90.24	45.24
Junc 7	56	0	0.00	90.41	34.41
Junc kritis	89	0	0.00	90.61	1.61
Junc Pasirsuren	75	7	7.00	90.63	15.63
Junc 10	77	0	0.00	90.65	13.65
Junc 11	33	0	0.00	90.82	57.82
Junc 12	40	0	0.00	90.87	50.87
Junc 13	31	0	0.00	90.90	59.90
Junc 14	45	0	0.00	90.94	45.94
Junc Jayanti	33	7	7.00	90.96	57.96
Junc 16	38	0	0.00	90.98	52.98
Junc 17	18	0	0.00	91.19	73.19
Junc 18	26	0	0.00	91.22	65.22
Junc Tonjong	50	7	7.00	91.34	41.34
Junc 20	26	0	0.00	91.70	65.70
Junc 22	20	0	0.00	50.40	30.40
Junc 23	26	0	0.00	52.58	26.58
Junc 24	18	0	0.00	54.76	36.76
Junc Citarik	28	10	10.00	56.53	28.53
Junc 26	59	0	0.00	66.45	7.45
Junc 34	39	0	0.00	75.65	36.65
Junc 35	47	0	0.00	76.08	29.08
Junc 36	22	0	0.00	77.38	55.38
Junc IPA_PR	44	0	0.00	77.89	33.89
Junc ResvPR	80	0	0.00	79.95	-0.05
Junc Cidadap	16	15	15.00	90.51	74.51
Junc 40	29	0	0.00	90.41	61.41
Junc 41	21	0	0.00	90.36	69.36
Junc 42	40	0	0.00	90.32	50.32
Junc 43	26	0	0.00	90.24	64.24
Junc 44	62	0	0.00	90.17	28.17
Junc Loji	51	6	6.00	90.10	39.10
Junc 1	45	0	0.00	66.79	21.79

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 5	32	0	0.00	67.13	35.13
Junc 8	20	0	0.00	69.51	49.51
Junc 9	24	0	0.00	70.89	46.89
Junc PR2	18	15	15.00	72.07	54.07
Junc 19	17	0	0.00	73.23	56.23
Junc 25	18	0	0.00	73.39	55.39
Junc 37	16	0	0.00	74.12	58.12
Junc 38	24	0	0.00	74.87	50.87
Junc citepus1	39	5	5.00	77.35	38.35
Junc 45	18	0	0.00	77.35	59.35
Junc 46	32	0	0.00	77.30	45.30
Junc 47	24	0	0.00	77.27	53.27
Junc 48	33	0	0.00	77.24	44.24
Junc 49	3	0	0.00	77.10	74.10
Junc 50	15	0	0.00	76.17	61.17
Junc 51	10	0	0.00	76.12	66.12
Junc 52	58	0	0.00	76.00	18.00
Junc Citepus2	14	5	5.00	75.93	61.93
Junc 54	21	0	0.00	69.92	48.92
Junc 55	20	0	0.00	69.77	49.77
Junc 56	19	0	0.00	69.55	50.55
Junc 57	20	0	0.00	69.53	49.53
Junc PR3	12	25	25.00	68.19	56.19
Junc 59	44	0	0.00	84.00	40.00
Junc 60	22	0	0.00	83.54	61.54
Junc 61	47	0	0.00	82.17	35.17
Junc 62	39	0	0.00	81.71	42.71
Junc 63	70	0	0.00	78.12	8.12
Junc 64	45	0	0.00	77.29	32.29
Junc 65	51	0	0.00	76.22	25.22
Junc 66	35	0	0.00	75.21	40.21
Junc PR1	59	30	30.00	73.06	14.06
Junc 68	12	0	0.00	92.00	80.00
Junc 69	18	0	0.00	91.92	73.92
Junc 70	0	0	0.00	91.32	91.32
Junc 71	18	50	50.00	47.40	29.40
Resvr Res_Utama	80	#N/A	-110.00	80.00	0.00
Resvr 28	44	#N/A	-30.00	44.00	0.00
Resvr Booster	12	#N/A	-50.00	12.00	0.00

*Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019*

Berdasarkan hasil analisa hidrolis junction diatas, dapat diketahui sistem distribusi air minum/ air dengan menggunakan skenario mentransmisikan sumber air baku baik dari Sungai Citarik maupun Sungai Cimandiri menuju IPA di Cabang Pelabuhanratu sebesar 140 ldet, kemudian mendistribusikannya menuju daerah pelayanan eksisting dan penambahannya dengan cara gravitasi dari reservoir eksisting yang ada di bukit dekat IPA Eksisting Cabang Pelabuhanratu hanya sampai pada titik lokasi intake rencana sungai Cimandiri (tekanan air dalam pipa bernilai negative dititik ini), dengan demikian diperlukan perpompaan (booster) untuk dapat mendistribusikan air menuju daerah pelayanan penambahannya. Meskipun sudah disimulasikan dengan menggunakan tekanan pompa pada booster pump sebesar 80 m, masih terdapat titik kritis dimana tekanan hanya mencapai 1,6 m. namun hal ini masih bisa diantisipasi dengan menggunakan air valve agar air tidak tertahan oleh udara yang terjebak didalam pipa dan tidak melalukan tapping pada titik ini.

**Tabel 7.20** Analisa Hidrolis Pipa Sistem Distribusi Sumber Citarik maupun Sungai Cimandiri melalui Sistem Gravitasi dan Perpompaan

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	Mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 2	396	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 3	201	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 4	167	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 5	1173	200	-8.00	0.25	0.59
Pipe 6	290	200	-8.00	0.25	0.59
Pipe 7	340	200	-8.00	0.25	0.59
Pipe 8	200	300	-8.00	0.11	0.08
Pipe 9	80	300	-15.00	0.21	0.26
Pipe 10	1390	350	-15.00	0.16	0.12
Pipe 11	380	350	-15.00	0.16	0.12
Pipe 12	280	350	-15.00	0.16	0.12
Pipe 13	340	350	-15.00	0.16	0.12
Pipe 14	100	350	-15.00	0.16	0.12
Pipe 15	100	350	-22.00	0.23	0.25
Pipe 16	850	350	-22.00	0.23	0.25
Pipe 17	100	350	-22.00	0.23	0.25
Pipe 18	470	350	-22.00	0.23	0.25
Pipe 21	370	250	-50.00	1.02	5.90
Pipe 22	370	250	-50.00	1.02	5.90
Pipe 23	300	250	-50.00	1.02	5.90
Pipe 33	200	400	-100.00	0.80	2.16
Pipe 34	600	400	-100.00	0.80	2.16
Pipe 35	200	400	-110.00	0.88	2.57

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	Mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 36	800	400	-110.00	0.88	2.57
Pipe 37	870	350	-29.00	0.30	0.42
Pipe 39	813	250	6.00	0.12	0.12
Pipe 40	430	250	6.00	0.12	0.12
Pipe 41	410	250	6.00	0.12	0.12
Pipe 42	700	250	6.00	0.12	0.12
Pipe 43	600	250	6.00	0.12	0.12
Pipe 44	200	200	6.00	0.19	0.34
Pipe 1	360	400	100.00	0.80	2.16
Pipe 25	182	350	100.00	1.04	4.13
Pipe 32	177	350	100.00	1.04	4.13
Pipe 45	40	350	100.00	1.04	4.13
Pipe 46	280	350	100.00	1.04	4.13
Pipe 47	182	300	85.00	1.20	6.48
Pipe 49	700	300	60.00	0.85	3.40
Pipe 50	100	300	60.00	0.85	3.40
Pipe 51	100	300	60.00	0.85	3.40
Pipe 52	20	400	-110.00	0.88	2.57
Pipe 53	30	200	10.00	0.32	0.89
Pipe 54	215	400	5.00	0.04	0.01
Pipe 55	192	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 56	111	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 57	142	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 58	572	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 59	3770	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 60	200	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 61	500	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 62	270	200	5.00	0.16	0.25
Pipe 63	150	300	85.00	1.20	6.48
Pipe 64	120	300	60.00	0.85	3.40
Pipe 65	30	200	25.00	0.80	4.84
Pipe 66	46	200	25.00	0.80	4.84
Pipe 67	100	400	25.00	0.20	0.17
Pipe 68	278	200	25.00	0.80	4.84
Pipe 69	200	250	30.00	0.61	2.29
Pipe 70	600	250	30.00	0.61	2.29
Pipe 71	200	250	30.00	0.61	2.29
Pipe 72	1570	250	30.00	0.61	2.29
Pipe 73	360	250	30.00	0.61	2.29

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	Mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 74	470	250	30.00	0.61	2.29
Pipe 75	440	250	30.00	0.61	2.29
Pipe 76	940	250	30.00	0.61	2.29
Pipe 77	1200	250	60.00	1.22	8.26
Pipe 78	70	350	50.00	0.52	1.14
Pipe 79	683	250	21.00	0.43	1.18
Pipe 80	510	250	21.00	0.43	1.18
Pipe 81	510	250	50.00	1.02	5.90
Pipe 82	530	350	29.00	0.30	0.42
Pump 26	#N/A	#N/A	30.00	0.00	-40.00
Pump 27	#N/A	#N/A	50.00	0.00	-80.00

Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019

Berdasarkan hasil analisa hidrolik tiap titik junction sistem distribusi air baku dari sumber air Sungai Citarik maupun Cimandiri yang ditransmisikan menuju IPA Pelabuhanratu Eksisting dan didistribusikan menuju wilayah pelayanan eksisting dan pelayanan pengembangan diatas maka diperoleh kebutuhan kapasitas SPAM (diluar kapasitas SPAM Eksisting – hanya penambahan sistem booster pump dan penambahan pipa distribusi menuju daerah pelayanan penambahan), adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan pompa adalah 50 l/det head 80 meter
2. Dimensi pipa 350 mm sepanjang 5.480 meter
3. Dimensi pipa 300 mm sepanjang 280 meter
4. Dimensi pipa 250 mm sepanjang 5.856 meter
5. Dimensi pipa 200 mm sepanjang 2.767 meter

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu alternatif 4 meliputi :

1. Unit air baku
2. Unit produksi
3. Unit distribusi
4. Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 112.775.569.500,00.

Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada tabel berikut

Tabel.....Kebutuhan Investasi Alternatif 4

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Biaya	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	225	2.500.000	562.500.000	562.500.000		
2	Pembangunan Unit Intake Bendungan Kapasitas 200 l/det	ls	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pompa Submersible 200 l/det head 40 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	2	320.000.000	640.000.000	640.000.000		
4	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi S. Cimandiri - Citepus,HDPE dia 500 mm lengkap dengan assesoris	m	100	3.250.000	325.000.000	325.000.000		
5	Pembangunan Rumah Panel dan Genset	m <sup>2</sup>	16	2.000.000	32.000.000	32.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>5.102.000.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	400	2.500.000	1.000.000.000	1.000.000.000		
2	Pembangunan Unit IPA lengkap dengan assesoris perpipaan , pembubuhan kimia, dan pekerjaan tanah	l/det	150	96.000.000	14.400.000.000	14.400.000.000		
3	Pembangunan SDB	unit	1	2.500.000.000	2.500.000.000	2.500.000.000		
4	Pembangunan Kantor Operasional/ Jaga	m <sup>2</sup>	36	96.000.000	3.456.000.000	3.456.000.000		
5	Pembangunan Gudang	m <sup>2</sup>	25	2.000.000	50.000.000	50.000.000		
6	Pembangunan Rumah Pompa, Genset, dan Panel Elektrikal	m <sup>2</sup>	108	2.000.000	216.000.000	216.000.000		
7	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
8	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>22.164.500.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris (IPA Eksisting)	m <sup>3</sup>	1.000	7.500.000	7.500.000.000	7.500.000.000		
2	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris (IPA Rencana)	m <sup>3</sup>	1.000	7.500.000	7.500.000.000	7.500.000.000		
3	Pemasangan dan Pengadaan Pompa sentrifugal 50 l/det; head 40 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	4	250.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000		
4	Pemasangan dan Pengadaan Meter Induk dia. 450 mm	unit	1	184.000.000	184.000.000	184.000.000		
5	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 450 mm	m	12.407	2.310.000	28.660.170.000	28.660.170.000		
6	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 400 mm	m	4.000	1.650.000	6.600.000.000	6.600.000.000		
7	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 250 mm	m	3.836	900.000	3.452.400.000	3.452.400.000		
8	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 200 mm	m	1.151	687.500	791.175.000	791.175.000		
9	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 150 mm	m	455	520.000	236.600.000	236.600.000		
10	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 100 mm	m	350	250.000	87.500.000	87.500.000		
11	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 50 mm	m	7.000	93.750	656.250.000	196.875.000	262.500.000	196.875.000
12	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 25 mm	m	21.000	15.600	327.600.000	98.280.000	131.040.000	98.280.000
13	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Optimalisasi	unit	3500	960.000	3.360.000.000	3.360.000.000		
14	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Penambahan Baru	unit	15000	960.000	14.400.000.000		7.200.000.000	7.200.000.000
					<b>74.755.695.000</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	AMDAL	ls	1	500.000.000	500.000.000	500.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	ls	3	350.000	1.050.000	350.000	350.000	350.000
					<b>501.050.000</b>			
	Jumlah				102.523.245.000			
	PPN	%	10		10.252.324.500			
					<b>Total Keseluruhan</b>	<b>112.775.569.500</b>	<b>87.433.850.000</b>	<b>7.593.890.000</b>
								<b>7.495.505.000</b>

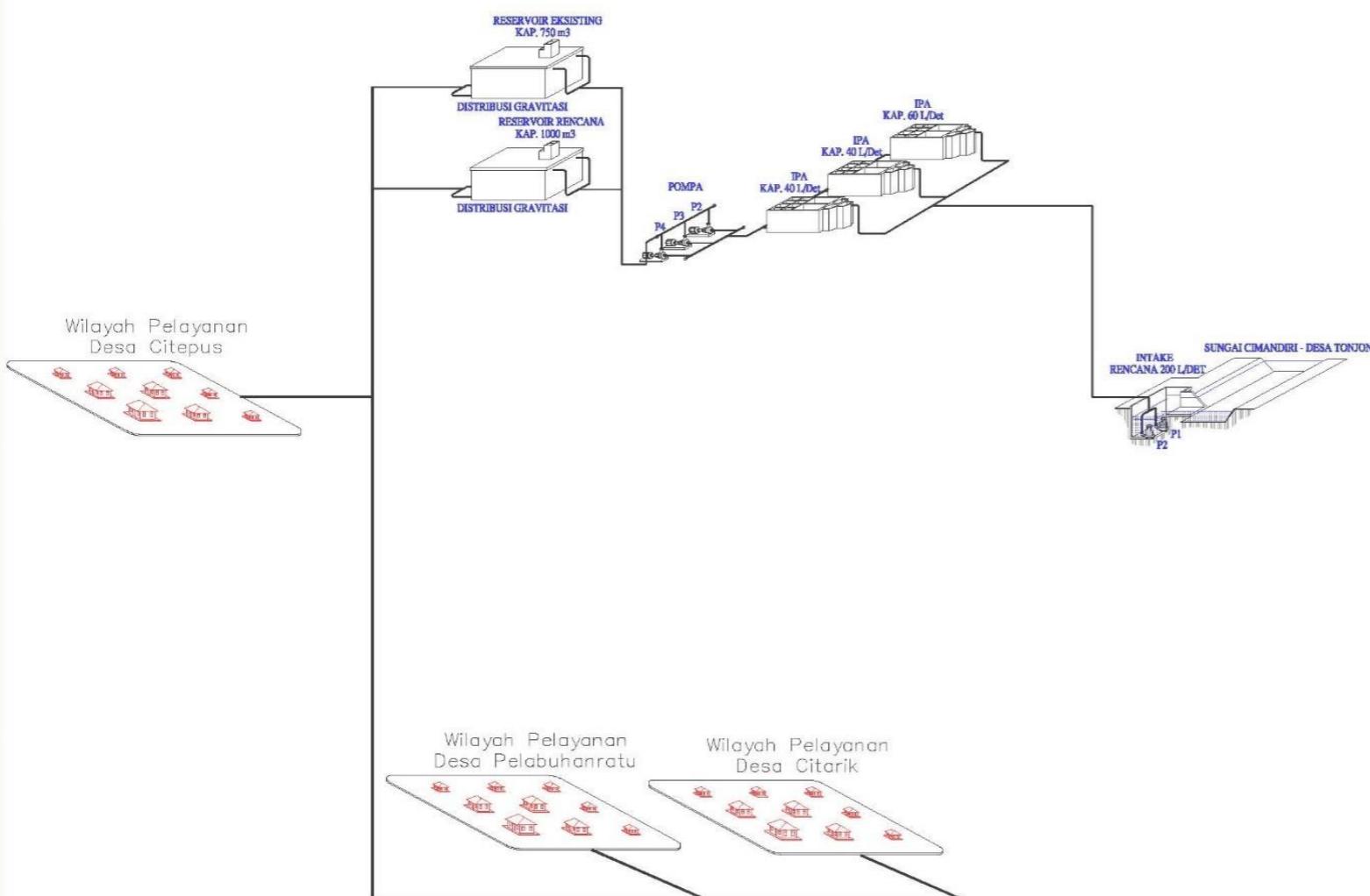
## ALTERNATIF 5

Skenario pengembangan Alternatif 5 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Cimandiri dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 7,6 km dari unit IPA eksisting.
2. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga.
3. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting (tidak ada penambahan wilayah pelayanan baru)
4. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM terpasang adalah sebesar 13.202 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 82% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2025.
5. Direncanakan sistem transmisi ini disalurkan menggunakan sistem perpompaan.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 5 dan hasil simulasi hidrolis perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik menuju wilayah pelayanan dengan cara sistem perpompaan..

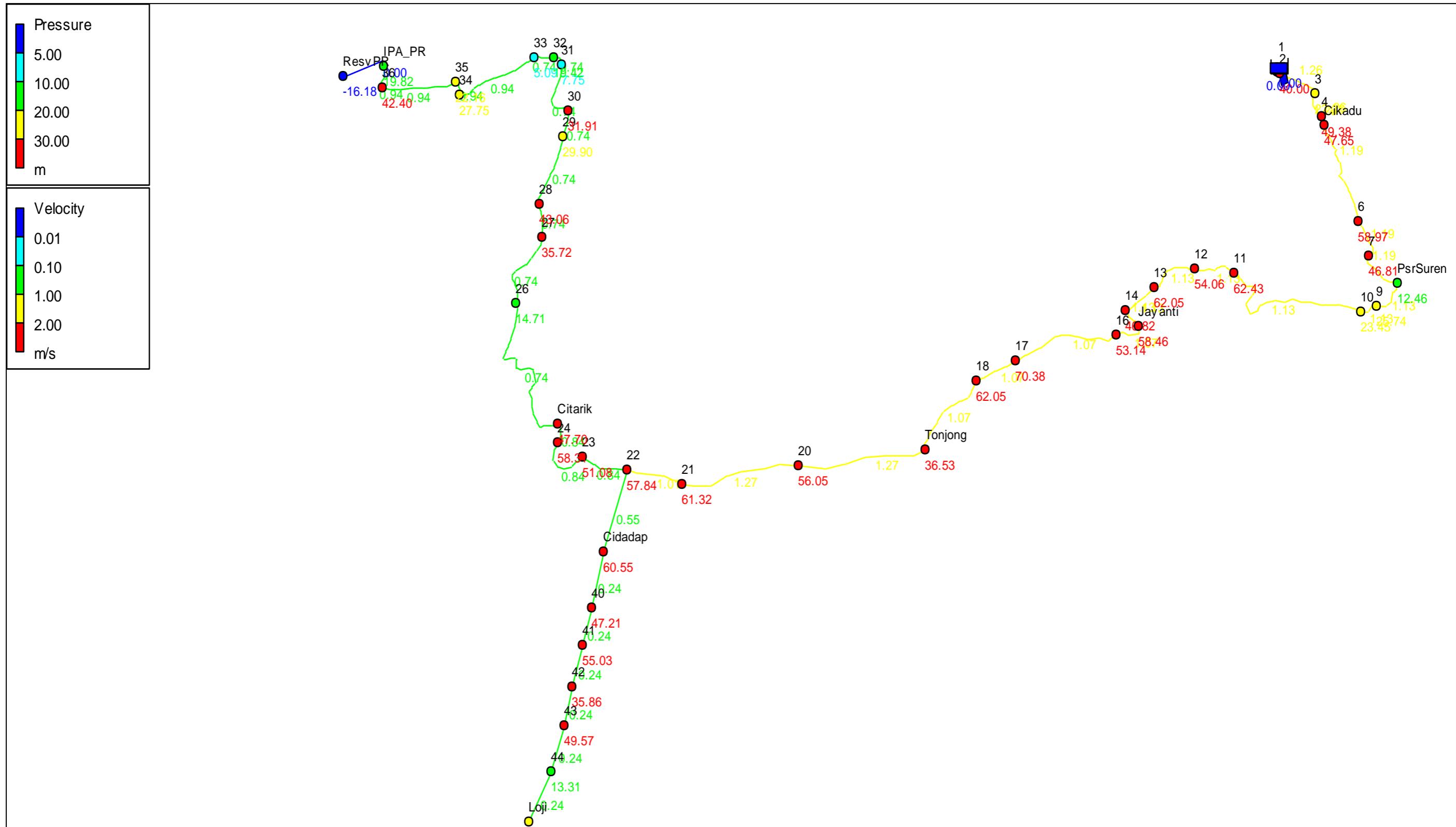
**SKEMATIK SPAM**  
 ( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )  
 KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU  
 ALTERNATIF 5



KETERANGAN		
NO	KETERANGAN	JUMLAH
1	TARGET SR	13900
2	TAHUN CAPAIAN	2021
3	TARGET LAYANAN	98%



Gambar 7.8 Skematik Alternatif 5 - Sumber air baku S. Cimandiri mendistribusikan air bersih ke IPA Eksisting



**Gambar 7.9** Skematik Simulasi Hidrolis Perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Citarik Menuju Wilayah Pelayanan

**Tabel 7.21** Analisa Titik Junction Sistem Distribusi Sumber Citarik melalui Sistem Perpompaan

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 2	72	0	0.00	112.00	40.00
Junc 3	88	0	0.00	110.26	22.26
Junc 4	60	0	0.00	109.38	49.38
Junc Cikadu	61	10	10.00	108.65	47.65
Junc 6	45	0	0.00	103.97	58.97
Junc 7	56	0	0.00	102.81	46.81
Junc PsrSuren	89	10	10.00	101.46	12.46
Junc 9	75	0	0.00	100.74	25.74
Junc 10	77	0	0.00	100.45	23.45
Junc 11	33	0	0.00	95.43	62.43
Junc 12	40	0	0.00	94.06	54.06
Junc 13	31	0	0.00	93.05	62.05
Junc 14	45	0	0.00	91.82	46.82
Junc Jayanti	33	10	10.00	91.46	58.46
Junc 16	38	0	0.00	91.14	53.14
Junc 17	18	0	0.00	88.38	70.38
Junc 18	26	0	0.00	88.05	62.05
Junc Tonjong	50	10	10.00	86.53	36.53
Junc 20	26	0	0.00	82.05	56.05
Junc 21	18	0	0.00	79.32	61.32
Junc 22	20	0	0.00	77.84	57.84
Junc 23	26	0	0.00	77.08	51.08
Junc 24	18	0	0.00	76.31	58.31
Junc Citarik	28	15	15.00	75.70	47.70
Junc 26	59	0	0.00	73.71	14.71
Junc 27	37	0	0.00	72.72	35.72
Junc 28	29	0	0.00	72.06	43.06
Junc 29	42	0	0.00	71.90	29.90
Junc 30	39	0	0.00	70.91	31.91
Junc 31	62	0	0.00	69.75	7.75
Junc 32	50	0	0.00	69.42	19.42
Junc 33	64	0	0.00	69.09	5.09
Junc 34	39	0	0.00	66.75	27.75
Junc 35	44	0	0.00	66.16	22.16
Junc 36	22	0	0.00	64.40	42.40
Junc IPA_PR	44	118	118.00	63.82	19.82
Junc ResvPR	80	0	0.00	63.82	-16.18
Junc Cidadap	16	15	15.00	76.55	60.55
Junc 40	29	0	0.00	76.21	47.21
Junc 41	21	0	0.00	76.03	55.03

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 42	40	0	0.00	75.86	35.86
Junc 43	26	0	0.00	75.57	49.57
Junc 44	62	0	0.00	75.31	13.31
Junc Loji	51	12	12.00	75.23	24.23
Resvr 1	72	#N/A	-200.00	72.00	0.00

Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019

Berdasarkan hasil analisa hidrolis junction diatas, dapat diketahui sistem distribusi air minum/ air yang sudah diolah dari sumber air Sungai Citarik didistribusikan ke wilayah pelayanan melalui sistem perpompaan dan diketahui pada titik junction 31 dan 33 tingkat tekanan air berada dibawah 1 atm atau 10 m kolom air sehingga diperlukan air valve untuk mengeluarkan udara yang terjebak didalam pipa agar air dapat mengalir didalam pipa. Hal ini terjadi karena tingginya beda tinggi tanah sehingga tekanan air didalam pipa mengalami penurunan (headloss didalam pipa cukup tinggi). Pada titik junction reservoir IPA eksisting tekanan air berada dalam kondisi negative (-), hal ini menunjukan bahwa air tidak dapat mengalir pada titik ini dikarenana dengan sisa tekan air yang kurang.

**Tabel 7.22** Analisa Hidrolis Pipa Sistem Distribusi Sumber Citarik melalui Sistem Gravitasi

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 2	396	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 3	201	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 4	167	450	200.00	1.26	4.39
Pipe 5	1173	450	190.00	1.19	3.99
Pipe 6	290	450	190.00	1.19	3.99
Pipe 7	340	450	190.00	1.19	3.99
Pipe 8	200	450	180.00	1.13	3.61
Pipe 9	80	450	180.00	1.13	3.61
Pipe 10	1390	450	180.00	1.13	3.61
Pipe 11	380	450	180.00	1.13	3.61
Pipe 12	280	450	180.00	1.13	3.61
Pipe 13	340	450	180.00	1.13	3.61
Pipe 14	100	450	180.00	1.13	3.61
Pipe 15	100	450	170.00	1.07	3.25
Pipe 16	850	450	170.00	1.07	3.25
Pipe 17	100	450	170.00	1.07	3.25
Pipe 18	470	450	170.00	1.07	3.25
Pipe 20	510	450	160.00	1.01	2.90
Pipe 21	370	450	133.00	0.84	2.06
Pipe 22	370	450	133.00	0.84	2.06
Pipe 23	300	450	133.00	0.84	2.06
Pipe 24	1200	450	118.00	0.74	1.65
Pipe 25	600	450	118.00	0.74	1.65

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 26	400	450	118.00	0.74	1.65
Pipe 27	100	450	118.00	0.74	1.65
Pipe 28	600	450	118.00	0.74	1.65
Pipe 29	700	450	118.00	0.74	1.65
Pipe 30	200	450	118.00	0.74	1.65
Pipe 31	200	450	118.00	0.74	1.65
Pipe 32	800	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 33	200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 34	600	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 35	200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 36	800	400	0.00	0.00	0.00
Pipe 37	870	400	160.00	1.27	5.15
Pipe 38	530	400	160.00	1.27	5.15
Pipe 19	683	250	27.00	0.55	1.88
Pipe 39	813	250	12.00	0.24	0.42
Pipe 40	430	250	12.00	0.24	0.42
Pipe 41	410	250	12.00	0.24	0.42
Pipe 42	700	250	12.00	0.24	0.42
Pipe 43	600	250	12.00	0.24	0.42
Pipe 44	200	250	12.00	0.24	0.42
Pump 1	#N/A	#N/A	200.00	0.00	-40.00

Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019

Berdasarkan hasil analisa hidrolis tiap titik junction sistem distribusi air baku dari sumber air Sungai Citarik diatas maka diperoleh kebutuhan kapasitas SPAM sebagai berikut :

1. Kebutuhan pompa adalah 200 l/det head 40 meter
2. Dimensi pipa 450 mm sepanjang 12.407 meter
3. Dimensi pipa 400 mm sepanjang 4.000 meter
4. Dimensi pipa 250 mm sepanjang 3.836 meter

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu alternatif 5 meliputi :

- 1 Unit air baku
- 1 Unit produksi
- 1 Unit distribusi
- 1 Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 52.959.621.000,00. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah.

**Tabel 7.23 Kebutuhan Investasi Alternatif 5**

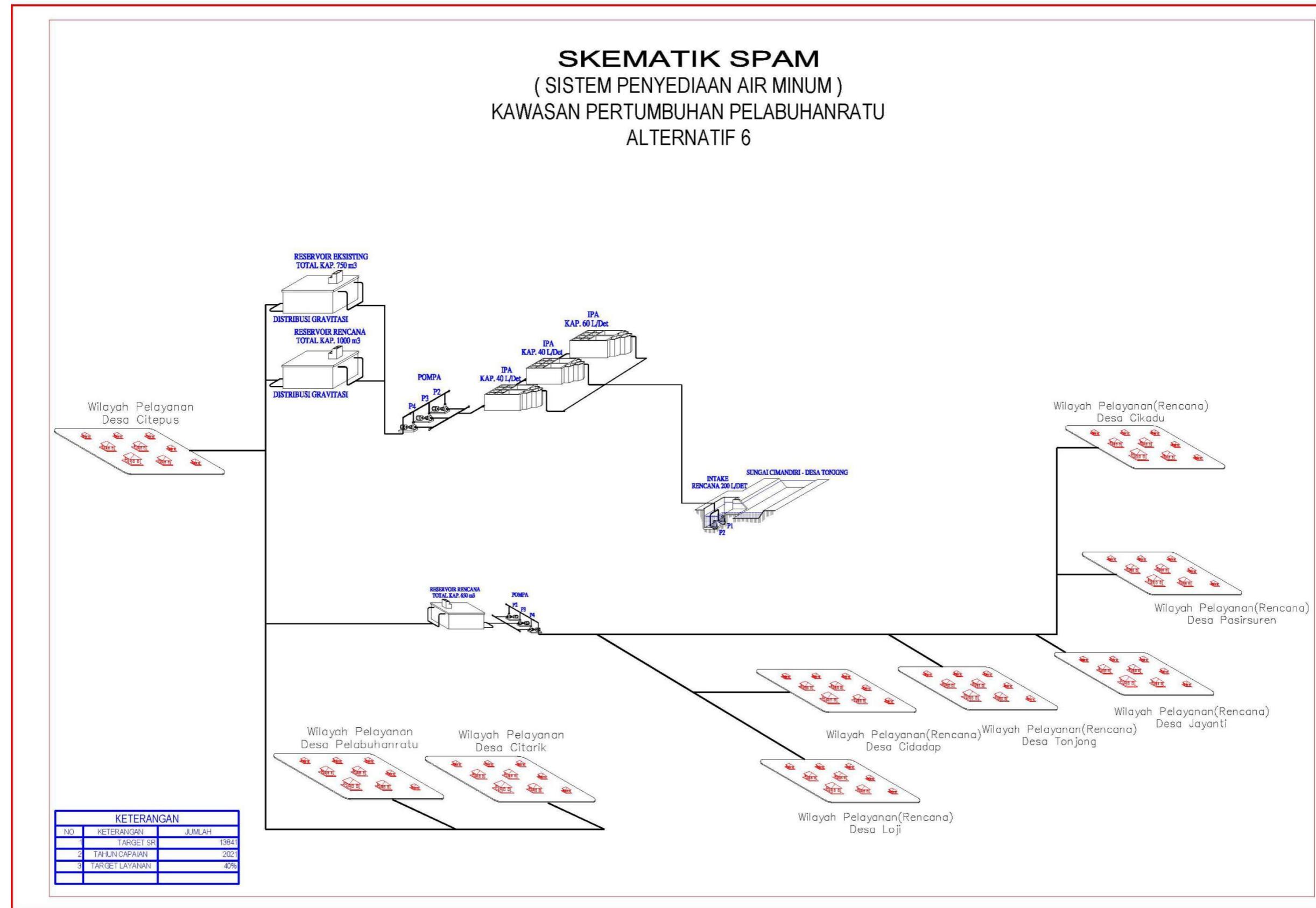
No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Biaya	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	225	2.500.000	562.500.000	562.500.000		
2	Pembangunan Unit Intake Bendungan Kapasitas 200 l/det dengan Bangunan pelengkap	ls	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pompa Submersible 200 l/det head 80 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	2	410.000.000	820.000.000	820.000.000		
4	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi S. Cimandiri - Citepus,HDPE dia 500 mm lengkap dengan assesoris	m	7.887	3.250.000	25.632.750.000	25.632.750.000		
5	Pembangunan Rumah Panel dan Genset	m <sup>2</sup>	16	2.000.000	32.000.000	32.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVa lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>30.589.750.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Rehabilitasi IPA Kapasitas 40 l/detik	l/dtk	40	50.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000		
					<b>2.000.000.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan Reservoir lengkap dengan aksesoris (IPA Eksisting)	m3	1000	7.500.000	7.500.000.000		7.500.000.000	
2	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Optimalisasi	unit	3500	960.000	3.360.000.000	3.360.000.000		
3	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Penambahan Baru	unit	3641	960.000	3.495.360.000		1.747.680.000	1.747.680.000
					<b>14.355.360.000</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	AMDAL	ls	1	500.000.000	500.000.000	500.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	ls	2	350.000.000	700.000.000	350.000.000	350.000.000	
					<b>1.200.000.000</b>			
	Jumlah				48.145.110.000			
	PPN	%	10		4.814.511.000			
				<b>Total Keseluruhan</b>	<b>52.959.621.000</b>	<b>36.799.750.000</b>	<b>9.597.680.000</b>	<b>1.747.680.000</b>

## ALTERNATIF 6

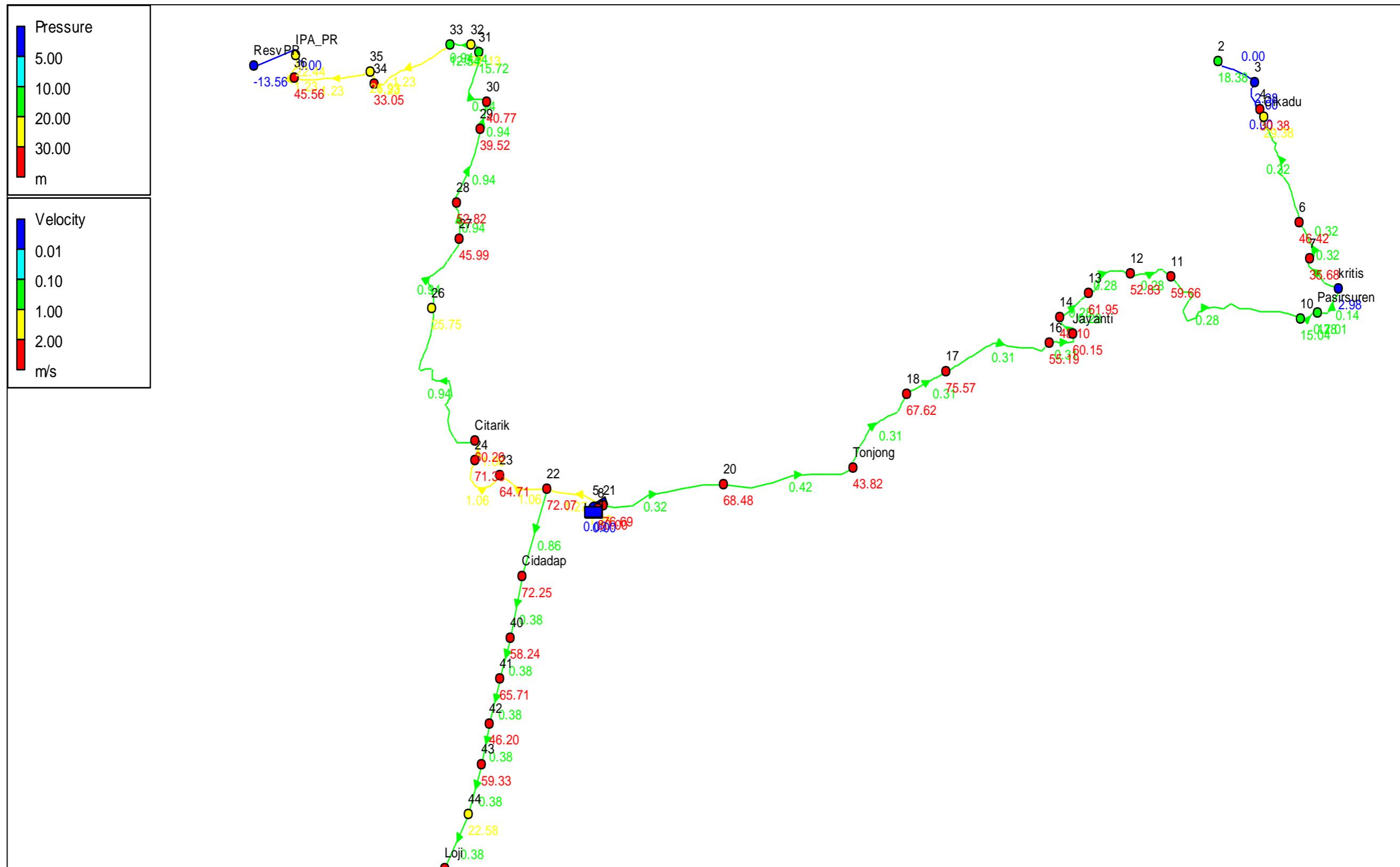
Skenario pengembangan Alternatif 6 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Cimandiri dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 7,6 km dari unit IPA eksisting.
2. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga.
3. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting dan penambahan wilayah pelayanan baru
4. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM terpasang adalah sebesar 13.841 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 50% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2022.
5. Dengan adanya penambahan daerah pelayanan baru, diperlukan booster pump untuk menambah tekanan air supaya daerah pelayanan baru dapat terlayani air.
6. Kekurangan dari skenario ini adalah air terkesan bolak balik karena air baku dari Desa Cikadu disalurkan ke lokasi IPA yang ada di Desa Citepus melewati rencana daerah pelayanan baru kemudian setelah diolah air tersebut didistribusikan kembali ke arah lokasi intake.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 6 dan hasil simulasi hidrologis perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri menuju wilayah pelayanan dengan cara sistem perpompaan.



**Gambar 7.10** Skematik Alternatif 6 – Sumber air baku S. Cimandiri dan membangun IPA dilokasi ini mendistribusikan air bersih ke wilayah pelayanan dan reservoir Pelabuhanratu (Jalur IPA Rencana – Cikadu – IPA Eksisting)



**Gambar 7.11** Skematik Simulasi Hidrolis Perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri Menuju Wilayah Pelayanan

**Tabel 7.24** Analisa Titik Junction Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Perpompaan

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 2	72	0	0.00	90.38	18.38
Junc 3	88	0	0.00	90.38	2.38
Junc 4	60	0	0.00	90.38	30.38
Junc Cikadu	61	10	10.00	90.38	29.38
Junc 6	45	0	0.00	91.42	46.42
Junc 7	56	0	0.00	91.68	35.68
Junc kritis	89	0	0.00	91.98	2.98
Junc Pasirsuren	75	10	10.00	92.01	17.01
Junc 10	77	0	0.00	92.04	15.04
Junc 11	33	0	0.00	92.66	59.66
Junc 12	40	0	0.00	92.83	52.83
Junc 13	31	0	0.00	92.95	61.95
Junc 14	45	0	0.00	93.10	48.10
Junc Jayanti	33	10	10.00	93.15	60.15
Junc 16	38	0	0.00	93.19	55.19
Junc 17	18	0	0.00	93.57	75.57
Junc 18	26	0	0.00	93.62	67.62
Junc Tonjong	50	10	10.00	93.82	43.82
Junc 20	26	0	0.00	94.48	68.48
Junc 21	18	0	0.00	94.69	76.69
Junc 22	20	0	0.00	92.07	72.07
Junc 23	26	0	0.00	90.71	64.71
Junc 24	18	0	0.00	89.36	71.36
Junc Citarik	28	15	15.00	88.26	60.26
Junc 26	59	0	0.00	84.75	25.75
Junc 27	37	0	0.00	82.99	45.99
Junc 28	29	0	0.00	81.82	52.82
Junc 29	42	0	0.00	81.52	39.52
Junc 30	39	0	0.00	79.77	40.77
Junc 31	62	0	0.00	77.72	15.72
Junc 32	50	0	0.00	77.13	27.13
Junc 33	64	0	0.00	76.54	12.54
Junc 34	39	0	0.00	72.05	33.05
Junc 35	44	0	0.00	70.93	26.93
Junc 36	22	0	0.00	67.56	45.56
Junc IPA_PR	44	118	118.00	66.44	22.44
Junc ResvPR	80	0	0.00	66.44	-13.56
Junc Cidadap	16	15	15.00	88.25	72.25
Junc 40	29	0	0.00	87.24	58.24
Junc 41	21	0	0.00	86.71	65.71

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 42	40	0	0.00	86.20	46.20
Junc 43	26	0	0.00	85.33	59.33
Junc 44	62	0	0.00	84.58	22.58
Junc Loji	51	12	12.00	84.33	33.33
Junc 8	15	0	0.00	95.00	80.00
Resvr 5	15	#N/A	-200.00	15.00	0.00

Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019

Berdasarkan hasil analisa hidrolis junction diatas, dapat diketahui sistem distribusi air minum/ air yang sudah diolah dari sumber air Sungai Citarik didistribusikan ke wilayah pelayanan melalui sistem perpompaan dan pada titik junction reservoir IPA eksisting tekanan air berada dalam kondisi negative (-), hal ini menunjukan bahwa air tidak dapat mengalir pada titik ini dikarenakan dengan sisa tekan air yang kurang.

**Tabel 7.25** Analisa Hidrolis Pipa Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Gravitasi

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 2	396	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 3	201	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 4	167	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 5	1173	200	-10.00	0.32	0.89
Pipe 6	290	200	-10.00	0.32	0.89
Pipe 7	340	200	-10.00	0.32	0.89
Pipe 8	200	300	-10.00	0.14	0.12
Pipe 9	80	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 10	1390	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 11	380	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 12	280	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 13	340	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 14	100	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 15	100	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 16	850	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 17	100	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 18	470	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 20	510	400	160.00	1.27	5.15
Pipe 21	370	400	133.00	1.06	3.66
Pipe 22	370	400	133.00	1.06	3.66
Pipe 23	300	400	133.00	1.06	3.66
Pipe 24	1200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 25	600	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 26	400	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 27	100	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 28	600	400	118.00	0.94	2.93

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 29	700	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 30	200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 31	200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 32	800	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 33	200	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 34	600	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 35	200	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 36	800	250	0.00	0.00	0.00
Pipe 37	870	350	-40.00	0.42	0.76
Pipe 38	530	400	-40.00	0.32	0.40
Pipe 19	683	200	27.00	0.86	5.58
Pipe 39	813	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 40	430	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 41	410	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 42	700	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 43	600	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 44	200	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 45	70	450	200.00	1.26	4.39
Pump 46	#N/A	#N/A	200.00	0.00	-80.00

Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019

Berdasarkan hasil analisa hidrolis tiap titik junction sistem distribusi air baku dari sumber air Sungai Cimandiri diatas maka diperoleh kebutuhan kapasitas SPAM sebagai berikut :

1. Kebutuhan pompa adalah 200 l/det head 80 meter
2. Dimensi pipa 450 mm sepanjang 70 meter
3. Dimensi pipa 400 mm sepanjang 6.080 meter
4. Dimensi pipa 350 mm sepanjang 3.320 meter
5. Dimensi pipa 300 mm sepanjang 2.770 meter
6. Dimensi pipa 250 mm sepanjang 850 meter
7. Dimensi pipa 200 mm sepanjang 6.403 meter

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu alternatif 6 meliputi :

1. Unit air baku
2. Unit produksi
3. Unit distribusi
4. Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 84.405.554.750,00. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah.

**Tabel 7.26 Kebutuhan Investasi Alternatif 6**

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Biaya	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	225	2.500.000	562.500.000	562.500.000		
2	Pembangunan Unit Intake Bendungan Kapasitas 200 l/det dengan Bangunan pelengkap	ls	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pompa Submersible 200 l/det head 40 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	2	320.000.000	640.000.000	640.000.000		
4	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi S. Cimandiri - Citepus, HDPE dia 500 mm lengkap dengan assesoris	m	7.887	3.250.000	25.632.750.000	25.632.750.000		
5	Pembangunan Rumah Panel dan Genset	m <sup>2</sup>	16	2.000.000	32.000.000	32.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan assesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>30.409.750.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Rehabilitasi IPA Kapasitas 40 l/detik	l/dtk	40	50.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000		
					<b>2.000.000.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris	m <sup>3</sup>	1.000	7.500.000	7.500.000.000	7.500.000.000		
2	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris - (untuk booster)	m <sup>3</sup>	650	7.500.000	4.875.000.000	4.875.000.000		
3	Pemasangan dan Pengadaan Pompa centrifugal 25 l/det head 60 m lengkap dengan assesoris (booster) dan panel MPC-EF 2X55KW	unit	3	162.000.000	486.000.000	486.000.000		
4	Pembangunan Rumah Pompa dan Genset	m <sup>2</sup>	90	2.000.000	180.000.000	180.000.000		
5	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan assesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Pemasangan dan Pengadaan Meter Induk dia. 450 mm	unit	1	184.000.000	184.000.000	184.000.000		
8	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 450 mm	m	70	2.310.000	161.700.000	161.700.000		
9	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 400 mm	m	6.080	1.650.000	10.032.000.000	5.016.000.000	5.016.000.000	
10	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 350 mm	m	3.320	900.000	2.988.000.000	1.494.000.000	1.494.000.000	
11	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 300 mm	m	2.770	900.000	2.493.000.000	1.246.500.000	1.246.500.000	
12	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 250 mm	m	850	900.000	765.000.000	382.500.000	382.500.000	
13	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 200 mm	m	6.403	687.500	4.402.062.500	2.201.031.250	2.201.031.250	
14	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 150 mm	m	455	520.000	236.600.000	236.600.000		
15	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 100 mm	m	350	250.000	87.500.000	87.500.000		
16	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 50 mm	m	7.000	93.750	656.250.000	196.875.000	262.500.000	196.875.000
17	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 25 mm	m	21.000	15.600	327.600.000	98.280.000	131.040.000	98.280.000
18	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Optimalisasi	unit	3500	960.000	3.360.000.000	3.360.000.000		
19	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Penambahan Baru	unit	3641	960.000	3.495.360.000		1.747.680.000	1.747.680.000
					<b>42.772.572.500</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	AMDAL	ls	1	500.000.000	500.000.000	500.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	ls	3	350.000.000	1.050.000.000	350.000.000	350.000.000	350.000.000
					<b>1.550.000.000</b>			
	Jumlah				76.732.322.500			
	PPN	%	10		7.673.232.250			
					<b>Total Keseluruhan</b>	<b>84.405.554.750</b>	<b>61.508.236.250</b>	<b>12.831.251.250</b>
								<b>2.392.835.000</b>

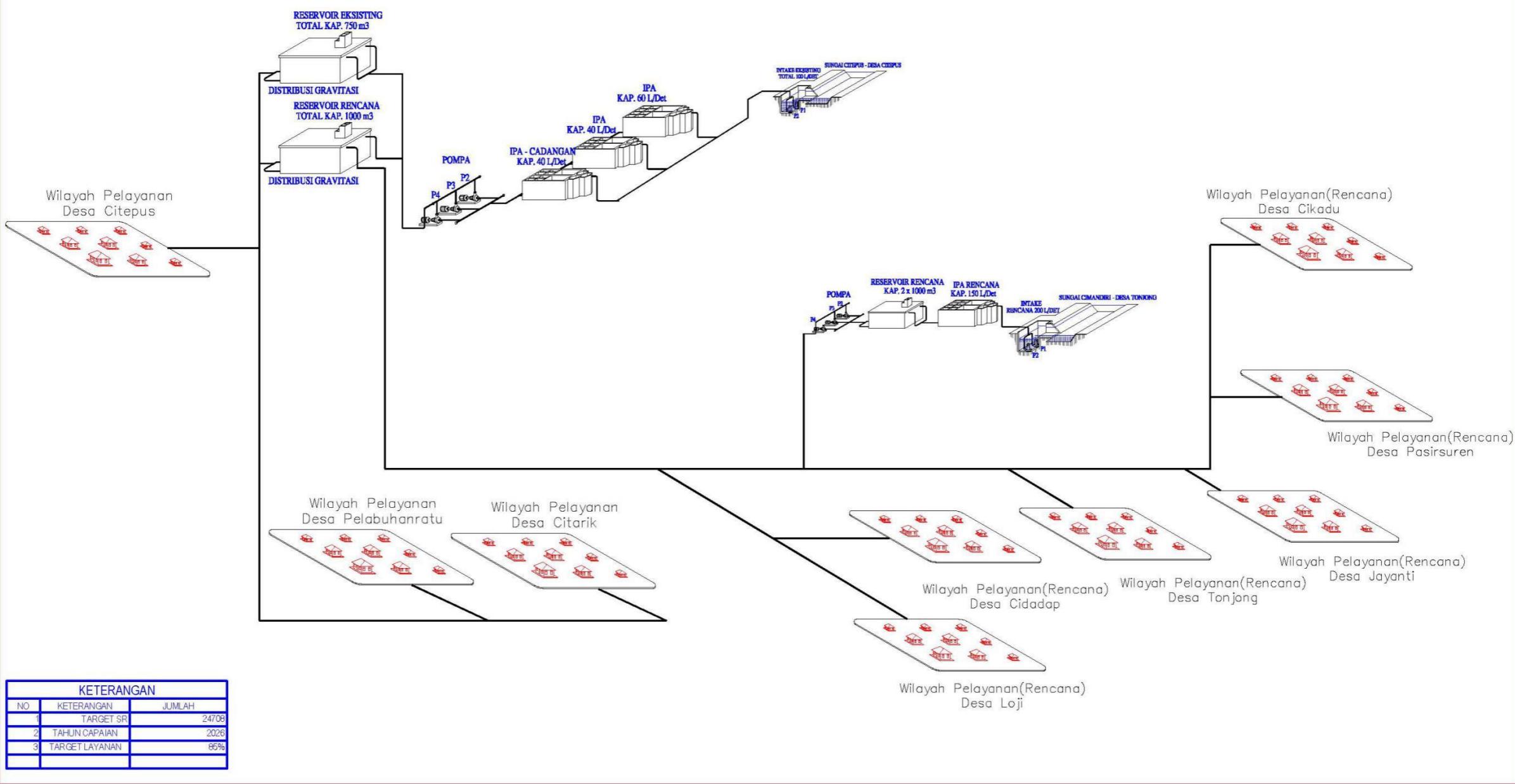
## ALTERNATIF 7

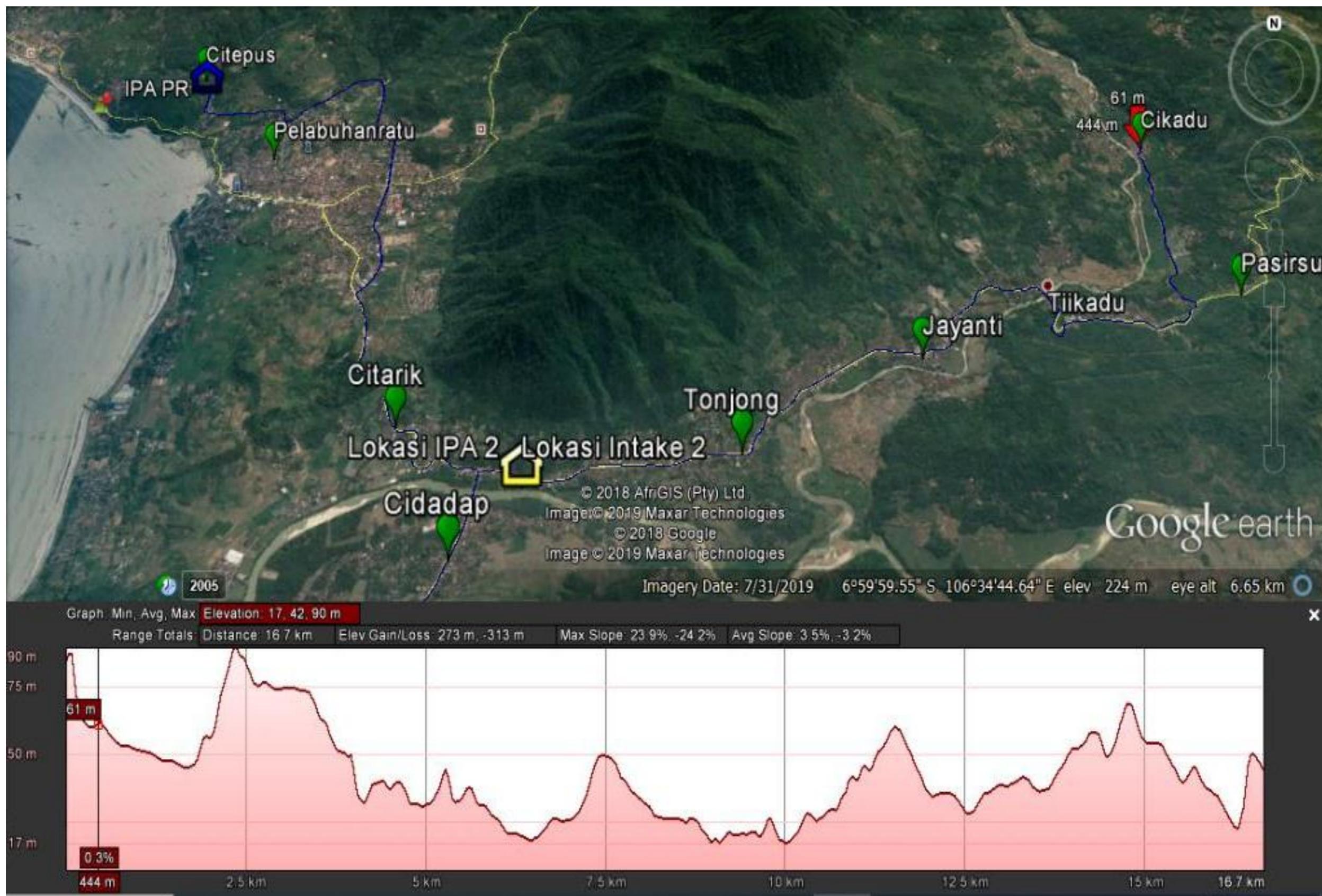
Skenario pengembangan Alternatif 7 SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu direncanakan sebagai berikut :

1. Sumber air baku yang semula berasal dari Sungai Citepus karena kuantitas air sudah semakin menurun terutama pada saat musim kemarau maka untuk optimalisasi unit SPAM eksisting diganti dengan menggunakan sumber air dari Sungai Cimandiri dengan debit intake sebesar 200 l/det yang jaraknya mencapai 7,6 km dari unit IPA eksisting.
2. Menambah unit pengolahan air (IPA) didekat lokasi intake sebesar 150 l/det sehingga air yang didistribusikan menuju Pelabuhanratu adalah air hasil olahan. Dengan didistribusikannya air hasil olahan, wilayah pelayanan yang terlewati sistem perpipaan dapat terlayani secara langsung.
3. Pada alternatif ini, intake dan IPA dengan total kapasitas 140 l/det eksisting yang berada di citepus digunakan sebagai cadangan/ kondisi tertentu saja atau dapat dioperasikan untuk menambah jumlah pelanggan. Sehingga total kapasitas terpasang diwilayah ini mencapai 250 l/det (di unit SPAM Pelabuhanratu hanya dioperasikan 100 l/det karena kapasitas intake terpasang sebesar 100 l/det, ditambah IPA baru sebesar 150 l/det)
4. Penambahan unit reservoir sebesar 1000 m<sup>3</sup> dilokasi reservoir eksisting untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air sehingga pada saat dilakukan maintenance/ backwash IPA, air didalam reservoir masih dalam kondisi terjaga dan menambah pelayanan dari supply IPA baru. Sistem distribusi dapat dilakukan secara gravitasi sebagaimana pada reservoir eksisting.
5. Wilayah pelayanan terdiri dari wilayah pelayanan eksisting dan penambahan wilayah pelayanan baru
6. Target pelayanan dengan kondisi unit SPAM baru tanpa mengoperasikan unit SPAM eksisting adalah sebesar 13.841 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 50% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2022. Sementara jika unit SPAM eksisting dioperasikan maka pelayanan dapat mencapai 24.708 dengan cakupan pelayanan sebesar 85% pada tahun 2026.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Alternatif 7 dan hasil simulasi hidrolis perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri menuju wilayah pelayanan dengan cara sistem perpompaan.

**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**ALTERNATIF 7**

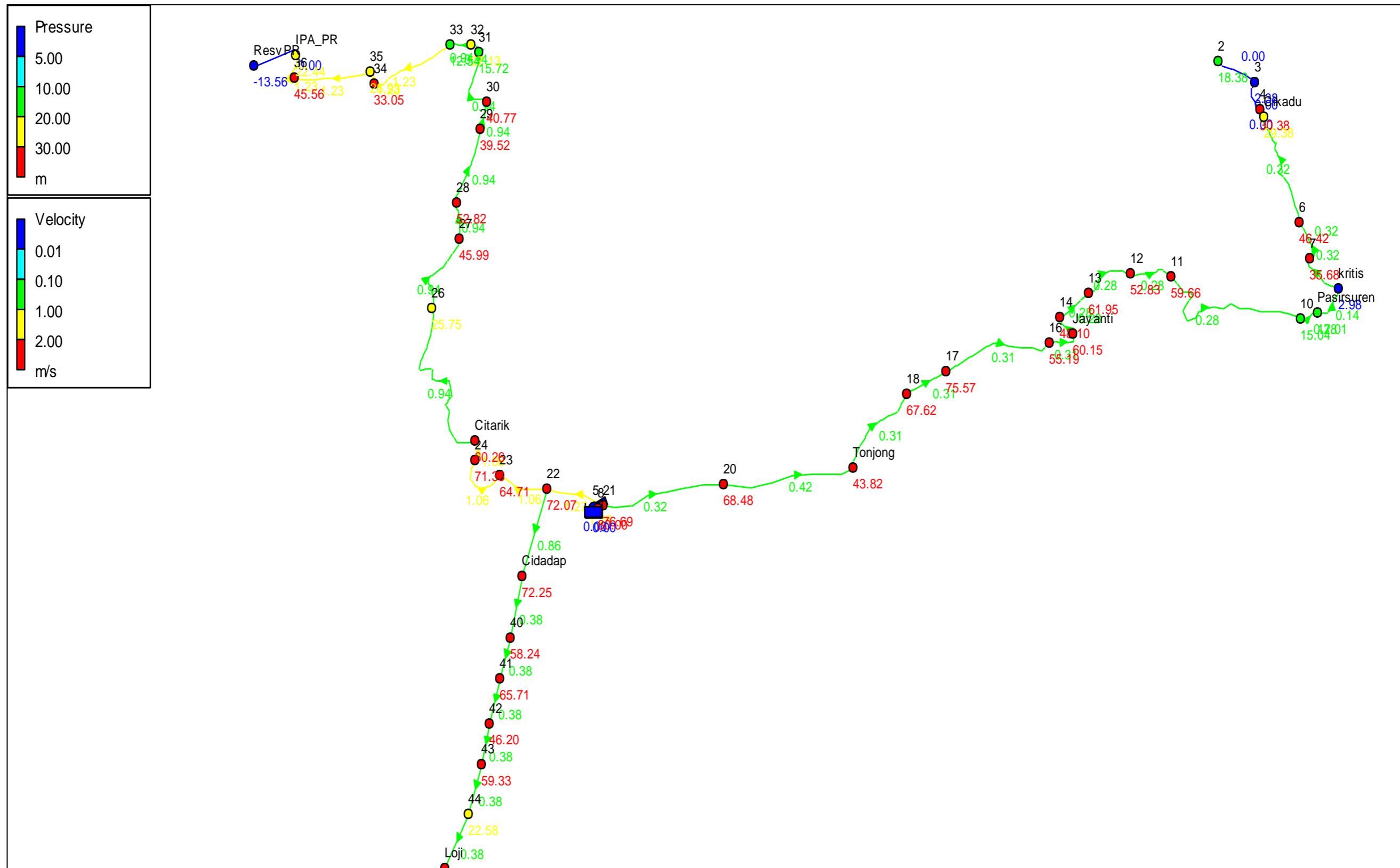




Gambar 7.12 Skematik Alternatif 7 – Sumber air baku S. Cimandiri dan membangun IPA dilokasi ini mendistribusikan air bersih ke wilayah pelayanan dan reservoir Pelabuhanratu (Jalur IPA Rencana – Cikadu – IPA Eksisting)



Gambar 7.13 Skematik Alternatif 7- Sumber air baku S. Cimandiri dan membangun IPA dilokasi ini mendistribusikan air bersih ke wilayah pelayanan dan reservoir Pelabuhanratu (Jalur IPA Rencana - Loji)



**Gambar 7.14** Skematik Simulasi Hidrolis Perpipaan Sistem Distribusi Sumber Air Baku dari Sungai Cimandiri Menuju Wilayah Pelayanan

**Tabel 7.27** Analisa Titik Junction Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Perpompaan

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 2	72	0	0.00	90.38	18.38
Junc 3	88	0	0.00	90.38	2.38
Junc 4	60	0	0.00	90.38	30.38
Junc Cikadu	61	10	10.00	90.38	29.38
Junc 6	45	0	0.00	91.42	46.42
Junc 7	56	0	0.00	91.68	35.68
Junc kritis	89	0	0.00	91.98	2.98
Junc Pasirsuren	75	10	10.00	92.01	17.01
Junc 10	77	0	0.00	92.04	15.04
Junc 11	33	0	0.00	92.66	59.66
Junc 12	40	0	0.00	92.83	52.83
Junc 13	31	0	0.00	92.95	61.95
Junc 14	45	0	0.00	93.10	48.10
Junc Jayanti	33	10	10.00	93.15	60.15
Junc 16	38	0	0.00	93.19	55.19
Junc 17	18	0	0.00	93.57	75.57
Junc 18	26	0	0.00	93.62	67.62
Junc Tonjong	50	10	10.00	93.82	43.82
Junc 20	26	0	0.00	94.48	68.48
Junc 21	18	0	0.00	94.69	76.69
Junc 22	20	0	0.00	92.07	72.07
Junc 23	26	0	0.00	90.71	64.71
Junc 24	18	0	0.00	89.36	71.36
Junc Citarik	28	15	15.00	88.26	60.26
Junc 26	59	0	0.00	84.75	25.75
Junc 27	37	0	0.00	82.99	45.99
Junc 28	29	0	0.00	81.82	52.82
Junc 29	42	0	0.00	81.52	39.52
Junc 30	39	0	0.00	79.77	40.77
Junc 31	62	0	0.00	77.72	15.72
Junc 32	50	0	0.00	77.13	27.13
Junc 33	64	0	0.00	76.54	12.54
Junc 34	39	0	0.00	72.05	33.05
Junc 35	44	0	0.00	70.93	26.93
Junc 36	22	0	0.00	67.56	45.56
Junc IPA_PR	44	118	118.00	66.44	22.44
Junc ResvPR	80	0	0.00	66.44	-13.56
Junc Cidadap	16	15	15.00	88.25	72.25
Junc 40	29	0	0.00	87.24	58.24
Junc 41	21	0	0.00	86.71	65.71

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc 42	40	0	0.00	86.20	46.20
Junc 43	26	0	0.00	85.33	59.33
Junc 44	62	0	0.00	84.58	22.58
Junc Loji	51	12	12.00	84.33	33.33
Junc 8	15	0	0.00	95.00	80.00
Resvr 5	15	#N/A	-200.00	15.00	0.00

Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019

Berdasarkan hasil analisa hidrolis junction diatas, dapat diketahui sistem distribusi air minum/ air yang sudah diolah dari sumber air Sungai Citarik didistribusikan ke wilayah pelayanan melalui sistem perpompaan dan pada titik junction reservoir IPA eksisting tekanan air berada dalam kondisi negative (-), hal ini menunjukan bahwa air tidak dapat mengalir pada titik ini dikarenakan dengan sisa tekan air yang kurang.

**Tabel 7.28** Analisa Hidrolis Pipa Sistem Distribusi Sumber Cimandiri melalui Sistem Gravitasi

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 2	396	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 3	201	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 4	167	200	0.00	0.00	0.00
Pipe 5	1173	200	-10.00	0.32	0.89
Pipe 6	290	200	-10.00	0.32	0.89
Pipe 7	340	200	-10.00	0.32	0.89
Pipe 8	200	300	-10.00	0.14	0.12
Pipe 9	80	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 10	1390	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 11	380	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 12	280	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 13	340	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 14	100	300	-20.00	0.28	0.44
Pipe 15	100	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 16	850	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 17	100	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 18	470	350	-30.00	0.31	0.44
Pipe 20	510	400	160.00	1.27	5.15
Pipe 21	370	400	133.00	1.06	3.66
Pipe 22	370	400	133.00	1.06	3.66
Pipe 23	300	400	133.00	1.06	3.66
Pipe 24	1200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 25	600	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 26	400	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 27	100	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 28	600	400	118.00	0.94	2.93

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 29	700	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 30	200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 31	200	400	118.00	0.94	2.93
Pipe 32	800	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 33	200	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 34	600	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 35	200	350	118.00	1.23	5.61
Pipe 36	800	250	0.00	0.00	0.00
Pipe 37	870	350	-40.00	0.42	0.76
Pipe 38	530	400	-40.00	0.32	0.40
Pipe 19	683	200	27.00	0.86	5.58
Pipe 39	813	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 40	430	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 41	410	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 42	700	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 43	600	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 44	200	200	12.00	0.38	1.24
Pipe 45	70	450	200.00	1.26	4.39
Pump 46	#N/A	#N/A	200.00	0.00	-80.00

Sumber : Perhitungan Konsultan, 2019

Berdasarkan hasil analisa hidrolis tiap titik junction sistem distribusi air baku dari sumber air Sungai Cimandiri diatas maka diperoleh kebutuhan kapasitas SPAM sebagai berikut :

1. Kebutuhan pompa adalah 200 l/det head 80 meter
2. Dimensi pipa 450 mm sepanjang 70 meter
3. Dimensi pipa 400 mm sepanjang 6.080 meter
4. Dimensi pipa 350 mm sepanjang 3.320 meter
5. Dimensi pipa 300 mm sepanjang 2.770 meter
6. Dimensi pipa 250 mm sepanjang 850 meter
7. Dimensi pipa 200 mm sepanjang 6.403 meter

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu alternatif 7 meliputi :

1. Unit air baku
2. Unit produksi
3. Unit distribusi
4. Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 93.758.733.750,00. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 7.29 Kebutuhan Investasi Alternatif 7

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Biaya	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	225	2.500.000	562.500.000	562.500.000		
2	Pembangunan Unit Intake Bendungan Kapasitas 200 l/det dengan Bangunan pelengkap	ls	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pompa Submersible 200 l/det head 40 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	2	320.000.000	640.000.000	640.000.000		
4	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi S. Cimandiri - Citepus, HDPE dia 500 mm lengkap dengan assesoris	m	200	3.250.000	650.000.000	650.000.000		
5	Pembangunan Rumah Panel dan Genset	m <sup>2</sup>	16	2.000.000	32.000.000	32.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
7	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>5.427.000.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	400	2.500.000	1.000.000.000	1.000.000.000		
2	Pembangunan Unit IPA lengkap dengan assesoris perpipaan, pembubuhan kimia, dan pekerjaan tanah	l/det	150	96.000.000	14.400.000.000	14.400.000.000		
3	Pembangunan SDB	unit	1	2.500.000.000	2.500.000.000	2.500.000.000		
4	Pembangunan Kantor Operasional/ Jaga	m <sup>2</sup>	36	96.000.000	3.456.000.000	3.456.000.000		
5	Pembangunan Gudang	m <sup>2</sup>	25	2.000.000	50.000.000	50.000.000		
6	Pembangunan Rumah Pompa, Genset, dan Panel Elektrikal	m <sup>2</sup>	108	2.000.000	216.000.000	216.000.000		
7	Pengadaan dan Pemasangan Genset 250 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	422.500.000	422.500.000	422.500.000		
8	Penyambungan Daya Listrik PLN 250 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
					<b>22.164.500.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris (IPA Eksisting)	m <sup>3</sup>	1.000	7.500.000	7.500.000.000	7.500.000.000		
2	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris (IPA Rencana)	m <sup>3</sup>	1.000	7.500.000	7.500.000.000	7.500.000.000		
3	Pemasangan dan Pengadaan Pompa sentrifugal 50 l/det; head 40 m lengkap dengan assesoris dan panel	unit	4	250.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000		
4	Pemasangan dan Pengadaan Meter Induk dia. 450 mm	unit	1	184.000.000	184.000.000	184.000.000		
5	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 450 mm	m	70	2.310.000	161.700.000	161.700.000		
6	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 400 mm	m	6.080	1.650.000	10.032.000.000	10.032.000.000		
7	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 350 mm	m	3.320	900.000	2.988.000.000	2.988.000.000		
8	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 300 mm	m	2.770	900.000	2.493.000.000	2.493.000.000		
9	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 250 mm	m	850	900.000	765.000.000	765.000.000		
10	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 200 mm	m	6.403	687.500	4.402.062.500	1.760.825.000	1.320.618.750	1.320.618.750
11	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 150 mm	m	455	520.000	236.600.000	94.640.000	70.980.000	70.980.000
12	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 100 mm	m	350	250.000	87.500.000	35.000.000	26.250.000	26.250.000
13	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 50 mm	m	7.000	93.750	656.250.000	262.500.000	196.875.000	196.875.000
14	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 25 mm	m	21.000	15.600	327.600.000	131.040.000	98.280.000	98.280.000
15	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Optimalisasi	unit	3500	960.000	3.360.000.000	3.360.000.000		
16	Meter air pelanggan (sambungan rumah) - Penambahan Baru	unit	15000	960.000	14.400.000.000		7.200.000.000	7.200.000.000
					<b>56.093.712.500</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	AMDAL	ls	1	500.000.000	500.000.000	500.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	ls	3	350.000.000	1.050.000.000	350.000.000	350.000.000	350.000.000
					<b>1.550.000.000</b>			
	Jumlah				<b>85.235.212.500</b>			
	PPN	%	10		<b>8.523.521.250</b>			
					<b>Total Keseluruhan</b>	<b>93.758.733.750</b>	<b>66.709.205.000</b>	<b>9.263.003.750</b>

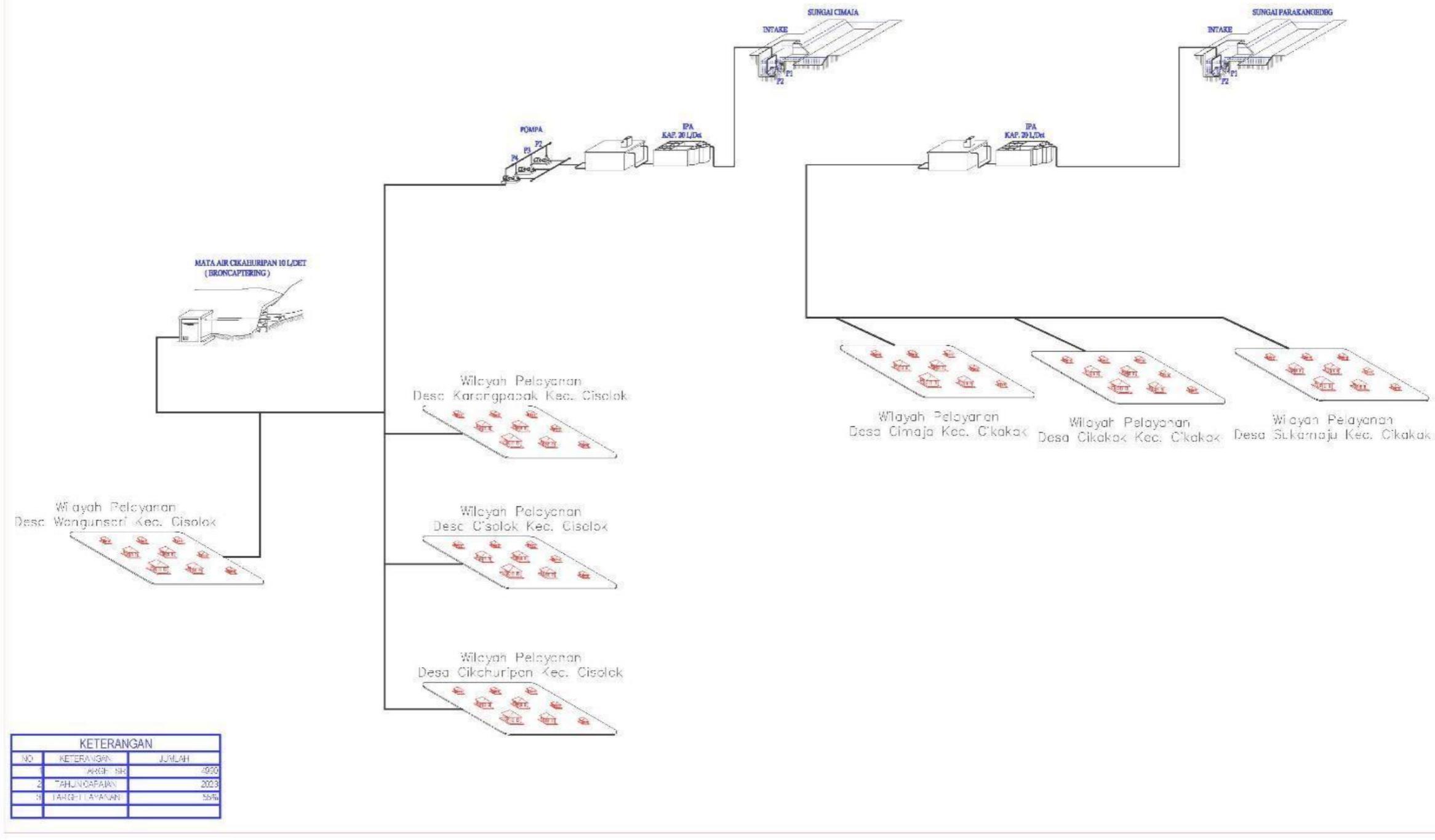
## 2. Skenario Pengembangan SPAM Kecamatan Cisolok dan Kecamatan Cikakak

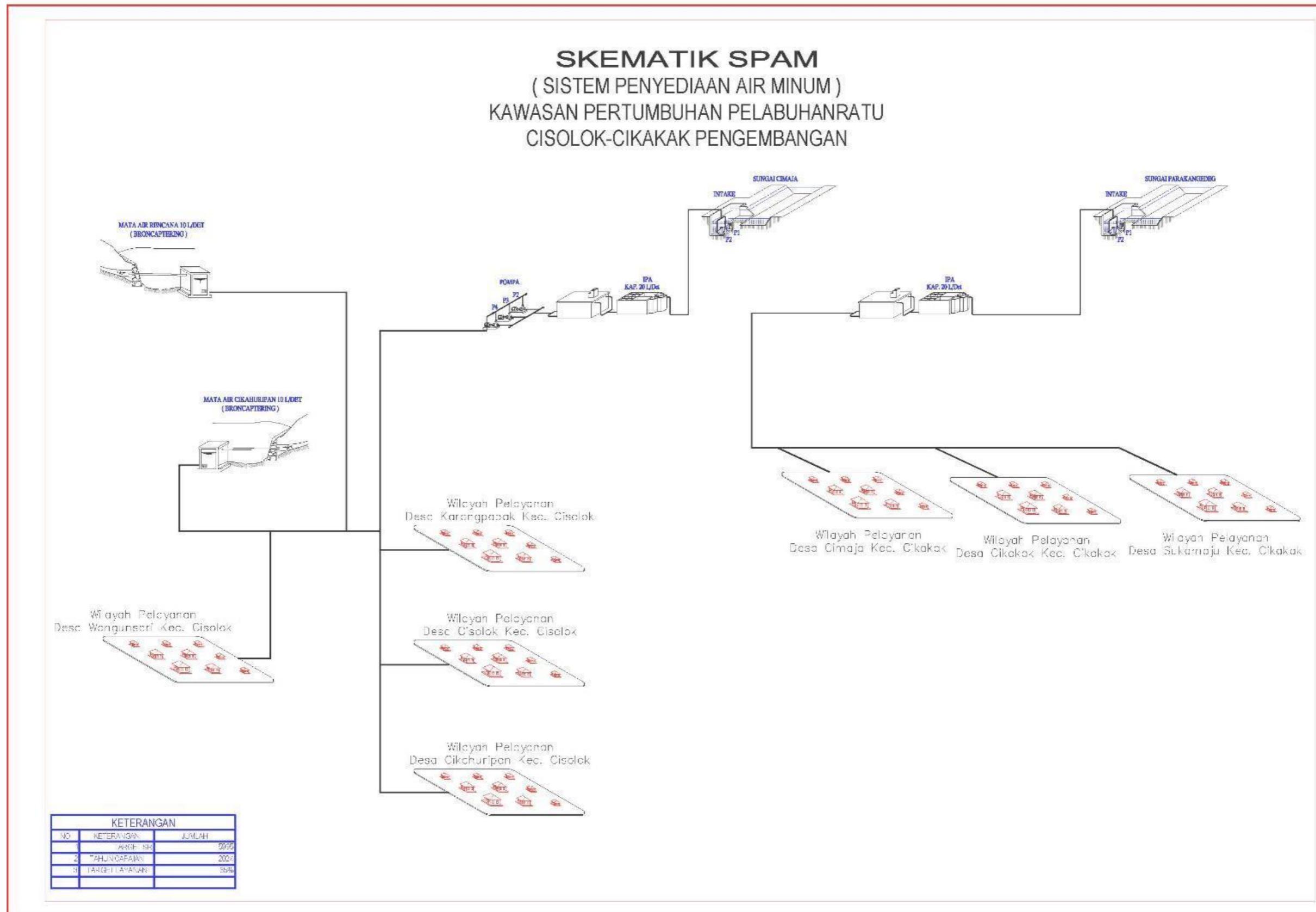
Skenario pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Kecamatan Cisolok dan Kecamatan Cikakak direncanakan sebagai berikut :

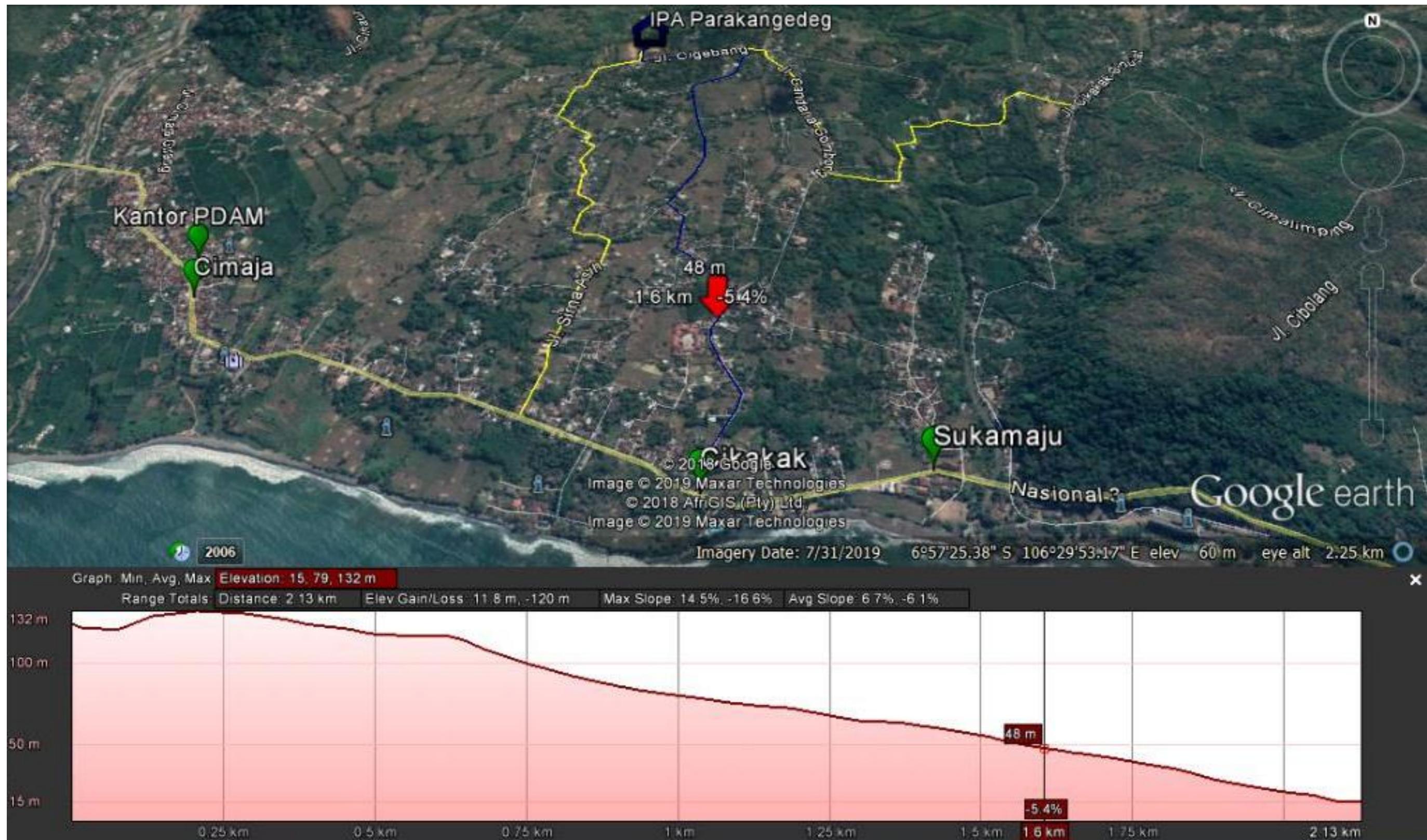
- a. Menambah kapasitas produksi dengan sumber mata air sebesar 10 l/det.
- b. Target pelayanan adalah sebesar 5.995 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 65% di wilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2024.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Kecamatan Cisolok dan Cikakak.

**SKEMATIK SPAM**  
**( SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM )**  
**KAWASAN PERTUMBUHAN PELABUHANRATU**  
**CISOLOK-CIKAKAK EKSISTING**







Gambar 7.15 Skematik – Sumber air baku S. Parakagedeg

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu cisolok - cikakak meliputi :

- a. Unit air baku
- b. Unit produksi
- c. Unit distribusi
- d. Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 20.872.124.167,00. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah.

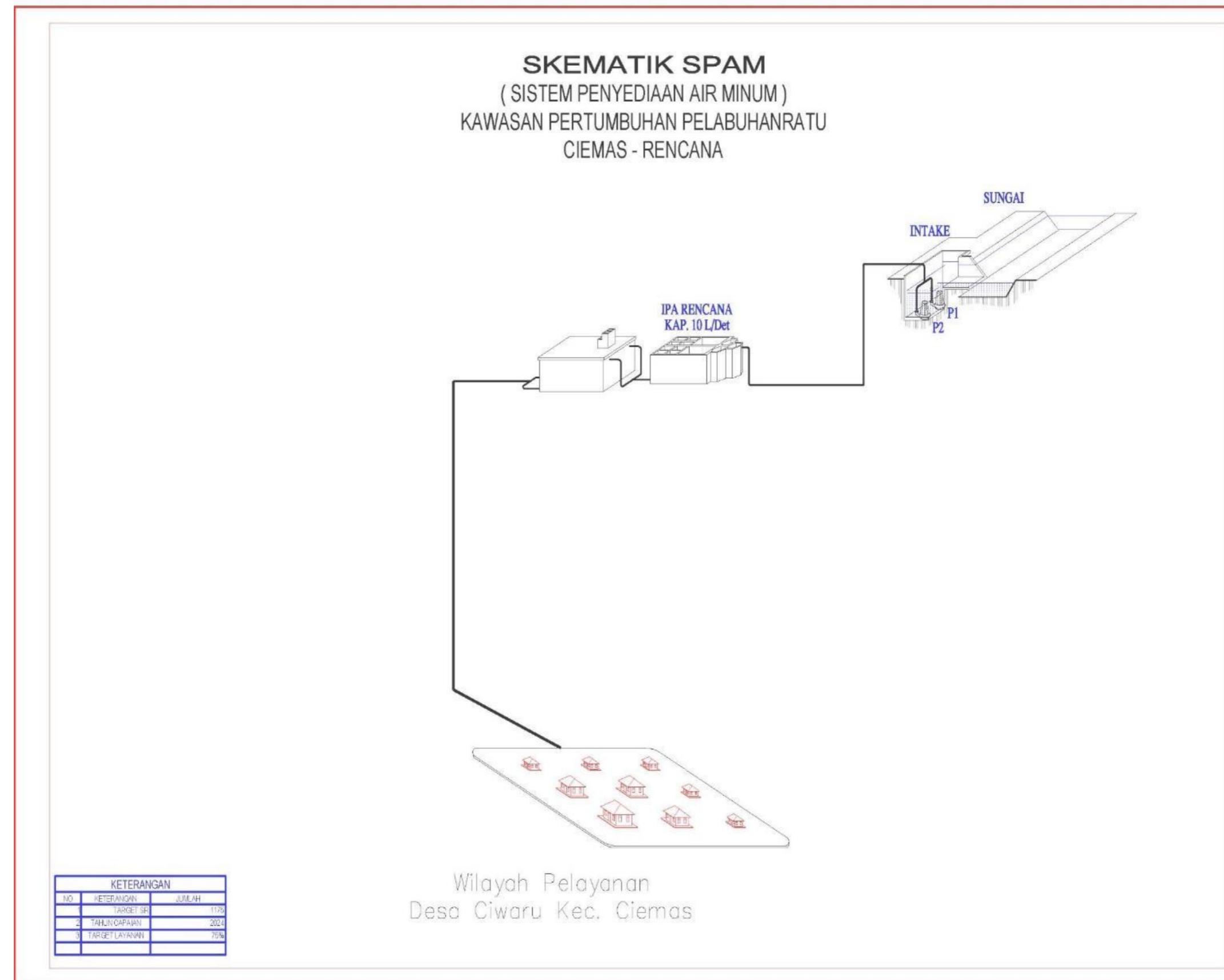
**Tabel 7.30** Kebutuhan Investasi Sistem cisolok - cikakak

### **3. Skenario Pengembangan SPAM Kecamatan Ciemas**

Skenario pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Kecamatan Ciemas direncanakan sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi dengan sumber sungai sebesar 10 l/det.
- b. Target pelayanan adalah sebesar 1.175 SR dengan cakupan pelayanan sebesar 75% diwilayah pelayanan teknis. Diharapkan target pelayanan ini dapat tercapai pada tahun 2024.

Berikut ini adalah skematik perencanaan pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu Kecamatan Ciemas .





Gambar 7.16 Skematik – Sumber air baku Desa Ciwaru

#### Kebutuhan Investasi

Perkiraan kebutuhan untuk investasi SPAM kawasan strategis pelabuhanratu ciemas meliputi :

- a. Unit air baku
- b. Unit produksi
- c. Unit distribusi
- d. Unit pendukung

Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 19.623.376.667,00. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah.

**Tabel 7.31** Kebutuhan Investasi Sistem ciemas

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Jumlah	Biaya	Jumlah Biaya	Tahap I - 2020	Tahap II - 2021	Tahap III - 2022
<b>a</b>	<b>Unit Air Baku</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	100	2.500.000	250.000.000	250.000.000		
2	Pembangunan Unit Intake Kapasitas 10 l/det lengkap dengan assesoris dan bangunan pelengkap	l/det	10	150.000.000	1.500.000.000	1.500.000.000		
3	Pengadaan dan Pemasangan Pipa Transmisi HDPE dia 250 mm lengkap dengan assesoris	m	100	1.850.000	185.000.000	185.000.000		
5	Pembangunan Rumah Panel dan Genset	m <sup>2</sup>	16	2.000.000	32.000.000	32.000.000		
6	Pengadaan dan Pemasangan Genset 175 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	234.000.000	234.000.000	234.000.000		
7	Penyambungan Daya Listrik PLN 175 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	85.000.000	85.000.000	85.000.000		
					<b>2.286.000.000</b>			
<b>b</b>	<b>Unit Pengolahan</b>							
1	Pembebasan Lahan	m <sup>2</sup>	100	2.500.000	250.000.000	250.000.000		
2	Pembangunan Unit IPA lengkap dengan assesoris perpipaan, pembubuhan kimia, dan pekerjaan tanah	l/det	10	96.000.000	960.000.000	960.000.000		
3	Pembangunan SDB	unit	1	2.500.000.000	2.500.000.000	2.500.000.000		
4	Pembangunan Kantor Operasional/ Jaga	m <sup>2</sup>	36	96.000.000	3.456.000.000	3.456.000.000		
5	Pembangunan Gudang	m <sup>2</sup>	25	2.000.000	50.000.000	50.000.000		
7	Pengadaan dan Pemasangan Genset 100 KVA lengkap panel, kabel dan asesoris	unit	1	175.500.000	175.500.000	175.500.000		
8	Penyambungan Daya Listrik PLN 100 kVA lengkap dengan penunjang	unit	1	63.750.000	63.750.000	63.750.000		
					<b>7.455.250.000</b>			
<b>c</b>	<b>Unit Distribusi</b>							
1	Pembangunan reservoir lengkap dengan assesoris	m <sup>3</sup>	150	7.500.000	1.125.000.000	1.125.000.000		
2	Pemasangan dan Pengadaan Meter Induk dia. 200 mm	unit	1	184.000.000	184.000.000	184.000.000		
3	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 200 mm	m	6.500	687.500	4.468.750.000	4.468.750.000		
4	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 150 mm	m	1.300	520.000	676.000.000	338.000.000		
5	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 100 mm	m	333	250.000	83.333.333	83.333.333		
6	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 50 mm	m	2.000	93.750	187.500.000	93.750.000	46.875.000	46.875.000
7	Pemasangan dan Pengadaan Pipa dia. 25 mm	m	6.000	15.600	93.600.000	46.800.000	23.400.000	23.400.000
8	Meter Air Pelanggan baru	unit	1.000	960.000	960.000.000	480.000.000	240.000.000	240.000.000
					<b>7.778.183.333</b>			
<b>d</b>	<b>Kegiatan Pendukung</b>							
1	Kajian UKL/UPL	Ls	1	120.000.000	120.000.000	120.000.000		
2	Supervisi Pelaksanaan Konstruksi	Ls	1	200.000.000	200.000.000	200.000.000		
					<b>320.000.000</b>			
	Jumlah				17.839.433.333			
	PPN	%	10		1.783.943.333			
				<b>Total Keseluruhan</b>	<b>19.623.376.667</b>	<b>16.880.883.333</b>	<b>648.275.000</b>	<b>310.275.000</b>

### 7. 2. 3. Analisa Skenario Teknis

Berikut ini adalah rekapitulasi kebutuhan kapasitas sistem pengembangan SPAM sesuai dengan rencana skenario masing-masing pada pembahasan sebelumnya.

**Tabel 7.32 Rekapitulasi Kebutuhan Sistem Perpipaan Alternatif Pengembangan SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhan Ratu**

No	Skenario	Kebutuhan Kapasitas Pompa	Kebutuhan Pipa (diameter) - meter							
			500	450	400	350	300	250	200	Total
1	Sistem Transmisi dari Sumber Sungai Citarik – Sistem Gravitasi	-	15.500							15.500
2	Sistem Transmisi dari Sumber Sungai Citarik – Sistem Perpompaan	200 l/det ; 60 m		17.000						17.000
3	Sistem Transmisi dari Sumber Sungai Cimandiri – Sistem Perpompaan	200 l/det ; 80 m		7.887						7.887
4	Sistem Distribusi dari Sumber Sungai Citarik maupun Sungai Cimandiri – Sistem Gravitasi & Perpompaan	50 l/det; 80 m				5480	280	5.856	2767	14.383
5	Sistem Distribusi dari Sumber Sungai Citarik – Sistem Perpompaan	200 l/det; 40 m		12.407	4.000			3.836		20.243
6	Sistem Distribusi dari Sumber Sungai Cimandiri – Sistem Perpompaan	200 l/det ; 80 m		70	6.080	3.320	2.770	850	6.403	19.493

Sumber : Hasil Analisa Konsultan, 2019

Berikut ini adalah matriks resume penjelasan berbagai alternatif sistem penyediaan air minum di Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu yang dapat diterapkan sesuai dengan kebutuhan dan rencana daerah pelayanannya.

Tabel 7.33 Matriks ResUME Alternatif Sistem Penyediaan Air Minum Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

NO	Alternatif Sistem	Sumber Air Baku	Sistem Transmisi	Kapasitas IPA Yang Diperlukan	Sistem Distribusi	Kebutuhan Reservoir	Daerah Pelayanan	Perkiraan Kebutuhan Biaya	Keterangan
1	Alternatif Sistem 1	Sungai Citarik, kapasitas intake 200 l/det	Gravitasi	Tidak Ada	Gravitasi	Menambahkan Kapasitas reservoir di lokasi Reservoir Cabang Pelabuhanratu sebesar 1000 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kelurahan Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Desa Citarik</li> <li>▪ Desa Citepus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unit Air Baku : RP. 53.937.500.000</li> <li>▪ Unit Produksi : 2.000.000.000</li> <li>▪ Unit Distribusi dan Pelayanan : 3.495.360.000</li> <li>▪ Kegiatan Penunjang : 350.000.000</li> <li>▪ Jumlah setelah ppn : 65.761.146.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alternative 1 ini menggantikan sumber air baku eksisting (dari sungai Citepus) dengan Sungai Citarik dan penyaluran air bakunya menggunakan sistem gravitasi</li> <li>▪ Air baku disalurkan menuju IPA eksisting yang ada di Cabang Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Dari hasil Analisa hidrolis, ditemukan beberapa titik kritis pada jalur pipa transmisi sehingga terdapat tekanan negative pada titik kritis ini</li> <li>▪ Jalur pipa transmisi melewati daerah permukiman warga yang cukup padat dimana tempat pemasangan pipa berada pada jalur jalan sempit (lebar 1,5 m) dan daerah perkebunan yang belum ada akses jalan kendaraan bermotor (hanya jalan setapak)</li> <li>▪ Pada alternative ini diperlukan rehabilitasi IPA eksisting 40 l/det sehingga kapasitas produksi seluruhnya mencapai 140 l/det</li> <li>▪ Daerah pelayanan hanya melayani daerah pelayanan eksisting</li> </ul>
2	Alternatif Sistem 2	Sungai Citarik, kapasitas intake 200 l/det	Perpompaan	Tidak Ada	Gravitasi	Menambahkan Kapasitas reservoir di lokasi Reservoir Cabang Pelabuhanratu sebesar 1000 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kelurahan Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Desa Citarik</li> <li>▪ Desa Citepus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unit Air Baku : RP. 55.212.000.000</li> <li>▪ Unit Produksi : 2.000.000.000</li> <li>▪ Unit Distribusi dan Pelayanan : 3.495.360.000</li> <li>▪ Kegiatan Penunjang : 700.000.000</li> <li>▪ Jumlah setelah ppn : 67.548.096.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alternative 2 ini menggantikan sumber air baku eksisting (dari sungai Citepus) dengan Sungai Citarik dan penyaluran air bakunya menggunakan sistem perpompaan</li> <li>▪ Air baku disalurkan menuju IPA eksisting yang ada di Cabang Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Dari hasil Analisa hidrolis, ditemukan beberapa titik kritis sehingga terdapat tekanan negative pada titik kritis ini dan diperlukan pompa. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah 200 l/det, head 60 m.</li> <li>▪ Jalur pipa transmisi yang direncanakan berbeda dengan jalur pipa pada alternative 1, pada jalur ini mengikuti jalur jalan kecamatan, kabupaten, dan Provinsi sehingga mudah untuk pemasangan pipa</li> <li>▪ Pada alternative ini diperlukan rehabilitasi IPA eksisting 40 l/det sehingga kapasitas produksi seluruhnya mencapai 140 l/det</li> <li>▪ Daerah pelayanan hanya melayani daerah pelayanan eksisting</li> </ul>
3	Alternatif 3	Sungai Citarik, kapasitas intake 200 l/det	Perpompaan	Tidak Ada	Gravitasi dan Perpompaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menambahkan Kapasitas reservoir di lokasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kelurahan Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Desa Citarik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unit Air Baku : RP. 55.152.000.000</li> <li>▪ Unit Produksi :</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alternative 3 ini menggantikan sumber air baku eksisting (dari sungai Citepus) dengan Sungai Citarik dan penyaluran air bakunya menggunakan sistem</li> </ul>

NO	Alternatif Sistem	Sumber Air Baku	Sistem Transmisi	Kapasitas IPA Yang Diperlukan	Sistem Distribusi	Kebutuhan Reservoir	Daerah Pelayanan	Perkiraan Kebutuhan Biaya	Keterangan
						<p>Reservoir Cabang Pelabuhanratu sebesar 1000 m<sup>3</sup></p> <p>Membangun reservoir utnuk booster pump sebesar 650 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Desa Citepus</li> <li>■ Desa Loji (rencana)</li> <li>■ Desa Cidadap (rencana)</li> <li>■ Desa Tonjong (rencana)</li> <li>■ Desa Jayanti (rencana)</li> <li>■ Desa Pasirsuren (rencana)</li> <li>■ Desa Cikadu (rencana)</li> </ul>	<p>2.000.000.000</p> <p>■ Unit Distribusi dan Pelayanan : 61.434.555.000</p> <p>■ Kegiatan Penunjang : 850.000.000</p> <p>■ Jumlah setelah ppn : 131.380.210.500</p>	<p>perpompaan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Air baku disalurkan menuju IPA eksisting yang ada di Cabang Pelabuhan Ratu, kemudian distribusikan menuju daerah pelayanan eksisting dan rencana</li> <li>■ Dari hasil Analisa hidrolis, ditemukan beberapa titik kritis pada jalur pipa transmisi sehingga terdapat tekanan negative pada titik kritis ini dan diperlukan pompa. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah 200 l/det, head 40 m.</li> <li>■ Jalur pipa transmisi yang direncanakan sama dengan alternatif 2</li> <li>■ Pada alternatif ini diperlukan rehabilitasi IPA eksisting 40 l/det sehingga kapasitas produksi seluruhnya mencapai 140 l/det</li> <li>■ Daerah pelayanan melayani daerah pelayanan eksisting dan terdapat penambahan beberapa desa lainnya</li> <li>■ Untuk melayani wilayah pelayanan rencana, terdapat titik kritis yang tidak dapat dialiri secara gravitasi sehingga diperlukan booster pump, kapasitas pompa yang digunakan adalah 75 l/det, head 60 m.</li> </ul>
4	Alternatif 4	Sungai Citarik, kapasitas intake 200 l/det	Perpompaan	IPA Kapasitas 150 l/det, lokasi di dekat Intake	Perpompaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pembangunan reservoir di lokasi reservoir eksisting sebesar 1000 m<sup>3</sup></li> <li>■ Pembangunan reservoir di lokasi IPA Rencana sebesar 1000 m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kelurahan Pelabuhan Ratu</li> <li>■ Desa Citarik</li> <li>■ Desa Citepus</li> <li>■ Desa Loji (rencana)</li> <li>■ Desa Cidadap (rencana)</li> <li>■ Desa Tonjong (rencana)</li> <li>■ Desa Jayanti (rencana)</li> <li>■ Desa Pasirsuren (rencana)</li> <li>■ Desa Cikadu (rencana)</li> </ul>	<p>■ Unit Air Baku : RP. 5.102.000.000</p> <p>■ Unit Produksi : 22.164.500.000</p> <p>■ Unit Distribusi dan Pelayanan : 74.635.695.000</p> <p>■ Kegiatan Penunjang : 750.000.000</p> <p>■ Jumlah setelah ppn : 113.049.414.500</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alternative 4 ini menambah sumber air baku dari Sungai Citarik dan penyaluran air bakunya menggunakan sistem perpompaan.</li> <li>■ Pada alternatif sistem ini, Unit SPAM Eksisting yang ada di cabang Pelabuhan Ratu tetap beroperasi dengan sumber dari Citepus</li> <li>■ Air baku Sungai Citarik disalurkan menuju IPA rencana kemudian didistribusikan menuju daerah pelayanan secara perpompaan dari lokasi IPA</li> <li>■ Dari hasil Analisa hidrolis, ditemukan beberapa titik kritis pada jalur pipa distribusi sehingga terdapat tekanan negative pada titik kritis ini dan diperlukan pompa. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah 150 l/det, head 40 m.</li> <li>■ Jalur pipa distribusi yang direncanakan berada di jalur jalan kecamatan, kabupaten, dan Provinsi sehingga mudah untuk pemasangan dan pemeliharaan</li> <li>■ Pada alternatif ini dibangun IPA kapasitas 150 l/det sehingga jumlah kapasitas terpasang di Cabang Pelabuhan Ratu ada 290 l/det (40 l/det di eksisting cabang pelabuhan ratu sebagai cadangan)</li> <li>■ Daerah pelayanan melayani daerah pelayanan eksisting</li> </ul>

NO	Alternatif Sistem	Sumber Air Baku	Sistem Transmisi	Kapasitas IPA Yang Diperlukan	Sistem Distribusi	Kebutuhan Reservoir	Daerah Pelayanan	Perkiraan Kebutuhan Biaya	Keterangan
									dan terdapat penambahan beberapa desa lainnya
5	Alternatif Sistem 5	Sungai Cimandiri, Kapasitas Intake 200 l/det	Perpompaan	Tidak Ada	Tidak ada	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menambahkan Kapasitas reservoir di lokasi Reservoir Cabang Pelabuhanratu sebesar 1000 m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kelurahan Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Desa Citarik</li> <li>▪ Desa Citepus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unit Air Baku : RP. 30.589.750.000</li> <li>▪ Unit Produksi : 2.000.000.000</li> <li>▪ Unit Distribusi dan Pelayanan : 14.355.360.000</li> <li>▪ Kegiatan Penunjang : 1.200.000.000</li> <li>▪ Jumlah setelah ppn : 52.959.621.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alternative 5 ini menggantikan sumber air baku eksisting (dari sungai Citepus) dengan Sungai Cimandiri dan penyaluran air bakunya menggunakan sistem perpompaan</li> <li>▪ Air baku disalurkan menuju IPA eksisting yang ada di Cabang Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Dari hasil Analisa hidrolis, ditemukan beberapa titik kritis pada jalur pipa transmisi sehingga terdapat tekanan negative pada titik kritis ini dan diperlukan pompa. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah 200 l/det, head 80 m.</li> <li>▪ Jalur pipa transmisi yang direncanakan mengikuti jalur jalan kecamatan, kabupaten, dan Provinsi sehingga mudah untuk pemasangan pipa</li> <li>▪ Pada alternatif ini diperlukan rehabilitasi IPA eksisting 40 l/det sehingga kapasitas produksi seluruhnya mencapai 140 l/det</li> <li>▪ Daerah pelayanan hanya melayani daerah pelayanan eksisting</li> </ul>
6	Alternatif Sistem 6	Sungai Cimandiri, Kapasitas Intake 200 l/det	Perpompaan	Tidak Ada	Gravitasi dan Perpompaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menambahkan Kapasitas reservoir di lokasi Reservoir Cabang Pelabuhanratu sebesar 1000 m<sup>3</sup></li> <li>▪ Membangun reservoir untuk booster pump sebesar 650 m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kelurahan Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Desa Citarik</li> <li>▪ Desa Citepus</li> <li>▪ Desa Loji (rencana)</li> <li>▪ Desa Cidadap (rencana)</li> <li>▪ Desa Tonjong (rencana)</li> <li>▪ Desa Jayanti (rencana)</li> <li>▪ Desa Pasirsuren (rencana)</li> <li>▪ Desa Cikadu (rencana)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unit Air Baku : RP. 30.409.750.000</li> <li>▪ Unit Produksi : 2.000.000.000</li> <li>▪ Unit Distribusi dan Pelayanan : 42.772.572.500</li> <li>▪ Kegiatan Penunjang : 1.550.000.000</li> <li>▪ Jumlah setelah ppn : 84.405.554.750</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alternative 3 ini menggantikan sumber air baku eksisting (dari sungai Citepus) dengan Sungai Citarik dan penyaluran air bakunya menggunakan sistem perpompaan</li> <li>▪ Air baku disalurkan menuju IPA eksisting yang ada di Cabang Pelabuhan Ratu, kemudian distribusikan menuju daerah pelayanan eksisting dan rencana</li> <li>▪ Dari hasil Analisa hidrolis, ditemukan beberapa titik kritis pada jalur pipa transmisi sehingga terdapat tekanan negative pada titik kritis ini dan diperlukan pompa. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah 200 l/det, head 40 m.</li> <li>▪ Jalur pipa transmisi yang direncanakan sama dengan alternatif 5</li> <li>▪ Pada alternatif ini diperlukan rehabilitasi IPA eksisting 40 l/det sehingga kapasitas produksi seluruhnya mencapai 140 l/det</li> <li>▪ Daerah pelayanan melayani daerah pelayanan eksisting dan terdapat penambahan beberapa desa lainnya</li> <li>▪ Untuk melayani wilayah pelayanan rencana, terdapat titik kritis yang tidak dapat dialiri secara gravitasi sehingga diperlukan booster pump, kapasitas pompa</li> </ul>

NO	Alternatif Sistem	Sumber Air Baku	Sistem Transmisi	Kapasitas IPA Yang Diperlukan	Sistem Distribusi	Kebutuhan Reservoir	Daerah Pelayanan	Perkiraan Kebutuhan Biaya	Keterangan
									yang digunakan adalah 75 l/det, head 60 m
7	Alternatif Sistem 7	Sungai Cimandiri, Kapasitas Intake 200 l/det	Perpompaan	IPA Kapasitas 150 l/det, lokasi di lahan PDAM dekat Intake	Perpompaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pembangunan reservoir di lokasi reservoir eksisting sebesar 1000 m<sup>3</sup></li> <li>▪ Pembangunan reservoir di lokasi IPA Rencana sebesar 1000 m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kelurahan Pelabuhan Ratu</li> <li>▪ Desa Citarik</li> <li>▪ Desa Citepus</li> <li>▪ Desa Loji (rencana)</li> <li>▪ Desa Cidadap (rencana)</li> <li>▪ Desa Tonjong (rencana)</li> <li>▪ Desa Jayanti (rencana)</li> <li>▪ Desa Pasirsuren (rencana)</li> <li>▪ Desa Cikadu (rencana)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unit Air Baku : RP. 5.427.000.000</li> <li>▪ Unit Produksi : 22.164.500.000</li> <li>▪ Unit Distribusi dan Pelayanan :</li> <li>▪ 56.093.712.500</li> <li>▪ Kegiatan Penunjang : 1.550.000.000</li> <li>▪ Jumlah setelah ppn : 93.758.733.750</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alternative 7 ini menambah sumber air baku dari Sungai Cimandiri dan penyaluran air bakunya menggunakan sistem perpompaan.</li> <li>▪ Pada alternative sistem ini, Unit SPAM Eksisting yang ada di cabang Pelabuhan Ratu tetap beroperasi dengan sumber dari Citepus</li> <li>▪ Air baku Sungai Cimandiri disalurkan menuju IPA rencana kemudian didistribusikan menuju daerah pelayanan secara perpompaan dari lokasi IPA</li> <li>▪ Dari hasil Analisa hidrolis, ditemukan beberapa titik kritis pada jalur pipa distribusi sehingga terdapat tekanan negative pada titik kritis ini dan diperlukan pompa. Kapasitas pompa yang diperlukan adalah 200 l/det, head 80 m.</li> <li>▪ Jalur pipa distribusi yang direncanakan berada di jalur jalan kecamatan, kabupaten, dan Provinsi sehingga mudah untuk pemasangan dan pemeliharaan</li> <li>▪ Pada alternative ini dibangun IPA kapasitas 150 l/det sehingga jumlah kapasitas terpasang di Cabang Pelabuhan Ratu ada 290 l/det (40 l/det di eksisting cabang pelabuhan ratu sebagai cadangan)</li> <li>▪ Daerah pelayanan melayani daerah pelayanan eksisting dan terdapat penambahan beberapa desa lainnya</li> </ul>

Sumber : Hasil Analisa Konsultan, 2019

## 7.3 Justifikasi Kelayakan Rencana Pengembangan SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu

### 7.3.1. Kelayakan Teknis

Berdasarkan hasil kajian teknis terhadap beberapa alternatif tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa secara teknis, sistem penyediaan air minum yang dapat dilaksanakan di Kawasan pertumbuhan Pelabuhanratu di wilayah pelayanan Kecamatan Pelabuhanratu dan Kecamatan Simpenan ini adalah dengan menggunakan alternatif Sistem Distribusi dari Sumber Sungai Cimandiri dengan sistem perpompaan dan memanfaatkan kapasitas eksisting di cabang Pelabuhanratu. Pada alternatif ini dibangun IPA di dekat rencana lokasi intake Sungai Cimandiri sebesar 150 l/det.

Metode pemilihan alternatif dalam kajian studi kelayakan ini, dilakukan dengan metode penilaian kualitatif – kuantitatif, yaitu dengan cara memberikan penilaian terhadap bobot dan parameter penilaian kualitatif. Parameter penilaian dalam pemilihan alternatif sistem ini dibagi kedalam 5 kategori/ kelompok, yaitu :

#### 1. Kehandalan Sumber Air Baku

Yaitu dengan memperhatikan ketersediaan sumber air baku baik secara kualitas maupun kuantitas. Penilaian tertinggi akan diberikan pada sumber air baku yang memiliki kehandalan debit yang aman untuk digunakan sebagai sumber air baku air minum. Kehandalan sumber air baku juga harus memperhatikan prinsip dalam penyediaan air minum yaitu 4 K (kualitas, kuantitas, kontinyuitas, dan keterjangkauan).

#### 2. Kehandalan Sistem

Penilaian kehandalan sistem diberikan atas dasar kemampuan sistem yang akan dibangun terhadap efisiensi dan efektivitas pelayanan SPAM terutama untuk cakupan pelayanannya. Sistem harus mampu menuntaskan dan menjawab permasalahan penyediaan air minum di wilayah perencanaan hingga tuntas dan hasil dari pengembangan SPAM ini dapat dimanfaatkannya oleh masyarakat. Sistem juga harus mampu melayani daerah pelayanan sesuai dengan periode perencanaan yang telah ditentukan

#### 3. Kemudahan Konstruksi

Penilaian kemudahan konstruksi ditujukan agar sistem yang akan digunakan dapat dibangun dan layak secara teknis, artinya sistem yang terbangun mudah untuk bangun dan aman untuk dioperasionalkan secara teknis konstruksi

#### 4. Kemudahan operasional dan pemeliharaan

Penilaian terhadap kemudahan operasional dan pemeliharaan, dimaksudkan agar sistem penyediaan air minum yang dibangun harus mudah untuk dioperasikan dan ringan dalam proses pemeliharaannya.

#### 5. Kebutuhan kapasitas sistem

Parameter penilaian kapasitas sistem merupakan point yang cukup penting untuk mengetahui kelayakan suatu sistem yang akan digunakan. Dari kapasitas sistem dapat diketahui kebutuhan sistem yang diperlukan antara lain besaran kapasitas IPA, intake, pompa intake, pompa distribusi, kebutuhan reservoir, dimensi pipa, asesoris, Panjang pipa, dan kebutuhan bangunan penunjang lainnya.

Berikut ini adalah uraian parameter yang digunakan untuk menentukan penilaian dan pemilihan alternatif sistem untuk SPAM Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu.

### 1. Kehandalan Sumber Air Baku

No	Kehandalan Sumber Air Baku	Nilai
1	Sumber Air Baku memiliki debit handal yang kurang aman	1
2	Sumber Air Baku memiliki debit handal yang cukup aman	2
3	Sumber Air Baku memiliki debit handal yang aman	3
4	Sumber Air Baku memiliki debit handal yang lebih aman	4
5	Sumber Air Baku memiliki debit handal yang sangat aman	5

### 2. Kehandalan Sistem

No	Kehandalan Sistem	Nilai
1	Sistem Pengembangan belum dapat melayani seluruh daerah pelayanan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhan Ratu	1
2	Sistem Pengembangan hanya melayani beberapa daerah pelayanan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhan Ratu	2
3	Sistem Pengembangan sudah melayani seluruh daerah pelayanan Kawasan Pertumbuhan Pelabuhan Ratu	3

### 3. Kemudahan Konstruksi

No	Kemudahan Konstruksi	Nilai
1	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi sulit untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA tidak layak dibangun	1
2	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi cukup mudah untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA tidak layak dibangun	2
3	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi mudah untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA tidak layak dibangun	3
4	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi sulit untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA cukup layak dibangun	4
5	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi sulit untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA layak dibangun	5
6	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi cukup mudah untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA cukup layak dibangun	6
7	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi cukup mudah untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA layak dibangun	7
8	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi mudah untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA cukup layak dibangun	8
9	Jalur sistem perpipaan transmisi maupun distribusi mudah untuk dilalui dan lokasi Intake maupun IPA layak dibangun	9

## 4. Kemudahan operasional dan pemeliharaan

No	Kebutuhan Kapasitas Sistem	Nilai
1	Sistem memerlukan kapasitas pompa besar dan kebutuhan perpipaan serta assesoris banyak	1
2	Sistem memerlukan kapasitas pompa kecil dan kebutuhan perpipaan serta assesoris banyak	2
3	Sistem memerlukan kapasitas pompa besar dan kebutuhan perpipaan serta assesoris sedikit	3
4	Sistem memerlukan kapasitas pompa kecil dan kebutuhan perpipaan serta assesoris sedikit	4
5	Sistem tidak memerlukan pompa dan kebutuhan perpipaan serta assesoris yang cukup	5

## 5. Kebutuhan kapasitas sistem

No	Kemudahan Operasional dan Pemeliharaan	Nilai
1	Pengoperasian Sistem sulit dan rumit	1
2	Pengoperasian Sistem cukup mudah	2
3	Pengoperasian Sistem Mudah	3

Dari beberapa parameter yang telah ditentukan, selanjutnya dilakukan pembobotan untuk masing-masing parameter dimana tahap selanjutnya adalah penilaian akhir berdasarkan nilai bobot ada masing-masing parameter. Berikut ini adalah bobot penilaian untuk tiap parameter penilaian pemilihan alternatif sistem dan hasil penilaian akhir alternatif sistem.

Tabel 7.34 Bobot Penilaian Tiap Parameter Alternatif Sistem Dan Hasil Penilaian Akhir

No	Alternatif Sistem	Penilaian Sistem					Jumlah	
		Kehandalan Sumber Air Baku	Kehandalan Sistem	Kemudahan Konstruksi	Kemudahan O & M	Kebutuhan Kapasitas Sistem	Nilai	Bobot
		<i>Bobot 35%</i>	<i>Bobot 15%</i>	<i>Bobot 30%</i>	<i>Bobot 7%</i>	<i>Bobot 13%</i>	25	100
1	Pengembangan SPAM Sistem Transmisi Gravitasi Alternatif 1 (Citarik - Pelabuhanratu)	2	1	4	2	5	14	56,8
2	Pengembangan SPAM Sistem Transmisi Perpompaan Alternatif 2 (Citarik - Pelabuhanratu)	2	1	5	2	2	12	47,1

No	Alternatif Sistem	Penilaian Sistem					Jumlah	
		Kehandalan Sumber Air Baku	Kehandalan Sistem	Kemudahan Konstruksi	Kemudahan O & M	Kebutuhan Kapasitas Sistem	Nilai	Bobot
3	Pengembangan SPAM Sistem Transmisi Perpompaan Alternatif 3 (Citarik - Pelabuhanratu) Tanpa Penambahan Pelayanan	2	1	5	3	4	15	57,2
4	Pengembangan SPAM Sistem Transmisi Perpompaan Alternatif 4 (Citarik - Pelabuhanratu) Dengan Penambahan Pelayanan	4	3	6	2	2	17	74,5
5	Pengembangan SPAM Sistem Transmisi Perpompaan Alternatif 5 (Cimandiri - Pelabuhanratu)	3	1	9	2	2	18	67,5
6	Pengembangan SPAM Sistem Transmisi Perpompaan Alternatif 6 (Cimandiri - Pelabuhanratu) Tanpa Penambahan Pelayanan	3	1	7	2	2	16	60,8
7	Pengembangan SPAM Sistem Transmisi Perpompaan Alternatif 7 (Cimandiri - Pelabuhanratu) dengan penambahan pelayanan	4	3	7	2	2	18	77,8

Dari hasil penilaian tersebut dapat diketahui bahwa alternatif sistem yang terpilih secara teknis adalah alternatif 7 yaitu Pengembangan SPAM dengan sumber air baku dari Sungai Cimandiri dimana membangun Intake di sungai Cimandiri dengan kapasitas 200 l/det dan IPA sebesar 150 l/det yang terletak dekat dengan lokasi intake, serta melayani wilayah pengembangan yang termasuk dalam Kawasan Pertumbuhan Pelabuhanratu

# BAB VIII

## PERENCANAAN TEKNIS RINCI SPAM PUSAT PERTUMBUHAN PELABUHAN RATU

### 8.1 Memo Desain Perhitungan IPA Kapasitas 150 l/det

Dalam menghitung dimensi IPA, digunakan Qmaksday dimana factor yang digunakan sebesar 1,2, sehingga dimensi IPA yang diperlukan adalah sebesar 180 l/det.

#### 8.1.1. Perhitungan Dimensi IPA

Untuk sumber air baku yang digunakan adalah air permukaan (air sungai). Pengolahan yang dibuat adalah pengolahan lengkap sebagai salah satu antisipasi untuk kualitas air pada saat musim hujan dimana pada kondisi tersebut salah satu parameter akan mengalami kenaikan signifikan yaitu parameter turbidity.

Unit pengolahan air yang digunakan meliputi :

1. Unit Koagulasi - Flokulasi
2. Unit Sedimentasi
3. Unit Filtrasi
4. Unit Desinfeksi

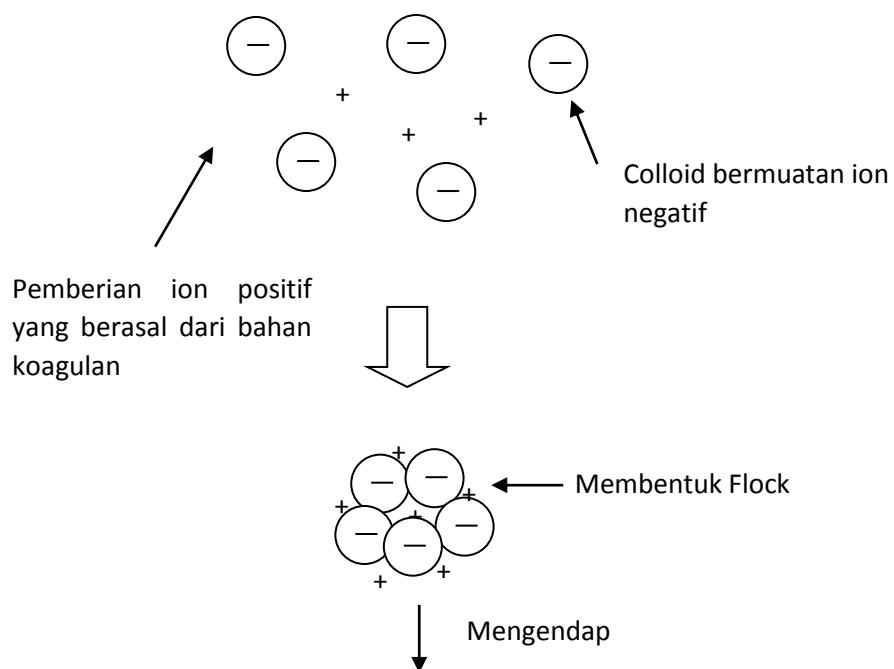
#### 1. UNIT KOAGULASI DAN FLOKULASI

Proses pengadukan dibutuhkan pada sistem pengolahan air bersih yang menggunakan cara konvensional yaitu Coagulation – Flocculation – Sedimentasi dan Filtrasi. Pengadukan khususnya diperlukan pada saat proses Koagulasi dan Flocculasi berlangsung.

Proses Koagulasi adalah pencampuran bahan koagulan dengan air baku. Bahan koagulan adalah bahan kimia yang dapat memberikan ion positif untuk keperluan terjadinya pengelompokan colloid dan pembentukan Flocc. Sedangkan Flocculasi adalah proses pengelompokan colloid untuk membentuk Flocc. Pembentukan flocc dibutuhkan agar colloid

sebagai bahan pengotor sumber air baku yang memiliki diameter sangat kecil bergambung menjadi lebih besar sehingga dapat diendapkan dan kemudian dihilangkan dari badan air baku. Kekeruhan yang terjadi pada air baku dari sumber air permukaan berasal dari partikel yang disebut dengan "Colloid". Colloid memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu sekitar  $0,001 - 1 \mu\text{m}$  (mikron meter/ per seribu mm), sehingga sulit mengendap. Agar colloid tersebut dapat mudah mengendap maka perlu dilakukan pengelompokan diantara colloid tersebut sehingga membentuk partikel yang memiliki ukuran yang besar dan mudah mengendap.

Colloid biasanya bermuatan ion negatif, sehingga agar dapat saling tarik menarik dengan colloid lainnya dibutuhkan pemberian ion positif. Dengan pemberian ion positif dan dilakukan pengadukan maka sejumlah colloid akan saling menempel dan membentuk flock.



**Gambar 8.1** Proses Flokulasi

Sumber : <http://akademia.edu.htm>

Setelah flock terbentuk maka dapat dilakukan proses pengendapan. Kecepatan endap flock sekitar antara  $0,3 - 0,45 \text{ m/jam}$ .

## KOAGULASI

Bahan koagulan :

Bahan koagulan yang dapat memberikan donor ion positif yang biasa digunakan adalah :

- ◆ Aluminum Sulfate  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , menghasilkan  $\rightarrow \text{ion Al}^{+3}$
- ◆ Ferric Sulfate  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , menghasilkan  $\rightarrow \text{ion Fe}^{+3}$
- ◆ PAC, Poli Aluminum Chloride menghasilkan ion positif Aluminum yang lebih banyak

Kriteria Desain :

- Waktu pengadukan : 1 - 5 detik (diambil 5)

- Nilai G/detik : 500 - 1000 (diambil 750)
- Nilai G \* Td : > 750 (nilai 3750)

## PERHITUNGAN :

- Debit rata-rata : 75 l/detik
- Faktor peak untuk instalasi : 1,2
- Debit instalasi :  $75 \text{ l/detik} * 1,2 = 90 \text{ l/detik} = 0,009 \text{ m}^3/\text{detik} = 5,4 \text{ m}^3/\text{menit}$

## Volume Bak Penampung :

- Volume = Debit \* td  
 $= 0,009 \text{ m}^3/\text{detik} * 5 \text{ detik}$   
 $= 0,45 \text{ m}^3$

## Luas permukaan Bak

- Luas Permukaan Bak

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$\text{Tinggi bak} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Volume bak} = 0,45 \text{ m}^3$$

$$\text{LuasPermukaanBak} = \frac{\text{Volume}}{\text{Tinggi}} =$$

$$\text{LuasPermukaanBak} = \frac{0,45 \text{ m}^3}{1 \text{ m}} = 0,45 \text{ m}^2$$

- Lebar dan Tinggi Bak

Perbandingan P : L = 3 : 1

$$A = 3L * L$$

$$L = \sqrt{\frac{A}{3}} =$$

$$L = \sqrt{\frac{0,45}{3}} = 0,22 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Bak} = 0,22 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang Bak} &= 3 * L \\ &= 3 * 0,22 \text{ m} = 0,66 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Freeboard bak} = 0,3 \text{ m}$$

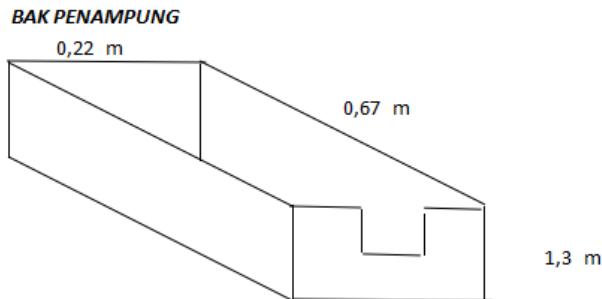
$$\begin{aligned} \text{Ketinggian Bak} &= \text{tinggi} + \text{FB} \\ &= 1 \text{ m} + 0,3 \text{ m} = 1,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dimensi Bak Unit Koagulasi =

$$P = 0,67 \text{ m}$$

$$L = 0,22 \text{ m}$$

$$T = 1,3 \text{ m}$$



**Gambar 8.2** Dimensi Bak Penampung

- Kehilangan Tekanan

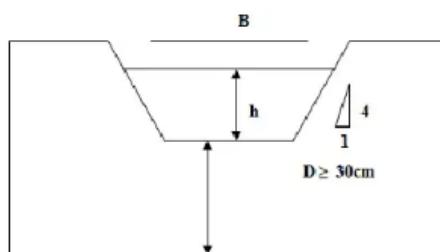
$$HL = \frac{G^2 * 0,8746 * 0,000001 * C}{\rho * g * Q}$$

$$HL = \frac{750 * 0,8746 * 0,000001 * 0,45}{0,996 * 9,81 * 90 / 1000}$$

$$HL = 0,25 \text{ m}$$

- WEIR CIPPOLETTI

Alat Ukur Debit Cipolletti adalah suatu alat ukur debit berdasarkan peluapan sempurna dengan ambang tipis. Alat ukur debit ini digunakan untuk mengukur debit saluran yang tidak begitu besar, dan biasa dipakai pada saluran terti-air (saluran yang langsung ke sawah). Alat ini sesuai dipakai di pegunungan dimana tanah mempunyai kemiringan yang cukup besar (Yuwono, 1988). Berikut ini perhitungan Cipolletti :



**Gambar 8.3** Alat Ukur Debit Weir Cipolletti

Sumber : <http://needthing.blogspot.com>

Dimana :

B = Lebar Ambang (m)

h = Tinggi muka air diatas ambang (m)

D = Tinggi ambang (m)

Lebar Weir :

$$B = \frac{Q/1000}{1,86 * \left( HL^{1,5} \right)}$$

$$B = \frac{90/1000}{1,86 * \left( 0,25^{1,5} \right)}$$

$$B = 0,12m$$

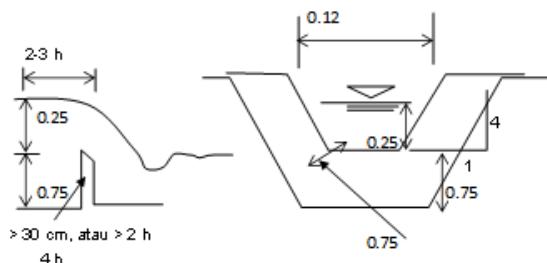
Tinggi pelimpah :

$$h = \frac{\text{tinggibak}}{HL}$$

$$h = \frac{1}{0,25}$$

$$h = 0,75m$$

WEIR CIPPOLETTI



Gambar 8.4 Dimensi Weir Cipolletti

- WEIR THOMPSON

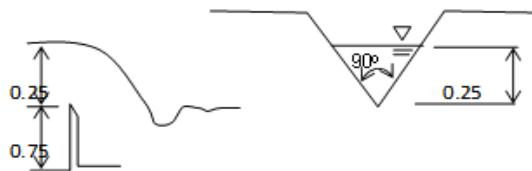
Sekat ukur Thomson berbentuk segi tiga siku-siku dan dapat digunakan untuk menghitung debit yang sangat kecil. Debit yang mengalir dihitung dengan rumus :

$T$  = Tinggi Bak - Headloss

$T$  = 1 m - 0,25 m

$T$  = 0,75 m

WEIR THOMPSON



Gambar 8.5 Sekat Ukur Weir Thomson

Sumber : <http://needthing.blogspot.com>

Tabel 8.1 Rekapitulasi Perhitungan Bak Koagulasi

No	Uraian	Satuan	Koagulasi	SNI 6774 Tahun 2008 *)
1	Waktu Pengadukan	Detik	5,00	1 s/d 5
2	Nilai G/detik		750,00	
3	G x Td		3.750,00	> 750
4	Pengadukan Hidrolis:			
	Volume Bak Penampung [c]	m <sup>3</sup>	0,45	
	- Luas Permukaan (a)	m <sup>2</sup>	0,45	
	- Panjang	m	0,67	
	- Lebar	m	0,22	
	- Tinggi	m	1,00	
	- Free Board	m	0,30	
	- Kehilangan Tekanan (H)	m	0,25	
	Weir Cippoletti			
	- Lebar weir	m	0,12	
	- Tinggi pelimpah	m	0,75	
	Weir Thompson			
	- Tinggi pelimpah	m	0,75	

Keterangan: \*) Pengadukan secara Hidrolis

sumber : hasil perhitungan konsultan, 2019

## FLOKULASI

Flocculasi adalah proses pembentukan flocc dari colloid yang terkandung di dalam air baku. Untuk proses flocculasi ini membutuhkan pengadukan dengan nilai G antara 20 hingga 100 /det. Proses flocculasi juga membutuhkan waktu tertentu yaitu  $t = 6 - 45$  menit.

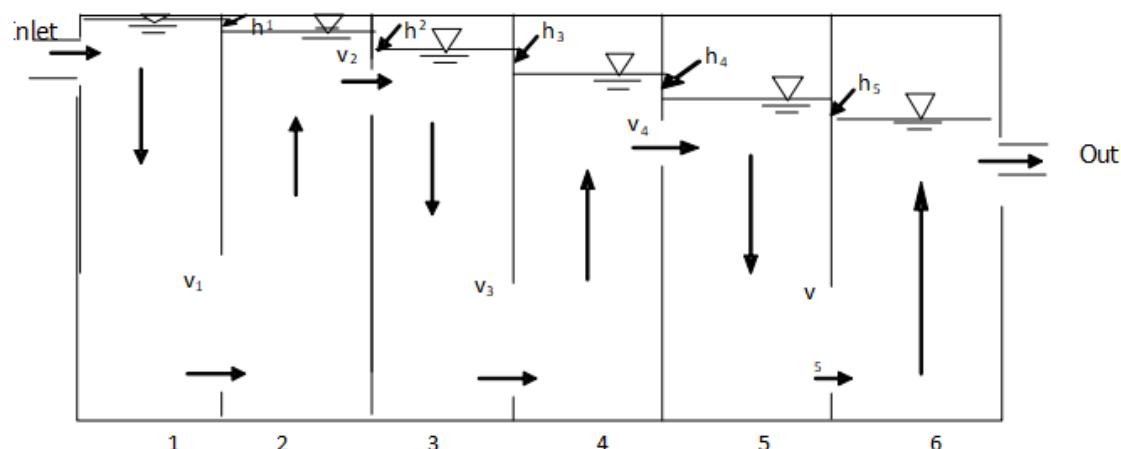
## PENGADUKAN SECARA HIDROLIS

Pengadukan secara hidrolis biasanya menggunakan konstruksi Baffel Chanel. Jenis aliran pengadukan di baffel channel terdiri dari dua macam yaitu aliran horizontal (zig-zag) dan aliran vertikal (up and down). Pada kedua jenis aliran pada baffel channel ini pada prinsipnya akan terjadi peristiwa kehilangan tekanan air/ head loss  $h$ , yang selanjutnya akan menciptakan Power dan menghasilkan gradient velocity (G).

### Baffel Chanel Dengan Aliran Vertikal

Baffel channel dengan aliran jenis vertikal akan menghasilkan aliran air yang naik turun (up and down), sebagai berikut :

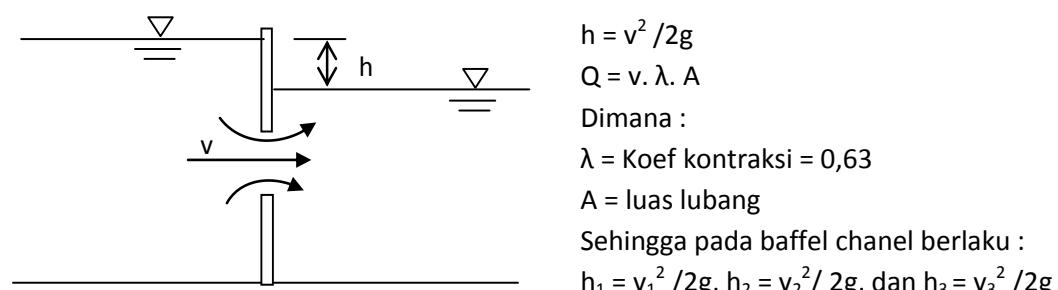
#### BAFFLE FLOKULASI



**Gambar 8.6 Baffel Chanel Dengan Aliran Vertikal**

Sumber : Reynolds, 1986

Kehilangan tekanan akan dihasilkan oleh masing-masing kecepatan aliran yang melalui masing-masing lubang, yang merupakan jenis aliran bejana berhubungan, sebagai berikut :



### PERHITUNGAN

#### CONTOH PERHITUNGAN UNTUK BAK KE 1

- Debit rata-rata : 75 l/detik
- Faktor peak untuk instalasi : 1,2
- Debit instalasi :  $75 \text{ l/detik} \times 1,2 = 90 \text{ l/detik} = 0,009 \text{ m}^3/\text{detik} = 5,4 \text{ m}^3/\text{menit}$

Volume Bak 1 :

- Gradien kecepatan = 32 / detik
- Waktu tinggal (td) = 7,5 menit (450 detik)
- $G \cdot td = 14.400$

- Volume
 
$$\begin{aligned}
 &= \text{Debit} * \text{td} \\
 &= 5,4 \text{ m}^3/\text{menit} * 7,5 \text{ menit} \\
 &= 40,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Luas permukaan Bak

- Luas Permukaan Bak

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

$$\text{Tinggi bak} = 5,5 \text{ m}$$

$$\text{Volume bak} = 40,5 \text{ m}^3$$

$$LuasBak = \frac{Volume}{tinggi}$$

$$LuasBak = \frac{40,5m^3}{5,5m}$$

$$LuasBak = 7,65m^2$$

Panjang sisi bak (bentuk bak segi enam)

$$Panjangsisibak = \sqrt{\frac{luaspermukaanbak}{2,598}}$$

$$Panjangsisibak = \sqrt{\frac{7,36m^2}{2,598}}$$

$$Panjangsisibak = 1,68m$$

Headloss pada Pintu Air

$$HL = \frac{G^2 * 0,8746 * 0,000001 * C}{\rho * g * Q}$$

$$HL = \frac{32^2 * 0,8746 * 0,000001 * 40,5}{0,996 * 9,81 * 90 / 1000}$$

$$HL = 0,041m$$

Kecepatan Aliran

$$Kecepatan aliran = \sqrt{2 * g * Hl}$$

$$Kecepatan aliran = \sqrt{2 * 9,81 * 0,041}$$

$$Kecepatan aliran = 0,9m / detik$$

Luas Bukaan pintu

$$LuasBukaanPintu = \frac{Q}{V * 0,63}$$

$$LuasBukaanPintu = \frac{90/1000}{0,9 * 0,63}$$

$$LuasBukaanPintu = 0,16m^2$$

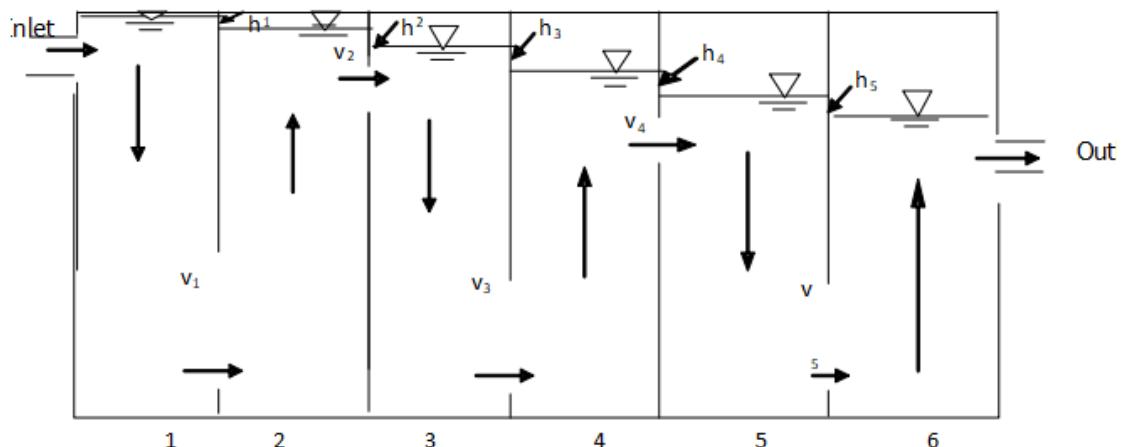
Tinggi bukaan pintu

$$TinggiBukaanPintu = \frac{LuasBukaanPintu}{lebarBukaanPintu}$$

$$TinggiBukaanPintu = \frac{0,16m^2}{0,6m}$$

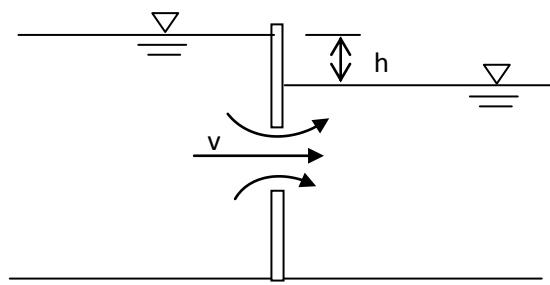
$$TinggiBukaanPintu = 0,26m$$

#### BAFFLE FLOKULASI



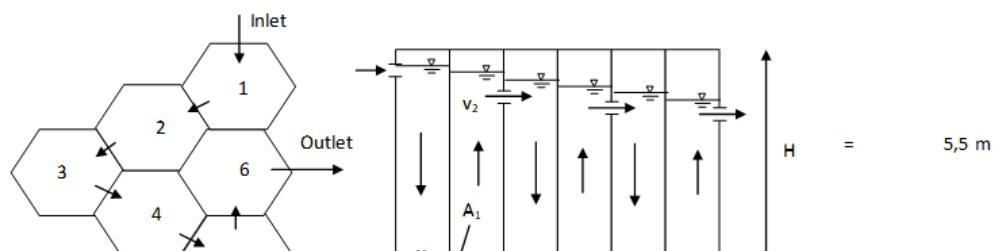
$h1 =$	0,04	$v1 =$	0,90
$h2 =$	0,03	$v2 =$	0,73
$h3 =$	0,02	$v3 =$	0,56
$h4 =$	0,01	$v4 =$	0,39
$h5 =$	0,003	$v5 =$	0,22

**Gambar 8.7** Dimensi Baffle Flokulasi

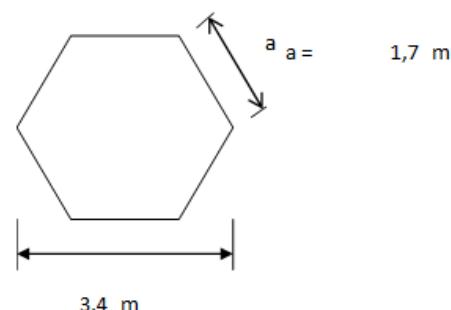


Gambar 8.8 Headloss

PANJANG SISI SEGI ENAM



$$\begin{aligned}
 A_1 &= 0,16 \text{ m} \\
 A_2 &= 0,20 \text{ m} \\
 A_3 &= 0,25 \text{ m} \\
 A_4 &= 0,36 \text{ m} \\
 A_5 &= 0,64 \text{ m} \\
 A_6 &= 1,02 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 8.9 Dimensi Flokulasi Berbentuk Segi Enam

Tabel 8.2 Rekapitulasi Perhitungan Bak Flokulasi

No	Uraian	Satuan	Unit Koagulator Flokulator Hidrolis Segi Enam:						SNI 6774 Th. 2008*)
			Bak-1	Bak-2	Bak-3	Bak-4	Bak-5	Bak-6	
Tahap flokulasi **)	buah								6,00 sd. 10,00
Pengendalian energi	-								Bukaan pintu skat
- Gradien kecepatan (G)	1/det	32,00	26,00	20,00	14,00	8,00	5,00	60,00 sd. 5,00	
- Waktu tinggal (td)	Menit	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	30,00 sd. 45,00
- G x Td		14.400,00	11.700,00	9.000,00	6.300,00	3.600,00	2.250,00		
- Volume Bak	m <sup>3</sup>	40,50	40,50	40,50	40,50	40,50	40,50	40,50	
- Tinggi Bak Flokulasi	m	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	
- Luas Permukaan Bak	m	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36	7,36	
- Panjang Sisi Segi-6	m	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	
- Head Loss Pintu Air	m	0,041	0,027	0,016	0,008	0,003	0,001		
- Cek Kecepatan Aliran	m/det	0,90	0,73	0,56	0,39	0,22	0,14	0,90	
- Luas Bukaan Pintu	m <sup>2</sup>	0,16	0,20	0,25	0,36	0,64	1,02		
- Tinggi Bukaan Pintu	m	0,26	0,33	0,42	0,60	1,06	1,69		
- Lebar Bukaan Pintu	m	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	

Keterangan:

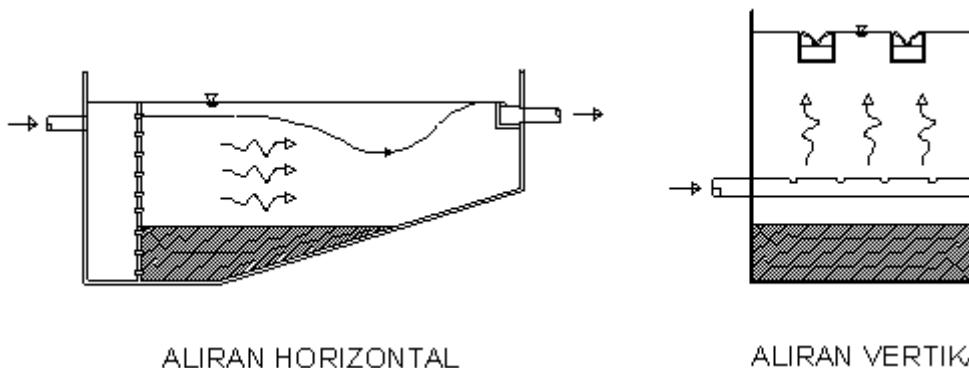
\*) Flokulator Hidrolis

\*\*) Flokulator Hidrolis Segi Enam

sumber : hasil perhitungan konsultan, 2019

## 2. UNIT SEDIMENTASI

Pengendapan adalah proses penjernihan air dengan memisahkan kotoran/ partikel yang terkandung dari dalam air dari airnya. Partikel yang memiliki berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan tenggelam dan mengendap didasar bak. Partikel yang memiliki berat jenis yang sama dengan berat jenis air akan melayang. Sedangkan partikel yang memiliki berat jenis lebih kecil dari berat jenis air akan mengambang. Bak pengendap memiliki dua macam jenis aliran yaitu bak pengendap dengan aliran **horizontal** dan bak pengendap dengan aliran **vertikal**.



**Gambar 8.10** Jenis Aliran Pada Unit Sedimentasi

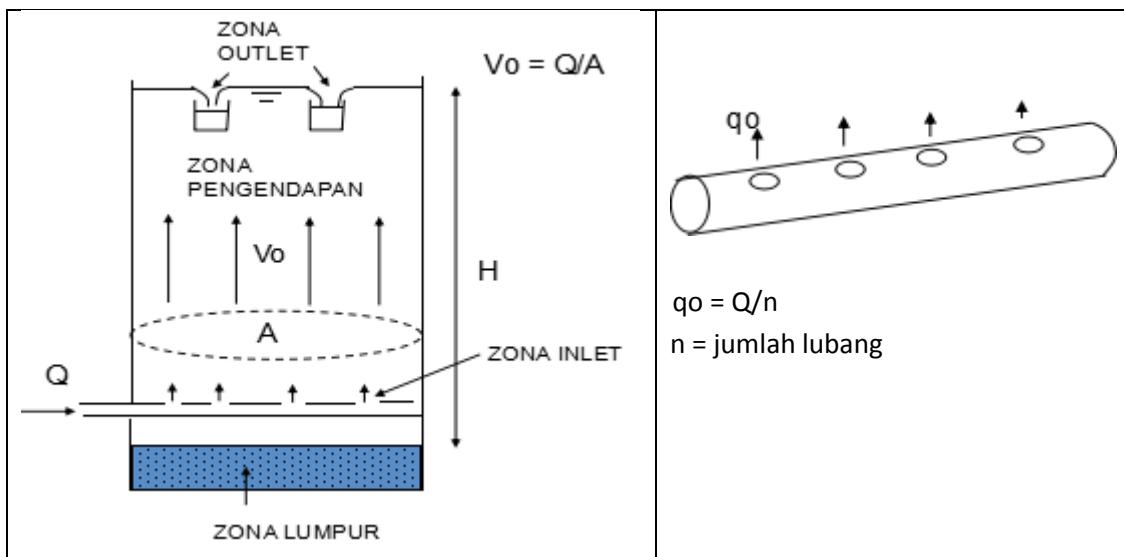
Sumber : Kawamura, 1991

### ZONA PADA BAK PENGENDAP

Bak pengendap akan terdiri dari 4 zona, yaitu zona inlet, zona outlet, zona pengendap dan zona pengumpul lumpur.

- **Zona inlet** berfungsi untuk meratakan aliran yang masuk ke bak pengedap sehingga tidak terjadi peristiwa short circuit pada bak pengendap yang dapat mengganggu proses pengendapan flocc
- **Zona outlet** berfungsi untuk meratakan aliran yang keluar dari bak pengedap sehingga tidak terjadi peristiwa short circuit pada bak pengendap yang dapat mengganggu proses pengendapan flocc
- **Zona pengendap** berfungsi untuk mengendapkan flocc yang telah terbentuk pada unit pengadukan lambat. Zona pengendap harus memiliki beban permukaan  $S_0$  ( $S_0 = Q/A$ , dimana  $Q$  = kapasitas aliran dalam  $m^3/dt$ ,  $A$  = luas permukaan bak dalam  $m^2$ ) yang lebih kecil dari kecepatan endap Flocc  $S$ . Kecepatan endap flocc  $S = 0,3 - 0,8 \text{ m/jam}$
- **Zona pengumpul** lumpur berfungsi untuk mengumpulkan lumpur yang diendapkan pada bak pengendap, sebelum dikuras pada periode waktu tertentu. Untuk kekeruhan sebesar  $< 400 \text{ NTU}$ , dapat digunakan nilai kadar lumpur dari flocc yang akan diendapkan sebesar 1% dari total produksi airnya. Untuk kekeruhan sebesar antara  $400 - 800 \text{ NTU}$ , dapat digunakan nilai kadar lumpur dari flocc yang akan diendapkan sebesar 2% dari total produksi airnya.

#### ZONA PADA BAK PENGENDAP DENGAN ALIRAN VERTIKAL



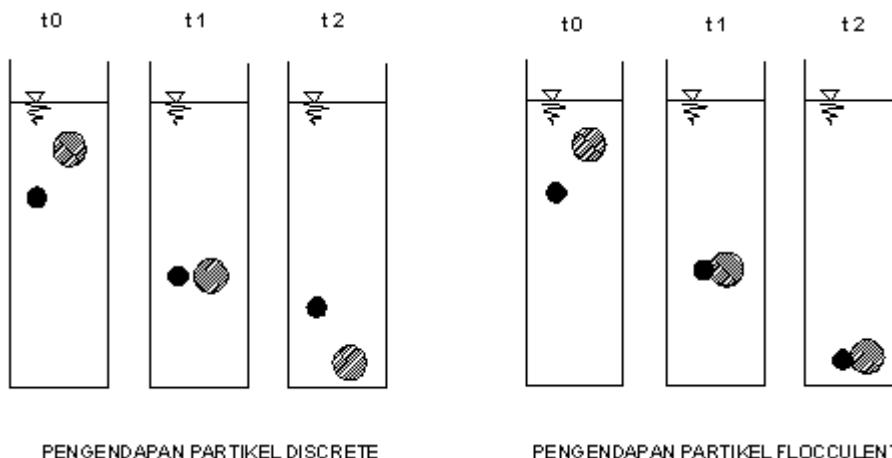
Gambar 8.11 Bak Pengendap Dengan Aliran Vertikal

Sumber : Kawamura, 1991

#### JENIS PARTIKEL

Jenis partikel yang akan diendapkan pada bak pengendap dapat terdiri dari dua macam jenis yaitu sebagai berikut :

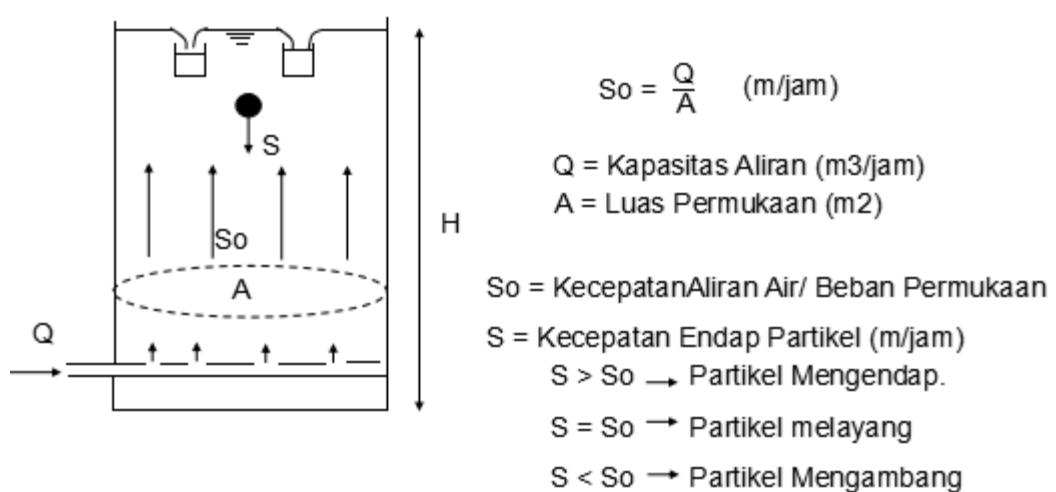
- a. Discrete Partikel : Partikel yang pada proses pengendapan tidak mengalami perubahan pada ukuran, bentuk dan berat.
- b. Flocculent Partikel : Partikel yang pada proses pengendapan mengalami perubahan pada ukuran, bentuk dan berat akibat penggabungan antara dua atau lebih jumlah partikel sehingga memiliki kecepatan endap yang lebih besar.



**Gambar 8.12** Jenis Partikel Pada Bak Pengendap

*Sumber : Kawamura, 1991*

#### PROSES PENGENDAPAN PADA BAK PENGENDAP (ALIRAN VERTIKAL)



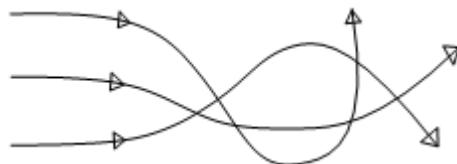
**Gambar 8.13** Proses Pengendapan Aliran Vertikal

*Sumber : Kawamura, 1991*

#### KEADAAN YANG DAPAT MENGURANGI EFISIENSI PROSES PENGENDAPAN :

**a. Adanya aliran yang bergolak (turbulen) :**

Definisi : Aliran turbulen adalah yang memiliki alur aliran yang saling berpotongan dengan arah yang tidak sama



**Gambar 8.14** Proses Aliran Turbulen

*Sumber : Kawamura, 1991*

Bak pengendap yang memiliki luas penampang melintang terhadap aliran airnya lebih besar akan memiliki aliran yang lebih turbulen dibandingkan dengan yang memiliki luas penampang melintang yang lebih kecil. Aliran air yang memiliki nilai turbulensi lebih tinggi akan memiliki efisiensi pengendapan lebih kecil dibandingkan dengan yang memiliki nilai turbulensi lebih rendah.

Mengukur turbulensi aliran dengan rumus Renold Number (Re).

$$Re = V_o R / \nu$$

dimana :

$V_o$  = Kecepatan Aliran (m/jam),

$R$  = jari-jari penampang basah;

Untuk aliran vertikal  $R = BL / 2(B + L)$ , dimana  $B$  = lebar bak (m);  $H$  = Tinggi Bak (m);  $L$  = panjang bak (m)

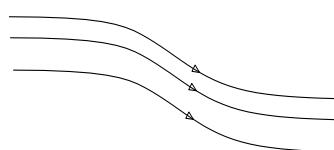
$\nu$  = Viskositas Kinematis ( $0,89 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/dt), untuk temperatur 25° C

$Re > 2000$  = Aliran Turbulen

**b. Akibat aliran yang tidak stabil :**

Definisi :

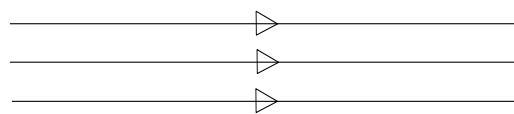
- Aliran **Laminer** adalah aliran air yang memiliki alur yang sejajar dengan arah yang sama.



**Gambar 8.15** Proses Aliran Tidak Stabil

*Sumber : Kawamura, 1991*

- Aliran **Stabil** adalah aliran air yang memiliki alur yang sejajar dengan arah yang sama disepanjang aliran.

**Gambar 8.16 Proses Aliran Stabil***Sumber : Kawamura, 1991*

Bak pengendap yang memiliki aliran yang makin stabil akan mengasilkan proses pengendapan dengan efisiensi yang makin besar

Mengukur kestabilan aliran dengan rumus Froude Number (Fr)

$$Fr = V_o^2 / g * R,$$

dimana :

$V_o$  = Kecepatan Aliran (m/jam)

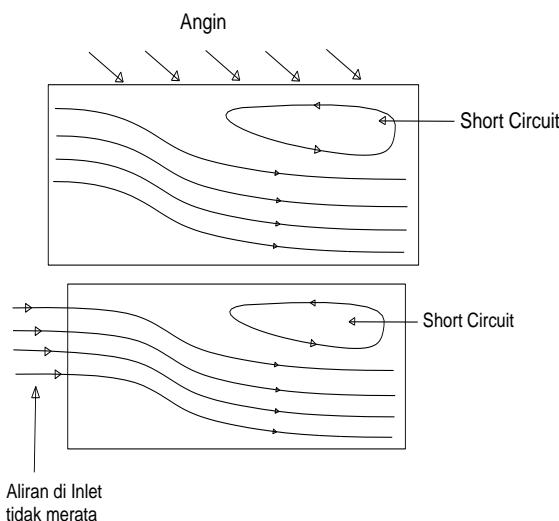
$g$  = Gravitasi (9,81 m/dt<sup>2</sup>)

$R$  = Jari-jari penampang basah; Untuk aliran horizontal  $R = BH / (B+2H)$ ; Untuk aliran vertikal  $R = BL / 2(B+L)$ , dimana  $B$  = lebar bak (m);  $H$  = Tinggi Bak (m);  $L$  = panjang bak (m)

$Fr < 10^{-5}$  = Aliran tidak stabil

#### c. Akibat adanya aliran Short- Circuit :

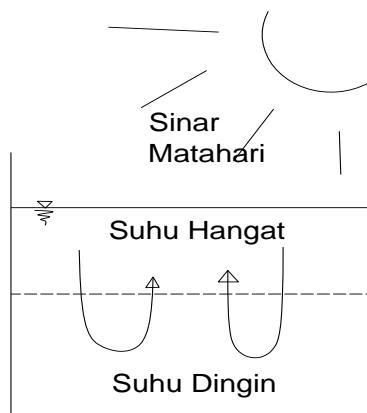
Aliran short circuit dapat terjadi akibat dari adanya hembusan angin atau aliran yang tidak merata di zona inlet atau zona outlet

**Gambar 8.17 Proses Aliran Aliran Short Circuit***Sumber : Kawamura, 1991*

#### d. Pengaruh Sinar Matahari :

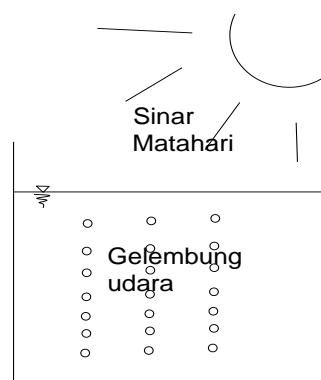
Akibat pancaran sinar matahari diatas permukaan bak pengendap akan menyebabkan dua hal yaitu :

- Pada malam hari, suhu air yang berada di bak pengendap, akan memiliki temperatur yang relatif lebih rendah dibandingkan pada siang hari. Pada saat siang hari dimana permukaan air di bak pengendap memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dibagian bawah bak akibat sinar matahari, akan mengalami aliran arus air dari yang bersuhu lebih hangat ke tempat yang bersuhu lebih dingin. Arus air yang terjadi tersebut akan dapat membawa flocc dari dasar bak menuju permukaan.



**Gambar 8.18** Pengaruh Sinar Matahari Pada Flocc di Suhu Dingin

- Pada malam hari dimana air di bak pengendap memiliki suhu yang dingin, maka jumlah oksigen terlarut (DO) di dalam air secara alami akan lebih besar dibandingkan pada suhu yang lebih hangat. Pada siang hari dimana air di bak pengendap menjadi lebih hangat akibat terpengaruh sinar matahari, maka air akan mengeluarkan sejumlah oksigen yang terlarut yang berbentuk gelembung udara. Gelembung-gelembung udara yang terbentuk akibat air melepaskan sejumlah kandungan oksigen yang terlarut akan dapat membawa flocc-flocc yang akan mengendap ke permukaan bak.



**Gambar 8.19** Pengaruh Sinar Matahari Pada Flocc di Suhu Hangat

**Tabel 8.3** Jumlah Oksigen Terlarut/ Dissolved Oksigen (DO) (mg/lt) :

Temperatur °C	Tingkat Salinitas (g/lt)		
	0	10	15
0	14,6	13,64	13,18
5	12,76	11,94	11,56
10	11,28	10,58	10,25
15	10,07	9,47	9,19
20	9,08	8,56	8,31
25	8,25	7,79	7,57
30	7,54	7,14	6,94
40	6,41	6,09	5,94

Sumber : Kawamura, 1991

#### KECEPATAN ENDAP PARTIKEL

Besarnya kecepatan endap partikel/ flocc ( $Vo$ ) merupakan suatu nilai yang pokok bagi perencanaan bak pengendap, terutama yang menggunakan jenis aliran vertikal. Untuk bak pengendap dengan jenis aliran vertikal berlaku :

- Apabila  $So < Vo$  , maka partikel/ flocc akan mengendap.
- Apabila  $So = Vo$  , maka partikel/ flocc akan melayang
- Apabila  $So > Vo$  , maka partikel tidak akan ngendap

Dimana :  $So$  = beban permukaan bak pengendap =  $Q/A$  (m/jam);  $Vo$  = kecepatan endap partikel (m/jam)

Berdasarkan buku referensi Internasional (Fair & Geyer, Metcalf & Eddy, JWWA, AWWA dan Degremont), kecepatan endap partikel/ flocc dapat menggunakan nilai antara 0,3 – 0,8 m/jam

Besar kecepatan endap partikel secara umum dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 8.4** Besar kecepatan endap partikel

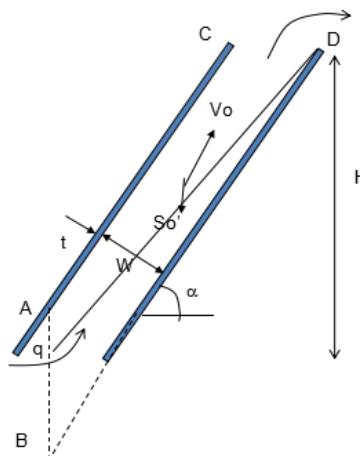
DIAMETER PARTIKEL	KECEPATAN ENDAP		BERAT JENIS	JENIS PARTIKEL
	(mm)	(cm/dt, 10°C)	(m/jam)	
0.3	3.2	115.2	2.65	PASIR
0.2	2.1	75.6	2.65	
0.15	1.5	54	2.65	
0.1	0.8	28.8	2.65	
0.08	0.6	21.6	2.65	

DIAMETER PARTIKEL	KECEPATAN ENDAP		BERAT JENIS	JENIS PARTIKEL
0.02	0.02	0.72	1.03	FLOCK
0.018	0.015	0.54	1.03	
0.015	0.012	0.43	1.03	
0.01	0.01	0.36	1.03	
0.0001	0.00001	0.00036	1.03	COLLOID

Sumber : Kawamura, 1991

### PLAT PENGENDAP

Plat pengendap dapat digunakan untuk memperbesar luas permukaan bak pengendap, yang berarti memperkecil beban permukaan yang digunakan oleh bak pengendap. Plat pengendap terdiri dari plat-plat tipis yang disusun membentuk sudut  $\alpha$  tertentu, berjarak  $W$  tertentu, dengan ketebalan plat  $t$  tertentu, dan memiliki ketinggian tegak  $H$  tertentu. Perhitungan plat pengendap mengikuti diagram dibawah ini :



**Gambar 8.20** Diagram Plat Pengendap

Sumber : Kawamura, 1991

Apabila  $So$  merupakan beban permukaan bak pengendap tanpa plat pengendap, sedangkan  $So'$  merupakan beban permukaan bak pengendap dengan plat pengendap.

Dengan menggunakan diagram plat pengendap yang digambarkan diatas, maka akan dihasilkan rumus sebagai berikut :

- Untuk sudut kemiringan plat  $\alpha > 50^\circ$  ;  $So' = So (W + t) / (H \cos \alpha + W)$
- Untuk sudut kemiringan plat  $\alpha < 50^\circ$  ;  $So' = So (W + t) / (H \cos \alpha - W)$
- Untuk sudut kemiringan plat  $\alpha = 50^\circ$  ;  $So' = So (W + t) / (H \cos \alpha - W/2)$

Dimana :

$So$  = Beban permukaan bak pengendap tanpa plat pengendap (m/jam)  
 $So'$  = Kecepatan endap partikel dengan menggunakan plat pengendap (m/jam)  
 $W$  = jarak antara plat pengendap (m)  
 $t$  = Tebal plat pengendap (m)  
 $H$  = Tinggi tegak plat pengendap (m)  
 $\alpha$  = Sudut kemiringan plat pengendap

#### PERHITUNGAN

Bak Sedimentasi :

- Volume air pada bak sedimentasi

Kedalaman aliran : 5,5 m

Waktu tinggal (td) : 2 jam

Jumlah bak : 2 buah

$$Volume = \frac{\left(\frac{Q}{1000}\right) * td * 3600}{jumlahbak}$$

$$Volume = \frac{\left(\frac{90}{1000}\right) * 2 * 3600}{2}$$

$$Volume = 324m^3$$

- Dimensi Bak

Luas Bak (permukaan bak)

$$LuasPermukaan = \frac{Volume}{tinggibak}$$

$$LuasPermukaan = \frac{324m^3}{5,5m}$$

$$LuasPermukaan = 59m^2$$

Perbandingan P : L = 2 : 1

$$A = P * L$$

$$A = 2L * L$$

$$L = \sqrt{\frac{A}{2}} = \sqrt{\frac{59m^2}{2}}$$

$$L = 5,5m$$

$$P = 2 * 5,5 m = 11 m$$

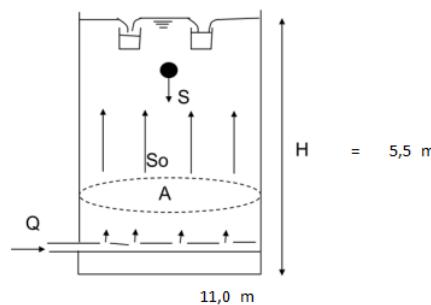
Jadi dimensi bak sedimentasi :

$$P = 11 m$$

$$L = 5,5 m$$

$$T = 5,5 m$$

Bak Persegi Aliran Vertikal (Menggunakan Pelat Pengendap)

**Gambar 8.21** Bak Persegi Beraliran Vertikal Menggunakan Pelat Pengendap

- Beban Permukaan per unit (So)

$$\text{Beban Permukaan} = \frac{\left(\frac{Q}{1000}\right) * 3600}{\text{Luas Permukaan}}$$

$$\text{Beban Permukaan} = \frac{\left(\frac{90}{1000}\right) * 3600}{59 \text{ m}^2}$$

$$\text{Beban Permukaan} = 5,5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{jam}$$

- Kecepatan aliran (Vo)

$$Vo = \frac{\left(\frac{Q}{2}\right) * 60}{\frac{1000}{\text{Luas Permukaan Bak}}}$$

$$Vo = \frac{\left(\frac{90}{2}\right) * 60}{\frac{1000}{59}}$$

$$Vo = 0,05 \text{ m / menit}$$

#### Plate Settler

Jarak antar plate settler	= 0,05 m
Tebal plate settler	= 0,001 m
Tinggi tegak	= 1,3 m
Sudut miring plate	= 60°
Beban Permukaan di plate settler (So')	

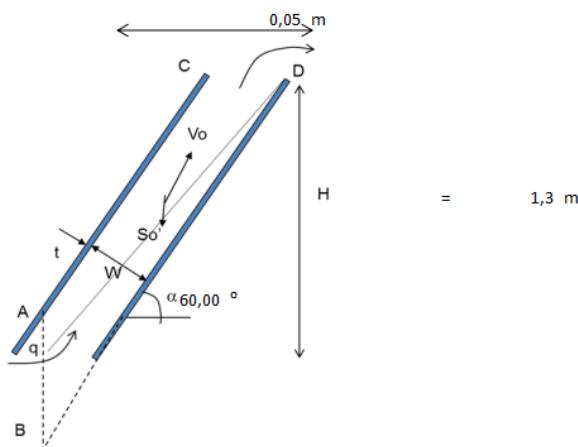
$$So' = \frac{So}{((t*0,5) + jarakantarpplat) * (jarakantarpplat + tebalplat)}$$

$$So' = \frac{5,5}{((1,3*0,5) + 0,05) * (0,05 + 0,001)}$$

$$So' = 0,4 \text{ m/jam}$$

$$So' = 0,007 \text{ m/menit}$$

Jarak Plate Settler



Gambar 8.22 Perhitungan Jarak Antar Plate Settler

- Uji Turbulensi Aliran

Jari-jari Penampang basah (R)

$$R = \frac{LebarBak * Tinggi(bakkoagulator)}{2 * (LebarBak + PanjangBak) \text{ sedim entasi}}$$

$$R = \frac{5,5 * 1}{(2 * (5,5 + 11))}$$

$$R = 0,16$$

Bilangan Reynold (NRe)

$$NRe = \frac{Vo * R * 60}{(0,89 * 0,000001 * 3600)}$$

$$NRe = \frac{0,05 * 0,16 * 60}{(0,89 * 0,000001 * 3600)}$$

$$NRe = 140,52$$

Bilangan Freud

$$NF = \frac{(Vo * 60)^2}{(9,81 * 3600 * R)}$$

$$NF = \frac{(0,05 * 60)^2}{(9,81 * 3600 * 0,16)}$$

$$NF = 0,0013$$

#### ZONA SEDIMENTASI

#### ZONA INLET

- Diameter pipa = 0,5 m

- Panjang pipa dilengkapi dengan orifice : Panjang bak + 1 m = 11 + 1 = 12 m
- Luas permukaan diameter pipa : diameter pipa \* Panjang bak = 0,5 \* 12 = 6 m
- Diameter orifice =  $2,54 / 100 = 0,03$
- Luas lubang orifice :

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 * (0,03)^2}{4}$$

$$A = 0,001$$

- Kecepatan melalui lubang orifice = kecepatan aliran di bak flokulator 6 = 0,14
- Debit Orifice :

$$Q = A * V$$

$$Q = 0,001 * 0,14$$

$$Q = 0,0001$$

- Headloss Aliran pipa :

$$HL = \frac{\left(\frac{Q}{1000}\right)^2}{\left(0,2785 * 140 * (diameter\, pipa)^{2,63}\right)^{1,85}} * L$$

$$HL = \frac{\left(\frac{Q}{1000}\right)^2}{\left(0,2785 * 140 * (0,5)^{2,63}\right)^{1,85}} * 12$$

$$HL = 0,001$$

- Volume pipa :

$$Vol = \frac{\pi * (d)^2}{4} * L$$

$$Vol = \frac{3,14 * (0,5)^2}{4} * 12$$

$$Vol = 2,36$$

- Luas outlet pipa

$$A_{outletpipa} = \frac{\pi(d)^2}{4}$$

$$A_{outletpipa} = \frac{3,14(0,5)^2}{4}$$

$$A_{outletpipa} = 0,2m^2$$

- Nilai G

$$G = \frac{HL * \left( \frac{\left( \frac{Q}{1000} \right)}{2} \right)}{(0,89 * 0,000001 * vol.pipa)^{0,5}}$$

$$G = \frac{0,001 * \left( \frac{\left( \frac{90}{1000} \right)}{2} \right)}{(0,89 * 0,000001 * 2,30)^{0,5}}$$

$$G = 5,25$$

- Jarak antar orifice = 5 / 100 = 0,05
- Jumlah lubang melintang pipa :

$$n_{lubang} = \frac{diameter.pipa}{jarakantarorifice} - 1$$

$$n_{lubang} = \frac{0,5}{0,05} - 1$$

$$n_{lubang} = 9$$

- Jumlah lubang memanjang pipa :

$$n_{lub\ ang} = \frac{panjang\ pipa}{jarak\ antar\ orifice} - 1$$

$$n_{lub\ ang} = \frac{12}{0,05} - 1$$

$$n_{lub\ ang} = 239$$

- Jumlah lubang orifice

$$Jumlah\ lub\ ang\ orifice = jml\ lub\ ang\ mel\ int\ ang * jml\ lub\ ang\ memanjang$$

$$jumlah\ lub\ ang\ orifice = 9 * 239$$

$$jumlah\ lub\ ang\ orifice = 2.151$$

- Luas Total Orifice

$$luas\ total\ orifice = jumlah\ lub\ ang * luas\ lub\ ang$$

$$luas\ total\ orifice = 2151 * 0,001$$

$$luas\ total\ orifice = 1,09$$

#### ZONA OUTLET - GUTTER

- Tinggi gutter = 0,2 m
- Lebar gutter = 0,3 m
- Panjang gutter = 5,4 m (lebar bak)
- Jumlah gutter = 4
- Kapasitas air dalam 1 gutter

$$Q_{gutter} = \frac{\frac{(Q/1000)}{2}}{jumlah\ gutter}$$

$$Q_{gutter} = \frac{2}{4}$$

$$Q_{gutter} = 0,011$$

- Kemiringan muka air dalam gutter : 2 %
- Kehilangan tekanan dalam gutter :

$$HL_{gutter} = panjang\ gutter * kemiringan\ muka\ air$$

$$HL_{gutter} = 5,4 * \frac{2}{100}$$

$$HL_{gutter} = 0,1071$$

- Kecepatan aliran

$$Kec.aliran = \sqrt{HL * 2 * g}$$

$$Kec.aliran = \sqrt{0,1071 * 2 * 9,81}$$

$$Kec.aliran = 1,45$$

- Luas penampang tegak aliran

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0,011}{1,45}$$

$$A = 0,01$$

- Tinggi aliran

$$H = \frac{\text{luas penampang tegak}}{\text{lebar utter}}$$

$$H = \frac{0,01}{0,3}$$

$$H = 0,03$$

- Kemiringan saluran penampung : 1 %
- Panjang saluran : panjang bak + 0,5 = 11 + 0,5 = 11,5 m
- Kehilangan tekanan

$$HL = \text{panjang saluran} * \text{kemiringan saluran}$$

$$HL = 11,5 * \frac{1}{100}$$

$$HL = 0,115$$

- Kecepatan aliran

$$Kec.aliran = \sqrt{HL * 2 * g}$$

$$Kec.aliran = \sqrt{0,115 * 2 * 9,81}$$

$$Kec.aliran = 1,5$$

- Luas penampang saluran

$$A = \frac{Q_{gutter} * jm_{lgutter}}{Kec.aliran}$$

$$A = \frac{0,011 * 4}{1,5}$$

$$A = 0,03$$

- Lebar saluran

$$B = \sqrt{luas penampang sal} * 2$$

$$B = \sqrt{0,03 * 2}$$

$$B = 0,24$$

- Kedalaman saluran

$$kedalaman saluran = \frac{lebarsaluran}{2}$$

$$kedalaman saluran = \frac{0,24}{2}$$

$$kedalaman saluran = 0,12$$

- Freeboard : 0,2 m

$$\text{Kedalaman total} : 0,12 + 0,2 = 0,32 \text{ m}$$

#### ZONA LUMPUR

- Besar kekeruhan ( $\text{SiO}_2$ ) = 200
- Kadar lumpur dalam flok = 1%
- Periode pengurasan lumpur = 24 jam
- Volume ruang lumpur :

$$Vol.ruanglumpur = \frac{Q}{1000} * 3600 * periode pengurasan lumpur * kadar lumpur$$

$$Vol.ruanglumpur = \frac{90}{1000} * 3600 * 24 * \frac{1}{100}$$

$$Vol.ruanglumpur = 38,88$$

- Luas permukaan ruang lumpur = 58,91 m<sup>2</sup>
- Lebar bawah = 0,6 m
- Panjang bawah = 0,6 m
- Lebar atas = 5,36 m
- Panjang atas = 11 m
- Tinggi zona lumpur = 0,6 m

#### PIPA PENGURAS

- Diameter pipa penguras

$$D = \frac{10 * 2,54}{100}$$

$$D = 0,25$$

- Kecepatan pengurasan = 1 m/detik
- Luas penampang pipa penguras (A)

$$A = \frac{\pi * (d)^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 * (0,25)^2}{4}$$

$$A = 0,05$$

- Debit pengolahan

$$Q = V * A$$

$$Q = 1 * 0,05$$

$$Q = 0,05$$

- Lama pengurasan

$$td = \frac{V}{Q}$$

$$td = \frac{38,88}{0,05}$$

$$td = 766 \text{ det ik} = 12,79 \text{ menit}$$

**Tabel 8.5 Rekapitulasi Bak Sedimentasi**

No.	Uraian	Satuan	Bak Pengendap		SNI 6774 Th. 2008
			Bak-1	Bak-2	
1	<b>Kedalaman Aliran</b>	m	5,5	5,5	3 sd. 6
2	Waktu Tinggal	jam	2,0	2,0	0,007 **)
3	Volume Air dalam bak sedimentasi	m <sup>3</sup>	324,00	324,00	
	Luas Bak (luas permukaan - A)	m <sup>2</sup> /unit	59	59	
	<b>Panjang bak</b>	m	11,0	11,0	-
	<b>Lebar bak</b>	m	5,4	5,4	-
4	Beban Permukaan per unit bak (So)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jam	5,5	5,5	3,8 sd. 7,5*)
5	Kecepatan Aliran (Vo)	m/menit	0,05	0,05	max. 0,15
6	Plat Settler				
	Jarak antar plat settler	m	0,05	0,05	
	Tebal Plat Settler	m	0,001	0,001	
	Tinggi Tegak Plat	m	1,3	1,3	
	Sudut Miring Plat	°	60,00	60,00	30° sd. 60°
	Beban permukaan di plat settler (So')	m/jam	0,40	0,40	
		m/menit	0,007	0,007	
7	<b>Uji Turbulensi Aliran</b>				
	Jari-jari Penampang Basah [R]		0,16	0,16	
	Bilangan Reynold		140,52	140,52	< 2000
	Bilangan Froud		0,0013	0,0013	> 10 <sup>-15</sup>

<b>8</b>	<b>Zona Inlet</b>			
	Diameter Pipa	m	0,50	0,50
	Panjang Pipa dilengkapi dengan orifice	m	12,00	12,00
	Luas permukaan 1,5 diameter pipa	m	6,00	6,00
	Diameter orifice	m	0,03	0,03
	Luas lubang orifice	$m^2$	0,001	0,001
	Kecepatan melalui lubang orifice	m/det	0,141	0,141
	Debit orifice	$m^3/det$	0,0001	0,0001
	A total orifice	$m^2$	1,09	1,09
	Head Loss Aliran Pipa	m	0,001	0,001
	Volume Pipa	$m^3$	2,36	2,36
	Luas Outlet Pipa	$m^2$	0,20	0,20
	Nilai G	1/det	5,25	5,25
	Jumlah lubang orifice	buah	2.151	2.151
	Jarak antara orifice	m	0,05	0,05
	Jumlah Lubang melintang Pipa	Buah	9	9
	Jumlah Lubang memanjang Pipa	BUah	239	239
<b>9</b>	<b>Zona Outlet - Gutter</b>			
	Tinggi Gutter	m	0,20	0,20
	Lebar Gutter	m	0,30	0,30
	Panjang Gutter	m	5,4	5,4
	Jumlah Gutter	unit	4,00	4,00
	Kapasitas Air dalam 1 Gutter	$m^3/det$	0,011	0,011
	Kemiringan Muka Air dalam Gutter	%	2,00	2,00
	Kehilangan Tekanan dalam Gutter	m	0,1071	0,1071
	Kecepatan Aliran	m/det	1,45	1,45
	Luas Penampang Tegak aliran	$m^2$	0,01	0,01
	Tinggi Aliran	m	0,03	0,03
	Kemiringan Saluran Penampung	%	1,00	1,00
	Panjang Saluran	m	11,50	11,50
	Kehilangan Tekanan	m	0,1150	0,1150
	Kecepatan Aliran	m/det	1,50	1,50
	Luas Penampang Saluran	$m^2$	0,03	0,03
	Lebar Saluran	m	0,24	0,24
	kedalaman saluran	m	0,12	0,12
	free board	m	0,20	0,20
	Kedalaman Total	m	0,32	0,32
<b>10</b>	<b>Zona Lumpur</b>			
	Besar Kekeruhan, ( $SiO_2$ )	mg/l	200,00	200,00
	Kadar Lumpur dalam Floc		1%	1%
	Periode Pengurasan Lumpur	jam	24,00	24,00
	Volume ruang Lumpur	$m^3$	38,88	38,88
	Luas Permukaan Ruang Lumpur	$m^2$	58,91	58,91
	lebar bawah	m	0,60	0,60
	panjang bawah	m	0,60	0,60
	lebar atas	m	5,36	5,36
	panjang atas	m	11,00	11,00
	Tinggi Zona Lumpur	m	0,60	0,60
<b>11</b>	<b>Pipa Penguras</b>			
	Diameter pipa	m	0,25	0,25
	Kecepatan pengurasan	m/det	1,00	1,00
	Luas penampang pipa penguras (A)	$m^2$	0,05	0,05
	Q pengolahan	$m^3/det$	0,05	0,05
	Lama pengurasan	menit	12,79	12,79

sumber : hasil perhitungan konsultan, 2019

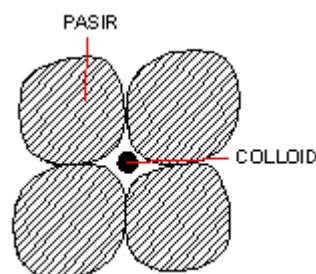
### 3. UNIT FILTRASI

Penyaringan air menggunakan media pasir merupakan salah satu jenis proses penjernihan yaitu dengan mengalirkan air melalui sela-sela porousnya. Partikel halus yang menjadi penyebab kekeruhan pada air, apabila memiliki diameter lebih besar dari rongga porous media pasir akan tertahan.

Penyaringan air menggunakan media pasir memiliki mekanisme sebagai berikut :

#### a) *Mechanical Straining*

Proses mechanical straining adalah penyaringan air yang dilakukan dengan cara melalui lubang porous diantara pasir. Bagi partikel didalam air yang memiliki diameter lebih kecil dari lubang porous (mis. colloid) akan lolos dari lubang porous, sedangkan partikel yang lebih besar dari lubang porous atau sebesar kurang lebih 60 mm akan tertahan

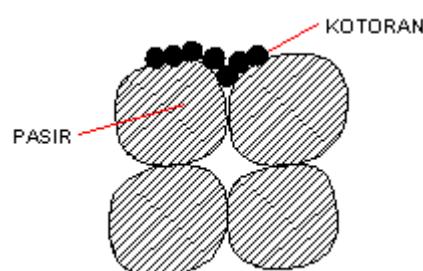


**Gambar 8.23** Proses Mechanical Straining

Sumber : Kawamura, 1991

#### b) *Pengendapan*

Proses pengendapan merupakan salah satu jenis proses yang terjadi pada media saringan pasir. Pengendapan dari materi kotoran yang ada didalam aliran air yang disaring terjadi pada permukaan butiran pasir

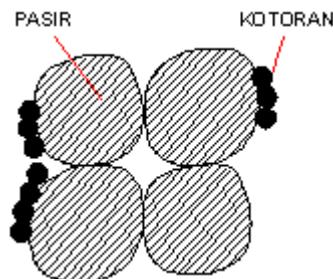


**Gambar 8.24** Proses Pengendapan

Sumber : Kawamura, 1991

#### c) *Adsorption*

Adsorption adalah proses pelekatkan kotoran dari dalam air pada permukaan media penyaring akibat daya tarik menarik diantara keduanya karena memiliki mutan listrik yang berbeda.



**Gambar 8.25 Proses Adsorbtion**

*Sumber : Kawamura, 1991*

### Ketentuan Media Pasir

Media pasir yang akan digunakan memiliki ketentuan sebagai berikut :

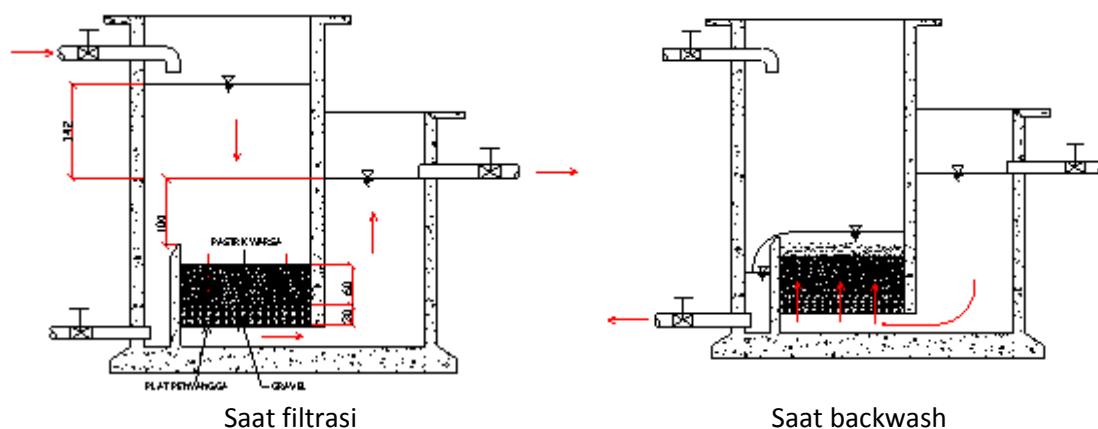
- **Fisik :**  
Secara fisik, media saringan harus dapat memenuhi beberapa ketentuan yaitu berbentuk bulat, bersih, tahan lama, bebas dari kotoran atau debu, tahan terhadap gesekan maupun tekanan mekanis, dan tahan terhadap proses kimiawi. Jenis material yang dapat memenuhi ketentuan tersebut adalah pasir silika atau pasir kwarsa
- **Diameter Media Pasir (D.eff) :**  
Media pasir yang digunakan sebagai saringan memiliki besaran diameter efektif ( $d_{eff}$  atau  $d_{10}$ ) yang akan ditetapkan dengan menggunakan analisa ayakan (sieve analysis). Dari hasil analisa ayakan tersebut akan dapat ditetapkan besarnya diameter efektif dari pasir yang akan digunakan. Informasi mengenai besarnya Diameter efektif ( $D.eff$ ) pasir dibutuhkan untuk dapat menghitung besarnya kehilangan tekanan air didalam media filter
- **Tingkat Keseragaman/ Uniformity Coefisien (UC) :**  
Material pasir yang akan digunakan untuk media saringan harus memiliki tingkat ketidak seragaman diameter yang dibatasi. Tingkat keseragaman/ Uniformity Coeficient (UC) untuk saringan pasir cepat maksimum sebesar 1,5, sedangkan untuk saringan pasir lambat sebesar 2. Apabila tingkat keseragaman media pasir adalah sebesar 1,5 maka dapat diartikan bahwa ada sebanyak 50% dari jumlah pasir yang tersedia yang memiliki diameter lebih besar maupun lebih kecil dari diameter efektifnya
- **Sieve Analysis (Analisa Ayakan Pasir)**  
Untuk menentukan diameter efektif ( $D.eff$ ) dan tingkat keseragaman (UC) suatu tumpukan pasir digunakan sieve analysis. Analisa ayakan menggunakan ayakan pasir khusus yang memiliki bukaan diantaranya : 0,5 0,56 0,63 0,71 0,8 0,9 1,0 1,12 1,25 1,4 1,6 1,8 2 2,24 mm, dengan langkah-langkah sebagai berikut :
  - Timbang berat pasir kering yang akan dilakukan analisa sebanyak 1 kg

- Masukan pasir diatas ke dalam susunan ayakan yang disusun dengan besar bukaan paling kecil dibagian paling atas
- Pasir kemudian diayak dengan cara menggoyang=goyang selama 30 menit
- Timbang masing-masing pasir yang tertinggal di setiap ayakan
- Buat grafik terhadap data berat pasir yang tertinggal diatas masingt-masing ayakan tersebut
- Tentukan Diameter pasir efektif ( $D_{eff}$ ) pada grafik dengan menarik garis dari jumlah 10% ( $d_{10}$ )
- Tentukan UC dengan rumus  $d_{60}/d_{10}$

### Jenis Saringan Pasir

Saringan pasir secara umum terdiri dari dua jenis yaitu Saringan Pasir Cepat dan Saringan Pasir Lambat. Saringan pasir cepat memiliki media penyaring dengan diameter yang besar dan kecepatan aliran filtrasi yang besar. Sedangkan Saringan Pasir lambat memiliki media penyaring yang menggunakan diameter yang kecil dengan kecepatan aliran filtrasi yang kecil. Saringan Pasir Cepat digunakan untuk menyaring materi yang besar seperti Flocc. Saringan pasir lambat dapat menyaring materi yang sangat kecil seperti virus. Penggunaan SPC harus didahului oleh proses flokulasi untuk membentuk flocc, sedangkan pada SPL dapat langsung menyaring air baku tanpa memerlukan proses pembentukan floc.

### PENAMPANG SARINGAN PASIR CEPAT



**Gambar 8.26** Proses Pada Saringan Pasir Cepat

Sumber : Kawamura, 1991

### PERHITUNGAN

- Jumlah bak filter

$$N = \sqrt{12 * Q}$$

$$N = \sqrt{12 * 2,1}$$

$$N = 5 \text{ unit}$$

Minimal Filter yang dibangun sebanyak 5 unit, filter yang dibuat sebanyak 6 unit

- Debit masing-masing bak

$$Q_{perbak} = \frac{\frac{Q}{1000} * 3600}{jumlah filter}$$

$$Q_{perbak} = \frac{90/1000 * 3600}{6}$$

$$Q_{perbak} = 27 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

- Luas permukaan bak filtrasi

Kedalaman bak filter = 7 m  
 Panjang bak filter = 5,5 m

$$A_{perbak} = \frac{Q}{kedalamanbakfilter}$$

$$A_{perbak} = \frac{27}{7}$$

$$A_{perbak} = 3,86 \text{ m}^2$$

Lebar bak

$$Lebarbakfilter = \frac{A_{filter}}{panjangbak}$$

$$Lebarbakfilter = \frac{3,86}{5,5}$$

$$Lebarbakfilter = 0,70$$

- Kecepatan penyaringan

$$Kec. penyaringan = \frac{Debit}{Luaspermukaanbak}$$

$$Kec. penyaringan = \frac{27}{3,86}$$

$$Kec. penyaringan = 7 \text{ m / jam} = 0,002$$

- Media Pasir

Ketebalan media pasir = 500 mm

Ukuran efektif media pasir, ES = 0,7 mm

Koefisien keseragaman, UC = 1,4

Berat jenis = 2,65

Porositas = 0,4

Kadar SiO<sub>2</sub> = 96 %

Headloss :

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{\nu}{g} \right) * (1 - Po)^2}{(Po)^3 * \left( \frac{Vo}{(d.eff)^2} \right)} * \frac{L}{1000}$$

$$HL = \frac{180 * \left( 1,31 * 0,000001 / 9,81 \right) * (1 - 0,4)^2}{(0,4)^3 * \left( 0,002 / (0,7)^2 \right)} * \frac{500}{1000}$$

$$HL = 0,268$$

- Media Antrasit

Ketebalan media = 400 mm

Ukuran efektif media antrasit, ES = 1,8 mm

Koefisien keseragaman, UC = 1,5

Berat jenis = 1,35

Porositas = 0,5

Headloss :

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{\nu}{g} \right) * (1 - Po)^2}{(Po)^3 * \left( \frac{Vo}{\left( \frac{d.eff}{1000} \right)^2} \right)} * \frac{L}{1000}$$

$$HL = \frac{180 * \left( 1,31 * 0,000001 / 9,81 \right) * (1 - 0,5)^2}{(0,5)^3 * \left( 0,002 / \left( \frac{1,8}{1000} \right)^2 \right)} * \frac{400}{1000}$$

$$HL = 0,012$$

- Filter bottom/dasar saringan
- Media penyangga dari atas ke bawah

Media Kerikil

Kedalaman = 100 mm

Ukuran butir = 3,5 mm

Koefisien keseragaman, UC = 1,5

Berat jenis = 1,35

Porositas = 0,5

Head loss :

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{v}{g} \right) * (1 - Po)^2}{(Po)^3 * \left( \frac{HL_{pasir}}{\left( \frac{d_{eff}}{1000} \right)^2} \right)} * \frac{L}{1000}$$

$$HL = \frac{180 * \left( 1,31 * 0,000001 / 9,81 \right) * (1 - 0,5)^2}{(0,5)^3 * \left( 0,268 / \left( \frac{3,5}{1000} \right)^2 \right)} * \frac{100}{1000}$$

$$HL = 0,105$$

Kedalaman = 100 mm

Ukuran butir = 7,5 mm

Koefisien keseragaman, UC = 1,5

Berat jenis = 1,35

Porositas = 0,5

Head loss :

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{v}{g} \right) * (1 - Po)^2}{(Po)^3 * \left( \frac{HL_{pasir}}{\left( \frac{d_{eff}}{1000} \right)^2} \right)} * \frac{L}{1000}$$

$$HL = \frac{180 * \left( 1,31 * 0,000001 / 9,81 \right) * (1 - 0,5)^2}{(0,5)^3 * \left( 0,5 / \left( \frac{7,5}{1000} \right)^2 \right)} * \frac{100}{1000}$$

$$HL = 0,043$$

Kedalaman = 100 mm

Ukuran butir = 12,5 mm

Koefisien keseragaman, UC = 1,5

Berat jenis = 1,35

Porositas = 0,5

Head loss :

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{v}{g} \right) * (1 - Po)^2}{(Po)^3 * \left( \frac{HL_{pasir}}{\left( \frac{d_{eff}}{1000} \right)^2} \right)} * \frac{L}{1000}$$

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{1,31 * 0,000001}{9,81} \right) * (1 - 0,5)^2}{(0,5)^3 * \left( \frac{3,5}{\left( \frac{12,5}{1000} \right)^2} \right)} * \frac{100}{1000}$$

$$HL = 0,108$$

$$\text{Kedalaman} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Ukuran butir} = 22,5 \text{ mm}$$

$$\text{Koefisien keseragaman, UC} = 1,5$$

$$\text{Berat jenis} = 1,35$$

$$\text{Porositas} = 0,5$$

Head loss :

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{v}{g} \right) * (1 - Po)^2}{(Po)^3 * \left( \frac{HL_{pasir}}{\left( \frac{d_{eff}}{1000} \right)^2} \right)} * \frac{L}{1000}$$

$$HL = \frac{180 * \left( \frac{1,31 * 0,000001}{9,81} \right) * (1 - 0,5)^2}{(0,5)^3 * \left( \frac{7,5}{\left( \frac{22,5}{1000} \right)^2} \right)} * \frac{100}{1000}$$

$$HL = 0,071$$

- Under Drain

Diameter orifice :

$$D = \frac{2,54}{100} / 2$$

$$D = 0,013$$

Luas lubang orifice :

$$A = \frac{\pi * (d)^2}{4}$$

$$A = \frac{3,14 * (0,013)^2}{4}$$

$$A = 0,00013$$

Luas bak filtrasi per bak

$$A_{bakfilter} = P * L$$

$$A_{bakfilter} = 5,5 * 0,7$$

$$A_{bakfilter} = 3,86$$

Total A Orifice

$$A_{totalorifice} = luasbakfiltrasi * \frac{5}{1000}$$

$$A_{totalorifice} = 3,86 * \frac{5}{1000}$$

$$A_{totalorifice} = 0,02$$

Jarak antar lubang orifice ;  $5/100 = 0,05$

Jumlah lubang per lebar bak

$$n = \frac{lebarbuk}{jumlah lubang} - 1$$

$$n = \frac{0,7}{0,05} - 1$$

$$n = 13$$

Jumlah lubang per panjang bak

$$n = \frac{panjangbuk}{jumlah lubang} - 1$$

$$n = \frac{5,5}{0,05} - 1$$

$$n = 109$$

- Pencucian Backwash

Sistem pencucian

Kecepatan backwash (Vup)

$$= \frac{9,81}{(130 \times (0,000001)^{0,8})} \times \frac{(2,65-1)}{1} \times \left( \frac{\text{porositas ekspansi}^3}{(1-\text{porositas ekspansi})^{0,8}} \right) \times \left( \left( \frac{ES}{1000} \right)^{1,8} \right)^{\frac{1}{1,2}}$$

$$= \frac{9,81}{(130 \times (0,000001)^{0,8})} \times \frac{(2,65-1)}{1} \times \left( \frac{0,54^3}{(1-0,54)^{0,8}} \right) \times \left( \left( \frac{0,7\text{mm}}{1000} \right)^{1,8} \right)^{\frac{1}{1,2}}$$

$$= 0,012 \text{ m/det}$$

$$= 41,85 \text{ m/jam}$$

Lama pencucian = 15 menit = 900 detik

Periode antar 2 pencucian = 24 jam

Ekspansi = 30 %

Kerapatan massa pasir = 2,65

Kerapatan massa air = 1,0

Porositas ekspansi :

$$\begin{aligned} &= \left( \text{porositas m. pasir} + \left( \frac{\text{ekspansi}}{100} \right) \right) \div \left( 1 + \frac{\text{ekspansi}}{100} \right) \\ &= \left( 0,4 + \left( \frac{30\%}{100} \right) \right) \div \left( 1 + \frac{30\%}{100} \right) \\ &= 0,54 \end{aligned}$$

Tinggi pasir saat ekspansi

$$\begin{aligned} &= \left( 1 - \left( \frac{\text{ekspansi}}{100} \right) \right) \div \left( (1 - \text{porositas ekspansi}) \times \frac{\text{ketinggian media pasir}}{1000} \right) \\ &= \left( 1 - \left( \frac{30\%}{100} \right) \right) \div \left( (1 - 0,54) \times \frac{500 \text{ mm}}{1000} \right) \\ &= 0,76 \text{ m} \end{aligned}$$

Headloss

$$= \frac{130 \times (1,011 \times 10^{-6})^{0,8}}{9,81} \times \frac{((1 - \text{porositas ekspansi})^{1,8})}{\frac{\text{porositas ekspansi}^3 \times Vup^{1,2}}{(ES \div 1000)^{(1,8 \times \text{tinggi pasir ekspansi})}}}$$

$$= \frac{130 \times (1,011 \times 10^{-6})^{0,8}}{9,81} \times \frac{((1 - 0,54)^{1,8})}{\frac{0,54^3 \times 0,012^{1,2}}{(0,7000 \div 1000)^{(1,8 \times 0,76)}}}$$

$$= 0,58 \text{ m}$$

- Clear Water

Kapasitas aliran pencucian

$$\begin{aligned}
 &= V_{up} \times \text{luas permukaan bak filtrasi} \\
 &= 0,0012 \text{ m/det} \times 3,86 \text{ m}^2 \\
 &= 0,04 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Volume air pencucian

$$\begin{aligned}
 &= \text{Kapasitas Aliran Pencucian} \times \text{lama pencucian} \\
 &= 0,04 \text{ m}^3/\text{det} \times 900 \text{ det} \\
 &= 40,36 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Tinggi air pencucian = 4 m

Panjang Clear Water tank

$$\begin{aligned}
 &= \text{lebar bak} \times \text{jumlah filter} \\
 &= 0,70 \text{ m} \times 6 \text{ unit} \\
 &= 4,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar Clear Water Tank

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{vol air pencucian}}{\text{tinggi air pencucian} \times \text{panjang clear water tank}} \\
 &= \frac{40,36 \text{ m}^3}{4 \text{ m} \times 4,21 \text{ m}} \\
 &= \frac{40,36 \text{ m}^3}{4 \text{ m} \times 4,21 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

**Tabel 8.6** Rekapitulasi Unit Filtrasi

No.	Uraian	Unit Filtrasi - Saringan Pasir Cepat						SNI 6774 Th. 2008
		Filter-1	Filter-2	Filter-3	Filter-4	Filter-5	Filter-6	
1	Jumlah bak saringan	Unit	N = 12 (Q)^0,5 ---> Q: Mgd					
2	Debit masing-masing Bak	m <sup>3</sup> /jam	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
3	Luas Permukaan Bak Filtrasi	m <sup>2</sup>	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86
	Kedalaman Bak Filtrasi	m	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Panjang Bak	m	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
	Lebar Bak	m	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
4	Kecepatan Penyaringan	m/jam	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
		m/det	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
5	Media Pasir							Minimum 5 bak
	Ketebalan Media Pasir	mm	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	300 sd. 700
	Singel media							600 sd. 700
	Media ganda							300 sd. 600
	Ukuran Efektif Media Pasir, ES	mm	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,3 sd. 0,7
	Koefisien Keseragaman, UC		1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,2 sd. 1,4
	Berat Jenis	kg/dm <sup>3</sup>	2,6500	2,6500	2,6500	2,6500	2,6500	2,5 sd. 2,65
	Porositas		0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
	Kadar SiO <sub>2</sub>	%	96%	96%	96%	96%	96%	> 95
	Head Loss	m	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	
6	Media Antransit							
	Tebal	mm	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400 sd. 500
	Ukuran Efektif Media Antrasit, ES	mm	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,2 sd. 1,8
	Koefisien Keseragaman, UC		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,5
	Berat Jenis	kg/dm <sup>3</sup>	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,35
	Porositas		0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,5
	Headloss	m	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	
7	Filter Bottom Dasar Saringan							
	Media Penyaring Dari Atas Ke Bawah							
	Media Kerikil							
	Kedalaman	mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	80 sd. 100
	Ukuran butir	mm	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	2 sd. 5
	Koefisien Keseragaman, UC		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
	Berat Jenis	kg/dm <sup>3</sup>	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	
	Porositas		0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
	Headloss	m	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	
	Kedalaman	mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	80 sd. 100
	Ukuran butir	mm	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	5 sd. 10
	Koefisien Keseragaman, UC		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
	Berat Jenis	kg/dm <sup>3</sup>	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	
	Porositas		0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
	Headloss	m	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	
	Kedalaman	mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	80 sd. 100
	Ukuran butir	mm	12,500	12,500	12,500	12,500	12,500	10 sd. 15
	Koefisien Keseragaman, UC		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
	Berat Jenis	kg/dm <sup>3</sup>	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	
	Porositas		0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
	Headloss	m	0,108	0,108	0,108	0,108	0,108	
	Kedalaman	mm	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	80 sd. 100
	Ukuran butir	mm	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	15 sd. 30
	Koefisien Keseragaman, UC		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
	Berat Jenis	kg/dm <sup>3</sup>	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	
	Porositas		0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	
	Headloss	m	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	
8	Under Drain		Jenis Law Head Loss Under Drain					
	Diameter Orifice	m	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	< 0,5
	Luas Lubang Orifice	m <sup>2</sup>	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	
	Luas Bak Filtrasi per bak	m <sup>2</sup>	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	
	A filter : A total orifice		1:5/1000	1:5/1000	1:5/1000	1:5/1000	1:5/1000	
	Total A orifice	m <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
	Jumlah Lubang Orifice	buah	1,420	1,420	1,420	1,420	1,420	
	Prosentase luas slot nozel terhadap luas filter	%	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67	> 4
	Jarak Antar Lubang Orifice (Horizontal)	m	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
	Jumlah Lubang per lebar bak	buah	13	13	13	13	13	
	Jumlah Lubang per panjang bak	buah	109	109	109	109	109	
10	Pencucian (Backwash) :		Tanpa/dengan blower & atau surface wash					
	Sistem pencucian							
	Kecepatan Backwash ( Vup)	m/det	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	
		m/Jam	41,85	41,85	41,85	41,85	41,85	36 sd. 50
	Lama pencucian	menit	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	10 sd. 15
	Periode antar dua pencucian	det	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	
	Ekspansi	Jam	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18 sd. 24
	Kerapatan Massa Pasir	ton/m <sup>3</sup>	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	
	Kerapatan Massa Air	ton/m <sup>3</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Porositas Ekspansi		0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	
	Tinggi Pasir Saat Ekspansi	m	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	
	Head Loss	m/jam						
11	Clear Water	m	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	
	Kapasitas Aliran Pencucian	m <sup>3</sup> /det	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	Volume Air Pencucian	m <sup>3</sup>	40,36	40,36	40,36	40,36	40,36	
	Tinggi Air Pencucian	m	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
	Panjang Clear Water Tank	m	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21	
	Lebar Clear Water Tank	m	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	

## 4. UNIT PEMBUBUH KOAGULAN

- Dosis Koagulan = 40 mg/l
- Berat jenis koagulan = 2,7 g/cm3
- Kapasitas pembubuh bak MOM = 600 cc/menit
- Konsentrasi larutan = 20 %
- Kebutuhan Koagulan :

$$= \left( \frac{\text{debit pengolahan} \times \text{dosis koagulan}}{1000} \right)$$

$$= \left( \frac{90 \text{ l/d} \times 40 \text{ mg/l}}{1000} \right)$$

$$= 3,60 \text{ gr/det}$$

- Volume koagulan

$$= \left( \frac{\text{kebutuhan koagulan}}{\text{berat jenis koagulan}} \right) \times 60$$

$$= \left( \frac{3,60 \text{ gr/det}}{2,70 \text{ gr/cm}^3} \right) \times 60$$

$$= 80 \text{ cc/menit}$$

- Kapasitas air yang dibutuhkan

$$= \left( \frac{\text{dosis koagulan}}{\text{konsentrasi larutan}} \right) \times \text{vol koagulan}$$

$$= \left( \frac{40 \text{ mg/l}}{20 \%} \right) \times 80 \text{ cc/menit}$$

$$= 160 \text{ cc/menit}$$

- Kapasitas total pembubuh

$$= \text{vol koagulan} + \text{kapasitas air yang dibutuhkan}$$

$$= 80 \text{ cc/menit} + 160 \text{ cc/menit}$$

$$= 240 \text{ cc/menit}$$

- Periode pembubuhan = 24 jam

- Volume bak

$$= \left( \frac{\text{kapasitas total pembubuh}}{1000000} \right) \times \text{periode pembubuhan} \times 60$$

$$= \left( \frac{240 \text{ cc/menit}}{1000000} \right) \times 24 \text{ jam} \times 60$$

$$= 0,35 \text{ m}^3$$

Dimensi Bak :

Panjang = 1 m  
 Lebar = 1 m  
 Dalam = 0,35 m

Free board = 0,3 m

- ◆ Bak koagulan harus dapat menampung larutan selama 24 jam;
- ◆ Diperlukan 2 buah bak yaitu 1 buah bak pengaduk manual atau mekanis dan 1 buah bak pembubuh;
- ◆ Bak harus dilindungi dari pengaruh luar dan tahan terhadap bahan koagulan

**Tabel 8.7** Rekapitulasi Pembubuhan Koagulan

No.	Uraian	Satuan	Koagulator Bak MOM	SNI 6774 Th. 2008
1	Dosis Koagulan, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	mg/l	40.00	- Dosis koagulan ditentukan berdasarkan hasil percobaan jar test terhadap air baku.
2	Berat Jenis Koagulan	gr/cm <sup>3</sup>	2.70	
3	Kapasitas pembubuh Bak MOM	cc/menit	600.00	
4	Konsentrasi larutan	%	20.00	- Aluminium sulfat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14(\text{H}_2\text{O})$ diturunkan dalam bentuk cair konsentrasi sebesar (5 – 20)%. - PAC, poly aluminium chloride ( $\text{Al}_{10}(\text{OH})_15\text{Cl}_{15}$ ) kualitas PAC ditentukan oleh kadar aluminium oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang terkait sebagai pac dengan kadar (10 – 11)%.
5	Kebutuhan koagulan	gr/det	3.60	
6	Volume koagulan	cc/menit	80.00	
7	Kapasitas air yang dibutuhkan	cc/menit	160.00	
8	Kapasitas total pembubuh	cc/menit	240.00	
9	Periода pembubuhan	Jam	24.00	
10	Volume bak	m <sup>3</sup>	0.35	- Bak koagulan harus dapat menampung larutan selama 24 jam;  - Diperlukan 2 buah bak yaitu 1 buah bak pengaduk manual atau mekanis dan 1 buah bak pembubuh;  - Bak harus dilindungi dari pengaruh luar dan tahan terhadap bahan koagulan.
	Free board	meter	0.30	
	Panjang	meter	1.00	
	Lebar	meter	1.00	
	Dalam	meter	1.00	

## 5. UNIT PEMBUBUH KAPUR

- Dosis kapur,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  = 102 mg/l
- Konsentrasi kapur = 87 %
- Kebutuhan kapur  $\text{Ca}(\text{OH})$

$$= \left( \frac{100}{konsentrasi} \right) \times \left( \frac{56}{100} \right) \times \text{dosis kapur}$$

$$= \left( \frac{100}{87\%} \right) \times \left( \frac{56}{100} \right) \times 102 \text{ mg/l}$$

$$= 65,66 \text{ mg/l}$$

Tangki Penjenuh menggunakan lime saturator

- Kelarutan kapur = 1,12 g/l
- Kecepatan ke atas (Vup) = 0,05 cm/detik
- Waktu detensi (td) = 30 menit
- Kebutuhan kapur,  $\text{Ca}(\text{OH})^2$

$$= \left( \frac{\text{debit pengolahan} \times \text{dosis kapur}}{1000} \right)$$

$$= \left( \frac{90 \text{ l/det} \times 102 \text{ mg/l}}{1000} \right)$$

$$= 9,18 \text{ gr/det}$$

- Kebutuhan air / Q larutan kapur

$$= \left( \frac{\text{kebutuhan kapur}}{\text{kelarutan kapur}} \right)$$

$$= \left( \frac{9,18 \text{ gr/det}}{1,12 \text{ gr/l}} \right)$$

$$= 8,20 \text{ l/det}$$

- Jumlah lime saturator = 6 unit
- Q masing-masing lime saturator

$$= \left( \frac{\text{kebutuhan air/ Q larutan kapur}}{\text{jumlah lime saturator}} \right)$$

$$= \left( \frac{8,20 \text{ l/det}}{6 \text{ unit}} \right)$$

$$= 1,37 \text{ l/det}$$

- Luas penampang

$$= \left( \frac{Q \text{ masing - masing Lime Saturator} \times 1000}{Vup} \right) \div 10000$$

$$= \left( \frac{1,37 \text{ l/det} \times 1000}{0,05 \text{ cm/det}} \right) \div 10000$$

$$= 2,73 \text{ m}^2$$

- Diameter lime saturator

$$= \left( \frac{4 \times \text{luas penampang}}{\pi} \right)^{0,5}$$

$$= \left( \frac{4 \times 2,73 \text{ m}^2}{3,14} \right)^{0,5}$$

$$= 1,87 \text{ m}$$

- Tinggi silinder

$$= \left( \frac{V_{up} \times T_d \times 60}{100} \right)$$

$$= \left( \frac{0,05 \times 30 \times 60}{100} \right)$$

$$= 0,90 \text{ meter}$$

- Sudut puncak =  $60^0$

- Tinggi bagian conial

$$= \left( \frac{D}{2} \right) \times 1.73114754098361$$

$$= \left( \frac{1,87}{2} \right) \times 1.73114754098361$$

$$= 1,61 \text{ meter}$$

- Tinggi Lime Saturator

$$= \text{tinggi silinder} + \text{tinggi bagian conical}$$

$$= 0,90 + 1,61$$

$$= 2,51 \text{ meter}$$

- Bak Pembubuh Kapur

Jumlah bak = 6 unit

Periode pembubuhan = 12 jam

Kebutuhan kapur per bak

$$= \left( \frac{\text{kebutuhan kapur} \times \text{peroda pembubuhan} \times 3600}{6} \right)$$

$$= \left( \frac{\text{kebutuhan kapur} \times \text{peroda pembubuhan} \times 3600}{6} \right) \\ = 66.096 \text{ gr}$$

- Berat jenis kapur = 0,995 kg/l

- Volume kapur

$$= \left( \frac{\text{kebutuhan kapur/bak}}{1000} \right) \div \text{berat jenis kapur}$$

$$= \left( \frac{66.096}{1000} \right) \div 0,995$$

$$= 66,43 \text{ liter}$$

- Konsentrasi larutan yang diinginkan = 5 %
  - Kapur (CaO), dibubuhkan dalam bentuk larutan dengan konsentrasi larutan 5 % sampai dengan 20%.
  - Soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dibubuhkan dalam bentuk larutan, dengan konsentrasi larutan 5% sampai dengan 20%.
  - Soda api (NaOH), dibubuhkan dalam bentuk larutan, dengan konsentrasi larutan maksimum 20%.
  - Dosis bahan alkalin ditentukan berdasarkan percobaan.
  - Pembubuhan bahan alkalin secara gravitasi atau pemompaan, dibubuhkan sebelum dan atau sesudah pembubuhan koagulan.
- Volume larutan

$$= \left( \frac{(100/5) \times \text{volume kapur}}{1000} \right)$$

$$= \left( \frac{(100/5) \times 66,43}{1000} \right)$$

$$= 1,33 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan Air
 
$$= \text{vol larutan} - \left( \frac{\text{vol kapur}}{1000} \right)$$

$$= 1,33 - \left( \frac{66,43}{1000} \right)$$

$$= 1,26 \text{ m}^3$$
  - Bak dapat menampung larutan selama 8 jam sampai dengan 24 jam;
  - Diperlukan 2 buah bak yaitu 1 buah bak pengaduk manual atau mekanis dan 1 buah bak pembubuh
  - Bak harus dilindungi dari pengaruh luar dan tahan terhadap beban alkalin
- Dimensi Bak

Panjang	= 1 m
Lebar	= 1 m
Dalam	

$$\begin{aligned}
 &= \left( \frac{vol\ larutan}{panjang \times lebar} \right) \\
 &= \left( \frac{1,33}{1 \times 1} \right) \\
 &= 1,33\ meter
 \end{aligned}$$

Dalam dan freeboard

$$\begin{aligned}
 &= (dalam\ bak + 0,3) \\
 &= (dalam\ bak + 0,3) \\
 &= 1,63\ meter
 \end{aligned}$$

- Q air bersih ke setiap pembubuh kapur

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(kebutuhan\ air \times 1000)}{periode\ pembubuhan} \\
 &= \frac{(1,26 \times 1000)}{12} \\
 &= 0,03\ l/det
 \end{aligned}$$

- Q total air bersih sebagai pencampur ke setiap bak

$$\begin{aligned}
 &= Q\ masing\ -\ masing\ lime\ saturator\ -\ Q\ air\ bersih\ ke\ setiap\ pembubuh\ kapur \\
 &= 1,37 - 0,03 \\
 &= 1,34\ l/det
 \end{aligned}$$

**Tabel 8.8** Rekapitulasi Pembubuhan Kapur

No.	Uraian	Satuan	Bak Pembubuh	SNI 6774 Th. 2008
1	Dosis Kapur, $\text{Ca}(\text{OH})_2$	mg/l	102.00	-
	Konsentrasi	%	87.00	
	Kebutuhan Kapur, $\text{Ca}(\text{OH})_2$	mg/l	65.66	
	Tangki penjernih menggunakan Lime Saturator			
	Kelarutan kapur	gr/l	1.12	
	Kecepatan keatas, $V_{up}$	cm/det	0.05	
	Time detention (Td)	menit	30.00	
	Kebutuhan Kapur, $\text{Ca}(\text{OH})_2$	gr/det	9.18	
	Kebutuhan air / Q larutan kapur	l/det	8.20	-
	Jumlah Lime saturator	Unit	6.00	-
	Q masing masing Lime saturator	l/det	1.37	-
	Luas penampang	$\text{m}^2$	2.73	
	Diameter (D) Lime Saturator	meter	1.87	
	Tinggi silinder	meter	0.90	
	Sudut puncak (°)		60.00	
	Tinggi bagian conical	meter	1.61	
	Tinggi Lime Saturator	meter	2.51	
	Dimensi Lime Saturator:			
	Tinggi total	meter	2.81	
	Diameter (D) Lime Saturator	meter	1.87	
	Bak pembubuh kapur			
	Jumlah bak	Unit	6.00	
	Peroda pembubuhan	Jam	12.00	
	Kebutuhan Kapur/bak	gr	66,096.00	
	Berat jenis kapur	kg/l	0.995	
	Volume kapur	lt	66.43	
	Konsentrasi larutan yang diinginkan	%	5.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapur (<math>\text{CaO}</math>), dibubuhkan dalam bentuk larutan dengan konsentrasi larutan 5% sampai dengan 20%;</li> <li>- Soda abu (<math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math>) dibubuhkan dalam bentuk larutan, dengan konsentrasi larutan 5% sampai dengan 20%;</li> <li>- Soda api (<math>\text{NaOH}</math>), dibubuhkan dalam bentuk larutan, dengan konsentrasi larutan maksimum 20%;</li> <li>- Dosis bahan alkalin ditentukan berdasarkan percobaan;</li> <li>- Pembubuhan bahan alkalin secara gravitasi atau pemompaan, dibubuhkan sebelum dan atau sesudah pembubuhan koagulan</li> </ul>
	Volume larutan	$\text{m}^3$	1.33	
	Kebutuhan air	$\text{m}^3$	1.26	
	Dimensi bak:			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bak dapat menampung larutan selama 8 jam sampai dengan 24 jam;</li> <li>- Diperlukan 2 buah bak yaitu 1 buah bak pengaduk manual atau mekanis dan 1 buah bak pembubuh</li> <li>- Bak harus dilindungi dari pengaruh luar dan tahan terhadap beban alkalin</li> </ul>
	Panjang	meter	1.00	
	Lebar	meter	1.00	
	Dalam	meter	1.33	
	Dalam + Free board	meter	1.63	
	Q air bersih ke setiap bak pembubuh kapur	lt/det	0.03	
	Q tot air bersih sebagai pencampur ke setiap bak	lt/det	1.34	

## 6. UNIT PEMBUBUH DESINFEKTAN

- Dosis Kaporit,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  = 3,40 mg/l
  - ◆ Dosis klor ditentukan berdasarkan dpc yaitu jumlah klor yang dikonsumsi air besarnya tergantung dari kualitas air bersih yang di produksi serta ditentukan dari sisa klor di instalasi (0,25 – 0,35) mg/l.
- Konsentrasi = 60 %
  - Gas klor ( $\text{Cl}_2$ ), kandungan klor aktif minimal 99%.
  - Kaporit atau kalsium hipoklorit ( $\text{CaOCl}_2$ ) x  $\text{H}_2\text{O}$  kandungan klor aktif (60 – 70) %.

- Sodium hipoklorit (NaOCl), kandungan klor aktif 15%.
- Konsentrasi larutan direncanakan = 3 %
- Kebutuhan kaporit :

$$= \left( \frac{\text{debit pengolahan} - \text{dosis kaporit}}{1000} \right) \times 60$$

$$= \left( \frac{90 - 3,40}{1000} \right) \times 60 \\ = 18,36 \text{ gr/menit}$$

- Kapasitas penetesan

$$= 18,36 \text{ gr/menit}$$

$$= \left( \frac{100}{3\%} \right) \times 18,36 \\ = 612 \text{ cc/menit}$$

- Periode pengisian = 12 jam
- Volume larutan

$$= \left( \frac{\text{kapasitas penetesan}}{1000000} \right) \times \text{periode pengisian bak} \times 60$$

$$= \left( \frac{612}{1000000} \right) \times 12 \times 60 \\ = 0,44 \text{ m}^3$$

- Gas klor disuntikan langsung ke instalasi pengolahan air bersih, pembubuhan gas menggunakan peralatan tertentu yang memenuhi ketentuan yang berlaku;
- Kaporit atau sodium hipoklorit dibubuhkan ke instalasi pengolahan air bersih secara gravitasi atau mekanis.

- Dimensi Bak MOM

Panjang = 1 m

Lebar = 1 m

Dalam :

$$= \left( \frac{\text{vol larutan}}{\text{panjang} \times \text{lebar}} \right)$$

$$= \left( \frac{0,44}{1 \times 1} \right) \\ = 0,44 \text{ meter}$$

Dalam + free board

$$= (\text{dalam bak} + 0,3) \\ = (0,44 + 0,3) \\ = 0,74 \text{ meter}$$

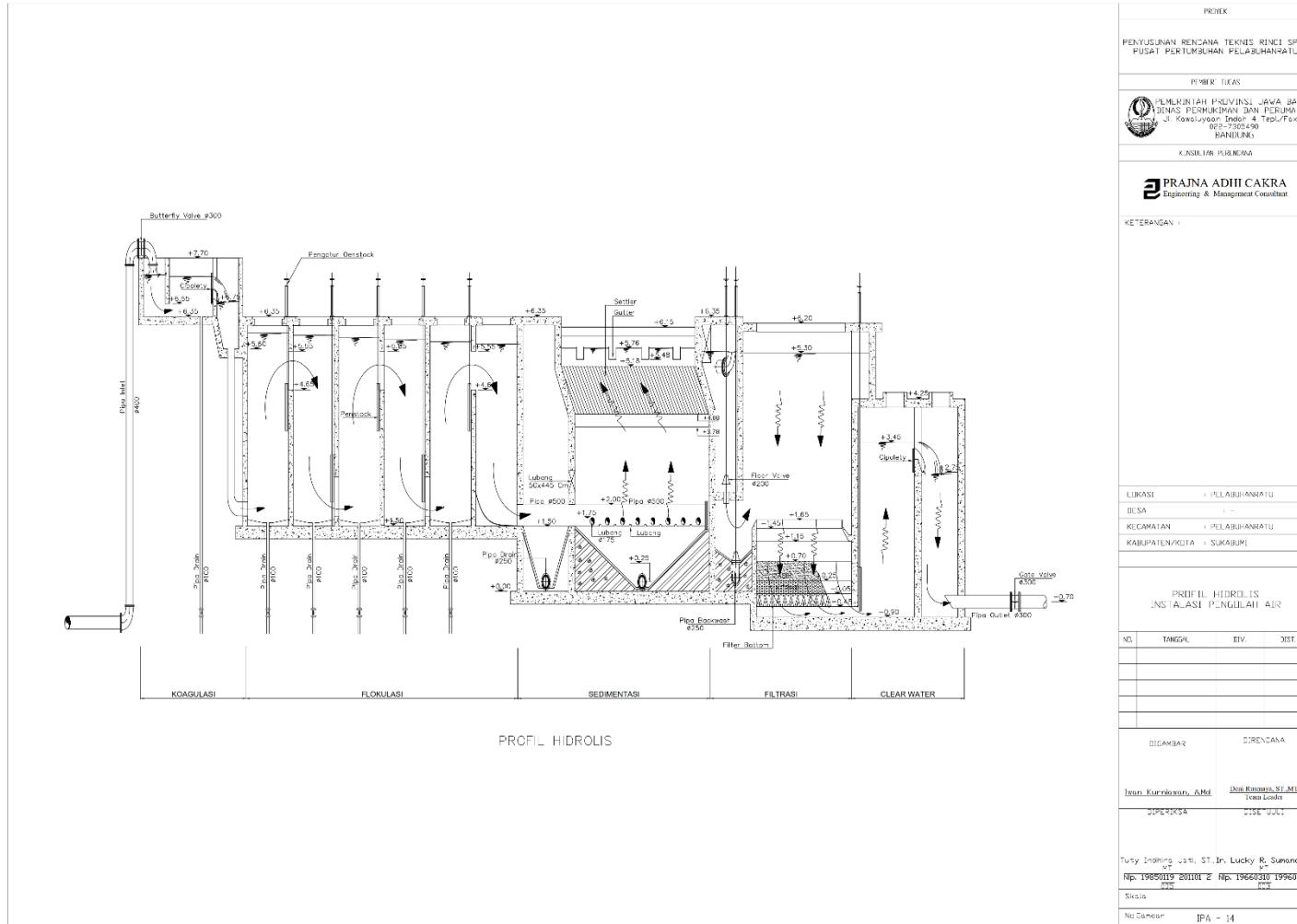
**Tabel 8.9** Rekapitulasi Pembubuhan Desinfektan

No.	Uraian	Satuan	Pembubuh Desinfektan	SNI 6774 Th. 2008
	Dosisi Kaporit, Ca (OCL) <sub>2</sub>	mg/l	3.40	- Dosis klor ditentukan berdasarkan dpc yaitu jumlah klor yang dikonsumsi air besarnya tergantung dari kualitas air bersih yang di produksi serta ditentukan dari sisa klor di instalasi (0,25 – 0,35) mg/l.
	Konsentrasi	%	60.00	- Gas klor (Cl <sub>2</sub> ), kandungan klor aktif minimal 99%; Kaporit atau kalsium hipoklorit (CaOCl <sub>2</sub> ) x H <sub>2</sub> O kandungan klor aktif (60 – 70) %; - Sodium hipoklorit (NaOCl), kandungan klor aktif 15%;
	Konsentrasi larutan direncanakan	%	3.00	
	Kebutuhan kaporit	gr/menit	18.36	
	Kapasitas penetesan	cc/menit	612.00	
	Perioda pengisian bak	Jam	12.00	
	Volume larutan	m <sup>3</sup>	0.44	- Gas klor disuntikan langsung ke instalasi pengolahan air bersih, pembubuhan gas menggunakan peralatan tertentu yang memenuhi ketentuan yang berlaku; - Kaporit atau sodium hipoklorit dibubuhkan ke instalasi pengolahan air bersih secara gravitasi atau mekanis.
	Dimensi Bak MOM			
	Panjang	meter	1.00	
	Lebar	meter	1.00	
	Dalam	meter	0.44	
	Dalam + Freeboard	meter	0.74	

Tabel 8.10 Profil hidrolis dari WTP berdasarkan hasil perhitungan di atas

PROFIL HIDROLIS						
No.	Unit System	Satuan	Headloss			Tinggi Muka Air
			Major	Minor	Total	
1	Tinggi muka tanah	meter				-
2	Tinggi awal muka air diatas Flash Mix					7.00
3	Tinggi muka air diatas tanah					7.00
4	Koagulator (Flash Mix)	meter	0.25	0.252	6.75	
5	Koagulator (Slow Mix)					
	Bak 1	meter	0.041	0.041	6.71	
	Bak 2	meter	0.027	0.027	6.68	
	Bak 3	meter	0.016	0.016	6.66	
	Bak 4	meter	0.008	0.008	6.66	
	Bak 5	meter	0.003	0.003	6.65	
	Bak 6	meter	0.001	0.001	6.65	
6	Sedimentasi					
	Bak I - Inlet pipa	meter	0.001	0.001	6.65	
	Bak II - Inlet Pipa	meter	0.001	0.001	6.65	
	Bak I - Outlet Gutter	meter	0.110	0.110	6.43	
	Bak II - Outlet Gutter	meter	0.110	0.110	6.43	
	Bak I - Saluran	meter	0.112	0.112	6.21	
	Bak II - Saluran	meter	0.112	0.112	6.21	
7	Filtrasi					
	Filter -1 Media pasir	meter	0.268	0.268	4.60	
	Filter -2 Media pasir	meter	0.268	0.268	4.60	
	Filter -3 Media pasir	meter	0.268	0.268	4.60	
	Filter -4 Media pasir	meter	0.268	0.268	4.60	
	Filter -5 Media pasir	meter	0.268	0.268	4.60	
	Filter -6 Mediapasir	meter	0.268	0.268	4.60	
	Filter -1 Media antrasit	meter	0.012	0.012	4.53	
	Filter -2 Media antrasit	meter	0.012	0.012	4.53	
	Filter -3 Media antrasit	meter	0.012	0.012	4.53	
	Filter -4 Media antrasit	meter	0.012	0.012	4.53	
	Filter -5 Media antrasit	meter	0.012	0.012	4.53	
	Filter -6 Media antrasit	meter	0.012	0.012	4.53	
	Filter -1 Media kerikil	meter	0.327	0.327	2.57	
	Filter -2 Media kerikil	meter	0.327	0.327	2.57	
	Filter -3 Media kerikil	meter	0.327	0.327	2.57	
	Filter -4 Media kerikil	meter	0.327	0.327	2.57	
	Filter -5 Media kerikil	meter	0.327	0.327	2.57	
	Filter -6 Media kerikil	meter	0.327	0.327	2.57	
8	Reservoar					
	Tinggi reservoar	meter				4.00
	Tinggi reservoar diatas muka tanah	meter				1.43
	Reservoar masuk dalam tanah	meter				2.57

dan profil hidrolis pada gambar berikut ini :



Gambar 8.27 Profil Hidrolis

## 8.2 Kajian Geoteknik

Pada Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu sangat membutuhkan data kondisi bawah permukaan untuk menentukan perencanaan pondasi.

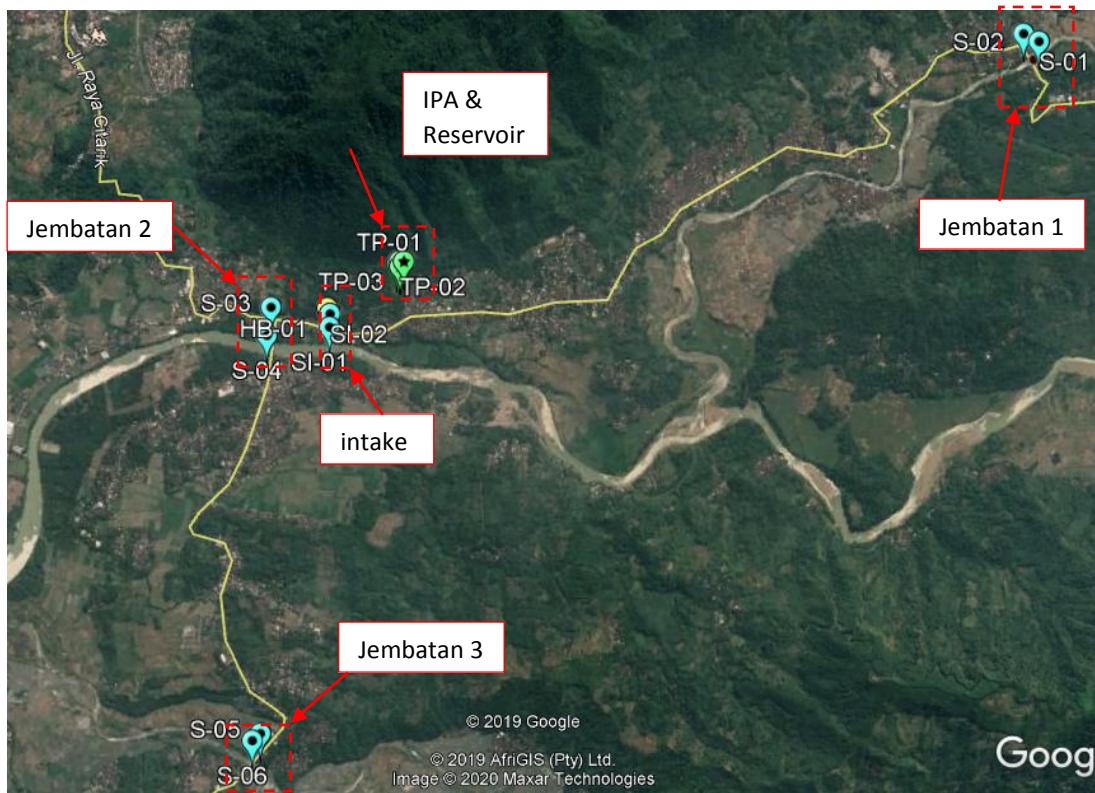
Litologi, karakteristik, parameter tanah bawah permukaan menjadi sangat penting dalam menentukan daya dukung tanah. Daya dukung tanah bawah permukaan digunakan untuk menentukan tipe, jenis, ukuran pondasi bangunan. Penentuan hal-hal tersebut akan berpengaruh dalam optimalisasi biaya konstruksi.

Lingkup pada pekerjaan uji daya dukung tanah ini adalah sebagai berikut :

- Persiapan, Mobilisasi dan Demobilisasi
- Sondir sebanyak 8 titik
- Bor tangan (handbor) sebanyak 1 titik
- Parit uji (test pit) sebanyak 4 titik
- Pengujian laboratorium mekanika tanah
- Pelaporan

Lokasi pekerjaan berada di Pelabuhan Ratu, Sukabumi, Jawa Barat. Akses menuju lokasi dapat ditempuh melalui jalur darat dengan kendaraan roda empat selama kurang lebih 6-7 jam dari Bandung dan sekitar 2-3 jam dari Bogor.





**Gambar 8.28** Lokasi Rencana Teknis Rinci SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhan Ratu

Fisiografi Jawa Barat dibagi menjadi empat zona berarah barat-timur (van Bemmelen, 1949 dalam Martodjojo, 1984) (Gambar 8.28), yaitu:

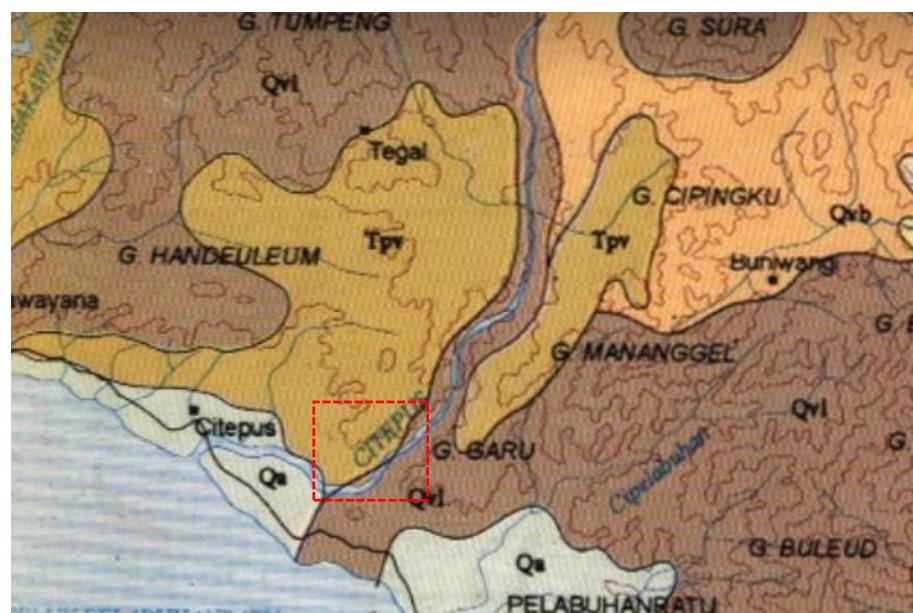
1. Zona Dataran Pantai Jakarta,
2. Zona Bogor,
3. Zona Bandung dan
4. Zona Pegunungan Selatan Jawa Barat.



**Gambar 8.29** Fisiografi Jawa Barat (van Bemmelen, 1949 dalam Martodjojo, 1984)

Daerah penelitian termasuk dalam Daerah Pegunungan Selatan. Daerah Pegunungan Selatan dimulai dari ujung barat Pegunungan Bayah. Terbentang dari sekitar Teluk Pelabuhan Ratu di sebelah barat hingga ke Pulau Nusakambangan di sebelah timur. Satuan fisiografi ini juga dibagi menjadi tiga bagian, yaitu Jampang, Pangalengan, dan Karangnunggal. Zona ini mempunyai lebar  $\pm$  50 km, tetapi di bagian timur menjadi sempit dengan lebar hanya beberapa kilometer. Pegunungan Selatan telah mengalami perlipatan dan pengangkatan pada Zaman Miosen dengan kemiringan lemah ke arah Samudera Indonesia (*Van Bemmelen, 1949 dalam Martodjojo, 1984*). Bagian Utara dari zona ini yaitu Zona Bandung. Litologi Daerah Pegunungan Selatan yaitu Terbentang dari sebelah timur jalur pegunungan bayah hingga kesebelah timur Tasikmalaya dan berakhir di sagara anakan di Pantai Selatan Jawa Tengah. Secara struktural jalur Bandung merupakan puncak dari antiklin Pulau Jawa yang telah mengalami penghancuran pada akhir Zaman Tersier (*Van Bemmelen, 1949 dalam Martodjojo, 1984*).

Stratigrafi Pelabuhan Ratu adalah sebagai berikut:



**Gambar 8.30** Peta Geologi Daerah Penyelidikan (Sebagian Peta Geologi Regional Lembar Bogor Kusnama dan B. Hermanto, 1998)

Berdasarkan Peta Geologi Regional, stratigrafi penyusun di area penyelidikan Pelabuhan Ratu adalah Bahan Gunung Api (TpV) yang tersusun oleh Breksi, breksi tuff batu apungan, aliran lava dan batupasir tufan, pada umumnya berlapis kurang baik, konglomerat bersusunan andesit dan basal. Satuan ini tersingkap baik di lembar Cianjur (*Sujatmiko, 1972*); diduga berumur Plio-Plistosen dan menindih secara tak selaras batuan sedimen yang lebih tua.

### Struktur Geologi

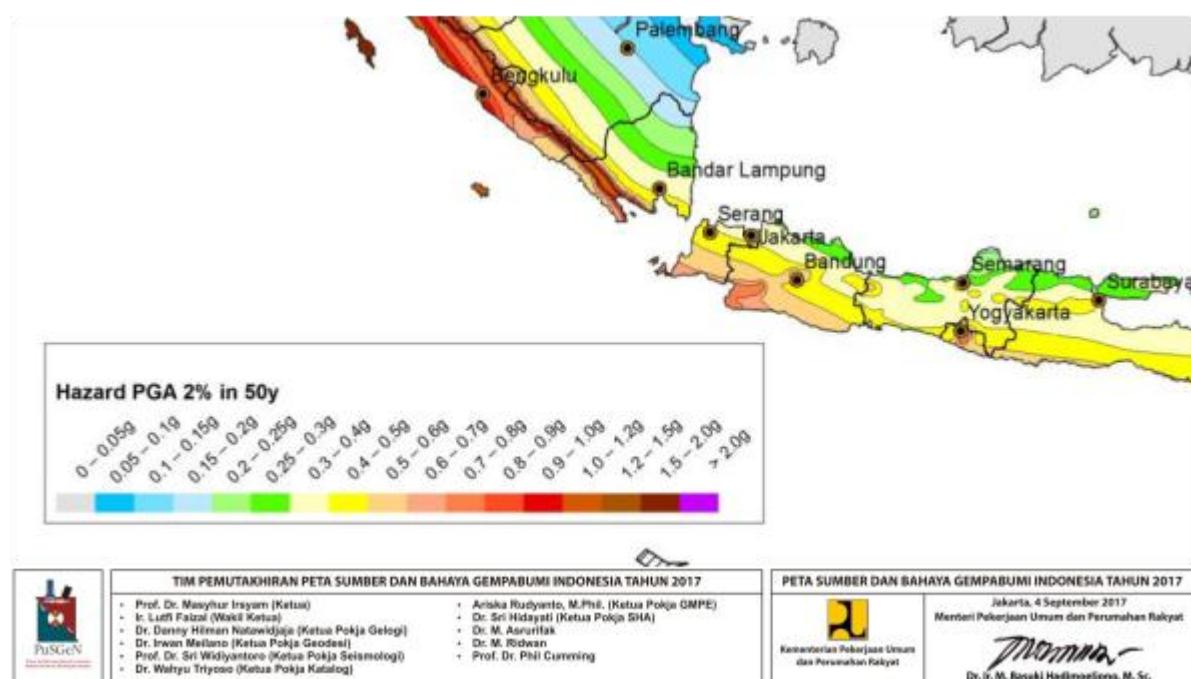
Struktur Geologi di daerah lembar berupa sesar, lipatan, kelurusan dan kekar, yang dijumpai pada batuan berumur Oligosen-Miosen-Pliosen sampai Kuarter. Sesar terdiri dari sesar geser dan sesar normal, yang umumnya berarah utara-selatan, barat daya – timur laut dan barat laut tenggara. Pola lipatan yang dijumpai berupa antiklin dan sinklin yang berarah barat daya – timur laut, barat – timur

dan barat laut – tenggara. Kekar umumnya berkembang baik pada batuan an-desit yang berumur Kuarter.

Tektonika yang terjadi pada Miosen akhir menghasilkan dua pola struktur yang berbeda, yaitu pengangkatan yang kemudian diikuti oleh terobosan batuan andesit.

### Kegempaan

Merujuk pada perhitungan percepatan gerakan tanah maksimum atau peak ground acceleration (PGA), berdasarkan Standar Seismik Indonesia (SNI 1726 : 2012), untuk daerah penelitian memiliki nilai PGA yang cukup tinggi yaitu 0.6 - 0.7g. PGA merupakan satuan akselerasi maksimum yang dirasakan suatu partikel/lapisan ketika terjadi gerakan gempa.

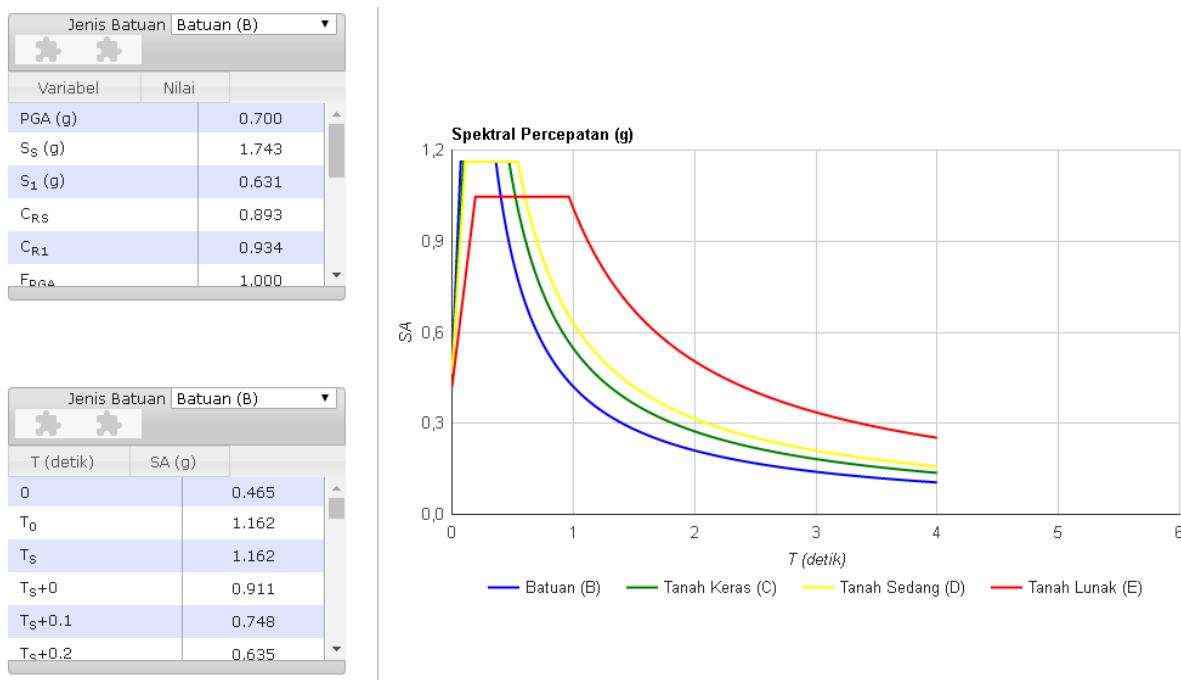


**Gambar 8.31** Pemetaan nilai Peak Ground Acceleration (PGA) pada lokasi penyelidikan  
(*Peta Sumber dan Bahaya Gempa bumi Indonesia 2017*)

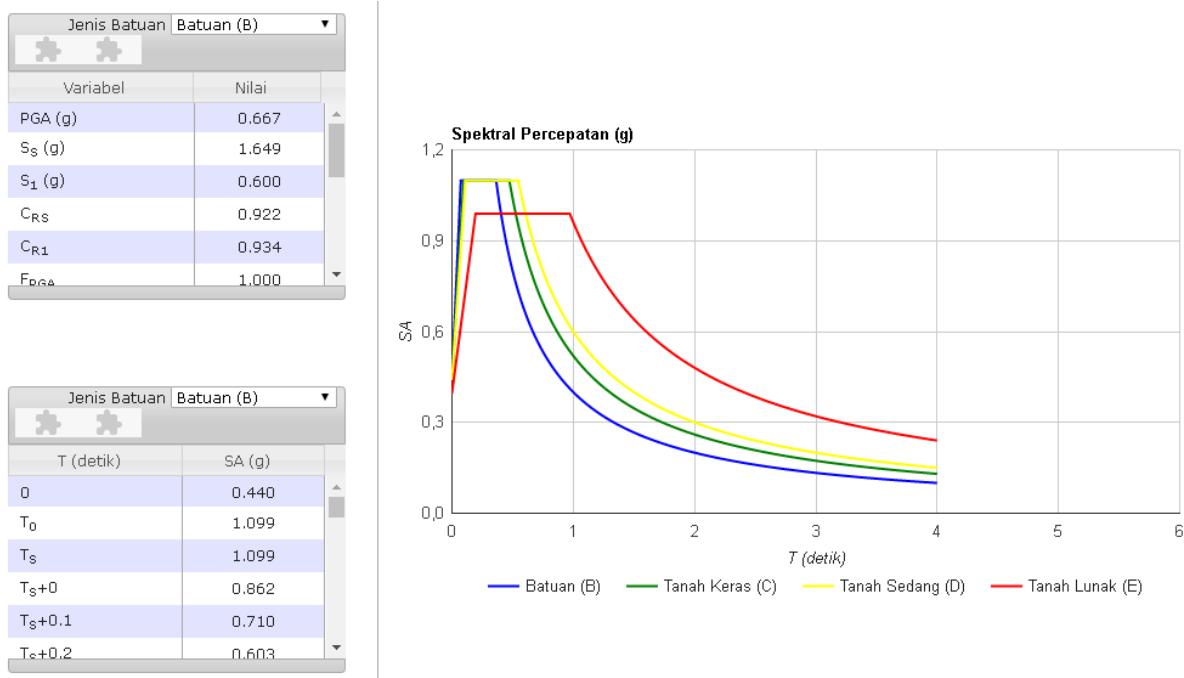
Tabel Parameter kegempaan area studi

Variabel	Nilai			
	Batuan (B)	Tanah Keras (C)	Tanah Sedang (D)	Tanah Lunak (E)
PGA (g)	0.351	0.351	0.351	0.351
SS (g)	0.653	0.653	0.653	0.653
S1 (g)	0.292	0.292	0.292	0.292
CRS	0.984	0.984	0.984	0.984
CR1	0.938	0.938	0.938	0.938
FPGA	1	1.049	1.149	1.048
FA	1	1.139	1.278	1.394
FV	1	1.508	1.816	2.832
PSA (g)	0.351	0.368	0.403	0.367

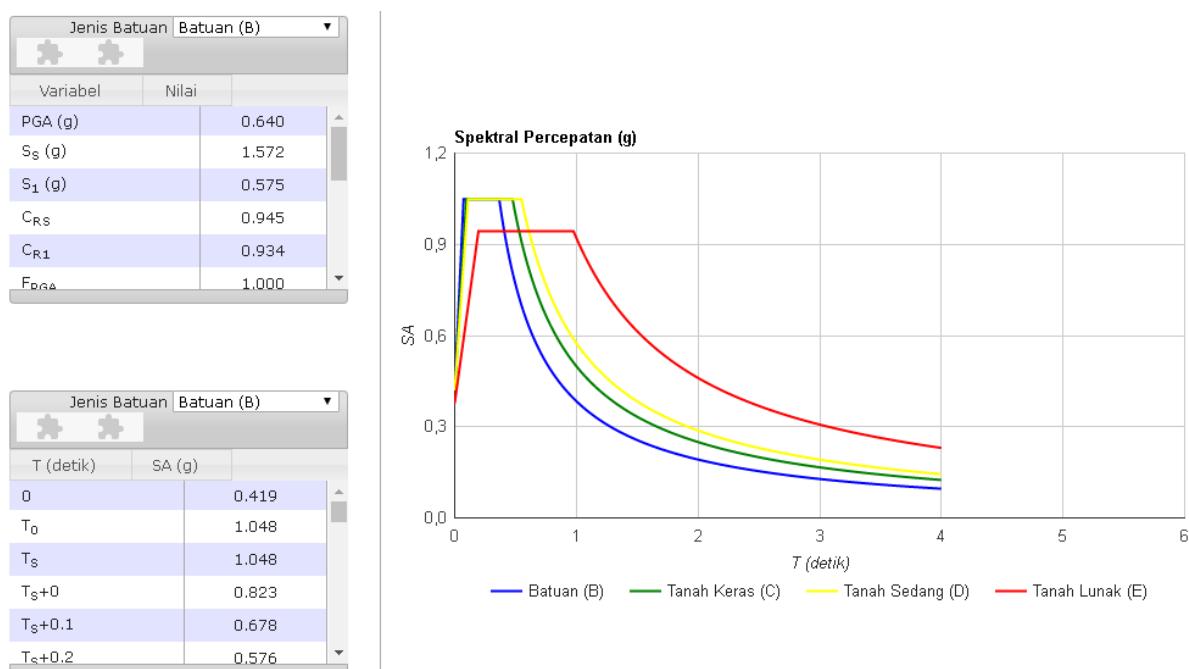
Variabel	Nilai			
	Batuan (B)	Tanah Keras (C)	Tanah Sedang (D)	Tanah Lunak (E)
SMS (g)	0.653	0.744	0.834	0.910
SM1 (g)	0.292	0.440	0.530	0.827
SDS (g)	0.435	0.496	0.556	0.607
SD1 (g)	0.195	0.294	0.354	0.551
T0 (detik)	0.089	0.118	0.127	0.182
TS (detik)	0.447	0.592	0.636	0.908



**Gambar 8.32** Respon Spektra area Penyelidikan area S-01 dan S-02 (SNI 1726 : 2012)



**Gambar 8.33** Respon Spektra area Penyelidikan area S-03, S-04, SI-01, S-02, HB-01, TP-1 s/d TP-4 (SNI 1726 : 2012)



**Gambar 8.34** Respon Spektra area Penyelidikan S-05 dan S-06 (SNI 1726 : 2012)

### 8.2.1 Sondir

#### Metode Pelaksanaan

Pekerjaan Dutch Cone Penetration Test (DCPT) atau Sondir adalah pengujian in-situ yang umum dilakukan, dengan maksud untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah secara cepat serta sifat daya dukung maupun daya lekat pada setiap kedalaman (interval 20 cm). Acuan yang dipakai dalam melaksanakan pekerjaan ini adalah ASTM D 1586 – 99 atau SNI 03-2827.

Mekanisme dari pengujian ini adalah menekan instrument ke dalam tanah untuk mengukur ketahanan konus ( $q_c$ ), yaitu total gaya yang bekerja pada konus dibagi dengan luas proyeksi konus (10 cm) dan local side friction  $f_{sc}$ , adalah gaya total friksi pada selimut friksi dibagi dengan luas permukaan (150 cm).



#### Interpretasi Hasil Pengujian

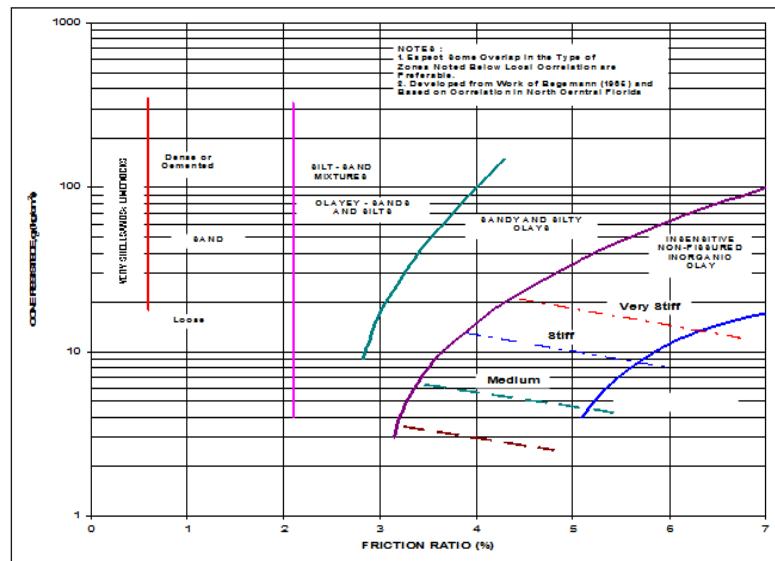
Pengujian Sondir adalah cara pengujian dengan biaya relatif murah untuk mengevaluasi profil tanah yang dilaksanakan secara menerus dapat dipakai sebagai korelasi tanah tak kohesi yang umumnya lebih akurat dan umum digunakan dan kurang akurat jika digunakan untuk tanah ko-hesif, karena adanya pengaruh tekanan air pori dan faktor-faktor lainnya. Klasifikasi tanah yang didasarkan atas hasil pengujian sondir seperti pada tabel di bawah ini:

**Tabel 8.11** Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai  $q_c$  (Schmertmann, 1974)

Tanah Berbutir Halus		Tanah Granular	
Klasifikasi Tanah	$q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Klasifikasi Tanah	$q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Soft soil	$q_c < 6$	Loose density	$q_c < 20$
Medium consistency	$6 < q_c < 16$	Medium density	$40 < q_c < 100$
Stiff consistency	$16 < q_c < 40$	Dense or Cemented	$q_c > 100$
Very stiff consistency	$q_c > 40$		

#### 1. Korelasi Antara Pengujian Sondir Dengan Klasifikasi Tanah

Karena pengujian Sondir tidak dapat mengambil contoh tanah yang diuji seperti pada pemboran inti konvensional, maka untuk dapat memperkirakan klasifikasi tanah dapat ditentukan dari pada Gambar dibawah ini.



**Gambar 8.35** Klasifikasi Tanah berdasarkan hasil pengujian Sondir Mekanis (Schmertmann, 1974)

a) Undrained Shear Strength Untuk Tanah Lempung

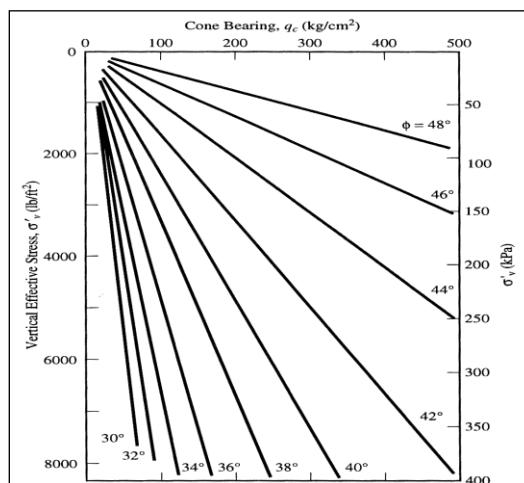
Dengan kecepatan penetrasi sekitar 20 mm/detik, untuk tanah berbutir halus yang mempunyai permeabilitas rendah, shear strength didasarkan atas undrained shear strength ( $S_u$ ). Hasil dari beberapa riset menunjukkan bahwa undrained shear strength sebagai fungsi dari ketahanan konus seperti pada persamaan berikut:

$$S_u = \frac{(q_c - \sigma_{v0})}{N_k}$$

dimana  $N_k$  berkisar antara 9 - 21

Secara konservatif direkomendasikan untuk menggunakan nilai  $N_k = 20$ .

b) Drained Shear Strength Untuk Tanah Pasiran



**Gambar 8.36** Hubungan antara Cone Resistance vs Vertical Effective Stress dan Sudut Geser Dalam (Durgunoglu, HT and Mitchel, J.K)

Tidak seperti tanah berpermeabilitas rendah seperti lempung dan lanau, tanah pasiran umumnya bersifat sebagai material kering dengan permeabilitas tinggi. Untuk maksud tersebut, shear strength tanah pasiran dapat di hubungkan dengan drained shear strength. Karenanya shear strength untuk tanah pasiran sangat tergantung pada sudut geser dalam (angle of internal friction).

## 2. Korelasi Antara Pengujian Sondir dan Kompresibilitas

Hubungan antara hasil Sondir dan constrained modulus (M), untuk tanah kohesif dan non-kohesif seperti pada persamaan berikut:

$$M = \alpha q_c c$$

Di mana  $\alpha$  faktor empiris = 2 – 6 (*Mitchell and Gardner, 1975*).

## 3. Korelasi Antara Tahanan Ujung Sondir ( $q_c$ ) dengan Nilai SPT

Hubungan antara tahanan ujung sondir ( $q_c$ ) dengan Nilai Standard Penetration Test (NSPT) seperti pada tabel dibawah ini.

**Tabel 8.12** Korelasi Antara Tahanan Ujung Sondir ( $q_c$ ) dengan Nilai SPT (after Schmertmann, 1970)

Soil Type	$q_c/N$
<i>Silts, sandy silts, and slightly cohesive silt-sand mixtures</i>	2
<i>Clean, fine to medium sands and slightly silty sands</i>	3-4
<i>Coarse sands and sands with little gravel</i>	5-6
<i>Sandy gravels and gravel</i>	8-10

\*) Disalin dari "The Penetrometer and Soil Exploration: G. Sanglerat, 1972

### 8.2.2 Handbore/Bor Tangan

Pengeboran tanah mungkin metode yang paling umum dari eksplorasi. Pengeboran tanah dapat maju menggunakan sejumlah metode. Selain itu, beberapa berbeda tes in-situ dapat dilakukan di lubang bor terbuka. Metode untuk memajukan lubang bor akan dibahas pertama diikuti oleh metode pengujian in-situ.

Pengeboran manual Auger adalah peralatan yang menggunakan tangan yang sudah maju. Biasanya, pengeboran ini dilakukan di daerah-daerah di mana akses untuk peralatan pengeboran standar sangat terbatas. Pengguna pengeboran auger dibatasi oleh kedalaman karena adanya tekanan air tanah atau penyempitan tanah yang menyebabkan menghalangi lubang bor. Tes sondir biasanya dilakukan bersamaan dengan metode



pengeboran ini. Pelaksanaan pemboran tangan dilakukan dengan menggunakan *Iwan auger* yang diputar secara manual mencapai kedalaman maximal 6 meter untuk maksud mengetahui kondisi bawah permukaan dan pengambilan contoh tanah tak terganggu.

### Interpretasi Data

Interpretasi data handbore dilakukan dengan menggunakan korelasi antara nilai daya dukung tanah ( $Q_a$ ) dengan kekerasan tanah berdasarkan Manual for Slope Protection (Japan Road Association, 1984).

**Tabel 8.13** Nilai  $Q_a$  berdasarkan kekerasan tanah (Japan Road Association, 1984)

Ground		Allowable Bearing Capacity ( $kN/m^2$ )	N - value	Unconfined Compressive Strength ( $kN/m^2$ )
<b>Rock</b>		1000	Over 100	-
<b>Sandstone</b>		500	Over 50	-
<b>Mudstone</b>		300	Over 30	-
<b>Gravelly Soil</b>	Very Dense	600	-	-
	Dense	300	-	-
<b>Sandy Soil</b>	Very dense	300	30 – 50	-
	Dense	200	20 – 30	-
	Medium Dense	100	10 – 20	-
	Loose **	50	5 – 10	-
	Very Loose *	0	Less than 5	-
<b>Cohesive Soil</b>	Very Stiff	200	15 – 30	Over 250
	Stiff	100	8 – 15	100 – 250
	Medium Stiff	50	4 – 8	50 – 100
	Soft	20	2 – 4	25 – 50
	Very Soft *	0	0 – 2	Less than 25
<b>Loam</b>	Stiff		Over 5	Over 150
	Slightly stiff		3 – 5	100 – 150
	Soft		Less than 5	Less than 100

Note \*) : unsuitable for foundation. \*\* : necessary for liquefaction consideration  $100 \text{ kN/m}^2 = 10 \text{ tf/m}^2 = 1 \text{ kg/cm}^2$

Source : Manual for Slope Protection (1984), by Japan Road Association

Sumber : Japan Road Association, 1984

### 8.2.3 Parit Uji (Test Pit)

Test pit adalah lubang hasil pengalian dengan diameter 1 – 1.5 meter, hingga mencapai kedalaman tertentu selama kohesi tanah yang digali masih memungkinkan dan permukaan air tanah di tempat tersebut lebih dari kedalaman sumur uji. Test pit bertujuan untuk mengklarifikasi tipe, kondisi dan ketebalan tanah bawah permukaan. Ini adalah metode paling sederhana untuk memeriksa tanah bawah permukaan. Setelah penggalian masing-masing lubang uji, dibuat log dengan deskripsi warna, ukuran butiran, kekompakan, karakteristik tanah lainnya, temuan lainnya. Sampel dapat diperoleh dari sisi lubang uji. Test pit kembali dikubur dengan bahan penggali setelah pemeriksaan selesai.



Test pit paling sesuai dilakukan untuk sumber material bagi pembangunan, oleh karena sampel/contoh yang banyak dapat terlihat secara langsung. Test pit juga digunakan untuk mendapatkan sampel "tidak terganggu (undisturbed sampel)" yang diambil dengan rapi dan teliti untuk pengujian dilaboratorium. Selain itu, test pit dapat dipakai sebagai tempat pengujian lapangan, biasanya uji penbebanan dengan menggunakan pelat logam dasar. Untuk pekerjaan – pekerjaan penimbunan tanah, test pit sangat berguna untuk mengetahui angka pori dan kondisi lapisan tanah jelek mungkin dapat ditemui pada lokasi tempat pengambilan tanah urungan (Burrow Area). Selain itu cara ini sangat berguna dalam penyelidikan tanah untuk pondasi bangunan yang ringan seperti bangunan gedung, tangki, dinding penahan tanah dan jalan raya.

#### 8.2.4 Uji Laboratorium Mekanika Tanah

##### 1. Index Propertis

###### a) Kadar Air

Pelaksanaan tes ini dilakukan untuk kadar air untuk tanah, batuan dan material sejenisnya berdasarkan beratnya. Perbandingan antara berat isi dengan butir tanah yang dinyatakan dalam  $W_n$  (water Content atau Moisture Content). Prosedur pelaksanaan pengujian dilakukan berdasarkan ASTM.D-2216-98 atau SNI 03-1965.

###### b) Berat Jenis Tanah/ Spesific Gravity (Gs)

Tes ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis tanah atau batuan. Untuk sample yang lolos ayak No. 4 (4,75 mm). Specific Gravity dilakukan menggunakan picnometer dan perlengkapan sesuai dengan standard ASTM-D.854, test method for specific gravity of soil. Sedangkan untuk yang berukuran lebih besar dari 4,75 mm dilakukan bulk specific gravity test and absorption sesuai dengan standard ASTM-C.127, test for specific gravity and absorption of moisture content of soil.

###### c) Unconfined Compression Test

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *unconfined compressive strength* ( $q_u$ ) dari tanah kohesif. Dari nilai  $q_u$ , dapat dihitung *undrained shear strength* ( $C_u$ ) dan *degree of sensitivity* ( $S_t$ ). Metode yang dipakai untuk pengujian ini adalah ASTM.D2166.

###### d) Uji Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mengetahui daya hantar (konduktifitas) air terhadap tanah. Untuk material lanau – pasir digunakan constant head test, sedangkan untuk material lempung-lanau menggunakan uji falling head test. Pengujian permeability test mengacu pada standar Permeability Test ASTM D2434.

###### e) CBR Laboratorium

CBR (California Bearing Ratio) adalah perbandingan antara tegangan penetrasi suatu lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap tegangan penetrasi bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (dinyatakan dalam persen). Benda uji yang digunakan untuk CBR Laboratorium merupakan benda uji undisturbed. Tata cara pengujian

sesuai dengan metode pengujian CBR Laboratorium SNI 03-1744-1989 ata ASTM D 1883 – 16 (*Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils*)

f) Compaction

Tujuan uji kompaksi adalah untuk mendapatkan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum pada suatu proses pemanatan. Kadar air optimum ini ditentukan dengan melakukan pemanatan di laboratorium. Hasil dari percobaan ini digunakan untuk memenuhi persyaratan saat dilakukan pemanatan. Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM D 1557-12.

## 8.2.5 HASIL INVESTIGASI GEOTEKNIK DI PELABUHANRATU

### 1. Hasil Sondir (DCPT)

#### Pelaksanaan Sondir

Dutch Cone Penetration Test (DCPT) atau Sondir dilaksanakan untuk mencari detail dari nilai tahanan konus (qc) dari tiap lapisan. Sondir dilakukan dengan manual dan dihentikan jika qc  $>150$  kg/cm<sup>2</sup> atau kedalaman mencapai 20 m. Grafik dan data sondir dapat dilihat pada Lampiran. Rekapitulasi pelaksanaan sondir tampak pada tabel berikut:

**Tabel 8.14** Informasi Pelaksanaan Sondir

NO	TITIK	TANGGAL PELAKSANAAN	KOORDINAT			KEDALAMAN (m)
			X	Y	ZONA	
<b>JEMBATAN 1</b>						
1	S-01	25 Januari 2020	677524	9226161	48 M	1.6
2	S-02	25 Januari 2020	677435	9226206	48 M	3.6
<b>JEMBATAN 2</b>						
3	S-03	25 Januari 2020	673062	9224648	48 M	2.6
4	S-04	25 Januari 2020	673039	9224485	48 M	5.2
<b>JEMBATAN 3</b>						
5	S-05	26 Januari 2020	672994	9222188	48 M	3.6
6	S-06	26 Januari 2020	672946	9222147	48 M	1.8
<b>JEMBATAN ITEK</b>						
7	SI-01	26 Januari 2020	673405	9224531	48 M	5.2
8	SI-02	26 Januari 2020	673409	9224607	48 M	2.6

berikut ini hasil dokumentasi kegiatan sondir:



**Gambar 8.37** Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Jembatan 1



**Gambar 8.38** Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Jembatan 2



**Gambar 8.39** Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Jembatan 3



**Gambar 8.40** Foto Dokumentasi Pelaksanaan Sondir Area Intake

#### **Stratigrafi Titik Penyelidikan**

Dari hasil penyelidikan lapangan jenis tanah bawah permukaan berdasarkan grafik Klasifikasi Tanah berdasarkan hasil pengujian Sondir Mekanis (Schmertmann, 1978) sebagai berikut:

**Tabel 8.15** Stratigrafi Titik Penyelidikan

Sondir	Depth	qc,	Description
<b>Jembatan 1</b>			
S-01	0.00 ~ 1.00	7	Sandy and Silty Clays
	1.00 ~ 1.60	110	Dense or Cemented
S-02	0.00 ~ 3.20	14	Sandy and Silty Clays
	3.20 ~ 3.60	110	Dense or Cemented
<b>Jembatan 2</b>			
S-03	0.00 ~ 2.20	9	Organic Clays and
	2.20 ~ 2.60	110	Dense or Cemented
S-04	0.00 ~ 4.60	10	Organic Clays and
	4.60 ~ 5.20	110	Dense or Cemented
<b>Jembatan 3</b>			
S-05	0.00 ~ 3.40	5	Sandy and Silty Clays
	3.40 ~ 3.60	110	Dense or Cemented
S-06	0.00 ~ 1.20	20	Organic Clays and
	1.20 ~ 1.80	110	Dense or Cemented
<b>Jembatan ITEK</b>			
SI-01	0.00 ~ 2.00	3	Organic Clays and
	2.00 ~ 4.80	56	Medium Sand
	4.80 ~ 5.20	110	Dense or Cemented
SI-02	0.00 ~ 2.20	11	Organic Clays and
	2.20 ~ 2.60	110	Dense or Cemented

Hasil interpretasi litologi tanah dari hasil uji sondir sebagai berikut :

- a. Di Jembatan 1 terdapat titik Sondir S-01 dan S-02 dengan lapisan pertama berupa organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance  $7-14 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 0.0-3.2 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan  $qc \geq 100 \text{ kg/cm}^2$  ditemukan mulai kedalaman 1 m pada titik S-01 dan 3.2 m pada titik S-02.
- b. Di Jembatan 2 terdapat titik Sondir S-03 dan S-04, lapisan pertama berupa organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance  $9-10 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 0.0-4.6 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan  $qc \geq 100 \text{ kg/cm}^2$  ditemukan mulai kedalaman 2.2 m pada titik S-03 dan kedalaman 4.6 m untuk titik S-04.
- c. Di Jembatan 3 terdapat titik Sondir S-05 dan S-06, lapisan pertama di titik S-05 berupa sandy and silty clays dengan nilai cone resistance  $5 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 0.0-3.4 m, sedangkan di titik S-06 merupakan organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance  $20 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 0.0-1.2 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan  $qc \geq 100 \text{ kg/cm}^2$  ditemukan mulai kedalaman 3.4 m pada titik S-05 dan 1.2 m untuk titik S-06.
- d. Di Intake terdapat titik Sondir SI-01 dan SI-02, lapisan pertama berupa organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance  $3-11 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 0.0-2.2 m. Pada titik SI-01 lapisan selanjutnya yaitu Medium Sand dengan nilai cone resistance  $56 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 2-4.8 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan  $qc \geq 100 \text{ kg/cm}^2$  ditemukan mulai kedalaman 4.8 m untuk titik SI-01 dan 2.2 m untuk titik SI-02.

## 2. Hasil Handbore/Bor Tangan

Pekerjaan pemboran tangan dilakukan dengan menggunakan auger sebanyak 1 titik dengan kedalaman 2,5 m. Pelaksanaan handbore dihentikan karena lapisan tanah sudah keras (dense).



**Gambar 8.41** Foto pelaksanaan handbore area Intake

### Stratigrafi Tanah

Stratigrafi tanah dari hasil pengujian handbor tampak pada tabel dibawah ini dan secara lengkap dapat di lihat pada lampiran log handbore.

**Tabel 8.16** Deskripsi litologi handbore HB-01

Kedalaman (m)	Deskripsi
	HB-01
0.0 – 2.0	Pasir lempungan, abu - abu kecoklatan, ukuran butir lempungpasir, soft
2.0 – 2.5	Pasir lanauan, ukuran butir lanau - kerikil, abu-abu kecoklatan, keras

Dari hasil uji handbor, lapisan pertama pada kedalaman 0.0-2.0 m merupakan tanah pasir lempungan dengan warna abu – abu kecoklatan, lapisan kedua pada kedalaman 2.0-2.5 m merupakan lapisan pasir lanauan, ukuran butir lanau - kerikil, abu-abu kecoklatan, keras. Pekerjaan handbore dihentikan pada kedalaman 2.5 m karena pada lapisan kedua sudah cukup keras (dense).

### 3. Hasil Test Pit

Pada lokasi penelitian dilakukan 4 titik test pit dan berada di daerah Pelabuhan Ratu, Sukabumi. Koordinat lokasi setiap titik test pit di lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini

**Gambar 8.42** Layout titik pekerjaan test pit di daerah penyelidikan**Tabel 8.17** Rekapitulasi pelaksanaan test pit

No.	Test Pit	Kedalaman (m)	Waktu Pelaksanaan	Koordinat	
				X	Y
1	TP-01	1.0	27 Januari 2020	673815 m E	9224906 m S
2	TP-02	1.0	27 Januari 2020	673817 m E	9224876 m S
3	TP-03	1.0	27 Januari 2020	673840 m E	9224905 m S
4	TP-04	1.0	27 Januari 2020	673800 m E	9224890 m S

Informasi litologi dan stratigrafi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 8.18** Deskripsi litologi test pit di Pelabuhan Ratu

Kedalaman (m)	Litologi
<b>TP-01</b>	
0.0 - 2.5 m	Batuan Breksi, abu kekuningan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan, plastisitas rendah, medium dense
<b>TP-02</b>	
0.0 - 0.1 m	Top Soil, lanau lempungan, coklat, terdapat sisipan akar-akaran, medium
0.1 - 3.0 m	Batuan Breksi, abu kekuningan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan, plastisitas rendah, medium dense
<b>TP-03</b>	
0.0 - 1.5 m	Batuan Breksi, abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat, plastisitas rendah, medium dense
<b>TP-04</b>	
0.0 – 3.0 m	Batuan Breksi, abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat, plastisitas rendah, medium dense



**Gambar 8.43** Foto pekerjaan test pit di Pelabuhan ratu

Dari hasil uji testpit, lapisan pertama pada titik TP-01, TP-03 dan TP-04 kedalaman 0.0 – 3m merupakan Batuan Breksi, abu kekuningan-abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Ter-dapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan-coklat, plastisitas rendah, medium dense.

Berdasarkan stratigrafi tanah dari hasil testpit lapangan diketahui bahwa daya dukung tanah pada area tersebut  $Q_a = 30-60 \text{ ton/m}^2$ .

#### 4. UJI LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Sample Tanah diuji Index properties dan engineering properties. Hasil uji laboratorium mekanika tanah dapat dilihat pada lampiran. Rekap hasil uji mekanika tanah tampak pada tabel dibawah ini.

**Tabel 8.19** Rekapitulasi hasil uji mekanika tanah (index properties)

No.	Sample	Sample Type	Depth (m)	USCS	Gs	Indeks Properties			Atterberg limits			Particle Size Distribution Analisis			
						Wn %	g m gr/cm3	g dry gr/cm3	WI %	wP %	IP %	( ASTM D 422 )			
												Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %
1	HB-1	UDS	1.50 - 2.00	ML	2.65	40.93	1.671	1.185	51.37	37.04	14.33	0.00	12.12	46.55	41.33

**Tabel 8.20** Rekapitulasi hasil uji mekanika tanah (engineering properties)

Bore Hole	Depth (m)	Triaxial UU Total Stress		Consolidation	
		C kg/cm2	f deg	Cv cm/sec	Cc
HB-01	1.50 - 2.00	9.985	0.115	0.630	8.84.E-04

Dari hasil pengujian laboratorium mekanika tanah didapatkan stratigrafi pada HB-01 dengan kedalaman 1.50 – 2.0 m merupakan lempung lanauan dengan kadar air sebesar 40.93%, dengan klasifikasi Clayey Silts with Slight Plasticity (ML) dengan Index Plastis antara 14.33%.

#### 8.2.6 HASIL ANALISIS GEOTEKNIK SONDIR

##### 1. INTERPRETASI PARAMETER GEOTEKNIK

Dengan menggunakan korelasi empiris untuk menginterpretasikan data sondir hasil uji lapangan, didapatkan perkiraan berat isi, sudut geser dalam, dan modulus elasticity pada tiap kedalaman.

**Tabel 8.21** Parameter Geoteknik dari Data Sondir

Sondir	Depth (m)	qc, (kg/cm <sup>2</sup> )	Description	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Internal Friction Angle (φ)	Cohesion (Cu,kPa)	Modulus Elasticity (kPa)	Qa (t/m <sup>2</sup> )
<b>Jembatan 1</b>								
S-01	0.00 ~ 1.00	7	Sandy and Silty	14.90		23	1750	2.8
	1.00 ~ 1.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
S-02	0.00 ~ 3.20	14	Sandy and Silty	15.20		46	3500	5.6

Sondir	Depth (m)	qc, (kg/cm <sup>2</sup> )	Description	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Internal Friction Angle (φ)	Cohesion (Cu,kPa)	Modulus Elasticity (kPa)	Qa (t/m <sup>2</sup> )
	3.20 ~ 3.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
<b>Jembatan 2</b>								
S-03	0.00 ~ 2.20	9	Organic Clays	15.00		44	2250	3.0
	2.20 ~ 2.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
S-04	0.00 ~ 4.60	10	Organic Clays	15.00		48	2500	3.3
	4.60 ~ 5.20	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
<b>Jembatan 3</b>								
S-05	0.00 ~ 3.40	5	Sandy and Silty	14.80		16	1250	2.0
	3.40 ~ 3.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
S-06	0.00 ~ 1.20	20	Organic Clays	15.50		100	5000	6.7
	1.20 ~ 1.80	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
<b>Intake</b>								
SI-01	0.00 ~ 2.00	3	Organic Clays	14.70		14	750	1.0
	2.00 ~ 4.80	56	Medium Sand	17.30	30-35		14000	28.0
	4.80 ~ 5.20	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
SI-02	0.00 ~ 2.20	11	Organic Clays	15.10		54	2750	3.7
	2.20 ~ 2.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3

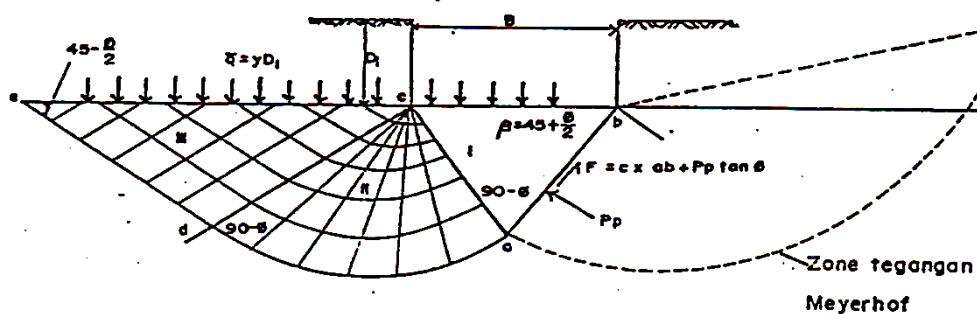
## 2. PONDASI DANGKAL

Menurut Terzaghi suatu pondasi dangkal ditentukan dari:

$$Df \leq B$$

dimana:

- Df = kedalaman pondasi dangkal  
 B = lebar pondasi dangkal



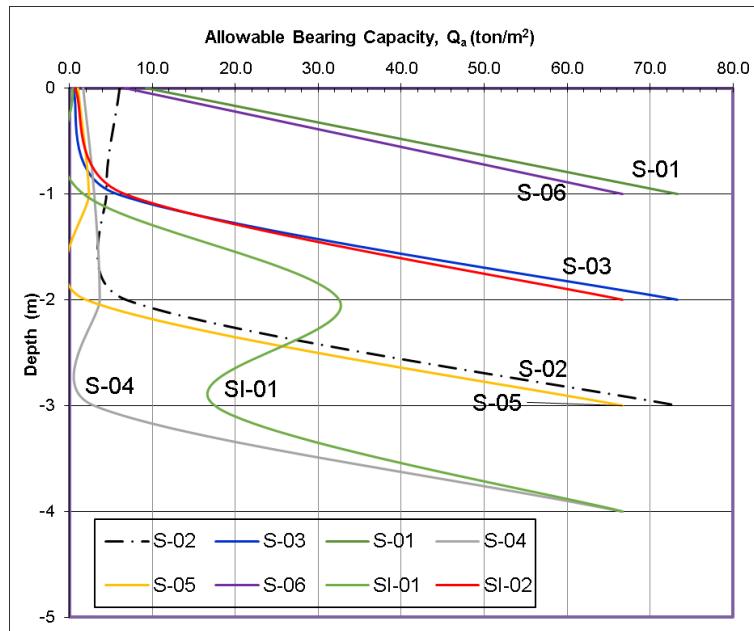
**Gambar 8.44** Zona Tegangan Terzaghi (Terzaghi, 1943)

Meyerhof (1956) menganjurkan formula untuk menghitung daya dukung ijin (Qa) untuk tanah pasir dari data SPT (N) sebagai berikut:

$$Q_a = 0.12N \text{ (kg/cm}^2\text{) untuk } B < 1.2 \text{ m}$$

$$Q_a = 0.08N \{(3.28 B + 1)/3.28B\}^2 \text{ (kg/cm}^2\text{) untuk } B > 1.2 \text{ m}$$

Daya dukung tanah berdasarkan data sondir tampak pada gambar dibawah ini.



**Gambar 8.45** Daya dukung tanah berdasarkan data Sondir pada S-01 s/d SI-02

Dari informasi deskripsi test pit, daya dukung tanah area IPS dan Reservoir tampak pada table dibawah ini.

**Tabel 8.22** Daya dukung tanah pada area IPA dan Reservoir

Kedalaman (m)	Litologi	Daya dukung Tanah (ton/m <sup>2</sup> )
<b>TP-01</b>		
0.0 - 2.5 m	Batuan Breksi, abu kekuningan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan, plastisitas rendah, medium dense	30-60
<b>TP-02</b>		
0.0 - 0.1 m	Top Soil, lanau lempungan, coklat, terdapat sisipan akar-akaran, medium	5
0.1 - 3.0 m	Batuan Breksi, abu kekuningan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan, plastisitas rendah, medium dense	30-60
<b>TP-03</b>		
0.0 - 1.5 m	Batuan Breksi, abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat, plastisitas rendah, medium	30-60

Kedalaman (m)	Litologi	Daya dukung Tanah (ton/m <sup>2</sup> )
	dense	
<b>TP-04</b>		
0.0 – 3.0 m	Batuan Breksi, abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat, plastisitas rendah, medium medium dense	30-60

Daya dukung tanah pada area jembatan, intake dan IPA sebagai berikut :

- Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Jembatan 1 kedalaman 1 m pada abutmen kiri (S-01) 9 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 3m pada abutmen kanan (S-02) adalah 5 ton/m<sup>2</sup>.
- Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Jembatan 2 kedalaman 4 m pada abutmen kiri (S-04) 2 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 3m pada abutmen kanan (S-03) adalah 3 ton/m<sup>2</sup>.
- Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Jembatan 3 kedalaman 1 m pada abutmen kiri (S-06) 6 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 3m pada abutmen kanan (S-05) adalah 2 ton/m<sup>2</sup>.
- Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Intake kedalaman 2 m SI-01=1 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 2m pada SI-02 adalah 3 ton/m<sup>2</sup>.
- Daya dukung tanah pada area IPA dan Reservoir berkisar antara 30-60 ton/m<sup>2</sup>.

### 3. PONDASI DALAM

Daya dukung pondasi tiang bor mengikuti rumus umum yang diperoleh dari penjumlahan tahanan ujung dan tahanan selimut tiang, yang dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$Qu = Qp + Qs - Wp$$

dimana:

- $Qu$  = daya dukung ultimit tiang (ton)  
 $Qp$  = daya dukung ultimit ujung tiang (ton)  
 $Qs$  = daya dukung ultimit selimut tiang (ton)  
 $Wp$  = berat pondasi tiang (ton)

- Daya Dukung Ujung Tiang

Menurut metode Reese dan Wright (1977) perhitungan daya dukung ujung pondasi tiang bor adalah sebagai berikut:

$$Q_p = qp \cdot A$$

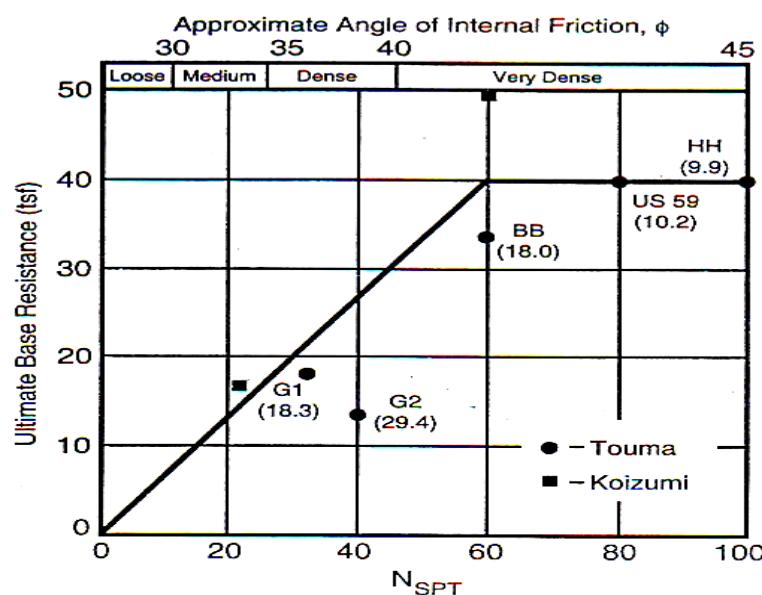
dimana:

$Q_p$  = daya dukung ultimit ujung tiang (ton)

$qp$  = tahanan ujung per satuan luas ( $\text{ton}/\text{m}^2$ )

$A$  = luas penampang tiang ( $\text{m}^2$ )

Pada tanah kohesif besarnya tahanan ujung persatuan luas,  $qp$  dapat di ambil sebesar 9 kali kuat geser dalam, sedangkan untuk non-kohesif, Reese mengusulkan korelasi antara  $q_p$  dengan  $N_{SPT}$ .



**Gambar 8.46** Tahanan ujung ultimit pada tanah non-kohesif (sumber: Reese & Wright, 1977)

- Daya Dukung Selimut Tiang

Perhitungan daya dukung selimut pada tanah homogen dapat dituliskan dalam bentuk:

$$Q_s = fs \cdot L \cdot p$$

dimana:

$Q_s$  = daya dukung ultimit selimut tiang (ton)

$fs$  = gesekan selimut tiang ( $\text{ton}/\text{m}^2$ )

$L$  = panjang tiang (m)

$p$  = keliling penampang ( $\text{m}^2$ )

Gesekan selimut tiang per satuan luas dipengaruhi oleh jenis tanah dan parameter kuat geser dalam.

Untuk tanah kohesif dan non-kohesif dapat menggunakan formula sebagai berikut:

Pada tanah kohesif:

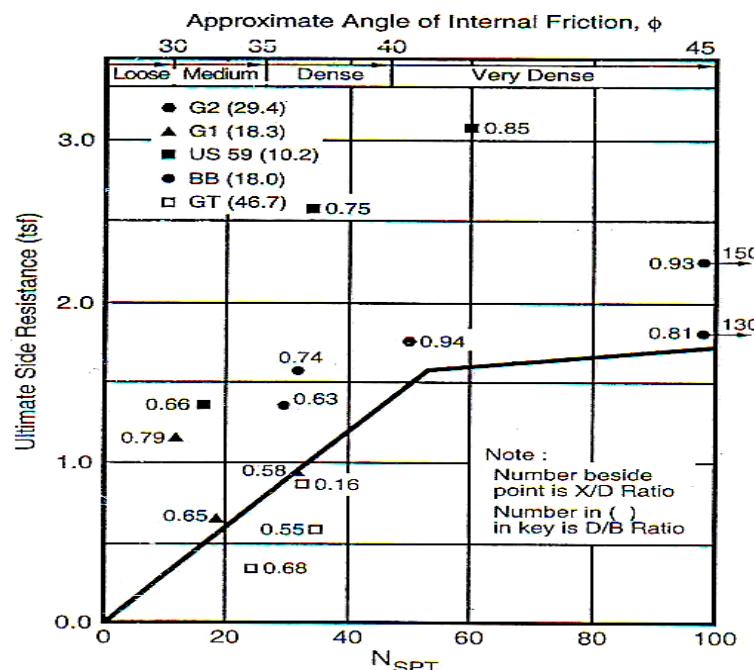
$$f_s = \alpha \cdot c_u$$

dimana:

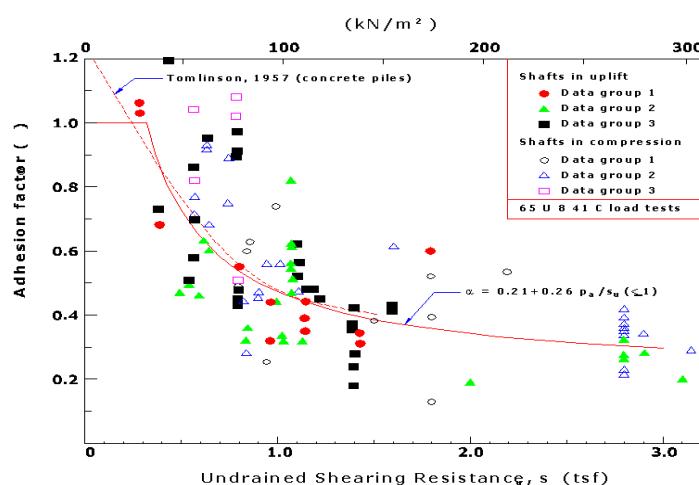
$\alpha$  = faktor adhesi

$c_u$  = kohesi tanah ( $\text{ton}/\text{m}^2$ )

Berdasarkan hasil penelitian Reese, faktor koreksi terhadap adhesi ( $\alpha$ ) dapat diambil sebesar 0.55. Pada tanah non-kohesif, nilai  $f_s$  dapat diperoleh dari korelasi langsung dengan NSPT.



**Gambar 8.47** Hubungan tahanan selimut ultimit terhadap NSPT (sumber: Wright, 1977)



**Gambar 8.48** Adhesion factor (Tomlinson, 1957)

Perhitungan pondasi dapat dilihat pada Lampiran. Daya dukung pondasi dalam dari data sondir tampak pada tabel dibawah ini.

**Tabel 8.23** Perhitungan Daya Dukung Bore Pile Berdasarkan Data Sondir

CPT	Dia	Depth	Cone Resistance	End Bearing	Friction Bearing	Dead Load	Compression		Uplift Capacity	
	$\phi$	$D_f$	$q_c$	$Q_p$	$Q_s$	DL	Ultimate	Allowable	Ultimate	Allowable
	(m)	(m)	kg/cm <sup>2</sup>	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
<b>Jembatan 1</b>										
S-01	0.30	1.2	100.0	70.7	1.9	0.2	72.4	24.3	1.1	0.5
	0.40	1.2	100.0	125.7	2.3	0.4	127.6	42.7	1.5	0.6
	0.50	1.2	100.0	196.4	3.0	0.6	198.9	66.4	2.1	0.8
S-02	0.30	3.2	71.0	50.2	8.2	0.5	57.9	20.3	4.7	1.9
	0.40	3.2	71.0	89.3	9.9	1.0	98.2	33.7	5.9	2.4
	0.50	3.2	71.0	139.5	13.2	1.5	151.1	51.6	8.1	3.2
<b>Jembatan 2</b>										
S-03	0.30	2.2	74.0	52.3	3.5	0.4	55.4	18.8	2.1	0.8
	0.40	2.2	74.0	93.0	4.1	0.7	96.5	32.4	2.7	1.1
	0.50	2.2	74.0	145.4	5.5	1.0	149.9	50.2	3.8	1.5
S-04	0.30	4.8	75.0	53.0	13.4	0.8	65.7	23.6	7.5	3.0
	0.40	4.8	75.0	94.3	16.1	1.4	109.0	38.0	9.5	3.8
	0.50	4.8	75.0	147.3	21.5	2.3	166.6	57.6	13.0	5.2
<b>Jembatan 3</b>										
S-05	0.30	3.4	69.0	48.8	2.7	0.6	50.9	17.0	1.9	0.8
	0.40	3.4	69.0	86.7	3.2	1.0	88.9	29.5	2.6	1.1
	0.50	3.4	69.0	135.5	4.3	1.6	138.2	45.7	3.7	1.5
S-06	0.30	1.4	100.0	70.7	3.7	0.2	74.2	25.2	2.1	0.8
	0.40	1.4	100.0	125.7	4.5	0.4	129.8	43.7	2.7	1.1
	0.50	1.4	100.0	196.4	6.0	0.7	201.8	67.8	3.7	1.5
<b>Intake</b>										
SI-01	0.30	5.0	98.0	69.3	14.2	0.8	82.6	29.3	7.9	3.2
	0.40	5.0	98.0	123.2	17.0	1.5	138.7	48.1	10.0	4.0
	0.50	5.0	98.0	192.5	22.7	2.4	212.9	73.2	13.7	5.5
SI-02	0.30	2.2	69.0	48.8	4.3	0.4	52.7	18.1	2.5	1.0
	0.40	2.2	69.0	86.7	5.2	0.7	91.3	30.8	3.3	1.3
	0.50	2.2	69.0	135.5	6.9	1.0	141.4	47.6	4.5	1.8

**Tabel 8.24** Perhitungan Daya Dukung Driven Pile Berdasarkan Data Sondir

CPT	Dia	Depth	Cone Resistance	End Bearing	Friction Bearing	Dead Load	Compression		Uplift Capacity	
	$\phi$	$D_f$	$q_c$	$Q_p$	$Q_s$	DL	Ultimate	Allowable	Ultimate	Allowable
	(m)	(m)	kg/cm <sup>2</sup>	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
<b>Jembatan 1</b>										
S-01	□0.2	1.2	100.0	40.0	1.0	0.1	40.8	13.9	0.6	0.2
	△0.28	1.2	100.0	33.9	1.0	0.1	34.9	11.9	0.6	0.2

CPT	Dia	Depth	Cone Resistance	End Bearing	Friction Bearing	Dead Load	Compression		Uplift Capacity	
							Ultimate	Allowable	Ultimate	Allowable
	$\phi$	$D_f$	$q_c$	$Q_p$	$Q_s$	DL	$Q_{ult}$	$Q_{all}$	$Q_{all}$	$Q_{all}$
	(m)	(m)	kg/cm <sup>2</sup>	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
	$\emptyset 0.3$	1.2	100.0	70.7	1.1	0.2	71.6	24.1	0.8	0.3
S-02	$\square 0.2$	3.2	71.0	28.4	5.6	0.3	33.7	12.9	3.1	1.2
	$\Delta 0.28$	3.2	71.0	24.1	5.9	0.3	29.7	11.7	3.2	1.3
	$\emptyset 0.3$	3.2	71.0	50.2	6.6	0.5	56.3	20.6	3.8	1.5
<b>Jembatan 2</b>										
S-03	$\square 0.2$	2.2	74.0	29.6	1.8	0.2	31.1	10.8	1.1	0.4
	$\Delta 0.28$	2.2	74.0	25.1	1.8	0.2	26.8	9.4	1.1	0.4
	$\emptyset 0.3$	2.2	74.0	52.3	2.1	0.4	54.0	18.5	1.4	0.6
S-04	$\square 0.2$	4.8	75.0	30.0	9.1	0.5	38.7	15.6	5.0	2.0
	$\Delta 0.28$	4.8	75.0	25.5	9.6	0.4	34.6	14.5	5.2	2.1
	$\emptyset 0.3$	4.8	75.0	53.0	10.7	0.8	63.0	24.0	6.2	2.5
<b>Jembatan 3</b>										
S-05	$\square 0.2$	3.4	69.0	27.6	1.4	0.3	28.6	9.8	1.0	0.4
	$\Delta 0.28$	3.4	69.0	23.4	1.4	0.3	24.6	8.5	1.0	0.4
	$\emptyset 0.3$	3.4	69.0	48.8	1.6	0.6	49.8	16.8	1.4	0.6
S-06	$\square 0.2$	1.4	100.0	40.0	2.2	0.1	42.1	14.7	1.3	0.5
	$\Delta 0.28$	1.4	100.0	33.9	2.4	0.1	36.2	12.8	1.3	0.5
	$\emptyset 0.3$	1.4	100.0	70.7	2.6	0.2	73.1	25.1	1.6	0.6
<b>Area Intake</b>										
SI-01	$\square 0.2$	5.0	98.0	39.2	10.0	0.5	48.7	19.3	5.5	2.2
	$\Delta 0.28$	5.0	98.0	33.3	10.5	0.4	43.4	17.7	5.7	2.3
	$\emptyset 0.3$	5.0	98.0	69.3	11.8	0.8	80.2	30.1	6.7	2.7
SI-02	$\square 0.2$	2.2	69.0	27.6	2.2	0.2	29.6	10.5	1.3	0.5
	$\Delta 0.28$	2.2	69.0	23.4	2.3	0.2	25.6	9.2	1.3	0.5
	$\emptyset 0.3$	2.2	69.0	48.8	2.6	0.4	51.0	17.6	1.7	0.7

Daya dukung pondasi tiang bor/strause pile dan tiang pancang/driven pile pada area penyelidikan adalah sebagai berikut:

- Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 1 dengan titik S-01 dengan kedalaman 1.2 m sebesar 24 ton. Sedangkan pada titik S-02 dengan kedalaman 3.2 m sebesar 20 ton.
- Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 1 dengan titik S-01 dengan kedalaman 1.2 m sebesar 24 ton. Sedangkan pada titik S-02 dengan kedalaman 3.2 m sebesar 20 ton.
- Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 2 dengan titik S-03 dengan kedalaman 2.2 m sebesar 18 ton, sedangkan pada titik S-04 dengan kedalaman 4.8 m sebesar 23 ton.
- Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 2 dengan titik S-03 dengan kedalaman 2.2 m sebesar 18 ton, sedangkan pada titik S-04 dengan kedalaman 4.8 m sebesar 24 ton.

- e. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 3 dengan titik S-05 dengan kedalaman 3.4 m sebesar 17 ton. Sedangkan pada titik S-06 dengan kedalaman 1.4 m sebesar 25 ton.
- f. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 3 dengan titik S-05 dengan kedalaman 3.4 m sebesar 16 ton. Sedangkan pada titik S-06 dengan kedalaman 1.4 m sebesar 25 ton.
- g. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Area Intake dengan titik SI-01 dengan kedalaman 5 m sebesar 29 ton, sedangkan pada titik SI-02 dengan kedalaman 2.2 m sebesar 18 ton.
- h. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Area Intake dengan titik SI-01 dengan kedalaman 5 m sebesar 30 ton, sedangkan pada titik SI-02 dengan kedalaman 2.2 m sebesar 17 ton.

#### 4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan Peta Geologi Regional, stratigrafi penyusun di area penyelidikan Pelabuhan Ratu adalah Bahan Gunung Api (Tpv) yang tersusun oleh Breksi, breksi tuff batu apungan, aliran lava dan batupasir tufan, pada umumnya berlapis kurang baik, konglomerat bersusunan andesit dan basal.
2. Merujuk pada perhitungan percepatan gerakan tanah maksimum atau peak ground acceleration (PGA), berdasarkan Standar Seismik Indonesia (SNI 1726 : 2012), untuk daerah penelitian memiliki nilai PGA yang cukup tinggi yaitu 0.6 - 0.7g. PGA merupakan satuan akselerasi maksimum yang dirasakan suatu partikel/lapisan ketika terjadi gerakan gempa.
3. Dari hasil sondir, stratigrafi tanah dan daya dukung tanah sebagai berikut:

##### Area Jembatan 1

- a. Di Jembatan 1 terdapat titik Sondir S-01 dan S-02 dengan lapisan pertama berupa organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance  $7-14 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 0.0-3.2 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan  $qc \geq 100 \text{ kg/cm}^2$  ditemukan mulai kedalaman 1 m pada titik S-01 dan 3.2 m pada titik S-02.
- b. Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Jembatan 1 kedalaman 1 m pada abutmen kiri (S-01)  $9 \text{ ton/m}^2$  dan kedalaman 3 m pada abutmen kanan (S-02) adalah  $5 \text{ ton/m}^2$ .
- c. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 1 dengan titik S-01 dengan kedalaman 1.2 m sebesar 24 ton. Sedangkan pada titik S-02 dengan kedalaman 3.2 m sebesar 20 ton.
- d. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 1 dengan titik S-01 dengan kedalaman 1.2 m sebesar 24 ton. Sedangkan pada titik S-02 dengan kedalaman 3.2 m sebesar 20 ton.

### **Area Jembatan 2**

- a. Di Jembatan 2 terdapat titik Sondir S-03 dan S-04, lapisan pertama berupa organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance 9-10 kg/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 0.0-4.6 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan qc  $\geq$  100 kg/cm<sup>2</sup> ditemukan mulai kedalaman 2.2m pada titik S-03 dan kedalaman 4.6m untuk titik S-04.
- b. Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Jembatan 2 kedalaman 4 m pada abutmen kiri (S-04) 2 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 3m pada abutmen kanan (S-03) adalah 3 ton/m<sup>2</sup>.
- c. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 2 dengan titik S-03 dengan kedalaman 2.2 m sebesar 18 ton, sedangkan pada titik S-04 dengan kedalaman 4.8 m sebesar 23 ton.
- d. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 2 dengan titik S-03 dengan kedalaman 2.2 m sebesar 18 ton, sedangkan pada titik S-04 dengan kedalaman 4.8 m sebesar 24 ton.

### **Area Jembatan 3**

- a. Di Jembatan 3 terdapat titik Sondir S-05 dan S-06, lapisan pertama di titik S-05 berupa sandy and silty clays dengan nilai cone resistance 5 kg/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 0.0-3.4 m, sedangkan di titik S-06 merupakan organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance 20 kg/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 0.0-1.2 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan qc  $\geq$  100 kg/cm<sup>2</sup> ditemukan mulai kedalaman 3.4m pada titik S-05 dan 1.2m untuk titik S-06.
- b. Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Jembatan 3 kedalaman 1 m pada abutmen kiri (S-06) 6 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 3m pada abutmen kanan (S-05) adalah 2 ton/m<sup>2</sup>.
- c. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 3 dengan titik S-05 dengan kedalaman 3.4 m sebesar 17 ton. Sedangkan pada titik S-06 dengan kedalaman 1.4 m sebesar 25 ton.
- d. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Jembatan 3 dengan titik S-05 dengan kedalaman 3.4 m sebesar 16 ton. Sedangkan pada titik S-06 dengan kedalaman 1.4 m sebesar 25 ton.

### **Area Intake**

- a. Di Area Intake terdapat titik Sondir SI-01 dan SI-02, lapisan pertama berupa organic clays and mixed soils dengan nilai cone resistance 3-11 kg/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 0.0-2.2 m. Pada titik SI-01 lapisan selanjutnya yaitu Medium Sand dengan nilai cone resistance 56 kg/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 2-4.8 m. Lapisan tanah keras (dense or cemented sand) dengan qc  $\geq$  100 kg/cm<sup>2</sup> ditemukan mulai kedalaman 4.8m untuk titik SI-01 dan 2.2m untuk titik SI-02.

- b. Dari hasil uji handbor area intake, lapisan pertama pada kedalaman 0.0-2.0m merupakan tanah pasir lempungan dengan warna abu – abu kecoklatan, lapisan kedua pada kedalaman 2.0-2.5m merupakan lapisan pasir lanauan, ukuran butir lanau - kerikil, abu-abu kecoklatan, keras. Pekerjaan handbore dihentikan pada kedalaman 2.5m karena pada lapisan kedua sudah cukup keras (dense).
- c. Dari hasil pengujian laboratorium mekanika tanah sample handbor, didapatkan stratigrafi pada HB-01 dengan kedalaman 1.50 – 2.0m merupakan lempung lanauan dengan kadar air sebesar 40.93%, dengan klasifikasi Clayey Silts with Slight Plasticity (ML) dengan Index Plastis antara 14.33%.
- d. Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada Area Intake kedalaman 2 m pada abutmen kiri (SI-01) 1 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 2m pada abutmen kanan (SI-02) adalah 3 ton/m<sup>2</sup>.
- e. Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada kedalaman 1 m pada titik sondir adalah 1-9 ton/m<sup>2</sup>.
- f. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang bor/strause pile ( $\Phi = 30$  cm) pada Area Intake dengan titik SI-01 dengan kedalaman 5m sebesar 29ton, sedangkan pada titik SI-02 dengan kedalaman 2.2m sebesar 18ton.
- g. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Area Intake dengan titik SI-01 dengan kedalaman 5m sebesar 30ton, sedangkan pada titik SI-02 dengan kedalaman 2.2m sebesar 17ton.

#### **Area IPA dan Reservoir**

- a. Dari hasil uji testpit, lapisan pertama pada titik TP-01, TP-03 dan TP-04 kedalaman 0.0 – 3m merupakan Batuan Breksi, abu kekuningan-abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan-coklat, plastisitas rendah, medium dense.
- b. Berdasarkan stratigrafi tanah dari hasil testpit lapangan diketahui bahwa daya dukung tanah pada area tersebut  $Qa = 30-60$  ton/m<sup>2</sup>.
- c. Pada area ini mempunyai kontur yang cukup rapat, dengan lereng yang cukup curam.

#### **5. SARAN**

Rekomendasi geoteknik pada area penyelidikan adalah sebagai berikut :

1. Kedalaman yang cukup dangkal, sehingga pondasi telapak bisa digunakan untuk konstruksi jembatan pipa dimana dimensi disesuaikan dengan beban yang bekerja.
2. Pada area Intake disarankan untuk konstruksi pondasi tiang dengan kedalaman berkisar 6-8 m, untuk menahan beban lateral yang bekerja.
3. Pada bangunan area IPA dan Reservoir disarankan untuk pondasi menumpu pada tanah asli. Jika direncanakan cut and fill, disarankan untuk ditambahkan dinding penahan tanah yang menumpu pada tanah asli dan dimensi serta kedalaman pondasi disesuaikan dengan beban yang bekerja.
4. Konstruksi drainase yang layak pada area pekerjaan terutama area IPA dan Reservoir

### 8.3 Perhitungan Struktur

#### Umum

Struktur bangunan sistem pengolahan air yang akan direncanakan ini merupakan struktur tangki dan kelengkapannya yang rata pada sisi bawah dan disokong oleh tanah dengan dasar fleksibel yang tidak diangkur dan dikekang. Dimana dalam perhitungannya struktur utama yang akan di analisa adalah meliputi kolom, balok, bottom slab dan wall serta dinding penahan tanah.

Pada perencanaan ini yaitu desain struktur instalasi pengolahan Air (IPA) terdiri dari desain struktur Bangunan,

1. INTAKE
2. WTP
3. RESERVOIR
4. SDB
5. DAN JEMBATAN PIPA-PIPA DISTRIBUSI

Dalam perencanaan dan perhitungan struktur ini ada beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam perencanaan struktur ini yaitu:

- a. Pembebanan vertikal dan horisontal;
- b. Material yang akan digunakan;
- c. Sistem struktur yang sederhana, kuat dan ekonomis;
- d. Peraturan dan standar perencanaan yang digunakan;

#### Kriteria Desain

##### A. Peraturan dan Acuan Desain

Referensi yang digunakan untuk perencanaan Bangunan ini adalah sebagai berikut :

- a. SNI 03-1726-2012 Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung
- b. SNI 03-2847-2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bangunan Gedung
- c. SNI 03-1727-2013 Tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

##### B. Spesifikasi Material

Material yang digunakan pada perencanaan struktur ini adalah beton bertulang. Berikut ini merupakan spesifikasi material yang digunakan:

###### a. Beton

Spesifikasi material beton bertulang yang digunakan sebagai acuan desain struktur bangunan ini adalah sebagai berikut:

- Spesifikasi Material Beton

Material beton digunakan untuk struktur atas seperti kolom, balok dan pelat. Berikut ini merupakan spesifikasi material beton yang digunakan :

- Mutu Beton = K-250 ( $f_c' = 20,75 \text{ MPa}$ )
- Modulus Elastisitas =  $4700\sqrt{f_c'}$
- Berat Jenis Beton = 24 KN/m<sup>3</sup>

- Selimut Beton

Selimut beton ditentukan berdasarkan SNI 2847 2013, dimana penentuan selimut beton minimum didasarkan pada jenis elemen struktur dan diameter tulangan yang digunakan. Pada tabel di bawah ini dijelaskan mengenai tebal minimum beton.

**Tabel 8.25 Selimut Beton Minimum**

Elemen Struktur Beton	Selimut Beton Minimum (mm)
<b>Beton cor setempat (non Prategang)</b>	
Beton yang dicor di atas dan selalu berhubungan dengan tanah	75
Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca	
- Tulangan D19 sampai D57	50
- Tulangan D16, kawat M16 ulir atau polos dan yang lebih kecil	40
Beton yang tidak berhubungan dengan cuaca atau berhubungan dengan tanah	
- Slab, dinding, balok usuk	40
Tulangan D44 dan D57	40
Tulangan D36 dan yang lebih kecil	20
- Balok, kolom	
Tulangan utama, pengikat, sengkang, spiral	40
- Komponen struktur cangkang, pelat lipat	
Tulangan D19 atau yang lebih besar	20
Tulangan D16, kawat M16 ulir atau polos dan yang lebih kecil	13
<b>Beton cor setempat (Prategang)</b>	
Beton yang dicor di atas dan selalu berhubungan dengan tanah	75
Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca	
- Panel dinding, slab, balok usuk	25
- Komponen struktur lainnya	40
Beton yang tidak berhubungan dengan cuaca atau berhubungan dengan tanah	
- Slab, dinding, balok usuk	20
- Balok, kolom	
Tulangan utama	40
Tulangan pengikat, sengkang, spiral	25
- Komponen struktur cangkang, pelat lipat	
Tulangan D16, kawat M16 ulir atau polos dan yang lebih kecil	10
Tulangan lainnya	$d_b$ tapi $> 20$

sumber : SNI 2847 2013

b. Baja Tulangan

Spesifikasi material baja tulangan pada pekerjaan bangunan ini terdiri dari baja tulangan ulir dan polos. Berikut ini merupakan spesifikasi material baja tulangan yang mengacu pada JIS G 3112:

- Baja tulangan polos

Baja tulangan polos digunakan untuk tulangan dengan diameter  $\emptyset < 13$ .

$f_y = 235$  Mpa

$f_u = 382$  Mpa

- Baja tulangan ulir

Baja tulangan ulir digunakan untuk tulangan dengan diameter  $\emptyset > 13$ .

$f_y = 390$  Mpa

$f_u = 560$  Mpa

c. Batu Belah

Spesifikasi material batu belah pada pekerjaan bangunan ini dipilih dari batu gunung atau sungai yang memiliki porositas rendah dan permukaan kasar.

d. Baja Profil

Spesifikasi material baja Profil pada pekerjaan bangunan ini terdiri dari baja Profil WF, HB, CNP dan Plat baja tebal 10 mm, besi tebal 1,2 mm. Berikut ini merupakan spesifikasi material baja tulangan yang mengacu pada persyaratan normalisasi di Indonesia dan Standard ASTM A-36 dengan tegangan Tarik putus minimum  $3700 \text{ kg/cm}^2$ .

C. Koefisien Kekakuan Tanah (ks)

Nilai stiffness coefficient tanah (ks) ditentukan berdasarkan hasil pengujian tanah pada lokasi perencanaan yang bersangkutan. Pada desain rencana, nilai koefisien kekakuan tanah ditentukan berdasarkan hasil pengujian sondir yang dilakukan di lokasi perencanaan struktur, dimana dilakukan pengujian sondir di Dua titik. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada lampiran hasil sondir yang terlampir. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, maka untuk perencanaan struktur digunakan data yang terburuk dari kedua titik pengujian yaitu,

Dengan menggunakan korelasi empiris untuk menginterpretasikan data sondir hasil uji lapangan, didapatkan perkiraan berat isi, sudut geser dalam, dan modulus elasticity pada tiap kedalaman.

**Tabel 8.26** Parameter Geoteknik dari Data Sondir

Sondir	Depth (m)	$q_c$ , ( $\text{kg/cm}^2$ )	Description	Unit Weight ( $\text{kN/m}^3$ )	Internal Friction Angle ( $\phi$ )	Cohesion (Cu,kPa)	Modulus Elasticity (kPa)	$Q_a$ ( $\text{t/m}^2$ )
<b>Jembatan 1</b>								
S-01	0.00 ~ 1.00	7	Sandy and	14.90		23	1750	2.8
	1.00 ~ 1.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
S-02	0.00 ~ 3.20	14	Sandy and	15.20		46	3500	5.6
	3.20 ~ 3.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
<b>Jembatan 2</b>								
S-03	0.00 ~ 2.20	9	Organic	15.00		44	2250	3.0

Sondir	Depth (m)	qc, (kg/cm <sup>2</sup> )	Description	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Internal Friction Angle (ϕ)	Cohesion (Cu,kPa)	Modulus Elasticity (kPa)	Qa (t/m <sup>2</sup> )
	2.20 ~ 2.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
S-04	0.00 ~ 4.60	10	Organic	15.00		48	2500	3.3
	4.60 ~ 5.20	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
<b>Jembatan 3</b>								
S-05	0.00 ~ 3.40	5	Sandy and	14.80		16	1250	2.0
	3.40 ~ 3.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
S-06	0.00 ~ 1.20	20	Organic	15.50		100	5000	6.7
	1.20 ~ 1.80	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
<b>Intake</b>								
SI-01	0.00 ~ 2.00	3	Organic	14.70		14	750	1.0
	2.00 ~ 4.80	56	Medium	17.30	30-35		14000	28.0
	4.80 ~ 5.20	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
SI-02	0.00 ~ 2.20	11	Organic	15.10		54	2750	3.7
	2.20 ~ 2.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3

sumber : laporan konsultan, hasil pengukuran daya dukung tanah, 2019

#### D. Kriteria Pembebaan Struktur Pengolahan Air Bersih

##### a. Umum

Analisis struktur atas pada desain struktur bangunan ini akan menghasilkan gaya-gaya dalam yang akan berpengaruh terhadap desain elemen struktur bangunan. Nilai-nilai gaya dalam ini berdasarkan beban yang berkerja pada bangunan. Pada perencanaan struktur bangunan ini, beban terdiri dari beban vertikal dan beban horisontal. Beban vertikal terdiri dari beban mati dan beban hidup. Sedangkan beban horisontal terdiri dari beban gempa dan beban angin.

##### b. Beban Mati (Dead Load)

Beban mati merupakan beban yang bekerja akibat gravitasi yang bekerja tetap pada posisinya secara terus menerus dengan arah ke bumi dimana tempat struktur didirikan. Beban mati terdiri berat struktur sendiri bangunan dan juga semua benda yang tetap posisinya selama struktur berdiri. Beban mati ini dihitung secara otomatis oleh software dimana nilai beban tersebut tergantung pada berat jenis material yang digunakan dan dimensi penampangnya. Berat sendiri material yang diperhitungkan dalam perencanaan struktur ini adalah sebagai berikut:

- Beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Baja = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Batu Belah = 1500 kg/m<sup>3</sup>

Berat sendiri tersebut akan diperhitungkan secara otomatis oleh software struktur sebagai beban mati (dead load).

##### c. Gaya Uplift

Gaya uplift merupakan gaya yang bekerja akibat daya dorong air terhadap bangunan yang berada di atasnya, sehingga apabila tidak diantisipasi akan mengakibatkan bangunan terangkat keatas dan akibatnya konstruksi akan rusak, karena gaya uplift lebih besar dibanding beban atau berat bangunan, sehingga untuk mengatasinya beban bangunan harus lebih besar dibanding gaya uplift itu sendiri, gaya ini sudah diperhitungkan didalam program SAP 2000

d. Beban Hidup (Live Load)

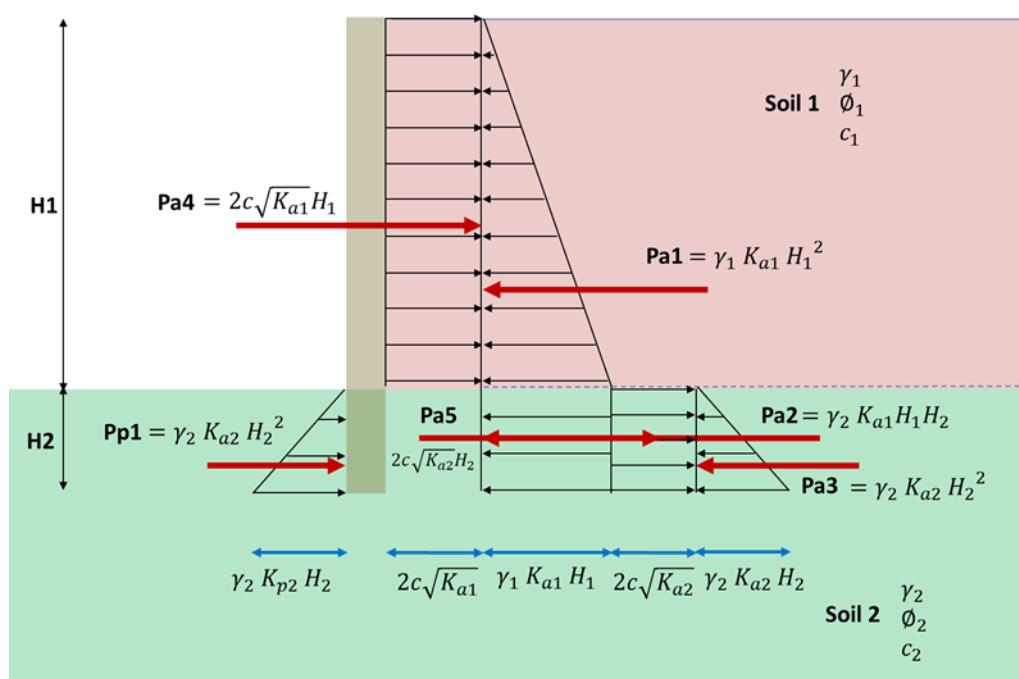
Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu struktur bangunan dan barang-barang yang dapat berpindah, mesin dan peralatan lain yang dapat digantikan selama umur rencana gedung. Nilai beban hidup menurut SNI 03-1727-2013 yang diaplikasikan pada struktur ini adalah 100 kg/m<sup>2</sup>.

e. Beban Tekanan Tanah

Perhitungan beban tekanan tanah didasarkan pada nilai berat jenis tanah ( $\gamma$ ), sudut geser tanah ( $\theta$ ), dan kohesi tanah ( $c$ ). Nilai parameter tersebut yang digunakan pada analisis struktur bangunan IPLT diasumsikan berasal dari spesifikasi tanah timbunan berupa sand fill. Nilai berat berat jenis tanah ( $\gamma$ ), sudut geser tanah ( $\theta$ ), dan kohesi tanah ( $c$ ) tersebut adalah sebagai berikut:

- berat jenis tanah ( $\gamma$ ) = 1,78 Ton/m<sup>3</sup>
- sudut geser tanah ( $\theta$ ) = 12,210
- kohesi tanah ( $c$ ) = 2,7 kg/Cm<sup>2</sup>

Perhitungan tekanan tanah selain tergantung pada nilai parameter tanah di atas, nilai tekanan tanah juga tergantung pada tinggi lapisan tanah. Pada gambar di bawah ini menunjukkan diagram tekanan tanah yang tergantung pada nilai parameter tanah dan tinggi lapisan tanah.



Gambar 8.49 Diagram Tekanan Tanah

- Tekanan tanah aktif

$$K_a = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

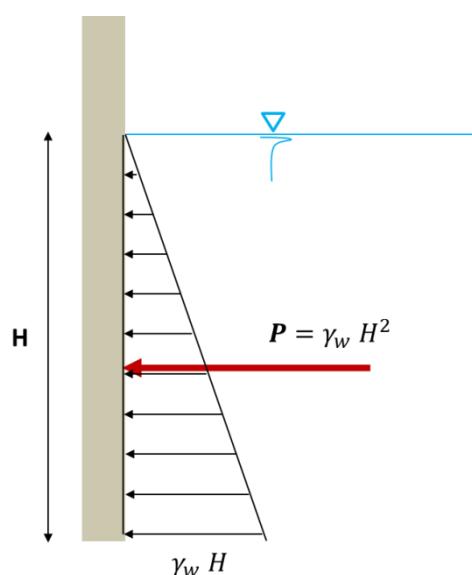
- Tekanan tanah pasif

$$K_p = \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

f. Beban Tekanan Hidrostatis

Perhitungan beban tekanan air didasarkan pada kedalaman air (H) dan berat jenis air ( $\gamma_w$ ).

Nilai berat jenis air ( $\gamma_w$ ) yang diperhitungkan pada desain ini adalah 1000 kg/m<sup>3</sup>. Diagram tekanan air pada suatu struktur dapat diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

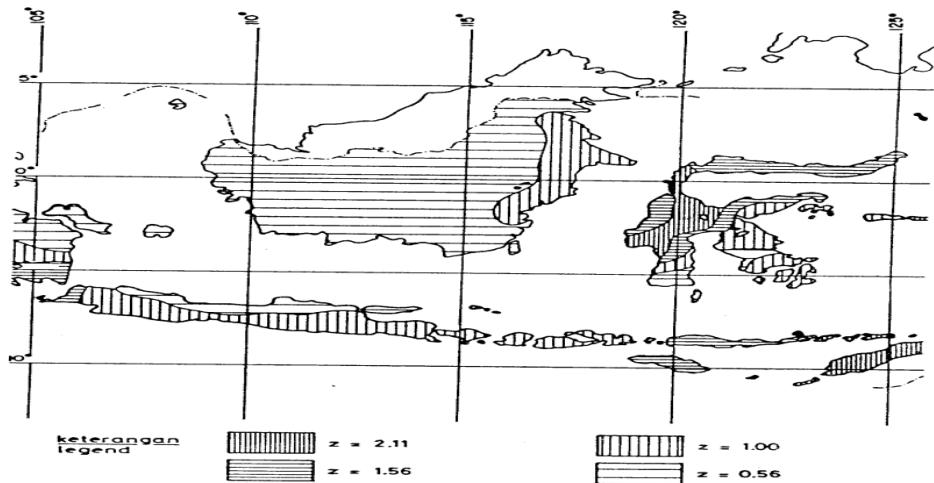
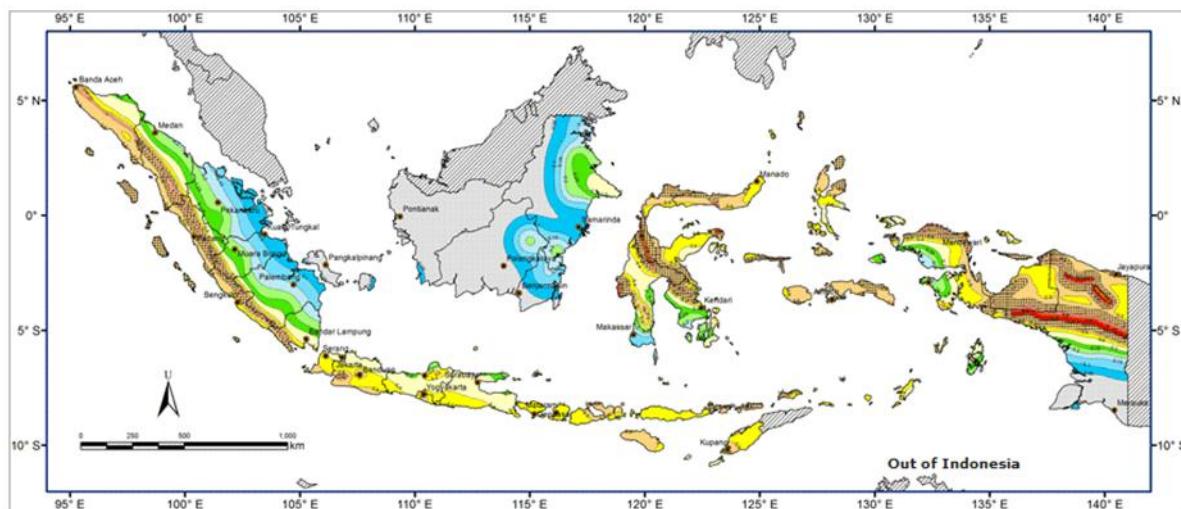


**Gambar 8.50** Diagram Tekanan Air

g. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Perhitungan beban gempa pada struktur bangunan gedung berdasarkan SNI 03-1726-2012.

Beban gempa tersebut akan tergantung pada lokasi struktur bangunan yang terkait dengan percepatan gempa pada batuan dasar dan klasifikasi situsnya. Pada gambar di bawah ini merupakan peta zonasi gempa yang terkait dengan percepatan gempa untuk setiap wilayah.



**Gambar 8.51** Peta Zonasi Gempa Indonesia

Berdasarkan gambar tersebut di atas, maka nilai percepatan gempa di batuan dasar pada periode pendek dan pada periode 1 detik untuk lokasi, secara berurutan adalah 1,349 dan 0,642. Selain ditentukan berdasarkan percepatan gempa di batuan dasar, penentuan beban gempa juga ditentukan berdasarkan klasifikasi situs pada lokasi perencanaan bangunan gedung. Penentuan klasifikasi tanah ini harus ditentukan berdasarkan pada penyelidikan tanah pada lokasi perencanaan. Pada SNI 03-1726-2012 menyebutkan bahwa penentuan situs berdasarkan parameter kecepatan rambat gelombang geser rata-rata ( $\bar{v}_s$ ), tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas ( $\bar{N}$ ) atau tahanan penetrasi standar rata-rata tanah non kohesif dalam lapisan 30 m paling atas ( $\bar{N}_{ch}$ ) dan kuat geser nilai rata-rata ( $\bar{s}_u$ ). Pada tabel di bawah ini menunjukkan klasifikasi kelas situs tanah berdasarkan SNI 03-1726-2012.

**Tabel 8.27** Klasifikasi Tanah SNI 03-1726-2012

Kelas Situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	250 sampai 750	> 50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math>,</li> <li>Kadar air, <math>w \geq 40</math> persen, dan</li> <li>Kuat geser niralir <math>s_u &lt; 25</math> kPa</li> </ol>		
SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon spesifik-situs)	<p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifikasi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3</math> m)</li> <li>Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> m dengan Indeks Plastisitas <math>PI &gt; 75</math>)</li> </ol> <p>Lapisan lempung lunak/setengah tegu dengan ketebalan <math>H &gt; 35</math> m dengan <math>s_u &lt; 50</math> kPa</p>		

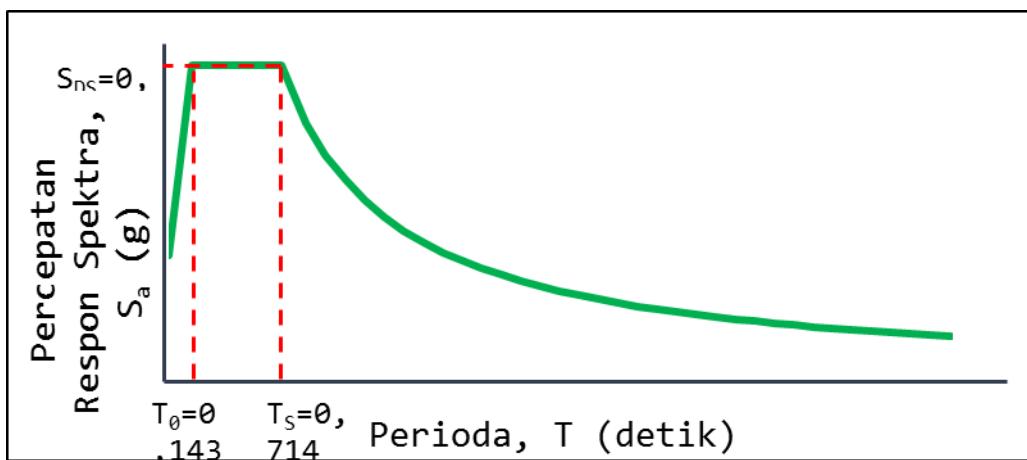
sumber : SNI 03-1726-2012

Penyelidikan tanah yang dilakukan pada desain ini adalah pengujian *Cone Penetration Test* (CPT). Pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) tersebut akan menghasilkan nilai tekanan konus ( $q_c$ ) pada setiap lapisan tanah per 0,20 m. Nilai tersebut selanjutnya dikonversi ke nilai NSPT. Konversi nilai tekanan konus ( $q_c$ ) ini ditentukan berdasarkan pada grafik hubungan antara *friction ratio* ( $R_f$ ) dan *cone resistance* ( $q_c$ ). Perhitungan nilai NSPT ini ditunjukkan pada bab selanjutnya mengenai perencanaan pondasi. Berdasarkan hasil perhitungan nilai NSPT tersebut, maka penentuan jenis tanah menurut SNI 03-1726-2012 adalah sebagai berikut.

**Tabel 8.28** Parameter Diagram Respon Spektra

Parameter	Nilai
Percepatan gempa di batuan dasar pada periode $T = 0,2$ det ( $S_s$ )	1,349
Percepatan gempa di batuan dasar pada periode $T = 1,0$ det ( $S_1$ )	0,642
Koefisien Situs ( $F_a$ )	1,000
Koefisien Situs ( $F_v$ )	1,500
Repon spektra percepatan pada periode pendek $T = 0,2$ det ( $S_{MS}$ )	1,349
Repon spektra percepatan pada periode $T = 1,0$ det ( $S_{M1}$ )	0,963
Percepatan spektrum desain pada periode $T = 0,2$ det ( $S_{DS}$ )	0,899
Percepatan spektrum desain pada periode $T = 1,0$ det ( $S_{D1}$ )	0,642

sumber : SNI 03-1726-2012



Gambar 8.52 Diagram Respon Spektrum

#### E. Kombinasi Beban Rencana

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 4.2, kombinasi beban terdiri dari kombinasi beban untuk metoda ultimit dan untuk metoda tegangan ijin. Kombinasi beban untuk metoda ultimit dan metoda tegangan ijin adalah sebagai berikut.

Tabel 8.29 Kombinasi Beban untuk Metoda Ultimit

Kombinasi Beban untuk Metoda Ultimit						
No.	D	L	L <sub>r</sub>	R	W	E
1	1.40					
2	1.20	1.60	0.50			
	1.20	1.60		0.50		
3	1.20	1.00	1.60			
	1.20		1.60		0.50	
	1.20	1.00		1.60		
	1.20			1.60	0.50	
4	1.20	1.00	0.50		1.00	
	1.20	1.00		0.50	1.00	
5	1.20	1.00				1.00
6	0.90				1.00	
7	0.90					1.00

sumber : SNI 03-1726-2012

**Tabel 8.30** Kombinasi Beban untuk Metoda Tegangan Ijin

Kombinasi Beban untuk Metoda Tegangan Ijin						
No.	D	L	L <sub>r</sub>	R	W	E
1	1.00					
2	1.00	1.00				
3	1.00		1.00			
	1.00			1.00		
4	1.00	0.75	0.75			
	1.00	0.75		0.75		
5	1.00				0.6	
	1.00					0.70
6	1.00	0.75	0.75		0.75*(0.6)	
	1.00	0.75		0.75	0.75*(0.6)	
	1.00	0.75	0.75			0.75*(0.7)
	1.00	0.75		0.75		0.75*(0.7)
7	0.60				0.60	
	0.60					0.70

sumber : SNI 03-1726-2012

*Catatan:*

D = beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap

L = beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain

L<sub>r</sub> = beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

R = beban hujan

W = adalah beban angin

E = beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 03-1726-2012

\*) Apabila ada beban fluida (tekanan air), maka kombinasi harus menyertakan faktor beban yang sama seperti beban mati D pada kombinasi 1 sampai 5 dan 7

\*) Apabila ada beban tekanan tanah (H) maka kombinasi beban harus menyertakan faktor beban sebagai berikut:

- Apabila efek H menambah variabel utama efek beban, termasuk H dengan faktor beban sebesar 1,6

- Apabila efek H menahan variabel utama efek beban, termasuk H dengan faktor beban sebesar 0,9 di mana beban adalah tetap atau faktor beban dari 0 untuk semua kondisi lain.

## F. Analisis Struktur Bangunan

### a. Umum

Analisis struktur bangunan ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software SAP2000 v.14.2.2 untuk mendapatkan gaya-gaya dalam setiap elemen struktur bangunan. Selain itu, digunakan Ms. Excel untuk mendukung proses perencanaan struktur bangunan .

## b. Bangunan

### - Preliminary Design

Tahap awal dalam perencanaan struktur Bangunan ini adalah melakukan preliminary design. Tahap preliminary design merupakan estimasi awal elemen struktur yang akan digunakan. Tabel berikut menunjukkan estimasi penampang awal elemen struktur bangunan.

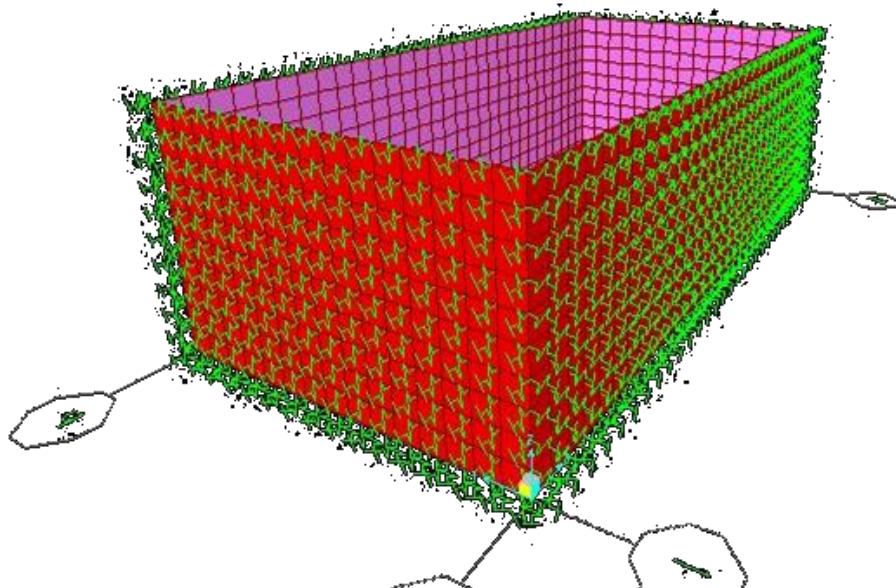
**Tabel 8.31 Preliminary Design Struktur Bangunan**

Deskripsi	Tebal
P1 (Upper Slab)	200 mm
P2 (Ounside Wall & Inside Wall)	200 mm
P3 (Inside Wall)	200 mm
P4 (Lower Slab)	300 mm

sumber : hasil analisa konsultan, 2019

### - Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur bangunan Ini dilakukan berdasarkan gambar denah, tampak dan potongan seperti yang terlampir pada lampiran album gambar. Pada pemodelan ini, dilakukan pendekatan dimensi bangunan. Hal ini dimaksudkan untuk penyederhanaan dalam pemodelan struktur (terkait dengan pemodelan spring dan pemodelan beban) pada software. Berikut ini merupakan gambar pemodelan struktur



**Gambar 8.53 Pemodelan 3D Struktur Bangunan**

Pada analisis struktur bangunan ini, dimodelkan perletakan pegas (spring) berdasarkan koefisien kekakuan tanah ( $k_s$ ) yang telah dihitung pada sub bab sebelumnya. Pada gambar di bawah ini menunjukkan pemodelan spring pada software SAP2000.

- **Aplikasi Pembebanan**

▪ **Beban Mati (*Dead Load*)**

Beban Mati (*dead load*) merupakan berat sendiri struktur tersebut. Beban mati merupakan nilai berat masa jenis dikalikan dengan dimensi struktur tersebut. Berat sendiri struktur dihitung secara otomatis oleh *software* analisis struktur, dalam perencanaan struktur bangunan ini, *software* yang digunakan adalah *SAP200 versi 14.2.4*.

▪ **Beban Mati Tambahan (*Superimposed Dead Load*)**

Beban mati tambahan (*superimposed dead load*) yang diperhitungkan pada struktur bangunan ini terdiri dari beban mati akibat Hujan. Nilai beban mati tambahan ini tergantung dari berat jenis material yang bersangkutan. Berikut ini nilai beban mati tambahan yang diaplikasikan pada struktur bangunan

a)  $Hujan = 1000 \text{ kg/m}^3$

Berdasarkan nilai beban mati tambahan di atas, maka nilai beban mati tambahan yang diaplikasikan pada struktur bangunan diaplikasikan pada dinding bangunan, dimana aplikasi beban mati tambahan pada bangunan ini diaplikasikan sebagai (pada titik tumpu balok penyangga) dan sebagai *uniform load* (pada dinding sisi dalam).

▪ **Beban Hidup (*Live Load*)**

Pada struktur bangunan ini direncanakan ada beban hidup orang untuk melakukan instalasi atau perawatan pada upper slab. Nilai beban hidup ini sama seperti pada dak lantai atap yang hanya dilewati orang/pekerja untuk melakukan *maintenance*. Oleh karena itu, nilai beban hidup yang diaplikasikan pada struktur bangunan ini adalah  $100 \text{ kg/m}^2$ . Nilai beban hidup tersebut sesuai dengan SNI 1727-2013.

▪ **Beban Tekanan Tanah**

Beban tekanan tanah pada desain bangunan ini diaplikasikan pada seluruh *outside wall*. Berdasarkan pada perhitungan tekanan tanah yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, maka diperlukan nilai koefisien tekanan tanah aktif. Perhitungan tekanan tanah aktif dan pasif tersebut adalah sebagai berikut :

- **Tekanan tanah aktif**

$$K_a = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$K_a = \frac{\cos 0 - \sqrt{\cos^2 0 - \cos^2 33}}{\cos 0 + \sqrt{\cos^2 0 - \cos^2 33}}$$

$$K_a = 0,52$$

- Tekanan tanah pasif

$$K_p = \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$K_p = \frac{\cos 0 + \sqrt{\cos^2 0 - \cos^2 33}}{\cos 0 - \sqrt{\cos^2 0 - \cos^2 33}}$$

$$K_p = 1,89$$

Berdasarkan nilai koefisien tekanan tanah aktif dan pasif tersebut di atas, maka nilai beban akibat tekanan tanah dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

- Beban Tekanan Hidrostatis

Beban tekanan hidrostatis yang diaplikasikan pada struktur bangunan ini terdiri dari beberapa *case*(kondisi) yang merepresentasikan proses (alur) pengolahan air limbah. Nilai tekanan air ini tergantung dari kemungkinan tinggi air yang akan terjadi.

- Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa yang diaplikasikan pada struktur bangunan terdiri dari arah x dan arah y. Analisis beban gempa pada perencanaan struktur ini menggunakan metoda respon spektra dimana nilai percepatan pada respon spektrum masih harus dikalikan dengan faktor  $(I/R)g$ . Perhitungan nilai dari faktor ini dapat dijabarkan seperti pada perhitungan di bawah ini:

- Faktor gempa =  $(I/R)*g$
- Faktor gempa =  $(1,25/1,5)*9,81$
- Faktor gempa = 8,175

- Analisis Gaya Dalam

Penulangan pelat bangunan didasarkan pada gaya dalam maksimum elemen struktur yang terjadi. Gaya dalam tersebut merupakan gaya yang terjadi (momen, gaya geser dan gaya aksial) akibat dari beban yang bekerja pada struktur yang telah dimodelkan. Nilai gaya dalam tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 8.32** Gaya Dalam pada Elemen Struktur Bangunan

Elemen Struktur		Tebal (mm)	Selimut Beton (mm)	Gaya Dalam		
				M11 (kN/m)	M22 (kN/m)	V (kN)
P1	Tumpuan	200	40	1,2	1,055	0,5
	Lapangan			-	-	-
P2	Tumpuan	200	40	1,07	1,08	4,2
	Lapangan			1.05	0,06	3,8
P3	Tumpuan	200	40	1,07	1,08	4,2
	Lapangan			1.05	0,06	3,8
P4	Tumpuan	300	40	1,7	1,08	4.2
	Lapangan			1,6	1,05	3,8

sumber : SNI 03-1726-2012

- Desain Elemen Struktur

Desain elemen struktur bangunan ini merupakan desain penulangan elemen struktur berdasarkan gaya-gaya dalam yang telah disebutkan pada sub bab sebelumnya. Perhitungan tulangan ini berdasarkan SNI 03-2847-2002. Pada tabel di bawah ini ditampilkan rekapitulasi hasil perhitungan tulangan yang dilampirkan pada lampiran.

**Tabel 8.33** Rekapitulasi Tulangan Elemen Struktur Bangunan

Elemen Struktur		Tebal (mm)	Selimut Beton (mm)	Gaya Dalam			Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal
				M11 (kN/m)	M22 (kN/m)	V (kN)		
P1	Tumpuan	200	40	1,2	1,055	0,5	D 12 - 150	D 12 - 150
	Lapangan			-	-	-	-	-
P2	Tumpuan	200	40	1,07	1,08	4,2	D 12 - 150	D 12 - 150
	Lapangan			1,05	0,06	3,8	D 12 - 150	D 12 - 150
P3	Tumpuan	200	40	1,07	1,08	4,2	D 12 - 150	D 12 - 150
	Lapangan			1,05	0,06	3,8	D 12 - 150	D 12 - 150
P4	Tumpuan	300	40	1,7	1,08	4,2	D 12 - 150	D 12 - 150
	Lapangan			1,6	1,05	3,8	D 12 - 150	D 12 - 150

sumber : hasil perhitungan konsultan berdasarkan SNI 03-2847-2002, 2019

Desain elemen struktur bangunan ini merupakan desain penulangan elemen struktur berdasarkan gaya-gaya dalam yang telah disebutkan pada sub bab sebelumnya. Perhitungan tulangan ini berdasarkan SNI 03-2847-2002.

### Analisis Gaya Dalam dan Perhitungan Struktur

**Tabel 8.34** Faktor Geser dan Adhesi

Faktor Geser dan Adhesi untuk berbagai jenis bahan:			
Jenis Tanah di bawah dasar Tembok	tg σ	σ°	Ca(kg/Cm <sup>2</sup> )
<b>Beton:</b>			
- Batuan keras	0,7	35	-
- Kerikil, Kerikil campur pasir, pasir kasar	0,55-0,60	29-31	-
- Pasir halus s/d sedang pasir, pasir kasar campur lanau, kerikil bercampur lanau atau lempung	0,45-0,55	24-29	-
- Pasir halus	0,35-0,45	19-24	-
- Lempung sedang	0,30-0,35	17-19	-
<b>Turap Baja dengan:</b>			
- kerikil, kerikil campur pasir	0,4	22	-
- Pasir, kerikil berpasir dan campur lanau	0,3	17	-
- Pasir atau kerikil dengan campur lempung atau lanau	0,25	14	-
<b>Turap Beton dengan:</b>			
- kerikil, kerikil berpasir	0,40-0,50	22-26	-
- Pasir, kerikil berpasir dan bercampur lanau	0,30-0,40	17-22	-
- Lempung lunak dan lanau berlempung	-	-	0,1-0,3
- Lempung keras	-	-	0,3-0,6

Sumber: Buku Teknik Sipil

### Tabel 8.35 Beton

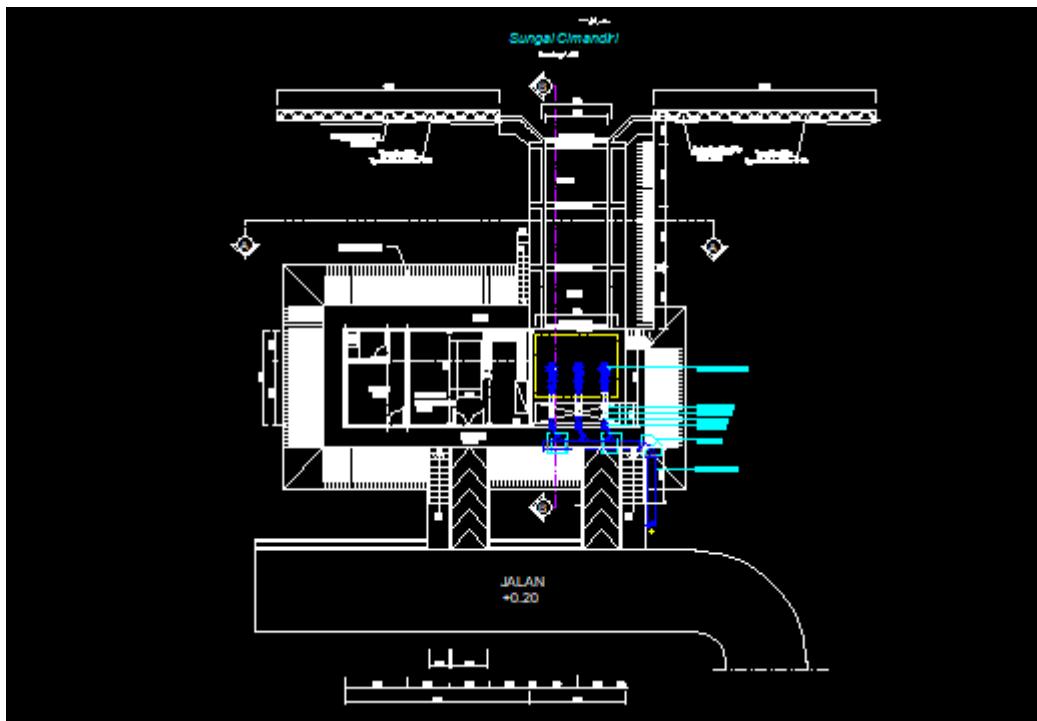
Tabel Beton			
Kubus (K) Kg/Cm <sup>2</sup>	Silinder (Fc') Mpa	Modulus (E) Mpa	
175	15	18203	
225	19	20487	
275	23	22540	
300	25	23500	
350	29	25310	
400	33	26999	

*sumber : hasil buku teknik sipil*

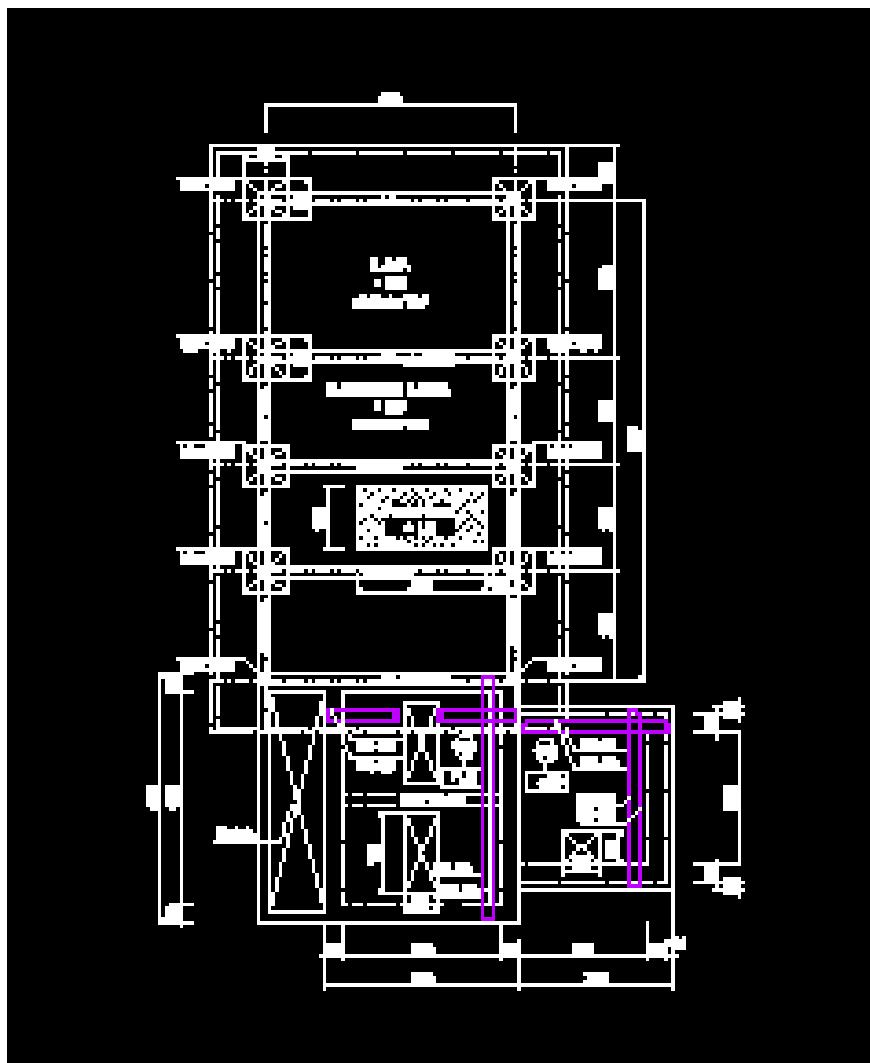
### 8.3.1 Intake

Struktur yang dipergunakan merupakan struktur beton bertulang yang terdiri dari Sloof, Balok, Kolom dan Plat beton.

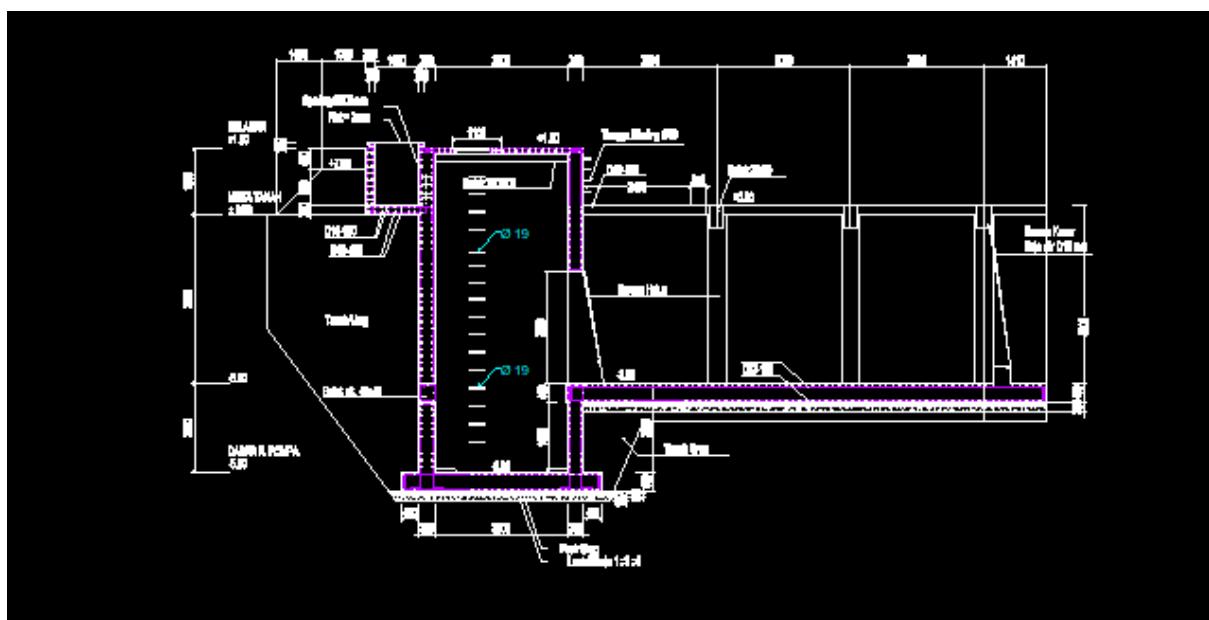
Berikut gambaran dari struktur Intake Kanal.

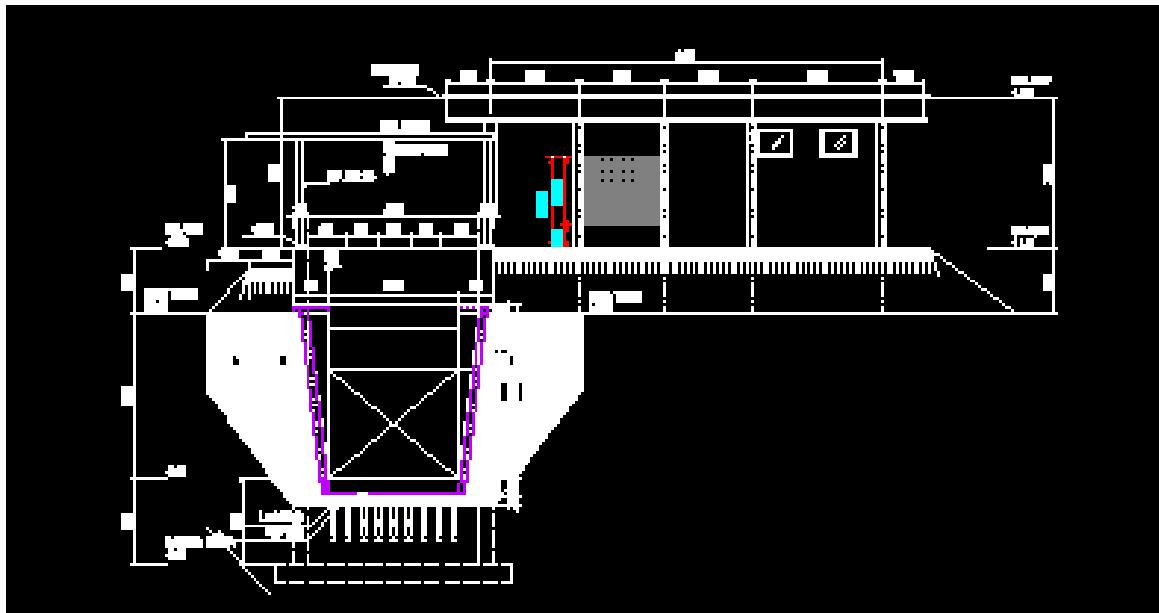


**Gambar 8.54** Denah Intake Kanal



**Gambar 8.55** Denah Pile Cap dan Sloof struktur Intake Kanal



**Gambar 8.56** Potongan memanjang struktur Intake Kanal**Gambar 8.57** Potongan melintang struktur Jembatan Pipa Intake

#### Data Desain

##### a. Material Struktur

Material yang digunakan harus memenuhi spesifikasi, peraturan dan standar yang akan digunakan. Material yang digunakan mempunyai spesifikasi seperti agregat kasar, agregat halus, batu bata, blok beton, material arsitektural dan lain-lain harus memenuhi spesifikasi berikut :

###### 1) Beton

Kualitas beton yang digunakan pada desain struktur bangunan untuk elemen struktur pelat, balok, dan pile cap yaitu 25 MPa (uji silinder).

###### 2) Tulangan baja

Tulangan baja yang digunakan pada desain struktur bangunan yaitu baja dengan spesifikasi antara lain :

- Tegangan leleh : BJTS – 40,  $F_y = 400$  Mpa. Peraturan mensyaratkan tulangan yang digunakan dalam perencanaan struktur (baik sebagai tulangan utama maupun tulangan sengkang) adalah tulangan ulir. Dengan digunakannya tulangan ulir dalam perencanaan elemen struktur, diharapkan elemen struktur memiliki tingkat lekatkan yang memadai antara material beton dengan baja tulangan ketika menahan beban.

##### b. Peraturan

Standard peraturan yang digunakan antara lain mengikuti.

- 1) Peraturan Pembebatan untuk Bangunan di Indonesia (SNI 1727 – 2013; Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain).
- 2) Standar Nasional Indonesia – Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 – 2013).

## c. Pembebanan

Beban yang digunakan antara lain :

1) Beban Mati (*Dead Load*)

Beban sendiri bangunan akan dihitung secara otomatis oleh *software*. Berat jenis dari material dan konstruksi antara lain :

- Beton bertulang = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Baja struktur = 7850 kg/m<sup>3</sup>

2) Beban hidup (*Live Load*)

Beban hidup atap yang diterapkan pada model struktur adalah :

- Area atap = 100 kg/m<sup>2</sup>

## 3) Beban Fluida

Beban fluida yang diterapkan adalah hidrostatik dengan massa jenis air 1000 kg/m<sup>3</sup>.

## d. Kombinasi Beban

Kombinasi beban untuk analisis dan desain struktur beton adalah sebagai berikut:

## 1) 1.4 (DL + SDL) 1.4 F

Kombinasi beban untuk analisis dan desain pondasi adalah sebagai berikut:

## 1) 1.0 (DL + SDL) + 1.0 F

Dimana:

DL : Beban mati sendiri L<sub>r</sub> : Beban atap

SDL : Beban mati tambahan F : Beban fluida

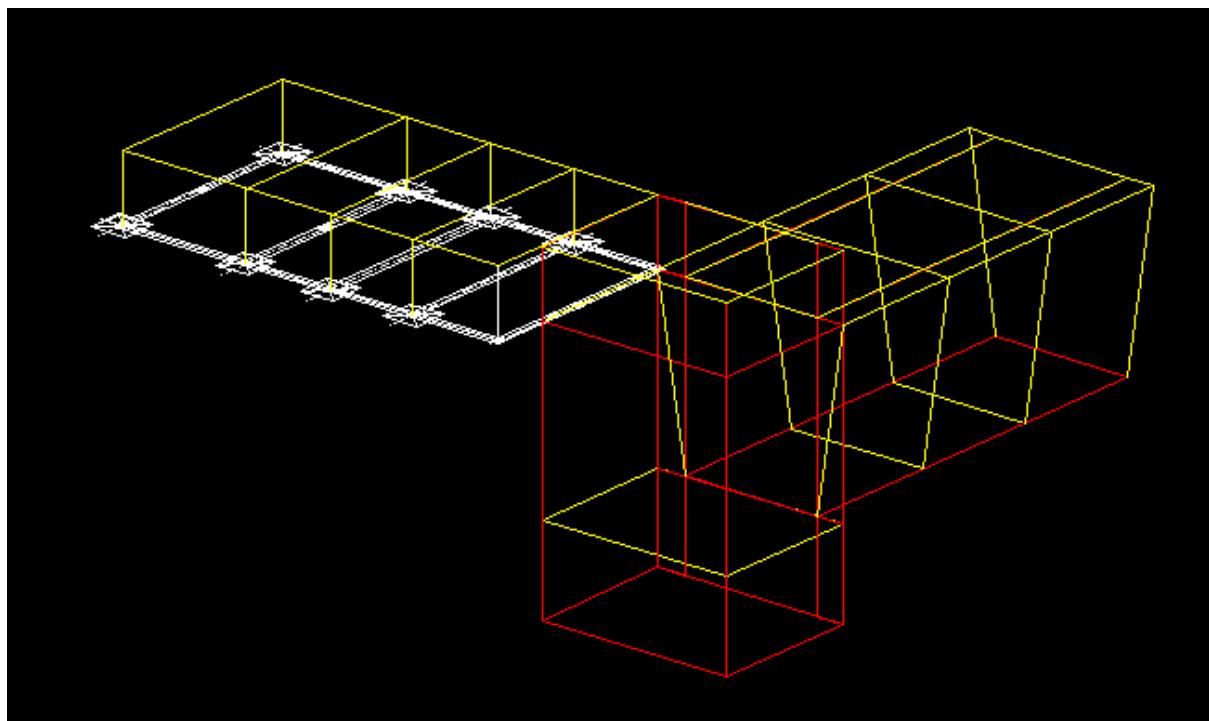
LL : Beban hidup

### Analisis Program Struktur (*Software*)

Sistem struktur ini dimodelkan sebagai system struktur dinding dan slab beton bertulang. Sistem struktur dimodelkan dengan menggunakan program komputer **SAP2000 V20**. Pondasi tiang dimodelkan sebagai pegas.

## Analisis Program

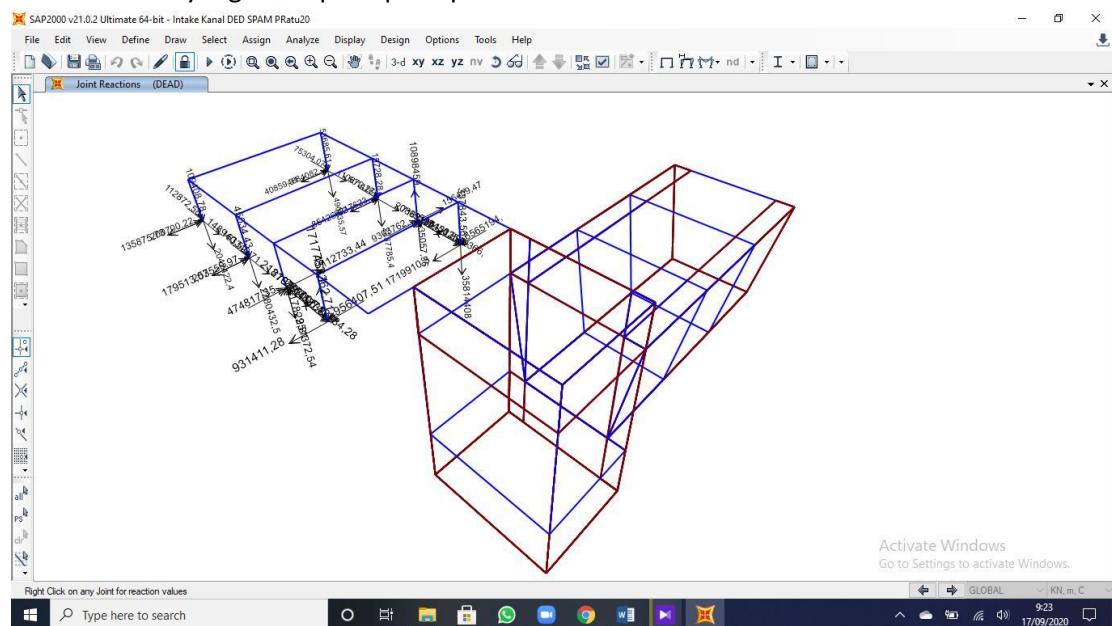
### a. Model Struktur

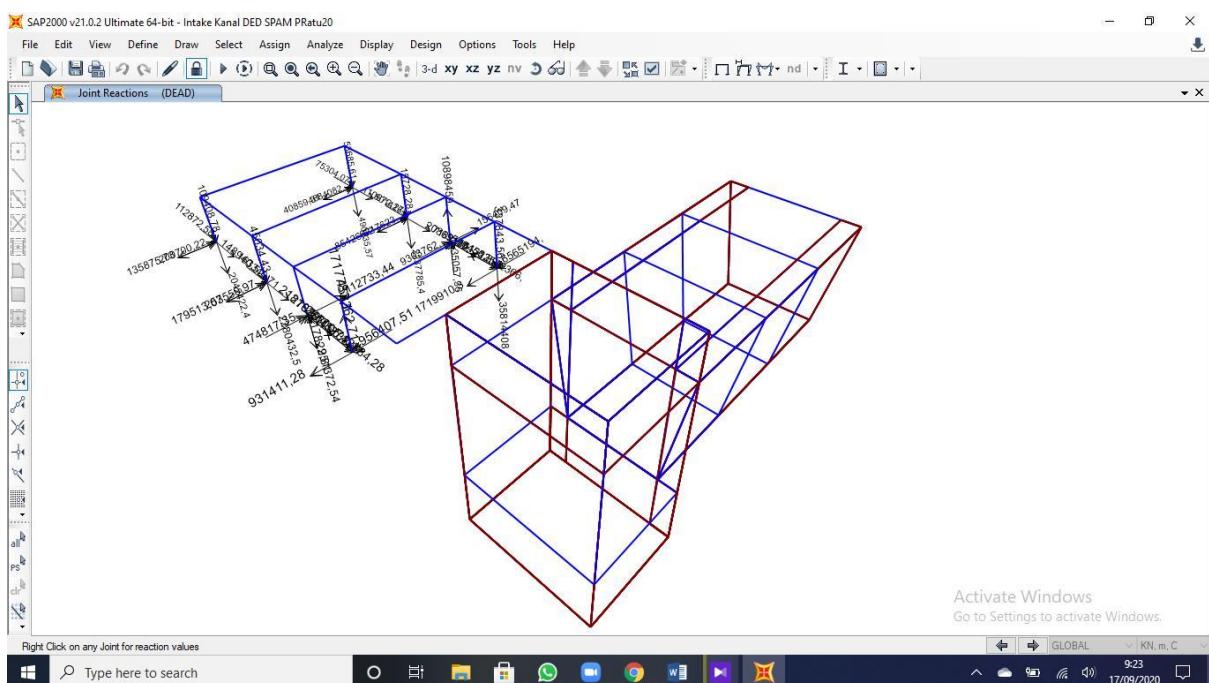
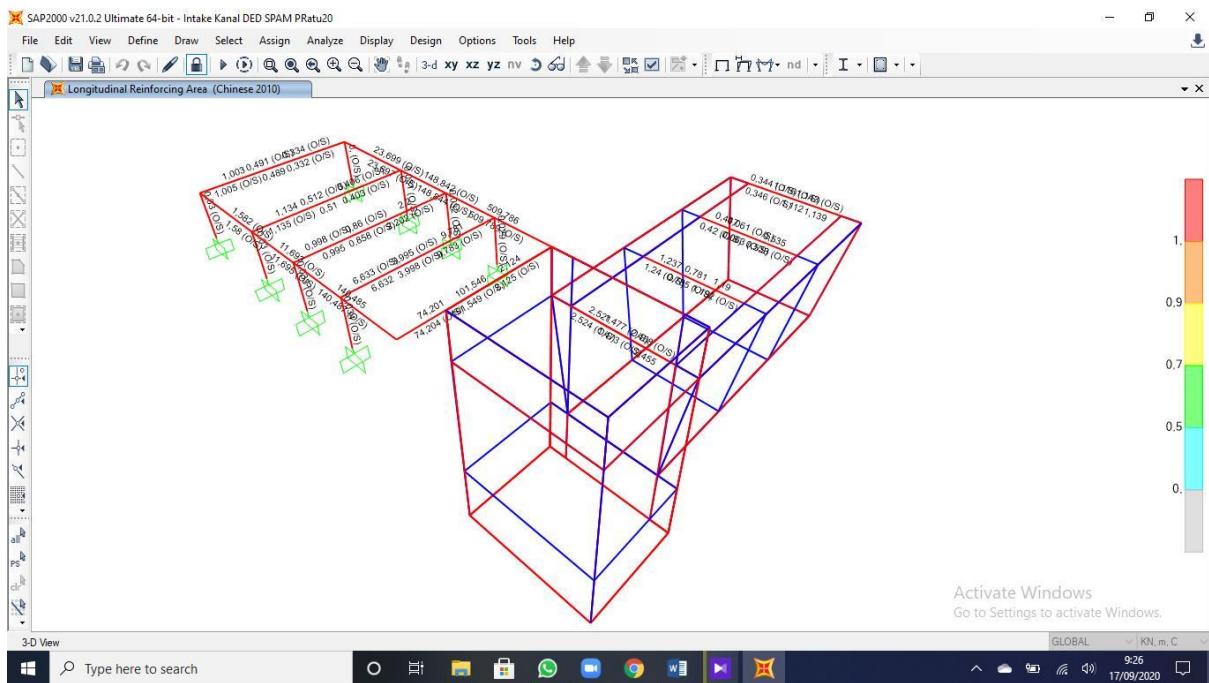


**Gambar 8.58** Model Tiga Dimensi (3D) Struktur Intake Kanal

#### 1) Pembebaan

Berikut beban yang diterapkan pada pemodelan struktur Intake Kanal.

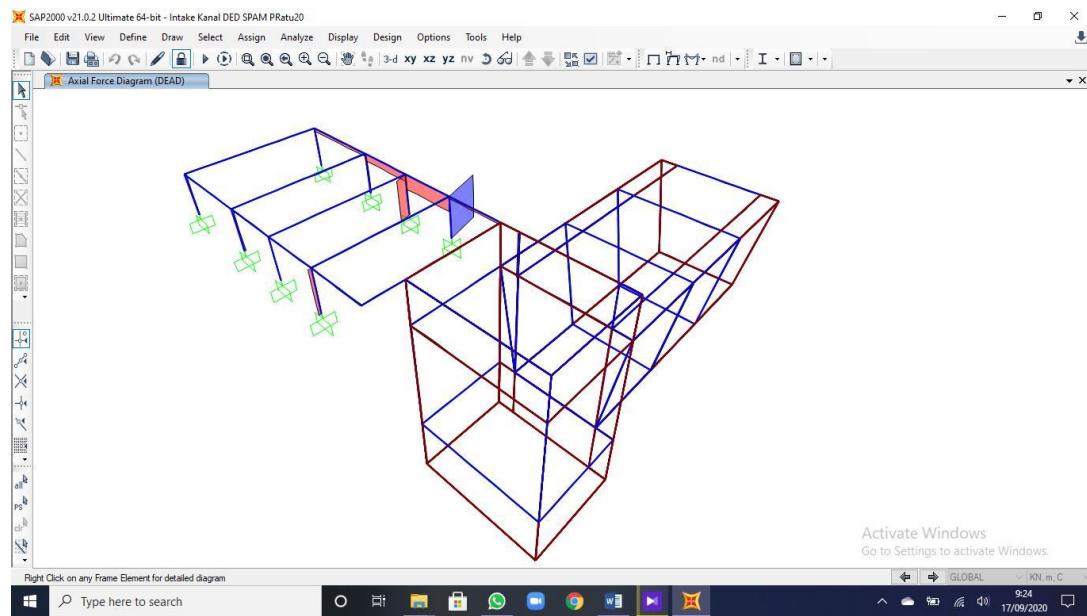




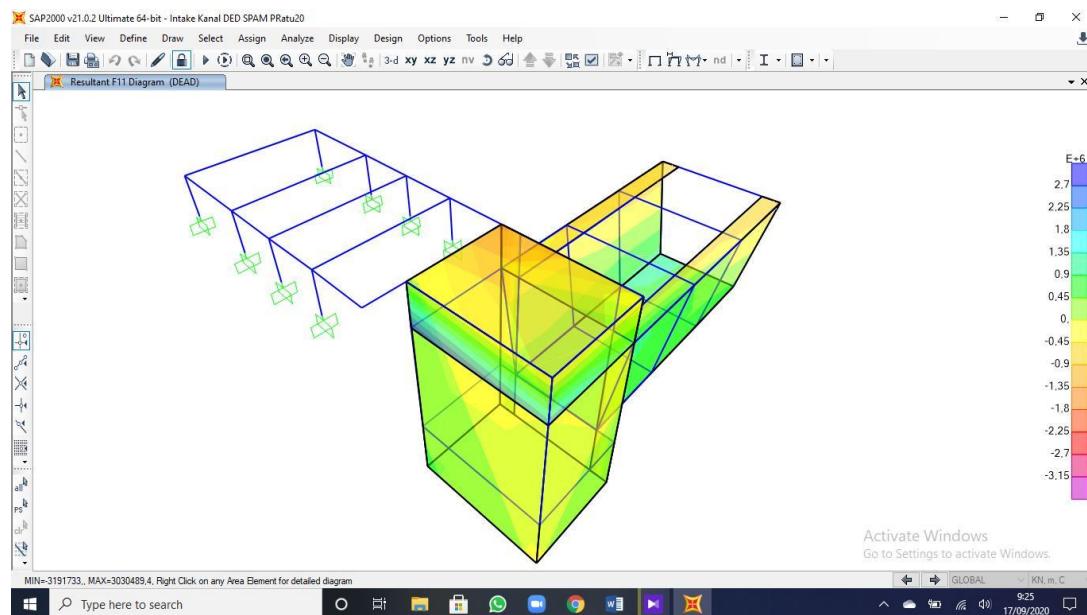
**Gambar 8.59** Beban hidrostatik (kg/m)

## 2) Gaya dalam

Berikut gaya dalam hasil analisis pemodelan struktur Intake Kanal.



**Gambar 8.60** Gaya dalam momen M11 (kg;m)



**Gambar 8.61** Gaya dalam momen M22 (kg;m)

## Desain Struktur

Setelah dilakukan analisis, maka berdasarkan gaya dalam dapat didesain kebutuhan tulangan.

### a. Pile Cap 30x100x100

Berikut perhitungan tulangan 30x100x100 cm

#### Data - data

fc'	26,4	Mpa	Type	P1
P	1000	kg	Jumlah	2 tiang
Selimut beton	60	mm	Lx	1000 mm
Ht	300	mm	Ly	3250 mm
d	240	mm		
$\beta_c$	1			
$b_{klm}$	500	mm		
$h_{klm}$	500	mm		
$b_o = b_{klm} + 2 * 0,5 * Ht$	800	mm		
$h_o = h_{klm} + 2 * 0,5 * Ht$	800	mm		

#### Cek Geser Pons

$$A = 2 * (b_o + h_o) * d \\ = 2 * (800 + 800) * 240 = 768000 \text{ mm}^2$$

$$Vc1 = (1 + 2/\beta_c) * (f_c^{0.5} / 6) * A \\ = (1 + 2/1) * (26,4^{0.5} / 6) * 768000 \\ = 1973028 \text{ N} \sim 197302,77 \text{ kg}$$

$$Vc2 = (f_c^{0.5} / 3) * A \\ = (26,4^{0.5} / 3) * 768000 \\ = 1315352 \text{ N} \sim 131535,18 \text{ kg}$$

$$\text{Dambil yang terkecil} \rightarrow Vc = 131535,18 \text{ kg}$$

$$\text{Cek : } Vc > P / \phi \\ 131535 > 1666,6667 \text{ (ok)}$$

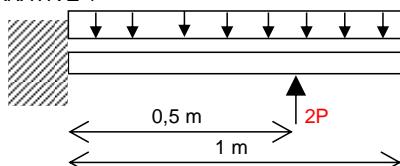
Berarti dimensi pile cap bisa dipakai.

#### Penulangan Pile Cap

##### Data-data

fc' (beton)	26,40	Mpa	Ht	300 mm
fy' (baja)	400,00	Mpa	b	3250 mm
d'	60	mm		

##### ALTERNATIVE 1



$$Q \text{ pile cap} = 2340 \text{ kg/m}$$

$$L1 = 0,50 \text{ m} \quad 2P = 1000 \text{ kg} \\ L = 1,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Mu &= 1.2 \times (2P \cdot L_1 - 1/2 \cdot Q \cdot L^2) \\
 &= 1.2 \times (1000 \times 0,5 - 1/2 \times 2340 \times 1^2) \\
 &= -804,00 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ pile cap} &= Ht \times B \times 2400 \\
 &= 0,3 \times 3,25 \times 2400 \\
 &= 2340 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{\min} &= 0,0025 \\
 p_{\max} &= 0,75 \times (0,85 \times 26,4) / 400 \times 0,85 \times [600 / (600 + 400)] \\
 &= 0,0215
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mu &= -804 \text{ kgm} \\
 d &= 300 - 60 \\
 \varphi &= 0,80
 \end{aligned}
 \quad \begin{aligned}
 &= -8,04 \text{ kNm} \\
 &= 240,00 \text{ mm} \\
 &= 0,80
 \end{aligned}$$

$$R_n = \frac{(-8,04 \times 10^6)}{(0,8 \times 3250 \times 240^2)} = -0,0537 \text{ Mpa}$$

$$W = 0,85 \{ 1 - \sqrt{1 - (2,353 \times -0,0537) / 26,4} \} = -0,0020$$

$$p = -0,0020 \times 26,4 / 400 = -0,0001 > 0,0025 \\
 & & & < 0,0215$$

$$\begin{aligned}
 ppakai &= 0,0025 \\
 As = 0,0025 \times 3250 \times 240 &= 1950,00 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

	mm <sup>2</sup>	dipakai		
As	1950,00	D16 - 100	( 2.011 ) mm <sup>2</sup>	(ok)
As pembagi	390,00	D10 - 200	( 393 ) mm <sup>2</sup>	(ok)

### Pile Cap Type P2 (1 tiang) Arah Y ( 1000x3250x300 mm<sup>2</sup>)

#### Data - data

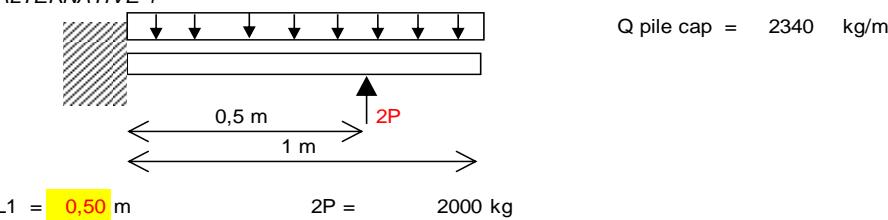
fc'	26,4	Mpa	Type	P2
P	1000	kg	Jumlah	1 tiang
Selimut beton	60	mm	Lx	1000 mm
Ht	300	mm	Ly	3250 mm
d	240	mm		
$\beta_c$	1			
$b_{klm}$	500	mm		
$h_{klm}$	500	mm		
$b_0 = b_{klm} + 2 \times 0,5 \times Ht$	800	mm		
$h_0 = h_{klm} + 2 \times 0,5 \times Ht$	800	mm		

#### Penulangan Pile Cap

##### Data-data

fc' (beton)	26,40	Mpa	Ht	300 mm
fy' (baja)	400,00	Mpa	b	1000 mm
d'	60	mm		

#### ALTERNATIVE 1



$$\begin{aligned}
 Mu &= 1.2 \times (2P \cdot L_1 - 1/2 \cdot Q \cdot L^2) \\
 &= 1.2 \times (2000 \times 0,5 - 1/2 \times 2340 \times 1^2) \\
 &= -204,00 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Qpile cap &= H_t \times B \times 2400 \\
 &= 0,3 \times 1 \times 2400 \\
 &= 720 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{min} &= 0,0025 \\
 p_{mak} &= 0,75 \times (0,85 \times 26,4) / 400 \times 0,85 \times [600 / (600+400)] \\
 &= 0,0215
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mu &= -204 \text{ kgm} \\
 d &= 300 - 60 \\
 \varphi &= 0,80
 \end{aligned}
 \quad \begin{aligned}
 &= -2,04 \text{ kNm} \\
 &= 240,00 \text{ mm} \\
 &= 0,0215
 \end{aligned}$$

$$R_n = \frac{(-2,04 \times 10^6)}{(0,8 \times 1000 \times 240^2)} = -0,0443 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}
 W &= 0,85 \{ 1 - \sqrt{1 - (2,353 \times -0,0443) / 26,4} \} \\
 &= -0,0017 \\
 p = -0,0017 \times 26,4 / 400 &= -0,0001 &> 0,0025 \\
 &= 0,0215 \\
 ppakai &= 0,0025 \\
 As = 0,0025 \times 1000 \times 240 &= \mathbf{600,00} \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

	mm <sup>2</sup>	dipakai		
As	600,00	D13 - 200	( 664) mm <sup>2</sup>	(ok)
As pembagi	120,00	D08 - 250	( 201) mm <sup>2</sup>	(ok)

### b. Sloof 25x55

Berikut perhitungan tulangan Sloof 25x55

Data Sloof :

BAHAN STRUKTUR		
Kuat tekan beton,	$f_c'$ =	26
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y$ =	400
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y$ =	240
DIMENSI BALOK		
Lebar balok	$b$ =	250
Tinggi balok	$h$ =	550
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D$ =	19
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P$ =	10
Tebal bersih selimut beton,	$t_s$ =	50
MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA		
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+$ =	63,170
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^-$ =	141,334
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u$ =	170,554

**Data Penulangan :**Untuk :  $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$ ,

$$\beta_1 = 0,85$$

Untuk :  $f_c' > 30 \text{ MPa}$ ,

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 * (f_c' - 30) / 7 = -$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton,

$$\rightarrow \beta_1 = 0,85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0286$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{\max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 6,9417$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,80$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \emptyset + D/2 = 69,50$$

mm

Jumlah tulangan dlm satu baris,  $n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 2,52$ 

bh

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,

$$n_s = 2$$

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 73,00 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,  $y = D + 25 = 44,00 \text{ mm}$ **1. TULANGAN MOMEN POSITIF**

Momen positif nominal rencana,

$$M_n = M_u^+ / \phi = 78,962 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50$$

mm

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 500,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 1,2634$$

$$R_n < R_{\max} \rightarrow \text{OK}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}] = 0,00325$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{\min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} = 0,00321$$

mm

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y = 0,00350$$

mm

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0,00350$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 438 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1,543$$

$$2 \quad D \quad 19$$

Digunakan tulangan,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 567 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan terpakai,

$$n_b = n / n_s = 1,00$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b < 3 \rightarrow \text{OK}$$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	69,50	139,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
$n =$	2	$\Sigma [n_i * y_i] =$	139

Letak titik berat tulangan,

$$69,50 > 50 \rightarrow d' = \Sigma [n_i * y_i] / n = 69,50 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{perkirakan lagi } d' \text{ (NG)}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 480,50 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / (0,85 * f_c' * b) = 40,432 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 104,403 \text{ kNm}$$

$$\phi * M_n = 83,522 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\text{Syarat : } \phi * M_n \geq M_u^+ \rightarrow 83,522 > 63,170 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 2. TULANGAN MOMEN NEGATIF

Momen negatif nominal rencana,

$$M_n = M_u^- / \phi = 176,667 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 500,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 2,8267$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}] = 0,00758$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} = 0,00321$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1,4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rho = 0,00758$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 947 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 3,341$$

$$4 \quad D \quad 19$$

Digunakan tulangan,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 1134 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan terpakai,

$$n_b = n / n_s = 2,00$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	4	69,50	278,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
$n =$	4	$\Sigma [n_i * y_i] =$	278

Letak titik berat tulangan,

$$d' = \Sigma [n_i * y_i] / n = 69,50 \text{ mm}$$

$$69,50 > 50 \rightarrow \text{perkirakan lagi } d' \text{ (NG)}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 480,5 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / (0,85 * f_c' * b) = 80,864 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 199,635 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\phi * M_n = 159,708 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi * M_n \geq M_u^-$$

$$159,708 > 141,334 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

### 3. TULANGAN GESER

Gaya geser ultimit rencana,	$V_u = 170,554$	kN
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi = 0,60$	
Tegangan leleh tulangan geser,	$f_y = 240$	MPa
Kuat geser beton,	$V_c = (\sqrt{f_c}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 107,044$	kN
Tahanan geser beton,	$\phi * V_c = 64,226$	kN
	→ <b>Perlu tulangan geser</b>	
Tahanan geser sengkang,	$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c = 106,328$	kN
Kuat geser sengkang,	$V_s = 177,213$	kN
Digunakan sengkang berpenampang :	<b>2 P 10</b>	
Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 157,08$	mm <sup>2</sup>
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) = 106,37$	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = d / 2 = 240,25$	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = 250,00$	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s = 106,37$	mm
Diambil jarak sengkang :	→ <b>s = 100</b>	mm
Digunakan sengkang,	<b>2 P 10 100</b>	

#### c. Balok 25x55

Berikut perhitungan tulangan Balok 25x55

Data Sloof :

<b>BAHAN STRUKTUR</b>		
Kuat tekan beton,	$f_c' = 26$	MPa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y = 400$	MPa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y = 240$	MPa
<b>DIMENSI BALOK</b>		
Lebar balok	$b = 250$	mm
Tinggi balok	$h = 550$	mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D = 19$	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P = 10$	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s = 50$	mm
<b>MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA</b>		
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ = 63,170$	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- = 141,334$	kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u = 170,554$	kN

**Data Penulangan :**Untuk :  $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$ ,

$$\beta_1 = 0,85$$

Untuk :  $f_c' > 30 \text{ MPa}$ ,

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 * (f_c' - 30) / 7 = -$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton,

$$\rightarrow \beta_1 = 0,85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0286$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 6,9417$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,80$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \emptyset + D/2 = 69,50 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan dlm satu baris,

$$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 2,52$$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,

$$n_s = 2 \text{ bh}$$

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 73,00 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,  $y = D + 25 = 44,00 \text{ mm}$ **1. TULANGAN MOMEN POSITIF**

Momen positif nominal rencana,

$$M_n = M_u^+ / \phi = 78,962 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 500,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 1,2634$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{[1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')]}] = 0,00325$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} = 0,00321$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1,4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0,00350$$

Luas tulangan yang diperlukan,  
Jumlah tulangan yang diperlukan,  
Digunakan tulangan,  
Luas tulangan terpakai,  
Jumlah baris tulangan,

$$A_s = \rho * b * d = 438 \text{ mm}^2$$

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1,543$$

2	D	19
---	---	----

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 567 \text{ mm}^2$$

$$n_b = n / n_s = 1,00$$

$n_b < 3 \rightarrow (OK)$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	69,50	139,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
$n =$	2	$\Sigma [ n_i * y_i ] =$	139

Letak titik berat tulangan,

69,50

$$d' = \Sigma [ n_i * y_i ] / n = 69,50 \text{ mm}$$

> 50

$\rightarrow$  perkiraan lagi  $d'$  (NC)

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 480,50 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 40,432 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 104,403 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\phi * M_n = 83,522 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi * M_n \geq M_u^+$$

83,522

> 63,170

$\rightarrow$  AMAN (OK)

## 2. TULANGAN MOMEN NEGATIF

Momen negatif nominal rencana,

$$M_n = M_u^- / \phi = 176,667 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 500,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d'^2) = 2,8267$$

$R_n < R_{max} \rightarrow (OK)$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0,00758$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} = 0,00321$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rho = 0,00758$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 947 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 3,341$$

4	D	19
---	---	----

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 1134 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan,

$$n_b = n / n_s = 2,00$$

Luas tulangan terpakai,

Jumlah baris tulangan,

$n_b < 3 \rightarrow (OK)$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	4	69,50	278,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
$n =$	4	$\sum [n_i * y_i] =$	278

Letak titik berat tulangan,  $\rightarrow d' = \sum [n_i * y_i] / n = 69,50$  mm

$$69,50 > 50 \rightarrow \text{perkirakan lagi } d' (\text{NG})$$

Tinggi efektif balok,  $d = h - d' = 480,5$  mm

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 80,864 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 199,635 \text{ kNm}$$

$$\phi * M_n = 159,708 \text{ kNm}$$

Syarat:  $\phi * M_n \geq M_u$

$$159,708 > 141,334 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

### 3. TULANGAN GESER

Gaya geser ultimit rencana,

$$V_u = 170,554 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan geser,

$$\phi = 0,60$$

Tegangan leleh tulangan geser,

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Kuat geser beton,

$$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 107,044 \text{ kN}$$

Tahanan geser beton,

$$\phi * V_c = 64,226 \text{ kN}$$

$\rightarrow$  **Perlu tulangan geser**

Tahanan geser sengkang,

$$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c = 106,328 \text{ kN}$$

Kuat geser sengkang,

$$V_s = 177,213 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang berpenampang :

**2 P 10**

Luas tulangan geser sengkang,

$$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

Jarak sengkang yang diperlukan :  $s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) = 106,37 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = d / 2 = 240,25 \text{ mm}$$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = 250,00 \text{ mm}$$

Jarak sengkang yang harus digunakan,

$$s = 106,37 \text{ mm}$$

Diambil jarak sengkang :

$$\rightarrow s = 100 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang,

**2 P 10 100**

**d. Balok Atas/Silang 25x45**

Berikut perhitungan tulangan balok 25x45 cm

<b>BAHAN STRUKTUR</b>		
Kuat tekan beton,	$f_c' =$	26
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240
<b>DIMENSI BALOK</b>		
Lebar balok	$b =$	250
Tinggi balok	$h =$	450
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	19
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	10
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	50
<b>MOMEN DAN GAYA GESEK RENCANA</b>		
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ =$	63,170
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- =$	141,334
Gaya gesek rencana akibat beban terfaktor,	$V_u =$	170,554

Penulangan :

Untuk :  $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$ ,

$$\beta_1 = 0,85$$

Untuk :  $f_c' > 30 \text{ MPa}$ ,

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 * (f_c' - 30) / 7 = -$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton,

$$\rightarrow \beta_1 = 0,85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0286$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{\max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 6,9417$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,80$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \emptyset + D/2 = 69,50 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan dlm satu baris,

$$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 2,52$$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,

$$n_s = 2 \text{ bh}$$

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 73,00 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,

$$y = D + 25 = 44,00 \text{ mm}$$

## 1. TULANGAN MOMEN POSITIF

Momen positif nominal rencana,

$$M_n = M_u^+ / \phi = 78,962 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 400,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 1,9741$$

$$R_n < R_{\max} \rightarrow (\text{OK})$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}] = 0,00517$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{\min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} = 0,00321$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0,00517$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 517 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1,825$$

Digunakan tulangan,

$$2 \text{ D } 19$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 567 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 1,00$$

$$n_b < 3 \rightarrow (\text{OK})$$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	69,50	139,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
$n =$	2	$\Sigma [ n_i * y_i ] =$	139

Letak titik berat tulangan,

$$69,50 > 50$$

$$d' = \Sigma [ n_i * y_i ] / n = 69,50 \text{ mm}$$

perkirakan lagi  $d'$  (NG)

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 380,50 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 40,432 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s * f_y * (d - a/2) * 10^{-6} = 81,721 \text{ kNm}$$

Momen nominal,

$$\phi * M_n = 65,377 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\text{Syarat : } \phi * M_n \geq M_u^+ \quad 65,377 > 63,170 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 2. TULANGAN MOMEN NEGATIF

Momen negatif nominal rencana,

$$M_n = M_u^- / \phi = 176,667 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 400,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 4,4167$$

$$R_n < R_{\max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0,01242$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{\min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} = 0,00321$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{\min} = 1.4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rho = 0,01242$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 1242 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 4,379$$

Digunakan tulangan,

$$5 \quad D \quad 19$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 1418 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 2,50$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	5	69,50	347,50
2	0	0,00	0,00
3	3	157,50	472,50
$n =$	8	$\Sigma [ n_i * y_i ] =$	820

Letak titik berat tulangan,

$$102,50 > 50$$

$$d' = \Sigma [ n_i * y_i ] / n = 102,50 \text{ mm}$$

perkirakan lagi  $d'$  (NG)

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 347,5 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 101,080 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s * f_y * (d - a/2) * 10^{-6} = 168,393 \text{ kNm}$$

Momen nominal,

$$\phi * M_n = 134,715 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\text{Syarat : } \phi * M_n \geq M_u^- \quad 134,715 < 141,334 \rightarrow \text{BAHAYA (NG)}$$

### 3. TULANGAN GESER

Gaya geser ultimit rencana,

$$V_u = 170,554 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan geser,

$$\phi = 0,60$$

Tegangan leleh tulangan geser,

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Kuat geser beton,

$$V_c = (\sqrt{f_c}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 85,635 \text{ kN}$$

Tahanan geser beton,

$$\phi * V_c = 51,381 \text{ kN}$$

→ **Perlu tulangan geser**

Tahanan geser sengkang,

$$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c = 119,173 \text{ kN}$$

Kuat geser sengkang,

$$V_s = 198,622 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang berpenampang :

**2 P 10**

Luas tulangan geser sengkang,

$$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

Jarak sengkang yang diperlukan :  $s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) = 75,92 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = d / 2 = 190,25 \text{ mm}$$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = 250,00 \text{ mm}$$

Jarak sengkang yang harus digunakan,

$$s = 75,92 \text{ mm}$$

Diambil jarak sengkang :

→ **2 P 10**

Digunakan sengkang,

$$s = 70 \text{ mm}$$

**2 P 10 70**

#### e. Plat Lantai

Berikut perhitungan tulangan Plat Lantai  $t=13 \text{ cm}$

### A. DATA BAHAN STRUKTUR

Kuat tekan beton,

$$f_c' = 26 \text{ MPa}$$

Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur,

$$f_y = 40 \text{ MPa}$$

### B. DATA PLAT LANTAI

Panjang bentang plat arah x,

$$L_x = 1,85 \text{ m}$$

Panjang bentang plat arah y,

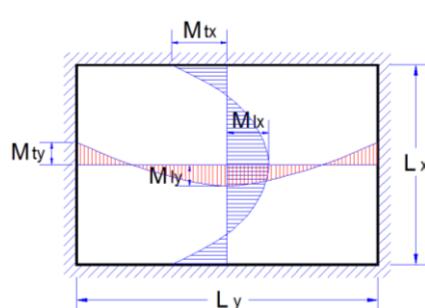
$$L_y = 100,00 \text{ m}$$

Tebal plat lantai,

$$h = 130 \text{ mm}$$

Koefisien momen plat untuk :

$$L_y / L_x = 54,05 \text{ KOEFISIEN MOMEN PLAT}$$



DUA ARAH karena $L_y/L_x < 2$
$C_{lx} = 20$
$C_{ly} = 28$
$C_{tx} = 64$
$C_{ty} = 56$

Tabel 2 dengan 4 sisi terjepit

Diameter tulangan yang digunakan,  
Tebal bersih selimut beton,

$\emptyset = 13 \text{ mm}$
$t_s = 20 \text{ mm}$

## C. BEBAN PLAT LANTAI

### 1. BEBAN MATI (DEAD LOAD)

No			Tebal (m)	Q (kN/m <sup>2</sup> )
1	Berat sendiri plat lantai (kN/m <sup>3</sup> )	24,0	0,13	3,120
2	Berat <i>finishing</i> lantai (kN/m <sup>3</sup> )	22,0	0,05	1,100
3	Berat plafon dan rangka (kN/m <sup>2</sup> )	0,2	1	0,200
4	Berat instalasi ME (kN/m <sup>2</sup> )	0,5	1	0,500
	Total beban mati,		Q <sub>D</sub> =	4,920

### 2. BEBAN HIDUP (LIVE LOAD)

Beban hidup pada lantai bangunan =	300	kg/m <sup>2</sup>
→ Q <sub>L</sub> =	3,0	kN/m <sup>2</sup>

### 3. BEBAN RENCANA TERFAKTOR

$$\text{Beban rencana terfaktor, } Q_u = 1.2 * Q_D + 1.6 * Q_L = 10,704 \text{ kN/m}^2$$

### 4. MOMEN PLAT AKIBAT BEBAN TERFAKTOR

Momen lapangan arah x,	M <sub>ulx</sub> = C <sub>lx</sub> * 0.001 * Q <sub>u</sub> * L <sub>x</sub> <sup>2</sup> =	0,733	kNm/m
Momen lapangan arah y,	M <sub>uly</sub> = C <sub>ly</sub> * 0.001 * Q <sub>u</sub> * L <sub>y</sub> <sup>2</sup> =	1,026	kNm/m
Momen tumpuan arah x,	M <sub>utx</sub> = C <sub>tx</sub> * 0.001 * Q <sub>u</sub> * L <sub>x</sub> <sup>2</sup> =	2,345	kNm/m
Momen tumpuan arah y,	M <sub>uty</sub> = C <sub>ty</sub> * 0.001 * Q <sub>u</sub> * L <sub>y</sub> <sup>2</sup> =	2,052	kNm/m
Momen rencana (maksimum) plat,	→ M <sub>u</sub> =	2,345	kNm/m

### D. PENULANGAN PLAT

Untuk : f <sub>c'</sub> ≤ 30 MPa,	β <sub>1</sub> =	0,85
Untuk : f <sub>c'</sub> > 30 MPa,	β <sub>1</sub> = 0,85 - 0,05 * (f <sub>c'</sub> - 30) / 7 =	-
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	→ β <sub>1</sub> =	0,85
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,		

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,4470$$

Faktor tahanan momen maksimum,	R <sub>max</sub> = 0,75 * ρ <sub>b</sub> * f <sub>y</sub> * [1 - ½ * 0,75 * ρ <sub>b</sub> * f <sub>y</sub> / (0,85 * f <sub>c'</sub> )] =	9,4037
Faktor reduksi kekuatan lentur,	φ =	0,80
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	d <sub>s</sub> = t <sub>s</sub> + Ø / 2 =	26,5
Tebal efektif plat lantai,	d = h - d <sub>s</sub> =	103,5
Ditinjau plat lantai selebar 1 m,	→ b =	1000
Momen nominal rencana,	M <sub>n</sub> = M <sub>u</sub> / φ =	2,931
Faktor tahanan momen,	R <sub>n</sub> = M <sub>n</sub> * 10 <sup>-6</sup> / (b * d <sup>2</sup> ) =	0,27359
	R <sub>n</sub> < R <sub>max</sub> → (OK)	

Rasio tulangan yang diperlukan :	ρ = 0,85 * f <sub>c'</sub> / f <sub>y</sub> * [1 - √[1 - 2 * R <sub>n</sub> / (0,85 * f <sub>c'</sub> )] =	0,0069
Rasio tulangan minimum,	ρ <sub>min</sub> =	0,0025
Rasio tulangan yang digunakan,	→ ρ =	0,0069
Luas tulangan yang diperlukan,	A <sub>s</sub> = ρ * b * d =	712
Jarak tulangan yang diperlukan,	s = π / 4 * Ø <sup>2</sup> * b / A <sub>s</sub> =	186
Jarak tulangan maksimum,	s <sub>max</sub> = 2 * h =	260

Jarak tulangan maksimum,  $s_{max} = 200$  mm

Jarak sengkang yang harus digunakan,  $s = 186$  mm

Diambil jarak sengkang :  $\rightarrow s = 180$  mm

Digunakan tulangan,  $\varnothing 13$  - 180

Luas tulangan terpakai,  $A_s = \pi / 4 * \varnothing^2 * b / s = 737$  mm<sup>2</sup>

## E. KONTROL LENDUTAN PLAT

Modulus elastis beton,  $E_c = 4700 * \sqrt{f_c'} = 24149$  MPa

Modulus elastis baja tulangan,  $E_s = 2,10E+05$  MPa

Beban merata (tak terfaktor) padaplat,  $Q = Q_D + Q_L = 7,920$  N/mm

Panjang bentang plat,  $L_x = 1850$  mm

Batas lendutan maksimum yang diijinkan,  $L_x / 240 = 7,708$  mm

Momen inersia brutto penampang plat,  $I_g = 1/12 * b * h^3 = 183083333$  mm<sup>3</sup>

Modulus keruntuan lentur beton,  $f_r = 0,7 * \sqrt{f_c'} = 3,59666512$  MPa

Nilai perbandingan modulus elastis,  $n = E_s / E_c = 8,70$

Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,  $c = n * A_s / b = 6,412$  mm

Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :

$$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 = 60531544 \text{ mm}^4$$

$$y_t = h / 2 = 65 \text{ mm}$$

Momen retak :  $M_{cr} = f_r * I_g / y_t = 10130607 \text{ Nmm}$

Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :

$$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 = 3388275 \text{ Nmm}$$

Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,

$$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} = 3336125611 \text{ mm}^4$$

Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :

$$\delta_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) = 0,015 \text{ mm}$$

Rasio tulangan slab lantai :  $\rho = A_s / (b * d) = 0,0071$

Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai :

$$\zeta = 2,0$$

$$\lambda = \zeta / (1 + 50 * \rho) = 1,4747$$

Lendutan jangka panjang akibat rangkak dan susut :

$$\delta_g = \lambda * 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) = 0,022 \text{ mm}$$

Lendutan total,  $\delta_{tot} = \delta_e + \delta_g = 0,037 \text{ mm}$

Syarat :  $\delta_{tot} \leq L_x / 240$

$0,037 < 7,708 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$

## Desain Pondasi

Berdasarkan data tanah daya dukung pondasi yang digunakan adalah Pondasi Telapak

### Perhitungan moment untuk pondasi

#### Pembebanan

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Balok sloof} = 0,2,0,3.2400 & = & 144 \text{ kg/m}' \\
 \text{Tembok} = 2.250 & = & \underline{500 \text{ kg/m}' \\
 q & & 644 \text{ kg/m}' \\
 \hline
 \text{Statika} & & L = \boxed{3,6} \text{ m} \\
 \text{Mtum} = 1/18 \times 644 \times 3,6^2 & = & \mathbf{1043,28 \text{ kgm}}
 \end{array}$$

### Kontrol Kekuatan Pondasi dengan Daya dukung tanah

- Diasumsikan pondasi  $0,80 \times 0,80 \text{ m}$ , kedalaman  $1,20 \text{ m}$ , diambil tegangan tanah rata-rata adalah sebagai berikut

		72 kg/cm <sup>2</sup> (data sonder, terlampir)	
$\mu$	= $1043,28$	kgm	$22,5$ Mpa
$P_u$	= $5179$	kg	$320$ Mpa
$b$	= $0,8$	m	$30$ mm
$h$	= $0,8$	m	$120$ mm
kolom	= $200 / 200$	mm	$3,095$ kg/cm <sup>2</sup>

$$\beta c = \frac{200}{200} = 1$$

$$V_u = 51,79 \text{ kN}$$

$$M_u = 10,43 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{\text{tanah}} = 3,095 \times 100 = 309,5 \text{ kNm}^2$$

$$d = 120 - 30 = 90 \text{ mm}$$

$$b_o = 4 \times (90 + 200) = 1160 \text{ mm}$$

$$\phi V_{\min} = 0,6 \times 1/3 \times \sqrt{22,5} \times 1160 \times 90 = 59425,52179 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1 + 1/1) \times 1/6 \times \sqrt{22,5} \times 1160 \times 90 = 99042,53632 \text{ N} > 59425,52179 \text{ N} \quad \text{OK}$$

$$\begin{array}{lcl}
 \phi \text{ maks} & = & \frac{51,79}{0,8 \times 0,8} + \frac{10,43}{1/6 \times 0,8 \times 0,8^2} \\
 & = & 80,92 + 122,26 \\
 & = & 203,18 \text{ kN/m}^2 < 309,5 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}
 \end{array}$$

### Statika

		fc' (beton)		22,5 Mpa
$\mu$	= $1043,28$	kgm	$320$ Mpa	
$P_u$	= $5179$	kg	$30$ mm	
$b$	= $0,8$	m	$120$ mm	
$h$	= $0,8$	m	$3,095$ kg/cm <sup>2</sup>	
kolom	= $200 / 200$	mm		

$$\beta c = \frac{200}{200} = 1$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= 51,79 \text{ kN} \\
 M_u &= 10,43 \text{ kNm} \\
 \sigma_{tanah} &= 3,095 \times 100 = 309,5 \text{ kNm}^2 \\
 d &= 120 - 30 = 90 \text{ mm} \\
 b_o &= 4 \times (90 + 200) = 1160 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi V_{min} &= 0.6 \times 1/3 \times \sqrt{22,5} \times 1160 \times 90 \\
 &= 59425,52179 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi V_c &= 0.6 \times (1 + 1/1) \times 1/6 \times \sqrt{22,5} \times 1160 \times 90 \\
 &= 99042,53632 \text{ N} > 59425,52179 \text{ N} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi_{maks} &= \frac{51,79}{0,8 \times 0,8} + \frac{10,43}{1/6 \times 0,8 \times 0,8^2} \\
 &= 80,92 + 122,26 \\
 &= 203,18 \text{ kN/m}^2 < 309,5 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi_{min} &= 80,92 - 122,26 \\
 &= -41,34 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Diambil } q &= 203,18 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= 1/2 \times 203,18 \times (0,5 \times 0,8)^2 \\
 &= 16,25 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

### Penulangan

#### Penulangan lapangan

Mu	1625,45	kgm	b	1000	mm
fc' (beton)	22,5	Mpa	h	120	mm
fy' (baja)	320	Mpa	d'	30	mm

$$\begin{aligned}
 p_{min} &= 1,4 / 320 = 0,0044 \\
 p_{maks} &= 0,75 \times (0,85 \times 22,5) / 320 \times 0,85 \times [600 / (600 + 320)] \\
 &= 0,0248
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= 1.625,45 \text{ kNm} &= 16,25 \text{ kNm} \\
 d &= 120 - 30 &= 90 \text{ mm} \\
 \phi &= 0,8 \\
 R_n &= \frac{(16,25 \times 10^6)}{(0,8 \times 1000 \times 90^2)} = 2,5084 \text{ Mpa} \\
 W &= 0,85 \{ 1 - \sqrt{1 - (2,353 \times 2,5084) / 22,5} \} \\
 &= 0,1200 \\
 p = 0,1200 \times 22,5 / 320 &= 0,0084 > 0,0044 \\
 &< 0,0248 \\
 \text{ppakai} &= 0,0084 \\
 As &= 0,0084 \times 1000 \times 90 &= 759,07 \text{ mm}^2 \\
 As' &= 0,4 \times 759,07 &= 303,63 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

### Penulangan

	mm <sup>2</sup>	mm
Lapangan X (tul atas)	759,07	D13 - 100 ( 1.327 mm <sup>2</sup> )
Tumpuan X (tul atas)	759,07	D13 - 100 ( 1.327 mm <sup>2</sup> )
Tumpuan X (tul bagi)	303,63	D10 - 150 ( 524 mm <sup>2</sup> )

## Daya Dukung Tanah

Berikut adalah perhitungan daya dukung ijin berdasarkan data sondir.

Dengan menggunakan korelasi empiris untuk menginterpretasikan data sondir hasil uji lapangan, didapatkan perkiraan berat isi, sudut geser dalam, dan modulus elasticity pada tiap kedalaman.

### Parameter Geoteknik dari Data Sondir

Dengan menggunakan korelasi empiris untuk menginterpretasikan data sondir hasil uji lapangan, didapatkan perkiraan berat isi, sudut geser dalam, dan modulus elasticity pada tiap kedalaman.

**Tabel 8.36** Parameter Geoteknik dari Data Sondir

Sondir	Depth	qc,	Description	Unit	Internal	Cohesion	Modulus	Qa
<b>Intake</b>								
SI-01	0.00 ~ 2.00	3	Organic	14.70		14	750	1.0
	2.00 ~ 4.80	56	Medium	17.30	30-35		14000	28.0
	4.80 ~ 5.20	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3
SI-02	0.00 ~ 2.20	11	Organic	15.10		54	2750	3.7
	2.20 ~ 2.60	110	Dense or	20.00	35-40		55000	73.3

sumber : laporan konsultan, hasil pengukuran daya dukung tanah, 2019

Daya dukung tanah pada area intake sebagai berikut :

- f. Daya dukung ijin (Qa) pondasi dangkal pada area Intake kedalaman 2 m SI-01=1 ton/m<sup>2</sup> dan kedalaman 2 m pada SI-02 adalah 3 ton/m<sup>2</sup>.

**Tabel 8.37** Perhitungan Daya Dukung Driven Pile Berdasarkan Data Sondir

CPT	Dia	Depth	Cone Resistance	End Bearing	Friction Bearing	Dead Load	Compression Capacity		Uplift Capacity	
							Ultimate	Allowable	Ultimate	Allowable
	$\Phi$	$D_f$	qc	$Q_p$	$Q_s$	DL	$Q_{ult}$	$Q_{all}$	$Q_{all}$	$Q_{all}$
<b>Area Intake</b>										
SI-01	$\square 0.2$	5.0	98.0	39.2	10.0	0.5	48.7	19.3	5.5	2.2
	$\Delta 0.28$	5.0	98.0	33.3	10.5	0.4	43.4	17.7	5.7	2.3
	$\emptyset 0.3$	5.0	98.0	69.3	11.8	0.8	80.2	30.1	6.7	2.7
SI-02	$\square 0.2$	2.2	69.0	27.6	2.2	0.2	29.6	10.5	1.3	0.5
	$\Delta 0.28$	2.2	69.0	23.4	2.3	0.2	25.6	9.2	1.3	0.5
	$\emptyset 0.3$	2.2	69.0	48.8	2.6	0.4	51.0	17.6	1.7	0.7

sumber : hasil perhitungan konsultan, 2019

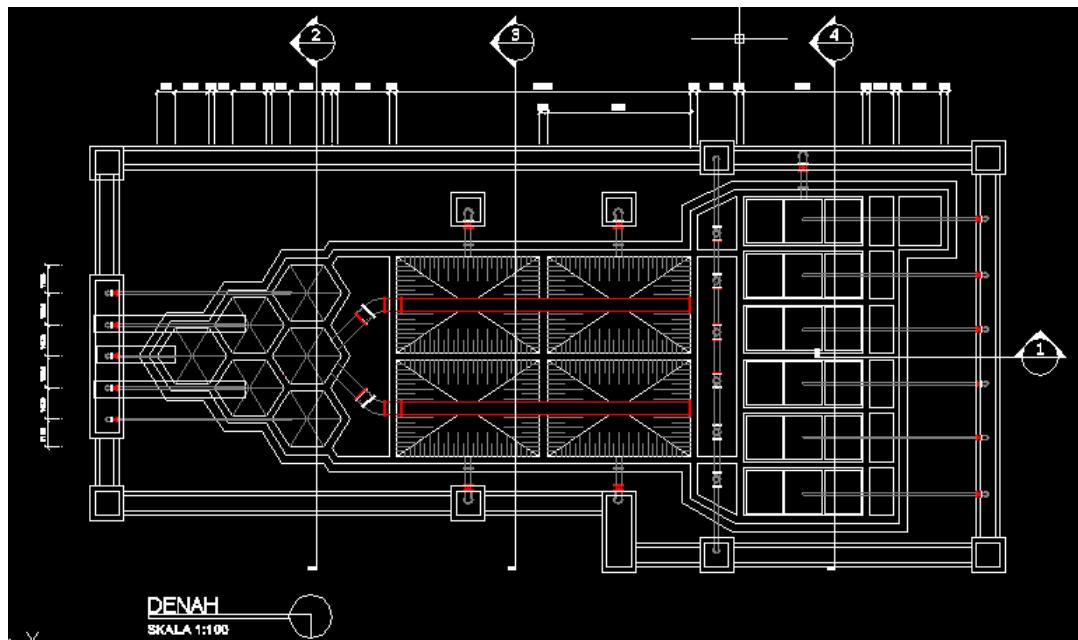
Daya dukung pondasi tiang pancang/driven pile pada area penyelidikan adalah sebagai berikut:

- i. Daya dukung ijin (Qall) *Compression* tiang pancang/ *driven pile* ( $\Phi = 30$  cm) pada Area Intake dengan titik SI-01 dengan kedalaman 5m sebesar 30ton, sedangkan pada titik SI-02 dengan kedalaman 2,2 m sebesar 17 ton.

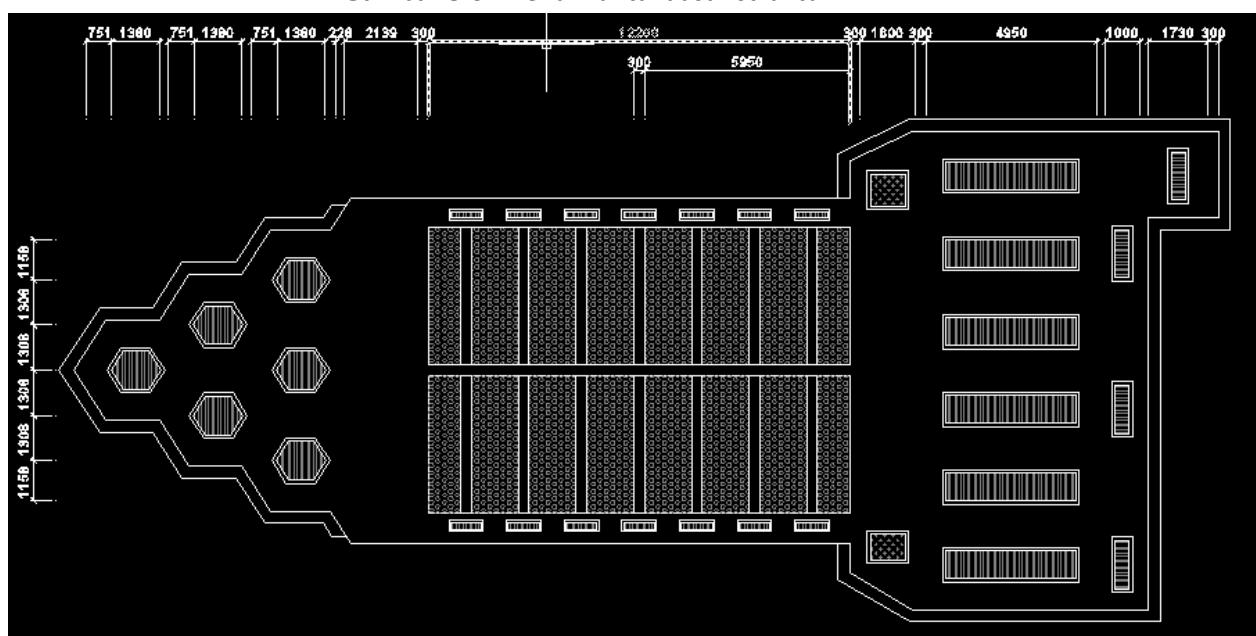
### 8.3.2 Instalasi Pengolahan Air (IPA)

Struktur yang dipergunakan merupakan struktur beton bertulang yang terdiri dari slab dan dinding beton.

Berikut gambaran dari struktur Bangunan IPA.



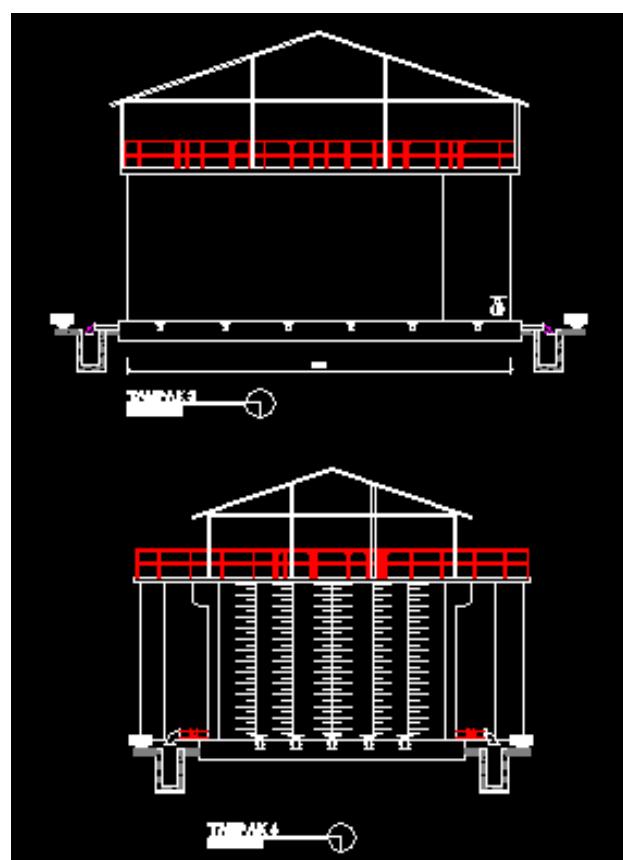
Gambar 8.62 Denah lantai dasar struktur IPA



Gambar 8.63 Denah lantai atas struktur IPA



Gambar 8.64 Potongan memanjang struktur IPA



**Gambar 8.65** Potongan melintang struktur IPA**Data Desain****a. Material Struktur**

Material yang digunakan harus memenuhi spesifikasi, peraturan dan standar yang akan digunakan. Material yang digunakan mempunyai spesifikasi seperti agregat kasar, agregat halus, batu bata, blok beton, material arsitektural, dan lain - lain harus memenuhi spesifikasi berikut :

## 1) Beton

Kualitas beton yang digunakan pada desain struktur bangunan untuk elemen struktur pelat, balok, dan pile cap yaitu 25 MPa (uji silinder).

## 2) Tulangan baja

Tulangan baja yang digunakan pada desain struktur bangunan yaitu baja dengan spesifikasi antara lain :

- Tegangan leleh : BJTS – 40,  $F_y = 400$  Mpa. Peraturan mensyaratkan tulangan yang digunakan dalam perencanaan struktur (baik sebagai tulangan utama maupun tulangan sengkang) adalah tulangan ulir. Dengan digunakannya tulangan ulir dalam perencanaan elemen struktur, diharapkan elemen struktur memiliki tingkat lekatkan yang memadai antara material beton dengan baja tulangan ketika menahan beban.

**b. Peraturan**

Standard peraturan yang digunakan antara lain mengikuti.

- 1) Peraturan Pembebaan untuk Bangunan di Indonesia (SNI 1727 – 2013; Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain).
- 2) Standar Nasional Indonesia – Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 – 2013).

**c. Pembebanan**

Beban yang digunakan antara lain :

1) Beban Mati (*Dead Load*)

Beban sendiri bangunan akan dihitung secara otomatis oleh *software*. Berat jenis dari material dan konstruksi antara lain :

- Beton bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Baja struktur =  $7850 \text{ kg/m}^3$

2) Beban hidup (*Live Load*)

Beban hidup atap yang diterapkan pada model struktur adalah :

- Area atap =  $100 \text{ kg/m}^2$

## 3) Beban Fluida

Beban fluida yang diterapkan adalah hidrostatik dengan massa jenis air  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

d. Kombinasi Beban

Kombinasi beban untuk analisis dan desain struktur beton adalah sebagai berikut:

- 1) 1.4 (DL + SDL) 1.4 F

Kombinasi beban untuk analisis dan desain pondasi adalah sebagai berikut:

- 1) 1.0 (DL + SDL) + 1.0 F

Dimana:

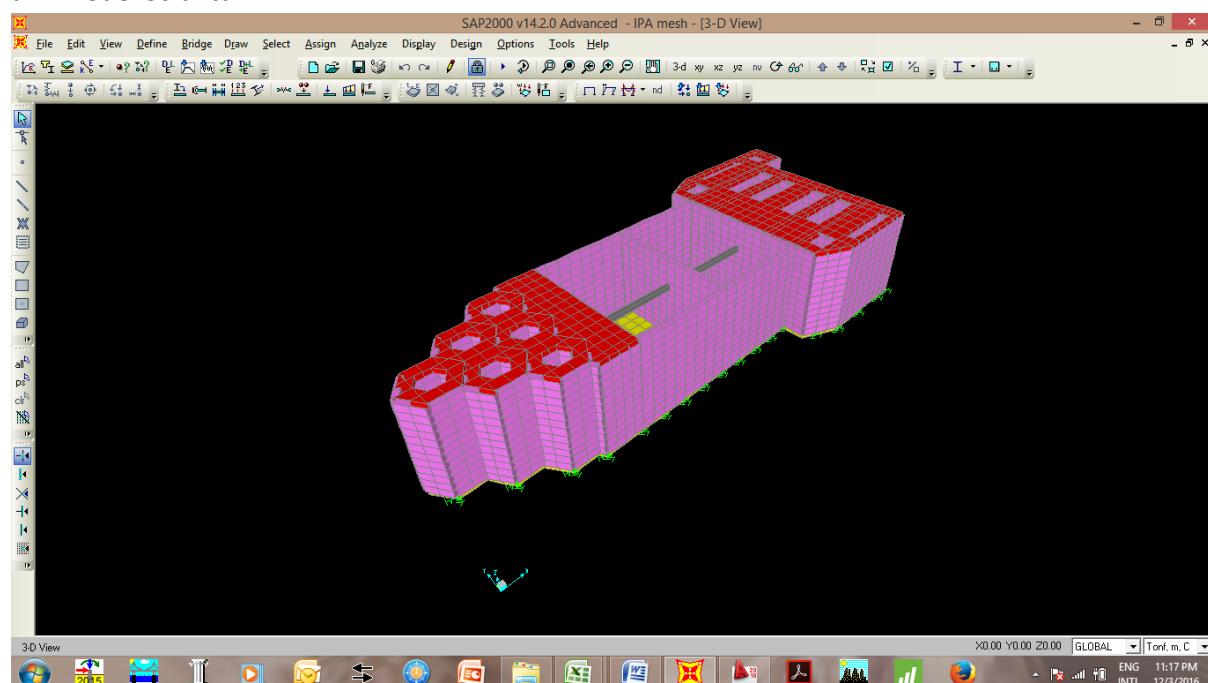
DL	: Beban mati sendiri	L <sub>r</sub>	: Beban atap
SDL	: Beban mati tambahan	F	: Beban fluida
LL	: Beban hidup		

### Analisis Program Struktur (Software)

Sistem struktur ini dimodelkan sebagai sistem struktur dinding dan slab beton bertulang. Sistem struktur dimodelkan dengan menggunakan program komputer **SAP2000 V14.2.0**. Pondasi tiang dimodelkan sebagai pegas.

### Analisis Program

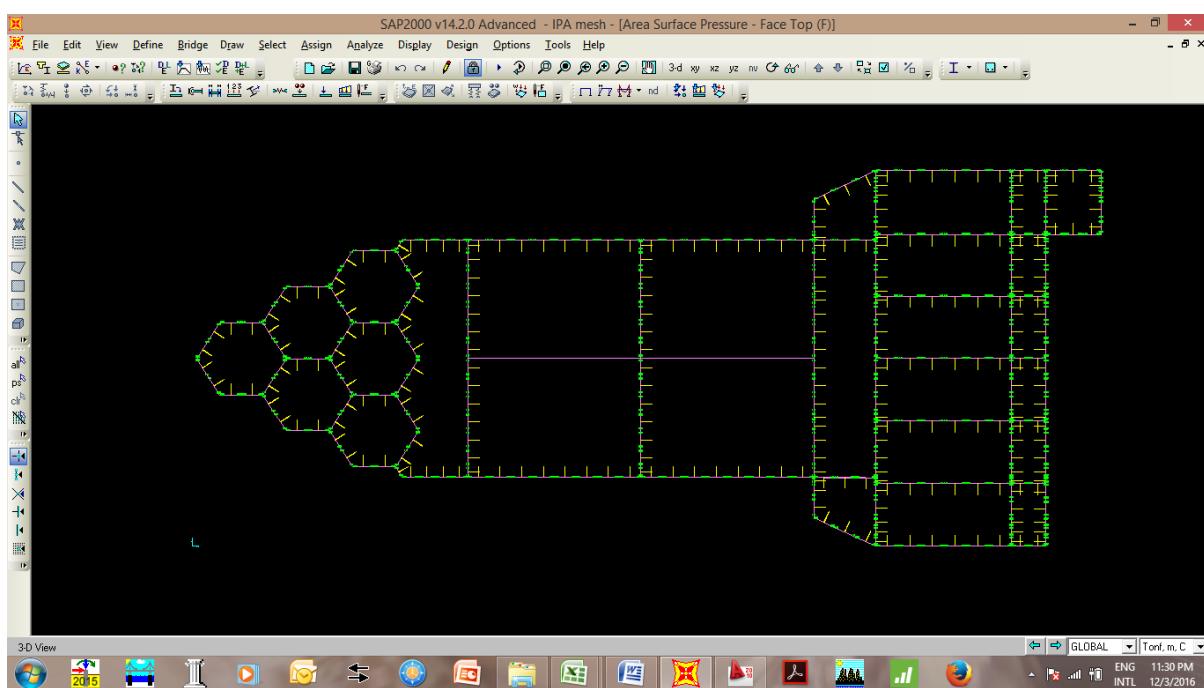
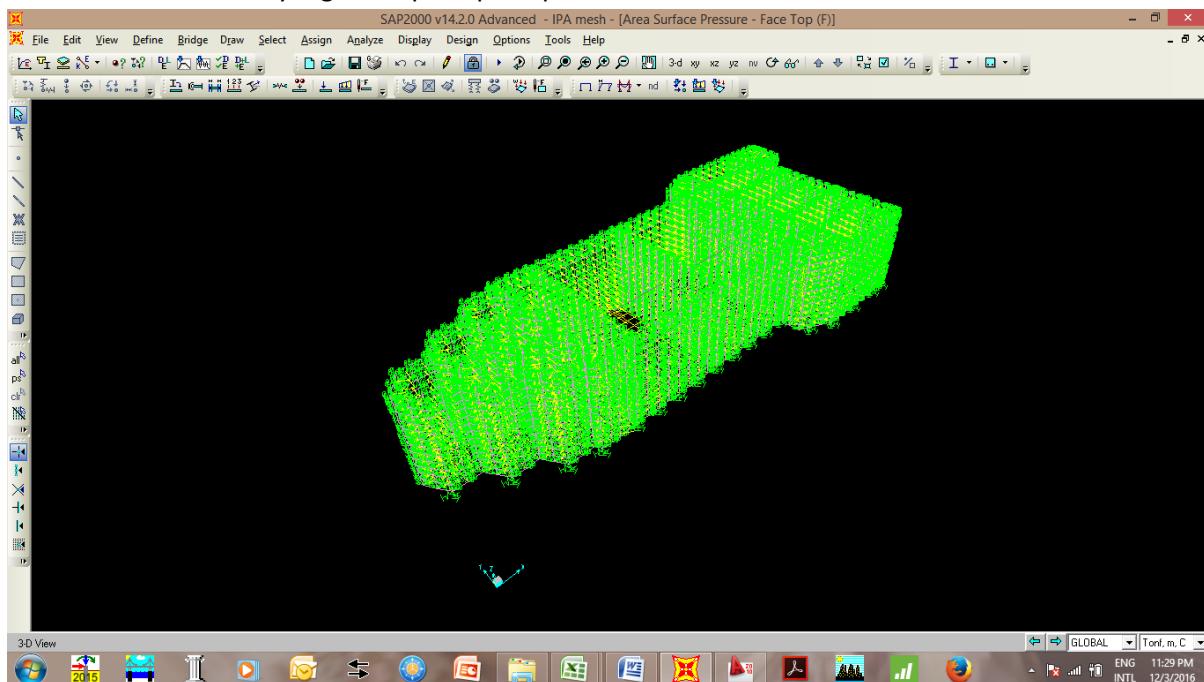
a. Model Struktur



**Gambar 8.66** Model Tiga Dimensi (3D) Struktur IPA

### 1) Pembebaan

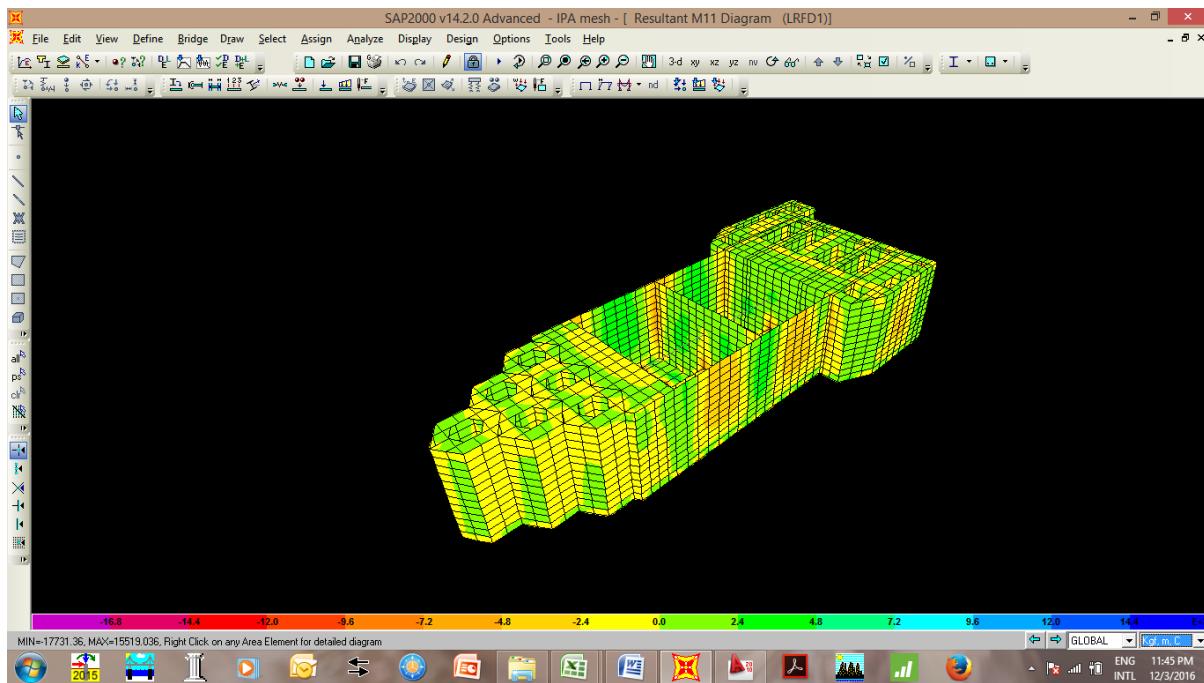
Berikut beban yang diterapkan pada pemodelan struktur IPA.



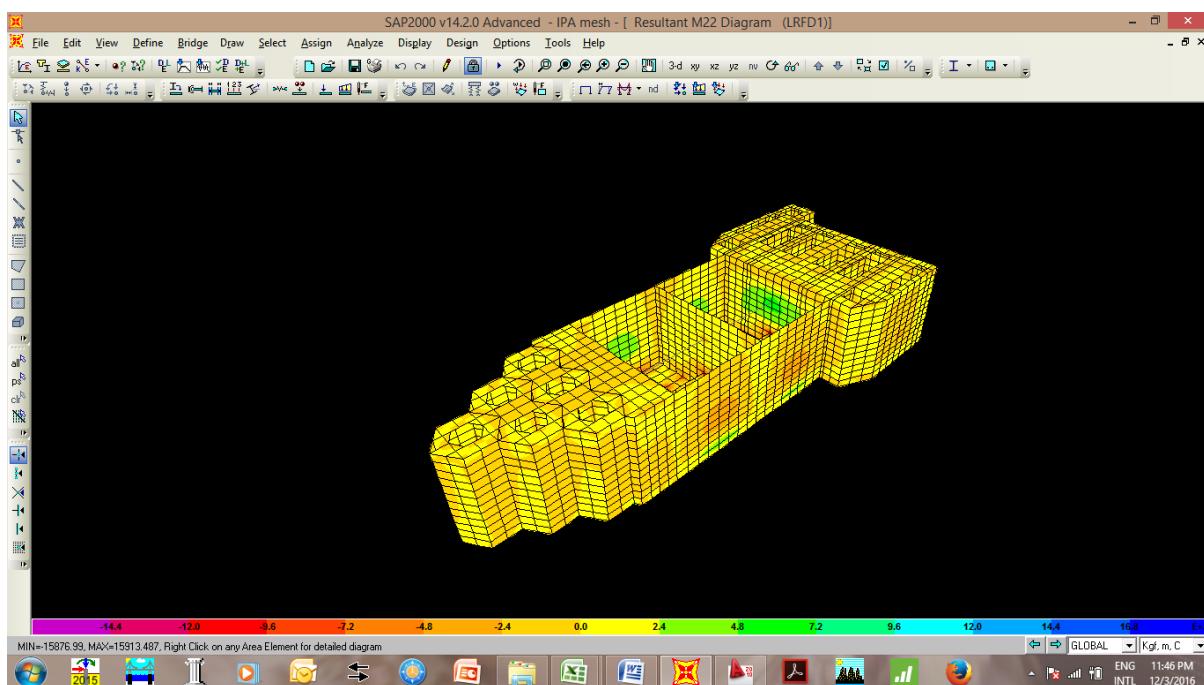
**Gambar 8.67** Beban hidrostatik (kg;m)

### 2) Gaya dalam

Berikut gaya dalam hasil analisis pemodelan struktur IPA.



**Gambar 8.68** Gaya dalam momen M11 (kg;m)



**Gambar 8.69** Gaya dalam momen M22 (kg;m)

## Desain Struktur

Setelah dilakukan analisis, maka berdasarkan gaya dalam dapat didesain kebutuhan tulangan.

### a. Dinding

Berikut perhitungan tulangan dinding

Tulangan Vertikal

B	=	1000 mm	$f_c'$	=	21 N/mm <sup>2</sup>
$t_p$	=	300 mm	$f_y$	=	400 N/mm <sup>2</sup>
cover	=	50 mm	$\rho_{min} = 0.0018 \times 420 / f_y$	=	$0.00189 \geq 0.0014$
$d_c$	=	40 mm	$A_{s min}$	=	283.5 mm <sup>2</sup>
d	=	242 mm	$\rho_b$	=	0.0228
$\emptyset$ flexure	=	0.9	$\rho_{max}$	=	0.017069
$\emptyset$ shear	=	0.75	$A_{s max}$	=	4130.713 mm <sup>2</sup>
$\beta_1$	=	0.85	$\phi$ reinforcement	=	16 mm
Moment Ultimate Max			$M_{uy}$	=	90.000 kNm/m'
			a	=	24.38 mm
			$A_{s req}$	=	1087.85 mm <sup>2</sup>
			$A_{s used}$	=	1087.85 mm <sup>2</sup>
Number of reinforcement				=	6.6666667 D 16
Space			s	=	150 mm
		D19-100			As = 2835 mm <sup>2</sup>

**b. Slab Atap**

Berikut perhitungan tulangan slab atap

Tulangan Vertikal

B	=	1000 mm	$f_c'$	=	21 N/mm <sup>2</sup>
$t_p$	=	150 mm	$f_y$	=	400 N/mm <sup>2</sup>
cover	=	50 mm	$\rho_{min} = 0.0018 \times 420 / f_y$	=	$0.00189 \geq 0.0014$
$d_c$	=	40 mm	$A_{s min}$	=	141.75 mm <sup>2</sup>
d	=	95 mm	$\rho_b$	=	0.0228
$\emptyset$ flexure	=	0.9	$\rho_{max}$	=	0.017069
$\emptyset$ shear	=	0.75	$A_{s max}$	=	1621.561 mm <sup>2</sup>
$\beta_1$	=	0.85	$\phi$ reinforcement	=	10 mm
Moment Ultimate Max			$M_{uy}$	=	13.400 kNm/m'
			a	=	9.23 mm
			$A_{s req}$	=	411.81 mm <sup>2</sup>
			$A_{s used}$	=	411.81 mm <sup>2</sup>
Number of reinforcement				=	6.6666667 D 10
Space			s	=	150 mm
		D13-150			As = 885 mm <sup>2</sup>

**c. Slab Dasar**

Berikut perhitungan tulangan slab dasar

Tulangan Vertikal

B	=	1000 mm	$f_c'$	=	21 N/mm <sup>2</sup>
$t_p$	=	700 mm	$f_y$	=	400 N/mm <sup>2</sup>
cover	=	75 mm	$\rho_{min} = 0.0018 \times 420 / f_y =$	=	$0.00189 \geq 0.0014$
$d_c$	=	40 mm	$A_{s min}$	=	661.5 mm <sup>2</sup>
d	=	617 mm	$\rho_b$	=	0.0228
$\phi$ flexure	=	0.9	$\rho_{max}$	=	0.017069
$\phi$ shear	=	0.75	$A_{s max}$	=	10531.612 mm <sup>2</sup>
$\beta_1$	=	0.85	$\phi$ reinforcement	=	16 mm

Moment Ultimate Max	$M_{uy}$	=	190.000 kNm/m'
	a	=	19.48 mm
	$A_{s req}$	=	869.11 mm <sup>2</sup>
	$A_{s used}$	=	869.11 mm <sup>2</sup>
Number of reinforcement Space		=	6.6666667 D 16
	s	=	150 mm
	D19-100		As = 2835 mm <sup>2</sup>

**d. Balok**

Berikut perhitungan tulangan balok

Beam Design ( 300 mm x 500 mm )

B = 300 mm	fc	= 25 N/mm <sup>2</sup>
H = 600 mm	fy	= 400 N/mm <sup>2</sup>
cover	$\rho_{min}$	= 0.00350
$d_c$	$A_{s min}$	= 641.813 mm <sup>2</sup>
d	$\rho_b$	= 0.02709
$\phi$ flexure	$\rho_{max}$	= 0.02032
$\phi$ shear	$A_{s max}$	= 3726.24 mm <sup>2</sup>
$\beta_c$	$\phi$ longitudinal	= 13 mm
	$\phi$ transversal	= 10 mm

Maximum Ultimate Moment	$M_u$	=	8100 kgm
	a	=	23.47 mm
	$A_{s req}$	=	305.7 mm <sup>2</sup>

$$\text{Max}(A_{s min}, A_{s req}) = 641.8 \text{ mm}^2$$

Actual number of reinforcement	= 12 D19	As = 3950 mm <sup>2</sup>
	= D13-150	As = 885 mm <sup>2</sup>

## Desain Pondasi

Berdasarkan data tanah daya dukung pondasi yang digunakan adalah Bored Pile dia.40.

### PERHITUNGAN KEKUATAN BORE PILE

#### A. DATA TANAH

DATA HASIL PENGUJIAN			LABORATORIUM (DATA BOR TANAH)				TESPIT	
No	Kedalaman		Jenis Tanah	$c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ ( ... ° )	Qa (kN/m <sup>2</sup> )	
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)						
1	0,00	0,50	Lanau Lempung	294,20	9,962	0	294,20	
2	0,50	1,00	Lanau Lempung	294,20	9,962	0	294,20	
3	1,00	1,50	Batuan Breksi	490,33	11,683	0	490,33	
4	2,00	2,50	Batuan Breksi	588,40	11,683	0	588,40	
5	2,50	3,00	Batuan Breksi	588,40	11,683	6	588,40	

#### B. DATA BAHAN

Jenis bore pile :

Beton bertulang penampang lingkaran

Diameter tiang ,	$D =$	0,40	m
Panjang tiang ,	$L =$	6,00	m
Kuat tekan beton tiang ,	$f_c' =$	25	MPa
Berat beton bertulang,	$w_c =$	24	kN/m <sup>3</sup>

#### C. TAHANAN AKSIAL TIANG

##### 1. BERDASARKAN KEKUATAN BAHAN

Luas penampang tiang,

$$A = \pi / 4 * D^2 = 0,1257 \text{ m}^2$$

Berat tiang,

$$W_p = A * L * w_c = 18,10 \text{ kN}$$

Kuat tekan beton tiang,

$$f_c' = 25000 \text{ kPa}$$

Kapasitas dukung nominal tiang,

$$P_n = 0,30 * f_c' * A - 1,2 * W_p = 921 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$\phi = 0,60$$

Tahanan aksial tiang,

$$\phi * P_n = 552,46 \text{ kN}$$

##### 2. BERDASARKAN DATA BOR TANAH (SKEMPTON)

###### a. Tahanan ujung

Tahanan ujung nominal dihitung dengan rumus :

$$P_b = A_b * c_b * N_c$$

$A_b$  = Luas penampang ujung bawah tiang (m<sup>2</sup>),

$c_b$  = Kohesi tanah di bawah dasar tiang (kN/m<sup>2</sup>),

$N_c$  = Faktor daya dukung.

Diameter tiang,

$$D = 0,40 \text{ m}$$

Luas tampang tiang,

$$A_b = \pi / 4 * D^2 = 0,1257 \text{ m}^2$$

Kohesi tanah di sekitar dasar,

$$c_b = 588,40 \text{ kN/m}^2$$

Faktor daya dukung menurut Skempton,

$$N_c = 9$$

Tahanan ujung nominal tiang :

$$P_b = A_b * c_b * N_c = 665,465 \text{ kN}$$

**b. Tahanan gesek**

Tahanan gesek nominal menurut Skempton :

 $a_d$  = faktor adhesi $c_u$  = Kohesi tanah di sepanjang tiang (kN/m<sup>2</sup>) $A_s$  = Luas permukaan dinding tiang (m<sup>2</sup>).

Faktor adhesi untuk jenis tanah lempung pada tiang yang nilainya tergantung dari

nilai kohesi tanah, menurut Skempton, diambil :

$$a_d = 0.2 + [0.98]^{c_u}$$

$$D = 0,400 \text{ m}$$

Diameter tiang,

Luas permukaan dinding segmen tiang,

 $L_1$  = panjang segmen tiang pancang yang ditinjau (m).

Perhitungan tahanan gesek nominal tiang

No	Kedalaman		$L_1$ (m)	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	$c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	$a_d$	$P_s$ (kN)
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)					
1	0,00	0,50	0,5	0,6283	294,20	0,20	37,455
2	0,50	1,00	0,5	0,6283	294,20	0,20	37,455
3	1,00	1,50	0,5	0,6283	490,33	0,20	61,632
4	2,00	6,00	4,0	5,0265	588,40	0,20	591,545

Tahanan gesek nominal tiang,

$$P_s = \sum a_d * c_u * A_s = 728,087 \text{ kN}$$

**c. Tahanan aksial tiang**

Tahanan nominal tiang,

$$P_n = P_b + P_s = 1393,55 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$\phi = 0,60$$

Tahanan aksial tiang,

$$\phi * P_n = 836,13 \text{ kN}$$

**3. BERDASARKAN HASIL UJI SONDIR (BAGEMANN)****a. Tahanan ujung**

Tahanan ujung nominal dihitung dengan rumus :

$$P_b = \omega * A_b * q_c$$

 $\omega$  = faktor reduksi nilai tahanan ujung nominal tiang, $A_b$  = luas ujung bawah tiang (m<sup>2</sup>), $q_c$  = tahanan penetrasi kerucut statis yang merupakan nilai rata-rata dihitung dari 8.D di atas dasar tiang sampai 4.D di bawah dasar tiang (kN/m<sup>2</sup>),

Diameter tiang,

$$D = 0,40 \text{ m}$$

Luas tampang tiang,

$$A_b = \pi / 4 * D^2 = 0,1257 \text{ m}^2$$

Tahanan penetrasi kerucut statis rata-rata dari 8.D di atas dasar s.d. 4.D di bawah dasar

$$\text{tiang}, q_c = 4200 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow q_c = 4200 \text{ kN/m}^2$$

Faktor reduksi nilai tahanan ujung nominal tiang,

$$\omega = 0,50$$

Tahanan ujung nominal tiang :

$$P_b = \omega * A_b * q_c = 263,894 \text{ kN}$$

**b. Tahanan gesek**

Tahanan gesek nominal menurut Skempton dihitung dg rumus :

$$P_s = \sum [A_s * q_f]$$

 $A_f$  = Luas permukaan segmen dinding tiang (m<sup>2</sup>).

$$A_s = \pi * D * L_1$$

 $q_f$  = tahanan gesek kerucut statis rata-rata (kN/m).

No	Kedalaman		$L_1$ (m)	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	$q_f$ (kN/m <sup>2</sup> )	$P_s$ (kN)
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)				
1	0,00	0,50	0,5	0,6283	294,20	184,85
2	0,50	1,00	0,5	0,6283	294,20	184,85
3	1,00	1,50	0,5	0,6283	490,33	308,08
4	2,00	6,00	4,0	5,0265	60,00	301,59

$$P_s = \sum [A_s * q_f] = 979,38$$

**c. Tahanan aksial tiang**

Tahanan nominal tiang,

$$P_n = P_b + P_s = 1243,27 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$\phi = 0,60$$

Tahanan aksial tiang,

$$\phi * P_n = 745,96 \text{ kN}$$

#### 4. BERDASARKAN HASIL UJI SPT (MEYERHOFF)

Kapasitas nominal tiang pancang secara empiris dari nilai  $N$  hasil pengujian SPT menurut Meyerhoff dinyatakan dengan rumus :

$$P_n = 40 * N_b * A_b + \bar{N} * A_s \quad (kN)$$

$$\text{dan harus } \leq \quad P_n = 380 * \bar{N} * A_b \quad (kN)$$

$N_b$  = nilai SPT di sekitar dasar tiang, dihitung dari 8.D di atas dasar tiang s.d 4.D di bawah dasar tiang,

$\bar{N}$  = nilai SPT rata-rata di sepanjang tiang,

$A_b$  = luas dasar tiang ( $m^2$ )

$A_s$  = luas selimut tiang ( $m^2$ )

Berdasarkan hasil pengujian SPT diperoleh data sbb.

No	Kedalaman		Nilai SPT $N$	$L_1$ (m)	$L_1 * N$
	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)			
1	0,00	0,50	0	0,5	0,0
2	0,50	1,00	0	0,5	0,0
3	1,00	1,50	0	0,5	0,0
4	2,00	6,00	60	4,0	240,0
				5,5	240,0

Nilai SPT rata-rata di sepanjang tiang,

$$\bar{N} = \sum L_1 * N / \sum L_1 = 43,64$$

Nilai SPT di sekitar dasar tiang (8.D di atas dasar tiang s.d 4.D di bawah dasar tiang),

Diameter tiang,

$$N_b = 60,00$$

Panjang tiang,

$$D = 0,40$$

Luas dasar tiang,

$$L = 6,00$$

Luas selimut tiang,

$$A_b = \pi / 4 * D^2 = 0,1257$$

Kapasitas nominal tiang,

$$A_s = \pi * D * L = 7,5398$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$P_n = 40 * N_b * A_b + \bar{N} * A_s = 630,60333$$

Tahanan aksial tiang,

$$P_n < 380 * \bar{N} * A_b = 2083,73$$

$$P_n = 630,60$$

$$\phi = 0,60$$

$$\phi * P_n = 378,36$$

→  $\phi * P_n = 378,36$  kN

#### 5. REKAP TAHANAN AKSIAL TIANG

No	Uraian Tahanan Aksial Tiang	$\phi * P_n$
1	Berdasarkan kekuatan bahan	552,46
2	Berdasarkan data bor tanah (Skempton)	836,13
3	Berdasarkan hasil uji sondir (Bagemann)	745,96
4	Berdasarkan hasil uji SPT (Meyerhoff)	378,36
Daya dukung aksial terkecil,	$\phi * P_n = 378,36$	kN
Diambil tahanan aksial tiang,	$\phi * P_n = 370,00$	kN

#### D. TAHANAN LATERAL TIANG

##### 1. BERDASARKAN DEFLEKSI TIANG MAKSIMUM (BROMS)

Tahanan lateral tiang ( $H$ ) kategori tiang panjang, dapat dihitung dengan persamaan :

$$H = y_o * k_h * D / [ 2 * \beta * ( e * \beta + 1 ) ]$$

$$\text{dengan, } \beta = [ k_h * D / ( 4 * E_c * I_c ) ]^{0,25}$$

$D$  = Diameter tiang (m),

$$D = 0,40$$

$L$  = panjang tiang (m),

$$L = 6,00$$

$k_h$  = modulus subgrade horisontal ( $kN/m^3$ ),

$$k_h = 26720$$

$E_c$  = modulus elastis tiang ( $kN/m^2$ ),

$$E_c = 4700 * \sqrt{f_c} * 10^3 = 23500000$$

$I_c = \text{momen inersia penampang (m}^4\text{)}$ , $e = \text{Jarak beban lateral terhadap muka tanah (m)}$ , $y_o = \text{defleksi tiang maksimum (m)}$ . $\beta = \text{koefisien defleksi tiang}$ ,

$$\beta * L = 3,29$$

$$I_c = \pi / 64 * D^4 = 0,001257 \text{ m}^4$$

$$e = 0,20 \text{ m}$$

$$y_o = 0,006 \text{ m}$$

$$\beta = [ k_h * D / ( 4 * E_c * I_c ) ]^{0,25} = 0,5484533 \text{ m}$$

Tahanan lateral nominal tiang,

$$H = y_o * k_h * D / [ 2 * \beta * ( e * \beta + 1 ) ] = 52,68 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

Tahanan lateral tiang,

$$\phi = 0,60$$

$$\phi * H_n = 31,61 \text{ kN}$$

## 2. BERDASARKAN MOMEN MAKSUMUM (BRINCH HANSEN)

Kuat lentur beton tiang,

$$f_b = 0,40 * f_c' * 10^3 = 10000 \text{ kN/m}^2$$

Tahanan momen,

$$W = I_c / ( D/2 ) = 0,00628 \text{ m}^3$$

Momen maksimum,

$$M_y = f_b * W = 62,83 \text{ kNm}$$

Kohesi tanah rata-rata di sepanjang tiang

No	Kedalaman		L <sub>1</sub> (m)	c <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	c <sub>u</sub> * L <sub>1</sub>
	z <sub>1</sub> (m)	z <sub>2</sub> (m)			
1	0,00	0,50	0,5	294,20	147,10
2	0,50	1,00	0,5	294,20	147,10
3	1,00	1,50	0,5	490,33	245,17
4	2,00	17,00	15,0	588,40	8826,00
		$\Sigma L_1 = 16,5$		$\Sigma c_u * L_1 = 9365,37$	

Kohesi tanah rata-rata,

$$\check{c}_u = \Sigma [ c_u * L_1 ] / \Sigma L_1 = 567,59788 \text{ kN/m}^2$$

$$f = H_n / [ 9 * \check{c}_u * D ] \quad \text{pers.(1)}$$

$$g = L - ( f + 1,5 * D ) \quad \text{pers.(2)}$$

$$M_y = H_n * ( e + 1,5 * D + 0,5 * f ) \quad \text{pers.(3)}$$

$$M_y = 9 / 4 * D * \check{c}_u * g^2 \quad \text{pers.(4)}$$

Dari pers.(1) :

$$f = 0,000489392 * H_n$$

Dari pers.(2) :

$$g = 5,40 - 0,0004894 * H_n$$

$$g^2 = 0,000000 * H_n^2 - 0,0052854 * H_n + 29,16$$

$$9 / 4 * D * c_u = 510,838$$

Dari pers.(3) :

$$M_y = H_n * ( 0,800 0,00024 * H_n )$$

$$M_y = 0,00024 * H_u^2 0,80000 * H_n$$

Dari pers.(4) :

$$M_y = 0,000122348 * H_u^2 - 2,7000 * H_n 14896,039$$

Pers.kuadrat :

$$0 = 0,00012 * H_u^2 3,5000 * H_n - 14896,039$$

Dari pers. kuadrat, diperoleh tahanan lateral nominal,

$$H_n = 3761,433 \text{ kN}$$

$$f = 1,841 \text{ m}$$

$$M_{\max} = H_n * ( e + 1,5 * D + 0,5 * f ) = 6471,196 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} > M_y \rightarrow \text{Termasuk tiang panjang (OK)}$$

Dari pers.(3) :

$$M_y = H_n * ( 0,800 0,00024 * H_n )$$

$$62,83 = 0,00024 * H_n^2 0,80000 * H_u$$

Pers.kuadrat :

$$0 = 0,00024 * H_n^2 + 0,80000 * H_n - 62,83$$

Dari pers. kuadrat, diperoleh tahanan lateral nominal,

$$H_n = 76,739 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan,

$$\phi = 0,60$$

Tahanan lateral tiang,

$$\phi * H_n = 46,04 \text{ kN}$$

## 3. REKAP TAHANAN LATERAL TIANG

No	Uraian Tahanan Lateral Tiang	$\phi * H_n$
1	Berdasarkan defleksi tiang maksimum (Broms)	31,61
2	Berdasarkan momen maksimum (Brinch Hansen)	46,04
Tahanan lateral tiang terkecil,		$\phi * H_n = 31,61 \text{ kN}$
Diambil tahanan lateral tiang,		$\phi * H_n = 30,00 \text{ kN}$

## PERHITUNGAN KEKUATAN PONDASI

KODE PONDASI:

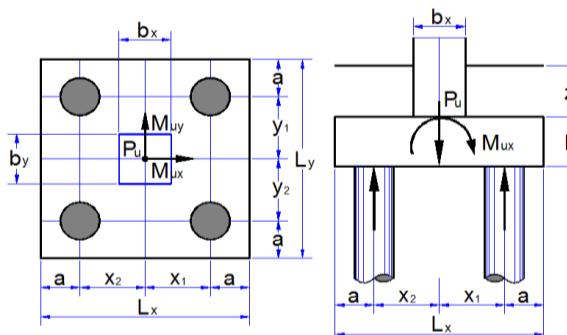
F4

**DATA BAHAN PILECAP**

Kuat tekan beton,	$f_c' =$	20	MPa
Kuat leleh baja tulangan deform ( $\varnothing > 12$ mm),	$f_y =$	390	MPa
Kuat leleh baja tulangan polos ( $\varnothing \leq 12$ mm),	$f_y =$	240	MPa
Berat beton bertulang,	$w_c =$	24	$\text{kN/m}^3$

**DATA DIMENSI PONDASI**

Lebar kolom arah x,	$b_x =$	0,40	m
Lebar kolom arah y,	$b_y =$	0,40	m
Jarak tiang tepi terhadap sisi luar beton,	$a =$	0,40	m
Tebal pilecap,	$h =$	0,40	m
Tebal tanah di atas pilecap,	$z =$	0,90	m
Berat volume tanah di atas pilecap,	$w_s =$	18,00	$\text{kN/m}^3$
Posisi kolom (dalam = 40, tepi = 30, sudut = 20)	$\alpha_s =$	40	

**DATA BEBAN PONDASI**

Gaya aksial kolom akibat beban terfaktor,	$P_{uk} =$	300,00	kN
Momen arah x akibat beban terfaktor.	$M_{ux} =$	100,00	kNm
Momen arah y akibat beban terfaktor.	$M_{uy} =$	100,00	kNm
Gaya lateral arah x akibat beban terfaktor,	$H_{ux} =$	60,00	kN
Gaya lateral arah y akibat beban terfaktor,	$H_{uy} =$	50,00	kN
Tahanan aksial tiang,	$\phi * P_n =$	370,00	kN
Tahanan lateral tiang,	$\phi * H_n =$	30,00	kN

**DATA SUSUNAN TIANG**

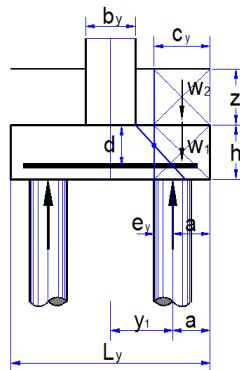
Susunan tiang arah x :				Susunan tiang arah y :			
No.	Jumlah n	x (m)	$n * x^2$ ( $\text{m}^2$ )	No.	Jumlah n	y (m)	$n * y^2$ ( $\text{m}^2$ )
1	2	0,50	0,50	1	2	0,50	0,50
2	2	-0,50	0,50	2	2	-0,50	0,50
$n =$		$\Sigma x^2 =$	1,00	$n =$		$\Sigma y^2 =$	1,00
Lebar pilecap arah x,				$L_x =$			
Lebar pilecap arah y,				$L_y =$			

**1. GAYA AKSIAL PADA TIANG**

Berat tanah di atas pilecap,	$W_s = L_x * L_y * z * w_s =$	52,49	kN
Berat pilecap,	$W_c = L_x * L_y * h * w_c =$	31,10	kN
Total gaya aksial terfaktor,	$P_u = P_{uk} + 1.2 * W_s + 1.2 * W_c =$	400,31	kN
Lengan maksimum tiang arah x thd. pusat,	$x_{max} =$	0,50	m



#### 4. TINJAUAN GESER ARAH Y



Jarak pusat tulangan terhadap sisi luar beton,  
Tebal efektif pilecap,

Jarak bid. kritis terhadap sisi luar.

## Berat beton

Berat beton,

Gaya geser arah y

Lebar bidang geser untuk tipi arah y

Tebal efektif pilecan

Rasio sisi panjang thd. sisi pendek kolom

Kuat geser pilecap arah v, diambil nilai terkecil dari  $V_v$  yang diperoleh dari pers sbh :

$d' =$	0,100	m
$d = h - d' =$	0,300	m
$c_y = (L_y - b_y - d) / 2 =$	0,550	m
$W_1 = c_y * L_x * h * w_c =$	9,504	kN
$W_2 = c_y * L_x * z * w_s =$	16,038	kN
$= 2 * p_{umax} - W_1 - W_2 =$	374,613	kN
$b = L_x =$	1800	mm
$d =$	300	mm
$\beta_c = b_x / b_y =$	1,0000	

Diambil, kuat geser pilecap,

Faktor reduksi kekuatan geser.

Kuat geser pilecap,

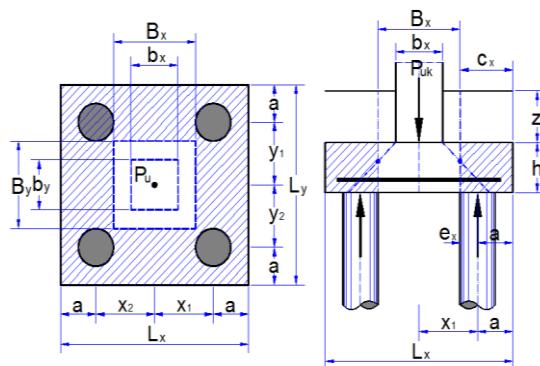
### Syarat yang harus dipenuhi

$$\phi * V_c \geq V_{ux}$$

603,738	>	374,613
---------	---	---------

→ **AMAN (OK)**

## 5. TINJAUAN GESER DUA ARAH (PONS)



Jarak pusat tulangan terhadap sisi luar beton,

### Tebal efektif pilecap,

Lebar bidang geser pons arah x,

Lebar bidang geser pons arah v.

Gaya geser pons akibat beban terfaktor pada kolom

$d' =$	0,100	m
$d = h - d' =$	0,300	m
$B_x = b_x + d =$	0,700	m
$B_y = b_y + d =$	0,700	m
$P_{uk} =$	300,000	kN

Luas bidang geser pons,

Lebar bidang geser pons,

Rasio sisi panjang thd. sisi pendek kolom,

Tegangan geser pons, diambil nilai terkecil dari  $f_p$  yang diperoleh dari pers.sbb. :

$$A_p = 2 * (B_x + B_y) * d = 0,840 \text{ m}^2$$

$$b_p = 2 * (B_x + B_y) = 2,800 \text{ m}$$

$$\beta_c = b_x / b_y = 1,0000$$

$$f_p = [1 + 2 / \beta_c] * \sqrt{f_c' / 6} = 2,236 \text{ MPa}$$

$$f_p = [\alpha_s * d / b_p + 2] * \sqrt{f_c' / 12} = 2,343 \text{ MPa}$$

$$f_p = 1 / 3 * \sqrt{f_c'} = 1,491 \text{ MPa}$$

$$f_p = 1,491 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0,75$$

$$\phi * V_{np} = \phi * A_p * f_p * 10^3 = 939,15 \text{ kN}$$

Tegangan geser pons yang disyaratkan,

Faktor reduksi kekuatan geser pons,

Kuat geser pons,

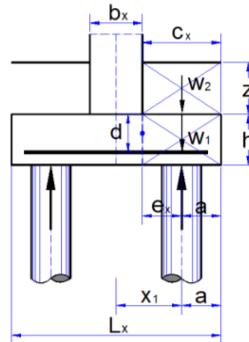
Syarat :

$$\phi * V_{np} \geq P_{uk}$$

$$939,149 > 300,000 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 6. PEMBESIAN PILECAP

### 6.1. TULANGAN LENTUR ARAH X



Jarak tepi kolom terhadap sisi luar pilecap,

$$c_x = (L_x - b_x) / 2 = 0,700 \text{ m}$$

Jarak tiang thd. sisi kolom,

$$e_x = c_x - a = 0,300 \text{ m}$$

Berat beton,

$$W_1 = c_x * L_y * h * w_c = 12,096 \text{ kN}$$

Berat tanah,

$$W_2 = c_x * L_y * z * w_s = 20,412 \text{ kN}$$

Momen yang terjadi pada pilecap,

$$M_{ux} = 2 * p_{umax} * e_x - W_1 * c_x / 2 - W_2 * c_x / 2 = 108,669 \text{ kNm}$$

$$b = L_y = 1800 \text{ mm}$$

Lebar pilecap yang ditinjau,

$$h = 400 \text{ mm}$$

Tebal pilecap,

$$d' = 100 \text{ mm}$$

Jarak pusat tulangan thd. sisi luar beton,

$$d = h - d' = 300 \text{ mm}$$

Tebal efektif plat,

$$f_c' = 20 \text{ MPa}$$

Kuat tekan beton,

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

Kuat leleh baja tulangan,

$$E_s = 2,00E+05 \text{ MPa}$$

Modulus elastis baja,

$$\beta_1 = 0,85$$

Faktor distribusi teg. beton,

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0224553$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,80$$

$$R_{max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 5,299$$

$$M_n = M_{ux} / \phi = 135,836 \text{ kNm}$$

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 0,83849$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}] = 0,0022$$

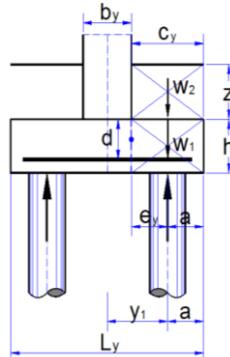
Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 0,0025$$

Rasio tulangan yang digunakan,  
 Luas tulangan yang diperlukan,  
 Diameter tulangan yang digunakan,  
 Jarak tulangan yang diperlukan,  
 Jarak tulangan maksimum,  
 Jarak tulangan yang digunakan,  
 Digunakan tulangan,  
 Luas tulangan terpakai,

$\rightarrow$	$\rho =$	0,0025	mm <sup>2</sup>
	$A_s = \rho * b * d =$	1350,00	mm
	$D 16$		mm
	$s = \pi / 4 * D^2 * b / A_s =$	268	mm
	$s_{max} =$	200	mm
$\rightarrow$	$s =$	200	mm
	$D 16 - 200$		
	$A_s = \pi / 4 * D^2 * b / s =$	1809,56	mm <sup>2</sup>

## 6.2. TULANGAN LENTUR ARAH Y



Jarak tepi kolom terhadap sisi luar pilecap,  
 Jarak tiang thd. sisi kolom,  
 Berat beton,  
 Berat tanah,  
 Momen yang terjadi pada pilecap,

$c_y = (L_y - b_y) / 2 =$	0,700	m
$e_y = c_y - a =$	0,300	m
$W_1 = c_y * L_x * h * w_c =$	12,096	kN
$W_2 = c_y * L_x * z * w_s =$	20,412	kN

Jarak tulangan yang digunakan,  
Digunakan tulangan,  
Luas tulangan terpakai,

D 16	→	s =	200	mm
			200	
			$A_s = \pi / 4 * D^2 * b / s = 1809,56$	mm <sup>2</sup>

### 3. TULANGAN SUSUT

Rasio tulangan susut minimum,  
Luas tulangan susut arah x,  
Luas tulangan susut arah y,  
Diameter tulangan yang digunakan,  
Jarak tulangan susut arah x,  
Jarak tulangan susut maksimum arah x,  
Jarak tulangan susut arah x yang digunakan,  
Jarak tulangan susut arah y,  
Jarak tulangan susut maksimum arah y,  
Jarak tulangan susut arah y yang digunakan,  
Digunakan tulangan susut arah x,  
Digunakan tulangan susut arah y,

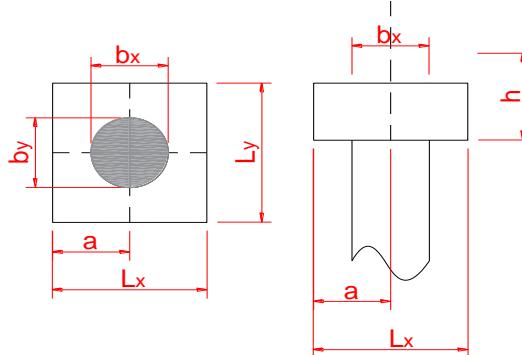
$\rho_{smin} =$	0,0014	
$A_{sx} = \rho_{smin} * b * d =$	756	mm <sup>2</sup>
$A_{sy} = \rho_{smin} * b * d =$	756	mm <sup>2</sup>
$\bigcirc 12$		
$s_x = \pi / 4 * \bigcirc^2 * b / A_{sx} =$	269	mm
$s_{x,max} =$	200	mm
→	s <sub>x</sub> =	mm
$s_y = \pi / 4 * \bigcirc^2 * b / A_{sy} =$	269	mm
$s_{y,max} =$	200	mm
→	s <sub>y</sub> =	mm
$\bigcirc 12 - 200$		
$\bigcirc 12 - 200$		

## PERHITUNGAN KEKUATAN PONDASI

KODE PONDASI :

F1

DATA BAHAN PILECAP		
Kuat tekan beton,	$f_c' =$	20
Kuat leleh baja tulangan <i>deform</i> ( $\bigcirc > 12$ mm),	$f_y =$	390
Kuat leleh baja tulangan polos ( $\bigcirc \leq 12$ mm),	$f_y =$	240
Berat beton bertulang,	$w_c =$	24
DATA DIMENSI PONDASI		
Lebar kolom arah x,	$b_x =$	0,25
Lebar kolom arah y,	$b_y =$	0,25
Jarak tiang pancang tepi terhadap sisi luar beton,	$a =$	0,60
Tebal pilecap,	$h =$	0,80
Tebal tanah di atas pilecap,	$z =$	0,30
Berat volume tanah di atas pilecap,	$w_s =$	10,00
Posisi kolom (dalam = 40, tepi = 30, sudut = 20)	$\alpha_s =$	40



DATA BEBAN PONDASI		
Gaya aksial kolom akibat beban terfaktor,	$P_{uk} =$	200,00
Momen arah x akibat beban terfaktor.	$M_{ux} =$	20,00
Momen arah y akibat beban terfaktor.	$M_{uy} =$	0,00
Gaya lateral arah x akibat beban terfaktor,	$H_{ux} =$	20,00

Gaya lateral arah y akibat beban terfaktor,	$H_{uy} =$	10,00	kN				
Tahanan aksial tiang,	$\phi * P_n =$	370,00	kN				
Tahanan lateral tiang,	$\phi * H_n =$	30,00	kN				
<b>DATA SUSUNAN TIANG</b>							
Susunan tiang arah x :		Susunan tiang arah y :					
No.	Jumlah n	x (m)	$n * x^2$ ( $m^2$ )	No.	Jumlah n	y (m)	$n * y^2$ ( $m^2$ )
1	1	0,40	0,16	1	1	0,40	0,16
2	0	0,00	0,00	2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00				
$n =$	1		$\Sigma x^2 =$	$n =$	1		$\Sigma y^2 =$
			0,16				0,16
Lebar pilecap arah x,				$L_x =$		1,60	m
Lebar pilecap arah y,				$L_y =$		1,60	m

## 1. GAYA AKSIAL PADA TIANG

Berat tanah di atas pilecap,

$$W_s = L_x * L_y * z * w_s = 7,68 \text{ kN}$$

Berat pilecap,

$$W_c = L_x * L_y * h * w_c = 49,15 \text{ kN}$$

Total gaya aksial terfaktor,

$$P_u = P_{uk} + 1,2 * W_s + 1,2 * W_c = 268,20 \text{ kN}$$

Lengan maksimum tiang arah x thd. pusat,

$$x_{\max} = 0,40 \text{ m}$$

Lengan maksimum tiang arah y thd. pusat,

$$y_{\max} = 0,40 \text{ m}$$

Lengan minimum tiang arah x thd. pusat,

$$x_{\min} = 0,00 \text{ m}$$

Lengan minimum tiang arah y thd. pusat,

$$y_{\min} = 0,00 \text{ m}$$

Gaya aksial maksimum dan minimum pada tiang,

$$P_{u\max} = P_u / n + M_{ux} * x_{\max} / \Sigma x^2 + M_{uy} * y_{\max} / \Sigma y^2 = 318,20 \text{ kN}$$

$$P_{u\min} = P_u / n + M_{ux} * x_{\min} / \Sigma x^2 + M_{uy} * y_{\min} / \Sigma y^2 = 268,20 \text{ kN}$$

Syarat :

$$\begin{array}{c} P_{u\max} \leq \phi * P_n \\ 318,20 < 370,00 \end{array} \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 2. GAYA LATERAL PADA TIANG

Gaya lateral arah x pada tiang,

$$h_{ux} = H_{ux} / n = 20,00 \text{ kN}$$

Gaya lateral arah y pada tiang,

$$h_{uy} = H_{uy} / n = 10,00 \text{ kN}$$

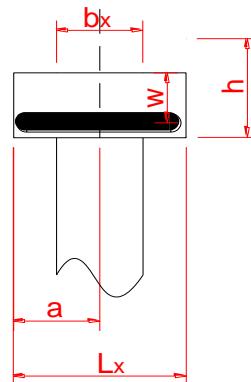
Gaya lateral kombinasi dua arah,

$$h_{u\max} = \sqrt{(h_{ux}^2 + h_{uy}^2)} = 22,36 \text{ kN}$$

Syarat :

$$\begin{array}{c} h_{u\max} \leq \phi * H_n \\ 22,36 < 30,00 \end{array} \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 3. TINJAUAN GESER ARAH X



Jarak pusat tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d' = 0,100 \text{ m}$$

Tebal efektif pilecap,

$$d = h - d' = 0,700 \text{ m}$$

Jarak bid. kritis terhadap sisi luar,

$$c_x = (L_x - b_x - d) / 2 = 0,325 \text{ m}$$

Berat beton,

Berat tanah,

Gaya geser arah x,

Lebar bidang geser untuk tinjauan arah x,

Tebal efektif pilecap,

Rasio sisi panjang thd. sisi pendek kolom,

Kuat geser pilecap arah x, diambil nilai terkecil dari  $V_c$  yang diperoleh dari pers.sbb. :

$$\begin{aligned}
 W_1 &= c_x * L_y * h * w_c = & 9,984 & \text{kN} \\
 W_2 &= c_x * L_y * z * w_s = & 1,560 & \text{kN} \\
 V_{ux} &= p_{umax} - W_1 - W_2 = & 306,654 & \text{kN} \\
 b &= L_y = & 1600 & \text{mm} \\
 d &= & 700 & \text{mm} \\
 \beta_c &= b_x / b_y = & 1,0000 & 
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= [1 + 2 / \beta_c] * \sqrt{f_c' * b * d} / 6 * 10^{-3} = & 2504,396 & \text{kN} \\
 V_c &= [\alpha_s * d / b + 2] * \sqrt{f_c' * b * d} / 12 * 10^{-3} = & 8139,287 & \text{kN} \\
 V_c &= 1 / 3 * \sqrt{f_c' * b * d} * 10^{-3} = & 1669,597 & \text{kN} \\
 \rightarrow & V_c = & 1669,597 & \text{kN} \\
 \phi &= & 0,75 & \\
 \phi * V_c &= & 1252,198 & \text{kN}
 \end{aligned}$$

Diambil, kuat geser pilecap,

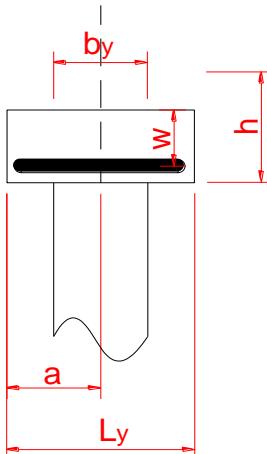
Faktor reduksi kekuatan geser,

Kuat geser pilecap,

Syarat yang harus dipenuhi,

$$\begin{aligned}
 \phi * V_c &\geq V_{ux} \\
 1252,198 &> 306,654 \rightarrow \text{AMAN (OK)}
 \end{aligned}$$

#### 4. TINJAUAN GESER ARAH Y



Jarak pusat tulangan terhadap sisi luar beton,

Tebal efektif pilecap,

Jarak bid. kritis terhadap sisi luar,

Berat beton,

Berat tanah,

Gaya geser arah y,

Lebar bidang geser untuk tinjauan arah y,

Tebal efektif pilecap,

Rasio sisi panjang thd. sisi pendek kolom,

Kuat geser pilecap arah y, diambil nilai terkecil dari  $V_c$  yang diperoleh dari pers.sbb. :

$$\begin{aligned}
 d' &= 0,100 & \text{m} \\
 d &= h - d' = & 0,700 & \text{m} \\
 c_y &= y_1 + a - (b_y + d) / 2 = & 0,525 & \text{m} \\
 W_1 &= c_y * L_x * h * w_c = & 16,128 & \text{kN} \\
 W_2 &= c_y * L_x * z * w_s = & 2,520 & \text{kN} \\
 V_{uy} &= p_{umax} - W_1 - W_2 = & 299,550 & \text{kN} \\
 b &= L_x = & 1600 & \text{mm} \\
 d &= & 700 & \text{mm} \\
 \beta_c &= b_x / b_y = & 1,0000 & 
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= [1 + 2 / \beta_c] * \sqrt{f_c' * b * d} / 6 * 10^{-3} = & 2504,396 & \text{kN} \\
 V_c &= [\alpha_s * d / b + 2] * \sqrt{f_c' * b * d} / 12 * 10^{-3} = & 8139,287 & \text{kN} \\
 V_c &= 1 / 3 * \sqrt{f_c' * b * d} * 10^{-3} = & 1669,597 & \text{kN} \\
 \rightarrow & V_c = & 1669,597 & \text{kN} \\
 \phi &= & 0,75 & \\
 \phi * V_c &= & 1252,198 & \text{kN}
 \end{aligned}$$

Diambil, kuat geser pilecap,

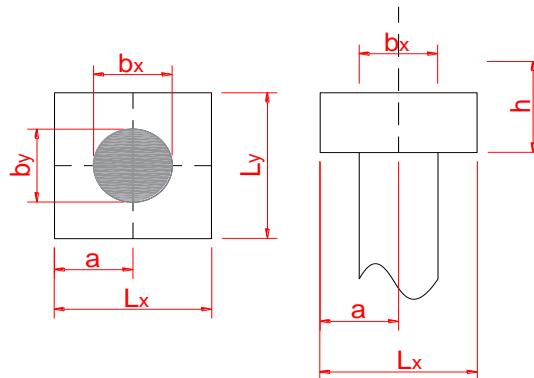
Faktor reduksi kekuatan geser,

Kuat geser pilecap,

Syarat yang harus dipenuhi,

$$\begin{aligned}
 \phi * V_c &\geq V_{ux} \\
 1252,198 &> 299,550 \rightarrow \text{AMAN (OK)}
 \end{aligned}$$

## 5. TINJAUAN GESER DUA ARAH (PONS)



Jarak pusat tulangan terhadap sisi luar beton,  
 Tebal efektif pilecap,  
 Lebar bidang geser pons arah x,  
 Lebar bidang geser pons arah y,  
 Gaya geser pons akibat beban terfaktor pada kolom,  
 Luas bidang geser pons,  
 Lebar bidang geser pons,  
 Rasio sisi panjang thd. sisi pendek kolom,

Tegangan geser pons, diambil nilai terkecil dari  $f_p$  yang diperoleh dari pers.sbb. :

$d' =$	0,100	m
$d = h - d' =$	0,700	m
$B_x = b_x + d =$	0,950	m
$B_y = b_y + d =$	0,950	m
$P_{uk} =$	200,000	kN
$A_p = 2 * ( B_x + B_y ) * d =$	2,660	$m^2$
$b_p = 2 * ( B_x + B_y ) =$	3,800	m
$\beta_c = b_x / b_y =$	1,0000	

$f_p = [ 1 + 2 / \beta_c ] * \sqrt{f_c'} / 6 =$	2,236	MPa
$f_p = [ \alpha_s * d / b_p + 2 ] * \sqrt{f_c'} / 12 =$	3,491	MPa
$f_p = 1 / 3 * \sqrt{f_c'} =$	1,491	MPa
$f_p =$	1,491	MPa
$\phi =$	0,75	
$\phi * V_{np} = \phi * A_p * f_p * 10^3 =$	2973,97	kN

Tegangan geser pons yang disyaratkan,  
 Faktor reduksi kekuatan geser pons,

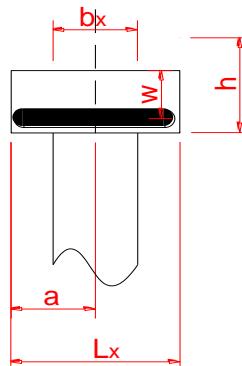
Kuat geser pons,

Syarat :

$$\phi * V_{np} \geq \frac{P_{uk}}{200,000} \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 6. PEMBESIAN PILECAP

### 6.1. TULANGAN LENTUR ARAH X



Jarak tepi kolom terhadap sisi luar pilecap,  
 Jarak tiang thd. sisi kolom,  
 Berat beton,  
 Berat tanah,

$c_x = ( L_x - b_x ) / 2 =$	0,675	m
$e_x = c_x - a =$	0,075	m
$W_1 = c_x * L_y * h * w_c =$	20,736	kN
$W_2 = c_x * L_y * z * w_s =$	3,240	kN

Momen yang terjadi pada pilecap,

$$M_{ux} = p_{umax} * e_x - W_1 * c_x / 2 - W_2 * c_x / 2 = 15,773 \text{ kNm}$$

Lebar pilecap yang ditinjau,

$$b = L_y = 1600 \text{ mm}$$

Tebal pilecap,

$$h = 800 \text{ mm}$$

Jarak pusat tulangan thd. sisi luar beton,

$$d' = 100 \text{ mm}$$

Tebal efektif plat,

$$d = h - d' = 700 \text{ mm}$$

Kuat tekan beton,

$$f_c' = 20 \text{ MPa}$$

Kuat leleh baja tulangan,

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

Modulus elastis baja,

$$E_s = 2,00E+05 \text{ MPa}$$

Faktor distribusi teg. beton,

$$\beta_1 = 0,85$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / ( 600 + f_y ) = 0,0224553$$

$$\phi = 0,80$$

$$R_{max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / ( 0,85 * f_c' )] = 5,299$$

$$M_n = M_{ux} / \phi = 19,716 \text{ kNm}$$

$$R_n = M_n * 10^6 / ( b * d^2 ) = 0,02515$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow (\text{OK})$$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / ( 0,85 * f_c' )}] = 0,0001$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 0,0025$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rho = 0,0025$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 2800,00 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan yang digunakan,

$$D = 16 \text{ mm}$$

Jarak tulangan yang diperlukan,

$$s = \pi / 4 * D^2 * b / A_s = 115 \text{ mm}$$

Jarak tulangan maksimum,

$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

Jarak tulangan yang digunakan,

$$s = 115 \text{ mm}$$

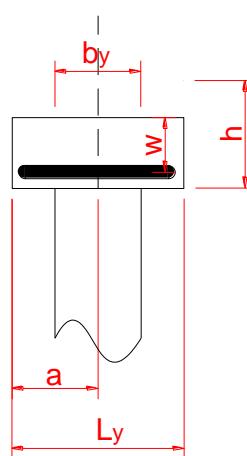
Digunakan tulangan,

$$D = 16 - 110$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = \pi / 4 * D^2 * b / s = 2924,54 \text{ mm}^2$$

## 6.2. TULANGAN LENTUR ARAH Y



Jarak tepi kolom terhadap sisi luar pilecap,

$$c_y = y_1 + a - b_y / 2 = 0,875 \text{ m}$$

Jarak tiang thd. sisi kolom,

$$e_y = c_y - a = 0,275 \text{ m}$$

Berat beton,

$$W_1 = c_y * L_x * h * w_c = 26,880 \text{ kN}$$

Berat tanah,

$$W_2 = c_y * L_x * z * w_s = 4,200 \text{ kN}$$

Momen yang terjadi pada pilecap,

$M_{uy} = p_{umax} * e_y - W_1 * c_y / 2 - W_2 * c_y / 2 =$	73,907	kNm	
Lebar pilecap yang ditinjau,	b = L <sub>x</sub> =	1600	mm
Tebal pilecap,	h =	800	mm
Jarak pusat tulangan thd. sisi luar beton,	d' =	100	mm
Tebal efektif plat,	d = h - d' =	700	mm
Kuat tekan beton,	f <sub>c'</sub> =	20	MPa
Kuat leleh baja tulangan,	f <sub>y</sub> =	390	MPa
Modulus elastis baja,	E <sub>s</sub> =	2,00E+05	MPa
Faktor distribusi teg. beton,	$\beta_1 =$	0,85	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_{c'} / f_y * 600 / ( 600 + f_y ) =$	0,0224553	
	$R_{max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / ( 0,85 * f_{c'} ) ] =$	5,299	
	$M_n = M_{uy} / \phi =$	92,384	kNm
	$R_n = M_n * 10^6 / ( b * d^2 ) =$	0,11784	

$R_n < R_{max} \rightarrow (\text{OK})$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$\rho = 0,85 * f_{c'} / f_y * [ 1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / ( 0,85 * f_{c'} )} ] =$	0,0003
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} =$
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rho =$
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$
Diameter tulangan yang digunakan,	D 16
Jarak tulangan yang diperlukan,	$s = \pi / 4 * D^2 * b / A_s =$
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} =$
Jarak tulangan yang digunakan,	$s =$
Digunakan tulangan,	D 16 - 110
Luas tulangan terpakai,	$A_s = \pi / 4 * D^2 * b / s =$

### 3. TULANGAN SUSUT

Rasio tulangan susut minimum,

Luas tulangan susut arah x,

Luas tulangan susut arah y,

Diameter tulangan yang digunakan,

Jarak tulangan susut arah x,

Jarak tulangan susut maksimum arah x,

Jarak tulangan susut arah x yang digunakan,

Jarak tulangan susut arah y,

Jarak tulangan susut maksimum arah y,

Jarak tulangan susut arah y yang digunakan,

Digunakan tulangan susut arah x,

Digunakan tulangan susut arah y,

$\rho_{smin} =$	0,0014
$A_{sx} = \rho_{smin} * b * d =$	1568
$A_{sy} = \rho_{smin} * b * d =$	1568
D 12	$\emptyset 12$
$s_x = \pi / 4 * \emptyset^2 * b / A_{sx} =$	115
$s_{x,max} =$	200
$s_x =$	115
$s_y = \pi / 4 * \emptyset^2 * b / A_{sy} =$	115
$s_{y,max} =$	200
$s_y =$	115
D 12 - 110	D 12 - 110

## PERHITUNGAN KEKUATAN PONDASI

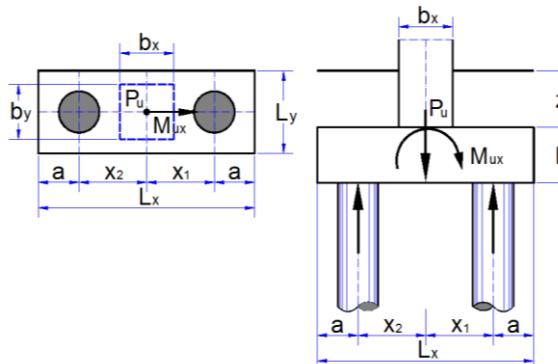
KODE PONDASI:

**F2****DATA BAHAN PILECAP**

Kuat tekan beton,	$f_c' =$	20	MPa
Kuat leleh baja tulangan deform ( $\emptyset > 12$ mm),	$f_y =$	390	MPa
Kuat leleh baja tulangan polos ( $\emptyset \leq 12$ mm),	$f_y =$	240	MPa
Berat beton bertulang,	$w_c =$	24	$\text{kN/m}^3$

**DATA DIMENSI PONDASI**

Lebar kolom arah x,	$b_x =$	0,25	m
Lebar kolom arah y,	$b_y =$	0,25	m
Jarak tiang pancang tepi terhadap sisi luar beton,	$a =$	0,40	m
Tebal pilecap,	$h =$	0,80	m
Tebal tanah di atas pilecap,	$z =$	0,50	m
Berat volume tanah di atas pilecap,	$w_s =$	10,00	$\text{kN/m}^3$
Posisi kolom (dalam = 40, tepi = 30, sudut = 20)	$\alpha_s =$	40	

**DATA BEBAN PONDASI**

Gaya aksial kolom akibat beban terfaktor,	$P_{uk} =$	300,00	kN
Momen arah x akibat beban terfaktor.	$M_{ux} =$	30,00	kNm
Momen arah y akibat beban terfaktor.	$M_{uy} =$	0,00	kNm
Gaya lateral arah x akibat beban terfaktor,	$H_{ux} =$	20,00	kN
Gaya lateral arah y akibat beban terfaktor,	$H_{uy} =$	10,00	kN
Tahanan aksial tiang,	$\phi * P_n =$	370,00	kN
Tahanan lateral tiang,	$\phi * H_n =$	30,00	kN

**DATA SUSUNAN TIANG**

Susunan tiang arah x:				Susunan tiang arah y:			
No.	Jumlah n	x (m)	$n * x^2$ (m <sup>2</sup> )	No.	Jumlah n	y (m)	$n * y^2$ (m <sup>2</sup> )
1	2	0,50	0,50	1	2	0,00	0,00
2	1	-0,50	0,25				
$n =$	3	$\Sigma x^2 =$	0,75	$n =$	2	$\Sigma y^2 =$	0,00
Lebar pilecap arah x,				$L_x =$ 1,80 m			
Lebar pilecap arah y,				$L_y =$ 0,80 m			

## 1. GAYA AKSIAL PADA TIANG

Berat tanah di atas pilecap,

$$W_s = L_x * L_y * z * w_s = 7,20 \text{ kN}$$

Berat pilecap,

$$W_c = L_x * L_y * h * w_c = 27,65 \text{ kN}$$

Total gaya aksial terfaktor,

$$P_u = P_{uk} + 1.2 * W_s + 1.2 * W_c = 341,82 \text{ kN}$$

Lengan maksimum tiang arah x thd. pusat,

$$x_{\max} = 0,50 \text{ m}$$

Lengan minimum tiang arah x thd. pusat,

$$x_{\min} = -0,50 \text{ m}$$

Gaya aksial maksimum dan minimum pada tiang,

$$p_{u\max} = P_u / n + M_{ux} * x_{\max} / \Sigma x^2 = 133,94 \text{ kN}$$

$$p_{u\min} = P_u / n + M_{ux} * x_{\min} / \Sigma x^2 = 93,94 \text{ kN}$$

Syarat :

$$p_{u\max} \leq \phi * P_n \quad 133,94 < 370,00 \quad \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 2. GAYA LATERAL PADA TIANG

Gaya lateral arah x pada tiang,

$$h_{ux} = H_{ux} / n = 6,67 \text{ kN}$$

Gaya lateral arah y pada tiang,

$$h_{uy} = H_{uy} / n = 3,33 \text{ kN}$$

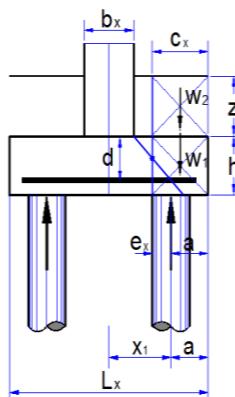
Gaya lateral kombinasi dua arah,

$$h_{u\max} = \sqrt{(h_{ux})^2 + (h_{uy})^2} = 7,45 \text{ kN}$$

Syarat :

$$h_{u\max} \leq \phi * H_n \quad 7,45 < 30,00 \quad \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

## 3. TINJAUAN TERHADAP GESER



Jarak pusat tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d' = 0,100 \text{ m}$$

Tebal efektif pilecap,

$$d = h - d' = 0,700 \text{ m}$$

Jarak bid. kritis terhadap sisi luar,

$$c_x = (L_x - b_x - d) / 2 = 0,425 \text{ m}$$

Berat beton,

$$W_1 = c_x * L_y * h * w_c = 6,528 \text{ kN}$$

Berat tanah,

$$W_2 = c_x * L_y * z * w_s = 1,700 \text{ kN}$$

Gaya geser arah x,

$$V_{ux} = p_{u\max} - W_1 - W_2 = 125,7112 \text{ kN}$$

Lebar bidang geser untuk tinjauan arah x,

$$b = L_y = 800 \text{ mm}$$

Tebal efektif pilecap,

$$d = 700 \text{ mm}$$

Rasio sisi panjang thd. sisi pendek kolom,

$$\beta_c = b_x / b_y = 1,0000$$

Kuat geser pilecap arah x, diambil nilai terkecil dari  $V_c$  yang diperoleh dari pers.sbb. :

$$\begin{aligned}
 V_c &= [1 + 2 / \beta_c] * \sqrt{f_c' * b * d} / 6 * 10^{-3} = 1252,198 \text{ kN} \\
 V_c &= [\alpha_s * d / b + 2] * \sqrt{f_c' * b * d} / 12 * 10^{-3} = 7721,888 \text{ kN} \\
 V_c &= 1 / 3 * \sqrt{f_c' * b * d} * 10^{-3} = 834,799 \text{ kN} \\
 \rightarrow V_c &= 834,799 \text{ kN} \\
 \phi &= 0,75 \\
 \phi * V_c &= 626,099 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Diambil, kuat geser pilecap,

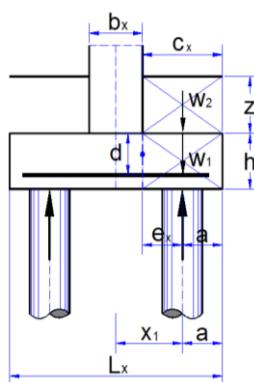
Faktor reduksi kekuatan geser,

Kuat geser pilecap,

Syarat yang harus dipenuhi,

$$\begin{aligned}
 \phi * V_c &\geq V_{ux} \\
 626,099 &> 125,711 \rightarrow \text{AMAN (OK)}
 \end{aligned}$$

## 6. PEMBESIAN PILECAP



Jarak tepi kolom terhadap sisi luar pilecap,

$$c_x = (L_x - b_x) / 2 = 0,775 \text{ m}$$

Jarak tiang thd. sisi kolom,

$$e_x = c_x - a = 0,375 \text{ m}$$

Berat beton,

$$W_1 = c_x * L_y * h * w_c = 11,904 \text{ kN}$$

Berat tanah,

$$W_2 = c_x * L_y * z * w_s = 3,100 \text{ kN}$$

Momen yang terjadi pada pilecap,

$$M_{ux} = 2 * p_{umax} * e_x - W_1 * c_x / 2 - W_2 * c_x / 2 = 94,640 \text{ kNm}$$

Lebar pilecap yang ditinjau,

$$b = L_y = 800 \text{ mm}$$

Tebal pilecap,

$$h = 800 \text{ mm}$$

Jarak pusat tulangan thd. sisi luar beton,

$$d' = 100 \text{ mm}$$

Tebal efektif plat,

$$d = h - d' = 700 \text{ mm}$$

Kuat tekan beton,

$$f_c' = 20 \text{ MPa}$$

Kuat leleh baja tulangan,

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

Modulus elastis baja,

$$E_s = 2,00E+05 \text{ MPa}$$

Faktor distribusi teg. beton,

$$\beta_1 = 0,85$$

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0224553$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,80$$

$$\begin{aligned}
 R_{max} &= 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - 1/2 * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 5,299 \\
 M_n &= M_{ux} / \phi = 118,300 \text{ kNm} \\
 R_n &= M_n * 10^6 / (b * d^2) = 0,30179
 \end{aligned}$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [ 1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')} ] = 0,0008$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 0,0025$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rho = 0,0025$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 1400,00 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan yang digunakan,

$$D = 16 \text{ mm}$$

Jarak tulangan yang diperlukan,

$$s = \pi / 4 * D^2 * b / A_s = 115 \text{ mm}$$

Jarak tulangan maksimum,

$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

Jarak tulangan yang digunakan,

$$s = 115 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan,

$$D = 16 \text{ - } 110 \text{ mm}$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = \pi / 4 * D^2 * b / s = 1462,27 \text{ mm}^2$$

Tulangan bagi diambil 50% tulangan pokok,

$$A_{sb} = 50\% * A_s = 731,13 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan bagi yang diperlukan,

$$s = \pi / 4 * D^2 * b / A_{sb} = 220 \text{ mm}$$

Jarak tulangan maksimum,

$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

Jarak tulangan yang digunakan,

$$s = 200 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan,

$$D = 16 \text{ - } 200 \text{ mm}$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = \pi / 4 * D^2 * b / s = 804,25 \text{ mm}^2$$

### 3. TULANGAN SUSUT

Rasio tulangan susut minimum,

$$\rho_{smin} = 0,0014$$

Luas tulangan susut,

$$A_s = \rho_{smin} * b * d = 784 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan yang digunakan,

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

Jarak tulangan susut,

$$s = \pi / 4 * \emptyset^2 * b / A_s = 115 \text{ mm}$$

Jarak tulangan susut maksimum,

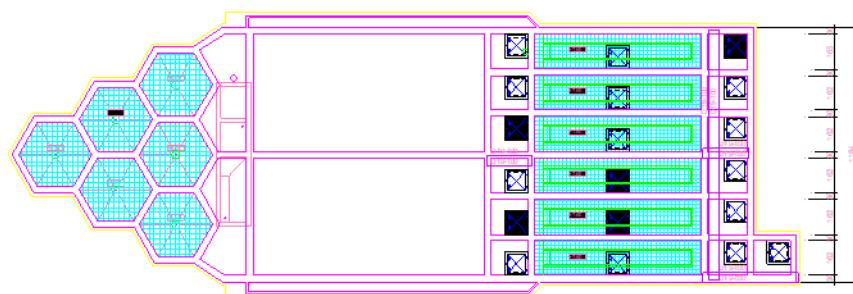
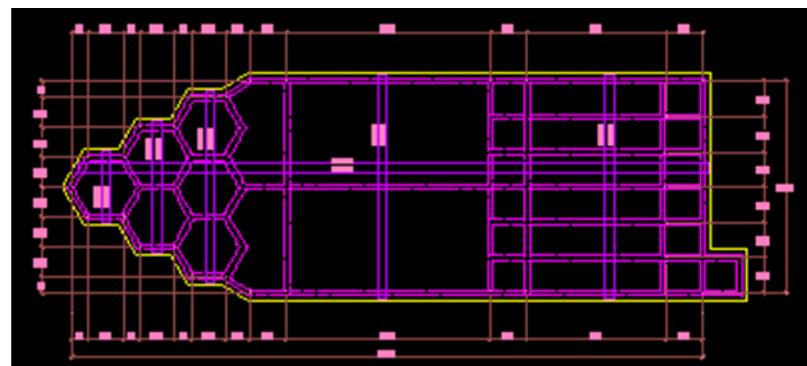
$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

Jarak tulangan susut arah x yang digunakan,

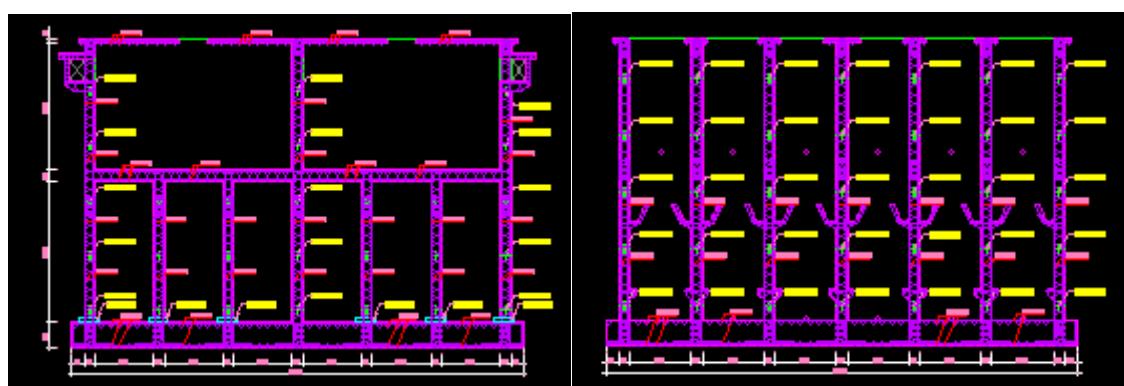
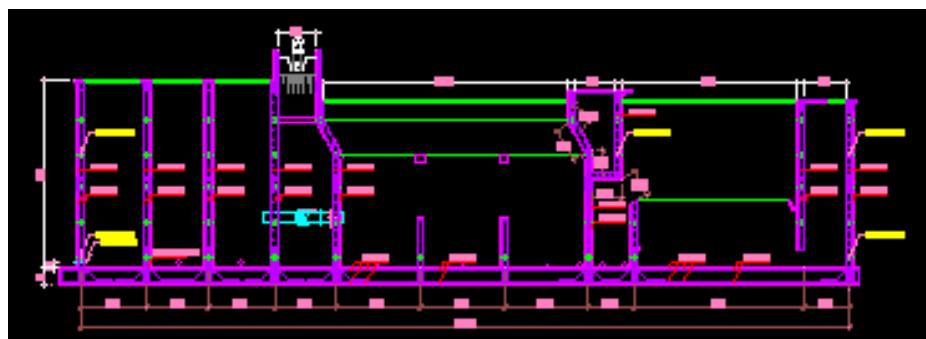
$$s = 115 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan susut arah x,

$$\emptyset = 12 \text{ - } 110 \text{ mm}$$



**Gambar 8.70** Penulangan Pada Unit WTP



**Gambar 8.71** Detail Penulangan**Daya Dukung Tanah**

Berikut adalah perhitungan daya dukung ijin berdasarkan data sondir.

Dengan menggunakan korelasi empiris untuk menginterpretasikan data sondir hasil uji lapangan, didapatkan perkiraan berat isi, sudut geser dalam, dan modulus elasticity pada tiap kedalaman.

Parameter Geoteknik dari Data Sondir

**Tabel 8.38** Daya dukung tanah pada area IPA dan Reservoar

Kedalaman (m)	Litologi	Daya dukung Tanah (ton/m <sup>2</sup> )
<b>TP-01</b>		
0.0 - 2.5 m	Batuan Breksi, abu kekuningan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan, plastisitas rendah, medium dense	30-60
<b>TP-02</b>		
0.0 - 0.1 m	Top Soil, lanau lempungan, coklat, terdapat sisipan akar-akaran, medium	5
0.1 - 3.0 m	Batuan Breksi, abu kekuningan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan, plastisitas rendah, medium dense	30-60
<b>TP-03</b>		
0.0 - 1.5 m	Batuan Breksi, abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat, plastisitas rendah, medium dense	30-60
<b>TP-04</b>		
0.0 – 3.0 m	Batuan Breksi, abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat, plastisitas rendah, medium medium dense	30-60

sumber : laporan konsultan, hasil pengukuran daya dukung tanah, 2019

2. Berdasarkan Peta Geologi Regional, stratigrafi penyusun di area penyelidikan Pelabuhan Ratu adalah Bahan Gunung Api (TpV) yang tersusun oleh Breksi, breksi tuff batu

apungan, aliran lava dan batupasir tufan, pada umumnya berlapis kurang baik, konglomerat bersusunan andesit dan basal.

3. Merujuk pada perhitungan percepatan gerakan tanah maksimum atau peak ground acceleration (PGA), berdasarkan Standar Seismik Indonesia (SNI 1726 : 2012), untuk daerah penelitian memiliki nilai PGA yang cukup tinggi yaitu 0.6 - 0.7g. PGA merupakan satuan akselerasi maksimum yang dirasakan suatu partikel/lapisan ketika terjadi gerakan gempa.
4. Dari hasil sondir, stratigrafi tanah dan daya dukung tanah sebagai berikut:

#### **Area IPA dan Reservoir**

- a. Dari hasil uji testpit, lapisan pertama pada titik TP-01, TP-03 dan TP-04 kedalaman 0.0 – 3m merupakan Batuan Breksi, abu kekuningan-abu kecoklatan, ukuran butir gravel-boulder, keras. Terdapat sisipan lanau pasiran, coklat kekuningan-coklat, plastisitas rendah, medium dense.
- b. Berdasarkan stratigrafi tanah dari hasil testpit lapangan diketahui bahwa daya dukung tanah pada area tersebut  $Q_a = 30-60 \text{ ton/m}^2$ .
- c. Pada area ini mempunyai kontur yang cukup rapat, dengan lereng yang cukup curam.

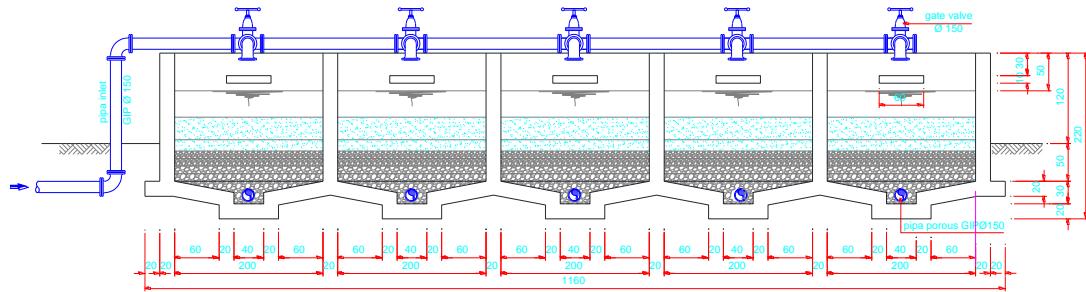
Rekomendasi geoteknik pada area penyelidikan adalah sebagai berikut :

5. Pada bangunan area IPA dan Reservoir disarankan untuk pondasi menumpu pada tanah asli. Jika direncanakan cut and fill, disarankan untuk ditambahkan dinding penahan tanah yang menumpu pada tanah asli dan dimensi serta kedalaman pondasi disesuaikan dengan beban yang bekerja.
6. Konstruksi drainase yang layak pada area pekerjaan terutama area IPA dan Reservoir.

### 8.3.3 Bangunan SDB

#### A. Berat Bangunan SDB

## Berat Bangunan SDB

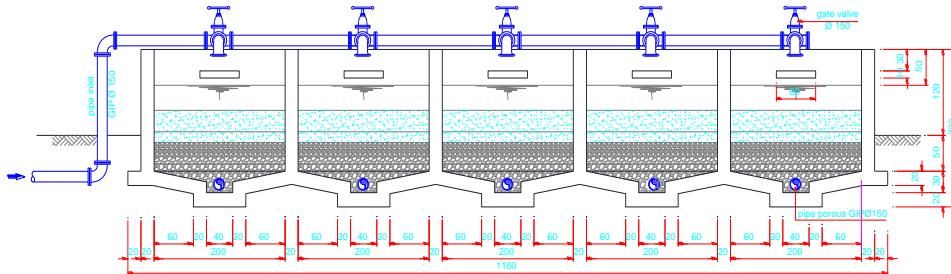


menggunakan beton  
menggunakan batu kali  
menghitung Luas Bangunan

24 KN/m  
15 KN/m

Bangun	Luas			A	A*BJ
	p	I	t		
I	0,3	2,2		0,66	15,84
II	0,3	2,2		0,66	15,84
III	0,3	2,2		0,66	15,84
IV	0,3	2,2		0,66	15,84
V	0,3	2,2		0,66	15,84
VI	0,3	2,2		0,66	15,84
VII	0,3	12		3,6	86,4
VIII	0	0		0	0
IX	0	0		0	0
X	0	0		0	0
XI	0	0		0	0
Jumlah				7,56	181,44

## B. Stabilitas Bangunan SDB

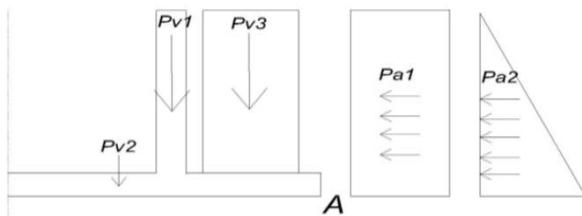


$$\begin{array}{ll}
 H1 & = 2,5 \text{ m} \\
 H2 & = 2,2 \text{ m} \\
 H3 & = 0,3 \text{ m}
 \end{array}
 \begin{array}{ll}
 B1 & = 0,3 \text{ m} \\
 B2 & = 3 \text{ m} \\
 B3 & = 12 \text{ m}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{material} & : \text{Beton} \\
 \gamma_{\text{Beton}} & : 2400 \text{ Kg/m}^3 \\
 \gamma_{\text{Tanah}} & : 1700 \text{ Kg/m}^3 \\
 \gamma_{\text{Air}} & : 1000 \text{ Kg/m}^3 \\
 \phi_{\text{tanah}} & : 20-25 ; \text{Diambil } 23 \\
 \text{lempung} & \\
 \beta & : 90
 \end{array}$$

$$Ka = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$Ka = 0,438$$



$$\begin{array}{ll}
 \phi_{\text{Beton}-} & : 17-19 ; \text{Diambil } 18 \\
 \text{lempung} & \\
 C & : 0,1-0,3 ; \text{Diambil } 0,2
 \end{array}$$

$$Kp = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

$$Kp = 2,28$$

**(1) Tekanan Tanah Aktif**

$$\begin{aligned}
 P_{a1} &= \gamma_{\text{Tanah}} \times h_1 \times h_2 \times ka - 2C Ka 0,5 \\
 &= 4,0959 \text{ Ton/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a2} &= \gamma_{\text{Tanah}} \times 0,5 \times h_3 \times ka - 2C Ka 0,5 \\
 &= 0,81897 \text{ Ton/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\Sigma Pa = 4,91487 \text{ Ton/m}^3$$

**(2) Perhitungan gaya-gaya vertikal akibat sendiri (Pv)**

$$\begin{aligned}
 P_{v1} &= B_1 \times H_2 \times \gamma_{\text{Beton}} \\
 &= 1,584 \text{ Ton/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{v2} &= B_2 \times H_3 \times \gamma_{\text{Beton}} \\
 &= 2,16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{v3} &= (B_3 \times H_2 \times \gamma_{\text{Tanah}} \times Kp) + (2C Kp^{0,5}) \\
 &= 102,4 \text{ Ton/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\Sigma Pv = 106,2 \text{ Ton/m}^3$$

**(3) Perhitungan Momen di Titik A**

$$\begin{aligned}
 \Sigma Mah &= (Pa_1 \frac{H_1}{3}) + (Pa_2 \left( H_3 + \frac{H_2}{2} \right)) \\
 &= 7,19491
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y &= \frac{\Sigma Mah}{\Sigma Pa} \\
 &= 0,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma Mav &= \left( P_{v1} \times \left( \frac{H_1}{2} \right) + \left( \frac{B_3}{2} \right) \right) + (P_{v2} (H_2 + \frac{B_2}{2})) + (P_{v3} \left( \frac{H_3}{2} \right) + \left( \frac{B_3}{2} \right) + H_3) \\
 &= 773,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\Sigma Mav}{\Sigma Pv} \\
 &= 7,28
 \end{aligned}$$

**(4) Stabilitas Guling**

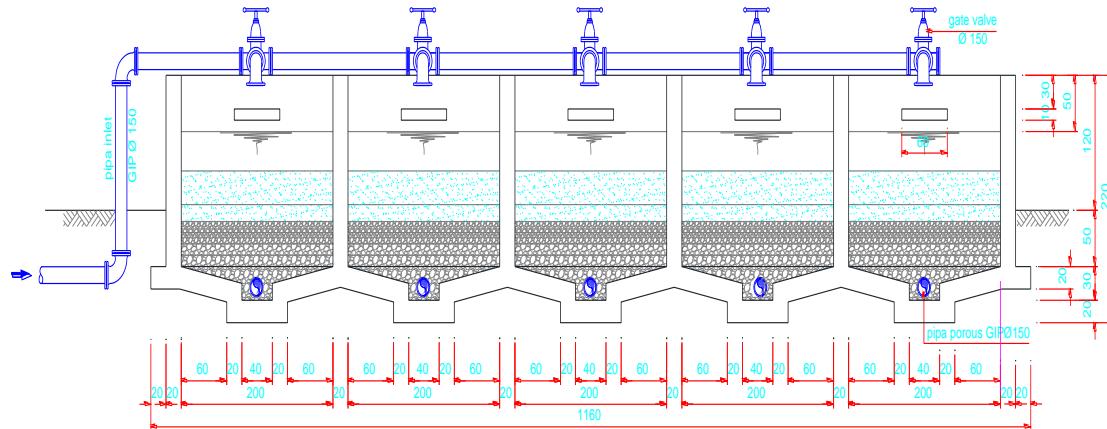
$$SF \geq 1,5$$

$$\frac{\Sigma Mav}{\Sigma Mah} = 107,50 \geq 1,5$$

**(5) Stabilitas Geser**

$$\frac{\Sigma Mav + \tan \phi}{\Sigma Mah} = 109,10 \geq 1,5$$

## C. Penulangan Beton Bangunan SDB



## (1) Kombinasi Momen Ultimate

No	Jenis beban	Fb	M	Komb Mu(kNm)	h plat =	0,3
1	Beban Sendiri	1,3	106	138,0437696	b =	12 m
2	Beban hidup	1	4,91	4,914868298	h =	2,2 m

$$\begin{aligned}
 W_u &= 1,2 \quad DL \quad + \quad 1,6 \quad LL \\
 &= 1,2 \quad 106,19 \quad + \quad 1,6 \quad 4,914868298 \\
 &= 135,2888074
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= 0,5 W_u \quad l^2 \\
 &= 0,5 \quad 135,29 \quad 4 \\
 &= 2,705776148 \quad \text{kNm} = 0,000270578 \quad 10^6 = 270,5776148 \quad \text{Nmm} = 0,027057761 \quad \text{kgm}
 \end{aligned}$$

$$d = 250 \quad 180,37$$

## (2) Pada Pelat Lantai

## a. Tulangan Arah X

Lebar plat yang ditinjau	b =	12000 mm
Tebal plat	h =	300 mm
Jarak pusat tulangan thd. Sisi luar beton	d' =	20 mm
Tebal efektif plat	d=h-d' =	280 mm
Kuat tekan beton	f <sub>c'</sub> =	29 Mpa
Mudulus Elastik	E <sub>c</sub> =	25310,27 Mpa
Kuat leleh baja tulangan	f <sub>y</sub> =	390 MPa
Modulus elastisitas baja	E <sub>s</sub> =	200000 MPa
faktor distribusi teg. Beton	β <sub>1</sub> =	0,85

## b. Tulangan Arah Y

Lebar plat yang ditinjau	b =	3000 mm
Tebal plat	h =	300 mm
Jarak pusat tulangan thd. Sisi luar beton	d' =	20 mm
Tebal efektif plat	d=h-d' =	280 mm
Kuat tekan beton	f <sub>c'</sub> =	29 Mpa
Mudulus Elastik	E <sub>c</sub> =	25310,27 Mpa
Kuat leleh baja tulangan	f <sub>y</sub> =	390 MPa
Modulus elastisitas baja	E <sub>s</sub> =	200000 MPa
faktor distribusi teg. Beton	β <sub>1</sub> =	0,85

$$pb = \beta_1 x 0,85 x \frac{fc'}{fy} x \frac{600}{(600+fy)}$$

$$= 0,03256$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,8$$

$$R_{max} = 0,75 x pb x (1 - 0,5 x 0,75 x pb x \frac{fy}{(0,85 x fc')})$$

$$= 7,684026$$

$$R_n = \frac{Mn x 106}{(bxd^2)}$$

$$Mn = 3,38222 \text{ kNm}$$

$$R_n = 0,003595$$

$$R_n < R_{max}$$

$$0 \text{ ke}$$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = 0,85 x fc' / fy x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x fc'}})$$

$$= 9,22E-06$$

Rasio Tulangan minimum

$$\rho_{min} = 0,00359$$

Luas tulangan yang diperlukan

$$As = \rho x b x d$$

$$= 30,97497 \text{ mm}^2$$

Diameter yang digunakan

$$D = \boxed{13 \text{ mm}}$$

Jarak tulangan yang diperlukan

$$s = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{As}$$

$$= 51395,69$$

Luas tulangan terpakai

$$As = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{s}$$

$$= 30,97497$$

Tulangan yang dipergunakan = D 13-150**(3) Pada Dinding**

Untuk Kombinasi Pembebatan Ultimate digunakan :

$$Mu = 2,705776148$$

$$pb = \beta_1 x 0,85 x \frac{fc'}{fy} x \frac{600}{(600+fy)}$$

$$= 0,03256$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,8$$

$$R_{max} = 0,75 x pb x (1 - 0,5 x 0,75 x pb x \frac{fy}{(0,85 x fc')})$$

$$= 7,684026$$

$$R_n = \frac{Mn x 106}{(bxd^2)}$$

$$Mn = 3,38222 \text{ kNm}$$

$$R_n = 0,01438$$

$$R_n < R_{max}$$

$$0 \text{ ke}$$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = 0,85 x fc' / fy x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x fc'}})$$

$$= 3,69E-05$$

Rasio Tulangan minimum

$$\rho_{min} = 0,00359$$

Luas tulangan yang diperlukan

$$As = \rho x b x d$$

$$= 30,98175 \text{ mm}^2$$

Diameter yang digunakan

$$D = \boxed{13 \text{ mm}}$$

Jarak tulangan yang diperlukan

$$s = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{As}$$

$$= 12846,11$$

Luas tulangan terpakai

$$As = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{s}$$

$$= 30,98175$$

Tulangan yang dipergunakan = D 13-150**a. Tulangan Arah X**

Lebar plat yang ditinjau

$$b = 2200 \text{ mm}$$

Tebal plat

$$h = 300 \text{ mm}$$

Jarak pusat tulangan thd. Sisi luar beton

$$d' = 20 \text{ mm}$$

Tebal efektif plat

$$d = h - d' = 280 \text{ mm}$$

Kuat tekan beton

$$fc' = 29 \text{ Mpa}$$

Mudulus Elastik

$$Ec = 25310,27 \text{ Mpa}$$

**b. Tulangan Arah Y**

Lebar plat yang ditinjau

$$b = 2200 \text{ mm}$$

Tebal plat

$$h = 300 \text{ mm}$$

Jarak pusat tulangan thd. Sisi luar beton

$$d' = 20 \text{ mm}$$

Tebal efektif plat

$$d = h - d' = 280 \text{ mm}$$

Kuat tekan beton

$$fc' = 29 \text{ Mpa}$$

Mudulus Elastik

$$Ec = 25310,27 \text{ Mpa}$$

Kuat leleh baja tulangan	$f_y = 390 \text{ MPa}$	Kuat leleh baja tulangan	$f_y = 390 \text{ MPa}$
Modulus elastisitas baja	$E_s = 200000 \text{ MPa}$	Modulus elastisitas baja	$E_s = 200000 \text{ MPa}$
faktor distribusi teg. Beton	$\beta_1 = 0,85$	faktor distribusi teg. Beton	$\beta_1 = 0,85$
$\rho_b = \beta_1 x 0,85 x \frac{f_{c'}}{f_y} x \frac{600}{(600+f_y)}$	$= 0,03256$	$\rho_b = \beta_1 x 0,85 x \frac{f_{c'}}{f_y} x \frac{600}{(600+f_y)}$	$= 0,03256$
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi = 0,8$	Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi = 0,8$
$R_{max} = 0,75 x \rho_b x (1 - 0,5 x 0,75 x \rho_b x \frac{f_y}{(0,85 x f_{c'})})$	$= 7,684026$	$R_{max} = 0,75 x \rho_b x (1 - 0,5 x 0,75 x \rho_b x \frac{f_y}{(0,85 x f_{c'})})$	$= 7,684026$
$R_n = \frac{Mn x 106}{(bxd^2)}$	$Mn = 3,38222 \text{ kNm}$ $R_n = 0,019609$	$Mn = 3,38222 \text{ kNm}$ $R_n = 0,019609$	
$R_n < R_{max}$	0ke	$R_n < R_{max}$	0ke
Rasio tulangan yang diperlukan,		Rasio tulangan yang diperlukan,	
$\rho = 0,85 x f_{c'} / f_y x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x f_{c'}}})$	$= 5,03E-05$	$\rho = 0,85 x f_{c'} / f_y x (1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x f_{c'}}})$	$= 5,03E-05$
Rasio Tulangan minimum	$\rho_{min} = 0,00359$	Rasio Tulangan minimum	$\rho_{min} = 0,00359$
Luas tulangan yang diperlukan		Luas tulangan yang diperlukan	
$As = \rho x b x d$	$= 30,98504 \text{ mm}^2$	$As = \rho x b x d$	$= 30,98504 \text{ mm}^2$
Diameter yang digunakan	$D = 13 \text{ mm}$	Diameter yang digunakan	$D = 13 \text{ mm}$
Jarak tulangan yang diperlukan		Jarak tulangan yang diperlukan	
$s = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{As}$	$= 9419,481$	$s = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{As}$	$= 9419,481$
Luas tulangan terpakai		Luas tulangan terpakai	
$As = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{s}$	$= 30,98504$	$As = \frac{\pi}{4} x D^2 x \frac{b}{s}$	$= 30,98504$
Tulangan yang dipergunakan	$= \boxed{D 13-150}$	Tulangan yang dipergunakan	$= \boxed{D 13-150}$

#### D. Beton dan Besi Tulangan pada Bangunan SDB :

##### I. Sloof 30/60 cm

1. Beton = Beton K-300 mutu  $f'c = 26,4 \text{ MPa}$ , slump  $(12 \pm 2) \text{ cm}$ , w/c = 0,52

2. Besi Tulangan =

- a. Tulangan Pokok = 8 D16
- b. Tulangan Bagi = D13 - 150

##### II. Kolom 30/30 cm

1. Beton = Beton K-300 mutu  $f'c = 26,4 \text{ MPa}$ , slump  $(12 \pm 2) \text{ cm}$ , w/c = 0,52

2. Besi Tulangan =

- a. Tulangan Pokok = 6 D16
- b. Tulangan Bagi = D13 - 150

##### III. Dinding t=30 cm

1. Beton = Beton K-300 mutu  $f'c = 26,4 \text{ MPa}$ , slump  $(12 \pm 2) \text{ cm}$ , w/c = 0,52

2. Besi Tulangan =

- a. Tulangan arah X-X = D13 - 150
- b. Tulangan arah Y-Y = D13 - 150

IV. Balok 30/30 cm

1. Beton = Beton K-300 mutu  $f'c = 26,4 \text{ MPa}$ , slump  $(12 \pm 2) \text{ cm}$ ,  $w/c = 0,52$

2. Besi Tulangan =

a. Tulangan Pokok = 6 D16

b. Tulangan Bagi = D13 – 150

V. Pondasi Footplat 120 x 120 cm

1. Beton = Beton K-300 mutu  $f'c = 26,4 \text{ MPa}$ , slump  $(12 \pm 2) \text{ cm}$ ,  $w/c = 0,52$

2. Besi Tulangan =

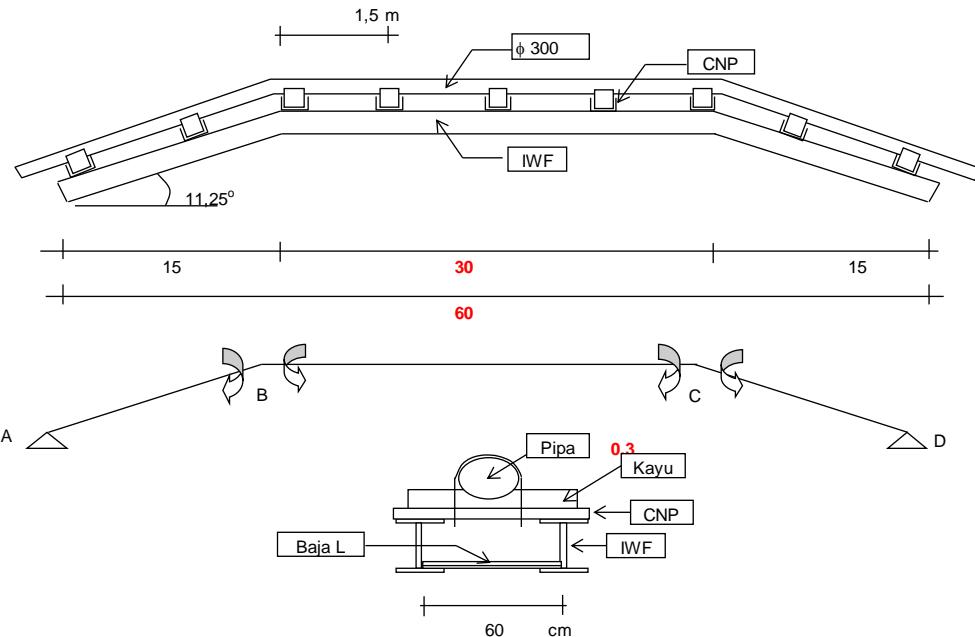
a. Tulangan arah X-X = D16 - 150

b. Tulangan arah Y-Y = D13 - 150

### 8.3.4 Bangunan Jembatan Pipa

#### A. Bangunan Jembatan Pipa bentang 60 m

##### PERHITUNGAN STRUKTUR JEMBATAN PIPA AIR BERSIH



##### 1. Pembebaran

Beban Mati :	
Beban Pipa Diameter 300 mm	= 19,20 kg/m
Beban Air Didalam Pipa	= 70,71 kg/m
Beban Canal U 150.75.6	= 8,25 kg/m
Beban Baja Siku 50.50.5	= 3,14 kg/m
Beban IWF 250.125.6.9	= 29,60 kg/m
$q$	= <u>130,91</u> kg/m
Beban Hidup	
P	= 100,00 kg

##### 2. Momen primer

###### Akibat beban mati

$$M_{BA} = - M_{CD} = 1/8 * q * L_{AB}^2 = 0,13 * 130,91 * 15^2 = 3.681,73 \text{ kgm}$$

$$M_{BC} = - M_{CB} = 1/12 * q * L_{BC}^2 = 0,08 * 130,91 * 30^2 = 9.817,95 \text{ kgm}$$

Momen akhir

Momen Tumpuan

$$M_{T(DL)} = (M_{BA} + M_{BC})/2 = (3681,73 + 9817,95) = 6.749,84 \text{ kgm}$$

Momen Lapangan

$$M_{L(DL)} = (1/8 * q * L_{BC}^2) - M_T = 14.726,92 - 6.749,84 = 7.977,08 \text{ kgm}$$

###### Akibat Beban Hidup

$$M_{BA} = - M_{CD} = 3/16 * p * L_{AB} = 0,19 * 100,00 * 15,00 = 281,25 \text{ kgm}$$

$$M_{BC} = - M_{CB} = 1/8 * p * L_{BC} = 0,13 * 100,00 * 30,00 = 375,00 \text{ kgm}$$

Momen akhir

Momen Tumpuan

$$M_{T(LL)} = (M_{BA} + M_{BC})/2 = (281,25 + 375) = 328,13 \text{ kgm}$$

Momen Lapangan

$$M_{L(LL)} = (1/4 * p * L_{BC}) - M_T = 750,00 - 328,13 = 421,88 \text{ kgm}$$

Momen maksimum = 421,875 kgm

**Kombinasi momen akibat beban hidup dan beban mati**

$$M_{T(LL)} + M_{T(LL)} = 6.749,84 + 328,13 = 7.077,96 \text{ kgm}$$

$$M_{L(LL)} + M_{L(LL)} = 7.977,08 + 421,88 = 8.398,96 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen maksimum} = 8.398,96 \text{ kgm}$$

**Kontrol Tegangan****Profil yang dipakai adalah WF (250x125x6x9)**

$$W_x = 324 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 47 \text{ cm}^3$$

$$F = 37,6 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 4050 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 294 \text{ cm}^4$$

$$\tau_{ijin} = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_x = M \text{ maksimum} / W_x$$

$$\tau_x = 839.895,65 : 324 = 2592,27052 \text{ kg/cm}^2 > \tau = 1400 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

**Kontrol Lendutan**Lendutan Ijin

$$F = (1/500)x \text{ Panjang Bentang}$$

$$F = L * 100 / 500$$

$$F = 6 \text{ cm (lendutan ijin)}$$

Lendutan yang terjadi :

$$F = ((5/384)xqxL^4) / EI + ((1/48)xPxL^3/EI)$$

$$q = 1,31 \text{ kg/cm}$$

$$P = 100,00 \text{ kg}$$

$$E = 2,10E+06 \text{ Kg./cm}^2$$

$$I_x = 4.050,00 \text{ cm}^4$$

$$L = 3.000,00 \text{ cm}$$

$$F = 168,95 \text{ cm} > F \text{ ijin} = 6,00 \text{ cm} \text{ OK}$$

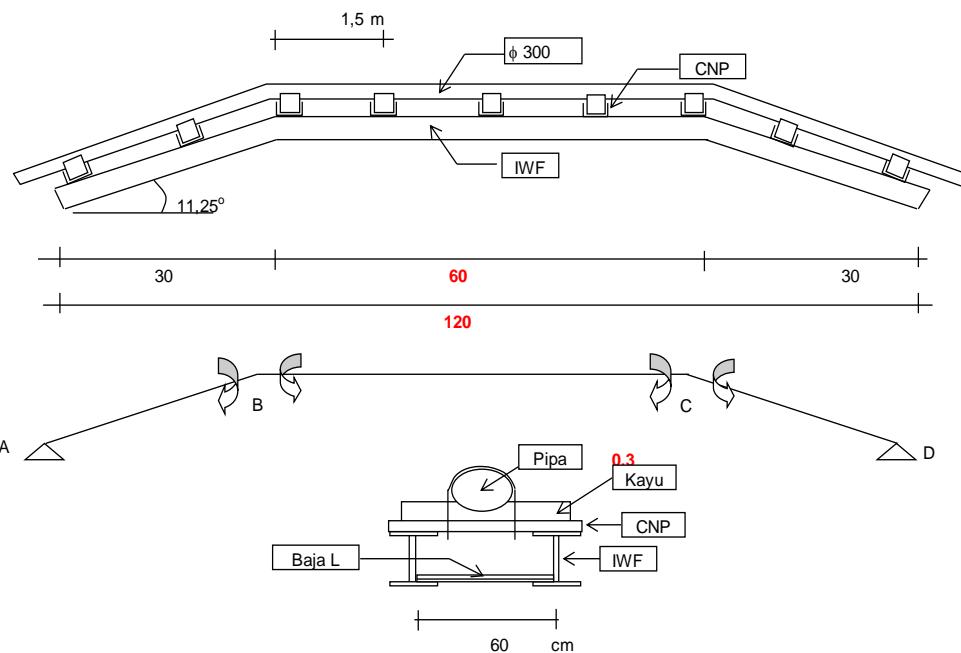
Lawan lendut yang diperlukan adalah = 169,00 cm

Reaksi Perletakan

$$R = q * L_{total} / 2 = 3.927,18 \text{ kg}$$

## B. Bangunan Jembatan Pipa bentang 100 m

## PERHITUNGAN STRUKTUR JEMBATAN PIPA AIR BERSIH



## 1. Pembebanan

Beban Mati :

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Pipa Diameter 300 mm} &= 19,20 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban Air Didalam Pipa} &= 70,71 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban Canal U 150.75.6} &= 8,25 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban Baja Siku 50.50.5} &= 3,14 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban IWF 250.125.6.9} &= 29,60 \text{ kg/m} \\
 q &= \underline{130,91} \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Hidup} \\
 P &= 100,00 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

## 2. Momen primer

## Akibat beban mati

$$\begin{aligned}
 M_{BA} = -M_{CD} &= 1/8 * q * L_{AB}^2 &= 0,13 \times 130,91 \times 30^2 &= 14.726,92 \text{ kgm} \\
 M_{BC} = -M_{CB} &= 1/12 * q * L_{BC}^2 &= 0,08 \times 130,91 \times 60^2 &= 39.271,79 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Momen akhir

Momen Tumpuan

$$M_{T(DL)} = (M_{BA} + M_{BC})/2 = (14726,92 + 39271,79) = 26.999,35 \text{ kgm}$$

Momen Lapangan

$$M_{L(DL)} = (1/8 * q * L_{BC}^2) - M_{T(DL)} = 58.907,68 - 26.999,35 = 31.908,33 \text{ kgm}$$

## Akibat Beban Hidup

$$\begin{aligned}
 M_{BA} = -M_{CD} &= 3/16 * p * L_{AB} &= 0,19 \times 100,00 \times 30,00 &= 562,50 \text{ kgm} \\
 M_{BC} = -M_{CB} &= 1/8 * p * L_{BC} &= 0,13 \times 100,00 \times 60,00 &= 750,00 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Momen akhir

Momen Tumpuan

$$M_{T(LL)} = (M_{BA} + M_{BC})/2 = (562,5 + 750) = 656,25 \text{ kgm}$$

Momen Lapangan

$$M_{L(LL)} = (1/4 * p * L_{BC}) - M_{T(LL)} = 1.500,00 - 656,25 = 843,75 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen maksimum} = 843,750 \text{ kgm}$$

**Kombinasi momen akibat beban hidup dan beban mati**

$$M_{T(LL)} + M_{T(LL)} = 26.999,35 + 656,25 = 27.655,60 \text{ kgm}$$

$$M_{L(LL)} + M_{L(LL)} = 31.908,33 + 843,75 = 32.752,08 \text{ kgm}$$

$$\text{Momen maksimum} = 32.752,08 \text{ kgm}$$

**Kontrol Tegangan****Profil yang dipakai adalah WF (250x125x6x9)**

$$W_x = 324 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 47 \text{ cm}^3$$

$$F = 37,6 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 4050 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 294 \text{ cm}^4$$

$$\tau_{ijin} = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_x = M \text{ maksimum} / W_x$$

$$\tau_x = 3.275.207,59 : 324 = 10108,6654 \text{ kg/cm}^2 > \tau = 1400 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

**Kontrol Lendutan**

Lendutan ijin

F = (1/500)x Panjang Bentang

F = L\*100/500

$$F = 12 \text{ cm (lendutan ijin)}$$

Lendutan yang terjadi :

$$F = ((5/384)xqxL^4) / EI + ((1/48)xPxL^3/EI)$$

$$q = 1,31 \text{ kg/cm}$$

$$P = 100,00 \text{ kg}$$

$$E = 2,10E+06 \text{ Kg./cm}^2$$

$$I_x = 4.050,00 \text{ cm}^4$$

$$L = 6.000,00 \text{ cm}$$

$$F = 2.650,25 \text{ cm} > F \text{ ijin} \quad 12,00 \text{ cm} \text{ OK}$$

Lawan lendutan yang diperlukan adalah = 2650,00 cm

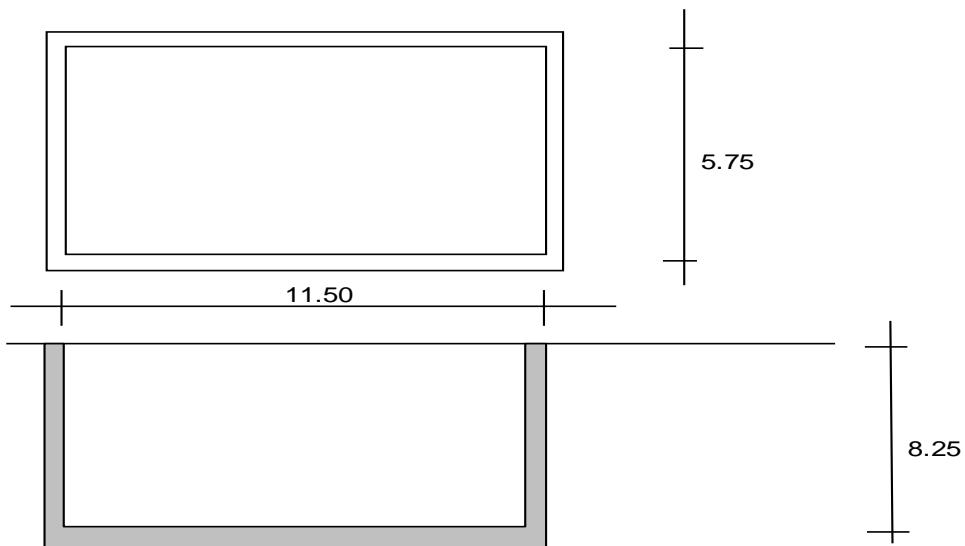
Reaksi Perletakan

$$R = q * L_{total} / 2 = 7.854,36 \text{ kg}$$

## PERENCANAAN STRUKTUR BAK

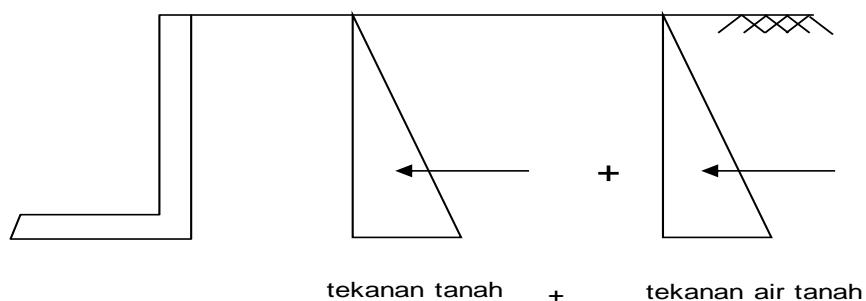
DATA - DATA :

- panjang	=	11,5 m
- lebar kolam	=	5,75 m
- tinggi kolam	=	3,5 m
- tebal dinding	=	30 cm
- tebal pelat dasar	=	70 cm
- $\gamma$ tanah	=	1,6 t/m <sup>3</sup>
- $\gamma$ tanah	=	1 t/m <sup>3</sup>



### A PERENCANAAN DINDING BAK

#### A.1 Gaya yang bekerja pada dinding



#### A.2 Pada dasar kolam bekerja tekanan sebesar :

$$\begin{aligned}
 - P \text{ akibat tanah} &= 1/2 \gamma_{\text{tanah}} h^2 k_a \\
 &= 1/2 (1,6) \cdot 3,5^2 \cdot 0,333 \\
 &= 3,2634 \text{ t/m}^2 \\
 - P \text{ akibat air} &= 1/2 \gamma_{\text{air}} h^2 \\
 &= 1/2 (1) \cdot 3,5^2 \\
 &= 6,125 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

## A.3 Momen yang terjadi pada dinding bagian bawah

$$\begin{aligned}
 M &= (P_{tanah} + P_{air}) \cdot 1/3 \cdot h \\
 &= (3,2634 + 6,125) \cdot 1/3 \cdot 3,5 \\
 &= 10,95313 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

## A.4 Pembesian dinding bak :

$$\begin{aligned}
 - \text{tebal dinding} &= 300 \text{ mm} \\
 - \text{beton decking} &= 20 \text{ mm} \\
 - \text{tebal efektif } d &= 280 \text{ mm} \\
 - \text{Mutu beton } f'_c &= K-300 = 25 \text{ MPa} \\
 - \text{Mutu baja } f_y &= U-24 = 240 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= f'_c / (0,85 \cdot f_y) \\
 &= 240 / (0,85 \cdot 25) \\
 &= 11,29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= M / (\phi b d^2) \\
 &= (10,95313333333333 \cdot 10^7) / (0,85 \cdot 1000 \cdot 280^2) \\
 &= 1,643627
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= (1/m) * (1 - \sqrt{1 - ((2 R_n m) / f_y)}) \\
 &= (1/11,29) * (1 - \sqrt{1 - ((2 \cdot 1,64 \cdot 11,29) / 240)}) \\
 &= 0,00714
 \end{aligned}$$

$$A_{perlu} = \rho \cdot b \cdot d = 1.998,08 \text{ mm}^2$$

Menurut PBI-71 psi 9.1(2) , tulangan minimum untuk pelat adalah 0,25% dari luas beton yang ada, atau :

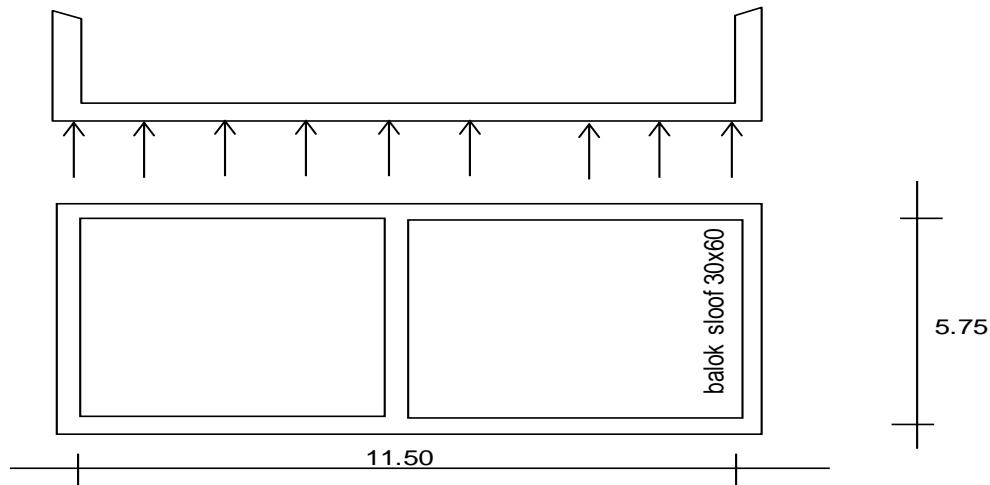
$$A_{min} = 0,25\% \cdot 1000 \cdot 300 = 750 \text{ mm}^2$$

$$Apakai = 1998,083 \text{ mm}^2$$

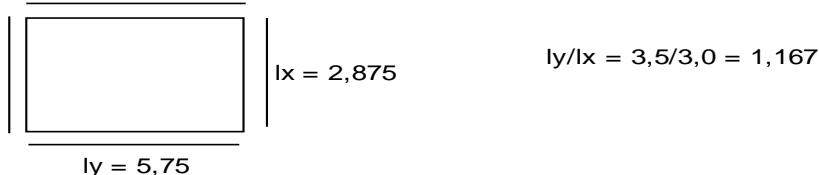
$$\text{Dipasang tulangan} \quad \boxed{\phi 19 - 100} \quad 2.835 \text{ mm}^2 \quad (\text{ok})$$

$$\text{Tulangan pembagi} = 20\% A = 20\% 2.835 = 567 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan} \quad \boxed{\phi 16 - 150} \quad 1.340 \text{ mm}^2 \quad (\text{ok})$$

**B PERENCANAAN PELAT DASAR BAK****B.1 Gaya yang bekerja pada pelat, ketika bak dalam keadaan kosong****B.2 Pada pelat dasar bekerja tekanan sebesar :**

$$\begin{aligned}
 - P \text{ akibat air} &= \gamma_{\text{air}} h \\
 &= 1 \cdot 3,5 \\
 &= 3,5 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

**B.3 Momen yang terjadi pada dinding bagian bawah**

Berdasarkan tabel 13.3.2 PBI-71 , diperoleh momen :

$I_x$	2,88 m
$I_y$	5,75 m
$I_y/I_x$	2,00
Jepit penuh/elastic {1/2}	2
$w_{lx}$ (tabel setelah interpolasi)	62,00
$w_{ly}$ (tabel setelah interpolasi)	35,00

$$\begin{aligned}
 M_{lx} = -M_{tx} &= 0,0620 \cdot Q \cdot I_x^2 = 0,0620 \cdot 3500 \cdot 2,875^2 \approx 1793,641 \text{ kg.m} \\
 M_{ly} = -M_{ty} &= 0,0000 \cdot Q \cdot I_x^2 = 0,0350 \cdot 3500 \cdot 2,875^2 \approx 1.012,54 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

**B.4 Pembesian pelat dasar bak :**

$$\begin{aligned}
 - \text{tebal pelat} &= 700 \text{ mm} \\
 - \text{beton decking} &= 20 \text{ mm} \\
 - \text{tebal efektif } d &= 680 \text{ mm} \\
 - \text{Mutu beton } f'_c &= K-300 = 25 \text{ MPa} \\
 - \text{Mutu baja } f_y &= U-24 = 240 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= f'_c / (0,85 \cdot f_y) \\
 &= / (0,85 \cdot 240) \\
 &= 11,29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= M / (\phi b d^2) \\
 &= (1793,640625 \cdot 10^4) / (0,85 \cdot 1000 \cdot 680^2) \\
 &= 0,05
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= (1/m) * (1 - \sqrt{1 - ((2 R_n m) / f_y)}) \\
 &= (1/11,29) * (1 - \sqrt{1 - ((2 \cdot 0,05 \cdot 11,29) / 240)}) \\
 &= 0,00019
 \end{aligned}$$

$$A_{\text{perlu}} = \rho \cdot b \cdot d = 129,44 \text{ mm}^2$$

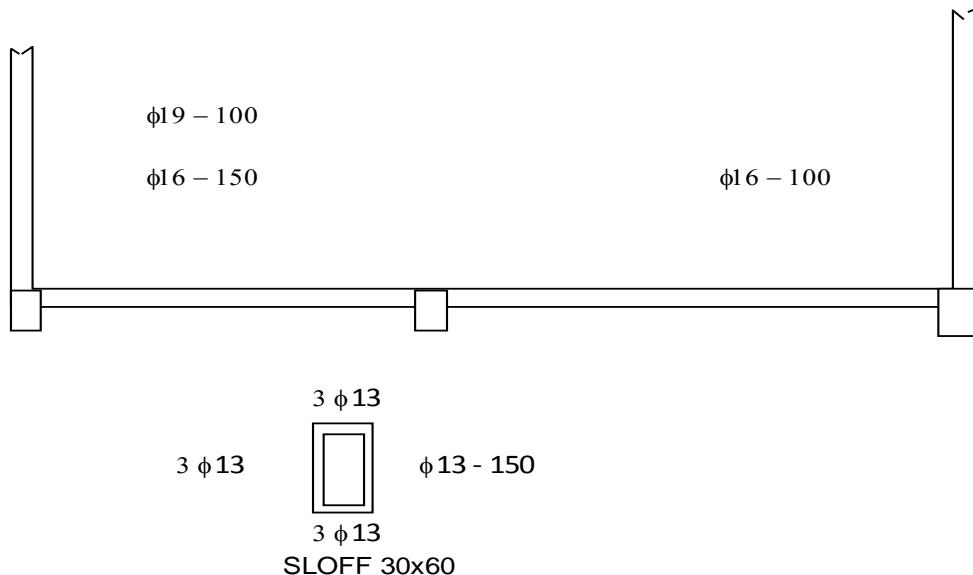
Menurut PBI-71 psl 9.1(2) , tulangan minimum untuk pelat adalah 0,25% dari luas beton yang ada, atau :

$$A_{\text{min}} = 0,25\% \cdot 1000 \cdot 700 = 1750 \text{ mm}^2$$

$$\text{Apakai} = 1750 \text{ mm}^2$$

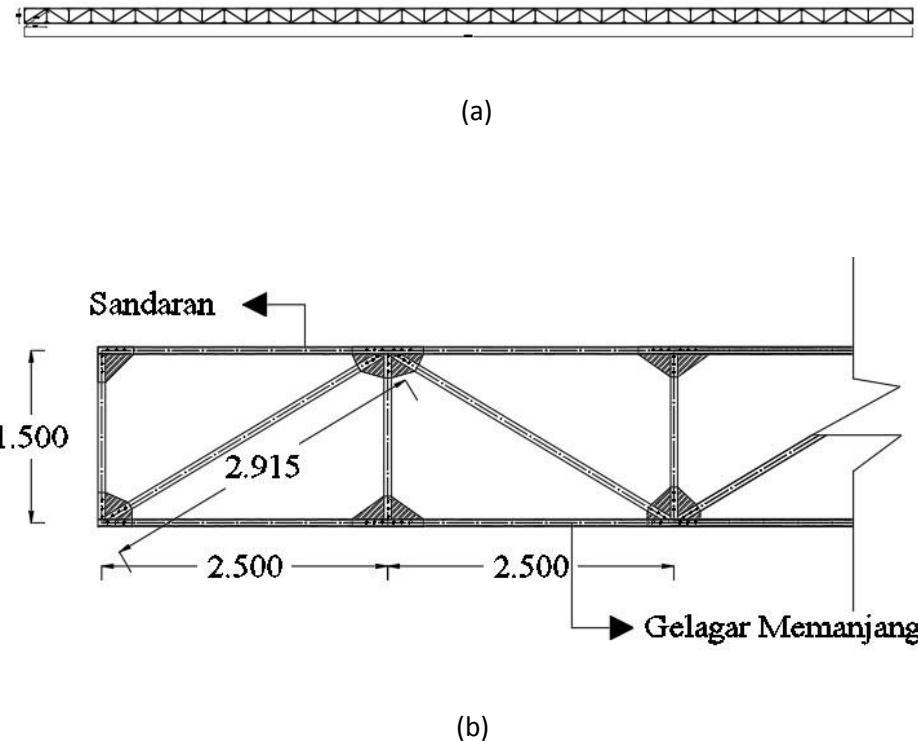
Dipasang tulangan φ16 - 100 2.011 mm<sup>2</sup> (ok)

C GAMBAR PENULANGAN



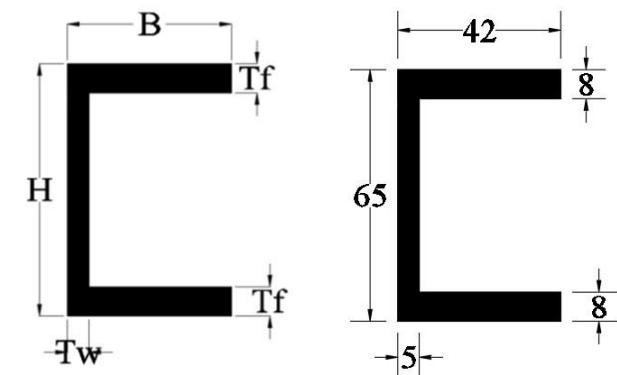
**8.3.6.1.**

Beban mati sandaran di asumsikan sebagai beban terpusat pada analisis *software* yang di tumpukan memanjang arah x di joint per 2,5 meter. Untuk pendetailan ukuran lihat Gambar (a) dan (b).



**Gambar 8.72** (a) Perencanaan Sandaran dan (b) Detail Penampang Sandaran.

Dimensi sandaran di rencanakan menggunakan profil baja UNP 65 mm yang dapat dilihat pada Gambar dan Tabel dibawah ini.



# RETAINING WALL

## Location :

**D1 - All**

**Top wall level** = **6,00** m  
**River bed level** = **0,00** m  
**Ground water level** = **-10,00** m  
**River water level** = **-10,00** m  
**Foundation level** = **-2,00** m

**Dimension**  
**H** = **8,00** m      **B** = **5,50** m      **L** = **1,00** m      **(unit length)**

**b<sub>11</sub>** = **1,50** m      **b<sub>12</sub>** = **0,50** m      **b<sub>13</sub>** = **0,00** m  
**b<sub>21</sub>** = **3,00** m      **b<sub>22</sub>** = **2,00** m      **b<sub>23</sub>** = **0,50** m

**h<sub>1</sub>** = **8,00** m      **h<sub>31</sub>** = **1,00** m      **h<sub>32</sub>** = **0,50** m  
**h<sub>4</sub>** = **2,00** m      **h<sub>w1</sub>** = **-8,00** m      **h<sub>w2</sub>** = **-8,00** m

**Backfill soil**  
**γ<sub>soil</sub>** = **1,80** t/m<sup>3</sup>      **γ<sub>c</sub>** = **2,40** t/m<sup>3</sup>      **Kh** = **0,18** t/m<sup>3</sup>  
**γ<sub>sat</sub>** = **2,00** t/m<sup>3</sup>      **α** = **0,00** ° (for stability analysis)  
**ϕ** = **30,0** °      **α** = **13,00** ° (for structural analysis)  
**c** = **0,00** t/m<sup>2</sup>      **β** = **0,00** °

**Foundation soil**  
**γ<sub>s'</sub>** = **1,00** t/m<sup>3</sup>      **Safety factor** (normal) (seismic)  
**ϕ<sub>B</sub>** = **30,0** °      **Overturining**  $|e| \leq B/6 = 1,33$   $B/3 = 1,83$   
**c<sub>B</sub>** = **0,00** t/m<sup>2</sup>      **Sliding**  $f_s \geq 2,00$   $1,25$

**Friction coefficient**  
**μ** = **0,50**  
**Uplift coefficient**  
**Uμ** = **1,00**

**Cover of bar**

**Wall**  
**d<sub>back</sub>** = **7** cm      **d<sub>front</sub>** = **7** cm

**Footing**  
**d<sub>upper</sub>** = **7** cm      **d<sub>lower</sub>** = **7** cm

**Reaction of foundation soil**  
 $q_{max} \geq q_a = q_u/3 = q_{ae} = q_u/2$

**Allowable stress**  
**Compressive**  $\sigma_{ca} = 60$  kg/cm<sup>2</sup>  
**Tensile**  $\sigma_{sa} = 1850$  kg/cm<sup>2</sup>  
**Shear**  $\tau_a = 5,5$  kg/cm<sup>2</sup>  
**Young's modulus ratio**  $24/16$

## STABILITY : D1 - All

<u>Normal Condition</u>	<u>Seismic Condition</u>
a) Stability against overturning	a) Stability against overturning
$ e  = 0,75 \text{ m} < B/6 = 0,92 \text{ m} \quad \text{OK!}$	$ e  = 1,15 \text{ m} < B/3 = 1,83 \text{ m} \quad \text{OK!}$
b) Stability against sliding	b) Stability against sliding
$F_s = 6,88 > 2,00 \quad \text{OK!}$	$F_s = 2,31 > 1,25 \quad \text{OK!}$
c) Reaction of foundation soil	c) Reaction of foundation soil
$q_1 = 27,54 \text{ t/m}^2 < q_a = 33,67 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK!}$	$q_1 = 34,41 \text{ t/m}^2 < q_{ae} = 50,50 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK!}$
$q_2 = 3,31 \text{ t/m}^2 < q_a = 33,67 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK!}$	$q_2 = 0,00 \text{ t/m}^2 < q_{ae} = 50,50 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK!}$

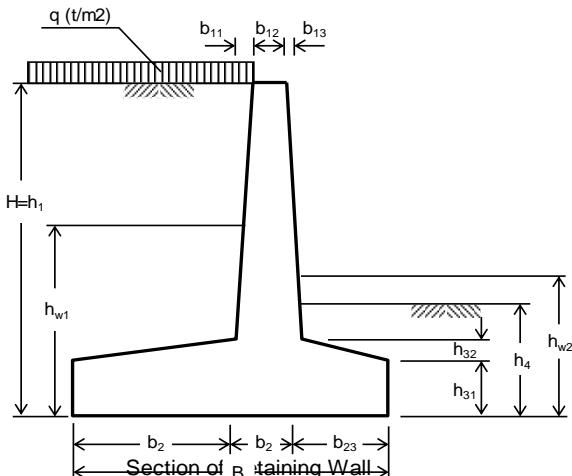
## Stressing of Reinforcement and Concrete

Name of Structure : D1 - All Location : 0		Allowable compressive stress ( $\sigma_{ca}$ ) = 60 kg/cm <sup>2</sup> Allowable tensile stress ( $\sigma_{sa}$ ) = 1850 kg/cm <sup>2</sup> Allowable shearing stress ( $\tau_a$ ) = 5,5 kg/cm <sup>2</sup> Young's modulus ratio = 24			
Normal Condition		Item Section A-A Section B-B Section C-C Section D-D b (cm) 100,0 100,0 100,0 100,0 h (cm) 419,2 200,0 150,0 150,0 d1 (cm) 7,0 back 7,0 back 7,0 lower 7,0 upper d2 (cm) 7,0 front 7,0 front 7,0 upper 7,0 lower d (cm) 412,2 193,0 143,0 143,0 M (ton m) 32 32 3 32 S (ton) 14 14 12 17			
Section of Retaining wall		Bar size and spacing (mm) Bar (As1) D 25 - 200 D 25 - 100 D 16 - 250 D 25 - 100 Bar (As2) D 16 - 250 D 16 - 125 D 16 - 250 D 16 - 250 Stress $\sigma_c$ 3 OK! 6 OK! 2 OK! 10 OK! Stress $\sigma_s$ 329 OK! 369 OK! 275 OK! 505 OK! Stress $\tau$ 0,34 OK! 0,73 OK! 0,82 OK! 1,22 OK!			
Seismic Condition		Allowable compressive stress ( $\sigma_{ca}$ ) = 90 kg/cm <sup>2</sup> Allowable tensile stress ( $\sigma_{sa}$ ) = 2775 kg/cm <sup>2</sup> Allowable shearing stress ( $\tau_a$ ) = 8,25 kg/cm <sup>2</sup> Young's modulus ratio = 16			
Section of Retaining wall		Item Section A-A Section B-B Section C-C Section D-D b (cm) 100,0 100,0 100,0 100,0 h (cm) 419,2 200,0 150,0 150,0 d1 (cm) 7,0 7,0 7,0 7,0 d2 (cm) 7,0 7,0 7,0 7,0 d (cm) 412,2 193,0 143,0 143,0 M (ton m) 49 55 4 54 S (ton) 22 24 15 27			
		Bar size and spacing (mm) Bar (As1) D 25 - 200 D 25 - 100 D 16 - 250 D 25 - 100 Bar (As2) D 16 - 250 D 16 - 125 D 16 - 250 D 16 - 250 Stress $\sigma_c$ 5 OK! 13 OK! 3 OK! 21 OK! Stress $\sigma_s$ 509 OK! 628 OK! 345 OK! 844 OK! Stress $\tau$ 0,53 OK! 1,27 OK! 1,04 OK! 1,86 OK!			

## 1. Design Data

### 1.1 Dimensions

B	=	5,50	m	H	=	8,00	m
L	=	1,00	m	(unit length)			
b <sub>11</sub>	=	1,50	m	b <sub>21</sub>	=	3,00	m
b <sub>12</sub>	=	0,50	m	b <sub>22</sub>	=	2,00	m
b <sub>13</sub>	=	0,00	m	b <sub>23</sub>	=	0,50	m
h <sub>1</sub>	=	8,00	m	h <sub>4</sub>	=	2,00	m
h <sub>31</sub>	=	1,00	m	h <sub>w1</sub>	=	-8,00	m
h <sub>32</sub>	=	0,50	m	h <sub>w2</sub>	=	-8,00	m



### 1.2 Parameters

$$q = 0,50 \text{ t/m}^2 \text{ (for normal condition)}$$

$$= 0,00 \text{ t/m}^2 \text{ (for seismic condition)}$$

$$\gamma_c = 2,40 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1,00 \text{ t/m}^3$$

#### Backfill soil

$$\gamma_{soil} = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 2,00 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0,00 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 30,00^\circ$$

$$\beta = 0,000^\circ$$

$$\alpha = 0,000^\circ \text{ (for stability analysis)}$$

$$= 12,995^\circ \text{ (for structural analysis)}$$

$$\delta = 0,000^\circ \text{ (for stability analysis in normal condition, } \delta = \beta)$$

$$= 20,00^\circ \text{ (for structural analysis in normal condition, } \delta = 2/3 \phi)$$

$$= 24,23^\circ \text{ (for stability analysis in seismic condition, see Section 2.3)}$$

$$= 15,00^\circ \text{ (for structural analysis in seismic condition, } \delta = 1/2 \phi)$$

$$\Phi = 10,204^\circ \text{ (} = \text{Arc tan}(Kh) \text{)}$$

#### Foundation soil

$$\gamma_s' = 1,00 \text{ t/m}^3 (= \gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$c_B = 0,00 \text{ t/m}^2$$

$$\phi_B = 30,00^\circ$$

$$\mu = 0,50 \text{ (Friction coefficient)}$$

$$U\mu = 1,00 \text{ (Uplift coefficient)}$$

#### Safety factor

##### Oversturning

$$\text{normal } |e| < B/6 = 0,92 \text{ m}$$

$$\text{seismic } |e| < B/3 = 1,83 \text{ m}$$

##### Sliding

$$\text{normal } fs \geq 2,00$$

$$\text{seismic } fs \geq 1,25$$

##### Reaction of foundation soil

$$\text{normal } q_{max} \leq qa$$

$$qa = qu/3$$

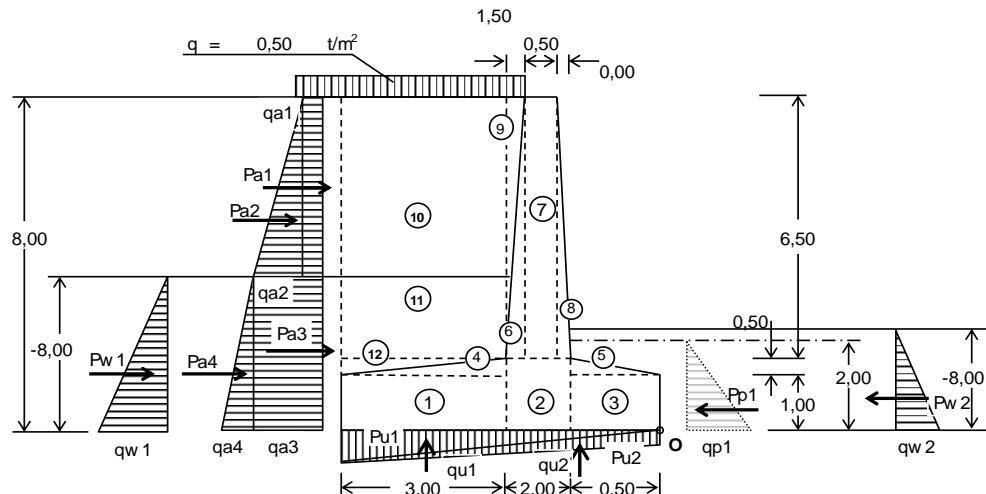
$$\text{seismic } q_{max} \leq q_{ae}$$

$$q_{ae} = qu/2$$

$$Kh = 0,18$$

## 2. Stability Calculation

### 2.1 Case 1 (Normal condition, with vertical live load)



Acting Load in Case 1

**(1) Vertical Load**

No.	Description						W	X	W x X
1	1,00	x	3,00	x	2,40		7,200	4,000	28,80
2	1,50	x	2,00	x	2,40		7,200	1,500	10,80
3	1,00	x	0,50	x	2,40		1,200	0,250	0,30
4	0,50	x	0,50	x	3,00	x	2,40	1,800	3,500
5	0,50	x	0,50	x	0,50	x	2,40	0,300	0,167
6	0,50	x	6,50	x	1,50	x	2,40	11,700	2,000
7	6,50	x	0,50	x	2,40		7,800	0,750	5,85
8	0,50	x	6,50	x	0,00	x	2,40	0,000	0,500
9	0,50	x	6,50	x	1,50	x	1,80	8,775	2,000
10	3,00	x	6,50	x	1,80		35,100	4,000	140,40
11	3,00	x	0,00	x	1,80		0,000	4,000	0,00
12	0,50	x	3,00	x	0,50	x	2,00	1,500	4,500
q	0,50	x	4,50				2,250	3,250	7,31
<b>Total (1 to q)</b>						<b>84,825</b>			<b>247,51</b>
Pu1	(8,00)	x	5,50	x	0,50	x	-1,00	22,000	3,667
Pu2	(8,00)	x	5,50	x	0,50	x	-1,00	22,000	1,833
<b>Total (1 to Pu2)</b>						<b>128,825</b>			<b>368,51</b>

**(2) Horizontal Load**

Coefficient of Active earth pressure

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha \times \cos(\alpha + \delta) \times \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin\phi}{\cos(\alpha + \delta) \times \cos\alpha}} \right]^2}$$

(for stability analysis)

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 0,000^\circ & \delta &= 0,000^\circ \\
 \cos^2(\phi - \alpha) &= 0,750 & \sin(\phi + \delta) &= 0,500 \\
 \cos^2\alpha &= 1,000 & \sin\phi &= 0,500 \\
 \cos(\alpha + \delta) &= 1,000 & \cos\alpha &= 1,000
 \end{aligned}$$

Ka = **0,333** for stability analysis

(for structural analysis)

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 12,995^\circ & \delta &= 20,000^\circ \\
 \cos^2(\phi - \alpha) &= 0,914 & \sin(\phi + \delta) &= 0,766 \\
 \cos^2\alpha &= 0,949 & \sin\phi &= 0,500 \\
 \cos(\alpha + \delta) &= 0,839 & \cos\alpha &= 0,974
 \end{aligned}$$

Ka' = **0,405** for structural analysis

Coefficient of Passive earth pressure

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos^2\alpha \times \cos(\alpha - \delta) \times \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin\phi}{\cos(\alpha - \delta) \times \cos\alpha}} \right]^2}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 0,000^\circ & \delta &= 0,000^\circ \\
 \cos^2(\phi + \alpha) &= 0,750 & \sin(\phi + \delta) &= 0,500 \\
 \cos^2\alpha &= 1,000 & \sin\phi &= 0,500 \\
 \cos(\alpha - \delta) &= 1,000 & \cos\alpha &= 1,000
 \end{aligned}$$

$$K_p = 3,000$$

$$\begin{aligned}
 qa1 &= K_a \times q &= 0,167 \text{ ton/m} \\
 qa2 &= K_a \times (h_1 - h_{w1}) \times \gamma_{soil} &= 9,600 \text{ ton/m} \\
 qa3 &= qa1 + qa2 &= 9,767 \text{ ton/m} \\
 qa4 &= K_a \times h_{w1} \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) &= -2,667 \text{ ton/m} \\
 qw1 &= h_{w1} \times \gamma_w &= -8,000 \text{ ton/m} \\
 qw2 &= h_{w2} \times \gamma_w &= -8,000 \text{ ton/m} \\
 qp1 &= K_p \times h_4 \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) &= 6,000 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

No.	Description	H	Y	H x Y
Pa1	0,167 x 16,00	2,667	0,000	0,00
Pa2	9,600 x 16,00 x 0,50	76,800	-2,667	-204,80
Pa3	9,767 x -8,00	-78,133	-4,000	312,53
Pa4	-2,667 x -8,00 x 0,50	10,667	-2,667	-28,44
Pw1	-8,000 x -8,00 x 0,50	32,000	-2,667	-85,34
Pw2	8,000 x -8,00 x 0,50	-32,000	-2,667	85,33
Pp1	-6,000 x 2,00 x 0,50	-6,000	0,667	-4,00
Total		6,000		75,28

### (3) Stability Calculation

#### a) Stability against overturning

##### a) -1 Without Uplift

$$B = 5,50 \text{ m}$$

$$X = \frac{\Sigma W \times X - \Sigma H \times Y}{\Sigma W} = \frac{247,51 - 75,28}{84,825} = 2,030 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{5,50}{2} - 2,030 = 0,720 \text{ m} < B/6 = 0,917 \text{ m} \quad \text{OK!}$$

##### a) -2 With Uplift

$$B = 5,50 \text{ m}$$

$$X = \frac{\Sigma W \times X - \Sigma H \times Y}{\Sigma W} = \frac{368,51 - 75,28}{128,825} = 2,276 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{5,50}{2} - 2,276 = 0,474 \text{ m} < B/6 = 0,917 \text{ m} \quad \text{OK!}$$

#### b) Stability against sliding

##### b)-1 Without Uplift

$$\text{Sliding force : } \Sigma H = 6,000 \text{ ton}$$

$$\text{Resistance : } HR = \mu \times \Sigma W = 0,50 \times 84,825 = 42,413 \text{ ton}$$

$$(\text{friction coefficient : } \mu = 0,50)$$

$$Fs = \frac{HR}{\Sigma H} = \frac{42,413}{6,000} = 7,069 > 2,00 \quad \text{OK!}$$

##### b)-2 With Uplift

$$\text{Sliding force : } \Sigma H = 6,000 \text{ ton}$$

$$\text{Resistance : } HR = \mu \times \Sigma W = 0,50 \times 128,825 = 64,413 \text{ ton}$$

$$(\text{friction coefficient : } \mu = 0,5)$$

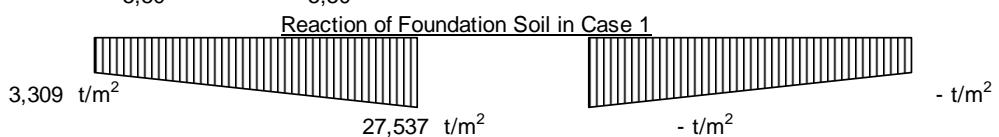
$$Fs = \frac{HR}{\Sigma H} = \frac{64,413}{6,000} = 10,735 > 2,00 \quad \text{OK!}$$

## c) Reaction of foundation soil

$$q_{1,2} = \frac{\sum W}{B} \times \left(1 \pm \frac{6 \times e}{B}\right)$$

$$q_1 = \frac{84,825}{5,50} \times \left(1 + \frac{6 \times 0,720}{5,50}\right) = 27,537 \text{ t/m}^2 < q_a = 33,667 \text{ t/m}^2 \text{ OK!}$$

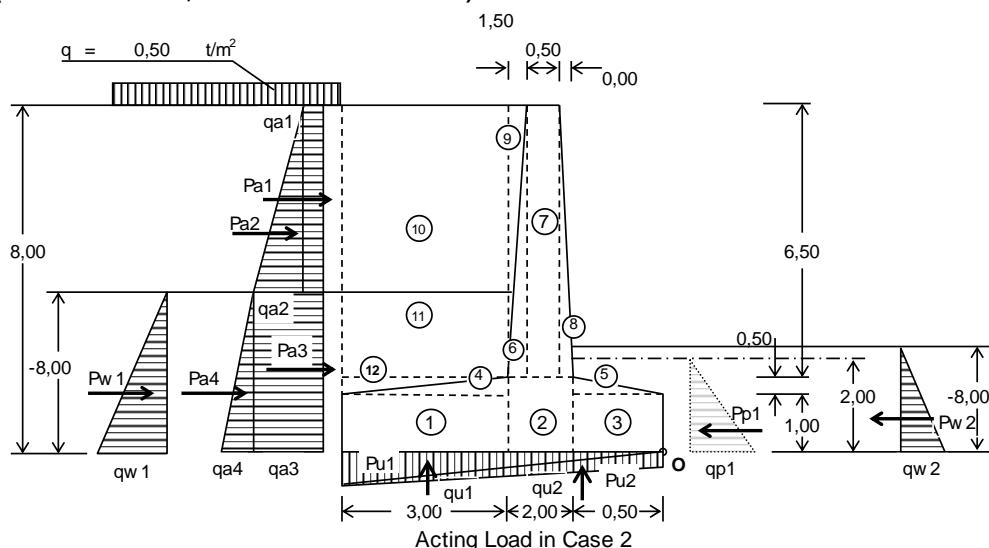
$$q_2 = \frac{84,825}{5,50} \times \left(1 - \frac{6 \times 0,720}{5,50}\right) = 3,309 \text{ t/m}^2 < q_a = 33,667 \text{ t/m}^2 \text{ OK!}$$



in case,  $e \geq 0$   
(applicable)

in case,  $e < 0$   
(not applicable)

## 2.2 Case 2 (Normal condition, without vertical live load)



## (1) Vertical Load

No.	Description					W	X	W x X		
1	1,00	x	3,00	x	2,40	7,200	4,000	28,80		
2	1,50	x	2,00	x	2,40	7,200	1,500	10,80		
3	1,00	x	0,50	x	2,40	1,200	0,250	0,30		
4	0,50	x	0,50	x	3,00	1,800	3,500	6,30		
5	0,50	x	0,50	x	0,50	0,300	0,167	0,05		
6	0,50	x	6,50	x	1,50	11,700	2,000	23,40		
7	6,50	x	0,50	x	2,40	7,800	0,750	5,85		
8	0,50	x	6,50	x	0,00	0,000	0,500	0,00		
9	0,50	x	6,50	x	1,50	x	1,80	8,775	2,000	17,55
10	3,00	x	6,50	x	1,80	35,100	4,000	140,40		
11	3,00	x	0,00	x	1,80	0,000	4,000	0,00		
12	0,50	x	3,00	x	0,50	x	2,00	1,500	4,500	6,75
<b>Total (1 to 12)</b>					<b>82,575</b>		<b>240,20</b>			
Pu1	(8,00)	x	5,50	x	0,50	x	-1,00	22,000	3,667	80,67
Pu2	(8,00)	x	5,50	x	0,50	x	-1,00	22,000	1,833	40,33
<b>Total (1 to Pu2)</b>					<b>126,575</b>		<b>361,20</b>			

**(2) Horizontal Load**

Coefficient of Active earth pressure

Ka = **0,333** (for stability analysis)Ka' = **0,405** (for structural analysis)

Coefficient of Passive earth pressure

Kp = **3,000**

qa1 = Ka x q = 0,167 ton/m

qa2 = Ka x (h1 - h<sub>w1</sub>) x γ<sub>soil</sub> = 9,600 ton/m

qa3 = qa1 + qa2 = 9,767 ton/m

qa4 = Ka x h<sub>w1</sub> x (γ<sub>sat</sub> - γ<sub>w</sub>) = -2,667 ton/mqw1 = h<sub>w1</sub> x γ<sub>w</sub> = -8,000 ton/mqw2 = h<sub>w2</sub> x γ<sub>w</sub> = -8,000 ton/mqp1 = Kp x h<sub>4</sub> x (γ<sub>sat</sub> - γ<sub>w</sub>) = 6,000 ton/m

No.	Description	H	Y	H x Y
Pa1	0,167 x 16,00	2,667	0,000	0,00
Pa2	9,600 x 16,00 x 0,50	76,800	-2,667	-204,80
Pa3	9,767 x -8,00	-78,133	-4,000	312,53
Pa4	-2,667 x -8,00 x 0,50	10,667	-2,667	-28,44
Pw1	-8,000 x -8,00 x 0,50	32,000	-2,667	-85,34
Pw2	8,000 x -8,00 x 0,50	-32,000	-2,667	85,33
Pp1	-6,000 x 2,00 x 0,50	-6,000	0,667	-4,00
<b>Total</b>		<b>6,000</b>		<b>75,28</b>

**(3) Stability Calculation****a) Stability against overturning**

a)-1 Without Uplift

B = 5,50 m

$$X = \frac{\Sigma W \times X - \Sigma H \times Y}{\Sigma W} = \frac{240,20 - 75,28}{82,575} = 1,997 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{5,50}{2} - 1,997 = 0,753 \text{ m} < B/6 = 0,917 \text{ m} \quad \text{OK !}$$

a)-2 With Uplift

B = 5,50 m

$$X = \frac{\Sigma W \times X - \Sigma H \times Y}{\Sigma W} = \frac{361,20 - 75,28}{126,575} = 2,259 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{5,50}{2} - 2,259 = 0,491 \text{ m} < B/6 = 0,917 \text{ m} \quad \text{OK !}$$

**b) Stability against sliding**

## b)-1 without Uplift Pressure

Sliding force :  $\Sigma H = 6,000$  ton

Resistance :  $HR = \mu \times \Sigma W = 0,50 \times 82,575 = 41,288$  ton

(friction coefficient :  $\mu = 0,5$  )

$$Fs = \frac{HR}{\Sigma H} = \frac{41,288}{6,000} = 6,88 > 2,00 \quad \text{OK !}$$

## b)-2 with Uplift Pressure

Sliding force :  $\Sigma H = 6,000$  ton

Resistance :  $HR = \mu \times \Sigma W = 0,50 \times 126,575 = 63,288$  ton

(friction coefficient :  $\mu = 0,5$  )

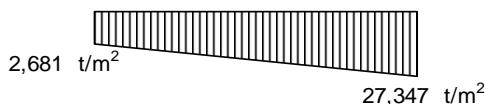
$$Fs = \frac{HR}{\Sigma H} = \frac{63,288}{6,000} = 10,55 > 2,00 \quad \text{OK !}$$

**c) Reaction of foundation soil**

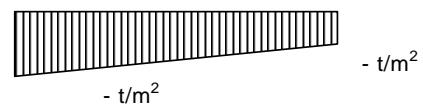
$$q_{1,2} = \frac{\Sigma W}{B} \times \left(1 \pm \frac{6 \times e}{B}\right)$$

$$q_1 = \frac{82,575}{5,50} \times \left(1 + \frac{6 \times 0,753}{5,50}\right) = 27,347 \text{ t/m}^2 < q_a = 33,667 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK !}$$

$$q_2 = \frac{82,575}{5,50} \times \left(1 - \frac{6 \times 0,753}{5,50}\right) = 2,681 \text{ t/m}^2 < q_a = 33,667 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK !}$$

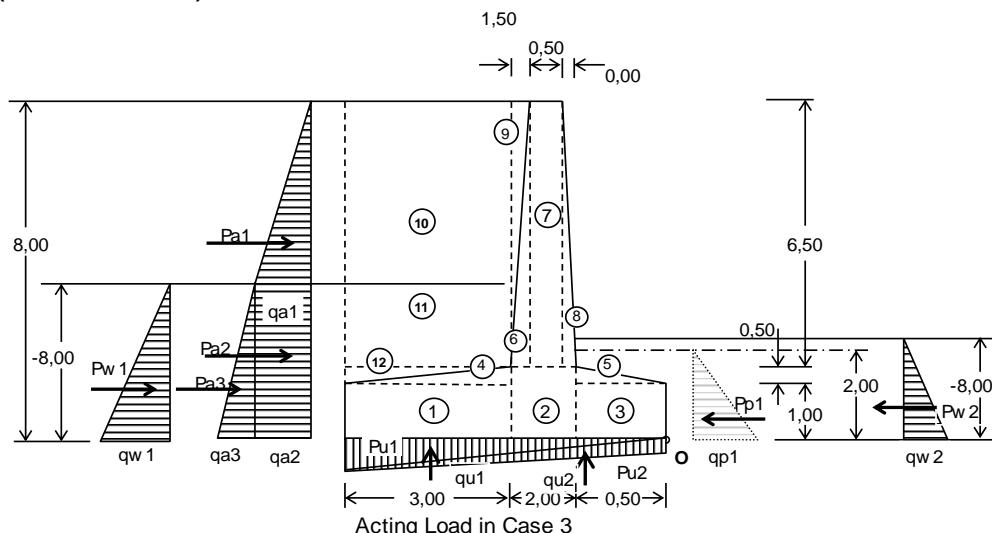


in case,  $e \geq 0$   
(applicable)



in case,  $e < 0$   
(not applicable)

Reaction of Foundation Soil in Case 2

**2.3 Case 3 (Seismic condition)**

(1) Vertical Load = Same as Case 2

(2) Horizontal Load

$$\begin{array}{llll} \phi & = & 30,00^\circ & \alpha = 0,000^\circ \text{ (for stability analysis)} \\ \beta & = & 0,00^\circ & \alpha = 12,995^\circ \text{ (for structural analysis)} \\ q & = & 0,00 \text{ t/m}^2 & \text{(for seismic condition)} \end{array} \quad \begin{array}{ll} \Phi & = 10,204^\circ \\ (\Phi = \text{Arc tan}(Kh)) & \\ Kh & = 0,18 \end{array}$$

Coefficient of Active earth pressure

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\phi-\Phi-\alpha)}{\cos\Phi \times \cos^2\alpha \times \cos(\alpha+\delta+\Phi) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta) \times \sin(\phi-\beta-\Phi)}{\cos(\alpha+\delta+\Phi) \times \cos(\alpha-\beta)}} \right]^2}$$

(for stability analysis)

$$\alpha = 0,000^\circ \quad \delta = 24,23^\circ$$

$$\tan \delta = \frac{\sin \phi \sin (\Phi + \Delta - \beta)}{1 - \sin \phi \cos (\Phi + \Delta - \beta)}$$

$$\sin \Delta = \frac{\sin (\Phi + \beta)}{\sin \phi}$$

$$\sin (\Phi + \beta) = 0,177 \quad \sin \phi = 0,500$$

$$\sin \Delta = 0,354 \quad \text{then} \quad \Delta = 20,73$$

$$\sin(\Phi+\Delta-\beta) = 0,514 \quad \cos(\Phi+\Delta-\beta) = 0,858$$

$$\tan \delta = 0,450$$

$$\cos^2(\phi-\Phi-\alpha) = 0,885 \quad \sin(\phi+\delta) = 0,811$$

$$\cos\Phi = 0,984 \quad \sin(\phi-\beta-\Phi) = 0,339$$

$$\cos^2\alpha = 1,000 \quad \cos(\alpha-\beta) = 1,000$$

$$\cos(\alpha+\delta+\Phi) = 0,825$$

$$K_{ae} = 0,438 \quad \text{(for stability analysis)}$$

(for structural analysis)

$$\alpha = 12,995^\circ \quad \delta = 15,00^\circ$$

$$\cos^2(\phi-\Phi-\alpha) = 0,986 \quad \sin(\phi+\delta) = 0,707$$

$$\cos\Phi = 0,984 \quad \sin(\phi-\beta-\Phi) = 0,339$$

$$\cos^2\alpha = 0,949 \quad \cos(\alpha-\beta) = 0,974$$

$$\cos(\alpha+\delta+\Phi) = 0,786$$

$$K_{ae} = 0,552 \quad \text{(for structural analysis)}$$

Coefficient of Passive earth pressure

$$K_{pe} = \frac{\cos^2(\phi-\Phi+\alpha)}{\cos\Phi \times \cos^2\alpha \times \cos(\alpha+\delta-\Phi) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi-\delta) \times \sin(\phi+\beta-\Phi)}{\cos(\alpha+\delta-\Phi) \times \cos(\alpha-\beta)}} \right]^2}$$

$$\alpha = 0,000^\circ \quad \delta = 24,23^\circ$$

$$\cos^2(\phi-\Phi+\alpha) = 0,885 \quad \sin(\phi-\delta) = 0,101$$

$$\cos\Phi = 0,984 \quad \sin(\phi+\beta-\Phi) = 0,339$$

$$\cos^2\alpha = 1,000 \quad \cos(\alpha-\beta) = 1,000$$

$$\cos(\alpha+\delta-\Phi) = 0,970$$

$$K_{pe} = 1,406$$

$$\begin{aligned}
 qa1 &= Kae \times (h_1 - h_{w1}) \times \gamma_{soil} &= 12,614 \text{ ton/m} \\
 qa2 &= qa2 &= 12,614 \text{ ton/m} \\
 qa3 &= Kae \times h_{w1} \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) &= -3,504 \text{ ton/m} \\
 qw1 &= h_{w1} \times \gamma_w &= -8,000 \text{ ton/m} \\
 qw2 &= h_{w2} \times \gamma_w &= -8,000 \text{ ton/m} \\
 qp1 &= Kp \times h_4 \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) &= 2,812 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

No.	Description			H	Y	H x Y		
1	0,18	x	7,20	1,296	0,500	0,65		
2	0,18	x	7,20	1,296	0,750	0,97		
3	0,18	x	1,20	0,216	0,500	0,11		
4	0,18	x	1,80	0,324	1,167	0,38		
5	0,18	x	0,30	0,054	1,167	0,06		
6	0,18	x	11,70	2,106	3,667	7,72		
7	0,18	x	7,80	1,404	4,750	6,67		
8	0,18	x	0,00	0,000	3,667	0,00		
Pw1	0,50	x	-8,00	32,000	-2,667	-85,33		
Pw2	0,50	x	8,00	-32,000	-2,667	85,33		
Pa1	0,50	x	12,61	x	100,915	-2,667	-269,11	
pa2	12,61	x	-8,00		-100,915	-4,000	403,66	
Pa3	0,50	x	-3,504	x	-8,00	14,016	-2,667	-37,38
Pp1	-2,812	x	2,00	x	0,50	-2,812	2,000	-5,62
Total				17,900		108,11		

### (3) Stability Calculation

#### a) Stability against overturning

a)-1 Without Uplift

$$B = 5,50 \text{ m}$$

$$X = \frac{\Sigma W \times X - \Sigma H \times Y}{\Sigma W} = \frac{240,20 - 108,11}{82,575} = 1,600 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{5,50}{2} - 1,600 = 1,150 \text{ m} < B/3 = 1,833 \text{ m} \quad \text{OK!}$$

a)-2 With Uplift

$$B = 5,50 \text{ m}$$

$$X = \frac{\Sigma W \times X - \Sigma H \times Y}{\Sigma W} = \frac{361,20 - 108,11}{126,575} = 2,000 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{5,50}{2} - 2,000 = 0,750 \text{ m} < B/3 = 1,833 \text{ m} \quad \text{OK!}$$

#### b) Stability against sliding

b)-1 Without Uplift

$$\text{Sliding force : } \Sigma H = 17,900 \text{ ton}$$

$$\text{Resistance : } HR = \mu \times \Sigma W = 0,50 \times 82,575 = 41,288 \text{ ton}$$

(friction coefficient :  $\mu = 0,50$  )

$$Fs = \frac{HR}{\Sigma H} = \frac{41,288}{17,900} = 2,31 > 1,25 \quad \text{OK!}$$

## b)-2 With Uplift

$$\text{Sliding force : } \Sigma H = 17,900 \text{ ton}$$

$$\text{Resistance : } HR = \mu \times \Sigma W = 0,50 \times 126,575 = 63,288 \text{ ton}$$

(friction coefficient :  $\mu = 0,50$  )

$$F_s = \frac{HR}{\Sigma H} = \frac{63,288}{17,900} = 3,54 > 1,25 \quad \text{OK !}$$

## c) Reaction of foundation soil

c-1) in case,  $|e| \leq B/6$  (not applicable)

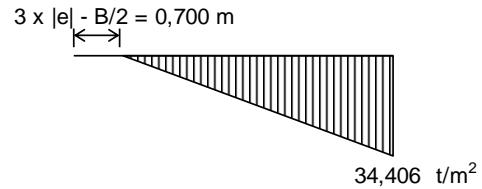
$$q_{1,2} = \frac{\Sigma W}{B} \times \left(1 \pm \frac{6 \times e}{B}\right)$$

$$q_1 = \frac{\Sigma W}{B} \times \frac{6 \times e}{B} = - t/m^2 \quad qae = - t/m^2$$

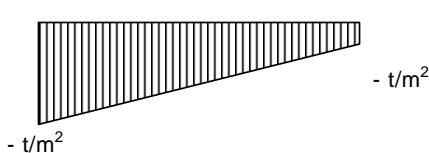
$$q_2 = \frac{\Sigma W}{B} \times \frac{6 \times e}{B} = - t/m^2 \quad qae = - t/m^2$$

c-2) in case,  $B/6 < |e| \leq B/3$  (applicable)

$$q_{1'} = \frac{2 \times \Sigma W}{3 \times (B/2 - |e|)} = \frac{2 \times 82,575}{3 \times 1,600} = 34,406 \text{ t/m}^2 < qae = 50,500 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK !}$$

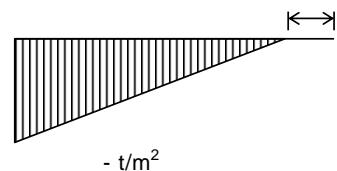


in case,  $e \geq 0$  and  $e \leq B/6$   
(not applicable)



in case,  $e < 0$  and  $|e| \leq B/6$   
(not applicable)

in case,  $e \geq 0$  and  $B/6 < e \leq B/3$   
(applicable)



in case,  $e < 0$  and  $B/6 < |e| \leq B/3$   
(not applicable)

## Reaction of Foundation Soil in Case 3

## 2.4 Bearing Capacity of soil

## (1) Design Data

$$\phi_B = 30,00^\circ \quad c_B = 0,00 \text{ t/m}^2 \quad \gamma_s' = 1,00 \text{ t/m}^3 (= \gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$B = 5,50 \text{ m} \quad z = 2,00 \text{ m} \quad L = 1,00 \text{ m (unit length)}$$

**(2) Ultimate Bearing Capacity of soil, (qu)**

Calculation of ultimate bearing capacity will be obtained by applying the following Terzaghi's formula :

$$qu = (\alpha \times c \times Nc) + (\gamma_{soil} \times z \times Nq) + (\beta \times \gamma_{soil} \times B \times N\gamma)$$

**Shape factor (Table 2.5 of KP-06)**

$$\alpha = 1,00 \quad \beta = 0,50$$

Shape of footing : 1 (strip)

Shape of footing	$\alpha$	$\beta$
1 strip	1,00	0,50
2 square	1,30	0,40
3 rectangular, $B \times L$	1,13	0,40
$(B \leq L)$	$(= 1,09 + 0,21 B/L)$	
$(B > L)$	$(= 1,09 + 0,21 L/B)$	
4 circular, diameter = B	1,30	0,30

**Bearing capacity factor (Figure 2.3 of KP-06, by Capper)**

$$Nc = 36,0 \quad Nq = 23,0 \quad N\gamma = 20,0$$

$\phi$	$Nc$	$Nq$	$N\gamma$
0	5,7	0,0	0,0
5	7,0	1,4	0,0
10	9,0	2,7	0,2
15	12,0	4,5	2,3
20	17,0	7,5	4,7
25	24,0	13,0	9,5
30	36,0	23,0	20,0
35	57,0	44,0	41,0
37	70,0	50,0	55,0
39 >	82,0	50,0	73,0

$$(\alpha \times c \times Nc) = 0,000$$

$$(\gamma_{soil} \times z \times Nq) = 46,000$$

$$(\beta \times \gamma_{soil} \times B \times N\gamma) = 55,000$$

$$qu = 101,000 \text{ t/m}^2$$

**(3) Allowable Bearing Capacity of soil, (qa)**

$$qa = qu / 3 = 33,667 \text{ t/m}^2 \quad (\text{safety factor} = 3, \text{ normal condition})$$

$$qae = qu / 2 = 50,500 \text{ t/m}^2 \quad (\text{safety factor} = 2, \text{ seismic condition})$$

**(4) Distribution vertical load to wooden pile, (Vp)**

**(Not applicable for this Project)**

**a) Normal condition**

$$Ws = \frac{qa \times B}{(1 + (6 \times e)/B)} = 104 \text{ ton}$$

$$Vp = W - Ws = -19 \text{ ton} \quad (\text{Wooden pile: not necessary})$$

**b) Seismic condition**

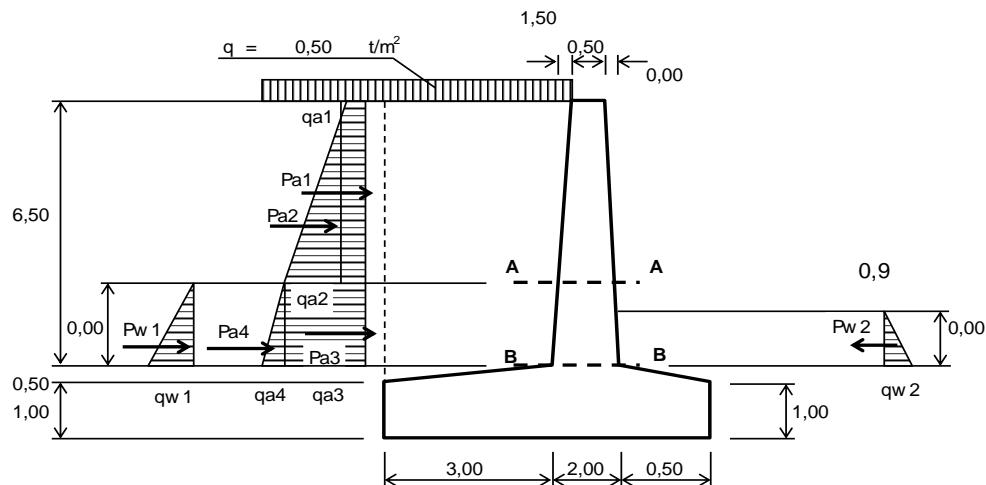
$$Ws = \frac{qae \times B}{(1 + (6 \times e)/B)} = 123 \text{ ton}$$

$$Vp = W - Ws = -38 \text{ ton} \quad (\text{Wooden pile: not necessary})$$

### 3. Structure Calculation

#### 3.1 Normal Condition

##### (1) Wall



Load Diagram on Wall in Normal Condition

$$K_a = 0,405$$

$$\alpha = 12,995^\circ$$

$$\delta = 20,00^\circ$$

$$\cos(\alpha+\delta) = 0,839$$

$$K_{ha} = K_a \times \cos(\alpha+\delta) = 0,339$$

##### a) Section A - A

$$h = 6,50 \text{ m}$$

$$qa1 = K_{ha} \times q = 0,170 \text{ ton/m}$$

$$qa2 = K_{ha} \times h \times \gamma_{soil} = 3,969 \text{ ton/m}$$

No.	Description	Ha	Y (from A-A)	Ha x Y
Pa1	0,170 x 6,50	1,103	3,250	3,583
Pa2	3,969 x 6,50 x 0,50	12,901	2,167	27,951
Total		14,003		31,535

$$Sa = 14,003 \text{ ton}$$

$$Ma = 31,535 \text{ ton m}$$

##### b) Section B - B

$$h = 6,50 \text{ m} \quad h_{w1} = 0,00 \text{ m} \quad h_{w2} = 0,00 \text{ m}$$

$$qa1 = K_{ha} \times q = 0,170 \text{ ton/m}$$

$$qa2 = K_{ha} \times h \times \gamma_{soil} = 3,969 \text{ ton/m}$$

$$qa3 = qa1 + qa2 = 4,139 \text{ ton/m}$$

$$qa4 = K_{ha} \times h_{w2} \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) = 0,000 \text{ ton/m}$$

$$qw1 = h_{w1} \times \gamma_w = 0,000 \text{ ton/m}$$

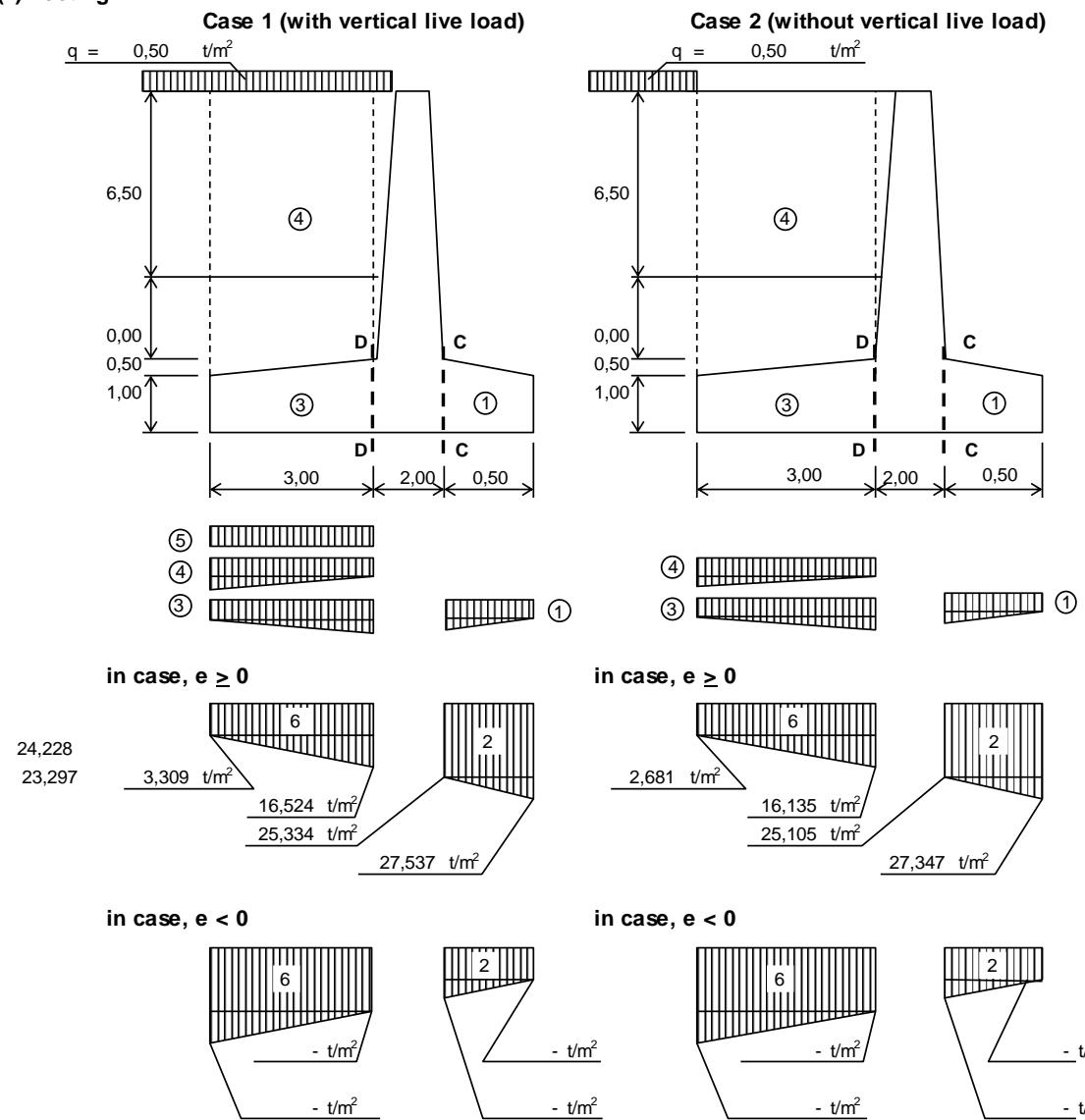
$$qw2 = h_{w2} \times \gamma_w = 0,000 \text{ ton/m}$$

No.	Description	Hb	Y (from B-B)	Ha x Y
Pa1	0,170 x 6,50	1,103	3,250	3,583
Pa2	3,969 x 6,50 x 0,50	12,901	2,167	27,951
Pa3	4,139 x 0,00	0,000	0,000	0,000
Pa4	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw1	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw2	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Total		14,003		31,535

$$Sb = 14,003 \text{ ton}$$

$$Mb = 31,535 \text{ ton m}$$

## (2) Footing



## a) Section C - C

## Case 1 (with vertical live load)

No.	Description	Hc	X (from C-C)	Hc x X
1	1,000 x 0,50 x 2,40	1,200	0,250	0,300
	0,500 x 0,50 x 2,40 x 0,50	0,300	0,167	0,050
2	-25,334 x 0,50	-12,667	0,250	-3,167
	-2,203 x 0,50 x 0,50	-0,551	0,333	-0,184
Total		-11,718		-3,000

## Case 2 (without vertical live load)

No.	Description	Hc	X (from C-C)	Hc x X
1	1,000 x 0,50 x 2,40	1,200	0,250	0,300
	0,500 x 0,50 x 2,40 x 0,50	0,300	0,167	0,050
2	-25,105 x 0,50	-12,552	0,250	-3,138
	-2,242 x 0,50 x 0,50	-0,561	0,333	-0,187
Total		-11,613		-2,975

$$\begin{array}{ll} \text{Case 1} & S_c = -11,718 \text{ ton} \\ \text{Case 2} & S_c = -11,613 \text{ ton} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} M_c = -3,000 \text{ ton m} \\ M_c = -2,975 \text{ ton m} \end{array}$$

## b) Section D - D

## Case 1 (with vertical live load)

No.	Description				Hd	X (from D-D)	Hd x Y
3	1,000 x 3,00	x	2,40		7,200	1,500	10,800
	0,500 x 3,00	x	2,40	x 0,50	1,800	1,000	1,800
4	6,500 x 3,00	x	1,80		35,100	1,500	52,650
	0,000 x 3,00	x	2,00		0,000	1,500	0,000
5	0,500 x 3,00	x	2,00	x 0,50	1,500	2,000	3,000
	0,500 x 3,00				1,500	1,500	2,250
6	-3,309 x 3,00				-9,927	1,500	-14,891
	-13,215 x 3,00	x	0,50		-19,823	1,000	-19,823
Total					17,350		35,787

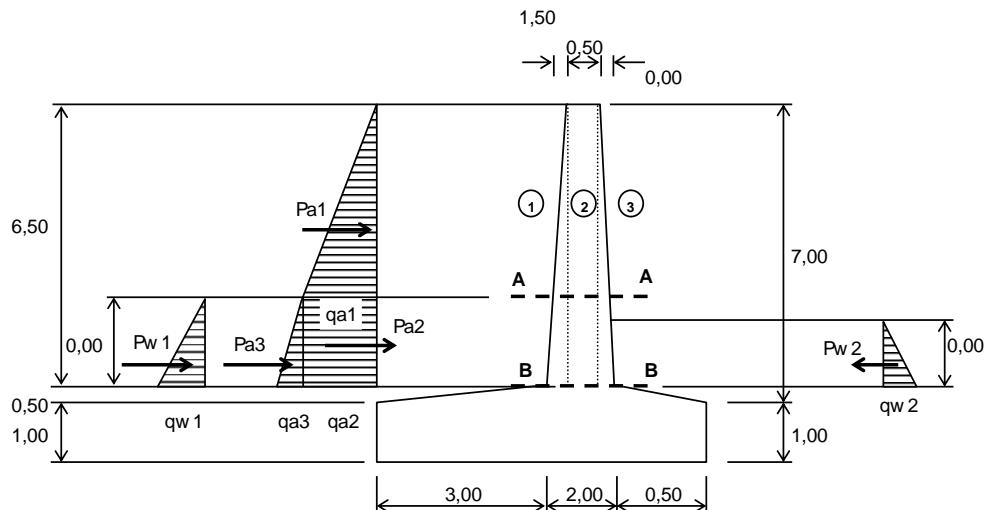
## Case 2 (without vertical live load)

No.	Description				Hd	X (from D-D)	Hd x Y
3	1,000 x 3,00	x	2,40		7,200	1,500	10,800
	0,500 x 3,00	x	2,40	x 0,50	1,800	1,000	1,800
4	6,500 x 3,00	x	1,80		35,100	1,500	52,650
	0,000 x 3,00	x	2,00		0,000	1,500	0,000
6	0,500 x 3,00	x	2,00	x 0,50	1,500	2,000	3,000
	-2,681 x 3,00				-8,043	1,500	-12,065
Total					17,376		36,004

Case 1      Sd = 17,350 ton      Md = 35,787 ton m  
 case 2      Sd = 17,376 ton      Md = 36,004 ton m

## 3.2 Seismic Condition

## (1) Wall



Load diagram on Wall for Seismic case

$$Kae = 0,552$$

$$\alpha = 12,995^\circ$$

$$\delta = 15,00^\circ$$

$$\cos(\alpha+\delta) = 0,883$$

$$K_{hea} = Kae \times \cos(\alpha+\delta) = 0,487 \quad K_h = 0,18$$

**a) Section A - A**

$$h = 6,50 \text{ m}$$

$$qa1 = K_{hae} \times h \times \gamma_{soil} = 5,703 \text{ t/m}$$

No.	Description	Hae	Y (from A-A)	Hae x Y
1	0,500 x 6,500 x 1,500 x 2,400 x 0,180	2,106	2,167	4,563
2	6,500 x 0,500 x 2,400 x 0,180	1,404	3,250	4,563
3	0,500 x 6,500 x 0,000 x 2,400 x 0,180	0,000	2,167	0,000
Pa1	5,703 x 6,500 x 0,500	18,534	2,167	40,156
Total		22,044		49,282

$$Sae = 22,044 \text{ ton}$$

$$Mae = 49,282 \text{ ton m}$$

**b) Section B - B**

$$h = 6,50 \text{ m} \quad h_{w1} = 0,00 \text{ m} \quad h_{w2} = 0,00 \text{ m}$$

$$qa1 = K_{hae} \times h \times \gamma_{soil} = 6,458 \text{ t/m}$$

$$qa2 = qa1 = 6,458 \text{ t/m}$$

$$qa3 = K_{hae} \times h_{w1} \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) = 0,000 \text{ t/m}$$

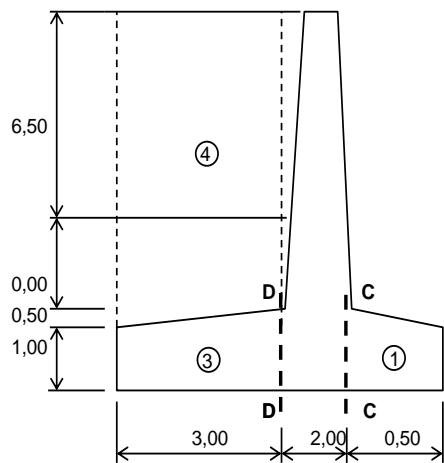
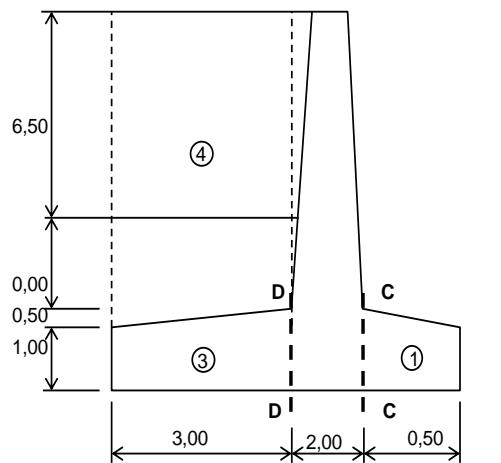
$$qw1 = h_{w1} \times \gamma_w = 0,000 \text{ ton/m}$$

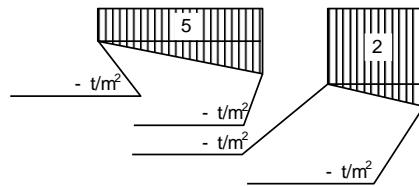
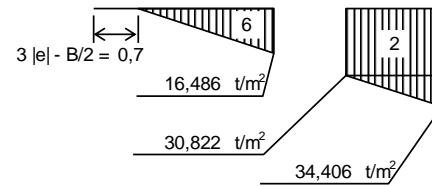
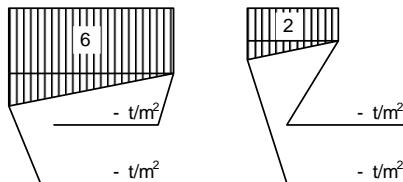
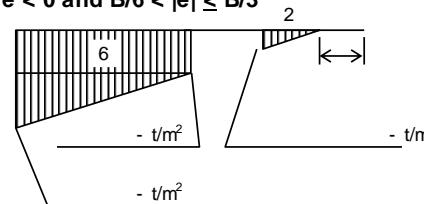
$$qw2 = h_{w2} \times \gamma_w = 0,000 \text{ ton/m}$$

No.	Description	Hbe	Y (from B-B)	Hbe x Y
Pa1	6,458 x 6,50 x 0,50	20,990	2,167	45,478
Pa2	6,458 x 0,00	0,000	0,000	0,000
Pa3	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw1	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw2	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
1	0,500 x 6,50 x 1,50 x 2,40 x 0,18	2,106	2,167	4,563
2	6,500 x 0,50 x 2,40 x 0,18	1,404	3,250	4,563
3	0,500 x 6,50 x 0,00 x 2,40 x 0,18	0,000	2,167	0,000
Total		24,500		54,604

$$Sbe = 24,500 \text{ ton}$$

$$Mbe = 54,604 \text{ ton m}$$

**(2) Footing**in case,  $e \leq B/6$ in case,  $B/6 < e \leq B/3$ 

in case,  $e \geq 0$  and  $e < B/6$ in case,  $e \geq 0$  and  $B/6 < e \leq B/3$ in case,  $e < 0$  and  $|e| < B/6$ in case,  $e < 0$  and  $B/6 < |e| \leq B/3$ 

Load Diagram on Footing in Seismic Case

## a) Section C - C

No.	Description	Hce	X (from C-C)	Hce x X
1	1,000 x 0,50 x 2,40	1,200	0,250	0,300
	0,500 x 0,50 x 2,40 x 0,50	0,300	0,167	0,050
2	-30,822 x 0,50	-15,411	0,250	-3,853
	-3,584 x 0,50 x 0,50	-0,896	0,333	-0,299
Total		-14,807		-3,801

Sce = -14,807 ton      Mce = -3,801 ton m

## b) Section D - D

No.	Description	Hde	X (from D-D)	Hde x X
3	1,000 x 3,00 x 2,40	7,200	1,500	10,800
	0,500 x 3,00 x 2,40 x 0,50	1,800	1,000	1,800
4	6,500 x 3,00 x 1,80	35,100	1,500	52,650
	0,500 x 3,00 x 2,00 x 0,50	1,500	2,000	3,000
5	0,000 x 0,00	0,000	0,000	0,000
	-16,486 x 2,30 x 0,50	-18,959	0,767	-14,535
Total		26,641		53,715

Sde = 26,641 ton      Mde = 53,715 ton m

## 3.3 Design Bending Moment and Shear Force

## (1) Bending moment and shear force in each case

Description	Bending Moment			Shear Force		
	Normal		Seismic	Normal		Seismic
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3
Section A - A	31,535	31,535	49,282	14,003	14,003	22,044
Section B - B	31,535	31,535	54,604	14,003	14,003	24,500
Section C - C	3,000	2,975	3,801	11,718	11,613	14,807
Section D - D	35,787	36,004	53,715	17,350	17,376	26,641

## (2) Design bending moment and shear force

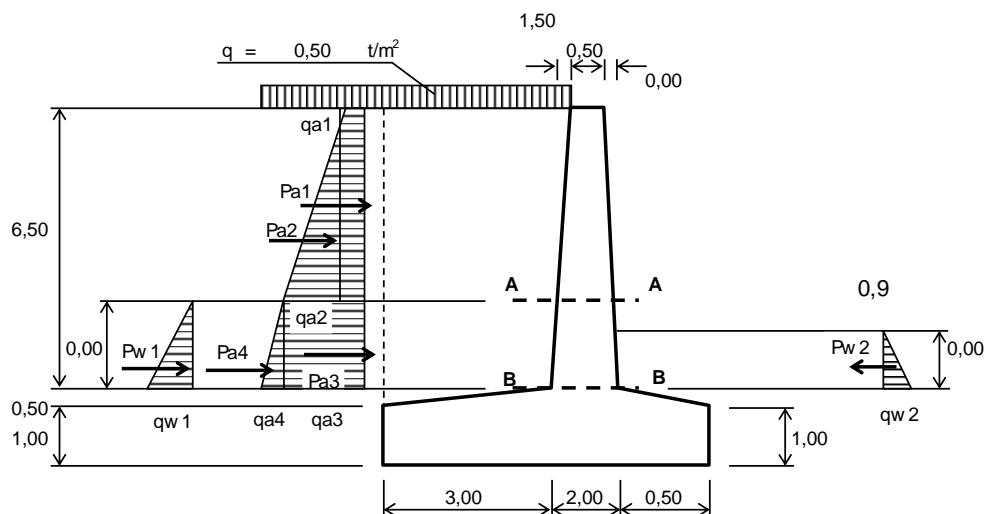
Description	Bending Moment		Shear Force	
	Normal	Seismic	Normal	Seismic
Section A - A	31,535	49,282	14,003	22,044
Section B - B	31,535	54,604	14,003	24,500
Section C - C	3,000	3,801	11,718	14,807
Section D - D	31,535	53,715	17,376	26,641

Notes: - Moment at Section C-C  $\leq$  Moment at Section B-B  
- Moment at Section D-D  $\leq$  Moment at Section B-B

## 3. Structure Calculation

## 3.1 Normal Condition

## (1) Wall



Load Diagram on Wall in Normal Condition

$$K_a = 0,405$$

$$\alpha = 12,995^\circ$$

$$\delta = 20,00^\circ$$

$$\cos(\alpha+\delta) = 0,839$$

$$K_{ha} = K_a \times \cos(\alpha+\delta) = 0,339$$

## a) Section A - A

$$h = 6,50 \text{ m}$$

$$qa1 = K_{ha} \times q = 0,170 \text{ ton/m}$$

$$qa2 = K_{ha} \times h \times \gamma_{soil} = 3,969 \text{ ton/m}$$

No.	Description	Ha	Y (from A-A)	Ha x Y
Pa1	0,170 x 6,50	1,103	3,250	3,583
Pa2	3,969 x 6,50 x 0,50	12,901	2,167	27,951
Total		14,003		31,535

$$Sa = 14,003 \text{ ton}$$

$$Ma = 31,535 \text{ ton m}$$

## b) Section B - B

$$\begin{aligned}
 h &= 6,50 \text{ m} & h_{w1} &= 0,00 \text{ m} & h_{w2} &= 0,00 \text{ m} \\
 qa1 &= K_{ha} \times q & & & & = 0,170 \text{ ton/m} \\
 qa2 &= K_{ha} \times h \times \gamma_{soil} & & & & = 3,969 \text{ ton/m} \\
 qa3 &= qa1 + qa2 & & & & = 4,139 \text{ ton/m} \\
 qa4 &= K_{ha} \times h_{w2} \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) & & & & = 0,000 \text{ ton/m} \\
 qw1 &= h_{w1} \times \gamma_w & & & & = 0,000 \text{ ton/m} \\
 qw2 &= h_{w2} \times \gamma_w & & & & = 0,000 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

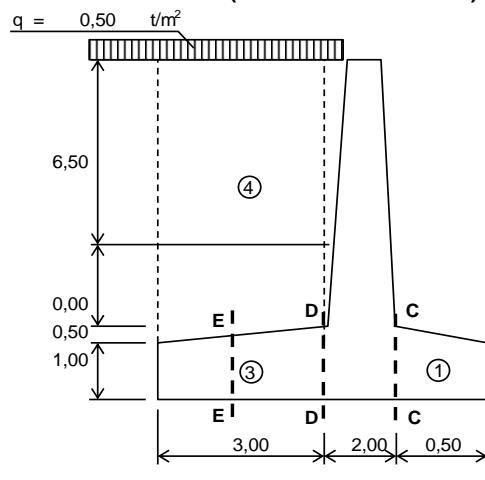
No.	Description	Hb	Y (from B-B)	Ha x Y
Pa1	0,170 x 6,50	1,103	3,250	3,583
Pa2	3,969 x 6,50 x 0,50	12,901	2,167	27,951
Pa3	4,139 x 0,00	0,000	0,000	0,000
Pa4	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw1	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw2	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Total		14,003		31,535

Sb = 14,003 ton

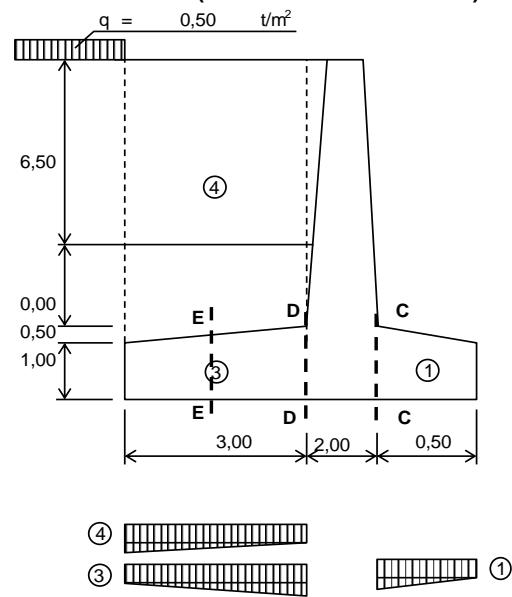
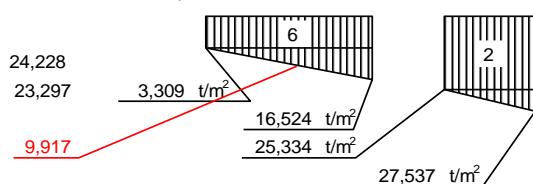
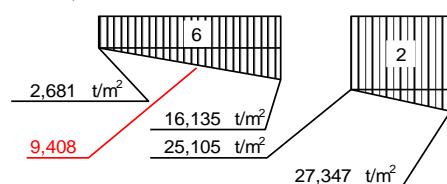
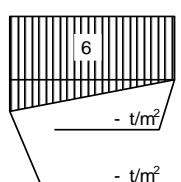
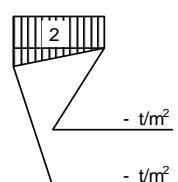
Mb = 31,535 ton m

## (2) Footing

## Case 1 (with vertical live load)



## Case 2 (without vertical live load)

in case,  $e \geq 0$ in case,  $e \geq 0$ in case,  $e < 0$ in case,  $e < 0$ 

Load Diagram on Footing in Normal Case

## a) Section C - C

## Case 1 (with vertical live load)

No.	Description				Hc	X (from C-C)	Hc x X
1	1,000 x 0,50 x 2,40				1,200	0,250	0,300
	0,500 x 0,50 x 2,40 x 0,50				0,300	0,167	0,050
2	-25,334 x 0,50				-12,667	0,250	-3,167
	-2,203 x 0,50 x 0,50				-0,551	0,333	-0,184
Total					-11,718		-3,000

## Case 2 (without vertical live load)

No.	Description				Hc	X (from C-C)	Hc x X
1	1,000 x 0,50 x 2,40				1,200	0,250	0,300
	0,500 x 0,50 x 2,40 x 0,50				0,300	0,167	0,050
2	-25,105 x 0,50				-12,552	0,250	-3,138
	-2,242 x 0,50 x 0,50				-0,561	0,333	-0,187
Total					-11,613		-2,975

Case 1      Sc = -11,718 ton

Case 2      Sc = -11,613 ton

Mc = -3,000 ton m

Mc = -2,975 ton m

## c) Section E - E

## Case 1 (with vertical live load)

No.	Description				Hd	X (from D-D)	Hd x Y
3	1,000 x 1,50 x 2,40				3,600	0,750	2,700
	0,500 x 1,50 x 2,40 x 0,50				0,900	0,500	0,450
4	6,500 x 1,50 x 1,80				17,550	0,750	13,163
	0,000 x 1,50 x 2,00				0,000	0,750	0,000
5	0,500 x 1,50 x 2,00 x 0,50				0,750	1,000	0,750
	0,500 x 1,50				0,750	0,750	0,563
6	-3,309 x 1,50				-4,964	0,750	-3,723
	-6,608 x 1,50 x 0,50				-4,956	0,500	-2,478
Total					13,631		11,425

## Case 2 (without vertical live load)

No.	Description				Hd	X (from D-D)	Hd x Y
3	1,000 x 1,50 x 2,40				3,600	0,750	2,700
	0,500 x 1,50 x 2,40 x 0,50				0,900	0,500	0,450
4	6,500 x 1,50 x 1,80				17,550	0,750	13,163
	0,000 x 1,50 x 2,00				0,000	0,750	0,000
6	0,500 x 1,50 x 2,00 x 0,50				0,750	1,000	0,750
	-2,681 x 1,50				-4,022	0,750	-3,016
Total					13,733		11,524

Case 1      Sd = 13,631 ton

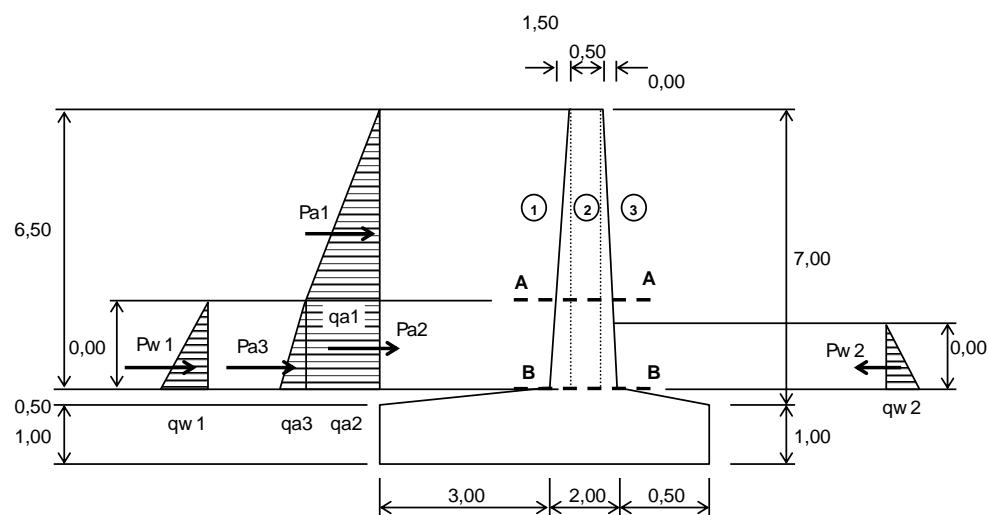
Case 2      Sd = 13,733 ton

Md = 11,425 ton m

Md = 11,524 ton m

### 3.2 Seismic Condition

#### (1) Wall



Load diagram on Wall for Seismic case

$$K_{ae} = 0,552$$

$$\alpha = 12,995^\circ$$

$$\delta = 15,00^\circ$$

$$\cos(\alpha+\delta) = 0,883$$

$$K_{hae} = K_{ae} \times \cos(\alpha+\delta) = 0,487$$

$$Kh = 0,18$$

#### a) Section A - A

$$h = 6,50 \text{ m}$$

$$qa1 = K_{hae} \times h \times \gamma_{soil} = 5,703 \text{ t/m}$$

No.	Description	Hae	Y (from A-A)	Hae x Y
1	0,500 x 6,500 x 1,500 x 2,400 x 0,180	2,106	2,167	4,563
2	6,500 x 0,500 x 2,400 x 0,180	1,404	3,250	4,563
3	0,500 x 6,500 x 0,000 x 2,400 x 0,180	0,000	2,167	0,000
Pa1	5,703 x 6,500 x 0,500	18,534	2,167	40,156
Total		22,044		49,282

$$Sae = 22,044 \text{ ton}$$

$$Mae = 49,282 \text{ ton m}$$

#### b) Section B - B

$$h = 6,50 \text{ m} \quad h_{w1} = 0,00 \text{ m} \quad h_{w2} = 0,00 \text{ m}$$

$$qa1 = K_{hae} \times h \times \gamma_{soil} = 6,458 \text{ t/m}$$

$$qa2 = qa1 = 6,458 \text{ t/m}$$

$$qa3 = K_{hae} \times h_{w1} \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) = 0,000 \text{ t/m}$$

$$qw1 = h_{w1} \times \gamma_w = 0,000 \text{ ton/m}$$

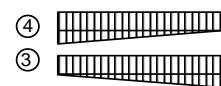
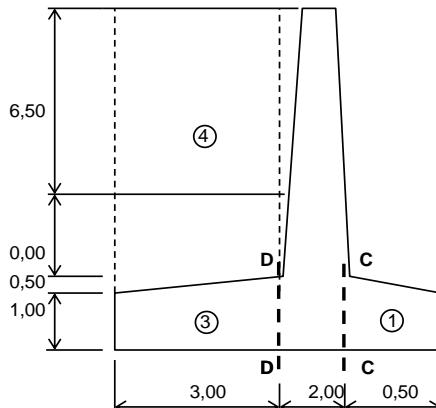
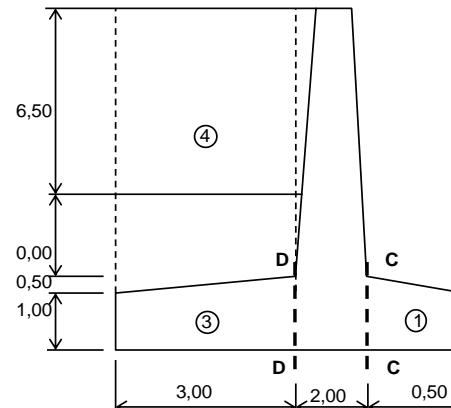
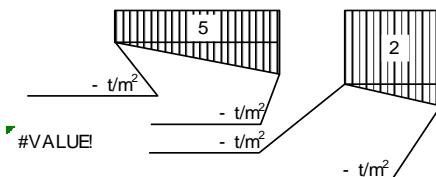
$$qw2 = h_{w2} \times \gamma_w = 0,000 \text{ ton/m}$$

No.	Description	Hbe	Y (from B-B)	Hbe x Y
Pa1	6,458 x 6,50 x 0,50	20,990	2,167	45,478
Pa2	6,458 x 0,00	0,000	0,000	0,000
Pa3	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw1	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
Pw2	0,000 x 0,00 x 0,50	0,000	0,000	0,000
1	0,500 x 6,50 x 1,50 x 2,40 x 0,18	2,106	2,167	4,563
2	6,500 x 0,50 x 2,40 x 0,18	1,404	3,250	4,563
3	0,500 x 6,50 x 0,00 x 2,40 x 0,18	0,000	2,167	0,000
Total		24,500		54,604

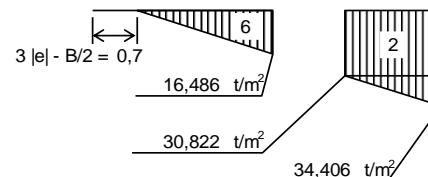
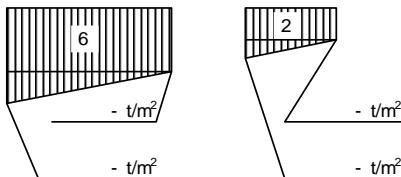
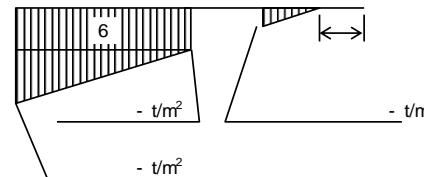
$$Sbe = 24,500 \text{ ton}$$

$$Mbe = 54,604 \text{ ton m}$$

## (2) Footing

in case,  $e \leq B/6$ in case,  $B/6 < e \leq B/3$ in case,  $e \geq 0$  and  $e < B/6$ 

#VALUE!

in case,  $e \geq 0$  and  $B/6 < e \leq B/3$ 
 $3|e| - B/2 = 0,7$   
 $16,486 \text{ t/m}^2$   
 $30,822 \text{ t/m}^2$   
 $34,406 \text{ t/m}^2$ 
in case,  $e < 0$  and  $|e| < B/6$ in case,  $e < 0$  and  $B/6 < |e| \leq B/3$ 

Load Diagram on Footing in Seismic Case

## a) Section C - C

No.	Description	Hce	X (from C-C)	Hce x X
1	1,000 x 0,50 x 2,40	1,200	0,250	0,300
	0,500 x 0,50 x 2,40 x 0,50	0,300	0,167	0,050
2	-30,822 x 0,50	-15,411	0,250	-3,853
	-3,584 x 0,50 x 0,50	-0,896	0,333	-0,299
Total		-14,807		-3,801

$$Sce = -14,807 \text{ ton} \quad Mce = -3,801 \text{ ton m}$$

## b) Section E - E

No.	Description	Hde	X (from D-D)	Hde x X
3	1,000 x 1,50 x 2,40	3,600	0,750	2,700
	0,500 x 1,50 x 2,40 x 0,50	0,900	0,500	0,450
4	6,500 x 1,50 x 1,80	17,550	0,750	13,163
	0,500 x 1,50 x 2,00 x 0,50	0,750	1,000	0,750
5	0,000 x 0,00	0,000	0,000	0,000
	##### x 1,15 x 0,50	#####	0,383	#VALUE!
Total		#####	#####	#VALUE!

$$Sde = ##### \text{ ton} \quad Mde = ##### \text{ ton m}$$

### 3.3 Design Bending Moment and Shear Force

#### (1) Bending moment and shear force in each case

Description	Bending Moment			Shear Force		
	Normal		Seismic	Normal		Seismic
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3
Section A - A	31,535	31,535	49,282	14,003	14,003	22,044
Section B - B	31,535	31,535	54,604	14,003	14,003	24,500
Section C - C	3,000	2,975	3,801	11,718	11,613	14,807
Section E - E	11,425	11,524	#####	13,631	13,733	#VALUE!

#### (2) Design bending moment and shear force

Description	Bending Moment		Shear Force	
	Normal	Seismic	Normal	Seismic
Section A - A	31,535	49,282	14,003	22,044
Section B - B	31,535	54,604	14,003	24,500
Section C - C	3,000	3,801	11,718	14,807
Section E - E	11,524	#VALUE!	13,733	#####

Notes: - Moment at Section C-C  $\leq$  Moment at Section B-B  
- Moment at Section D-D  $\leq$  Moment at Section B-B

### Reinforcement Bar Arrangement and Stress

#### Normal Condition

Name of Structure : D1 - All  
Location : 0

	Wall (upper)			Wall (lower)		Footing (toe)		Footing (heel)	
	Section A-A			Section B-B		Section C-C		Section D-D	
	back	front		back	front		lower	upper	upper
Bending moment	M	kgfcm	3.153.466	3.153.466		300.035		3.153.466	
Shearing force (joint)	S	kgf	14.003		14.003		11.718		17.376
Axial force	N	kgf	0		0		0		0
Height of member	h	cm	419,2		200,0		150,0		150,0
Covering depth	d'	cm	7,0		7,0		7,0		7,0
Effective height	d	cm	412,2		193,0		143,0		143,0
Effective width	b	cm	100,0		100,0		100,0		100,0
Young's modulus ratio	n	-	24		24		24		24
Required R-bar	Asreq	cm <sup>2</sup>	4,36		9,79		1,19		13,40
R-bar arrangement			25~200	16~250	25~100	16~125	16~250	16~250	25~100
Reinforcement	As	cm <sup>2</sup>	24,54	8,04	49,09	16,08	8,04	8,04	49,09
Perimeter of R-bar	U	cm	39,27	ok	78,54	ok	20,11	ok	78,54
Dist. from neutral axis	x	cm	64,05		56,68		21,64		47,45
Compressive stress	$\sigma_c$	kgf/cm <sup>2</sup>	2,5		6,4		2,0		10,5
Allowable stress	$\sigma_{ca}$	kgf/cm <sup>2</sup>	60,0		60,0		60,0		60,0
Tensile stress	$\sigma_s$	kgf/cm <sup>2</sup>	329		369		275		505
Allowable stress	$\sigma_{sa}$	kgf/cm <sup>2</sup>	1.850		1.850		1.850		1.850
Shearing stress at joint	$\tau$	kgf/cm <sup>2</sup>	0,34		0,73		0,82		1,22
Allowable stress	$\tau_a$	kgf/cm <sup>2</sup>	5,50		5,50		5,50		5,50
			ok		ok		ok		ok
Resisting Moment	Mr	kgfcm	12.002.645		16.681.821		1.565.235		13.738.413
Mr for compression	Mrc	kgfcm	28.737.366		19.898.113		4.568.003		14.733.743
x for Mrc		cm	46		49		17		44
$\sigma_s$ for Mrc		kgf/cm <sup>2</sup>	5.603		3.001		6.427		2.690

<b>Resisting Moment</b>	Mr	kgfcm	12.002.645		16.681.821		1.565.235		13.738.413	
Mr for compression	Mrc	kgfcm	28.737.366		19.898.113		4.568.003		14.733.743	
x for Mrc		cm	46		49		17		44	
os for Mrc		kgf/cm2	5.603		3.001		6.427		2.690	
Mr for tensile	Mrs	kgfcm	12.002.645		16.681.821		1.565.235		13.738.413	
x for Mrs		cm	51		60		19		55	
cc for Mrs		kgf/cm2	23		50		20		59	
Distribution bar (>As/6 and >Asmin)			4,09	1,34	8,18	2,68	1,34	1,34	8,18	1,34
				16-250	16-250	16-125	16-250	16-200	16-200	16-200
Reinforcement	As	cm2	8,04	8,04	16,08	8,04	10,05	10,05	10,05	10,05
			ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Minimum requirement of distribution bar

As min = 4,50 cm<sup>2</sup>

### Reinforcement Bar Arrangement and Stress

#### Seismic Condition

Name of Structure : D1 - All  
 Location : 0

			Wall (upper) Section A-A		Wall (lower) Section B-B		Footing (toe) Section C-C		Footing (heel) Section D-D	
			back	front	back	front	lower	upper	upper	lower
Bending moment	M	kgfcm	4.928.247		5.460.390		380.142		5.371.466	
Shearing force (joint)	S	kgf	22.044		24.500		14.807		26.641	
Axial force	N	kgf	0		0		0		0	
Height of member	h	cm	419,2		200,0		150,0		150,0	
Covering depth	d'	cm	7,0		7,0		7,0		7,0	
Effective height	d	cm	412,2		193,0		143,0		143,0	
Effective width	b	cm	100,0		100,0		100,0		100,0	
Young's modulus ratio	n	-	16		16		16		16	
Required R-bar	Asreq	cm <sup>2</sup>	4,50		11,11		1,00		14,94	
R-bar arrangement			25-200	16-250	25-100	16-125	16-250	16-250	25-100	16-250
Reinforcement	As	cm <sup>2</sup>	24,54	8,04	49,09	16,08	8,04	8,04	49,09	8,04
Perimeter of R-bar	U	cm	39,27		78,54		20,11		78,54	
Dist. from neutral axis	x	cm	53,11		47,76		17,94		40,19	
Compressive stress	cc	kgf/cm <sup>2</sup>	4,7		12,9		3,1		20,6	
Allowable stress	cca	kgf/cm <sup>2</sup>	90,0		90,0		90,0		90,0	
			ok		ok		ok		ok	
Tensile stress	os	kgf/cm <sup>2</sup>	509		628		345		844	
Allowable stress	osa	kgf/cm <sup>2</sup>	2.775		2.775		2.775		2.775	
			ok		ok		ok		ok	
Shearing stress at joint	$\tau$	kgf/cm <sup>2</sup>	0,53		1,27		1,04		1,86	
Allowable stress	$\tau_a$	kgf/cm <sup>2</sup>	8,25		8,25		8,25		8,25	
			ok		ok		ok		ok	
<b>Resisting Moment</b>	Mr	kgfcm	17.247.553		23.084.259		2.188.388		17.279.913	
Mr for compression	Mrc	kgfcm	35.752.689		23.636.948		5.253.008		17.279.913	
x for Mrc		cm	38		40		14		36	
os for Mrc		kgf/cm <sup>2</sup>	6.966		3.695		7.766		3.302	
Mr for tensile	Mrs	kgfcm	17.247.553		23.084.259		2.188.388		18.920.938	
x for Mrs		cm	42		48		15		43	
cc for Mrs		kgf/cm <sup>2</sup>	40		86		36		99	
Distribution bar (>As/6 and >Asmin)			16-250	16-250	16-125	16-250	16-200	16-200	16-200	16-200
Reinforcement	As	cm <sup>2</sup>	8,04	8,04	16,08	8,04	10,05	10,05	10,05	10,05
			ok		ok		ok		ok	

Minimum requirement of distribution bar

As min = 4,50 cm<sup>2</sup>

#### Reference: Assumed requirement of reinforcement bar

#### Normal Condition

Required R-bar	Asreq	cm <sup>2</sup>	4,18	9,69	1,19	13,54
Dist. from neutral axis	x0	cm	14,62	51,44	19,12	51,25
	a		-1236,69	-579,00	-429,00	
	b		-2454,59	-2454,59	-233,54	-2454,59
	c		1011857,49	473735,86	33396,35	351006,36
(check)			714803	-1048564	-120935	-766898 → no
			check	check	check	check

## Reference: Assumed requirement of reinforcement bar

		Seismic Condition				
Required R-bar	Asreqd	cm <sup>2</sup>	4,35	11,03	0,99	15,07
Dist. from neutral axis	x0	cm	12,17	43,75	13,73	43,61
	a		-1236,69	-579,00	-429,00	-429,00
	b		-1704,91	-1889,00	-131,51	-1858,24
	c		702815,09	364576,96	18805,72	265727,87
			500800	-742413	-61303	-548420
(check)			check	check	check	check

$$\gamma_s = 7,85 \text{ t/m}^3 = 0,785 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{m}$$

Wall (upper)	Wall (lower)	Footing (toe)	Footing (heel)
Section A-A	Section B-B	Section C-C	Section D-D

L, m	6,50	1,50	0,50	5,00
R-bar	24,54	8,04	49,09	16,08
Dist-bar	8,04	8,04	16,08	8,04
	316		134	18
Total	671	kg		386

## Data of Reinforcement Bar

φ (mm)	Sectional Area (cm <sup>2</sup> )	Perimeter (cm)	Arrangement	Area (cm <sup>2</sup> )	Perimeter (cm)	Footing (heel)	
						Section E-E	
						upper	lower
12	1,131	3,770	12@125	9,05	30,16	1.152,372	
			12@150	7,54	25,13	13,733	
			12@250	4,52	15,08	0	
			12@300	3,77	12,57		
16	2,011	5,027	16@125	16,08	40,21		
			16@150	13,40	33,51		
			16@250	8,04	20,11		
			16@300	6,70	16,76		
19	2,835	5,969	19@125	22,68	47,75	125,0	
			19@150	18,90	39,79	7,0	
			19@250	11,34	23,88	118,0	
			19@300	9,45	19,90	100,0	
22	3,801	6,912	22@125	30,41	55,29	24	
			22@150	25,34	46,08		
			22@250	15,21	27,65	5,80	
			22@300	12,67	23,04	#VALUE!	
25	4,909	7,854	25@75	49,09	78,54	25-200	16-250
			25@150	32,72	52,36		
			25@250	19,63	31,42	24,54	8,04
			25@300	16,36	26,18	39,27	ok
32	8,042	10,053	32@125	64,34	80,42		
			32@150	53,62	67,02		
			32@250	32,17	40,21		
			32@300	26,81	33,51		
12@250 + 16@250			12,16@125	12,56	35,19	6,7	
			12,19@125	15,86	38,96	60,0	
			12,22@125	19,73	42,73	ok	
			12,25@125	24,15	46,50	437	
			12,32@125	36,69	55,29	1,850	
			16,19@125	19,38	43,99	ok	
			16,22@125	23,25	47,76	1,16	
			16,25@125	27,67	51,53	5,50	
			16,32@125	40,21	60,32	ok	
			19,22@125	26,55	51,53		
			19,25@125	30,97	55,30	3,623,270	
			19,32@125	43,51	64,09	3623270,48	
			22,25@125	34,84	59,07	22	
			22,32@125	47,38	67,86	2673,99317	
			25,32@125	51,80	71,63	4,289,501	
						27	

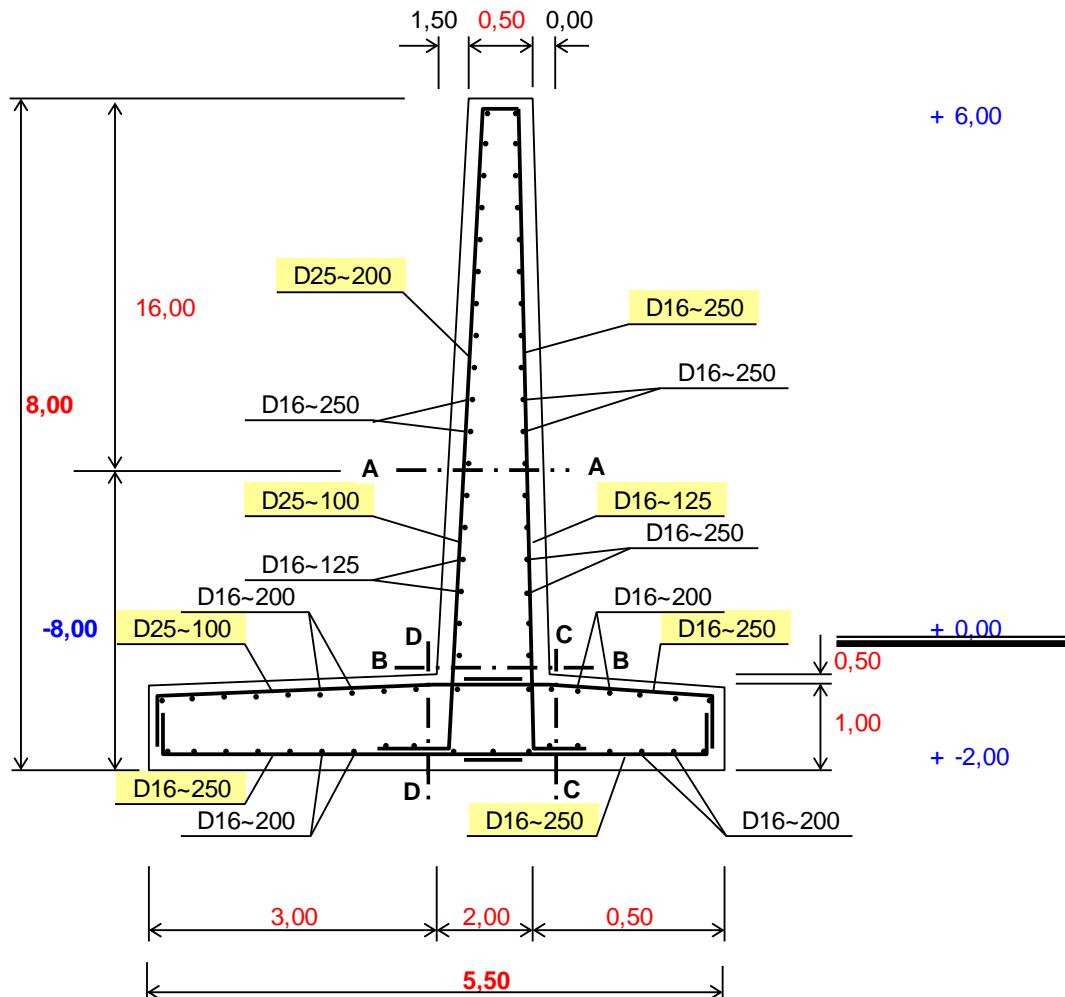
12@300 + 16@300	12,16@150	10,47	29,33
	12,19@150	13,22	32,47
	12,22@150	16,44	35,61
	12,25@150	20,13	38,75
	12,32@150	30,58	46,08
	16,19@150	16,15	36,66
	16,22@150	19,37	39,80
	16,25@150	23,06	42,94
	16,32@150	33,51	50,27
	19,22@150	22,12	42,94
	19,25@150	25,81	46,08
	19,32@150	36,26	53,41
	22,25@150	29,03	49,22
	22,32@150	39,48	56,55
	25,32@150	43,17	59,69

10,47	29,33
13,22	32,47
16,44	35,61
20,13	38,75
30,58	46,08
16,15	36,66
19,37	39,80
23,06	42,94
33,51	50,27
22,12	42,94
25,81	46,08
36,26	53,41
29,03	49,22
39,48	56,55
43,17	59,69

59	
4,09	1,34
16~200	16~300
10,05	6,70
ok	ok

Footing (heel) Section E-E	
upper	lower
#VALUE!	
#VALUE!	
0	
125,0	
7,0	
118,0	
100,0	
16	
#VALUE!	
25~200	16~250
#VALUE!	
24,54	8,04
39,27	
26,77	
#VALUE!	
90,0	
#VALUE!	
#VALUE!	
2,775	
#VALUE!	
#VALUE!	
8,25	
#VALUE!	
4,706.450	
4,706.450	
19	
3,405	
5,815.251	
22	
95	
16~200	16~300
10,05	6,70

Reinforcement Bar Arrangement  
 ( D1 - All )



Section of Retaining wall

concrete	=	16	m <sup>3</sup>
reinforcement	=	704	kg
cost estimate	=	42.623.334	

## 8.4 Design Mekanikal Elektrikal

Peralatan Mekanikal dan Elektrikal yang berhubungan dengan **PEMBANGUNAN SPAM PELABUHAN RATU** meliputi:

1. Pompa air dan instalasi perpipaannya
2. Sumber tenaga listrik Penyambungan Baru Daya listrik PLN dan Genset
3. Panel tenaga listrik
4. Instalasi Penerangan
5. Instalasi Penangkal Petir

### 1. Pompa air

Pompa air digunakan untuk mentransfer air dari sumber (Sungai atau reservoir) ke WTP atau kawasan pelayanan di Pelabuhan Ratu. Pompa Intake mentransfer air baku dari sungai cimandiri ke Instalasi Penglahan Air (IPA) atau WTP dan Pompa Distribusi memompa air dari Reservoir ke Pelayanan Pelanggan. Pompa Intake menggunakan pompa jenis pompa celup atau Submersibel sedangkan Pompa Distribusi menggunakan pompa jenis Horisontal end suction atau split case diinstalasi dipermukaan lantai/tanah didalam ruang pompa.

Kapasitas pompa terdiri dari debit (Q) liter per detik (lps) dan tekanan kerjanya atau Head (h) dalam meter (m)

Pompa diputar atau digerakan oleh motor listrik dengan kapasitas dayanya atau Power (P) dalam kilowatt (kW).

Perhitungan daya (Power) pompa

$$P_{h(kW)} = q \rho g h / (3.6 \cdot 10^6) \\ = q p / (3.6 \cdot 10^6) \quad (1)$$

Dengan keterangan:

$P_{h(kW)}$  = Daya hidrolik atau *hydraulic power* (kW)

$q$  = Debit atau *flow capacity* ( $m^3/h$ )

$\rho$  = koefisien kerapatan air atau *density of fluid* ( $kg/m^3$ )

$g$  = Kecepatan gravitasi atau *acceleration of gravity* ( $9.81 m/s^2$ )

$h$  = tekanan atau *differential head* (m)

Daya Pompa dalam HP (Horse Power):

$$P_{h(hp)} = P_{h(kW)} / 0.746 \quad (2)$$

Dengan keterangan:

$P_{h(hp)}$  = Daya HP atau *hydraulic horse power* (hp)

### 2. INSTALASI POMPA INTAKE

Pompa intake terdiri dari  $3 \times 60$  lps  $H = 60$  m

Pompa didesain kapasitas  $Q = 60$  lps sebanyak 3 buah

Head (tekanan) Pompa (h) : 60 m

Power (Daya) : P

perhitungan:

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot 1000 / (3.6 \times 10^6)$$

dimana:

$$Q = 60 \text{ lps} = 3,6 \times 60 = 216 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rho = 1 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 60 \text{ m}$$

maka,

$$P = 216 \cdot 1 \cdot 9,8 \cdot 60 \cdot 1000 / (3.6 \times 10^6)$$

$$P = 35,28 \text{ kW}$$

sehingga,

$$P = 35 \text{ kW}$$

Dipabrikan pompa standar motor pompa pada debit dan head diatas : 55 Kw

### 3. INSTALASI POMPA DISTRIBUSI

Pompa Distribusi terdiri dari :  $3 \times 50 \text{ lps}$   $H=80 \text{ m}$

Pompa didesain kapasitas  $Q = 50 \text{ lps}$  sebanyak 3 buah

Head (tekanan) Pompa (h) : 80 m

Power (Daya) : P

perhitungan:

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot 1000 / (3.6 \times 10^6)$$

dimana :

$$Q = 50 \text{ lps} = 3,6 \times 50 = 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rho = 1 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 80 \text{ m}$$

Maka,

$$P = 180 \cdot 1 \cdot 9,8 \cdot 80 \cdot 1000 / (3.6 \times 10^6)$$

$$P = 39,2 \text{ kW}$$

sehingga:

$$P = 40 \text{ kW}$$

Dipabrikan pompa standar motor pompa pada debit 50 lps dan head 80 m adalah: 75 Kw

#### 4. INSTALASI POMPA DISTRIBUSI

Pompa Distribusi terdiri dari 1 x 80 lps H = 80 m  
 Pompa didesain kapasitas Q=80 lps sebanyak 1 buah  
 Head (tekanan) Pompa (h) : 80 m  
 Power (Daya) : P  
 perhitungan :

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot 1000 / (3.6 \times 10^6)$$

dimana :

$$Q = 80 \text{ lps} = 3,6 \times 50 = 288 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rho = 1 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 80 \text{ m}$$

maka:

$$P = 288 \cdot 1 \cdot 9,8 \cdot 80 \cdot 1000 / (3.6 \times 10^6)$$

$$P = 62,72 \text{ kW}$$

sehingga,

$$P = 63 \text{ kW}$$

Dipabrikan pompa standar motor pompa pada debit 80 lps dan head 80 m adalah: 90 Kw

#### 5. DESAIN PIPA TRANSFER

Pipa didesain menggunakan HDPE atau PVC.

$$Q = 150 \text{ lps} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kecepatan aliran yang dianjurkan untuk saluran pipa HDPE atau PVC, adalah 0,6 - 1,5 m/det dengan waktu tinggal dalam intake 20 menit (Al-Layla, 1978).

$$V = 1 \text{ m/dtk}$$

$$h = 60 \text{ m}$$

perhitungan:

$$Q = A \times v$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0,15 \text{ m}^3/\text{dtk}}{1 \text{ m/dtk}} = 0,15 \text{ m}^2$$

$$A = 0,25 \times 3,14 \times D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{0,15 \text{ m}^2}{0,25 \times 3,14}} = m$$

$$D = \sqrt{0,19} = 0,44 \text{ m}$$

Dipakai diameter 0,4 m atau 400 mm

## 6. PANEL LISTRIK

Power (daya) Pompa : 90 kW

$$P = \sqrt{3} \cdot E \cdot I \cdot \cos Q$$

$$I = P / \sqrt{3} \cdot E \cdot \cos Q \text{ (Ampere)}$$

$$P = 90 \text{ kW}$$

$$E = 380 \text{ Volt}$$

$$\cos Q = 0,85$$

$$I = 90000 / 1,73 \times 380 \times 0,85$$

$$I = 161 \text{ Ampere}$$

Pada Panel Pompa Proteksi Arus menggunakan MCCB dengan  $I_n$  (Ampere)

$$I_n = 1,25 \times I = 1,25 \times 161$$

$$I_n = 201 \text{ Ampere}$$

MCCB yang digunakan 200 Ampere.

Proteksi Arus Panel Utama (untuk 2 buah motor pompa) menggunakan MCCB  $I_t$  (Ampere)

$$I_t = 2 \times 161 = 322 \text{ Ampere}$$

MCCB Utama yang digunakan 400 Ampere

Panel starter motor Pompa menggunakan Variabel Speed Drive atau Inverter agar menghemat daya listrik waktu starting dan operasional.

## 7. KABEL

Kabel listrik yang menghubungkan pompa ke Panel pompa menggunakan kabel jenis NYY dengan luas penampang  $q$  ( $\text{mm}^2$ )

Kabel Pompa:

Kemampuan Hantar Arus Kabel (KHA) = 110 % x I

$$KHA = 1,1 \times 161$$

$$KHA = 177 \text{ Ampere}$$

Untuk KHA 177A pada daftar kabel penampangnya  $50 \text{ mm}^2$ .

Jadi kabel yang digunakan NYY 4 x  $50 \text{ mm}^2$

Kabel utama :

Kemampuan Hantar Arus Kabel (KHA) = 110 % x I

$$KHA = 1,1 \times 2 \times 161$$

$$KHA = 354,2 \text{ Ampere}$$

Untuk KHA 354,2 A pada daftar kabel penampangnya  $2 \times 70 \text{ mm}^2$ .

Jadi kabel Utama yang digunakan NYY 4 x 2 x 70 mm $^2$

**Tabel 8.39 Tabel Daya Listrik**

KEBUTUHAN DAYA LISTRIK SPAM PELABUHAN RATU								
TABEL DAYA LISTRIK								
No	PERALATAN	RUANGAN	NAMA PERALATAN	SPESIFIKASI	DAYA (Kw)	Phasa	TEGANAN (Volt)	KETERANGAN
1	SDP INTAKE	INTAKE	PENERANGAN LUAR		0.98	1	220	
			POMPA INTAKE - 1	Q= 60 lps H=60 m	55	3	380	DUTY
			POMPA INTAKE - 2	Q= 60 lps H=60 m	55	3	380	DUTY
			POMPA INTAKE - 3	Q= 60 lps H=60 m	55	3	380	STAND BY
1	SDP DISTRIBUSI	RUANG POMPA DISTRIBUSI	POMPA DISTRIBUSI - 1	Q= 50 lps, H=80 m	75	3	380	
2		RUANG POMPA DISTRIBUSI	POMPA DISTRIBUSI-2	Q= 50 lps, H=80 m	75	3	380	
3		RUANG POMPA DISTRIBUSI	POMPA DISTRIBUSI-3	Q= 80 lps, H=80 m	90	3	380	
4	CRANE 2 TON	RUANG POMPA DISTRIBUSI	TRAVELING CRANE	P= 3,2Kw, 220/380V, 50 Hz, 1650 rpm	3.2	1	220	
5	SDP DOSING	RUANG KIMIA	DOSING TAWAS	P=0.18Kw, 220/380V, 50 Hz, 1450 rpm	0.18	1	220	
6		RUANG KIMIA	MIXER TAWAS	P= 0.37Kw, 220/380V, 50 Hz, 1450 rpm	0.37	1	220	
7		RUANG KIMIA	DOSING SODA	P= 0.18Kw, 220/380V, 50 Hz, 1450 rpm	0.18	1	220	
8		RUANG KIMIA	MIXER SODA	P= 0.37Kw, 220/380V, 50 Hz, 1450 rpm	0.37	1	220	
9		RUANG KIMIA	DOSING KAPUR	P= 0.18Kw, 220/380V, 50 Hz, 1450 rpm	0.18	1	220	
10		RUANG KIMIA	MIXER KAPUR	P= 0.37Kw, 220/380V, 50 Hz, 1450 rpm	0.37	1	220	
11	LIGHTING PANEL	RUANG OPERASIONAL	LP	2.124	2.124	1	220	
12	LIGHTING PANEL	RUANG JAGA	LP	0.85	0.85	1	220	
				TOTAL DAYA POMPA	413.804			
				TOTAL DAYA TERPASANG 1 + 2	414.784	kW		
					487.98	kVA		
					488.0	kVA		1284.2 AMPERE
PENGAJUAN PENYAMBUNGAN BARU PLN 414 kVA ( STANDARD DAYA PLN )								

## 8. TRANSFORMATOR (TRAFO)

Transformator diadakan oleh PLN termasuk dalam biaya pengajuan sambungan baru PLN. Daya transformator sama dengan daya total beban terpasang sebesar 414 kVA

DAYA TRANSFORMATOR:

$$P = 425 \text{ kVA}$$

Jadi transformator yang digunakan adalah Trafo dengan daya 425 kVA menggunakan jenis trafo gardu

## 9. GENSET (GENERATOR SET)

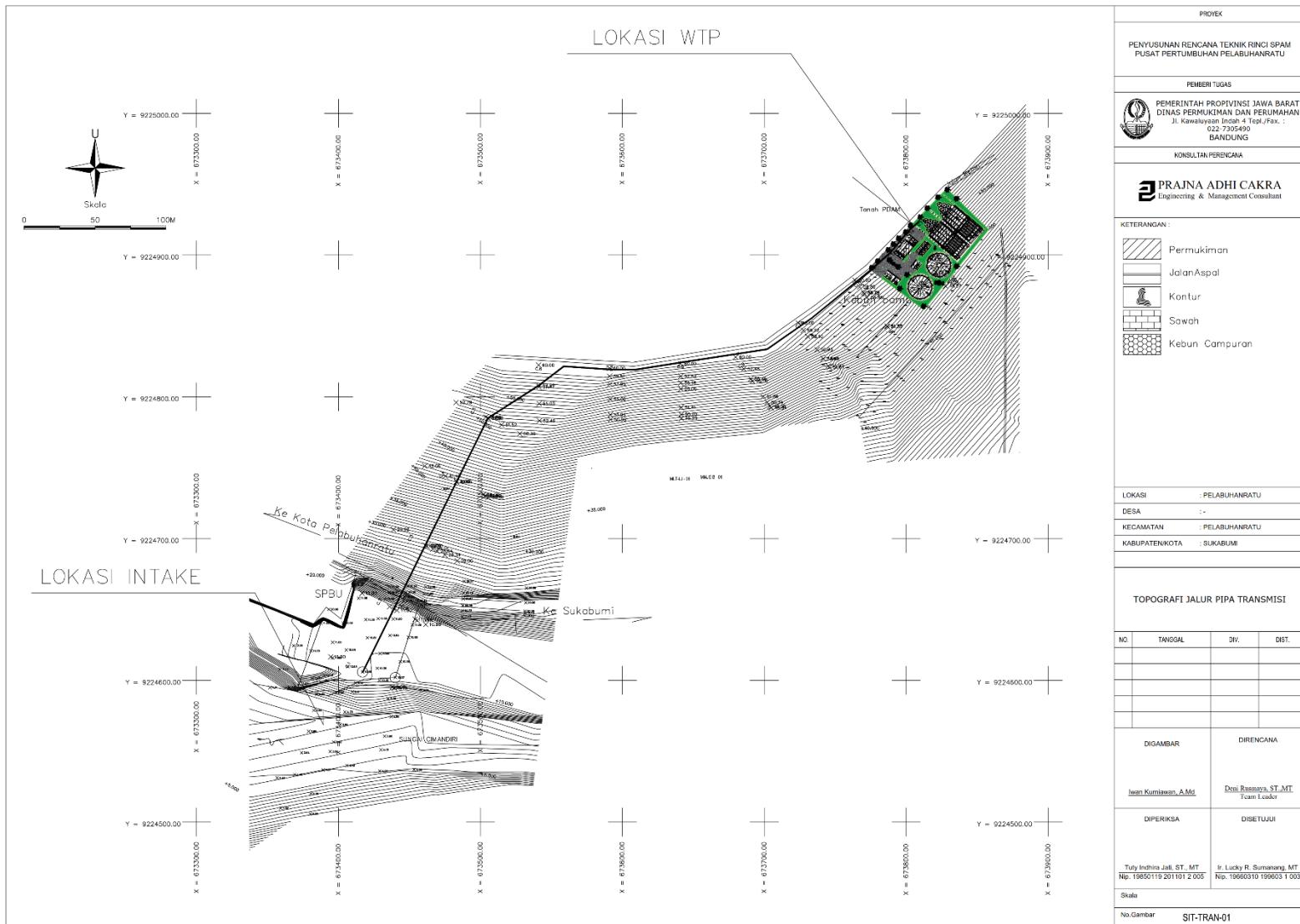
Genset diadakan oleh owner. Daya Genset sama dengan daya total beban terpasang sebesar 400 kW atau 470 kVA

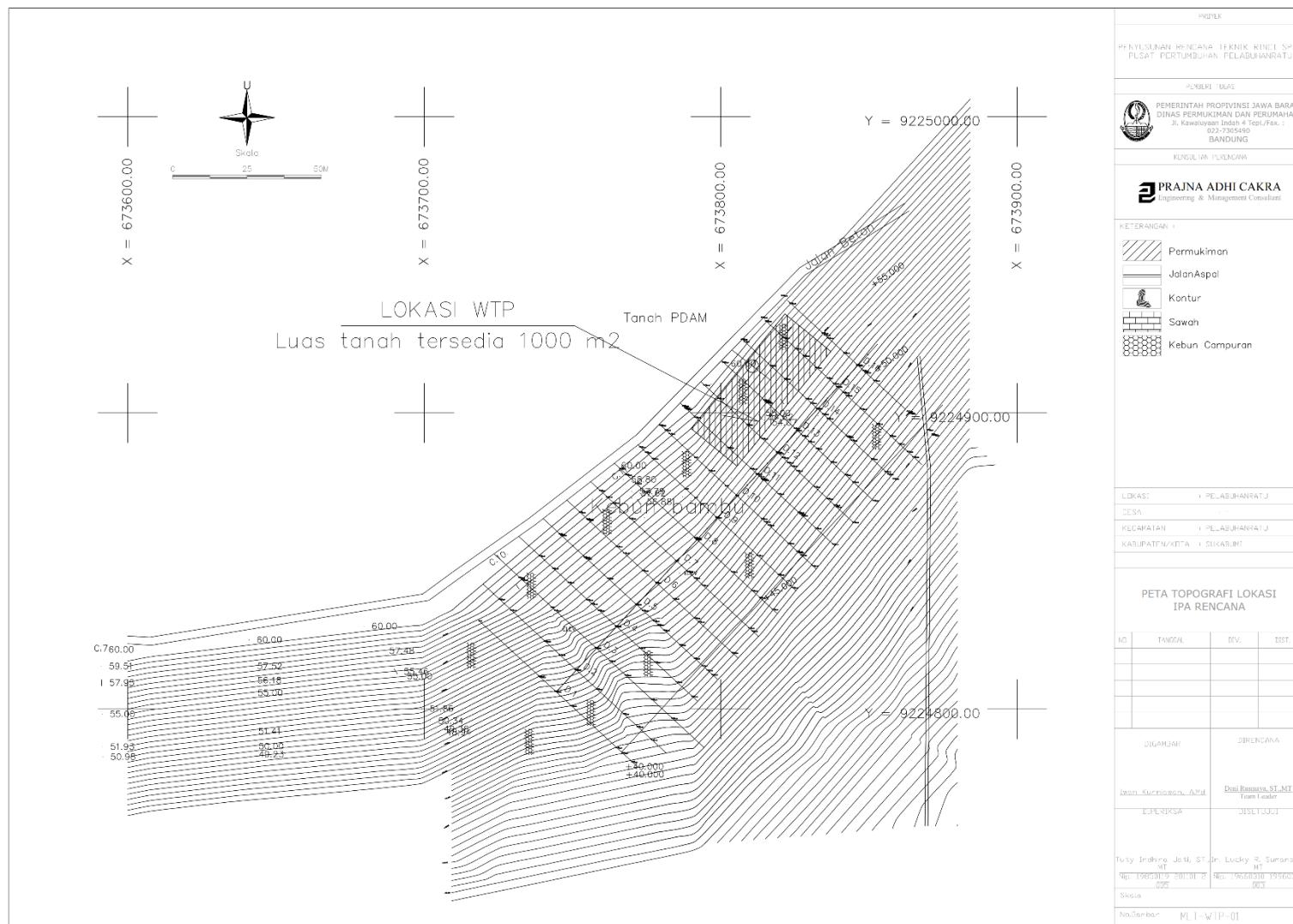
Jadi Genset yang dipakai kapasitasnya 450 kVA, 3 Phasa, 380/220 Volt, 50Hz dengan engine type internal combustion atau Diesel berbahan bakar solar Type Silent.

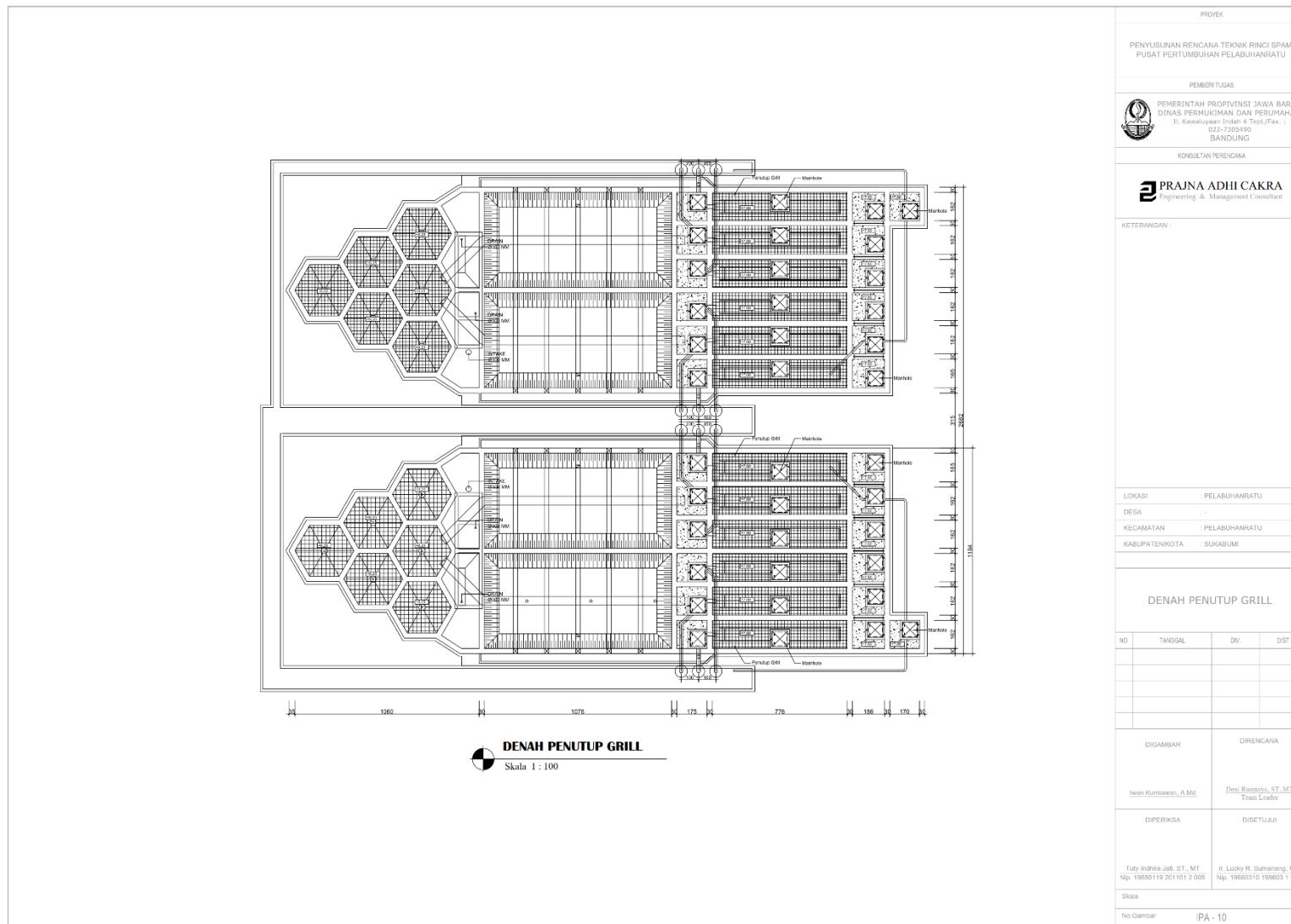
**Tabel 8.40** Tabel Kemampuan Hantar Arus

<b>TABEL KEMAMPUAN HANTAR ARUS</b>		
<b>NO</b>	<b>PENAMPANG KABEL (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>KEMAMPUAN HANTAR ARUS (AMPERE)</b>
1	0.75	12
2	1	15
3	1.5	18
4	2.5	26
5	4	34
6	6	44
7	10	61
8	16	82
9	25	108
10	35	135
11	50	168
12	70	207
13	95	250
14	120	292

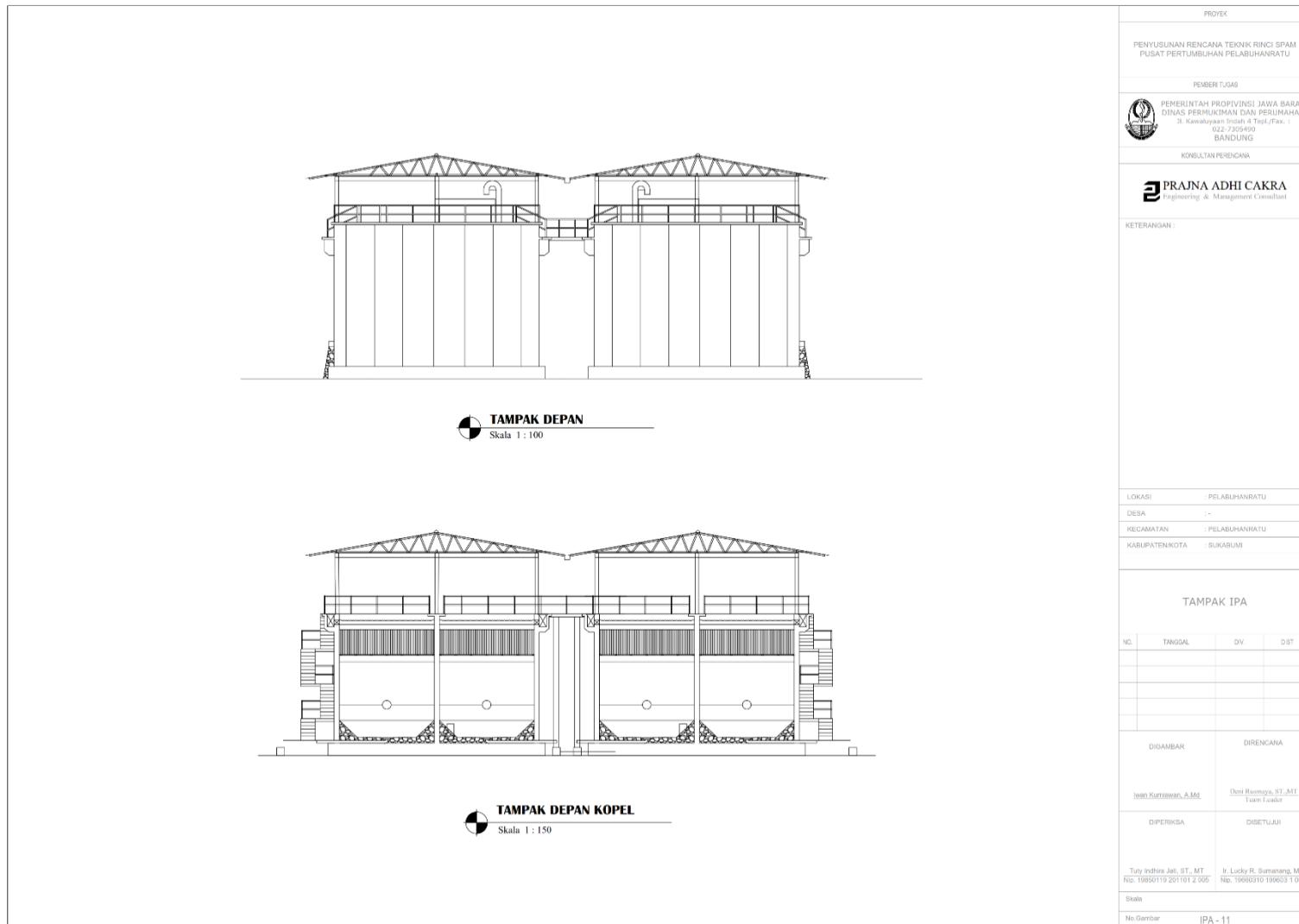
berikut ini terlampir gambar – gambar design WTP :



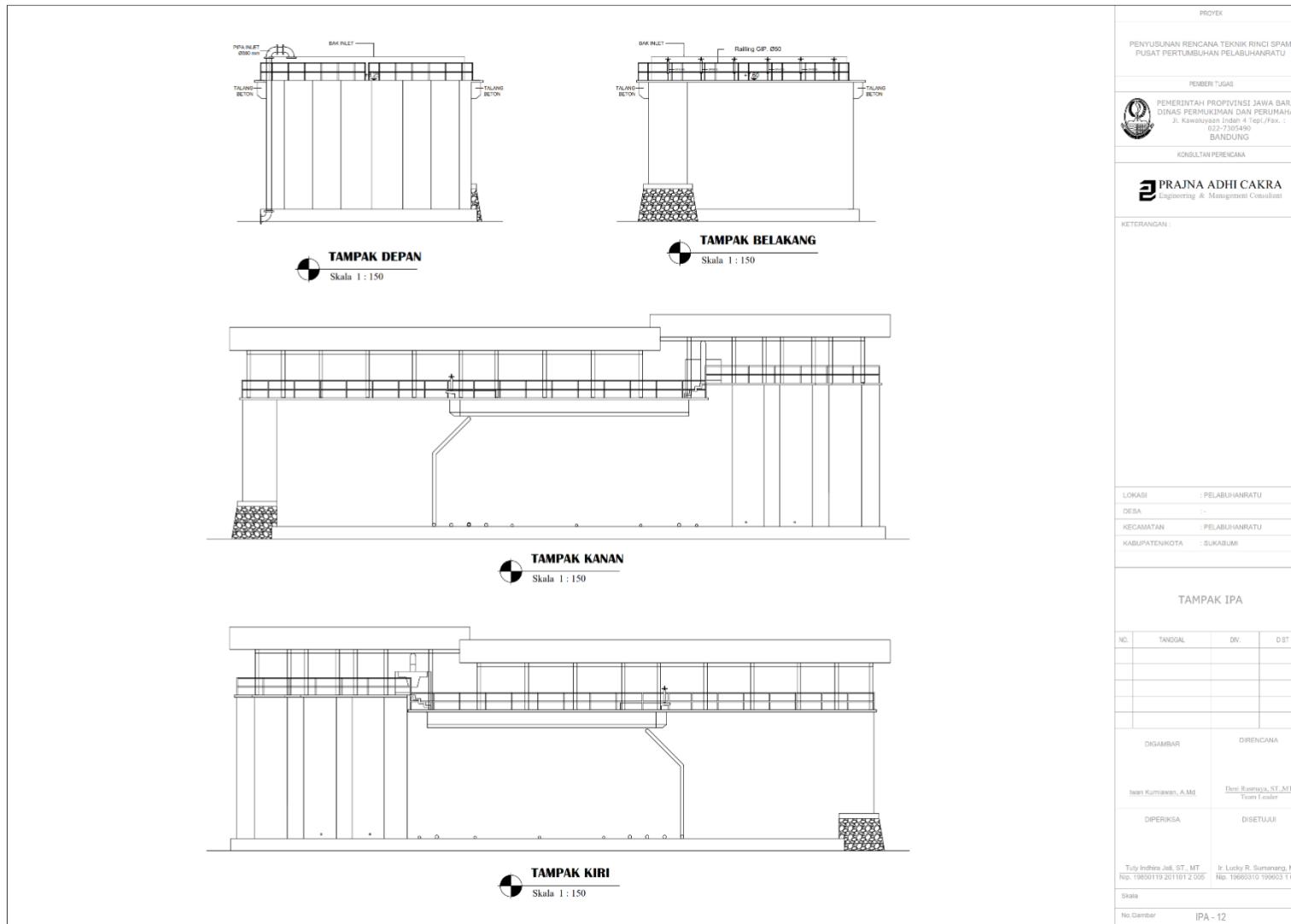




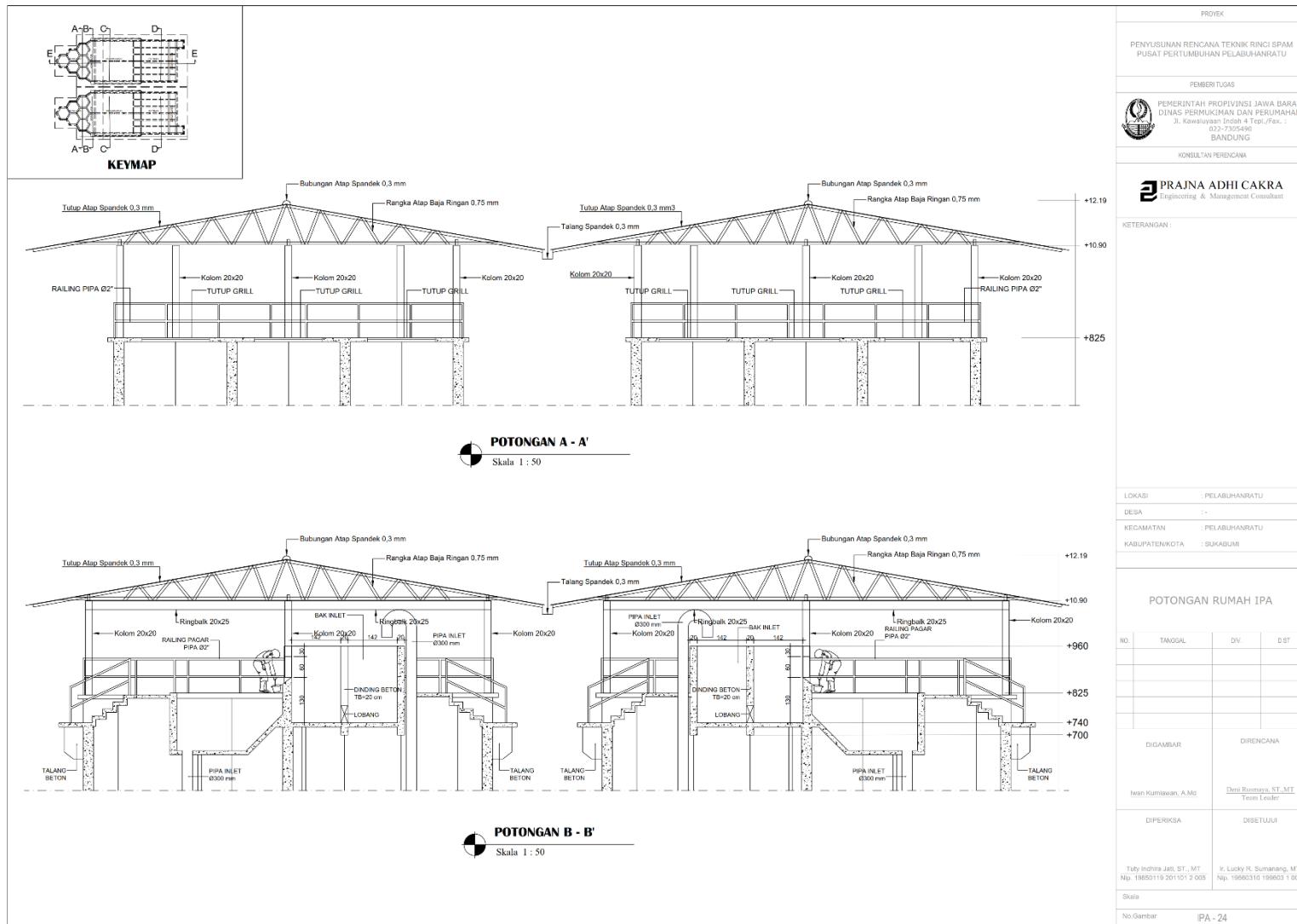
Gambar 8.74 Denah WTP Kapasitas 150 l/det



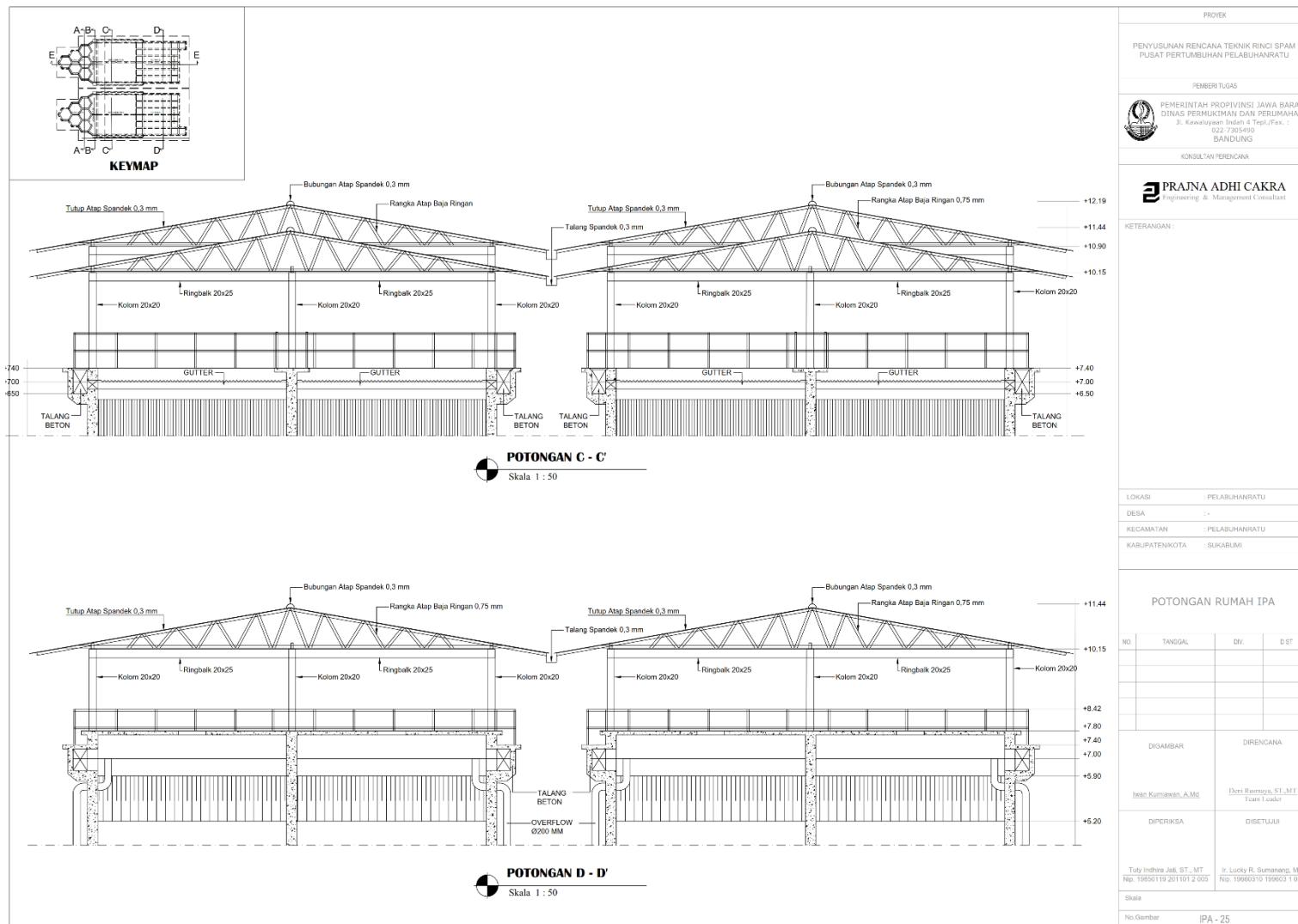
Gambar 8.75 Tampak Depan Bangunan WTP



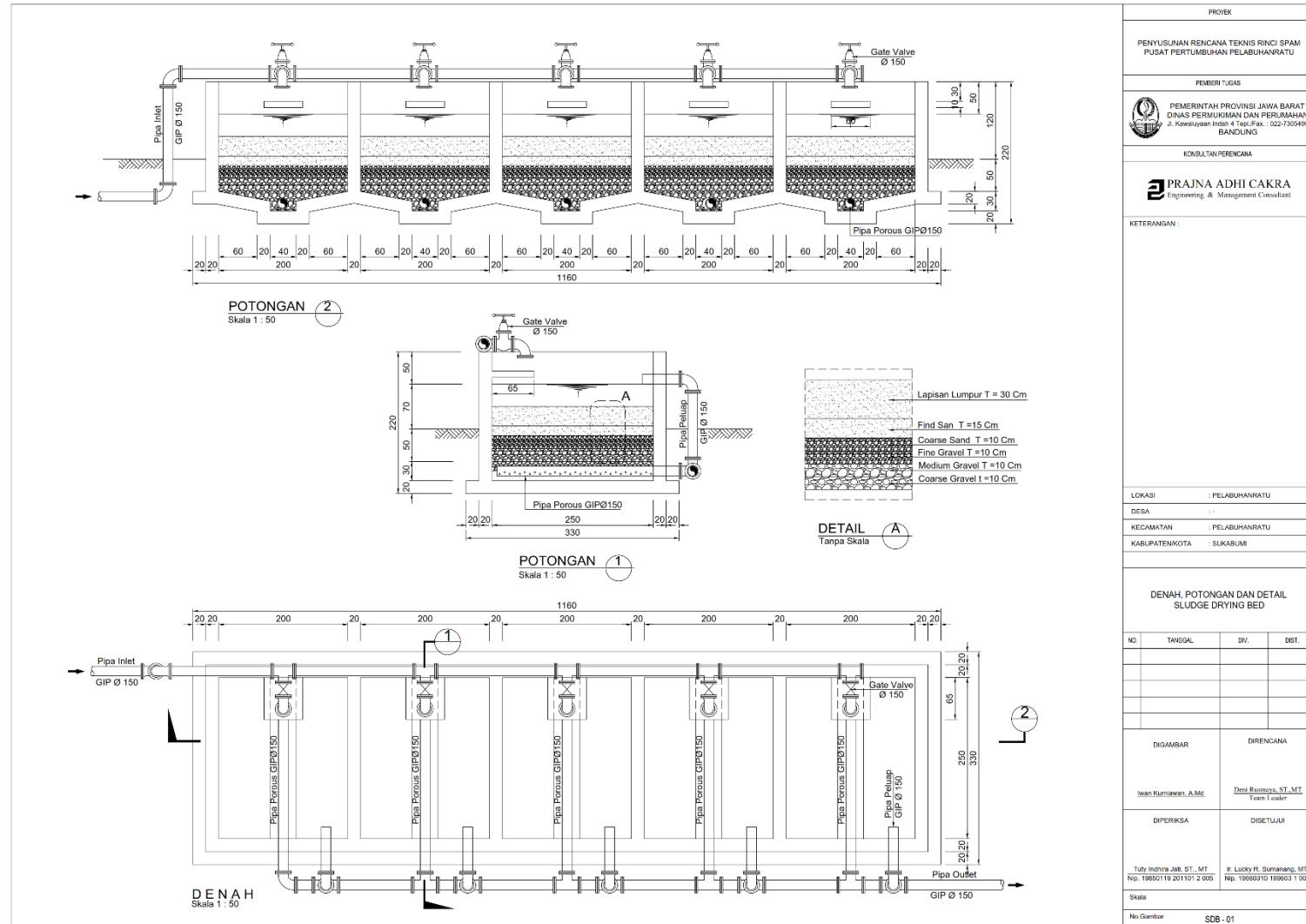
Gambar 8.76 Tampak Kanan dan Kiri Bangunan WTP



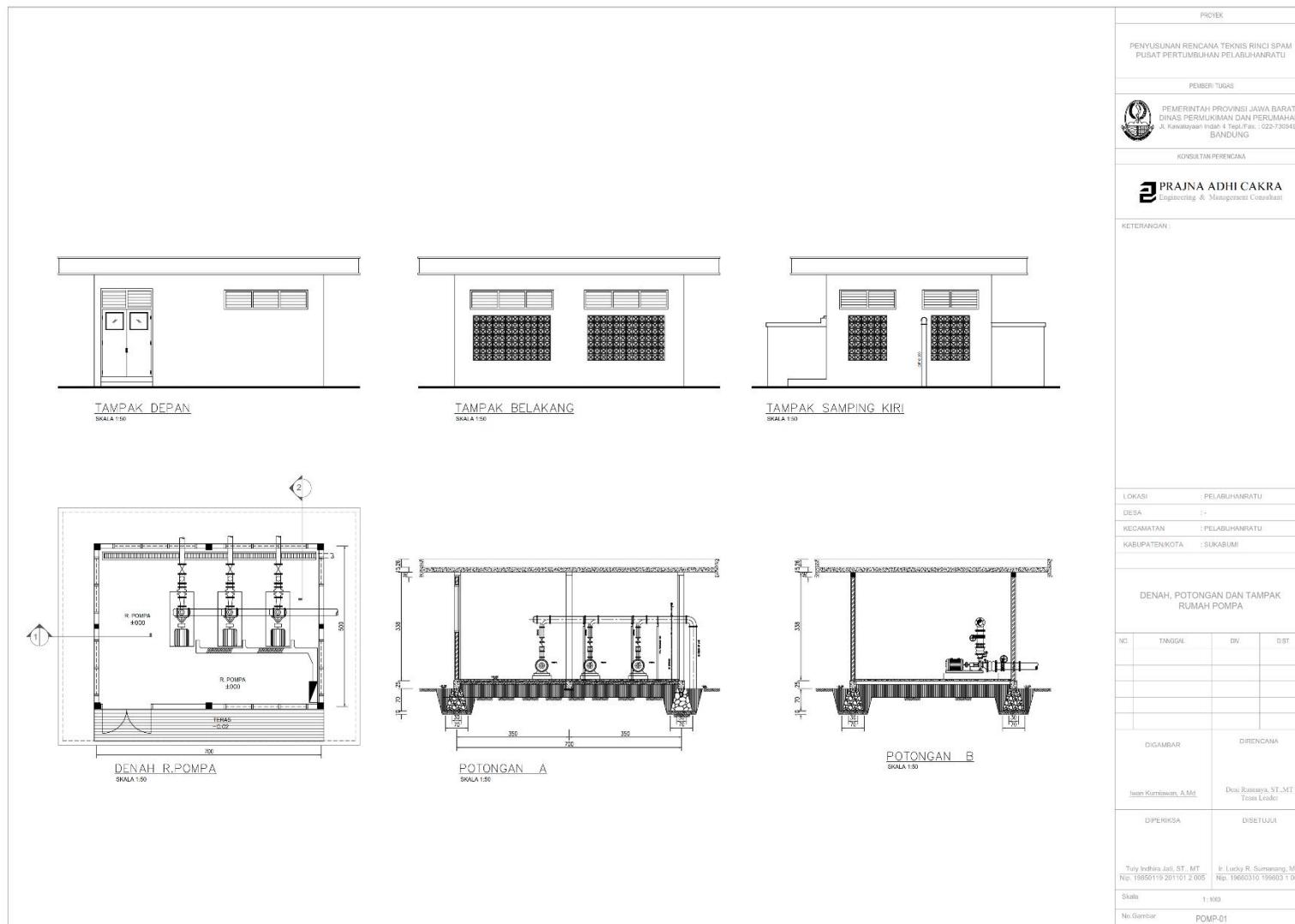
Gambar 8.77 Potongan A-A dan B-B WTP



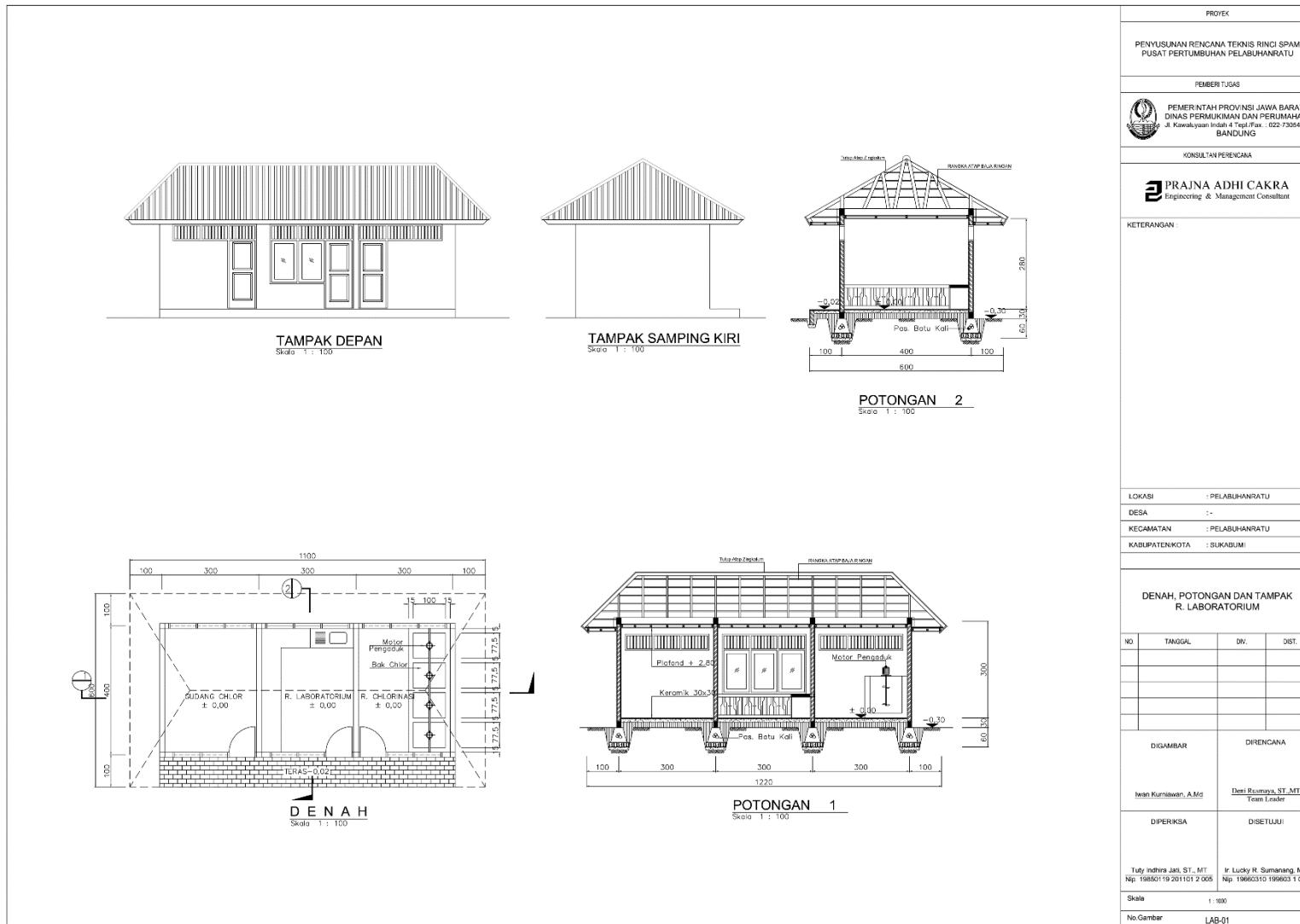
Gambar 8.78 Potongan C-C dan D-D WTP



Gambar 8.79 Sludge Drying Bed



**Gambar 8.80 Rumah Pompa**



# BAB IX

## RENCANA ANGGARAN BIAYA

### 9.1 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya

Untuk didapatkan Rencana Anggaran Biaya yang baik, diperlukan beberapa masukan (input) data dalam proses penyusunannya. Data-data tersebut diperlukan agar didapat suatu perencanaan yang menggambarkan kondisi sebenarnya. Masukan data yang diperlukan adalah :

- 1 Harga Material, Upah dan Sewa Alat
- 2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan
- 3 Perhitungan Volume Pekerjaan
- 4 Spesifikasi bahan dan material yang akan digunakan
- 5 Informasi mengenai kondisi lapangan
- 6 Metode pelaksanaan yang direncanakan

### 9.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Penggunaan Harga Satuan dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya di Rencana Teknis Rinci (RTR) SPAM Pusat Pertumbuhan Pelabuhanratu di Kabupaten Sukabumi ini adalah :

- 1 Berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Standar, yaitu AHSP berdasarkan suatu pedoman yang dikeluarkan suatu lembaga tertentu. AHSP standar yang digunakan dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya ini antara lain adalah :
  - a. Peraturan Menteri PUPR No 28/PRT/M/2016 mengenai Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
  - b. Standar Nasional Indonesia No. 7394 Tahun 2008 mengenai Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan.
  - c. Standar Analisis Harga Satuan Pekerjaan lain sebagai analisis standar pendukung.
- 2 Berdasarkan Analisis Satuan Pekerjaan (ASP) untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak terdapat dalam AHSP Standar tersebut di atas. Perhitungan ASP digunakan untuk memperringkas penyajian dalam lembar Rencana Anggaran Biaya, sehingga suatu item pekerjaan tidak perlu disajikan dalam sub-sub item pekerjaan yang dikandung.

Selain Konsultan menyusun AHS, juga digunakan sumber AHS yang telah dikeluarkan oleh PDAM Tirta Kauripan Kabupaten Bogor 2019, khususnya untuk analisis pekerjaan pemasangan Pipa dan Asesoris Pipa.

### 9.3 Harga Material Dan Upah

Harga Material dan Upah utama yang digunakan adalah berdasarkan Peraturan Walikota Sukabumi 2019 tentang Standar Satuan Harga Tertinggi Pelaksanaan APBD Tahun Anggaran 2020. Untuk material-material lain yang tidak tercantum dalam Peraturan tersebut digunakan data dari sumber-sumber lain, antara lain data harga Jurnal Harga Bahan Bangunan 2019, data harga Kabupaten Bogor 2019 serta data-data harga lain yang sumbernya akan dicantumkan.

### 9.4 Penyusunan Kelompok Pekerjaan

Anggaran ini disusun dengan pengelompokan berdasarkan sifat dan lokasi pekerjaan. Kelompok pekerjaan tersebut adalah sebagai berikut :

- 1 Pekerjaan Persiapan
- 2 Pekerjaan Pengambilan Air Baku (Unit Intake)
- 3 Pekerjaan Pipa Transmisi dari Intake ke Instalasi Pengolah Air
- 4 Pekerjaan Instalasi Pengolah Air (Unit Produksi) :
  - a. Bangunan Instalasi Pengolah Air
  - b. Junction Instalasi Pengolah Air
  - c. Bangunan Reservoir
- 5 Pekerjaan Pipa Distribusi :
  - a. Jalur Pipa IPA - Distribusi
  - b. Jalur Pipa ke Arah Pelabuhan Ratu
  - c. Jalur Pipa ke Arah Cibadak
  - d. Jalur Pipa ke Arah Loji
  - e. Jembatan Pipa 1 ( $L = 4$  M)
  - f. Jembatan Pipa 2 ( $L = 5,2$  M)
  - g. Syphon 1 ( $L = 43$  M)
  - h. Syphon 2 ( $L = 118$  M)
  - i. Syphon 3 ( $L = 43$  M)
- 6 Pekerjaan Bangunan Pendukung :
  - a. Bangunan Kantor
  - b. Bangunan Genset
  - c. Bangunan Laboratorium
  - d. Bangunan Rumah Pompa
  - e. Sludge Drying Bed
  - f. Pagar, Landscaping dan lainnya

## 9.5 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	PEKERJAAN	HARGA TOTAL
1	2	3
<b>A</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>	
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	501,872,648.00
2	PEMBENTUKAN DAN PEMATANGAN LAHAN AREA IPA DAN KANTOR	18,186,885,957.50
<b>B</b>	<b>PEKERJAAN UNIT AIR BAKU</b>	
3	PEKERJAAN INTAKE	2,038,363,362.93
<b>C</b>	<b>PEKERJAAN JALUR TRANSMISI</b>	
4	PEKERJAAN JALUR TRANSMISI	3,309,241,553.81
<b>D</b>	<b>PEKERJAAN UNIT PRODUKSI</b>	
5	PEKERJAAN INSTALASI PENGOLAH AIR	25,964,323,673.48
6	JUNCTION INSTALASI PENGOLAH AIR	1,225,869,303.60
7	PEKERJAAN BANGUNAN RESERVOIR	6,308,167,731.28
<b>E</b>	<b>PEKERJAAN JALUR DISTRIBUSI</b>	
8	PEKERJAAN JARINGAN DISTRIBUSI	
a	JALUR PIPA IPA - DISTRIBUSI	1,520,380,129.13
b	JALUR PIPA KE ARAH PELABUHAN RATU	8,504,707,847.88
c	JALUR PIPA KE ARAH CIBADAK	16,743,393,219.38
d	JALUR PIPA KE ARAH LOJI	4,331,430,632.07
e	JEMBATAN PIPA 1 (L = 4 M)	137,519,106.11
f	JEMBATAN PIPA 2 (L = 5,2 M)	97,954,605.81
g	SYPHON 1 DENGAN HDD (L = 43 M)	880,735,266.24
h	SYPHON 2 DENGAN HDD (L = 118 M)	1,034,208,156.24
i	SYPHON 3 DENGAN HDD (L = 43 M)	709,443,956.24
<b>F</b>	<b>PEKERJAAN BANGUNAN PELENGKAP</b>	
9	BANGUNAN KANTOR	324,001,344.31
10	BANGUNAN GENSET	447,042,936.53
11	BANGUNAN LABORATORIUM	211,560,045.76
12	BANGUNAN RUMAH POMPA	355,419,075.55
13	BANGUNAN SLUDGE DRYING BED	750,488,931.05
14	PAGAR, LANDSCAPING DAN LAIN-LAIN	1,154,699,073.81
	JUMLAH	94,737,708,556.69
	PPN (10%)	9,473,770,855.67
	JUMLAH TOTAL	104,211,479,412.36
	JUMLAH TOTAL (DIBULATKAN)	<b>104,211,479,000.00</b>

Terbilang : Seratus empat miliar dua ratus sebelas juta empat ratus tujuh puluh sembilan ribu rupiah

# BAB X

## SPESIFIKASI TEKNIK

### Spesifikasi Untuk Pekerjaan Sipil

Acuan normatif dari pekerjaan sipil adalah sebagai berikut:

SNI 07-0076-1987	Tali kawat baja
SNI 03-0349-1989	Bata beton untuk pasangan dinding
SNI 03-1727-1989	Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung.
SNI 03-1738-1989	Panduan pengujian CBR lapangan
SNI 03-1742-1989	Metode pengujian kepadatan ringan untuk tanah
SNI 03-1743-1989	Metode pengujian kepadatan berat untuk tanah
SNI 03-1744-1989	Metode pengujian CBR laboratorium
SNI 05-0820-1989	Baja profili I, C dan L
SNI 03-1749-1990	Cara penentuan besar butir agregat untuk adukan dan beton
SNI 03-1750-1990	Mutu dan cara uji agregat beton
SNI 03-1753-1990	Cara penentuan butir halus lebih kecil dari 70 mikron agregat kasar untuk beton
SNI 03-1754-1990	Cara penentuan butir halus lebih kecil dari 50 mikron agregat kasar untuk beton
SNI 03-1756-1990	Cara penentuan kadar zat organik agregat halus untuk beton
SNI 03-1765-1990	Cara uji butiran pipih dan panjang agregat untuk beton
SNI 03-1964-1990	Metode pengujian berat jenis tanah
SNI 03-1965-1990	Metode pengujian kadar air tanah
SNI 03-1966-1990	Metode pengujian batas plastis
SNI 03-1967-1990	Metode pengujian batas cair dengan alat casagrande

SNI 03-1968-1990	Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar
SNI 03-1969-1990	Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
SNI 03-1970-1990	Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus
SNI 03-1971-1990	Metode pengujian tentang kadar air agregat
SNI 03-1972-1990	Metode pengujian slump beton
SNI 03-1974-1990	Metode pengujian kuat tekan beton
SNI 03-2417-1991	Metode pengujian keausan agregat dengan mesin los angeles
SNI 03-2455-1991	Metode pengujian laboratorium traxial A
SNI 03-2458-1991	Metode pengambilan contoh untuk campuran beton segar
SNI 03-2493-1991	Pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium
SNI 03-2495-1991	Spesifikasi bahan tambahan untuk beton
SNI 15-2530-1991	Metoda pengujian kehalusan Semen Portland
SNI 15-2531-1991	Metode pengujian berat jenis Semen Portland
SNI 03-2647-1992	Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung
SNI 03-2813-1992	Metode pengujian geser langsung tanah terkonsolidasi dengan drainase
SNI 03-2815-1992	Metode pengujian laboratorium traxial B (benda uji tanah)
SNI 03-2816-1992	Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar dan beton
SNI 03-2819-1992	Metode pengukuran debit sungai dan saluran terbuka dengan alat ukur tipe baling-baling
SNI 03-2828-1992	Metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir
SNI 03-2832-1992	Metode pengujian untuk mendapatkan kepadatan tanah maksimum dengan kadar air optimum.
SNI 03-2914-1992	Spesifikasi beton bertulang kedap air

SNI 03-3402-1994	Metode pengujian berat isi beton ringan struktural
SNI 03-3407-1994	Sifat kekekalan bentuk agregat terhadap larutan sodium sulfat.
SNI 03-3422-1994	Metode pengujian batas susut tanah
SNI 03-3423-1994	Metode pengujian analisis ukuran butir tanah dengan alat hidrometer
SNM 5-2049-1994	Semen Portland
SNI 03-3976-1995	Tata cara pengadukan dan pengecoran beton
SNM 5-3758-1 995	Semen adukan pasangan
SNI 03-4142-1996	Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no. 200 (0,0075 mm)
SNI 03-4431-1997	Metode pengujian lentur beton normal dengan 2 titik pembebahan
SNI 03-804-1998	Metode pengujian berat isi rongga udara dalam agregat.
SNI 03-6154-1999	Kawat boronjong
SNI 03-2094-2000	Bata merah pejal untuk pasangan dinding
SNI 03-2834-2000	Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal
SNI 03-6451-2000	Metode pengujian kuat lentur semen hidrolik
SNI 03-6477-2000	Metode penentuan nilai 10% kehalusan untuk agregat.
SNI 07-6401-2000	Spesifikasi kawat baja dengan proses kanal dingin untuk tulangan beton
SNI 03-1729-2002	Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung
SNI 03-2491-2002	Metode pengujian kuat tarik belah beton.
SNI 03-2835-2002	Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan tanah
SNI 03-3449-2002	Tata cara perancangan campuran beton ringan dengan agregat ringan.
SNI 03-6762-2002	Metode pengujian tiang pancang terhadap bahan lateral
SNI 03-6796-2002	Metode pengujian untuk menentukan daya dukung tanah dengan beban statis pada pondasi dangkal
SNI 03-6806-2002	Tata cara perhitungan beton tidak bertulang struktural

SNI 03-6812-2002	Anyaman kawat baja polos yang dilas untuk tulangan beton
SNI 03-6814-2002	Tata cara pelaksanaan sambungan mekanis untuk tulangan beton
SNI 03-6817-2002	Metode pengujian mutu air untuk digunakan dalam beton
SNI 03-6820-2002	Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen
SNI 03-6821-2002	Spesifikasi agregat ringan untuk batu cetak beton pasangan dinding
SNI 03-6825-2002	Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil
SNI 03-6861.2-2002	Spesifikasi bahan bangunan bagian B (bahan bangunan dari besi/baja)
SNI 03-6880-2002	Spesifikasi beton struktural
SNI 03-6882-2002	Spesifikasi motar untuk pekerjaan pasangan
SNI 03-6889-2002	Tata cara pengambilan contoh agregat
SNI 03-6897-2002	Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan dinding
AASHTO M133-86	Pengawetan kayu untuk tiang pancang

## 10.1 PEKERJAAN TANAH

### 10.1.1. Umum

Sebelum pekerjaan di lapangan dimulai, lokasi dari tempat pekerjaan harus ditinjau dahulu oleh tenaga ahli.

Kalau sekiranya tidak ada kesamaan antara keadaan lapangan dan keadaan seperti yang ditunjukan dalam gambar, Penyedia barang/jasa harus segera menyampaikan kepada Direksi secara tertulis untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut, juga Penyedia barang/jasa harus menentukan letak bangunan pelengkap seperti Direksi Keet, Gudang dan sebagainya.

### 10.1.2. Pembersihan Tempat Pekerjaan

Seluruh pepohonan, semak belukar dan akar-akar pohon di dalam daerah

batas pekerjaan untuk seluruh panjang dari bangunan dan ditambah dengan jarak 1 km pada kedua ujung dari bangunan harus dibersihkan dan ditebang, termasuk setiap pohon di luar batas-batas ini yang diperkirakan dapat jatuh dan menghalangi bangunan, kecuali ada pernyataan lain yang tertera di dalam syarat-syarat khusus dan gambar rencana.

Bagian atas tanah tanaman harus tersendiri digali sampai kira-kira kedalaman 20 cm dan ditimbun di satu tempat yang layak, agar dapat digunakan lagi.

Pembersihan dan pengupasan di luar batas daerah pekerjaan tidak diberikan pembayaran kepada Penyedia barang/jasa, kecuali pekerjaan tersebut atas permintaan dari Direksi dan persetujuan dari pengguna barang/jasa.

Bila dinyatakan syarat-syarat khusus atau diperintahkan oleh Direksi bahwa pepohonan rindang dan tanaman omamen tertentu akan dipertahankan, maka pepohonan/tanaman tersebut harus dijaga betul dari kerusakan atas biaya Penyedia barang/jasa.

Pepohonan yang harus disingkirkan, harus ditebang sedemikian rupa dengan tidak merusak pepohonan/tanaman lain yang dipertahankan, semua pohon, batang pohon, akar dan sebagainya harus dibongkar dengan kedalaman minimal 20 cm di bawah permukaan tanah asli dari permukaan akhir (ditentukan oleh permukaan mana yang lebih rendah). Bersama-sama dengan seluruh jenis sampah dalam segala bentuknya harus dibuang pada tempat yang tidak terlihat dari tempat pekerjaan menurut cara yang praktis atau dikubur.

Seluruh kerusakan termasuk pagar, yang terjadi pada saat pembersihan, harus diperbaiki oleh Penyedia barang/jasa atas tanggungannya sendiri. Bila akan dilakukan pembakaran hasil penebangan, Penyedia barang/jasa harus memberitahukan kepada penghuni terhadap milik-milik yang berbatasan dengan pekerjaan minimal 48 jam sebelumnya. Penyedia barang/jasa akan selalu bertindak sesuai dengan peraturan pemerintah yang berlaku mengenai pembakaran di tempat terbuka.

Pada pelaksanaan pembersihan, Penyedia barang/jasa harus berhati-hati untuk tidak mengganggu setiap patok-patok pengukuran, pipa-pipa atau

tanda-tanda lainnya. Perhitungan pembiayaan untuk pekerjaan ini mencakup penyediaan peralatan, tenaga dan pembuangan bahan-bahan sisa dibebankan kepada Penyedia barang/jasa dan dikerjakan sesuai dengan petunjuk Direksi.

### **10.1.3. Galian Tanah**

#### **10.1.3.1 Umum**

Galian tanah dilaksanakan pada :

- a. Semua bagian dari bangunan yang masuk dalam tanah
- b. Semua bagian dari tanah yang harus dibuang
- c. Semua bagian dari tanah yang harus di urug

Galian tanah harus dilaksanakan seperti yang tertera dalam gambar, baik mengenai lebar, panjang, dalam, kemiringan dan sebagainya, dan benar-benar waterpass. Kalau ternyata akan menimbulkan kesulitan-kesulitan pelaksanaan kalau dilaksanakan menurut gambar, Penyedia barang/jasa boleh mengajukan usul kepada Direksi mengenai cara pelaksanaannya.

#### **10.1.3.2 Klasifikasi Galian**

Galian akan diklasifikasikan dalam pengukuran dan pembiayaan sebagai berikut:

1. Galian tanah biasa
2. Galian tanah sedang, misalnya : pasir, lempung, cadas muda, dan sebagainya
3. Galian batu terdiri dari galian material yang umumnya menurut direksi perlu menggunakan bor dan atau bahan peledak atau alat-alat khusus lainnya.
4. Galian dimana timbul persoalan air tanah pada kedalaman lebih dari 20 cm dari permukaan air konstan, dimana biasanya air tanah naik pada penggalian pondasi.

### 10.1.3.3 Cara Pelaksanaan Pekerjaan

Penyedia barang/jasa harus memberitahukan kepada Direksi sebelum mulai mengerjakan pekerjaan galian, sehingga penampang, peil, dan pengukurannya dapat dilakukan pada keadaan tanah yang belum diganggu. Penyedia barang/jasa harus menyediakan fasilitas yang diperlukan untuk inspeksi semacam itu, termasuk inspeksi untuk semua pekerjaan dalam air.

Permukaan tanah yang berdekatan dengan konstruksi ini tidak dibenarkan untuk diganggu tanpa seijin dari Direksi.

Galian dari pondasi pada batas-batas kemiringan dan peil yang dicantumkan pada gambar rencana atau atas petunjuk Direksi, galian tersebut harus mempunyai ukuran yang cukup, agar penempatan konstruksi atau lantai pondasi dengan dimensi yang sesuai dengan gambar rencana mudah dilaksanakan.

Peil dasar lantai pondasi seperti yang tercantum pada gambar rencana, tidak boleh dianggap bersifat pasti. Direksi dapat menentukan perubahan dimensi peil dari lantai pondasi jika dipandang perlu, agar pondasi tersebut dapat berfungsi dengan sebaik-baiknya. Batu-batu besar, kayu, serta rintangan-rintangan lain yang mungkin ditemui dalam galian, harus dibuang. Sesudah galian selesai, Penyedia barang/jasa harus memberitahukan Direksi akan hal ini, dan tidak diperkenankan untuk melaksanakan penaikan tanah dasar pondasi dan melaksanakan lantai pondasi sebelum Direksi setuju dengan ukuran dan kedalaman galian material-material pondasi serta konstruksi-konstruksi yang akan dipasang pada lubang galian tersebut. Semua retakan atau celah-celah yang ada harus dibersihkan dan diisi dengan spesi (injeksi), serta semua material lepas, batu-batu lapuk, lapisan-lapisan yang tipis harus dibuang.

#### 10.1.3.4 Coffe Dam

Untuk galian di bawah air atau di bawah permukaan air tanah, harus digunakan coffe dam. Sebelum dimulainya pekerjaan, Penyedia barang/jasa harus memberikan gambar rencana coffe dam yang akan dikerjakan kepada Direksi untuk disetujui.

Coffer dam untuk galian pondasi harus dibuat cukup dalam di bawah permukaan dasar pondasi yang cukup kedap air, dan diperkuat dengan silang-silang penguat yang cukup kuat, agar keselamatan kerja terjamin. Luas coffe dam harus direncanakan cukup untuk penempatan perancah atau acuan pondasi serta besi untuk keperluan pemompaan air keluar acuan beton.

Coffer dam harus direncanakan sedemikian rupa agar cukup memenuhi syarat untuk melindungi beton muda dari arus air deras atau erosi, silang-silang penguat dan atau bagian-bagian lain dari coffe dam tidak diperbolehkan masuk ke dalam dan menjadi bagian permanen dari pondasi tanpa persetujuan Direksi, jadi harus dibongkar dengan hati-hati agar tidak merusak konstruksi.

Pohon-pohon yang ditebang, tidak diperkenankan jatuh pada milik perorangan, tanpa ijin khusus dari pemiliknya, dan penyedia barang/jasa atas tanggungannya menyingkirkan pohon-pohon tersebut atau membiarkan di tempat semula asal ada persetujuan tertulis dari pemiliknya.

Seluruh kerusakan termasuk pagar, yang terjadi pada saat pembersihan, harus diperbaiki oleh Penyedia barang/jasa atas tanggungannya sendiri. Dalam hal akan dilakukan pembakaran, Penyedia barang/jasa akan memberitahukan kepada penghuni terhadap milik-milik yang berbatasan dengan pekerjaan, paling kurang 48 jam kurang, maksudnya untuk melakukan pembakaran, Penyedia barang/jasa akan selalu bertindak sesuai dengan perturuan-peraturan Pemerintah yang beriaku mengenai pembakaran di tempat terbuka.

Pada pelaksanaan pembersihan, Penyedia barang/jasa harus berhati-hati untuk tidak mengganggu setiap patok-patok pengukuran, pipa-pipa atau tanda-tanda lainnya. Perhitungan pembiayaan untuk pekerjaan ini mencakup penyediaan peralatan, tenaga dan pembuangan bahan-bahan sisa sedemikian sehingga sesuai dengan petunjuk Direksi.

#### **10.1.3.5 Genangan Air di Dalam Galian**

Pada waktu pelaksanaan pekerjaan Penyedia barang/jasa harus menjaga, agar lubang galian tidak digenangi air yang ditimbulkan oleh air hujan ataupun yang keluar dari mata air. Kalau lubang galian digenangi air, maka Penyedia barang/jasa harus mengeluarkan dengan jalan memompa, menimba, atau mengalirkan lewat parit-parit pembuang. Bila terjadi keadaan dimana menurut pandangan Direksi adalah tidak mungkin memompa air tanah yang cepat sekali naik atau karena sebab-sebab lain sehubungan dengan adanya daya angkat air, maka mungkin diperlukan suatu lantai pondasi beton seal dengan dimensi cukup, agar penempatan besi/pengecoran beton untuk pondasi dapat dikerjakan sebagaimana layaknya.

Usaha pemompaan air ini tidak dari Cofferdam hendaknya dilengkapi dan dikerjakan sedemikian agar beton muda atau bagian-bagian daripadanya tidak ikut terbawa dalam proses pemompaan. Pemompaan tidak dibenarkan untuk dimulai sebelum lantai beton seal cukup menjadi keras.

#### **10.1.3.6 Pemeriksaan Penggalian dan Pengisian**

Penggalian dan pengisian harus diperiksa dan disetujui oleh Direksi dan kalau perlu oleh pengawas setempat sebelum dimulainya tahap konstruksi. Direksi akan segera memberitahukan kalau pengisian

selesai sehingga ia dapat bersiap-siap untuk mengetes secara tepat kepadatannya.

Setelah penggalian disetujui, penyedia barang/jasa harus segera mulai dengan tahap konstruksi berikutnya dan tidak boleh membiarkan parit penggalian ditinggal terbuka dalam jangka waktu lama untuk hal-hal yang tidak perlu.

#### **10.1.3.7 Pembuangan bahan galian**

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuangan bahan galian yaitu :

- Kontraktor harus mengangkut dan membuang bahan galian yang tidak diperlukan dalam pekerjaan. Apabila lapisan tanah bagian atas tersebut dalam Daftar Rincian Biaya Pekerjaan (*Bill of Quantity*) harus disingkirkan, maka Kontraktor harus menumpuknya di suatu tempat di lapangan yang disetujui Direksi dan terpisah dari timbunan-timbunan yang lain.
- Hal-hal yang menyangkut jumlah, cara atau waktu untuk menyingkirkan lapisan tanah bagian atas menjadi pertimbangan dan atas persetujuan Direksi. Semua bahan galian, kecuali yang dianggap baik (*surplus*) untuk keperluan proyek, tidak boleh disingkirkan dari lapangan kecuali atas petunjuk dan persetujuan Direksi.
- Apabila Kontraktor diijinkan oleh Direksi untuk menyingkirkan bahan galian dari lapangan untuk memudahkan pekerjaannya, maka kekurangan bahan urugan yang timbul menjadi tanggungannya

#### **10.1.3.8 Perbaikan dari pekerjaan galian yang tidak memuaskan**

Pekerjaan galian yang tidak memenuhi toleransi yang diberikan, harus diperbaiki oleh kontraktor sebagai berikut :

- Material yang berlebihan harus dibuang dengan menggali lebih lanjut
- Daerah dimana digali lebih, atau daerah retak atau lepas, harus diurug kembali dengan timbunan pilihan atau lapis pondasi agregat seperti yang diperintahkan oleh Direksi/ Pengawas.

#### **10.1.3.9 Pembuangan material pekerjaan sementara dan perapihan tempat bekas galian**

- Terkecuali diperintahkan oleh Direksi / Pengawas, seluruh struktur sementara seperti cofferdam atau skor dan turap harus dibongkar oleh Kontraktor setelah selesai pekerjaan struktur permanen atau pekerjaan lain untuk mana galian telah dilakukan. Pembongkaran harus dilakukan sedemikian sehingga tidak mengganggu atau merusak struktur atau formasi yang telah selesai.
- Seluruh tempat bekas galian bahan atau sumber bahan yang digunakan oleh Kontraktor harus ditinggalkan dalam keadaan rapih dengan tepi dan lereng yang stabil

#### **10.1.3.10 Jaminan keselamatan pekerjaan galian**

- Kontraktor harus memikul seluruh tanggung jawab untuk menjamin keselamatan pekerja yang melaksanakan pekerjaan galian.
- Selama masa pekerjaan galian, Kontraktor harus menjaga setiap saat suatu lereng yang stabil yang mampu menahan pekerjaan sekitarnya. Bila diperlukan, Kontraktor harus menahan atau menyangga struktur di sekitarnya yang jika tidak dilakukan dapat menjadi tidak stabil atau rusak oleh pekerjaan galian itu.
- Pada setiap saat di mana kedalaman galian melebihi ketinggian di atas kepala, Kontraktor harus menempatkan pengawas keamanan pada tempat kerja yang tugasnya hanya memonitor kemajuan dan keamanan. Pada setiap saat peralatan galian cadangan serta perlengkapan P3K harus tersedia ditempat kerja galian.
- Seluruh tepi galian terbuka harus diberi penghalang yang cukup untuk mencegah pekerja atau orang lain terjatuh ke dalamnya dan setiap galian terbuka pada badan jalan atau bahu harus ditambah dengan bambu pada malam hari dengan drum dicat putih atau lampu kuning sesuai dengan ketentuan Direksi / Pengawas.

#### **10.1.4. Urugan Tanah**

##### **10.1.4.1 Umum**

Urugan dilaksanakan pada:

1. Semua bekas lubang pondasi
2. Semua bagian yang harus ditinggikan, dengan jalan menimbun dengan urugan tanah harus dilaksanakan menurut gambar serta peil-peil yang telah ditetapkan, juga termasuk perataan dan penyelesaian tanah halaman di sekitarnya.

##### **10.1.4.2 Penggunaan Material Bekas Galian**

Penyedia barang/jasa harus menjamin bahwa semua material bekas galian yang akan dipergunakan kembali ditempatkan secara terpisah dan dilindungi dari segala pengotoran-pengotoran seperti bahan-bahan yang dapat merusak beton, akar dari pohon, kayu dan sebagainya.

Berbagai jenis material sebaiknya diletakkan terpisah, misalnya material yang sifatnya keras dipisahkan dari yang sifatnya lembek, seperti lempung dan sebagainya. Penggunaan jenis-jenis material yang akan dipakai untuk keperluan penggunaan harus ada persetujuan dari Direksi.

##### **10.1.4.3 Metoda Pelaksanaan Urugan Tanah**

- a. Material tanah urugan yang didatangkan dan telah disetujui oleh Direksi, harus dihamparkan dalam lapisan-lapisan setebal maksimum 30 cm, agar didapat kepadatan yang merata untuk seluruh ketebalannya, sesuai dengan kemiringan serta ukuran-ukuran seperti yang tercantum dalam Gambar Rencana. Tanah urugan harus dibasahi secukupnya, yakni pada kadar air optimal (sebelum dipadatkan) untuk mencapai kepadatan optimal

yang disyaratkan.

- b. Pada pelaksanaan pemanjangan, lapisan berikutnya tidak boleh dihampar sebelum lapisan yang terdahulu selesai dipemanjangan dan telah diperiksa oleh Direksi. Pemanjangan dilakukan dengan Vibrators Roller atau cara lain yang disetujui oleh Direksi.
- c. Kontraktor hendaknya menjaga dengan seksama kadar kelembaban dari bahan pengisi sebelum dan selama pemanjangan sedemikian rupa sehingga selalu berada diantara nilai-nilai yang ditentukan oleh Direksi selama percobaan-percobaan yang terperinci yang cocok bagi bahan pengisi tersebut dan metode pemanjangan yang digunakan.
- d. Kontraktor harus memperhitungkan adanya konsolidasi dan penurunan dan harus menyesuaikan bagian atas dan sisi dari timbunan hingga sesuai dengan ketinggian maupun bentuknya. Sebelum meletakkan konstruksi di permukaannya, semua pertemuan dengan struktur dan galian yang ada supaya dirapikan dan diratakan supaya tercapai hasil yang baik.

#### **10.1.4.4 Perlindungan terhadap Pekerjaan Timbunan**

- a. Selama pekerjaan berlangsung, Kontraktor harus dengan segala cara yang disetujui Direksi, menjamin agar tidak terjadi genangan-genangan air yang dapat mengganggu/merusak semua pekerjaan galian atau timbunan.
- b. Kontraktor bertanggungjawab atas stabilitas dari timbunan dan harus mengganti bagian- bagian yang rusak, yang menurut Direksi diakibatkan karena kecerobohan atau keteledoran dari pihak Kontraktor dan atau akibat dari aliran air, tapi tidak karena disebabkan oleh gerakan tanah dasar timbunan.
- c. Selama pelaksanaan timbunan harus tetap dijaga bentuknya dan diusahakan agar terhindar dari bahaya air. Bila material yang sudah tidak memenuhi syarat juga digunakan untuk konstruksi timbunan tersebut, maka Kontraktor harus membongkar dan

menggantinya dengan material yang sesuai, dimana untuk itu tidak diadakan tambahan biaya.

#### **10.1.4.5 Perbaikan dari urugan yang tidak memenuhi dan tidak stabil**

- a. Urugan akhir yang tidak memenuhi penampang yang dinyatakan atau disetujui atau tidak memenuhi toleransi permukaan yang disyaratkan harus diperbaiki dengan menggaru permukaan dan membuang atau menambah material sebagaimana yang diperlukan yang dilanjutkan dengan membentuk dan memadatkan kembali.
- b. Urugan yang terlalu kering untuk pemasatan, dalam hal kadar airnya kurang memenuhi syarat atau tidak sesuai yang diperintahkan oleh Direksi / Pengawas, harus diperbaiki dengan menggaru material, disusul dengan penyiraman air secukupnya dan dicampur dengan menggunakan "motor grader" atau peralatan lain yang disetujui.
- c. Urugan yang terlalu basah untuk pemasatan, dimana kadar airnya melampaui kadar air yang disyaratkan atau sebagaimana yang diperintahkan Direksi / Pengawas Teknik, harus diperbaiki ulang dengan menggaru material, disusul dengan menggunakan motor grade berulang-ulang oleh alat lainnya dengan selang waktu istirahat setelah penanganan, dalam cuaca yang kering. Cara lain, atau jika pengeringan tidak dapat dicapai dengan cara mengaduk atau membiarkan tanah gembur tersebut, Direksi / Pengawas Teknik dapat memerintahkan untuk mengeluarkan bahan tersebut dari pekerjaan dan menggantikannya dengan bahan kering yang lebih cocok.
- d. Urugan yang menjadi jenuh akibat hujan atau banjir atau hal lain setelah dipadatkan dalam batasan persyaratan ini biasanya tidak memerlukan pekerjaan lainnya asal sifat material dan kerataan permukaan masih memenuhi persyaratan spesifikasi ini.

- e. Perbaikan urugan yang tidak memenuhi kepadatan atau persyaratan sifat material dari spesifikasi ini harus seperti yang diperintahkan Direksi / Pengawas dan dapat meliputi tambahan pemanatan, penggaruan yang disusul dengan pengaturan kadar air dan pemanatan kembali, atau pembuangan dan penggantian material.
- f. Perbaikan dari urugan yang rusak akibat gerusan banjir atau menjadi lembek setelah pekerjaan selesai dan diterima oleh Direksi / Pengawas haruslah seperti apa yang ditentukan dalam spesifikasi ini.

#### **10.1.4.6 Pengembalian bentuk pekerjaan setelah pengujian**

Seluruh lubang pada pekerjaan akhir yang dibuat dengan pengujian kepadatan atau yang lainnya harus diurug kembali oleh Kontraktor secepatnya dan dipadatkan hingga mencapai kepadatan dan toleransi permukaan yang disyaratkan oleh spesifikasi

#### **10.1.4.7 Pembatasan oleh cuaca**

Urugan tidak boleh dipasang, dihampar atau dipadatkan sewaktu hujan, dan pemanatan tidak boleh dilaksanakan setelah hujan atau lainnya bila kadar air material diluar rentang yang ditentukan

#### **10.1.4.8 Urugan Tanah**

Semua pekerjaan pengurugan harus dilaksanakan lapis demi lapis horizontal dan dipadatkan. Tebal dari tiap lapis diambil 20 – 30 cm dan selama proses pemanatan, harus dibasahi dengan air untuk mendapatkan hasil pemanatan yang maksimum.

Pemanatan harus dilakukan dengan alat pemanat mekanis (*compactor*) dan untuk pekerjaan yang besar sifatnya, dapat dipakai roller dan sebagainya, dengan kapasitas yang sesuai. Pemanatan dilakukan sampai kepadatannya dicapai pada kepadatan dimana kadar airnya 95% dari kadar air optimal, atau “*dry density*” nya

mencapai 95 % dari *dry density* optimal, sesuai dengan petunjuk pengawas. Terhadap hasil pemasatan yang dilaksanakan, Penyedia Jasa harus mengadakan “*density test*” di lapangan. Semua biaya seluruh pengujian tersebut menjadi beban Penyedia Jasa.

Bila bahan urugan apapun yang digunakan menjadi lapuk/rusak atau bila urugan yang telah dipadatkan menjadi terganggu, maka bahan tersebut harus digali keluar dan diganti dengan bahan yang memenuhi syarat serta dipadatkan kembali, sesuai dengan petunjuk Pengawas, tanpa adanya biaya tambahan.

Selama dan sesudah pekerjaan pengurukan dan pemasatan, tidak dibenarkan adanya genangan air di atas tanah atau sekitar lapangan pekerjaan. Penyedia Jasa harus mengatur pembuangan air sedemikian rupa agar aliran air hujan atau dari sumur lain dapat berjalan lancar, baik selama ataupun sesudah pekerjaan selesai.

Tanah harus dipisahkan terlebih dahulu dari bahan-bahan yang dapat membahayakan, bebas dari segala bahan yang dapat membusuk, sisa bahan bangunan dan atau mempengaruhi kepadatan urugan.

Pengurukan dilaksanakan sampai mencapai *peil* yang ditetapkan dan diratakan sampai nantinya tidak akan timbul cacat-cacat seperti turunnya permukaan, bergelombang, dan sebagainya.

#### 10.1.4.9 Penghamparan dan Pemasatan Urugan

##### a) Penyimpanan di tempat kerja

- ❖ Sebelum penghamparan tanah urugan pada suatu tempat, semua bahan yang tidak memenuhi persyaratan harus telah dibuang sebagaimana diperintahkan oleh Direksi/Pengawas sesuai spesifikasi.
- ❖ Bila tinggi urugan lebih satu meter, dasar pondasi dari urugan harus dipadatkan benar-benar (termasuk penggaruan dan pengeringan atau pembasahan bila diperlukan) sehingga 15 cm bagian atas memenuhi persyaratan kepadatan yang

ditentukan untuk urugan yang dipasang di atasnya.

b) Penghamparan urugan

- ❖ Material urugan harus dibawa ke permukaan yang telah disiapkan dan dihampar merata dalam lapis yang bila dipadatkan akan memenuhi toleransi tebal lapisan yang disyaratkan dalam spesifikasi ini. Bila lebih dari satu lapis akan dipasang, lapis-lapis tersebut sedapat mungkin harus sama tebalnya.
- ❖ Urugan tanah umumnya harus diangkut langsung dari lokasi sumber material ke tempat permukaan yang telah dipersiapkan sewaktu cuaca kering dan disebar merata. Urugan kembali di belakang struktur harus dilaksanakan secara sistematis menyusul pembuatan struktur
- ❖ Bila timbunan akan diperlebar, lereng dari timbunan yang ada harus disiapkan dengan membuang seluruh tetumbuhan permukaan dan dibuat tangga sehingga urugan yang baru terkunci kepada timbunan yang lama sampai memuaskan Direksi/Pengawas. Selanjutnya urugan yang diperlebar dapat digunakan oleh lalu lintas secepatnya yang memungkinkan pembangunan dilanjutkan disisi jalan lainnya jika diperlukan.

b) Pemadatan urugan

Langsung setelah penghamparan, masing-masing lapis harus dipadatkan benar-benar dengan peralatan pematatan yang memadai yang disetujui oleh Direksi/Pengawas hingga mencapai kepadatan yang ditentukan.

Masing-masing lapis dari urugan harus dipadatkan sesuai yang ditentukan, diuji untuk kepadatan dan diterima oleh Direksi/Pengawas sebelum lapisan berikutnya dipasang.

Bila bahan urugan akan dipasang pada kedua sisi dari struktur, maka operasi harus dilakukan agar urugan selalu kira-kira sama tingginya pada kedua sisi struktur.

Urugan pada lokasi yang tidak dicapai dengan peralatan pemadat mesin gilas, harus dipasang dalam lapisan horisontal yang tidak lebih dari 15 cm tebal gembur dan secara menyeluruh dipadatkan dengan penumbuk loncat mekanis (*Tamping Rammer*) minimum seberat 10 kg.

#### **10.1.4.10 Timbunan sirtu dipadatkan**

- a. Yang dimaksud backfill / timbunan sirtu adalah semua material yang digunakan sebagai lapisan tanah keras sebelum dipasang lantai kerja. Semua pekerjaan ini harus dilaksanakan oleh Kontraktor seperti yang tertera dalam gambar. Adapun jenis dari timbunan sirtu adalah memakai jenis sirtu dengan ketebalan seperti pada gambar konstruksi dan dengan kepadatan menurut petunjuk Direksi.
- b. Pelaksanaan pekerjaan backfill / timbunan sirtu harus dijaga dari genangan air untuk menjaga agar pelaksanaan penimbunan memenuhi persyaratan.
- c. Proses penimbunan serta pemadatan harus mengikuti seperti standar yang berlaku
- d. Kemajuan prestasi untuk pekerjaan penimbunan material urug / backfill akan dilakukan berdasarkan hasil ukur di lapangan bersama-sama dengan Kontraktor dan Direksi. Semua perubahan akibat kondisi lapangan harus ada ijin dari Direksi.
- e. Direksi/Konsultan Pengawas mengharuskan agar supaya semua urugan pasir hanya terdiri dari mutu yang terbaik yang dapat diperoleh.

#### **10.1.5. Urugan Pasir**

- a. Bila tidak dicantumkan dalam gambar detail, maka minimum 10 cm padat (setelah disirami, diratakan dan dipadatkan) dibagian atas dari urugan di bawah plat-plat beton bertulang, beton rabat dan

- pondasi-pondasi dangkal harus terdiri dari urugan pasir padat.
- b. Dibawah lapisan pasir tersebut urugan yang dipakai adalah dari jenis tanah silty clay yang bersih tanpa potongan-potongan bahan-bahan yang bisa lapuk serta bahan batuan yang telah dipecah-pecah tersebut tidak boleh lebih dari 15 cm
  - c. Direksi/Konsultan Pengawas mengharuskan agar supaya semua urugan pasir hanya terdiri dari mutu yang terbaik yang dapat diperoleh.

#### 10.1.6. Lain-Lain

Pengurugan dengan bahan-bahan lain, misalnya dengan gravel, pecahan batu merah, dan sebagainya harus dilaksanakan menurut gambar rencana. Bahan-bahan tersebut harus bersih, bebas dari kotoran-kotoran, serta mempunyai gradasi yang sesuai dengan yang diperuntukan.

### 10.2 PEKERJAAN BETON

#### 10.2.1. Umum

Pekerjaan beton bertulang akan digunakan pada pekerjaan konstruksi IPA dan Bangunan Lainnya antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Struktur kolam,
- b. Struktur sloof, kolom dan balok,
- c. Pelat lantai dan Dinding,
- d. Pondasi Sumuran,
- e. Struktur lain sesuai dengan gambar rencana

Pekerjaan ini mencakup persiapan lapangan kerja, pengadaan bahan-bahan untuk beton, pencampuran, pengadukan, pengangkutan, dan perawatan sampai penyelesaian pekerjaan ini. Konstruksi beton yang terbentuk harus memenuhi syarat menurut bentuk, dimensi, dan volume seperti yang tercantum dalam Gambar Rencana atau menurut petunjuk Direksi. Untuk pekerjaan beton bertulang harus menggunakan beton *ready mix* atau diaduk di lapangan apabila tersedia *mixing plant* yang disediakan kontraktor dan disetujui oleh Direksi.

Persyaratan-persyaratan konstruksi beton, istilah teknis dan syarat-syarat pelaksanaan beton secara umum menjadi kesatuan dalam bagian buku persyaratan teknis ini. Kecuali ditentukan lain dalam buku persyaratan teknis ini, maka semua pekerjaan beton harus sesuai dengan referensi di bawah ini :

- a. Peraturan Beton SKSNI
- b. Peraturan pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 c) American society of Testing Materials (ASTM)
- c. Standar industri indonesia ( SII)

Bilamana ada ketidaksesuaian antara peraturan-peraturan tersebut di atas maka peraturan- peraturan Indonesia yang menentukan. Pemborong harus melaksanakan pekerjaan ini dengan ketetapan dan kesesuaian yang tinggi menurut persyaratan teknis ini, gambar rencana dan instruksi-instruksi yang dikeluarkan oleh Konsultan Pengawas, semua pekerjaan yang tidak memenuhi persyaratan harus dibongkar dan diganti atas biaya pemberong sendiri. Semua material harus baru dengan kualitas yang terbaik sesuai persyaratan dan disetujui oleh Konsultan Pengawas. Konsultan pengawas berhak untuk meminta diadakan pengujian bahan-bahan tersebut dan pemberong bertanggung jawab atas segala biayanya. Semua material yang tidak disetujui oleh konsultan pengawas harus segera dikeluarkan dari proyek /site dalam waktu 3 x 24 jam.

#### **10.2.2. Bahan Bangunan Secara Umum**

Semua bahan harus merupakan mutu terbaik yang tersedia dan sesuai dengan "Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (NI - 3 )", British Standar yang relevan atau yang setara.

Penyedia barang/jasa harus menyediakan contoh dari semua bahan yang dipakai untuk pekerjaan beton. Untuk memperoleh persetujuan dari Direksi dan tidak boleh memesan bahan tersebut dalam jumlah besar sebelum diberikan persetujuan untuk pemakaian bahan.

Direksi akan menahan contoh-contoh bahan yang sudah disetujui sebagai patokan, pengiriman-pengiriman bahan selanjutnya akan dicek kesesuaianya

dengan contoh tersebut.

Penyedia barang/jasa tidak boleh melakukan penyimpangan yang berarti terhadap contoh yang sudah disetujui, tanpa persetujuan dari direksi.

Semua bahan yang ditolak oleh direksi harus segera disingkirkan dari lapangan atas biaya Penyedia barang/jasa.

#### 10.2.2.1. Semen

- Semua semen yang digunakan adalah jenis portland Cement sesuai dengan persyaratan NI-2 pasal Bab 3 Standar Indonesia NI-8/1964, SII 0013-81 atau ASTM C-150 dan produksi dari satu merk / pabrik.
- Pemborong harus mengirimkan surat pernyataan pabrik yang menyebutkan tipe, kualitas dari semen yang digunakan “*manufacture's test certificate*” yang menyatakan memenuhi persyaratan tersebut di atas.
- Pemborong harus menempatkan semen tersebut dalam gudang yang baik untuk mencegah terjadinya kerusakan, dan tidak boleh ditaruh langsung di atas tanah tanpa alas kayu.
- Semen yang menggumpal, sweeping, tercampur dengan kotoran atau kena air/lembab tidak diizinkan untuk digunakan dan harus segera dikeluarkan dari proyek dalam batas 3 x 24 jam.
- Penggunaan semen harus sesuai dengan urutan pengirimannya.

#### 10.2.2.2. Agregat

##### a. Agregat Kasar

- Berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan spesifikasi sesuai menurut NI-2 pasal 3, 4, 5 bab III dan serta mempunyai ukuran terbesar 2,5 cm.
- Agregat Kasar terdiri dari butir-butir yang kasar, keras, tidak berpori dan berbentuk kubus.
- Bila ada butir yang pipih maka jumlahnya tidak boleh melebihi 19 % dari volume dan tidak boleh mengalami pembekuan hingga melebihi 50 % kehilangan berat menurut test mesin Los Angeles (LA).

- Bahan harus bersih dari zat-zat organik, zat-zat reactif alkali atau substansi yang merusak beton dan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %.
- Hasil “crushing test” dari laboratorium yang berwenang terhadap kubus-kubus beton yang berumur 7, 14, dan 21 hari harus dilaporkan kepada konsultan pengawas untuk dimintakan persetujuannya.

**b. Agregat Halus**

- Dapat menggunakan pasir alam atau pasir yang dihasilkan dari mesin pemecah batu dan harus bersih dari bahan organik, lumpur, zat-zat alkali dan tidak mengandung lebih dari 50% substansi-substansi yang merusak beton atau NI - 2 pasal 3 bab 3.
- Pasir laut tidak diperkenankan dipergunakan dan pasir harus terdiri dari partikel-partikel yang tajam dan keras

**10.2.2.3. Air**

Air yang digunakan harus bersih dan jernih tidak mengandung minyak atau garam serta zat-zat yang dapat merusak beton baja bertulang. Dalam hal ini sebaiknya digunakan air bersih yang dapat diminum, atau seperti NI - 2 pasal 6 Bab 3.

**10.2.2.4. Baja Tulangan**

- Baja tulangan yang digunakan adalah baja polos dimana harus memenuhi persyaratan SKNI, dengan tegangan leleh karakteristik  $(\text{Tau}) = 2400 \text{ kg/cm}^2$  atau baja U 24,  $(\text{Tau}) = 3900 \text{ kg/cm}^2$  atau baja U39, pemberi tugas atau konsultan, pengawas bila diperlukan, akan melakukan pengujian test tegangan tarik-putus dan “ Bending” untuk setiap 10 ton baja tulangan, atas biaya pemborong.
- Batang-batang tulangan harus disimpan tidak menyentuh tanah secara langsung dan dihindari akan penimbunan baja tulangan di udara terbuka.

- Kawat ikat berukuran minimal 1 mm.
- Batang-batang tulangan yang berlainan ukurannya harus ditimbun pada tempat terpisah dan diberi tanda yang jelas.

#### 10.2.2.5. Bahan Pencampur

- Penggunaan bahan pencampur (admixture) tidak diijinkan tanpa persetujuan tertulis dari Konsultan Pengawas dan Konsultan Perencana.
- Apabila akan digunakan bahan pencampur, pemborong harus mengadakan percobaan- percobaan perbandingan berat dan W/C ratio dari penambahan bahan pencampur (admixture) tersebut.

#### 10.2.2.6. Cetakan Beton

Dapat menggunakan kayu kelas II dengan ketebalan minimal 3 cm, atau multiplek tebal minimal 18 mm atau plat baja, dengan syarat memenuhi ketentuan-ketentuan yang tersebut dalam SKSNI jarak rangka kayu harus disetujui Konsultan Pengawas.

#### 10.2.3. Mutu Beton

- a. Mutu beton untuk konstruksi bangunan harus memenuhi persyaratan kekuatan tekan karakteristik sebagai berikut :

Mutu Beton	Jenis Pekerjaan
K 100	Lantai Teras/ Lantai Kerja
K 175	Kolom Praktis, Sloof, Ring Balk (MCK), Pondasi MCK
K 225	Struktur IPA (bangunan dengan beban relative kecil)
K 250	Struktur IPA (seluruh komponen struktur IPA)
K 300	Struktur IPA (seluruh komponen struktur IPA)

- b. Slump (kekentalan beton) untuk jenis konstruksi berdasarkan SKSNI adalah sebagai berikut :

Jenis Konstruksi	Slump Maks. (cm)	Slump Min. (cm)
Pelat & Dinding Pondasi telapak	12,5	5,0
Pelat, Balok & Dinding, Kolom, Sloof	15,0	7,5
Kaison & Konstruksi bawah tanah	9,0	2,5
Pelat diatas tanah/pergeseran jalan	7,5	5,0

- c. Bila tidak digunakan alat penggetar dengan frekwensi getaran tinggi, maka harga tersebut di atas dapat dinaikan sebesar 50% dengan catatan tidak boleh melebihi 15 cm

#### 10.2.4. Percobaan Pendahuluan

- a. Pemberong harus menyediakan peralatan dan perlengkapan yang mempunyai ketelitian cukup untuk menetapkan dan mengawasi jumlah takaran dari masing-masing bahan pembentukan beton dengan persetujuan dari Konsultan Pengawas.
- b. Pengaturan untuk pengangkutan, penimbangan dan pencampuran dari material-material harus dengan persetujuan Konsultan Pengawas dan seluruh operasi harus dikontrol dan diawasi terus menerus oleh seorang inspektor yang berpengalaman dan bertanggung jawab .
- c. Pengadukan harus dilakukan dengan mesin pengaduk beton (*Bacth Mixer atau Portable Continous Mixer*). Mesin pengaduk harus betul-betul kosong sebelum menerima bahan-bahan dari adukan selanjutnya dan harus dicuci bila tidak digunakan lebih dari 30 menit.
- d. Bahan-bahan pembentuk beton harus dicampur dan diaduk selama 1,5 menit sesudah semua bahan ada dalam mixer. Waktu pengadukan harus ditambah, bila kapasitas mesin lebih besar dari  $1,5 \text{ m}^3$  dan Konsultan Pengawas berwenang untuk menambah waktu pengadukan jika ternyata pemasukan bahan dan cara pengadukan gagal untuk mendapatkan hasil adukan dengan kekentalan dan warna yang merata/seragam. Beton yang dihasilkan harus seragam dalam komposisi dan konsistensi dalam setiap adukan
- e. Mesin pengaduk tidak boleh dibebani melebihi kapasitas yang telah ditentukan. Air harus dituang terlebih dahulu untuk selanjutnya ditambahkan selama pengadukan. Tidak diperkenankan melakukan pengadukan yang berlebihan yang membutuhkan penambahan air untuk mendapatkan konsistensi beton yang dikehendaki.

#### 10.2.5. Persiapan Pengecoran

- a. Sebelum pengecoran dimulai, semua bagian-bagian yang akan dicor harus bersih dan bebas dari kotoran-kotoran dan bagian beton yang lepas. Bagian-bagian yang akan ditanam dalam beton harus sudah terpasang (pipa-pipa untuk instalasi listrik, plumbing dan perlengkapan- perlengkapan lain).
- b. Cetakan atau pasangan dinding yang akan berhubungan dengan beton harus dibasahi dengan air sampai jenuh dan tulangan harus sudah terpasang dengan baik. Bidang-bidang beton lama yang akan dicor harus dibuat kasar terlebih dahulu dan kemudian dibersihkan dari segala kotoran yang lepas.
- c. Sesaat sebelum beton dicor, maka bidang-bidang tersebut harus disapu dengan spesi mortar dengan susunan yang sama seperti adukan beton dan air harus dibuang dari semua bagian- bagian yang akan dicor.
- d. Pemborong harus tetap menjaga kondisi bagian-bagian tersebut sampai ijin pengecoran diberikan oleh Konsultan Pengawas.
- e. Apabila pengecoran tidak memakai begisting kayu maka dasar permukaan yang akan dicor harus diberi beton dengan adukan 1 pc : 3 ps : 5 krk setebal 5 cm.

#### 10.2.6. Acuan/Cetakan Beton/Bekisting

- Rencana cetakan beton menjadi tanggung jawab Pemborong sepenuhnya. Cetakan harus sesuai dengan bentuk, ukuran batas-batas dan bidang dari hasil beton yang direncanakan, serta tidak boleh bocor dan harus cukup kaku untuk mencegah terjadinya perpindahan tempat atau kelonggaran dari penyangga harus menggunakan Multiplex.
- Permukaan cetakan harus cukup rata dan halus serta tidak boleh ada lekukan, lubang-lubang atau terjadi lendutan. Sehubungan pada

cetakan diusahakan lurus dan rata dalam arah Horisontal dan Vertikal, terutama untuk permukaan beton yang tidak di “finish” (expose concrete).

- Tiang-tiang penyangga harus direncanakan sedemikian rupa agar dapat memberikan penunjang seperti yang dibutuhkan tanpa adanya “overstress” atau perpindahan tempat pada beberapa bagian konstruksi yang dibebani. Struktur dari tiang penyangga harus kuat dan kaku untuk menunjang berat sendiri dan beban yang ada diatasnya selama pelaksanaan.
- Penulangan, cetakan harus diteliti untuk memastikan kebenaran letaknya, kekuatan dan tidak akan terjadi penurunan dan pengembangan pada saat beton dituang. Permukaan cetakan harus bersih dari segala macam kotoran, dan diberi “form oil” untuk mencegah lekatnya beton pada cetakan. Pelaksanaanya harus berhati-hati agar tidak terjadi kontak dengan baja tulangan yang dapat mengurangi daya lekat beton dan dengan tulangan.
- Cetakan beton dapat dibongkar dengan persetujuan terlulis dari Konsultan Pengawas, atau jika beton telah melampaui waktu sebagai berikut :
  - a. Bagian sisi balok : 48 jam
  - b. Balok tanpa beban konstruksi : 7 hari
  - c. Balok dengan beban konstruksi : 21 hari
  - d. Plat lantai / atap / tangga : 21 hari
- Dengan persetujuan Konsultan Pengawas cetakan dapat dibongkar lebih awal apabila hasil pengujian dari benda uji yang menpunyai kondisi sama dengan beton sebenarnya, telah mencapai 75% dari kekuatan beton pada umur 28 hari. Segala ijin yang diberikan oleh Konsultan Pengawas, tidak mengurangi atau membebaskan tanggung jawab Pemborong tehadap kerusakan yang timbul akibat pembongkaran cetakan.
- Pembongkaran cetakan harus dilaksanakan dengan hati-hati

sehingga tidak menyebabkan cacat pada permukaan beton dan dapat menjamin keselamatan penuh atas struktur-struktur yang dicetak.

- Dalam hal terjadi bentuk beton yang tidak sesuai dengan gambar rencana, Pemborong wajib mengadakan perbaikan atau pembentukan kembali.
- Permukaan beton harus bersih dari sisa-sisa kayu cetakan dan pada bagian-bagian konstruksi yang terpendam dalam tanah, cetakan harus dicabut dan dibersihkan sebelum pengurugan dilakukan.
- Untuk permukaan beton yang diharuskan exposed, maka pemborong wajib memfinishnya tanpa pekerjaan tambah.

#### **10.2.7. Pengangkutan dan Pengecoran**

- a. Waktu pengangkutan harus diperhitungkan dengan cermat, sehingga waktu antara pengadukan dan pengecoran tidak lebih dari 1 (satu) jam dan tidak terjadi perbedaan pengikatan yang menyolok antara beton yang sudah dicor dan yang akan dicor.
- b. Apabila waktu yang dibutuhkan untuk pengangkutan melebihi waktu yang ditentukan, maka harus dipakai bahan-bahan penghambat pengikatan (retarder) dengan persetujuan Konsultan Pengawas.
- c. Pemborong harus memberitahukan Konsultan Pengawas selambat-lambatnya 2 (dua) hari sebelum pengecoran beton dilaksanakan. Persetujuan untuk melaksanakan pengecoran beton berkaitan dengan pelaksanaan pekerjaan cetakan dan pemasangan baja tulangan serta bukti bahwa Pemborong akan dapat melaksanakan pengecoran tanpa gangguan.
- d. Adukan beton tidak boleh dituang bila waktu sejak dicampurnya air pada semen dan agregat telah melampaui 1,5 jam, dan waktu ini dapat berkurang, bila Konsultan Pengawas menganggap perlu berdasarkan kondisi tertentu.
- e. Pengecoran harus dilakukan sedemikian rupa untuk menghindarkan terjadinya pemisahan material (segregation) dan perubahan letak

tulangan. Cara penuangan dengan alat-alat pembantu seperti talang, pipa, chute dan sebagainya harus mendapat persetujuan Konsultan Pengawas dan alat-alat tersebut harus selalu bersih dan bebas dari sisa-sisa beton yang mengeras.

- f. Adukan tidak boleh dijatuhkan secara bebas dari ketinggian lebih dari 1,5 m. Bila memungkinkan sebaiknya digunakan pipa yang terisi penuh adukan dengan pangkalnya terbenam dalam adukan yang baru dituang.
- g. Penggetaran tidak boleh dilaksanakan pada beton yang telah mengalami "initial set" atau yang telah mengeras dalam batas dimana beton akan menjadi plastis karena getaran, penggetaran harus bersamaan dengan penuangan beton.
- h. Semua pengecoran bagian dasar konstruksi beton yang menyentuh tanah harus diberi lantai kerja setebal 5 cm, agar menjamin duduknya tulangan dengan baik dan mencegah penyerapan air semen oleh tanah /pasir secara langsung
- i. Bila pengecoran beton harus berhenti sementara, sedang beton sudah menjadi keras dan tidak berubah bentuk, maka bagian tersebut harus dibersihkan dari lapisan air semen (*laitance*) dan partikel-partikel yang terlepas sampai suatu kedalaman yang cukup, sehingga didapat beton yang padat. Segera setelah pemberhentian pengecoran, adukan yang lekat pada tulangan dan cetakan harus dibersihkan.
- j. Semua pengecoran harus dilaksanakan siang hari dan apabila diperkirakan pengecoran dari suatu bagian tidak dapat diselesaikan pada siang hari, maka sebaiknya tidak dilaksanakan, kecuali atas persetujuan Konsultan Pengawas dapat dilaksanakan pada malam hari dengan ketentuan bahwa sistem penerangan sudah disiapkan dan memenuhi syarat, serta penyiapan tenda-tenda untuk menjaga terjadi hujan.

**10.2.8. Pemadatan Beton**

- a. Pemotor bertanggung jawab untuk menyediakan peralatan guna pengangkutan penuangan beton dengan kekentalan secukupnya agar didapat beton yang padat tanpa perlu penggetaran secara berlebih.
- b. Pemadatan beton seluruhnya harus dilaksanakan dengan "Mechanical Vibrator" dan dioperasikan oleh orang yang berpengalaman. Penggetaran dilakukan secukupnya agar tidak mengakibatkan "Over Vibration" dan tidak diperkenankan melakukan penggetaran dengan maksud untuk mengalirkan beton. Hasil beton harus merupakan masa yang utuh, bebas dari lubang-lubang, segregasi atau keropos.
- c. Pada daerah penulangan yang rapat, penggetaran dilakukan dengan alat penggetar yang mempunyai frekwensi tinggi (rpm tinggi) untuk menjamin pengisian beton dan pemadatan yang baik.
- d. Dalam hal penggunaan vibrator, maka slump dari beton boleh melebihi 12,5.
- e. Jarum penggetar harus dimasukkan kedalam adukan vertikal, tetapi dalam keadaan khusus boleh miring 45 derajat dan jarum vibrator tidak boleh digerakkan secara horizontal.
- f. Alat penggetar tidak boleh disentuh pada tulangan-tulangan, terutama pada tulangan yang telah masuk pada beton yang telah mulai mengeras, serta berjarak minimal 5 cm dari bekisting.
- g. Setelah sekitar jarum nampak mengkilap, maka secara perlahan-lahan harus ditarik, hal ini tercapai setelah bergetar 30 detik (maksimal).

**10.2.9. Penyambungan Konstruksi & Dilatas**

- a. Rencana atau schedule pengecoran harus disiapkan untuk penyelesaian satu konstruksi secara menyeluruh, termasuk persetujuan letak "Construction joints" (sambungan konstruksi). Dalam keadaan tertentu dan mendesak, Konsultan Pengawas dapat

- merubah letak “Construction joints” tersebut.
- b. Permukaan “Construction joints” harus bersih dan dibuat kasar dengan mengupas seluruh permukaan sampai didapat permukaan beton yang padat.
  - c. “Construction joints’ harus diusahakan berbentuk garis miring. Sedapat mungkin dihindarkan adanya “Construction joints” tegak, kalaupun diperlukan maka harus dimintakan persetujuan dari Konsultan Pengawas. Bila “Construction joints” tegak diperlukan, maka tulangan harus menonjol sedemikian rupa sehingga didapatkan suatu struktur yang monolit.
  - d. Sebelum pengecoran dilanjutkan, permukaan beton harus dibasahi dan diberi lapisan “grout” segera sebelum beton dituang.
  - e. Untuk penyambungan beton lama dan baru, harus menggunakan bahan additive “Bonding Agent” (lem beton) yang disetujui konsultan pengawas.
  - f. Dilatasi antar kolom atau balok menggunakan Stereofon dan Sealant.

#### 10.2.10. Baja Tulangan

- a. Semua baja tulangan yang dipakai adalah tulangan besi polos, harus bersih dari segala macam kotoran, karat, minyak, cat dan lain-lain yang akan merusak mutu beton.
- b. Pelaksanaan penyambungan, pemotongan, pembengkokan dan pemasangan harus sesuai dengan persyaratan dalam SKSNI T 15-1991
- c. Selimut beton harus mempunyai ketebalan minimal sebagai berikut :

Bagian konstruksi	Tebal selimut beton (cm )
Pelat	2,0 cm
Balok	2,5 cm
Kolom	2,5 cm
Sloof dan Pondasi	3,0 cm

#### 10.2.11. Benda-Benda Yang Tertanam Dalam Beton

- a. Semua angkur, baut, pipa dan benda-benda lain yang diperlukan tertanam dalam beton , harus terikat dengan baik pada cetakan sebelum pengecoran.

- b. Benda-benda tersebut harus dalam keadaan bersih, bebas dari karat dan kotoran-kotoran lain pada saat mengecor
- c. Sebelum dilakukan pengecoran pipa-pipa harus sudah diuji dengan baik, baru boleh dicor.

#### **10.2.12. Penyelesaian Beton**

- a. Semua permukaan jadi hasil pekerjaan beton harus rata, lurus tanpa ada bagian-bagian yang membekas pada permukaan. Ujung-ujung atau sudut-sudut harus berbentuk penuh dan tajam.
- b. Bagian-bagian yang rapuh, kasar, berlubang, dan tidak memenuhi persyaratan harus segera diperbaiki dengan cara memahatnya dan mengisinya kembali dengan adukan beton yang sesuai baik kekuatan maupun warnanya untuk kemudian diratakan. Bila diperlukan, seluruh permukaan beton dihaluskan dengan ampelas, carborondum atau gurinda.
- c. Permukaan pekerjaan beton harus mempunyai bentuk jadi yang rata. Toleransi kerataan pada permukaan lantai tidak boleh melampaui 1 cm dalam jarak 10 m. Tidak dibenarkan untuk menaburkan semen kering pada permukaan beton dengan maksud menyerap kelebihan air.
- d. Apabila pengecoran dilakukan dengan ready mix harus ditunjukkan pesanannya yang menunjukkan karakteristik dari beton.

#### **10.2.13. Perawatan dan Perlindungan Beton**

- a. Semua pekerjaan beton harus dirawat secara baik dengan cara yang disetujui oleh Konsultan Pengawas. Setelah pengecoran dan selesai, permukaan beton yang tidak tertutup oleh cetakan harus tetap dijaga kelembabannya dengan jalan membasahi secara terus menerus selama 7 (tujuh) hari.
- b. Permukaan-permukaan beton yang dibongkar cetakannya sedang masa perawatan beton belum dilampaui, harus dirawat dan dilindungi seperti tersebut pada ayat (1) dan tidak boleh tertindih

- barang atau terinjak langsung pada permukaan beton.
- c. Cetakan beton yang tidak dilindungi terhadap penguapan dan belum dibongkar, selama masa perawatan beton harus selalu dibasahi untuk mengurangi keretakan dan terjadinya celah - celah pada sambungan.
  - d. Lantai beton atau permukaan beton lainnya yang tidak disebut di atas, harus dirawat dengan jalan membasahi atau menutupi dengan membran yang basah.

#### 10.2.14. Pengujian Beton

Secara umum pengujian beton harus mengikuti ketentuan dalam SKSNI dan minimum memenuhi persyaratan seperti yang tersebut dalam ayat berikut.

- a. Untuk setiap jenis beton harus dibuat satu pengujian, yang dikerjakan dalam satu hari dengan volume sampai sejumlah  $5 \text{ m}^3$ , atau 2 benda uji.
- b. Untuk satu pengujian dibutuhkan 4 (empat) buah benda uji berbentuk kubus  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ . Satu benda uji akan dites pada umur 28 hari dan hasilnya segera dilaporkan kepada Konsultan Pengawas, sedangkan 3 (tiga) benda uji lainnya hasil rata-rata dari ketiga spesimen tersebut. Batas kekuatan beton rata-rata harus sama atau lebih dari kekuatan karakteristik  $225 \text{ kg/cm}^2$  untuk mutu beton K 225, tidak boleh ada satu benda uji yang hasil tesnya lebih kecil dari  $= 160 \text{ kg/cm}^2$ .
- c. Bila diperlukan dapat ditambah dengan satu benda uji lagi ditinggal di lapangan, dibiarkan mengalami proses perawatann yang sama dengan keadaan sebenarnya.
- d. Kubus-kubus yang baru dicetak disimpan pada tempat yang bebas getaran dan ditutup dengan karung basah selama 24 jam.

#### **10.2.15. Suhu/Temperatur**

- a. Suhu beton pada waktu dicor tidak boleh lebih dari 32 derajat Celsius. Bila suhu dari beton yang ditaruh berada antara 27 derajat dan 32 derajat Celsius, maka beton harus diaduk di tempat pekerjaan dan langsung dicor.
- b. Bila pada saat pembuatan beton berada pada iklim yang dapat mengakibatkan suhu beton melebihi dari 32 derajat Celsius, maka pemborong harus mengambil langkah-langkah yang efektif, umpamanya mendinginkan agregat atau mengecor pada waktu malam hari.

#### **10.2.16. Perijinan**

- a. Suhu beton pada waktu dicor tidak boleh lebih dari 32 derajat Celsius. Bila suhu dari beton yang ditaruh berada antara 27 derajat dan 32 derajat Celsius, maka beton harus diaduk ditempat pekerjaan dan langsung dicor.
- b. Bila pada saat pembuatan beton berada pada iklim yang dapat mengakibatkan suhu beton melebihi dari 32 derajat Celsius, maka pemborong harus mengambil langkah-langkah yang efektif, umpamanya mendinginkan agregat atau mengecor pada waktu malam hari.

Agregat harus sesuai dalam segala hal dengan PBI 1971, bagian 2 atau B.S No. 852 1965.

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada saringan 5 mm dan agregat halus adalah agregat yang lolos saringan 5 mm.

Untuk struktur atas dan beton tumbuk, agregat kasarnya harus bergradasi dari 25 mm sampai 5 mm. Pemakaian agregat all - in (semua gradasi) tidak diperbolehkan.

Untuk beton kurus harus bergradasi dari 38 mm - 5 mm sebelum pembetonan dimulai, sejumlah contoh tiap ukuran dan jenis agregat harus diserahkan kepada direksi untuk disetujui. Dari jumlah tiap tersebut

penyedia barang/jasa harus mengambil dua contoh yang representatif dan mengadakan analisa gradasi serta pengujian lain sebagaimana diperintahkan oleh Direksi. Semuanya harus sesuai dengan British standard No. 812 :1968 atau yang setara.

Bila agregat yang disetujui den Direksi sudah terpilih, penyedia barang/jasa harus mengusahakan agar seluruh pemasukan untuk tiap bahan berasal dari satu sumber yang disetujui untuk menjaga agar mutu gradasi dapat dipertahankan pada seluruh pekerjaan.

Pengujian lebih lanjut untuk menentukan variasi kemurnian atas gradasi bahan harus dilakukan sekurang-kurangnya satu kali untuk tiap 25 ton yang dipasok.

Harus disediakan kapasitas penyimpanan yang mencukupi, baik disumber pemasukan atau dilapangan untuk agregat halus dan kasar yang mutu serta gradasinya sudah disetujui guna menjaga kesinambungan kerja.

#### **10.2.17. Unsur-Unsur Tambahan / Additif**

Pada umumnya pemakaian aditif dalam beton diperbolehkan asalkan sudah memperoleh persetujuan tertulis dari Direksi.

Untuk beton kelas K 225 dianjurkan pemakain super plasticizer, pada dasarnya untuk mengurangi rasio semen air guna membatasi penyusutan. Penyedia barang/jasa harus memenuhi bahwa waktu pengadukan yang sangat tepat sangat penting dan jika dipakai aditif ini, penyedia barang/jasa harus memberikan usulan secara terinci.

#### **10.2.18. Adukan Percobaan**

Dari adukan yang diusulkan harus diambil kubus uji sebagai berikut;

1. Untuk tiap kelas beton harus dibuat 6 kubus.
2. Tiga kubus harus diuji pada umur 7 hari dan tiga kali pada umur 28 hari.
3. Pada tiap umur pengujian kekuatan kubus tidak ada boleh yang lebih rendah dari  $11/3$  kali kekuatan kerja kubus uji yang disyaratkan, sebelum

memulai pekerjaan, detil lengkap mengenai pengujian ini bersama analisa gradasi dan perhitungan rencana campuran (mix design) penyedia barang/jasa tidak boleh melakukan mengecoran bagian manapun sebelum rencana campurannya disetujui oleh Direksi. Direksi berwenang untuk meminta agar penyedia barang/jasa menyerahkan hasil pengujian pada tenggang waktu tertentu dari beton yang di cor dalam pekerjaan penyedia barang/jasa harus sudah memperhitungkan biayanya dalam nilai penyedia barang/jasa.

Sebelum memulai pekerjaan, penyedia barang/jasa harus menyediakan 6 kubus beton dari tiap kelas, kubus harus diuji pada tiap kekuatan 28 hari setelah dibuat. Penyedia barang/jasa harus menyerahkan pada Direksi detil lengkap mengenai pengujian ini bersama dengan analisa gradasi dan perhitungan rencana campuran, Penyedia barang/jasa tidak boleh melakukan pengecoran sebelum Direksi menyetujui rencana campuran.

#### 10.2.19. Kelas Beton

**Tabel 10.1 Kelas Beton**

Mutu Beton	Ukuran Agregat Maks. (mm)	Rasio Air / Semen Maks. (Terhadap Berat)	Kadar Semen Min (Kg/m <sup>3</sup> dari Campuran)
K - 350	37	0.45	315
	25	0.45	335
	19	0.45	365
K - 300	37	0.45	300
	25	0.45	320
	19	0.45	350
K - 250	37	0.5	290
	25	0.5	310
	19	0.5	340
K - 175	-	0.57	300
K - 125	-	0.6	250

Perbandingan campuran yang diberikan di atas telah diperkirakan guna mencapai kekuatan yang disyaratkan pada umur 28 hari setelah pengecoran, dengan ketentuan bahwa yang dipakai bermutu baik dan pengawasan dilakukan dengan baik

Beton dinilai dengan pengertian bahwa kekuatan yang disyaratkan untuk kelas tertentu lebih menentukan dari pada perbandingan campuran yang diperlihatkan.

Jika temyata persyaratan kekuatan tidak terpenuhi, Direksi berwenang untuk memperbaiki perbandingan campuran atas biaya penyedia barang/jasa untuk mencapai kekuatan rencana.

**Tabel 10.2 Mutu Beton**

Mutu Beton	Kuat Tekan Karakteristik Min. (Kg/cm <sup>2</sup> )				SLUMP ( mm)	
	Benda Uji Kubus 15 x 15 x 15 cm <sup>3</sup>		Benda Uji Silinder 15 x 30 cm		Digetarkan	Tidak Digetarkan
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari		
K 350	250	350	210	290	20 - 50	50 - 100
K 300	215	300	180	250	20 - 50	50 - 100
K 250	180	250	150	210	20 - 50	50 - 100
K 225	150	225	125	190	20 - 50	50 - 100
K 175	115	175	95	145	20 - 50	50 - 100
K 125	80	125	70	105	20 - 50	50 - 100

#### 10.2.20. Pengujian Beton dan Bahan-Bahan Beton

Pada umumnya metoda pengujian sesuai dengan PB1 1971 bagian 4.7 dan dapat juga mencakup pengujian slump dan kompresi. Jika beton tidak dapat memenuhi syarat percobaan slump, adukan yang tidak disetujui tidak boleh dipakai dan harus disingkirkan dari lapangan oleh penyedia barang/jasa. Jika pengujian tekan (kompresi) gagal, harus diterapkan prosedur perbaikan sebagaimana diuraikan dalam PBI1971.

Percobaan kubus harus dilaksanakan menurut instruksi dari Direksi, tetapi sekurang-kurangnya 1 kubus untuk tiap 10 m<sup>3</sup> atau 5 m<sup>3</sup> minimal 3 kubus tiap hari.

Kubus-kubus tersebut harus ditempatkan dalam kondisi yang sama dengan kondisi yang sebenarnya dan harus diuji setelah 7 atau 28 harus menurut keputusan Direksi. Biaya percobaan ini akan dibebankan pada penyedia barang/jasa.

#### **10.2.21. Pengontrolan Mutu Beton dan Pengujian Kekuatan di Lapangan**

Penyedia barang/jasa bertanggung jawab sepenuhnya untuk menghasilkan beton yang seragam yang memiliki kekuatan serta sifat-sifat lain sebagaimana ditetapkan. Untuk ini Penyedia barang/jasa harus menyediakan dengan biaya sendiri serta menggunakan alat penimbang yang akurat, sistem volumetrik yang akurat untuk mengukur air, peralatan yang sesuai untuk mengaduk dan mengecor beton serta peralatan dan fasilitas lain yang diperlukan untuk pengujian sebagaimana yang diuraikan di sini atau menurut petunjuk direksi.

#### **10.2.22. Penolakan Beton**

Jika pengujian kekuatan tekan dari suatu kelompok kubus uji gagal mencapai standar yang ditetapkan, maka Direksi berwenang untuk menolak seluruh pekerjaan beton darimana kubus-kubus tersebut diambil.

Direksi juga berwenang untuk menolak beton yang berongga, porous atau yang permukaan akhirnya tidak baik. Dalam hal penyedia barang/jasa harus menyingkirkan beton yang ditolak tersebut dan menggantinya menurut instruksi dari Direksi sehingga hasilnya menurut penilaian Direksi sudah memuaskan

#### **10.2.23. Pengukuran Bahan-Bahan Beton**

Semua bahan untuk beton harus ditetapkan proporsinya menurut berat, kecuali air yang boleh diukur menurut volume. Agregat halus dan kasar harus diukur menurut volume terpisah dengan alat penimbang yang disetujui, yang memenuhi ketepatan  $\pm 1\%$ . Pengukuran volume dapat diijinkan asal disetujui oleh Direksi.

Peralatan yang dipakai untuk menimbang semua bahan dan mengukur air yang ditambahkan serta metoda penentuan kadar air harus sudah disetujui oleh Direksi sebelum beton di cor.

#### **10.2.24. Pengadukan Beton**

Beton harus diaduk di tempat yang sedekat mungkin dengan tempat pengecor, pengadukan harus menggunakan mixer yang digerakkan dengan daya yang kontinyu serta mempunyai kapasitas minimal 1 m<sup>3</sup> jenisnya harus disetujui oleh Direksi dan dijalankan dengan kecepatan sebagaimana dianjurkan oleh pabrikan.

Pengadukan beton dengan tangan tidak diijinkan, kecuali jika sudah disetujui oleh Direksi untuk mutu beton tertentu.

Pengadukan harus sedemikian sehingga beton tersebar merata ke seluruh massa, tiap partikel terbungkus mortar dan mampu menghasilkan beton padat yang homogen tanpa adanya air yang berlebihan.

#### **10.2.25. Pengangkutan dan Pengecoran Beton**

Pengecoran beton di bagian manapun tidak boleh dimulai sebelum Direksi memeriksa dan menyetujui bekisting, penulangan, angkur-angkur dan lainnya dimana beton akan di cor.

Isi pengaduk beton (mixer) harus dikeluarkan dalam satu operasi menerus dan beton harus diangkut tanpa terjadi segregasi komponen-komponennya. Beton harus diangkut dalam ember yang bersih dan tidak tembus air atau gerobak dorong, metoda pengangkutan yang lain dapat dipakai asalkan sudah mendapat persetujuan dari Direksi dan harus tepat mengikuti instruksi terinci yang diberikan untuk maksud tersebut. Alat-alat yang dipakai untuk mengangkut dan mencor beton harus dibersihkan dan dicuci setiap hari setelah dipakai bekerja dan bila pengecoran dihentikan selama lebih dari 30 menit.

Semua beton yang diaduk di lapangan harus ditempatkan pada posisi akhimya dan dipadatkan dalam waktu 40 menit setelah ditambahkan dari dalam mixer. Pada umumnya beton tidak boleh dijatuhkan bebas dari ketinggian lebih dari 1,5 meter tetapi jika bagian pekerjaan tertentu memerlukan agar beton dijatuhkan dari tempat tinggi maka dikerjakan

sedemikian sehingga mencegah segregasi dan harus dijaga agar aliran beton tidak terputus-putus. Seluruh operasi ini harus mendapat persetujuan dari Direksi.

Pengecoran suatu unit atau bagian pekerjaan harus dilaksanakan dalam satu operasi menerus atau hingga mencapai bagian yang ditentukan.

Beton dan penulangan yang menonjol tidak boleh diganggu dengan cara apapun sekurang-kurangnya 48 jam sesudah beton dicor, kecuali jika diperoleh ijin tertulis dari Direksi. Semua beton harus dicorkan pada siang hari, pengocoran bagian manapun tidak boleh dimulai jika dapat diselesaikan pada siang hari kecuali jika sudah diperoleh ijin dari Direksi untuk pengeraan malam hari, ijin demikian tidak akan diberikan jika penyedia barang/jasa tidak menyediakan sistem penerimaan yang memadai, yang disetujui oleh Direksi.

Penyedia barang/jasa harus membuat catatan lengkap mengenai tanggal, waktu dan kondisi. Pengecoran beton pada tiap bagian pekerjaan, catatan ini harus tersedia untuk diperiksa oleh Direksi Pekerjaan.

#### **10.2.26. Pemadatan Beton**

Beton harus dipadatkan seluruhnya dengan memakai vibrator mekanis yang dioperasikan oleh tenaga ahli, berpengalaman dan terlatih.

Hasil pekerjaan beton berupa masa yang seragam, bebas dari rongga, segregasi dan sarang lebah (Honey Comb) memperlihatkan permukaan yang merata ketika bekisting dibuka dan mempunyai kepadatan yang mendekati kepadatan uji kubus.

Vibrator bertipe "Rotary Out of Balance" (berputar di luar keseimbangan) dengan frekuensi tidak kurang dari 8000 putaran per menit dan mampu menghasilkan percepatan sebesar 69 pada beton yang disentuhnya. Harus diperhatikan agar semua bagian beton terkena vibrasi tanpa timbul segregasi akibat vibrasi yang berlebihan.

Vibrator tidak boleh langsung mengenai penulangan terutama jika

penulangan menerus pada beton yang sudah mulai mengeras. Jumlah vibrator yg dipakai di dalam suatu pengecoran harus sesuai dengan laju pengecoran. Penyedia barang/jasa harus juga menyediakan sekurang-kurangnya 1 vibrator cadangan untuk dipakai bila terjadi kerusakan.

#### **10.2.27. Lantai Kerja**

Beton bertulang tidak boleh diletakkan langsung di permukaan tanah, kecuali jika ditetapkan lain, maka harus dibuat lantai kerja minimal 5 cm (1:3:5) di atas tanah sebelum tulangan beton ditempatkan.

#### **10.2.28. Spesi Semen (Semen Mortar)**

Spesi harus terdiri dari satu bagian semen sebanding sejumlah bagian agregat halus yang ditetapkan dan ditambah air bersih sedemikian sehingga dihasilkan campuran akhir yang konsistensinya plastisnya disetujui oleh Direksi. Spesi harus diaduk pada satu landasan kayu atau logam dalam jumlah kecil menurut keperluan dan setiap spesi yang sudah mulai mengeras atau telah dicampur dalam waktu lebih dari 30 menit tidak boleh dipakai dalam pekerjaan. Spesi yang sudah mengeras sebagian tidak boleh diolah lagi untuk dipakai.

#### **10.2.29. Perlindungan dan Pengeringan Beton**

Semua permukaan yang terbuka dilindungi dari matahari dan semua beton harus dijaga tetap lembab dengan cara dibasahi sekurang-kurangnya setelah pengecoran. Perlindungan diberikan menutupi dengan pasir basah sekurang-kurangnya setebal 5 cm, atau dengan kantong-kantong goni basah ataupun dari pengaruh lain yang dapat merusak permukaan yang lunak sebelum terjadi pengerasan.

Penyedia barang/jasa harus menjaga agar pekerjaan beton baru selesai tidak diberi beban yang intansitasnya dapat menimbulkan kerusakan. Setiap kerusakan yang timbul akibat pembebanan yang terlalu dini atau

pembebanan berlebih harus diperbaiki oleh penyedia barang/jasa atas biaya sendiri hingga memuaskan Direksi.

#### **10.2.30. Pengerajan Permukaan Beton dengan Sendok Semen**

Bila dilaksanakan perataan permukaan atas dari beton yang dicor setempat, permukaan yang dihasilkan harus datar dengan nilai akhir yang rata tetapi berstuktur kasar sebelum pengerasan pertama dimulai, permukaan tersebut harus diratakan lagi dengan sendok dimana perlu untuk menutupi keretakan dan mencegah timbulnya lelehan yang berlebihan pada permukaan beton yang terbuka.

#### **10.2.31. Siar-Siar Konstruksi**

Semua siar kontruksi beton harus dibentuk rata horizontal atau vertikal. Siar-siar tersebut harus berakhir pada bekisting yang kokoh yang dipasang dengan baik, jika perlu dibor guna melewati penulangan. Bila pengecoran ditunda sampai pengecoran beton mulai mengeras, maka dianggap terdapat siar konstruksi. Pengecoran beton harus dilaksanakan menerus dari satu siar ke siar berikutnya, tanpa memperhatikan jam-jam makan.

Siar-siar konstruksi pada permukaan yang terbuka harus sungguh horizontal atau vertikal dan jika diperlukan dipasang juga beading di dalam dinding bekisting pada permukaan yang terbuka untuk menjamin penampilan siar yang memuaskan sebelum menempatkan beton baru pada beton yang sudah mengeras, permukaan siar beton yang sudah dicor harus dibersihkan seluruhnya dari benda-benda asing atau serpihan.

Jika umur beton kurang dari 3 hari, permukaan tersebut harus disiapkan dengan penyikatan seluruhnya, tetapi jika umumnya sudah lebih dari 3 hari atau sudah terlalu keras, permukaan tersebut harus dicetak secara ringan atau ditembus dengan pasir (Sand Blasted) untuk memperlihatkan agregat. Setelah permukaan tersebut dibersihkan dan disetujui oleh Direksi bekisting akan diperiksa dan dikencangkan. Siar-siar konstruksi harus dikerjakan sebagaimana ditetapkan pada gambar atau spesifikasi.

### 10.2.32. Bekisting

Semua bekisting harus dirancang dan dibuat sehingga dinilai memuaskan oleh Direksi. Penyedia barang/jasa harus menyerahkan rancangannya untuk menyetujui dalam jangka waktu yang cukup sebelum pekerjaan dimulai.

Semua bekisting harus diperkuat dengan Idem dari balok kecil dan harus yang kuat serta cukup jumlahnya untuk menjaga agar tidak terjadi distorsi ketika beton dicorkan, dipadatkan dan mengeras. Bekisting dari kayu dan triplek harus dibuat dari kayu yang sudah diolah dengan baik, semua sambungan harus cukup kencang agar tidak terjadi kebocoran. Pengikat baja untuk di dalam atau blok antara (spacer) yang sudah disetujui atau dipakai, bagian dari pengikat atau pengantara yang ditanam permanen dalam beton sekurang-kurangnya harus berjarak 5 cm dari permukaan akhir beton. Setiap lubang dalam permukaan beton yang timbul akibat pengikat atau pengantara yang harus tertutup dengan rapi segera setelah bekisting dibuka dengan spesi semen yang campuran serta konsistensinya sama dengan mutu beton induknya.

Semua permukaan beton yang terbuka harus licin dan halus, maka bekisting harus dilapisi dengan triplek bermutu tinggi yang sudah disetujui

Pada umumnya bekisting, akan diperiksa oleh Direksi lebih dari 3 kali sebelum memasang kayu bekisting, Direksi akan memilih panil kayu yang boleh dipakai ulang, panil kayu lapis yang ditolak oleh Direksi harus disingkirkan. Direksi sama sekali tidak bertanggung jawab atas mutu permukaan akhir setelah memberikan persetujuan atas bekisting. Semua sudut kolom dan balok yang terbuka harus diberi alur (1,5 cm) kecuali jika ditetapkan lain oleh Direksi. Kolom dan dinding harus diberi lubang agar kotoran, debu, dan benda lainnya dapat disingkirkan sebelum beton dicorkan.

### **10.2.33. Penulangan**

Semua baja tulangan harus bebas dari serpihak karat lepas, minyak, gemuk, cat, debu atau zat lainnya yang dapat mengganggu perletakan yang sempurna antara tulangan beton. Jika diinstruksikan oleh Direksi, baja harus disikat atau dibersihkan sebelum dipakai. Beton tidak boleh dicorkan sebelum penulangan diperiksa dan disetujui oleh Direksi.

#### **10.2.33.1 Bahan-Bahan**

Baja tulangan sedang harus BJTP 24 yang sesuai dengan SII 0136 1984, British Standard No. 785 atau yang setara untuk baja tulangan yang polos. Baja tulangan bertegangan tinggi harus BJTP 40 yang sesuai dengan SII 0136-1984. British Standard No. 4449 : 1969 atau yang setara untuk baja ulir yang bertegangan tinggi, tegangan rendah baja tulangan bertegangan tinggi harus minimal 40.0 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **10.2.33.2 Penyimpanan**

Bila baja tulangan harus disimpan di bawah atap yang tahan air dan diberi alas kaki dari muka tanah atau air yang tergenang serta harus dihindungi dari kemungkinan kerusakan dan karat.

#### **10.2.33.3 Penekukan**

Pada tahap awal pekerjaan, penyedia barang/jasa harus mempersiapkan daftar tekukan (Bending Schedule) untuk disetujui oleh Direksi. Semua baja tulangan harus ditekuk secara tepat menurut bentuk dan dimensi yang memperlihatkan dalam gambar dan sesuai dengan British Standard 4466 : 1969 atau yang setara yang dipasang pada posisi yang ditetapkan dapat dipenuhi semua tempat. Baja harus ditekuk dengan alat yang sudah disetujui oleh Direksi.

Tulangan tidak boleh ditekuk atau diluruskan dengan cara yang dapat menimbulkan kerusakan, tulangan yang mempunyai lengkungan atau tekukan yang tidak sesuai dengan gambar tidak boleh dipakai.

Bila diperlukan suatu radius untuk tekukan atau lengkungan maka dikerjakan dengan sebuah per yang mempunyai diameter 4 kali lebih besar dengan diameter batang yang ditekuk.

#### **10.2.33.4 Pemasangan**

Tulangan harus dipasang dengan tepat sesuai posisi yang diperlihatkan pada gambar dan harus ditahan jaraknya dari bekisting dengan memakai dudukan beton atau gantungan logam menurut kebutuhan dan pada persilangan diikat dengan kawat baja pada pilar dinding dengan diameter tidak kurang dari 2,6 mm, ujung-ujung kawat harus diarahkan kebagian tubuh utama beton.

Bila pengatur jarak dari spesi pracetak untuk mengatur tebal beton deking sekurang-kurangnya harus mempunyai kekuatan yang sama dengan kekuatan yang ditetapkan untuk beton yang sedang di cor dan harus sekecil mungkin. Block-block ini harus dikencangkan dengan kawat yang ditanam di dalamnya dan harus dicelupkan dalam air sebelum dipakai.

Tulangan yang untuk sementara dibiarkan menonjol keluar dari beton pada siar kontruksi atau lainnya tidak boleh ditekuk selama pengecoran ditunda kecuali diperoleh persetujuan dari Direksi.

Sebelum pengecoran, seluruh tulangan harus dibersihkan dengan teliti dari beton yang sudah mengering atau mengering sebagian yang mungkin menempel dari pengecoran sebelumnya. Sebelum pengecoran tulangan yang sudah dipasang pada tiap pekerjaan harus disetujui oleh Direksi. Pemberitahuan kepada Direksi untuk melakukan pemeriksaan harus disampaikan dalam tenggang waktu pekerjaan. Jarak minimal dari permukaan suatu batang

termasuk sengkang kepermukaan beton terdekat dengan gambar untuk tiap bagian pekerjaan.

#### **10.2.34. Beton Ready Mix**

Beton Ready Mix harus berasal dari suatu sumber yang disetujui oleh Direksi dan harus memenuhi persyaratan yang diuraikan pada ayat 6 dari British Standard No. 1926, 1962, Penyedia barang/jasa harus bertanggung jawab untuk mengusahakan agar beton memenuhi persyaratan dalam spesifikasi ini termasuk pengontrolan mutu, keteraturan pengiriman serta pemasukan beton secara berkesinambungan. Jika salah satu dari persyaratan dalam spesifikasi ini tidak dipenuhi, Direksi akan menarik kembali persetujuannya dan mengharuskan penyedia barang/jasa mengganti pemasok.

Penyedia barang/jasa harus menyediakan di lapangan 1 timbangan dan saringan - saringan standard dengan pengetar (Shaker) untuk mengecek secara teratur campuran yang sudah direncanakan.

Penyedia barang/jasa harus mengatur agar Direksi dapat memeriksa alat pembuat beton ready mix bila mana diperlukan.

Penyedia barang/jasa harus membuat catatan-catatan yang diperlukan, catatan-catatan mengenai semen, agregat dan kadar air kedap tiap adukan harus diserahkan kepada Direksi setiap hari. Berat semen dan agregat kasar serta halus harus terus dicatat dalam dokumen pengiriman, harus dilakukan pengujian secara periodik untuk menentukan kadar air agregat dan jumlah air yang ditambahkan pada setiap adukan harus disesuaikan menurut hasil tes tersebut

Pada dokumen pengiriman harus dicantumkan catatan waktu pengadukan dan penambahan air, dikirimkan bersama dengan pengemudi lori di paraf oleh pencatat waktu yang bertanggung jawab di tempat pengadukan.

Di lapangan dibuat catatan yang meliputi hal-hal berikut ini:

1. Waktu kedatangan lori
2. Waktu registrasi lori dan nama depot
3. Waktu ketika beton telah dicorkan dan dibiarkan tanpa gangguan

4. Mutu beton atau kekuatan yang ditentukan oleh ukuran agregat maksimum.
5. Posisi dimana beton dicorkan
6. Tanda-tanda referensi dari kubus uji yang diambil dari pengiriman tersebut
7. Slump (atau faktur kompaksi)

Beton harus ditempatkan dan dibiarkan tanpa gangguan, dalam posisi akhirnya dalam waktu 1 jam dari saat semen pertama kali bertemu dengan air pengaduk.

Buku catatan harus selalu tersedia untuk diperiksa oleh Direksi atau Wakilnya.

#### **10.2.35. Toleransi untuk Beton yang Tidak Terbuka (Tidak Diekspos)**

Posisi bagian-bagian struktur antara lain as-as balok/dinding/pelat harus tepat dalam batas-batas toleransi 1 cm tetapi akumulasi toleransi tidak diperbolehkan. Ukuran bagian antara lain pada potongan-potongan balok/pelat harus tepat dengan toleransi - 0.3 cm sampai + 0.3 cm.

#### **10.2.36. Toleransi dengan Muka Beton yang Halus (Fair Face)**

Toleransi untuk beton dengan muka halus adalah 0.6 cm, posisi bagian struktur maksimum 0.3 cm untuk bagian struktur, Pergeseran papan bekisting pada siar-siar tidak boleh melebihi 0.1 cm dan perbedaan garis sejajar (alignment) bagian struktur harus dalam batas 0.1 % akumulasi toleransi tidak diperbolehkan.

#### **10.2.37. Pemasangan Kolom-Kolom Pracetak**

Kolom-kolom pracetak harus dipasang sedemikian sehingga tidak timbul kerusakan pada kolom. Sebelum mulai pemasangan kolom, level yang tepat harus ditentukan dengan memakai blok-blok batas yang dicor pada pondasi, semuanya harus disetujui oleh Direksi. Posisi kolom yang dapat selama

pengerasan spesi dijaga dengan penopang-penopang yang didesain dengan baik dan diangkur pada balok atau pelat pondasi.

Penopang-penopang ini dapat dilepaskan menurut persyaratan kekuatan bahan spesi, tetapi tidak boleh kurang dari 7 hari setelah spesi diterapkan. Direksi berhak untuk menolak kolom yang mengalami kerusakan.

#### **10.2.38. Pemberian Lapisan Permukaan**

Lantai permukaan sebagaimana ditunjukkan pada gambar harus merupakan *master cron, non metalic florr Herdaner*, Pemberian lapisan harus mengikuti pentunjuk dari pabrikan.

#### **10.2.39. Kemiringan Plat Lantai**

Semua kemiringan plat lantai sebagaimana ditunjukkan pada gambar harus dihitung dari tebal pelat lantai yang diperlukan, bagian bawah yang diperlukan, bagian bawah dari plat lantai ini baik miring maupun yang horizontal.

#### **10.2.40. Cacat pada Beton**

Walaupun hasil uji kubus sudah memuaskan, Direksi tetap berhak untuk menolak yang ternyata memiliki salah satu atau lebih dari cacat berikut;

1. Beton tidak sesuai bentuk atau posisinya dengan yang diperlihatkan pada gambar
2. Beton tidak tegak lurus atau datar menurut ketentuan
3. Beton mengandung kayu atau benda asing lainnya

Setiap permukaan yang terlihat bersarang lebah tetapi diterima oleh Direksi harus diisi dengan spesi semen yang memakai perbandingan semen dan agregat halus yang sama seperti beton yang harus dikerjakan hingga mencapai permukaan yang benar dengan memakai kikir.

#### **10.2.41. Percobaan Bekisting untuk Finishing**

Untuk menghasilkan akhir yang halus, penyedia barang/jasa harus melakukan percobaan finishing untuk permukaan halus, percobaan ini akan dilakukan pada balok pondasi dan kepala tiang menurut petunjuk Direksi.

Jika percobaan ini tidak memenuhi standar beton muka halus sebagaimana disebutkan dalam spesifikasi ini, penyedia barang/jasa harus mengubah rencana campuran beton dan/atau rencana bekisting dan selanjutnya melakukan percobaan lagi sampai dihasilkan standar beton muka halus yang disetujui oleh Direksi.

Rencana Penyedia barang/jasa untuk percobaan ini diserahkan kepada Direksi dalam jangka waktu yang cukup lama sebelum pekerjaan beton dimulai.

#### **10.2.42. Air**

Air untuk mengaduk dan mengeringkan beton harus bersih dari unsur-unsur atau kotoran yang berbahaya yang dapat mempengaruhi daya pengikat semen.

Direksi dapat meminta agar dilakukan uji kimiawi setiap saat dan biaya pengujian ini dibebankan pada penyedia barang/jasa.

#### **10.2.43. Pengujian Struktur - Struktur Hidrolis**

##### **10.2.43.1 Umum**

Pengujian struktur hidrolis, semua dinding harus bersih dari timbunan supaya kebocoran pada dinding dapat diketahui dengan jelas.

Setiap Konstruksi harus diisi air bersih dalam pengujian ini dan dibiarkan terisi sekurang-kurangnya 48 jam ketinggian air selama waktu tersebut harus diamati dan tidak boleh terlihat adanya penurunan muka air, penurunan maksimum yang diijinkan selama

24 jam adalah 1 (satu) cm.

#### **10.2.43.2 Perbaikan**

Setiap kebocoran yang diketahui harus diperbaiki sampai tidak terlihat lagi adanya kebocoran.

Bila kebocoran melebihi nilai penurunan maksimum yang diijinkan, penyedia barang/jasa harus mengadakan perbaikan secara umum atas biaya sendiri, setelah perbaikan selesai, metoda pengujian hidrolis harus diulangi sebagaimana diuraikan pada ayat ini.

Pengujian tidak perlu diulangi jika:

1. Tidak terlihat adanya kebocoran dan
2. Penurunan taraf muka air tidak melebihi nilai yang ditetapkan yaitu 1 cm

Perbaikan tempat yang mengalami kebocoran harus dikerjakan misalnya dengan sumber air dari luar atau produk lain yang disetujui Direksi.

Semua bahan harus dipakai dan diterapkan tepat sesuai dengan petunjuk pabrikan.

### **10.3 PEKERJAAN BAJA**

#### **10.3.1 Umum**

Baja Profil maupun plat yang digunakan pada pekerjaan ini adalah baja dari jenis SS 400 / ASTM 36 yang diproduksi dari pabrik-pabrik terkenal dan dijamin oleh sertifikat. Baja konstruksi harus memenuhi syarat-syarat pengujian, pemilihan, pengukuran, penimbangan pengujian tarik dan pengujian lentur dalam keadaan dingin. Jika dipandang perlu Direksi dapat memerintahkan untuk dilakukan pengujian terhadap baja konstruksi tersebut sesuai dengan persyaratan pengujian yang berlaku.

### **10.3.2 Pabrikasi**

#### **10.3.2.1 Pemeriksaan dan Sebagainya**

Tukang-tukang yang digunakan adalah tenaga ahli pada bidangnya melaksanakan pekerjaan dengan baik sesuai dengan petunjuk Direksi. Direksi mempunyai kebebasan sepenuhnya untuk setiap waktu melakukan pemeriksaan pekerjaan dan tidak satupun pekerjaan dibongkar atau disiapkan untuk dikirim sebelum disetujui oleh Direksi. Setiap pekerjaan yang dianggap tidak memenuhi syarat karena cacat atau tidak sesuai dengan gambar rencana, Penyedia barang/jasa harus segera atau memperbaiki dengan biaya sendiri. Penyedia barang/jasa harus menyediakan sendiri semua alat-alat yang diperlukan serta peranah agar dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

#### **10.3.2.2 Pola (Mal) Pengukuran dan Sebagainya**

Semua pola (mal) dan semua peralatan yang dibutuhkan untuk menjamin ketelitian pekerjaan harus disediakan oleh Penyedia barang/jasa, semua pengukuran harus dilakukan dengan menggunakan pita-pita baja yang telah disetujui. Ukuran dari pekerjaan baja yang tertera pada gambar rencana dianggap kurang pada suhu 25" (normal)

#### **10.3.2.3 Meluruskan**

Plat harus diperiksa kerataannya, semua batang harus diperiksa keseluruhannya sebelum dilakukan dan semua bagian tersebut harus bebas dari puntiran dan kalau perlu diadakan tindakan-tindakan perbaikan sehingga kalau plat itu tersusun akan terlihat rapat seluruhnya.

#### **10.3.2.4 Memotong**

Kecuali diisyaratkan lain, pekerjaan baja dapat dipotong dengan cara menggunting, menggergaji, atau dengan las pemotong. Permukaan yang diperoleh dari pemotongan harus menyiku pada bidang yang dipotong tepat dan rata menurut ukuran yang diperlukan penyelesaian pada permukaan umumnya dilakukan oleh mesin atau gerinda. Bila digunakan las pemotong, maka hanya permukaan yang merata dapat digerinda seperlunya. Ujung dari plat penguat harus dipotong dan diselesaikan agar rapat dengan flens dari gambar ujung dan batang tekan, dan gelagargelagar batang lain yang disambung dengan plat penyambung dengan memakai paku keling atau baut harus diratakan setelah pabrikasi agar rapat seluruhnya. Pada sambungan batang tekan maka toleransi maksimum adalah 0.1 mm dan tidak untuk sambungan batang tarik maksimum 0.2 mm untuk setiap titik sambungan.

#### **10.3.2.5 Pekerjaan Mesin Perkakas dan Mesin Gerinda**

Kalau plat digunting, digergaji atau dipotong dengan las pemotong, kecuali seperti apa yang disebut di atas maka pemotongan pada metal yang diperbolehkan untuk dibuang maksimal 3 mm pada plat yang mempunyai tebal 12 mm, 6 mm untuk plat yang mempunyai tebal 12 mm dan 6 mm untuk plat dengan tebal 24 mm.

#### **10.3.2.6 Memotong dengan Las Pemotong**

Las pemotong digerakkan secara mekanis dan diarahkan dengan sebuah mal serta bergerak dengan kecepatan tetap. Pinggir yang dihasilkan oleh las pemotong harus bersih serta lurus untuk menghaluskan tepi yang telah dipotong tersebut tidak diperkenankan menggunakan las pemotong. Bila dikehendaki oleh

Direksi, dapat digerinda yang bergerak searah dengan arah las pemotong tapi harus diselesaikan sehingga bebas dari seluruh bekas kotoran tadi.

#### **10.3.2.7 Pekerjaan Las dan Pengawas Pekerjaan Las**

Pekerjaan las yang harus dikerjakan oleh tukang kayu di bawah pengawasan langsung seorang yang menurut anggapan Direksi mempunyai training dan pengalaman yang sesuai untuk pekerjaan semacam itu. Penyedia barang/jasa harus menyerahkan kepada Direksi mendapatkan persetujuan dari contoh lain yang hendak dipakai dan setelah mendapat persetujuan maka cara tersebut tidak akan mengubah lagi tanpa persetujuan tertulis lebih lanjut. Detil-detil khusus yang menyangkut cara persiapan sambungan, cara pengolahan, jenis dan ukuran elektrode, tebalnya bagian-bagian ukuran dari las serta kekuatan arus listrik untuk las tersebut. Harus diajukan oleh penyedia barang/jasa untuk mendapat persetujuan dari Direksi terlebih dahulu sebelum pekerjaan dengan las listrik dapat dilakukan. Ukuran elektrode, arus dan tegangan listrik dan kecepatan busur listrik yang digunakan pada las listrik harus yang seperti tidak akan dibuatnya penyimpangan tanpa persetujuan tertulis dari Direksi. Plat dan potongan yang hendak dilas harus bebas dari kotoran besi, minyak, gemuk cat dan lainnya yang dapat mempengaruhi mutu pengelasan. Bila terjadi retak, susut, retak pada bahan dasar, berlubang dan kurang tetap letaknya, harus disingkirkan.

#### **10.3.2.8 Mengebor**

Semua lubang harus dibor untuk seluruh tebal dari material. Bila memungkinkan semua plat potongan-potongan dan sebagainya harus dijepit bersama-sama untuk membuat lubang dan dibor menembus seluruh tebal sekaligus. Bila menggunakan baut-baut

pas pada salah satu lubang ini dibor lebih kecil dan baru kemudian diperbesar untuk mencapai ukuran yang sebenarnya. Cara lain adalah bahwa batang-batang dapat dilubangi tersendiri dengan menggunakan mal. Setelah mengebor seluruh kotoran besi harus disingkirkan, plat-plat dan sebagainya dapat dilepas bila perlu.

#### **10.3.2.9 Menuang dan Menempa**

Semua tuangan harus baik dari lubang-lubang sumbatan ataupun cacat-cacat lain. Segera setelah tuangan dikeluarkan dari acuan maka Direksi harus diberi tahu sehingga ia dapat melakukan pemeriksaan. Hasil tuangan yang cacat tidak diperkenankan untuk diperbaiki dan hasil tuangan tidak boleh cacat, bebas dari lubang sumbatan dan lainnya. Tuangan dan tempaan harus disempurnakan dengan mesin hubungan diselesaikan dan dicocokkan dengan menggunakan mesin perkakas yang menghasilkan pekerjaan dengan mutu tinggi.

Tuangan dan tempaan yang terletak di atas beton bila menurut pendapat Direksi dalam penyelesaian permukaan bawah yang akan berhubungan dengan beton tidak cukup baik, maka harus diolah mesin perkakas dan biaya-biaya untuk pekerjaan tersebut dibebankan atas resiko Penyedia barang/jasa.

#### **10.3.3 Penyediaan Untuk Pemasangan Akhir**

##### **10.3.3.1 Penyediaan Paku Keling, Baut dan Sebagainya**

Penyedia barang/jasa harus menyediakan seluruh jumlah paku keling, mur, baut cincin baut dan sebagainya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan di lapangan sebanyak 10 % dari setiap ukuran paku keling ataupun ukuran baut mur dan cincin baut pada saat pengiriman, kepada Direksi. Penyedia barang/jasa menyerahkan montase (kalau diperlukan pihak ke 3) dua copy daftar paku keling dan bautnya yang menyatakan jumlah, ukuran,

kualitas serta letaknya dimana akan dipakai pada pekerjaan.

a. Paku Keling

Ukuran paku kelng yang tertera pada gambar rencana adalah ukuran sebelum dipanaskan. Kepala paku kelng haruslah penuh, dibentuk dengan cermat, konsentris dengan batangnya dan berhubungan langsung dengan permukaan batang. Setiap paku kelng harus cukup panjang membentuk kepala dengan ukuran-ukuran standard serta cukup untuk lubang.

b. Baut, Mur dan Cincin Baut (selain dari baja keras)

Semua baut mur, hitam atau pas harus mempunyai kepala yang ditempa tepat konsentris dan siku dengan batangnya dengan kepala serta mur yang hexagonal (kecuali jika jenis kepala yang lain diisyaratkan dalam gambar). Batang baut haruslah lurus dan baik. Bila dipakai baut pas diameternya harus seperti diameter yang tertera dalam gambar rencana haruslah dikelompokkan dengan cermat sesuai dengan ukuran panjang batangnya yang tak berulir. Diameter lubang cincin baut adalah 1.50 mm lebih besar dari diameter baut. Baut stall haruslah baut hitam yang 1,5 mm lebih kecil dari diameter lubang dimana digunakan. Baut baja keras. Mur dan cincin baut harus berukuran seperti yang tertera pada gambar rencana dan harus memenuhi Acuan Normatif.

#### **10.3.3.2 Pengangkutan dan Penanganan**

Cara pengangkutan dan penanganan pekerjaan besi harus sesuai dengan cara yang telah disetujui oleh Direksi. Sebelum penyerahan untuk pekerjaan, kalau dipakai pihak ketiga dalam pekerjaan pemasangan untuk semua penyerahan dan bertanggung jawab untuk setiap kehilangan dan sewa gudang yang dapat terjadi disebabkan oleh kelalaian dan kegagalan untuk

menerima pekerjaan baja. Segera setelah menerima penyerahan pekerjaan baja, pihak ketiga akan segera menyampaikan secara tertulis kepada Direksi setiap kerusakan atau cacat tanpa ditunda-tunda atau kalau tidak demikian, dia harus memperbaiki setiap kerusakan, kehilangan serta yang terjadi di luar dan sesudah penyerahan atas biaya sendiri.

#### **10.3.3.3 Pemasangan**

##### **1. Umum**

Penyedia barang/jasa harus menyediakan seluruh perancah dan alat-alat yang diperlukan dan mendirikannya ditempat pekerjaan, memasang dan mengelingkan baut atau las seluruh pekerjaan baja. Pekerjaan baja tidak boleh dipasang sebelum cara, alat dan sebagainya yang digunakan mendapat persetujuan dari Direksi. Semua bagian harus dikerjakan secara hati-hati dan dipasang dengan teliti, Drift yang dipakai mempunyai diameter yang lebih kecil dari diameter lubang paku keling atau baut, dan digunakan untuk membawa bagian pada posisinya yang tepat seperti diisyaratkan di bawah ini. Penggunaan rnatil yang bertebihan yang dapat merusak atau menganggu material tidak diperkenankan. Setiap kesalahan pada pekerjaan bengkel yang menyulitkan pekerjaan montase serta menyulitkan pengepasan bagian-bagian pekerjaan dengan menggunakan drift secara wajar harus dilaporkan kepada Direksi. Permukaan dengan mesin perkakas harus dibersihkan sebelum dipasang. Kopel dan sambungan lapangan sebanyak 50 % sebelum dikeling atau dibuat 2 lubang pada setiap diisi kurangnya 40 % dari lubang diisi dengan baut Selanjutnya sekurang-kurangnya 10 % dari lubang pada suatu kelompok dikeling atau dibaut dengan permanen sebelum baut montase atau drift diangkat

(disingkirkan).

## 2. Drift, Paku Keling Baut Stel dan Sebagainya

Penyedia barang/jasa harus menyediakan untuk digunakan sendiri, semua pararel drift untuk montase yang mungkin diperlukan dan akan tetap menjadi miliknya bila dipindahkan dari tempat pekerjaan atas biaya sendiri. Setelah selesai pekerjaan semua stel, setiap paku keling dan baut yang berlebih akan diserahkan kepada Direksi atau biaya Penyedia barang/jasa.

## 3. Drift Paralel Untuk Montase

Batang tak berulir dari drift paralel yang digunakan pada montase dibuat sesuai dengan diameter yang diperlukan, dan panjangnya tidak kurang dari jumlah tebal minimal yang akan dilalui oleh Drift itu ditambah satu kali drift itu.

## 4. Pemasangan Paku Keling

Semua pekerjaan harus dibuat secara wajar sehingga potongan-potongan dapat berhubungan dengan rapat menyeluruh sebelum dimulainya pemasangan paku keling. Drift dapat digunakan hanya untuk mendekatkan pekerjaan pada posisinya dan tidak akan digunakan untuk menganggu lubang-lubang. Menggunakan drift dengan ukuran yang lebih besar dari diameter nominal lubang tidak diperkenankan. Dianjurkan paku keling dipasang dengan menggunakan mesin atau alat tekan dari tipe yang telah di setujui. Setiap paku keling harus cukup panjang untuk membentuk kepala dengan ukuran standar dan harus bebas dari kotoran besi dengan cara menggosokkannya pada permukaan sepotong logam. Paku keling tetap berada dalam keadaan panas, merah menyeluruh pada saat dimasukkan dan dikerjakan serta mengisi seluruh lubang selama masih panas. Semua paku keling yang longgar serta paku keling yang retak terbentuk

jelek atau dengan kepala yang cacat atau dengan kepala yang sangat eksentris terhadap batangnya harus dipotong dan diganti dengan paku keling yang baik, membentuk kembali kepala paku keling tidak diperkenankan. Kepala paku keling yang agak pipih dapat digunakan pada tempat-tempat tertentu kalau ditentukan oleh Direksi.

#### **10.3.3.4 Penggunaan Baja Keras, Baut-Baut untuk Pemasangan Akhir**

##### **1. Pemasangan**

Setiap sambungan dibuat bersama-sama dengan baut stel sehingga setiap bagian serta plat berhubungan rapat dengan baut menyeluruh sebanyak 50% dari lubang harus diisi dengan baut stel dan minimal 10% atau pada setiap potongan dan plat minimal 2 lubang diisi dengan drift paralel sesuai dengan yang disyaratkan pada "Paralel Drift untuk Montase" baut baja kerja harus dipasang dengan cincin baut yang diperlukan, sebuah di bawah kepala baut dan sebuah lagi di mur

Harus diperhatikan bahwa cincin baut itu terpasang dengan cekungnya menghadap keluar.

Memasukan dan mengencangkan baut baja keras dimulai sebelum sambungan diperiksa dan disetujui oleh Direksi atau wakilnya. Bidang di bawah kepala baut tidak boleh menyimpang dari bidang tegak lurus terhadap as baut lebih dari 3,5 derajat, memakai cincin baut miring (tarped) dapat dilakukan kalau dipandang perlu, baut menonjol melalui mur tidak kurang dari 1,5 mm tidak melebihi 4,5 mm.

Baut stel yang digunakan untuk membuat permulaan awal pekerjaan dapat seterusnya digunakan pada sambungan.

##### **2. Mengencangkan Baut**

Baut baja keras dapat dikencangkan dengan tangan atau

dengan kunci yang digerakan dengan mesin.

Kunci pas harus dari jenis yang telah disetujui oleh Direksi dan dapat menunjukan bila tercapai torque yang disyaratkan telah tercapai.

#### 10.3.3.5 Galvanis

Bila ditentukan ada pekerjaan Galvanisasi maka yang dikehendaki adalah Galvanisasi celup panas.

#### 10.3.3.6 Plat Baja yang Digalvanisir

##### 1. Bahan

Untuk melapisi talang cucuran antara dua sudut atap, untuk saluran air hujan, bungungan dan pinggul pada atap sirap dan pada tempat lain yang ditunjukan pada gambar harus dipakai baja yang digalvanisir celup panas dari ukuran yang telah ditentukan, tebalnya lembaran plat baja banyak seng pelindungnya, harus sesuai dengan tabel berikut :

**Tabel 10.3 Pelat Baja di Galvanisir**

BWG	Tebal Plat Baja	Berat Seng (gr/m <sup>2</sup> )
22	0.71	534
24	0.56	534
26	0.46	380
28	0.36	380

##### 2. Pemasangan

Semua pekerjaan dari plat baja yang digalvanisir harus dibuat dan dipasang menurut standar yang paling baik. Pinggiran dan gulungan harus lurus dan tidak boleh ada lekukan, kelim patriannya harus betul-betul kedap air dan tidak ada patrian yang tercecer atau berlimpah.

Satuan yang dibuat dari galvanis harus dipasang memakai paku sekrup galvani atau dengan memakai lembaran penutup

(holderbats) yang bentuk dan ukurannya tertera dalam gambar.

### 3. Memateri

Solder mematri dengan mutunya paling baik yaitu terdiri dari timah hitam dan 1/2 timah putih. *Muriatic acid* harus dipergunakan sebagai peleburnya kedua zat.

#### 10.3.3.7 Pengecatan Baja

##### 1. Umum

Semua kontruksi baja yang akan dipasang perlu di cat di pabrik dengan cat dasar yang telah disetujui kecuali pada bidang-bidang yang dikerjakan dengan mesin perkakas misalnya pada perletakan cat lapangan terdiri dari :

1.) Pembersihan seluruh sambungan lapangan dan bidang-bidang yang telah dicat di bengkel, seperti yang telah diperintahkan oleh Direksi, karena telah rusak pada saat pengangkutan dan pemasangan serta bidang-bidang lain yang diperintahkan oleh Direksi.

2.) Pengecatan dari bahan yang sejenis dengan bahan yang di cat di semua bagian yang disebutkan pekerjaan besi itu

3.) Pemakaian cat akhir seperti yang disyaratkan pada pekerjaan tertentu, untuk seluruh bidang terbuka pekerjaan besi itu.

##### 2. Pembersihan

Semua permukaan dari pekerjaan baja harus bersih dan dikupas dengan *sand blasting* atau cara lain yang disetujui oleh Direksi agar menjadi logam yang bersih dengan menghilangkan seluruh gemuk, oli, karatan, lumpur atau lainnya yang melengket padanya. Proses pelaksanaan pembersihan dengan *sand blasting* harus disaksikan langsung oleh wakil direksi. Permukaan yang telah dibersihkan harus

segera ditutup dengan cat dasar dan dicat segera setelah dibersihkan sebelum terjadi oksidasi.

### 3. Penggunaan Cat

Cat dapat digunakan dengan kuas tangan yang halus yang disetujui oleh Direksi. Pengecatan tak dapat dilakukan pada cuaca berkabut, lembab, berdebu, atau pada cuaca lain yang jelek.

Permukaan yang akan dicat harus kering dan tidak berdebu.

Lapisan berikutnya tidak boleh dikerjakan di atas cat dasar dalam tempo kurang dari 6 jam tetapi tidak boleh lebih dari 48 jam setelah pengecatan dasar. Bila terjadi demikian maka permukaan baja perlu dibersihkan kembali atau dicat lagi seperti yang diuraikan di atas. Cat (termasuk penyemprotan bila diperintahkan oleh Direksi) harus disapu dengan kuat pada permukaan baja, sekitar paku keling pada setiap sudut, sambungan pada setiap bagian yang dapat menampung air, atau dapat dirembesi air, bahan lain yang disetujui oleh Direksi.

## 10.4 PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN

### 10.4.1 Umum

Semua ukuran dan pekerjaan pasangan harus mengikuti gambar rencana. Apabila temyata ada kekurangan-kekurangan dalam gambar tersebut maka Penyedia barang/jasa harus meminta persetujuan Direksi untuk menetapkannya.

Untuk dinding-dinding penahan tanah atau bangunan-bangunan lain seperti pasangan batu dan lain sebagainya, harus diberi lubang drainase dengan diameter sekurang-kurangnya 5,0 cm, kecuali dinyatakan lain dalam gambar rencana, maka lubang-lubang drainase tersebut harus ditempatkan pada jarak yang merata, yakni berselang 1,5 m dan diletakkan sedikit di atas peil

pembuangan air.

Pekerjaan ini tidak dibayarkan tersendiri tetapi merupakan bagian dari pekerjaan tembok atau beton atau pasangan lain yang digunakan untuk bagian dari konstruksi tembok penahan tanah atau pelindung-pelindung erosi.

#### **10.4.2 Bahan - Bahan**

##### **10.4.2.1 Semen Portland**

Semen yang dipakai disini adalah dari jenis kualitas seperti yang dipakai pada beton dan secara umum harus memenuhi syarat-syarat yang tertera pada Peraturan Semen Portland Indonesia NI-8

##### **10.4.2.2 Pasir**

Pasir untuk adukan pasangan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Butir-butir pasir harus tajam dan keras dan tidak dapat dihancurkan dengan tangan
2. Kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5 %
3. Wama larutan pada pengujian dengan 3 % natrium hidroksida, akibat adanya zat-zat organik tidak boleh lebih tua dari larutan normal atau larutan teh yang sedang kepekatananya.
4. Bagian yang hancur pada penggergajian dengan larutan jernih natrium sulfat tidak boleh lebih dari 10 %
5. Jika dipergunakan untuk adukan dengan semen yang mengandung lebih dari 0,6 % alkali, dihitung sebagai natrium oksida pada pengujian tidak boleh menunjukkan sifat reaktif terhadap alkali.
6. Keteguhan adukan percobaan dibandingkan dengan adukan pembanding yaitu yang menggunakan semen sama dengan pasir normal tidak boleh kurang dari 65 % pada pengujian 7 hari.
7. Pasir laut untuk adukan tidak diperkenankan

8. Butir-butirnya harus dapat melalui ayakan berlubang 3 mm.

#### **10.4.2.3 Batu Alam**

Pada umumnya untuk pasangan batu bisa dipakai batu bulat (dari gunung), batu belah atau batu karang asalkan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. harus cukup keras, bersih, dan sesuai besarnya serta bentuknya
- b. batu, bulat ataupun belah, tidak boleh memperlihatkan tandanya lapuk
- c. Batu karang harus sebagian besar berwarna putih atau kuning muda dan tidak hitam, biru atau kecoklat-coklatan tanpa garis-garis kelapukan, mempunyai keteguhan yang tinggi serta bidang patahnya harus mempunyai kepadatan dan warna putih yang merata.

#### **10.4.2.4 Bata Merah**

Bata merah harus batu biasa dari tanah liat melalui proses pembakaran, dapat digunakan produksi lokal dengan ukuran normal 6 cm x 12 cm x 24 cm dan ukuran diusahakan tidak jauh menyimpang.

Bata merah yang dipakai harus bata kualitas nomor 1 berwarna merah tua yang merata tanpa cacat atau mengandung kotoran. Bata merah minimum harus mempunyai daya tekan ultimate  $30 \text{ kg/cm}^2$  Kalau blok-blok tersebut dibuat sendiri maka campurannya harus terdiri dari 1 bagian Portland Cemen dan 5 bagian pasir dan batuan yang dihaluskan.

Blok-blok semen yang baru dicetak harus dilindungi dari panas matahari dan dirawat selama tidak kurang dari 10 hari dengan jalan membasahi atau menutupi dengan memakai karung basah.

#### **10.4.2.5 Bata Ringan**

Untuk Bata ringan yang memenuhi British Standard No. BS 6073-1981.

Bata ringan yang memenuhi Standard Industri Indonesia.

Bahan perekat yang memenuhi Standard acuan BS 4550,ASTM D 4541,ASTM C 482, BS 4551.

***Persyaratan Bahan :***

Ukuran :  $70 \times 190 \times 590$  dan  $100 \times 190 \times 590$

Kuat Tekanan : Rata-rata  $3,6 \text{ N/mm}^2$  atau kurang lebih  $36 \text{ kg/cm}$  dengan panjang  $590 \text{ mm}$  dan tebal  $10 \text{ mm}$  dapat memikul beban  $20 \text{ ton}$ .

Ketahanan Api : Tembok menahan beban:  $\frac{1}{2}$  jam ketahanan api untuk setiap  $25\text{mm}$  bata ringan.

Daya susut :  $0,01 \%$

Konduktivitas Panas :  $K=0,18 \text{ W/M C}$  pada kelembaban  $3\%$

Untuk pemasangan bata ringan menggunakan *drymortar*, adalah adukan semen instan yang semua bahannya telah dicampur merata dalam keadaan kering khusus untuk pasangan bata ringan. Adukan siap pakai hanya perlu penambahan air dan diaduk sampai merata hingga diperoleh kelecekan (consistency) yang sesuai untuk pelaksanaan.

#### **10.4.2.6 Air**

Untuk keperluan membuat adukan maka air yang disyaratkan dan boleh dipakai semua seperti yang dipakai untuk pekerjaan beton

#### **10.4.2.7 Kapur**

Kapur yang dipakai harus kapur aduk yang bermutu tinggi yang telah disetujui Direksi

#### **10.4.2.8 Lain-lain**

Bahan-bahan lain yang dipakai untuk pelaksanaan seperti tegel-tegel teraso, keramik dan lain-lain harus sesuai dengan yang disyaratkan oleh direksi atau seperti yang disyaratkan pada saat rapat penjelasan.

#### **10.4.3 Adukan**

##### **10.4.3.1 Mencampur**

Adukan dicampur di tempat tertentu yang bersih dari kotoran, mempunyai alas yang rata dan keras, tidak menyerap air yang sebelumnya harus ada persetujuan dari Direksi.

Kalau tidak ditentukan lain, mencampur dan mengaduk boleh dilakukan dengan tangan (dengan memakai cangkul dan sebagainya) sampai diperlihatkan wama adukan yang merata.

##### **10.4.3.2 Komposisi**

Jenis adukan berikut harus dipakai dengan yang disebutkan dalam gambar atau dalam uraian dan syarat-syarat ini.

**Tabel 10.4 Komposisi Adukan**

Jenis	Spesi
M1	1 pc : 1 kpr : 6 psr atau 1 pc : 3 psr
M2	1 pc : 2 psr
M3	1 pc : 4 psr

#### **10.4.4 Blok-Blok Beton**

##### **10.4.4.1 Tipe dari Blok-Blok**

Karena tidak adanya kesamarataan produksi daerah yang satu dengan daerah lainnya maka tidak diadakan penentuan mengenai ukuran asalkan tidak melampaui batas dan disetujui oleh direksi. Blok-blok beton tersebut harus bersih, tidak menunjukan tanda-

tanda retak ataupun cacat lain yang dapat mengurangi mutu dari blok-blok tersebut.

#### **10.4.4.2 Campuran Adukan**

Kalau blok-blok tersebut dibuat sendiri maka campurannya harus terdiri dari 1 bagian portland cement dan 5 bagian pasir dan batuan yang dihaluskan.

Tegangan tekan minimum dari blok beton tidak boleh lebih kecil dari  $30 \text{ kg/cm}^2$  pada umur 40 hari.

#### **10.4.4.3 Perawatan Blok-Blok Beton**

Blok-blok beton yang baru saja dibuat harus dilindungi dari matahari dan dirawat untuk jangka waktu paling tidak 10 hari dengan jalan membasahi atau menutupi dengan memakai karung basah.

#### **10.4.4.4 Tembok-Tembok Ventilasi**

Blok-blok yang khusus ventilasi dapat dibuat dari campuran MI1 Pasangan ventilasi tersebut harus cukup baik dan antara satu dengan yang lain harus lurus, seragam dengan menarik garis lurus di antara kedua ujungnya.

Ventilasi tersebut nantinya harus dicat dengan cat tembok sesuai dengan yang ditetapkan oleh Direksi.

#### **10.4.5 Pasangan Bata Merah**

##### **10.4.5.1 Mortar**

Semua penembokan yang diletakkan di atas balok pondasi beton sampai 20 cm di atas bidang lantai harus dipakai mortar type M2. Untuk penembokan kamar mandi, toilet, tempat mencuci, dan sebagainya dipakai mortar tipe M2 sampai setinggi 150 cm di atas bidang lantai jika tidak dilakukan dengan cara lain untuk selebihnya

dipakai mortar tipe m1.

#### **10.4.5.2 Pemasangan**

Penembokan harus dipilih dan dipasang dengan ukuran seperti pada gambar rencana juga mengenai tinggi dan tebalnya. Sebelum pemasangan bata merah harus dibasahi dulu dengan air untuk menjamin pelekatan yang lebih baik antara mortar dan bata merah. Pasangan bata merah dan lainnya harus disusun dan diberi jarak minimal 1 cm antara bata merah yang satu dengan yang lainnya. Penembokan harus dilaksanakan pada keadaan cuaca yang baik, ataupun dengan perlindungan yang khusus dan tiap hari tidak diperbolehkan melaksanakan pasangan dengan tinggi melebihi 1 cm.

#### **10.4.5.3 Mengorek**

Semua hubungan harus dikorek paling sedikit 0,5 cm agar daya pelekat antara mortar plesteran dan tembok dapat bekerja dengan sebaik-baiknya.

#### **10.4.6 Pasangan Bata Ringan**

##### **10.4.6.1 Mortar**

Untuk pemasangan bata ringan menggunakan *drymortar*, adalah adukan semen instan yang semua bahannya telah dicampur merata dalam keadaan kering khusus untuk pasangan bata ringan. Adukan siap pakai hanya perlu penambahan air dan diaduk sampai merata hingga diperoleh kelecekan (consistency) yang sesuai untuk pelaksanaan.

Pekerjaan kolom praktis / Ring Balk termasuk kedalam hitungan meter persegi pekerjaan dinding (harus ada setiap 9 m<sup>2</sup> – Persyaratan Mutu beton lihat Pasal 1. Point 1.3 )

Nama Produk : Mortar Utama / Drymix

Warna : Abu-abu muda  
Perekat : Semen Portland  
Agregat : Pasir silika halus Besar butiran maksimum 0,6 mm. Bahan Pengisi : Tepung batu kapur  
Bahan Tambahan : Bahan / additive larut air guna memperbaiki sifat penggeraan (consistency), daya rekat dan kekuatan.  
Kebutuhan Air : 10 – 10,5 liter/40kg  
Ketebalan : + 3mm

*Proses Pengadukan :*

Perbandingan 1 Zak (40 kg) : 10 – 10,5 liter air untuk 1 (satu) Zak (40 kg), campur dengan air sebagian dulu. Aduk seperti biasa sampai airnya tercampur.

Tambahkan lagi air secara bertahap dan aduk terus. Setelah *drymortar* dan air bercampur dengan baik, aduk lagi sedikit lebih lama agar additive-nya bercampur dengan sempurna. Jangan gunakan air terlalu banyak.

**Persyaratan Pelaksanaan**

1. Bahan-bahan untuk pekerjaan pasangan harus disimpan sesuai ketentuan dari pabrik untuk menghindari dari segala hal yang dapat mengakibatkan kerusakan terhadap bahan tersebut.

2. Pasangan bata ringan yang dilaksanakan harus rata, tegak dan lajur penaikannya diukur tepat dengan tiang lot.
3. Rangka-rangka pengeras berupa sloof, kolom praktis dan ringbalk dari beton dipasang untuk setiap luas dinding maksimum  $9\text{ m}^2$ .
4. Sesuai jam kerja, seluruh lajur pasangan bata ringan yang belum selesai, harus ditutup (dilindungi).
5. Pengaplikasian *drymortar* harus sesuaikan dengan standard dari supplier dengan menggunakan raskam, metode pemasangan harus diajukan dan disetujui oleh Pemberi Tugas dan Pengawas.

#### **10.4.7 Pasangan Batu**

##### **10.4.7.1 Umum**

Batu-batu yang dipakai untuk pekerjaan pondasi dan sebagainya harus keras dengan ukuran yang sesuai dan tidak menunjukkan pelapukan ataupun retak. Pemasangan dari batu-batu tersebut harus rapi dan cocok sehingga dapat menghasilkan pekerjaan yang sebaik-baiknya.

##### **10.4.7.2 Mortar**

Campuran yang dipakai untuk pondasi dan sebagainya kalau disyaratkan lain dapat dipakai campuran M3. Kecuali kalau disyaratkan lain misalnya untuk bangunan reservoir ataupun bangunan lain yang fungsinya hampir sama yang dipakai campuran M2.

## 10.4.8 Plesteran dan Acian Bata Ringan

### 10.4.8.1 Umum

#### **Pekerjaan Plesteran**

##### **a. Lingkup Pekerjaan**

Termasuk dalam pekerjaan plesteran dinding ini adalah penyediaan tenaga kerja, bahan-bahan, peralatan termasuk alat-alat bantu dan alat angkut yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan plesteran, sehingga dapat dicapai hasil pekerjaan yang bermutu baik. Pekerjaan plesteran dinding dikerjakan pada permukaan dinding bagian dalam dan luar serta seluruh detail yang disebutkan / ditunjukkan dalam gambar.

##### **b. Persyaratan Bahan**

Menggunakan Drymortar, Produk : Mortar Utama / Drymix

Memenuhi Standar DIN 18550 dan DIN 18555 Penggunaannya hanya ditambah dengan air dan diaduk dengan rata. Tebal Plesteran 15 mm

Untuk tiap kantong (40 kg) dicampur air 6,5 – 7,0 liter

Daya sebar + 2 m<sup>2</sup> / sak 40 kg / 15 mm

##### **c. Syarat-syarat Pelaksanaan**

1. Plesteran dilaksanakan sesuai standar spesifikasi dari bahan yang digunakan sesuai dengan petunjuk dan persetujuan Wakil pemberi tugas atau pengawas lapangan, dan persyaratan tertulis dalam Uraian dan Syarat Pekerjaan ini.

2. Pekerjaan plesteran dapat dilaksanakan bilamana pekerjaan bidang beton atau pasangan dinding batu bata telah disetujui oleh Wakil pemberi tugas atau pengawas lapangan sesuai Uraian dan Syarat Pekerjaan yang tertulis dalam buku ini.3.

Dalam melaksanakan pekerjaan ini, harus mengikuti semua petunjuk dalam gambar Arsitektur terutama pada gambar detail

dan gambar potongan mengenai ukuran tebal / tinggi / peil dan bentuk profilnya.

4. Pekerjaan plesteran dinding hanya diperkenankan setelah selesai pemasangan instalasi pipa listrik dan plumbing untuk seluruh bangunan.

5. Setelah bata terpasang dengan aduk, nad /siar-siar harus dikerok rata dan dibersihkan dengan sapu lidi dan kemudian disiram air.

6. Untuk beton sebelum diplester permukaannya harus dibersihkan dari sisa-sisa bekisting dan kemudian diketrek (scratch) terlebih dahulu dan semua lubang-lubang bekas pengikat bekisting atau form tie harus tertutup adukan plester.

7. Untuk bidang pasangan dinding batu bata dan beton bertulang yang akan difinish dengan cat dipakai plesteran halus (acian) diatas permukaan plesterannya.

8. Untuk dinding tertanam di dalam tanah dan dinding kamar mandi harus memakai adukan kedap air (waterproofing).

9. Semua bidang yang akan menerima bahan (finishing) pada permukaannya diberi alur-alur garis horizontal atau diketrek (scratch) untuk memberi ikatan yang lebih baik terhadap bahan finishingnya (terutama untuk pemasangan dinding keramik), kecuali untuk yang menerima cat.

10. Pasangan kepala plesteran dibuat pada jarak 1 M, dipasang tegak dan menggunakan keeping-keping plywood setebal 9 mm untuk patokan kerataan dinding.

11. Ketebalan plesteran harus mencapai ketebalan permukaan dinding / kolom yang dinyatakan dalam gambar, atau sesuai peil-peil yang diminta gambar. Tebal plesteran maximum 2,5 cm, jika ketebalan melebihi 2,5 cm harus diberi kawat ayam untuk membantu dan memperkuat daya lekat dari plesterannya pada

bagian pekerjaan yang diizinkan wakil pemberi tugas atau pengawas lapangan.

12. Untuk setiap permukaan yang berbeda jenisnya yang bertemu dalam satu bidang datar, harus diberi naad (tali air) dengan ukuran lebar 0,7 cm dalamnya 0,5 cm, kecuali bila ada petunjuk lain di dalam gambar.

13. Untuk permukaan yang datar dan rata harus mempunyai toleransi lengkung / cembung bidang tidak lebih dari 3 mm untuk setiap jarak 2 m. Jika melebihi Kontraktor berkewajiban memperbaikinya dengan biaya atas tanggungan kontraktor.

14. Kelembaban plesteran harus dijaga sehingga pengeringan berlangsung wajar tidak terlalu tiba-tiba, dengan membasahi permukaan plesteran setiap kali terlihat kering dan melindungi dari terik panas matahari langsung dengan bahan penutup yang bias mencegah penguapan air secara cepat.

15. Jika terjadi keretakan sebagai akibat pengeringan yang tidak baik, plesteran harus dibongkar kembali dan diperbaiki sampai dinyatakan dapat diterima oleh Wakil pemberi tugas atau pengawas lapangan dengan biaya atas tanggungan kontraktor.

16. Selama pemasangan dinding batu bata/ beton bertulang belum difinish, kontraktor wajib memelihara dan menjaganya terhadap kerusakan.

17. Setelah pekerjaan selesai tidak diperkenankan untuk langsung diaci atau di pasang keramik dinding, tunggu 48 jam setelah kelembaban air keluar dalam dinding / berkeringat kering, dapat dilakukan pekerjaan atau pemasangan keramik dinding.

### **Pekerjaan Acian**

#### **a. Lingkup Pekerjaan**

Termasuk dalam pekerjaan Acian dinding dan penyediaan tenaga kerja, bahan-bahan, peralatan termasuk alat-alat bantu

dan alat angkut yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan acian, sehingga dapat dicapai hasil pekerjaan yang bermutu baik.

Pekerjaan acian dinding dikerjakan pada permukaan dinding bagian dalam dan luar serta seluruh detail yang disebutkan/ditunjukkan dalam gambar.

**b. Persyaratan Bahan**

Standard acuan : DIN 18550

Type : Drymortar

Produk : Mortar Utama / Drymix

Tebal aplikasi : 1 – 3 cm

Kebutuhan air : 12,5 - 13,0 liter / sak 40 kg

Daya Sebar : + 20 m<sup>2</sup> / sak 40 kg / 2 mm

**c. Syarat-syarat Pelaksanaan**

1. Acian dilaksanakan sesuai standar spesifikasi dari bahan yang digunakan sesuai dengan petunjuk dan persetujuan Wakil pemberi tugas atau pengawas lapangan, dan persyaratan tertulis dalam Uraian dan Syarat Pekerjaan ini.
2. Pekerjaan acian dilaksanakan bilamana pekerjaan plesteran telah selesai dan telah disetujui oleh Wakil pemberi tugas atau pengawas lapangan sesuai Uraian dan Syarat Pekerjaan yang tertulis dalam buku ini.
3. Dalam melaksanakan pekerjaan ini, harus mengikuti semua petunjuk dalam gambar Arsitektur terutama pada gambar detail dan gambar potongan mengenai ukuran tebal/tinggi/peil dan bentuk profilnya.
4. Untuk permukaan yang datar dan rata tidak ada kelengkungan sedikitpun.

Jika kurang rapi Kontraktor berkewajiban memperbaikinya dengan biaya atas tanggungan kontraktor.

5. Selama 7 (tujuh) hari setelah pengacian selesai Kontraktor harus selalu menyiram dengan air sampai jenuh sekurang-kurangnya 2 kali sehari.
6. Pekerjaan acian dapat dilaksanakan sesudah plesteran berumur 8 hari.

## 10.5 PEKERJAAN LAIN – LAIN

### 10.5.1 Pemasangan Kaca

#### 10.5.1.1 Material

Material yang harus dipakai dalam produksi pabrik yang terkenal dan mempunyai tebal 3 mm atau 5 mm seperti yang ditentukan oleh Petunjuk Direksi. Kaca-kaca yang akan dipasang mati ataupun tidak, bagian yang tajam harus dikelilingi kaca tersebut serta kepada kedua sisi permukaannya.

Bahan-bahan untuk menambah kecuali celah antara kaca-kaca dengan rangka kayu halus yang bermutu tinggi dari supplier yang disetujui. Bahan-bahan tersebut diterima dalam keadaan baik dan tidak mengeras pada tempatnya.

#### 10.5.1.2 Pemasangan Kaca Pada Rangka Kayu

Celah-celah kayu yang akan digunakan untuk pemasangan harus dibersihkan, dipaku dan dicat satu lapis dengan minyak cat sebelum pemasangan kaca. Kaca dipotong sedikit lebih dari ukuran sebenarnya dan dijepit dengan lis kayu pada tempat yang benar memakai sekrup yang sesuai ukurannya. Celah antara kayu dengan kaca harus ditutup kembali dengan memakai dempul atau

bahan yang sesuai untuk maksud tertentu.

#### **10.5.1.3 Pemasangan Rangka pada Rangka Logam**

Kaca harus dipotong sesuai dengan yang dikehendaki panjangnya dengan mengurangi ukuran bersih 1 mm pada keempat sisinya kemudian baru disisipkan dan dipasang pada rangka.

#### **10.5.1.4 Pembersihan dan Perbaikan**

Pada pekerjaan tahap akhir kaca-kaca tersebut harus dibersihkan dan diganti atau diperbaiki kalau retak, pecah, cacat dan lainnya.

### **10.5.2 Pengecatan**

#### **10.5.2.1 Material, Ketentuan Umum**

Semua jenis material harus dari merk terkenal baik (Danapaint, ICI atau sejenisnya yang disetujui oleh Direksi).

Semua cat penggunaannya harus sesuai dengan pedoman yang diberikan oleh pabrik pembuatnya dengan tenaga ahli yang sesuai dengan pekerjaan tersebut. Isi daripada cat yang akan dipakai dikeluarkan dan ditempatkan pada tempat tertentu serta diaduk sampai rata betul baik mengenai wama serta kekentalannya sebelum dipakai serta pada selang waktu tertentu pada saat dipakai.

#### **10.5.2.2 Ketentuan Khusus**

Untuk pekerjaan kayu, cat yang digunakan dari jenis *synthetic resin*. Untuk pekerjaan besi sebagai dasar digunakan dari jenis red oxide baru. Sedang untuk finishing digunakan dari jenis *synthetic*

*resin* dan yang khusus diperuntukkan bagi jenis pekerjaan besi, untuk pekerjaan-pekerjaan besi pada reservoir-reservoir air hot deep galvanishing, cat-cat yang dipergunakan untuk tembok baik untuk sebelah luar atau dalam dari jenis emulsion paint yang terdiri dari alkyd resin.

#### **10.5.2.3 Daftar Bahan**

Penyedia barang/jasa melaksanakan sesuai dengan kontrak yaitu dua bulan sebelum pekerjaan pengecatan dimulai mengajukan kepada Direksi Pekerjaan semua material yang akan digunakan untuk pekerjaan pengecatan dan dikoreksi, semua material tersebut harus disetujui oleh Direksi.

#### **10.5.2.4 Pemilihan Warna**

Semua wama ditentukan bersama-sama antara Direksi dengan Penyedia barang/jasa dari contoh-contoh yang diberikan supplier.

#### **10.5.2.5 Persiapan**

Sebelum pengecatan dimulai, permukaan yang akan dicat harus dibersihkan dari kotoran dan debu. Semua permukaan yang akan dicat harus sudah dihaluskan terlebih dahulu dengan peralatan serta cara yang lazim dipergunakan.

Persiapan kerja untuk kayu retak celah lubang harus diperbaiki dengan cara memotong, menambal, atau dengan cara lain yang disetujui. Lubang-lubang kecil harus diperbaiki dengan dicat atau tempat untuk menutupnya. Untuk lubang yang lebih besar harus ditutup dulu dengan kayu yang keras, dipotong dan diratakan dengan permukaan di sekitarnya sampai halus. Setelah pekerjaan pembersihan dari baja dilaksanakan, semua permukaannya harus

dicat dua lapis dari jenis red oxide dengan tebal 30-35 mikron.

Persiapan dari pekerjaan besi yang dicat dengan epoxy-paint segera setelah pembersihan dari pekerjaan besi, "Upox calcium Plumbate Primer" dari merek yang disetujui, tebal dari setiap pengecatan adalah 50 micron dan diberikan dua lapis. Sebelum lapisan dicat tersebut diberikan, permukaan besi harus diperiksa dan harus bersih dari segala kotoran dan debu. Pengecatan harus diperiksa setelah 24 jam dari pengecatan pertama.

Persiapan dari pekerjaan pengecatan tembok adalah harus benar-benar kering dan pengecatan tidak boleh dilaksanakan sebelum ada persetujuan dari Direksi. Semua cacat-cacat harus diperbaiki seperti pada bagian yang menonjol harus diratakan sedangkan bagian yang retak ataupun berlubang harus ditutup dengan plester dari jenis yang sesuai. Pecah yang harus diperbaiki dengan memotong sekeliling bagian yang pecah tersebut dan kemudian memboboknya sampai cacat tersebut tidak menampakkan bekas.

#### **10.5.2.6 Pengecatan Akhir**

Pengecatan akhir harus terdiri dari:

1. Kayu (dicat)

Dua lapis cat dari jenis *synthetic resin* adalah dasar yang memberikan permukaan yang mengkilat.

2. Kayu (divernis)

Dua lapis pemis dari *synthetic resin* adalah dasar yang memberikan permukaan yang mengkilat.

3. Besi yang dilapisi dengan *epoxy*

Dua lapis dari "Opxemuel" yang dicampur dulu dengan "upox hardened" dengan perbandingan yang seperti diberikan pabrik

pembuatnya dengan masing-masing tebalnya 40 microns.

#### 4. Besi Galvanized

Tanpa pengecatan akhir, tembok-tembok kolom dan sebagainya. Dua lapis cat emulsion untuk sebelah dalam dari gedung dan tiga lapis untuk permukaan sebelah luar.

#### 10.5.3 Kayu dengan Natural Finishing

Kayu dengan natural finising harus rata, halus dan digosok dengan amril sehingga tidak ada cacat yang dapat merusak sifat asli dari kayu tersebut. Pada akhirnya lapisan terakhir diberikan untuk menutupi permukaannya. Semua bahan yang dipakai harus dengan persetujuan dengan Direksi.

#### 10.5.4 Tanda – Tanda

Penyedia barang/jasa harus menyiapkan dan memakai tenaga ahli untuk mengerjakan pekerjaan sebagai berikut:

1. Menulis atau memberi nomor pintu di atas setiap plat kunci pada kedua sisi dari pintu-pintu tersebut.
2. Menulis atau memberi nomor dari setiap kunci

#### 10.5.5 Perancah

Perancah untuk keperluan pengecatan harus dipersiapkan dan harus sesuai dengan pekerjaan yang akan dilaksanakan.

#### 10.5.6 Tenaga Kerja

Hanya tenaga terampil dan asli dipakai untuk mengerjakan pemasangan kaca, pengecatan dan sebagainya. Harus ada kepala tukang kayu yang ahli yang mengawasi selama pekerjaan berlangsung.

#### **10.5.7 Persediaan Bahan untuk Pekerjaan**

Sesudah pekerjaan selesai seluruhnya maka Penyedia barang/jasa harus menyediakan sejumlah bahan yang tergantung dari wama setiap bahan yang akan digunakan apabila ada perbaikan-perbaikan yang diperlukan selama jangka waktu perawatan. Jumlah dari bahan tersebut sangat tergantung dari kuantitas setiap jenis pekerjaan dan akan ditentukan kemudian.

#### **10.5.8 Perpipaan/Plumbing**

##### **10.5.8.1 Umum**

Penyedia barang/jasa harus melaksanakan semua pekerjaan seperti yang terlihat pada gambar rencana untuk memasang :

1. Sistem pipa distribusi air bersih untuk gedung tersebut
2. Sistem pembuangan air kotor
3. Pelengkap

Penyedia barang/jasa harus bertanggung jawab penuh tentang penyediaan dan pemasangan seluruh sistem sampai pada pengetesan sehingga semua sistem bekerja sesuai dengan rencana.

##### **10.5.8.2 Material**

Pipa-pipa Baja Galvanized, semua pipa baja galvanized serta perlengkapan harus dari jenis yang disetujui serta standard yang berlaku (ditentukan kemudian)

##### **10.5.8.3 Pipa-Pipa PVC**

Semua pipa yang terlindung dapat dipakai pipa-pipa PVC dari jenis

yang disetujui serta dari Acuan Normatif yang berlaku (ditentukan kemudian)

#### **10.5.8.4 Material-Material Pelengkap**

Material-material pelengkap seperti westafel dan sebagainya, harus disesuaikan dengan gambar. Kalau tidak ditentukan lain oleh Direksi, semua perlengkapan tersebut harus dari jenis dan merek yang disetujui. Semua unit perlengkapan tersebut harus dipasang pada tempatnya dengan sambungan yang kaku dan kuat dikerjakan oleh tenaga-tenaga yang ahli.

#### **10.5.8.5 Penyesuaian dengan Peraturan yang Ada**

Semua cara pemasangan peralatan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Acuan Normatif atau peraturan-peraturan yang dikeluarkan oleh badan yang berwenang. Atau kalau tidak ada harus dibuat oleh tenaga ahli yang berpengalaman dibawah pengawasan seorang insinyur.

#### **10.5.8.6 Klem dan Pendukung**

Pipa yang tidak ditanam harus dipasang dengan klem dengan jarak tidak lebih dari 2,5 m untuk yang berdiameter lebih besar 100 mm dan 2 m untuk yang berdiameter 80 mm dan lebih kecil.

#### **10.5.8.7 Pemasangan**

Semua pekerjaan perpipaan harus dilaksanakan dengan ketentuan-ketentuan seperti tersebut dibawah ini:

1. Pipa-pipa air harus dipasang bebas dari kantong-kantong udara dan lurus-lurus
2. Seluruh panjang pipa utuh harus dipakai kecuali jika panjang

yang terpasang lebih pendek daripada panjang pipa.

3. Pipa yang ditempatkan di atas tanah sedapat mungkin harus didukung secara merata dan material yang langsung berhubungan dengan pipa harus bersih atau bebas dari batu besar atau bahan-bahan yang merusak pipa.
4. Pipa dan sambungannya harus dilaksanakan secara seksama untuk menjamin lancarnya aliran air terutama sekali pada saluran pembuangan air kotor dan juga untuk memudahkan pengontrolan dari sistem.
5. Ujung-ujung pipa yang terbuka kadang-kadang harus ditutup selama jangka waktu pelaksanaan untuk menghindarkan kotoran atau lumpur yang akan masuk kedalam pipa.
6. Test yang akan menguji apakah seluruh sistem telah dapat bekerja dengan baik harus dilaksanakan sebelum penyelesaian pekerjaan akhir.

#### **10.5.8.8 Test Pelayanan Sistem Air Bersih**

Semua pipa pelayanan dan pipa utama harus ditest dengan tekanan hidrolis  $7 \text{ kg/cm}^2$  atau dua kali tekanan yang nantinya akan bekerja. Air harus diberikan pada sistem tersebut dengan pompa tekan dan diberikan secara terus menerus selama 1 jam. Tidak boleh ada pipa-pipa potongan ataupun peralatan/pelengkap lain yang ditutup atau ditimbun kembali tanpa ada persetujuan dari Direksi. Sesudah selesaiya pemasangan dan sebelum sistem tersebut dipakai maka untuk mematikan kuman-kuman diberi chlor yang ditentukan oleh Direksi.

### 10.5.9 Sistem Drainase

#### 10.5.9.1 Penggalian

Penggalian parit untuk sistem drainase dan pembuangan air kotor harus merupakan garis lurus dengan kedalaman, kemiringan yang ditunjukkan pada gambar rencana. Parit tersebut harus mempunyai lebar sehingga memungkinkan pekerja dapat melaksanakan pekerjaan dengan baik karena ruang geraknya mencukupi. Tanah galian tidak diperbolehkan ditimbun melebihi 50 cm pada sisi-sisi parit tersebut dan sisa-sisanya diberikan penahan dan sebagainya, jika diperlukan untuk menjaga penggalian tanah melebihi dari yang direncanakan maka harus ditutup dengan beton tumbuk atau beton lain sesuai dengan permintaan Direksi. Pada saat pelaksanaan tanah galian yang akan digunakan kembali untuk tanah timbunan harus dijaga agar tanah tersebut bebas dari pengotoran yang dapat merusak mutu pekerjaan. Bagian bawah dari galian tanah harus menunjukkan daya dukung yang baik agar dapat mendukung beban yang akan bekerja di atasnya. Juga harus dihindari dari genangan air yang dapat mengganggu lancarnya pekerjaan.

#### 10.5.9.2 Pipa PVC untuk Drainase

Jika digunakan pipa PVC untuk drainase seperti yang ditunjukkan pada gambar rencana maka harus dipakai pipa PVC dari jenis serta merk yang disetujui oleh pabrik pembuatnya.

### **10.5.9.3 Pipa Beton/Buis Beton**

Ukuran pipa beton maupun sambungannya harus sesuai dengan gambar rencana. Bentuk pipa harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Pipa harus lurus, dengan ukuran sesuai rencana, ujungnya tajam dan tidak rusak.
2. Permukaannya harus menunjukkan sifat-sifat yang merata dan tanpa cacat berupa lubang-lubang atau retak-retak
3. Pipa harus kering betul dan siap untuk dipasang
4. Sambungan antara pipa yang satu dengan yang lain harus dilaksanakan dengan mortar dengan perbandingan campuran 1 pc: 3 psr

### **10.5.9.4 Letak Pipa Drainase**

Setiap pipa harus diperhatikan secara seksama pada saat tiba di tempat pekerjaan. Pipa-pipa yang tidak sempurna tidak boleh dipakai dan harus dipisahkan. Pipa drainase harus diletakkan merupakan garis lurus dan dengan kemiringan seperti yang ditunjukkan pada gambar rencana. Perhatian khusus harus diberikan agar penempatan pipa tersebut sesuai hasil yang direncanakan dengan menempatkan patok-patok tetap dan sebagainya.

### **10.5.9.5 Penimbunan Parit**

Tidak satupun yang boleh ditimbun selama belum diadakan pengecekan dan pengetesan. Tanah timbunan di bawah muka tanah asli dari pipa sampai kurang lebih 30 mm di atas harus dari

material yang terpilih.

Pemadatan harus dilaksanakan lapis demi lapis dan harus dilaksanakan dengan hati-hati supaya tidak merusak pipa.

#### **10.5.9.6 Test Sistem Drainase**

Setelah dirasa cukup maka sistem drainase harus di test terlebih dahulu untuk menguji apakah seluruh sistem bisa bekerja dengan baik. Test tersebut harus menunjukkan hasil yang baik dan tidak boleh menunjukkan hambatan, yang berarti kurang berfungsinya seluruh sistem dengan baik. Jika dipandang perlu oleh Direksi maka bagian yang cacat tersebut harus dibongkar dan diperbaharui dengan kerja dan atas biaya Penyedia barang/jasa.

#### **10.5.9.7 Pembetulan Jalan, Lantan dan Sebagainya**

Jika pipa-pipa dan sebagainya memotong jalan maka setelah pemasangan nya berakhir bagian bangunan atau jalan yang kena pemotongan tersebut harus dikembalikan seperti semula. Kerusakan akibat pemasangan pipa dan sebagainya harus diperbaiki seperti sedia kala, dan segala biaya yang dikeluarkan akibat kerusakan tersebut menjadi tanggungan Penyedia barang/jasa.

#### **10.5.10 Pagar dan Pintu Halaman**

Pagan dan pintu halaman harus dibuat dan dilaksanakan seperti yang ditunjukkan pada gambar rencana dan gambar detil. Pekerjaan tersebut harus rapi sehingga disamping berfungsi sebagai pelindung halaman juga untuk memperindah halaman.

### **10.5.11 Pekerjaan Instalasi Listrik**

#### **10.5.11.1 Lingkup Pekerjaan**

Kalau ditentukan lain maka pekerjaan instalasi listrik meliputi penyediaan material peralatan serta tenaga untuk keperluan pemasangannya

#### **10.5.11.2 Ketentuan dan Standar**

Ketentuan dalam spesifikasi ini hanya bersifat umum sedangkan kalau diperlukan akan dibuat secara khusus pada buku ini, semua pemasangan dari instalasi listrik harus memenuhi syarat sebagai berikut;

1. Ketentuan dari perusahaan Listrik Negara
2. Standar-standar lain yang bisa digunakan dan dapat dipertanggungjawabkan.

#### **10.5.11.3 Kabel-Kabel**

1. Umum .

Semua tipe kabel, kemampuannya serta ukurannya harus sesuai dengan yang diperuntukan, penyimpangan harus memenuhi standar-standar yang ada.

2. Sambungan Kabel

Penyedia barang/jasa harus menggunakan tenaga yang terampil/ahli dan jika perlu tenaga spesialis yang khusus yang didatangkan untuk keperluan tersebut.

Penyedia barang/jasa harus minta persetujuan dulu untuk memakai tenaga-tenaga tersebut. Jika sambungan dengan solder yang dipakai,

maka harus dengan panas minimal 185°Celcius yang dipakai untuk menghasilkan hubungan yang baik. Semua hubungan tersebut kemudian dilindungi dengan memberikan isolasi-isolasi yang sesuai dengan keperluan tersebut.

#### 10.5.11.4 Ujung-Ujung Kabel

Sesudah dipotong, ujung-ujung kabel sebaiknya dijaga dengan cara tertentu agar air jangan sampai masuk sampai sambungan yang permanen selesai dibuat.

### 10.5.11.5 Kabel-Kabel di dalam Tanah

Kabel-kabel yang ditanam langsung harus dipasang dengan kedalaman minimal 60 cm lapisan sebelah atas. Semua kabel harus diletakan sedapat mungkin pada lapisan yang sama. Sebelum kabel-kabel diletakan, bagian bawah dari parit harus diratakan dan ditutup dengan lapisan pasir padat dengan tebal 7,5 cm kemudian ditutup dengan tebal lapisan yang sama setelah kabel-kabel diletakan,

### 10.5.11.6 Saluran/Pipa Kabel

Semua saluran kabel harus dibuat sesuai dengan gambar rencana kalau tidak ditentukan pada gambar maka bisa dibuat dari pipa PVC dengan diameter minimal 100 mm dengan tebali 22 mm atau seperti yang ditentukan oleh Direksi. Kalau saluran kabel dibuat dari pipa PVC maka di sekeliling pipa tersebut harus diisi dengan pasir halus tumbuk sampai 15 cm di bawah atau disekeliling pipa. Semua kabel harus dipasang dan ditarik melewati saluran dengan tangan.

Semua pemasangan kabel harus rapi dan dipasang oleh tukang

yang berpengalaman dan persilangan sedapat mungkin dihindari.

#### **10.5.11.7 Perlindungan Kabel**

Kabel yang menembus beton atau yang melalui pinggiran tertentu harus dilindungi dengan timang atau baja yang disediakan sendiri oleh Penyedia barang/jasa. Cara pemasangannya harus ada persetujuan dari Direksi.

#### **10.5.11.8 Gambar-Gambar**

Penyedia barang/jasa harus memelihara catatan-catatan kabel dan menyiapkan gambar-gambar untuk memberikan detil secara teliti, layout seluruh kabel ditambah potongan melintang dan lokasi kabel. Catatan-catatan asli dibuat satu copynya serta gambar-gambarnya diajukan Direksi untuk disetujui.

#### **10.5.11.9 Perlengkapan Sambungan dan Alat-Alat Pengatur**

Pemasangan katup, perlengkapan sambungan dan sebagainya harus mendapatkan pengawasan dan perhatian yang seksama terhadap kebersihan penopang dan sambungan seperti tersebut di atas mengenai perpipaan. Katup masuk bawah tanah yang terbuat dari besi yang dapat ditempa, harus cocok terhadap pipa pada posisi mendatar. Sedangkan porosnya ditempatkan secara tegak lurus. Kecuali bila arah pipa tidak mendatar.

Katup-katup harus tersedia lengkap dengan susunan katup, yang terdiri dari poros, pembungkus dan kotak luar, Mur dari katup harus dapat dioperasikan dengan mudah melalui lubang pembukaan atau lubang kontrol.

#### **10.5.11.10 Pemasangan Lampu-lampu Penerangan**

Semua pemasangan lampu penerangan harus dilaksanakan sesuai dengan yang ditunjukkan pada gambar rencana dengan memperhatikan kode-kode yang ada. Penyedia barang/jasa harus menyediakan peralatan tersebut sesuai dengan ketentuan seperti pada gambar rencana balk mengenai model, kapasitas, kualitas, wama dan sebagainya. Bila ada kekurangan mengenai hal tersebut dan terdapat ketidakjelasan terhadap apa yang ditunjukkan pada gambar, maka bisa dimintakan persetujuan Direksi untuk menetapkannya.

#### **10.5.12 Pemasangan Pipa di dalam Tanah**

Pipa harus dipasang lurus dan pada kedalaman yang tepat sesuai dengan gambar rencana, dasar pant harus dibentuk sedemikian rupa agar memberi penopangan keliling yang merata dan kuat bagi bagian bawah setiap pipa. Pipa tidak boleh dipasang bila menurut anggapan Direksi/Tenaga Ahli keadaan parit tidak memenuhi syarat.

Penyedia barang/jasa harus menyediakan fasilitas yang memadai dan layak untuk melaksanakan pekerjaan dengan baik. Semua pipa dan alat bantu harus diperiksa dengan teliti untuk mengetahui bila ada keretakan sesaat sebelum dipasang pada posisi akhir. Semua pipa dan alat bantu harus diturunkan ke dalam saluran secara hati-hati, batang demi batang dengan memakai derek, tambang atau peralatan lain yang sesuai sehingga tidak timbul kerusakan pada cat atau lapisan pelindung. Material sama sekali tidak boleh dijatuhkan atau dihempaskan ke dalam saluran.

#### **10.5.13 Panel Listrik**

1. Jumlah dan jenis komponen panel listrik sesuai dengan yang ditunjukkan

dalam gambar

2. Tebal pelat yang digunakan minimum 1,0 mm
3. Bentuk panel listrik untuk panel utama dan panel tenaga, sebaiknya berdiri sendiri dan untuk panel penerangan tebenam di dalam tembok, kecuali dinyatakan lain dalam gambar.
4. Seluruh terminal untuk penyambungan ke luar harus ada di sisi sebelah atas panel kecuali stop kontak lantai.
5. Terminal kabel masuk disesuaikan dengan kabel masuk
6. Kabel masuk dilengkapi dengan cable plug yang besamya disesuaikan dengan ukuran kabel.

#### **10.5.14 Perpipaan Penyediaan Air Minum**

Pekerjaan perpipaan yang merupakan bagian dari proses penyediaan air minum termasuk sebagian dari pekerjaan sipil ini, seperti pipa-pipa dinding, pipa-pipa di bawah pondasi dan sebagainya. Semua proses perpipaan dan pemasangannya harus sesuai dengan spesifikasi.

#### **10.5.15 Pengujian Bangunan - Bangunan Hidraulik**

##### **10.5.15.1 Umum**

Pengujian bangunan hidraulik untuk membuktikan kekedianya air dari pipa beton dilakukan terhadap reserboar air bersih, bahan pengendapan, bak flokulasi dan filter-filter.

##### **10.5.15.2 Cara Pengujian**

Setelah selesai, semua dinding harus bersih dari bekas tanah urugan, sehingga setiap kebocoran dinding dapat terlihat, semua bagian bangunan selama pengujian harus diisi dengan air bersih dan ditahan sekurang-kurang selama 48 jam. Ketinggian

permukaan akan diperhatikan selama

Waktu tersebut di atas, menurunnya tinggi permukaan air didalam reservoir yang tidak kelihatan diperbolehkan. Ketentuan nilai selama 24 jam, adalah sebagai berikut:

- a. Reservoir air bersih : kurang dari 1 cm
- b. Bangunan pengolahan : kurang dari 1 cm

Jika kebocoran melampaui nilai-nilai di atas, penyedia barang/jasa diharuskan memperbaikinya dengan biaya sendiri.

#### **10.5.15.3 Perbaikan**

Setiap kebocoran yang ditemukan harus diperbaiki sampai tidak ditemukan lagi kebocoran. Setelah perbaikan selesai, cara pengujian tercantum dalam nomor 8h harus diulangi.

Pengujian tidak perlu diulang, jika :

1. Tidak ditemukan lagi kebocoran
2. Penurunan permukaan air tidak melebihi ketentuan dalam nomor 14b
3. Biaya yang termasuk dalam pengujian adalah :
4. Memperoleh air untuk mengisi bangunan pengolahan pada saat pengujian
5. Menghentikan kebocoran.

#### **10.5.16 Masa Pemeliharaan**

Terhitung dari tanggal penyerahan pertama dengan jangka waktu yang ditentukan dalam kontrak, Penyedia barang/jasa diwajibkan memperbaiki pekerjaan yang kurang baik, pengurusan amblas, bahan yang jelek atau hal-hal lain yang sesuai dengan catatan dari Direksi. Setelah semua kekurangan dan kerusakan ini diperbaiki dengan memuaskan dan diterima dengan baik oleh Direksi, maka setelah jangka waktu pemeliharaan

dilampaui, pekerjaan sekali lagi diserahkan oleh Penyedia barang/jasa. Hal ini akan dinyatakan secara tertulis dalam bentuk suatu Berita Acara Penyerahan Kedua.

Bila Penyedia barang/jasa dalam masa tersebut atas teguran / pemberitahuan Direksi tidak melaksanakan perbaikan/ pemeliharaan, maka Direksi berhak untuk memutuskan/memotong jaminan pemeliharaan atau menyuruh pihak ketigauntuk melakukan pekerjaan itu atas tanggungan Penyedia barang/jasa(piuh kedua).

## **LINTASAN DENGAN SALURAN / KANAL**

### **1. Umum**

Lintasan dengan saluran/kanal harus dilaksanakan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi dan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar

### **2. Lingkup Pekerjaan**

Kontraktor harus menyediakan semua tenaga kerja, material, peralatan-peralatan dan perlengkapan yang diperlukan dan pekerjaan-pekerjaan bantu lainnya yang diperlukan.

Kontraktor harus mengukur untuk mengecek semua pekerjaan lintasan dengan saluran/kanal sebagaimana ditunjukkan dalam gambar termasuk pekerjaan pengukuran dan pengumpulan informasi terakhir yang berkaitan dengan pekerjaan tersebut.

Kontraktor harus mendapatkan ijin dan pemerintah dan pejabat pemerintah yang berwenang dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut dengan bantuan Pengawas / Direksi.

Pekerjaan harus dilaksanakan sampai batas-batas yang ditunjuk dalam gambar dan termasuk hal-hal berikut ini, tetapi tidak terbatas pada:

Pekerjaan sheet excavation yang melintas saluran/kanal sampai pada batas-batas

yang ditunjukkan dalam gambar termasuk pemancangan lempengan baja, pemasangan brancing dan penggalian-penggalian yang diperlukan untuk pengeringan.

Pekerjaan pemasangan pipa termasuk menurunkan, memotong dan menyambung. Pembuatan plat beton pelindung termasuk pondasi, cetakan, bekisting, tulangan dan pengecoran beton sampai batas batas yang ditunjukkan dalam gambar.

Pekerjaan sementara lainnya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan. Kontaktor harus menjaga kelancaran air dalam saluran/kanal selama pekerjaan berlangsung yang berdasarkan pada persetujuan dari Pengawas / Direksi atau pejabat lain yang berwenang dalam kaitan dengan pekerjaan tersebut.

## **PEKERJAAN PIPE BORING**

### **A. PEKERJAAN BORING JACKING**

#### **1. Umum**

Yang termasuk dalam lingkup pekerjaan pipe jacking dimana memerlukan driving sleeve/casing yang terbuat daripada baja/ pipa beton bertulang atau material lain yang disetujui Pengawas / Direksi yang diikuti dengan pemasukan pipa.

Kontraktor memasang sleeve/cassing,

pipa baja/beton, peralatan dan perlengkapan, tenaga kerja serta bantuan lainnya yang diperlukan dalam melaksanakan pekerjaan ini sebagaimana yang dinyatakan dalam spesifikasi.

Sebelum pekerjaan ini dilaksanakan, Kontraktor harus mengadakan penelitian mengenai struktur bawah tanah dan sumur-sumur yang ada yang terletak di atau sekitar tempat pekerjaan yang akan dilaksanakan, agar kerusakan terhadap fasilitas tersebut dapat dihindari. Sebelum, selama atau sesudah pekerjaan berlangsung Kontraktor harus mengadakan pengukuran dan mencatat ketinggian

permukaan tanah, jalan dan kedalaman muka air sumur, bila ada dan harus melaksanakan pengukuran ulang secukupnya terhadap permukaanpermukaan yang turun. Apabila penurunan permukaan tanah yang turun telah diukur, Kontraktor harus menghentikan pekerjaan pemancangan, dan secepatnya memberitahukan Pengawas / Direksi.

Semua kerusakan terhadap jalan, struktur bawah tanah, fasilitas-fasilitaS dan lainnya yang disebabkan karena pekerjaan pipe jacking tersebut, Kontraktor harus memperbaiki atau memperbaahrui atas biaya Kontraktor sampai penyebab kerusakan ditentukan oleh Kontraktor.

Kontraktor harus melaksanakan pekerjaan pipe driving ini secara teliti dan akurat sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi ini. Kontraktor harus meneliti semua ukuran yang ditunjukkan dalam gambar dengan pengukuran dilapangan atas biaya sendiri.

## **2. Gambar Kerja, Perhitungan-perhitungan dan Data lainnya.**

Berdasarkan hasil pengukuran dan penyelidikan, Kontraktor harus mempersiapkan perhitungan biaya pipe jacking untuk suatu lokasi tertentu dan dikirim ke Pemilik Proyek. Kemudian Kontraktor menyiapkan gambar kerja yang diperlukan, perhitungan-perhitungan dan data lainnya untuk driving work termasuk estimasi driving force dan persyaratan lainnya sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar atau disyaratkan dalam spesifikasi ini,

Informasi harus mencakup:

- a. Jadwal pelaksanaan yang menunjukkan urut-urutan pekerjaan dan waktu pelaksanaan yang diperlukan oleh masingmasing kegiatan pekerjaan.
- b. Suatu daftar yang menunjukkan sumber daya, kapasitasnya, mesin-mesin peralatan-peralatan dan perlengkapan-perlengkapan, material dan tenaga kerja yang diperlukan oleh Kontraktor untuk pelaksanaan pekerjaan tersebut. Semua gambar-gambar kerja, perhitungan-perhitungan dan data-data yang berkaitan tersebut di atas harus dimintakan persetujuan kepada Project Manager terlebih dahulu sebelum pekerjaan dimulai.

### **3. Kedalaman Sleeve / Cassing**

Kedalaman bagian atas driven sleeve yang dipancang tidak boleh kurang dari 1,50 meter di bawah permukaan jalan atau 2,00 meter di bawah permukaan badan jalan kereta api atau sesuai dengan persyaratan yang dinyatakan oleh pemilik jalan atau Perusahaan Kereta Api dan disetujui Pengawas / Direksi.

### **4. Ruang Kerja**

Kontraktor harus menyiapkan ruang kerja yang cukup untuk tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaan yang meliputi penurunan sleeve dan pipa, pemasangan dan penyambungan pipa seefisien serta seaman mungkin. Prioritas harus diberikan pada perlengkapan pengamanan dan perlindungan terhadap personil dan tanah milik. Pengendalian lalu lintas harus dilaksanakan secara efektif dan hati-hati.

Pada setiap lokasi pipe jacking harus dilengkapi dengan pompa, supaya lokasi kerja tetap kering. Setiap ruang untuk pemancangan harus disiapkan sesuai dengan peralatan yang diperlukan untuk menurunkan pipa dan peralatan pemancangan dan juga untuk membuang galian tanah.

#### **Sheeting dan bracing**

Bila diperlukan atau atas perintah Pengawas / Direksi, sebelum penggalian di ruang driving, sheet pile harus dipancang sepanjang jalur galian sebagaimana ditunjukkan dalam gambar dan sebagaimana disyaratkan disini. Ukuran dan dimensi dan bracing harus direncanakan sedemikian sehingga mampu mendukung driven sheet pile.

Bracing baja harus dipasang dengan hati-hati dengan menggunakan las atau baut dan setelah lempeng baja dipancang, bracing tersebut harus diikatkan satu sama lain dengan kuat sebagaimana yang ditunjukkan oleh Pengawas / Direksi.

### **Pondasi dan Beton Penyangga**

Dasar dari ruang setelah penggalian harus diratakan dan diisi dengan kerikil (crushed stone) setebal 0,150 m. Kemudian lantai beton setebal 0,150 m harus dikerjakan diatas lapisan kerikil dan saluran pengering selebar 0,200 m dengan pipa penghubung, dengan dimensi sebagaimana ditunjukkan dalam gambar harus dipersiapkan oleh Kontraktor.

Beton penyangga diperlukan untuk menahan terhadap daya yang diperlukan untuk memancang jack harus ditempatkan pada posisi sebagaimana ditunjukkan dalam gambar atau atas petunjuk Pengawas / Direksi.

Sebelum penempatan beton penyangga, Kontraktor harus menghitung tulangan yang diperlukan untuk beton tersebut dan perhitungan perhitungan tersebut susunan penulangan harus diserahkan kepada Pengawas / Direksiuntuk persetujuannya.

### **5. Sumuran Akhir dari Pipe Driving**

Kontraktor harus membuat sumuran akhir receiving pada elevasi dan lokasi yang tepat untuk penerimaan pipa.

Konstruksi dari sumuran akhir harus dijadwal sehingga sudah selesai pada waktu pelaksanaan pekerjaan.

### **6. Pemasangan Pipa Utama**

Kontraktor harus melaksanakan pemasangan ptpa utama sesuai dengan petunjuk pabrik serta ketentuan-ketentuan berikut ini:

#### ***a. Persiapan***

Setelah meletakkan sleeve / casing pada posisi dan elevasi yang dikehendaki, sebagian dari sleeve pile yang terletak di muka dinding di ruang pemancangan harus dibakar atau dipotong agar sleeve dapat melewati lubang. Lubang tersebut harus 0,200 cm lebih besar dari diameter luar sleeve. Pemasangan sheet pile harus dikerjakan dengan rapi.

Setelah pemancangan sleeve pertama, ruang antara sleeve dan sheet pile harus diisi dengan pasir dalam karung atau bahan-bahan yang sejenis yang disetujui

oleh Pengawas / Direksiuntuk mencegah masuknya tanah ke dalam lubang pemancangan.

***b. Pemasangan***

Kecuali atas petunjuk Pengawas / Direksi, pemasangan sleeve/casing harus dikerjakan terus menerus sampai seluruhnya selesai untuk menghindari bertambahnya daya gesek antara sleeve dan tanah.

Kontraktor harus berhati-hati bila 2 jack dioperasikan pada waktu yang bersamaan.

***c. Pembersihan tanah dalam sleeve/casing***

Tanah yang berada dalam sleeve sekitar 1 meter dari ujung depan harus dibersihkan.

***d. Pekerjaan pengukuran (Survey)***

Selama pekerjaan driving berlangsung, Kontraktor harus melaksanakan pengukuran sifat datar dan arah untuk menjamin berada pada lokasi yang tepat.

***e. Pemasangan pipa***

Setelah sleeve terpasang dengan benar pipa harus dimasukkan ke dalam sleeve dengan menggunakan peralatan yang tepat yang telah disetujui Pengawas / Direksi.

Pekerjaan penyambungan harus dikerjakan sesuai dengan instruksi dari pabrik pembuat atau sesuai dengan petunjuk Pengawas / Direksi.

**7. Pembuatan Sumuran Inspeksi**

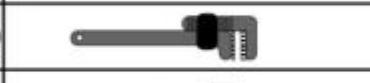
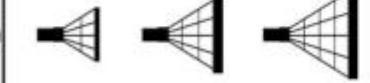
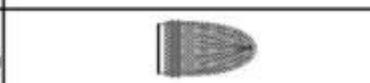
Setelah pekerjaan driving sleeve dan pemasangan pipa telah selesai seluruhnya dan telah disetujui Pengawas / Direksi, maka dibuat sumuran inspeksi pada lokasi lubang pemancangan dan juga sumuran akhir.

## B. PEKERJAAN BORING MANUAL

- *Persiapan*

Setelah pembuatan driving pit dan receiving, dilakukan pengeboran horizontal dengan peralatan sebagai berikut :

**PERALATAN GALIAN BORRING MANUAL**

NO	GAMBAR	NAMA & FUNGSI
1		<b>PIPA GIP ND 1"</b> Berfungsi untuk pengendali arah dan panjang pipa yang akan dipasang. Banyaknya pipa GIP ini antara 10 s/d 15 batang dan panjang antara 1,50 m' s/d 2,00 m'
2		<b>BALOK PENYEIMBANG (BALOK 8/12)</b> Berfungsi untuk pengendali arah dan sloop yang kita kehendaki
3		<b>BALOK PENDORONG / PENARIK (BALOK 8/12)</b> Berfungsi untuk pendorong dan penarik pipa GIP ND 1"
4		<b>KUNCI PIPA</b> Berfungsi untuk pengunci pipa GIP ND 1" agar bisa didorong atau ditarik BALOK PENDORONG / PENARIK
5		<b>MATA BOR PEMBUKA (REDUCER 1" X 2")</b> Mata bor ini tidak boleh terlalu dalam dan mempunyai permukaan bulat, berfungsi untuk membuat lubang awal dan sekaligus sebagai pendekripsi utilitas bawah tanah.
6		<b>MATA BOR JARING LABA-LABA</b> Berfungsi untuk memperbesar lubang galian boring manual secara berkala mulai dari diameter mata bor ; 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, sampai 600 mm ( 12 Mata Bor ) <i>Boring Manual maksimal berdiameter 600 mm untuk pipe diameter 500</i>
7		<b>KEPALA PENUNTUN / PELINDUNG PIPA HDPE</b> Berfungsi untuk menuntun atau melindungi Pipa HDPE agar tidak tersandung dan tidak kemasukan kotoran pada saat pipa HDPE dimasukan ke lubang galian BORING MANUAL

- *Pengeboran manual*

Kontraktor harus mempersiapkan gambar kerja, dibawah pengawasan dan atas petunjuk Pengawas / Direksidan berikut persetujuan dari instansi yang berwenang. Kedalaman minimum antara bagian atas pipe driving dan permukaan badan jalan sesuai ijin yang dikeluarkan oleh pihak berwenang atau tidak boleh kurang dari 1,10 meter.

Pekerjaan -pekerjaan yang harus dilaksanakan pada pengeboran awal menggunakan bor pembukaan GIP 1" menggunakan pendorong kearah lubang penerima (receiving) Pembuatan lubang pengeboran dilakukan secara bertahap sampai dengan kebutuhan dengan lubang pengeboran 1,5 kali diameter pipa yang akan dipasang.

## **RELOKASI UTILITAS-UTILITAS LAIN**

### **1. Umum**

Kontraktor dapat menunjuk Sub-Kontraktor khusus untuk melaksanakan pekerjaan relokasi dan utilitas lainnya (seperti kabel listrik, kabel telepon dan pipa gas).

### **2. Penghindaran Utilitas-Utilitas Lain**

- (a) Apabila dalam pelaksanaannya, pekerjaan Kontraktor terhalang oleh utilitas-utilitas lain sehingga tidak bisa melanjutkan pekerjaan sesuai dengan gambar, maka Kontraktor bersangkutan harus berusaha untuk menghindarinya dengan cara melaksanakan pekerjaan pemasangan pipa di atas atau di bawah atau dengan cara melingkar.
- (b) Kontraktor harus membuat sketsa dan gambar-gambar perubahan untuk kemudian diserahkan kepada Pengawas / Direksi untuk mendapat persetujuan.
- (c) Setelah pekerjaan selesai dilaksanakan Kontraktor harus mempersiapkan gambar terbangun (as-built drawing), yang menunjukkan posisi pipa air yang ada dan utilitas-utilitas lainnya.

### **3. Relokasi Utilitas-Utilitas Lain oleh Sub-Kontraktor**

- (a) Apabila Pemilik Proyek berpendapat bahwa biaya pemindahan utilitas-utilitas tersebut lebih murah, maka pihak Kontraktor segera minta kepada pihak sub-Kontraktor yang ditunjuk untuk menangani pekerjaan tersebut dengan membuat perkiraan biaya pelaksanaan pekerjaan, kemudian diserahkan kepada Pengawas / Direksi.
- (b) Setelah menerima Surat Persetujuan (Notice to Proceed) dari Pemilik Proyek, Kontraktor bersangkutan memerintahkan kepada sub-Kontraktor untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi umum yang telah disetujui antara Pemilik Proyek (PENGAWAS / DIREKSI) dan pemilik utilitas tersebut.

#### **4. Penghindaran Perubahan Jadwal Keseluruhan**

Apabila suatu pekerjaan konstruksi perlu dihentikan untuk memungkinkan pemindahan lokasi utilitas-utilitas lain, maka pihak Kontraktor harus merelokasikan pekerjaannya ke bagian lain sehingga mengurangi keterlambatan keseluruhan jadwal pekerjaan.

### **PEKERJAAN KONSTRUKSI JEMBATAN PIPA**

#### **1. Umum**

Kontraktor harus menyediakan semua tenaga kerja, material, peralatan-peralatan dan perlengkapan yang berhubungan dengan pekerjaan konstruksi jembatan pipa sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar atau dipersyaratkan dalam spesifikasi 101.

Batas pekerjaan konstruksi jembatan pipa sebagaimana ditunjukkan dalam gambar. Penyambungan pipa pada jembatan pipa ke jalur pipa utama harus dilaksanakan setelah pekerjaan jembatan pipa telah selesai seluruhnya dan telah mendapat persetujuan Pengawas / Direksi. Kontraktor harus melaksanakan pekerjaan konstruksi jembatan pipa dengan ketelitian yang tinggi sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang dinyatakan dalam spesifikasi ini.

Kontraktor harus melaksanakan pekerjaan pengukuran untuk memeriksa konstruksi jembatan pipa sebagaimana ditunjukkan dalam gambar atas biaya Kontraktor.

Kontraktor harus mendapatkan ijin dan pejabat yang berwenang dalam hubungannya dengan pekerjaan konstruksi jembatan pipa dengan bantuan Pengawas / Direksi.

#### **2. Gambar Kerja dan Jadwal Pelaksanaan**

Berdasarkan hasil penelitian pada lokasi kerja dan data geologi, Kontraktor

harus mempersiapkan jadwal kerja dan gambar kerja dari pekerjaan konstruksi jembatan pipa. Gambar-gambar tersebut harus menunjukkan semua ukuran, detail pipa, pilar penyangga, pekerjaan-pekerjaan sementara termasuk sheeting, perancah dan lain-lain, perbaikan kembali atau pemasangan baru pelindung talud untuk sungai atau kanal bilamana diperlukan. Kontraktor harus menyerahkan perhitungan-perhitungan yang diperlukan dan harus diserahkan kepada Pengawas / Direksiuntuk persetujuannya sebelum pekerjaan konstruksi dimulai.

### **3. Perancah**

Kontraktor harus menyiapkan perancah secukupnya pada lintasan dengan sungai atau kanal dengan lebar yang seperlunya, yang akan digunakan untuk keperluan pemasangan pipa, penyambungan, pengelasan dan pengecatan pada pipa dan untuk memasang pilar-pilar agar pelaksanaan pekerjaan dapat dilaksanakan dengan seefisien serta seaman mungkin.

Kontraktor diharapkan untuk melaksanakan dengan cermat dalam merencanakan dan memasang perancah pada tempat dimana jembatan pipa akan dipasang.

### **4. Konstruksi Pilar**

Pilar-pilar tersebut harus terdiri dari sepasang tiang pancang dan *pile cap*. Dalam kaitan dengan tiang pancang yang dipancang di sungai atau kanal, Kontraktor harus memilih cara-cara yang tepat serta peralatan yang memadai untuk memperoleh posisi dan ketinggian sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar.

Setelah seluruh pekerjaan selesai, semua bahan yang dipergunakan untuk pekerjaan konstruksi seperti halnya perancah, peralatan pekerjaan sementara dan lain-lain harus dipindahkan seluruhnya untuk menjaga agar aliran sungai atau kanal tidak terganggu.

### **Pondasi Tiang Pancang**

Kontraktor harus menyiapkan semua tiang pancang dan memasang pada tempat yang tepat sesuai ditunjukkan dalam gambar menurut persyaratan yang ditetapkan untuk pemasangan tiang pancang dalam spesifikasi ini. Semua tiang pancang tidak boleh dipancang sebelum diperiksa dan telah mendapat persetujuan Pengawas / Direksi.

### **Pekerjaan Beton**

Setelah lantai kerja dipersiapkan dan setelah diperiksa dan disetujui oleh Pengawas / Direksi, Kontraktor harus menyelesaikan semua pekerjaan beton sebagaimana ditunjukkan dalam gambar dan sesuai persyaratan yang ditetapkan dalam "Pekerjaan Beton". Kelas beton yang dipergunakan harus sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar.

### **5. Perpipaan**

Kontraktor harus memasang dan menyambung semua pipa, fitting, dan coupling pada jalur dan elevasi yang benar sebagaimana ditunjukkan dalam gambar.

### **Cincin Pendukung**

Cincin pendukung harus dibuat dari besi baja yang sesuai dengan SNI 07-1335-1989 "Baja Tahan Karat" atau standar lainnya yang sama atau lebih baik dan harus difabrikasi sebagaimana ditunjukkan dalam gambar. Mur dan baut harus dan baja yang sesuai dengan SK SNI S-05-1989-F Pasal 23 "Baut Baja, Si fat Mekanis".

## PEKERJAAN TIANG PANCANG

### 1. Umum

- a. Tiang pancang beton bertulang pra-cetak harus digunakan untuk pondasi jembatan pipa.
- b. Panjang tiang pancang seperti ditunjukkan dalam gambar merupakan panjang perkiraan yang diharapkan dapat memberikan daya dukung yang cukup. Apabila temyata panjang tersebut masih kurang, Kontraktor harus memperpanjang atau memperbesar daya dukung dengan cara lain yang disetujui Pengawas / Direksi.
- c. Apabila tidak ada informasi dalam gambar tentang kedalaman pemancangan yang diperlukan, Kontraktor harus mengadakan soil test termasuk cone penetration test dan boring serta bertanggungjawab menentukan kedalaman yang diperlukan, sehingga tiang pancang mampu memberikan daya dukung yang diperlukan.
- d. Untuk memperhitungkan kemungkinan terjadinya penurunan jembatan, Kontraktor harus mengadakan uji beban (loading test).
- e. Sebelum pekerjaan dilakukan Kontraktor harus membuat gambar kerja untuk diserahkan dan mendapatkan persetujuan Pengawas / Direksi.
- f. Semua pekerjaan, sebelum dan sesudahnya, harus mendapat persetujuan Pengawas/Direksi.

### 2. Tiang Pancang Beton Pra-cetak

#### 2.1 Pembuatan di Tempat

- a. Beton yang digunakan untuk pembuatan tiang pancang, adalah dari klasifikasi K 500. Panjang, bentuk dan pemberian harus sesuai dengan yang tercantum pada gambar dan disetujui Pengawas / Direksi.
- b. Pekerjaan tiang pancang beton harus dikerjakan sesuai dengan spesifikasi tentang pekerjaan beton, kecuali apabila ditentukan lain dalam spesifikasi ini

atau oleh Pengawas / Direksi.

- c. Tempat dimana pemasangan akan dilaksanakan, Kontraktor harus memasang lantai kerja dari beton tumbuk (lean concrete), K 125 atau dengan adukan 1 pc: 3 ps : 5 Tcr. Tebal lantai kerja tidak boleh kurang dari 0,05 m. Permukaan lantai kerja harus dihaluskan dan rata. Ukuran lantai kerja tergantung ukuran dari panjang tiang pancang.
- d. Cetakan terbuat dari plat baja atau polywood dipasang di atas lantai kerja. Cetakan harus lurus, kuat dan kaku. Bagian dalam cetakan harus dilapis plastik.
- e. Pembesian yang dikerjakan dan distel (diseting) di luar cetakan, harus dipasang di dalam cetakan.
- f. Pengecoran beton harus dilakukan terus menerus sampai tiang pancang tersebut benar-benar selesai. Segera setelah selesai pengecoran, permukaan beton bagian atas harus dibuat rata dan halus.
- g. Setelah 72 jam, cetakan samping boleh dilepas/ dibongkar.

## 2.2 Perawatan

- a. Segera setelah tiang pancang selesai dicor, permukaannya harus dijaga agar tetap basah, supaya tidak terjadi pengeringan yang mendadak yang dapat membuat beton menjadi retak.
- b. Cara yang biasa digunakan untuk itu adalah menggenangi permukaan beton dengan air setinggi 0,05 m atau ditutupi dengan goni yang selalu disiram dengan air.
- c. Sebelum cukup umur untuk dipancang (14 hari), tiang pancang tidak boleh dipindahkan.

## 2.3 Pengambilan Contoh (Benda Uji)

- a. Dari setiap *concrete batch* harus dibuat 6 (enam) contoh test, 3 untuk diuji setelah berumur 14 hari dan 3 lainnya setelah berumur 28 hari. Ke-enam contoh test tersebut akan dikelompokkan sebagai satu kelompok contoh.

- b. Untuk pengecoran beton dengan volume lebih besar dari  $60 \text{ m}^3$ , contoh test akan dibuat pada setiap pengecoran  $3-5 \text{ m}^3$ .
- c. Untuk volume beton kurang dari  $60 \text{ m}^3$ , pada setiap internal pengecoran (pada jumlah yang sama) dibuat sepasang contoh test, sampai seluruhnya dapat terkumpul 20 pasang contoh test.
- d. Pada setiap pengambilan contoh harus dilakukan percobaan *slump*.

#### **2.4 Tiang Pancang Buatan Pabrik**

Apabila disetujui oleh Pengawas / Direksi, Kontraktor diijinkan menggunakan tiang pancang buatan pabrik. Ketentuan dan persyaratan yang diuraikan dalam bab ini tetap berlaku dan merupakan ketentuan dan persyaratan minimum untuk tiang pancang buatan pabrik. Kontraktor harus menyampaikan spesifikasi dan semua data teknis lain berupa brosur dan leaflet yang dikeluarkan oleh pabrik tsb.

Pengawas / Direksi sebelum memberikan persetujuannya akan meninjau pabrik tsb untuk memperoleh kepastian bahwa semua ketentuan dan persyaratan telah dipenuhi dan juga untuk mengumpulkan lebih banyak lagi data teknis.

#### **3. Sambungan Tiang Pancang**

- a. Apabila dianggap penting untuk melaksanakan penyambungan, sambungan tersebut harus mempunyai beban aksial, lateral, dan momen yang diperhitungkan berkerja padanya.
- b. Gambar-gambar dan perhitungan struktur harus dibuat oleh dan atas biaya Kontraktor dan untuk disetujui oleh Pengawas / Direksi.
- c. Sambungan dapat dilakukan selama 3 kali selama konstruksi,
  1. Dimana tiang pancang belum dibuat
  2. Dimana tiang pancang sudah dibuat tapi belum dipancang
  3. Dimana tiang pancang sudah dibuat dan sudah dipancang.

- d. Pada kasus ke-1, tiang pancang dapat direncanakan untuk diperpanjang tanpa menggunakan sambungan. Penyambungan dilakukan hanya dengan penambahan tulangan. Cetakan beton dimodifikasi sesuai dengan keperluan.
- c. Pada kasus ke-2, sambungan dibuat dengan menggunakan *concrete sleeve*. Penyambungan dilakukan pada saat pemancangan dengan pengelasan.
- f. Pada kasus ke-3, sambungan dibuat dengan memasang concrete sleeve pada ujung atas tiang pancang yang sudah dipancang, Upper cap pada tiang pancang ditambahkan pada tahap ke dua.
- g. Biaya-biaya tambahan yang timbul akibat sambungan-sambungan tersebut dibebankan atas biaya Kontraktor.

## 4. Pemancangan

### 4.1 Gambar Kerja

Sebelum pekerjaan pemancangan dimulai, Kontraktor harus menyiapkan dan menyerahkan rencana kerja dan gambar kerja mengenai pekerjaan pemancangan, tercakup di dalamnya adalah:

- Panjang tiang pancang, termasuk sambungannya bila diperlukan. Pemotongan tiang pancang.
- Detail ujung tiang pancang dan pile head
- Penulangan.
- Cara pengangkatan dan pengangkutan.
- Perhitungan-perhitungan yang diperlukan (struktur, efisiensi dan sebagainya).
- Jadwal dan urutan pemancangan.

Kontraktor hanya diijinkan memulai pembuatan tiang pancang setelah rencana kerja dan gambar kerja diserahkan dan disetujui oleh Pengawas / Direksi.

### 4.2 Peralatan Pemancangan

Sebelumnya, Kontraktor harus menyerahkan data spesifikasi teknis yang

mengenai peralatan pemancangan. Data dan spesifikasi tersebut harus mampu memberikan informasi tentang kesesuaian dengan tiang pancang yang akan diperlukan, efisiensi dan tenaga pemancangan untuk persetujuan Pengawas / Direksi.

Pada setiap posisi selama pemancangan berlangsung, peralatan pemancangan harus cukup kuat memikul beban kerja termasuk berat sendiri. Peralatan pemancangan harus dilengkapi dengan rel dan pemikul (bearing) lainnya untuk menjaga posisi dan arah tiang pancang supaya tidak berubah dan untuk mencegah patahnya (buckling) tiang pancang.

Pemukul baja harus berbentuk sedemikian rupa sehingga titik beratnya, baik dalam posisi berhenti atau bekerja, tetap berada didasar sumuran (rig). Sumbu pemukul dan sumbu tiang pancang harus pada satu garis lurus hingga pemancangan tidak akan berubah posisi dan arah tiang pancang. Pemukul harus lebih berat dari tiang pancang atau 10 (sepuluh) kali lebih berat dari tiang pancang per-meter.

Peralatan pemancangan yang akan digunakan adalah tipe mekanis bertenaga uap, udara atau diesel, dilengkapi dengan ram dan alat pengukur tekanan, atau dari tipe pemukul gravitasi. Untuk tipe mekanis energi yang dihasilkan selama pemancangan berlangsung harus dievaluasi.

Peralatan harus memiliki pukulan tidak kurang dari 30 pukulan per menit dengan energi konstan. Sumber tenaga pemukul harus dapat dioperasikan tidak kurang dari 80 % kapasitas rata-rata dari spesifikasi pabrik.

Peralatan perlengkapan standar seperti yang dipersyaratkan oleh pabrik harus dapat dioperasikan secara normal.

Pemukul gravitasi yang akan digunakan harus memiliki pemukul yang beratnya lebih besar dari tiang pancang dan topinya (cap), dan tidak kurang dari 1,360 kg. Tinggi jatuh harus bisa diatur supaya konstan, dan untuk tiang pancang beton tidak boleh lebih dari 2,40 m.

*"Pile head" yang digunakan selama pemancangan harus terbuat dari baja atau besi tuang yang tahan pukul. Kepala pemukul harus vertikal terhadap "hat axis".*

"Head axis" harus pada satu garis lurus dengan sumbu tiang pancang dan sumbu pemukul, sehingga tekanan pemukulan akan terbagi rata pada "pile head" dan tiang pancang. Ukuran dalam "head" harus mempunyai toleransi terhadap "pile head", dan antara ujung tiang pancang dan "pile head" harus dipasang bantalan kayu untuk menghindari terjadinya kerusakan pada tiang pancang.

Untuk tiang pancang beton tebal bantalan tidak boleh kurang dari 0,10 m dan terbuat dari material yang tidak mengalami perubahan pada waktu pemancangan tunggal dilaksanakan. Bantalan harus selalu diganti dari waktu ke waktu, apabila kondisinya sudah mulai rusak.

#### 4.3 Cara Pemancangan

Pemancangan hanya boleh dimulai setelah semua pekerjaan persiapan yang diperlukan selesai dilakukan. Pekerjaan persiapan mencakup :

- Permukaan tanah tempat pemancangan akan dilangsungkan harus dalam kondisi padat dan pada elevasi yang sesuai dengan gambar atau yang diarahkan oleh Pengawas / Direksi.
- Peralatan pemancangan harus berada di tempat dan siap untuk dioperasikan.
- Tiang pancang sudah mencapai umur yang diijinkan untuk dipancang.
- Peralatan untuk mengangkut dan mengangkat tiang pancang siap dioperasikan dan berada di tempat.
- Program dan rencana kerja sudah disiapkan.
- Sudah memperoleh persetujuan dari Pengawas / Direksi.

Pemancangan harus dilaksanakan secara berurutan untuk memperkecil terjadinya perubahan struktrur tanah, karena adanya pergeseran lapisan-lapisan tanah, baik vertikal maupun horizontal.

Bila diperlukan, elevasi permukaan tanah disekitar tiang pancang dan/atau tiang pancang yang telah tertanam, harus diukur selama pelaksanaan pemancangan untuk mengetahui adanya pergeseran-pergeseran/perubahan-perubahan tersebut.

Apabila ada tiang pancang yang terangkat akibat proses pemancangan, Kontraktor harus menyampaikan usulan untuk perbaikan tersebut.

Jika digunakan peralatan pemancangan mekanis bertenaga uap, udara atau diesel, dipersyaratkan :

- Mampu memperoleh penetrasi rata-rata 3,2 mm tiap pukulan.
- mempunyai energi yang dihasilkan tidak kurang dari 950 kgm untuk setiap pukulan untuk setiap m<sup>3</sup> beton.
- harus bisa dioperasikan dengan gas penuh (wide open throttle) dengan aman untuk tipe penggerak diesel.

Selama pekerjaan pamancangan berlangsung, tiang pancang harus tetap berada di peluncumnya (leader) dengan posisi dan arah yang stabil dengan menggunakan rantai pengikat dan tetap memberikan kebebasan gerakan pemikul.

*Pencatatan penanggalan pemancangan untuk setiap titik pancang harus dibuat lengkap dengan data pendukungnya dan diserahkan kepada Project Manager untuk kepentingan evaluasi hasil pemancangan.*

#### **4.4 Penyambungan karena Kerusakan**

Apabila terjadi kerusakan tiang pancang, harus dibuat laporan lengkap dengan data pendukungnya dan diserahkan kepada Pengawas / Direksi untuk kepentingan evaluasi hasil pemancangan yang sedang berlangsung. Tiang pancang tersebut harus dicabut kembali dan diganti dengan yang baru.

Apabila diijinkan oleh Pengawas / Direksi, sambungan dapat dipakai sebagai bagian dari perbaikan.

*Beberapa alternatif lain untuk pengecoran beton di tempat:*

*Belon dibongkar mulai pada bagian yang masih baik 1 m di bawah bagian yang rusak, sampai ke ujungpaling alas. Tulangan memanjang dipotong dengan stek tersisa sepanjang tidak kurang dari 40 kali diameter tulangan terbesar. Bidang pembongkaran harus rata dan tegak lurus terhadap sumbu tiang pancang.*

*Stek tulangan harus dijaga agar tidak berkarat. Tulangan memanjang dengan*

ukuran dan jumlah yang sania dipasang bersambung dengan stek. Demikian dengan sengkang spiral (spiral beugel) yang diperlukan dipasang. Cetakan dipasang bersambung dengan sisa tiang pancang yang ada. Lubanglubang kebocoran cetakan harus ditutup.

Setelah tulangan dan cetakan terpasang, beton dengan klasifikasi yang sama dimasukan ke dalam cetakan dan dipadatkan/digetarkan hingga pori-pori udara di dalamnya hilang. Selesai pengecoran, bagian alas tiang pancang ditutup dengan lapisan semen cair (grouting) atau bahan pengikat lainnya yang disetujui Project Manager dan selalu dibasahi dengan air. Perawatan beton selanjutnya harus mengikuti spesifikasi pekerjaan beton.

Biaya penyambungan atau penggantian tiang pancang dibebankan atas biaya Kontraktor.

## 5. Toleransi Posisi Pemancangan

Tiang pancang harus ditanam pada posisi dan arah seperti ditunjukkan dalam gambar, atau atas petunjuk/persetujuan Pengawas / Direksi.

Penyimpangan posisi dan arah pemancangan hanya diijinkan dengan toleransi sebagai berikut:

- Penyimpangan posisi tidak lebih dari 50 mm untuk setiap 5 meter tiang pancang dan mulai dari garis pusat, dengan total penyimpangan tidak lebih dari 100 mm.
- Penyimpangan arah tidak boleh lebih dari 3 derajat dari posisi yang benar seperti ditunjukkan dalam gambar-gambar.

Tiang pancang yang posisi dan arahnya menyimpang lebih dari ketentuan tersebut diatas harus dicabut atau dipancang kembali atau diperbaiki dan seluruh biaya tambahan yang timbul harus dibebankan kepada Kontraktor.

## 6. Pemotongan Tiang Pancang

Setelah pemotongan, elevasi kepala tiang pancang tidak boleh 0,075 m lebih rendah dari elevasi yang ditunjukkan dalam gambar. Pile head harus masuk

sedalam 0,10 m ke dalam pile cap.

Panjang tulangan tiang pancang masuk ke dalam pile cap tidak boleh kurang dari 40 kali diameter tulangan yang terbesar.

Apabila karena persyaratan daya dukung yang diperlukan mengharuskan pemancangan dilakukan melebihi toleransi 0,075 m tetapi kurang dari 0,10 m dari elevasi yang ditunjukkan dalam gambar, maka perpanjangan tiang pancang tidak diperlukan. Dalam hal ini "pile cap" dipertebal hingga mencapai elevasi yang diperlukan.

## 7. Tiang Pancang yang Cacat/Rusak

*Tiang pancang yang cacat/rusak karena kesalahan pembuatan atau pengangkatan/pengangkutan tidak diijinkan untuk digunakan. Kerugian yang timbul karenanya menjadi beban dan tangeung jawab Kontraktor.*

*Tiang pancang dinyatakan rusak apabila ada kecenderungan untuk retak atau patah akibat kesulahan perawatan atau karena pengangkutan/pengangkata pada umur yang belum memenuhi persyaratan seperti dipersyaratkan dalam spesifikasi pekerjaan beton atau atas ketentuan Pengawas / Direksi.*

## 8. Penentuan Daya Dukung Tiang Pancang

Pada saat pekerjaan pemancangan berlanesune, pananeealan dicatat yang V mencakup v besanya penetrasi tiap pukulan.

Besanya penetrasi maksimum yang diijinkan dihitung berdasarkan rumus-rumus pemancangan yang biasa digunakan di Indonesia.

*Apabila penetrasi tiap pukulanya yang dipersyaratkan lebih kecil dari penetrasi maksimum yang diijinkan, pekerjaan pemancangan dihentikan, dan dilanjutkan untuk tiang pancang pada titik berikutnya. Ada beberapa rumus pemancangan yang biasa digunakan di Indonesia.*

**a. Rumus Hiley :**

$$n R = \frac{E}{S + K} \times \frac{W}{W + P}$$

atau

$$n R = \frac{2 WH}{S + K} \times \frac{W}{W + P}$$

R = Daya dukung tiang pancang yang diijinkan (ton)

n = Faktor keamanan (3 atau 4)

E = Energi alat pemancangan ton - cm) W = Berat pemukul/ram (ton)

H = Tinggi jatuh ram (cm)

P = Berat tiang pancang (ton)

S = Penetrasi pada pukulan terakhir (cm)

K = Perpendekan elastis total dari topi, tiang, dan tanah (cm)

**b. Rumus untuk drop hammer dari single acting hammer :**

$$R = \frac{1}{5} \times \frac{WH}{S + 0,1}$$

**c. Rumus untuk double acting hammer :**

$$R = \frac{E}{5S + 0,1}$$

**d. Rumus Belanda :**

$$n R = \frac{W H}{S (W + P)}$$

$$n = 5 - 8$$

**e. Dan lain-lain apabila disetujui oleh Project Manager.**

*Dari rumus-rumus di atas diambil penetrasi yang terkecil.*

**9. Pencatatan**

Kontraktor harus menyerahkan hasil pencatatan untuk setiap tiang pancang yang ditanam di tempatnya.

Pencatatan tersebut harus mencakup :

- Nomor (code) tiang pancang, termasuk semua karakteristik fisiknya yang terdiri dari dimensi, klasifikasi beton dsb.
- Kedalaman pemancangan.
- Jumlah pukulan pada penetrasi yang diijinkan. Permukaan dari tanah.

**10. Tiang Pancang Percobaan (Test Pile)**

Sebelum pekerjaan pemancangan dimulai, dilakukan pemancangan pengujian pada titik pancang sesuai dengan gambar yang ditunjuk oleh Pengawas / Direksi.

Percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara berat *ram*, tinggi jatuh dan energi yang dihasilkan untuk memperoleh efisiensi maksimum dalam mencapai daya dukung yang diperlukan.

Pengujian pemancangan dilakukan untuk setiap kelompok dengan dimensi dan

daya dukung yang sama.

## 11. PercobaanPembebanan(Loading Test)

Percobaan pembebanan harus meliputi penyediaan, pengadaan dan pengangkutan semua tenaga, material dan peralatan dan perlengkapan yang diperlukan.

Project Manager akan memilih tiang pancang yang akan diuji. Paling kurang satu untuk setiap kelompok dengan karakteristik yang sama atau tidak kurang dari 1% dari semua jumlah tiang pancang yang ada.

Waktu dimulainya percobaan tidak boleh kurang dari 2 (dua) minggu setelah tiang pancang selesai dipancang.

Beban harus dihitung sedemikian sehingga mampu memikul dengan aman selama percobaan berlangsung.

Beban yang harus dibebankan kepada tiang pancang langsung ke *pile head* oleh *jacking*, melalui *platform* pendukung yang dibuat untuk itu. Sebelum percobaan ini dimulai, Kontraktor harus menyampaikan kepada Pengawas / Direksi untuk memperoleh persetujuannya, usulan rencana kerja yang mencakup penyusunan pembebanan dan lokasi *platform* dan rincian pengujian selanjutnya.

Kontraktor harus menjamin bahwa beban yang diterima oleh *jacking* mempunyai pusat gravitasi diatas sumbu tiang pancang.

### 11.1 Cara Pembebanan

Tiang pancang akan di uji dalam 2 (dua) babak.

- 1) Dengan beban sampai dengan beban kerja (100 %)
- 2) Dengan beban sampai dengan 150 beban kerja.

Pembebanan harus merupakan penambahan 25 % beban kerja. bertambah terus dengan tambahan masing-masing sebesar 25 % sampai mencapai beban maksimum.

Sebelum setiap penambahan beban dilakukan, beban yang ada dibiarkan berlangsung selama tidak kurang dari 1 jam atau sampai penurunan berhenti.

Pembacaan dan pencatatan penurunan harus dilakukan setiap 10 menit dan penurunan dianggap berhenti apabila dalam 10 menit penurunan yang terjadi kurang dari 0,05 mm.

Pada saat beban uji mencapai beban kerja, pada percobaan tahap pertama, beban dibiarkan berlangsung selama tidak kurang dari 6 (enam) jam atau sampai penurunan berhenti. Pembacaan dan pencatatan dilakukan setiap selang waktu 10 (sepuluh) menit dalam 1 (satu) jam pertama, kemudian dilakukan setiap setengah jam sampai selesai.

Setelah itu pembebanan dikurangi dengan beban yang sama seperti pada penambahan pembebanan. Sebelum pengurangan berikutnya dilakukan, beban yang ada dibiarkan sampai pengangkatan tiang ke atas (rebound) berhenti atau setiap selang waktu 10 (sepuluh) menit. Hal ini dilakukan terus hingga tiang pancang sama sekali bebas dari beban percobaan. Tiang pancang tanpa beban harus dibiarkan berlangsung selama tidak kurang dari 1 (satu) jam atau sampai rebound berhenti sama sekali sebelum pencatatan selesai.

Kemudian tiang pancang tersebut diuji dengan pembebanan tahap kedua, dengan beban uji maksimum 150 beban kerja. Cara-caranya sama seperti pada tahap pertama, namun pada saat pengurangan pembebanan sampai pada tahap tanpa beban, pembacaan, dan pencatatan rebound berlangsung tidak kurang dari 12 (dua betas) jam, atau sampai rebound berhenti, tetapi tidak lebih dari 24 jam (dua puluh empat) jam.

Pembacaan beban yang bekerja dilakukan melalui alat pengukur tekanan (pressure gauge) yang ada pada setiap sistem hydraulic jack atau dengan cara lain yang di setujui oleh Pengawas / Direksi.

Penurunan tiang pancang diukur pada 3 (tiga) titik yang sating tidak mempengaruhi satu sama lain dan tidak dipengaruhi oleh adanya penurunan tiang pancang melalui alat ukur extensometer dial gauge. Ketelitian alat ukur ini harus diuji terhadap alat ukur standar - yang harus disediakan oleh Kontraktor.

Selama pengujian berlangsung atau apabila diminta Pengawas / Direksi, Kontraktor dalam selang waktu periodik harus mengukur elevasi titik-titik tertentu pada tiang pancang percobaan dan platform.

Meskipun telah disetujui Pengawas / Direksi, Kontraktor harus bertanggungjawab atas keamanan dan keselamatan peralatan dan perlengkapan. Pengujian harus berlangsung siang dan malam tanpa berhenti dan Kontraktor harus selalu menyiapkan tenaga-tenaga yang diperlukan.

## 11.2 Hasil Percobaan

Dalam waktu 24 (dua puluh empat) jam setelah percobaan selesai (untuk setiap pemancangan) Kontraktor harus menyerahkan tindakan (copy) hasil percobaan berupa grafik dan catatan-catatan yang diperlukan kepada Pengawas / Direksi.

Grafik-grafik yang harus dibuat :

1. Grafik beban vs penurunan.
2. Grafik beban vs waktu.
3. Grafik penurunan vs waktu.

Setelah seluruh percobaan selesai, Kontraktor harus membuat laporan lengkap yang harus mencakup seniwa penibebeban dan pengukuran elevasi.

Test pembebeban dianggap memuaskan apabila penurunan terakhir pile head pada pembebeban 100 % dan 150 % beban kerja, tidak lebih dari 0,10 mm dan 0,20 mm untuk setiap ton pembebeban. Penurunan ini sudah termasuk adanya pemendekan elastis (elastic shortening).

Kontraktor bertanggungjawab terhadap semua pekerjaan perbaikan atas tiang pancang yang tidak memenuhi persyaratan, seperti yang dicantumkan dalam hasil percobaan, dan biaya tambahan yang diperlukan untuk itu merupakan tanggung jawab Kontraktor.

## 12. Pengukuran dan Pembayaran

Pengukuran tiang pancang diukur dalam jumlah yang dipancangkan seperti yang ditunjukkan dalam gambar-gambar.

Pemotongan, penyambungan, perbaikan dan penggantian tiang pancang yang diperlukan dan percobaan tiang pancang tidak akan dibayar terpisah.

Kontraktor harus mempersiapkan cadangan untuk pemotongan, penyambungan, perbaikan, penggantian dan pengujian pemancangan dan sudah dimasukkan kedalam harga satuan.

Pekerjaan pemancangan harus mencakup penyediaan, pengadaan untuk semua tenaga kerja, material, peralatan dan perlengkapan dan pelaksanaannya termasuk pekerjaan pengujian, percobaan dan pekerjaan lainnya seperti yang diuraikan dalam spesifikasi.

Pengujian pembebanan diukur dalam jumlah tiang pancang yang diuji. Biaya pengujian tersebut sudah tercakup seluruh penyediaan, pengadaan dan peneanekutan tenaga, material, peralatan dan perlengkapan dan pelaksanaannya, termasuk semua pekerjaan lainnya yang diperlukan yang diuraikan dalam spesifikasi ini.

## PEKERJAAN PONDASI BORED PILE

### 1. Umum

- a. Kontraktor harus menyiapkan semua gambar kerja, bahan dan tenaga kerja yang diperlukan.
- b. Pelaksanaan pekerjaan ini harus mengikuti semua ketentuan dalam buku RKS ini
- c. Kecuali dalam gambar atau RKS ditentukan lain, sebagai dasar peraturan ialah PBI 1983 NI-2 / SNI 03-2847-2013.
- d. Kontraktor harus memelihara, memperbaiki, menyelesaikan dan mengerjakan semua pekerjaan dan pekerjaan tambahan, sehingga menghasilkan pekerjaan yang sesuai dengan gambar rencana.
- e. Kontraktor harus melampirkan metode pelaksanaan yang akan

digunakan dalam proyek ini dengan memperhatikan kondisi lapisan tanah yang ada. Dalam metode pelaksanaan ini antara lain harus dijelaskan bagaimana cara mengatasi kondisi tanah pada proyek ini dan peralatan apa yang dibutuhkan untuk itu.

- f. Tiang-tiang fondasi bor harus dibuat sesuai dengan rencana yang dibuat oleh Konsultan Perencana seperti terlihat dalam gambar rencana.

Dalam melaksanakan pekerjaan tiang bor ini Kontraktor diwajibkan untuk

mengambil dan menyimpan contoh tanah dari :

- Dasar dari lubang bor.
- $\frac{1}{2}$  meter di atas dasar lubang bor.
- 1 meter di atas dasar lubang bor.
- $1\frac{1}{2}$  meter di atas dasar lubang bor.

## 2. Bahan

Tiang Bore dengan diameter 40 cm. Beton untuk bahan tiang harus mempunyai tegangan tekan karakteristik minimum K-300 sesuai SNI 03-

2847-2013.Tulangan utama digunakan BJT-D-40 dan Tulangan

Beugel digunakan U-24.

## 3. Tata Cara Pelaksanaan Pekerjaan

### a. Pengukuran.

- Data mengenai ketinggian dan skema penempatan tiang tercantum dalam gambar. Penentuan lokasi dan pekerjaan uitzet tiang dilaksanakan oleh Kontraktor, Kontraktor harus memelihara semua ketinggian yang ditentukan, termasuk ketinggian dari ujung atas tiang sebelum tiang dipotong.
- Semua patok harus diperiksa secara teratur untuk menjamin agar kegiatan pemancangan tiang tidak sampai mengakibatkan patok itu bergerak. Pada Gambar Kerja, tiap tiang harus diberi nomor.
- Patok-patok referensi, Bouwplank dan pengukuran. Semua ukuran

ketinggian yang dipakai dalam pelaksanaan pekerjaan dinyatakan terhadap Datum  $\pm 0.00$  LWS (Low Water Spring).

- Pemborong harus membuat patok referensi, menara ketinggiannya terhadap Datum dengan mendapatkan persetujuan terlebih dahulu dari Pengawas / Konsultan. Penentuan patok-patok bouwplank dan lain-lain, harus dilakukan dengan peralatan Theodolit / Waterpass yang sebelumnya harus diperiksakan/disetujui.
- Ukuran-ukuran dinyatakan dengan metrik, kecuali bila dinyatakan lain.
- Hasil pengukuran di lapangan harus dapat dikaitkan dengan patok-patok tetap (Bench Mark) yang telah ada menurut petunjuk Pengawas / Konsultan di lapangan, dan bila diperlukan Pemborong harus memasang patok-patok pembantu untuk menentukan ketinggian dan koordinat lokal. yang harus dipelihara keutuhan letak dan ketinggiannya selama pekerjaan berlangsung. Sebelum pekerjaan dimulai patok-patok pembantu / bouwplank harus diperiksa / disetujui oleh Pengawas/ Konsultan.
- Kontraktor harus mengecek titik-titik as tiang pancang sesuai dengan letak titik-titik as kolom yang akan dilaksanakan.

b. Pelaksanaan Pembuatan Tiang Bore

- Setelah lokasi tiang bor yang akan dibuat ditentukan dan disetujui oleh Pengawas maka pekerjaan pembuatan tiang bor dapat dimulai. Sebelum pekerjaan ini dimulai Kontraktor sudah harus menyiapkan drilling record yang bentuk dan isinya sudah disetujui oleh Pengawas. Isi drilling record antara lain tertulis dalam item pekerjaan
- Tahap pertama adalah pekerjaan pengeboran. Pekerjaan pengeboran harus dilakukan dengan mempergunakan rotary drilling machine dengan dilengkapi buckets dan augers yang sudah memperoleh persetujuan dari Pengawas.
- Minimum harus disediakan 1 set alat bor cadangan, serta peralatan casing sementara (apabila diperlukan). Alat-alat ini harus

dapat dipergunakan untuk melakukan pengeboran menembus air, lapisan keras, batu besar, serpihan-serpihan cadas, tanah liat yang keras, kerikil dan pasir.

- Bila kekuatan dinding lubang bor diperkirakan tidak cukup kuat menahan longsor, perlu dipergunakan steel casing sementara dengan ukuran panjang yang sesuai dengan kebutuhan. Sambungan dari casing harus kedap air.
- Kondisi lapisan tanah untuk proyek ini dapat dilihat pada Hasil Penyelidikan Tanah. Dari kondisi tanah yang ada Kontraktor harus sudah mempertimbangkan dalam mengajukan penawaran bahwa kemungkinan besar perlu atau tidak digunakannya steel casing sementara sedalam lubang bor.
- Drilling record harus berisi antara lain kedalaman dari pengeboran, waktu pelaksanaan, klasifikasi tanah dari kedalaman yang berbeda dan gangguan-gangguan /kesulitan-kesulitan yang mungkin terjadi pada saat pengeboran harus dibuat selengkap mungkin. Kontraktor diminta untuk melampirkan drilling records yang biasa digunakan dalam penawaran.
- Pengeboran harus dilakukan sampai mencapai lapisan tanah keras

yang disyaratkan. Pada waktu pengeboran dilakukan harus dilakukan pencatatan mengenai elevasi dan jenis lapisan lapisan tanah yang dijumpai. Selanjutnya harus diambil contoh tanah dari setiap elevasi tersebut dan disimpan sedemikian rupa sehingga sifat asli dari tanah

tersebut tidak berubah. Contoh tanah tersebut harus dapat ditunjukkan kepada Konsultan Perencana/ Pengawas setiap saat jika diperlukan oleh Konsultan Perencana/Pengawas.

- Untuk mencapai hasil pekerjaan yang maksimal Kontraktor diwajibkan untuk menempatkan seorang Ahli Tanah yang

sudah berpengalaman dengan pekerjaan tiang bor. Pengeboran baru dihentikan setelah mendapat persetujuan dari Pengawas. Walaupun telah disetujui oleh Pengawas, tetapi tanggung jawab atas mutu pekerjaan yang dihasilkan sepenuhnya menjadi tanggung jawab Kontraktor.

- Setelah pengeboran selesai harus dicatat kedalaman yang dicapai.

Tahapan kedua adalah pekerjaan pembersihan dasar lubang bor dari longsoran dan lumpur yang terjadi pada dasar lubang bor. Pekerjaan ini mutlak harus dilakukan oleh Kontraktor karena longsoran dan lumpur tersebut dapat mempengaruhi daya dukung serta perilaku dari tiang bor. Pekerjaan pembersihan ini baru dapat dihentikan setelah mendapat persetujuan dari Pengawas. Lama pembersihan dan kedalaman dari lubang bor setelah pembersihan dilakukan ini harus dicatat.
- Tahap selanjutnya adalah penyetelan/ pemasangan tulangan dari tiang bor. Tulangan dari tiang bor harus sudah siap dimasukkan ke dalam lubang bor setelah pekerjaan pembersihan selesai dilakukan. Apabila ternyata tulangan tersebut belum siap maka pekerjaan pembersihan lubang bor harus dilakukan kembali sampai tulangan tersebut siap untuk dimasukkan. Apabila ternyata diperlukan penyambungan tulangan maka di tempat pekerjaan harus disediakan mesin las yang dapat digunakan setiap saat untuk me-las tulangan. Pada sisi luar tulangan harus diberi beton tahu setebal 7 cm pada beberapa tempat untuk mendapatkan selimut beton yang baik pada semua bagian tiang bor.
- Setelah tulangan tiang bor terpasang dilakukan kembali pengukuran kedalaman lubang bor yang dilakukan oleh Kontraktor dan diketahui

oleh Pengawas. Apabila ternyata terjadi pengurangan kedalaman lubang bor dibandingkan dengan kedalaman pada saat pembersihan selesai dilakukan, maka tulangan terpasang tersebut harus dikeluarkan kembali dan harus dilakukan pekerjaan pembersihan kembali. Tidak diperkenankan melanjutkan ke tahap pekerjaan selanjutnya sebelum tahapan ini disetujui oleh Pengawas.

- Tahapan selanjutnya adalah pekerjaan pengecoran beton ke dalam lubang bor. Setelah pekerjaan pemasangan tulangan selesai dilakukan, maka adukan beton yang akan digunakan sudah harus siap di tempat pekerjaan, sehingga pengecoran langsung dilakukan setelah pekerjaan pemasangan tulangan disetujui oleh Pengawas. Pengecoran ini harus dilakukan sampai selesai, tidak diperkenankan menunda pekerjaan pengecoran ini.
- Apabila pengecoran ini tidak selesai karena sesuatu alasan maka tiang bor ini dianggap tidak memenuhi syarat lagi dan Kontraktor harus mengganti tiang tersebut dengan tiang bor baru yang letaknya berdekatan dengan tiang bor yang gagal tersebut. Semua risiko akibat hal ini adalah tanggungan Kontraktor. Untuk mencegah hal tersebut maka Kontraktor sudah harus dapat memperkirakan jumlah/volume adukan beton yang akan digunakan pada lubang bor yang sudah disiapkan. Harus diadakan pencatatan volume yang diperkirakan akan digunakan dengan volume adukan yang terpakai sesungguhnya. Waktu dan lama pengecoran harus dicatat.
- Ada hal yang penting untuk diperhatikan dalam pelaksanaan pekerjaan tiang bor ini, yaitu apabila tahapan pertama sudah dimulai maka pekerjaan ini harus diselesaikan sampai tahap yang terakhir dan tidak boleh ada penundaan waktu di antara tahap -

tahap pekerjaan.

#### 4. Toleransi Posisi Tiang

- a. Deviasi maksimum terhadap posisi tiang pondasi harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
  - Deviasi maksimum diukur disetiap arah horisontal terhadap garis grid patokan, maksimum : 7,5 cm.
  - Deviasi level dari permukaan atas tiang, maksimum : 2,0 cm.
  - Toleransi sumbu vertikal = 1: 80.
- b. Khusus untuk tiang bor tunggal toleransi ini harus diperhatikan benar, karena penyimpangan sedikit saja dari toleransi ini berakibat fatal dan Kontraktor harus mengganti tiang bor yang gagal tersebut dengan tiang bor baru yang letaknya akan ditentukan oleh Konsultan Perencana.
- c. Semua biaya tambahan yang timbul karena perubahan pada jumlah tiang, disain dari kepala tiang, balok fondasi baik dari segi material, waktu maupun biaya perencanaan ulang yang diakibatkan oleh kesalahan/ kegagalan dari Kontraktor dalam melaksanakan pembuatan tiang bor, seluruhnya menjadi beban Kontraktor.

#### 5. Urut-Urutan Pembuatan Tiang Bore

Bila terdapat 5 buah tiang bor dalam satu berkas fondasi maka tiang yang terletak di tengah harus dilaksanakan terlebih dahulu. Pembuatan tiang baru yang terletak di sebelah tiang yang baru selesai dicor harus mempunyai tenggang waktu minimum 7 hari dan harus memperoleh persetujuan dari Pengawas.

#### 6. Pembuatan As Built Drawing

- Segera setelah pekerjaan selesai Kontraktor harus membuat "As Built Drawing" dari letak tiang bor dan dibandingkan dengan letak tiang bor rencana.
- Apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan pelaksanaan di

luar toleransi yang diberikan Konsultan Perencana maka Kontraktor wajib mengganti tiang bor yang dianggap gagal tersebut.

#### 7. Pembuangan Material Sisa Galian

Material galian yang terjadi akibat pembuatan lubang bor harus dikeluarkan dari lapangan pekerjaan apabila menurut Pengawas material tersebut mengganggu kelancaran pekerjaan. Tempat pembuangan material galian akan ditentukan oleh Pengawas atas petunjuk Pemberi Tugas atau Pemerintah Daerah setempat. Dalam penawaran Kontraktor sudah harus memperhitungkan hal ini.

#### 8. Penolakan Tiang

Tiang yang tidak dilaksanakan dengan benar serta tidak memenuhi spesifikasi ini akan ditolak oleh Pengawas. Kontraktor wajib membuat tiang pengganti tanpa biaya tambahan, meskipun bila diperlukan tiang dengan ukuran yang berbeda sebagai akibat dari kesalahan tersebut diatas.

#### 9. Pembuatan Tiang Bore Dan Pemadatan

- Kontraktor harus membuat pendataan yang teratur dari setiap pembuatan tiang bor serta harus menyediakan 4 (empat) copy dari hasil pendataan tersebut yang sudah ditanda tangani untuk diserahkan kepada Pengawas setiap hari.
- Pendataan dari setiap tiang bor harus mencakup panjang dan ukuran dari Beton Bertulang yang dicor, permukaan air tanah, panjang dari casing bila dipergunakan, jenis lapisan dari tanah yang ditembus, kedalaman pada saat penghentian pengeboran, hasil dari test terhadap tanah yang dilakukan, tanda tangan dari Pengawas serta informasi-informasi lain yang disyaratkan oleh Pengawas.

#### 6. Urugan Pasir.

- a. Urugan pasir untuk alas pondasi harus dilaksanakan dengan tebal sesuai gambar.

- b. Lapisan pasir harus padat dan harus bersih dari akar – akar dan kotoran lainnya.
- 7. Pemadatan Tanah.  
Tanah urugan untuk perataan atau peninggian harus dipadatkan tiap ketebalan 20 cm.
- 8. Harga satuan yang tercantum dalam penawaran harus sudah mencakup semua biaya; pekerja-pekerja, pembersihan, sewa alat, penimbunan dan pembuangan hasil galian.