BIDANG SUMBER DAYA AIR
DINAS PEKERJAAN UMUM
PEMERINTAH KOTA DUMAI

LAPORAN AKHIR

REVIEW MASTERPLAN PENGENDALIAN BANJIR KOTA DUMAI

TAHUN 2024

PT. ADHISTYA DHARMASTITYA
• PERENCANAAN, PENGAWAS, KONSULTAN TEKNIK
• PENELITIAN TANAH, GEOLOGI, HIDROLOGI & PENGUKURAN
JL. TEGALSARI TIMUR IV - 25, TELP. 024-8317138 SEMARANG 50257
JL. SUPRIYADI VI - 14.A PEDURUNGAN, TELP. 024-6711175 SEMARANG

KATA PENGANTAR

Pertama-tama dan utama kami panjatkan puji syukur kehadirat Allah swt karena atas berkat rahmatNya dan ridhoNya kami telah dapat menyelesaikan Laporan Pendahuluan dalam Studi Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai untuk Penanggulangan Banjir di Kota Dumai, Provinsi Riau

Dalam Laporan Akhir ini, kami melaporkan tentang hasil analisis/kajian kami yang berisi tentang permasalahan yang terjadi, berbagai macam survei yang telah kami lakukan, konsep masterplan pengendalian banjir, berbagai macam analisis teknik seperti hidrologi, hidrolika, hidrodinamika kelautan, serta geoteknik, kajian mengenai dampak sosial yang akan terjadi, serta berbagai macam lampiran.

Kami mengucapkan terimakasih kepada Pemerintah Kota Dumai yang telah memberikan kesempatan kepada kami kegiatan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai ini. Kami harapkan laporan antara ini dapat menjadi bahan diskusi lebih lanjut sehingga kegiatan ini lebih terarah dan bermanfaat bagi masyarakat Kota Dumai. Untuk itu kami mohon masukan jika ada kekurangan.

Hormat Kami,
PT ADHISTYA DHARMASTITYA
Team Leader

Sudiyoko, S.T.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR I
DAFTAR ISI II
DAFTAR GAMBAR IX
DAFTAR TABEL XVIII
BAB 1 PENDAHULUAN 1-1
1.1 LATAR BELAKANG 1-1
1.2 MAKSUD DAN TUJUAN 1-3
1.3 SASARAN 1-4
1.4 LOKASI KEGIATAN 1-4
1.5 SUMBER PENDANAAN 1-4
1.6 NAMA DAN ORGANISASI PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN 1-4
1.7 SISTEMATIKA PROPOSAL LAPORAN ANTARA 1-5
BAB 2 DESKRIPSI WILAYAH 2-1
2.1 KONDISI FISIK DAERAH STUDI 2-1
2.1.1 LUAS DAERAH STUDI 2-1
2.1.2 TOPOGRAFI DAN GEOLOGI 2-1
2.1.3 KONDISI TANAH DAN TATA GUNA LAHAN 2-4
2.1.4 HIDROLOGI DAN HIDROGEOLOGI 2-4
2.2 KONDISI SOSIAL EKONOMI, BUDAYA, DAN KESEHATAN MASYARAKAT (SOSEKBUDKESMAS) 2-5
2.2.1 DEMOGRAFI 2-5
2.2.2 KEGIATAN EKONOMI 2-7
2.2.3 BUDAYA DAN ADAT ISTIADAT 2-8
2.2.4 KESEHATAN 2-8
2.3 KONDISI DAN PERMASALAHAN DRAINASE YANG ADA 2-9
2.3.1 TATA RUANG KOTA DUMAI DALAM RELEVANSI DENGAN KEJADIAN BANJIR 2-9
2.3.2 KONDISI SISTEM DRAINASE YANG ADA 2-10
2.3.3 PERMASALAHAN DRAINASE 2-10
2.3.4 IDENTIFIKASI PENYEBAB BANJIR 2-18
2.4 PERKIRAAN PENGEMBANGAN YANG AKAN DATANG 2-18
2.4.1 PROYEKSI PENDUDUK 2-18

2.4.2 RENCANA TATA RUANG WILAYAH....2-19
2.4.3 RENCANA PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR KOTA....2-19
BAB 3 STUDI TERDAHULU....3-1
3.1 REVIEW MASTERPLAN DAN DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED) BANJIR KOTA DUMAI TAHUN 2018....3-1
3.2 RENCANA INDUK SISTEM DRAINASE PERKOTAAN – KOTA DUMAI TAHUN 2023....3-2
3.2.1 SUMBER DATA....3-2
3.2.2 INVENTARISASI SISTEM DRAINASE....3-3
3.2.3 EVALUASI SISTEM DRAINASE EKSISTING....3-4
3.2.4 PERENCANAAN SISTEM DRAINASE....3-5
BAB 4 HASIL SURVEI PENDAHULUAN....4-1
4.1 *LAND SUBSIDENCE*....4-1
4.2 DAERAH BANTARAN DIGUNAKAN MASYARAKAT SECARA ILLEGAL .4-5
4.3 KURANGNYA KESADARAN MASYARAKAT MENGENAI SALURAN EKSISTING....4-7
4.4 PINTU AIR KURANG BERFUNGSI SECARA OPTIMAL....4-8
4.5 SISTEM DRAINASE KURANG TERINTEGRASI....4-9
4.6 AIR MASUK MELALUI SALURAN DRAINASE....4-9
4.7 AIR MASUK LEWAT KAWASAN PELINDO....4-10
4.8 DAERAH BANJIR MELUAS....4-12
4.9 SALURAN DRAINASE LEBIH TINGGI DARI JALAN/TANAH PERMUKAAN 4-13
4.10 POTENSI KOLAM RETENSI....4-14
BAB 5 SURVEI HIDROMETRI....5-1
5.1 SURVEI HIDROMETRI....5-1
5.1.1 PENDAHULUAN....5-1
5.1.2 LOKASI PENGUKURAN....5-1
5.1.3 METODE PENGUKURAN....5-3
5.1.4 HASIL SURVEI DAN PENGUJIAN....5-10
5.2 SURVEI PASANG SURUT....5-14
5.2.1 PENDAHULUAN....5-14
5.2.2 LOKASI PENGAMATAN PASANG SURUT....5-14
5.2.3 TEKNIS PENGUKURAN PASANG SURUT....5-15

5.2.4 HASIL PENGAMATAN PASANG SURUT 5-17
BAB 6 SURVEI PENGUKURAN TOPOGRAFI DAN BATHIMETRI 6-1
6.1 PENDAHULUAN 6-1
6.1.1 UMUM 6-1
6.1.2 LATAR BELAKANG.....6-1
6.1.3 MAKSUD DAN TUJUAN 6-1
6.1.4 LOKASI PEKERJAAN 6-1
6.1.5 LINGKUP PEKERJAAN 6-2
6.2 PENGAMBILAN DATA LAPANGAN 6-3
6.2.1 UMUM 6-3
6.2.2 PERSIAPAN TEKNIS PENGUKURAN 6-4
6.2.3 PEMASANGAN PATOK BM DAN CP 6-7
6.2.4 PENGUKURAN KERANGKA KONTROL HORISONTAL 6-9
6.2.5 PENGUKURAN KERANGKA KONTROL VERTIKAL.....6-15
6.2.6 PENGUKURAN DETAIL SITUASI.....6-16
6.2.7 PENGUKURAN BATIMETRI 6-19
6.3 PERHITUNGAN DAN PENGGAMBARAN.....6-22
6.3.1 UMUM 6-22
6.3.2 PERHITUNGAN PENGUKURAN TOPOGRAFI 6-22
6.3.3 PENGGAMBARAN DAN PEMETAAN.....6-31
6.4 PERHITUNGAN DAN PENGGAMBARAN.....6-31
6.4.1 UMUM 6-31
6.4.2 HASIL PENGUKURAN KERANGKA HORISONTAL.....6-32
6.4.3 DAFTAR PATOK BM DAN CP.....6-33
BAB 7 SURVEI MEKANIKA TANAH 7-1
7.1 PENDAHULUAN 7-1
7.2 MAKSUD DAN TUJUAN.....7-1
7.3 RUANG LINGKUP DAN VOLUME PEKERJAAN 7-1
7.3.1 SONDIR/DUTCH CONE PENETROMETER TEST (DCPT) 7-1
7.3.2 PEMBUATAN LAORAN (ENGINEERING ANALYSIS).....7-3
7.4 METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN 7-3
7.4.1 PEKERJAAN PENYONDIRAN/DCPT.....7-3
7.4.2 LANGKAH KERJA CONE PENETRATION TEST.....7-3

7.4.3 CARA KERJA BIKONUS 7-4
7.5 HASIL PENYELIDIKAN DAN REKOMENDASI 7-5
BAB 8 SURVEI INVENTORI SALURAN DRAINASE DAN SURVEI DRONE.....8-1
8.1 SURVEI INVENTORI SALURAN DRAINASE 8-1
8.1.1 PENDAHULUAN.....8-1
8.1.2 HASIL SURVEI INVENTORI SALURAN DRAINASE.....8-1
8.2 SURVEI DRONE 8-5
8.2.1 PENDAHULUAN.....8-5
8.2.2 LOKASI DAN CAKUPAN SURVEI DRONE.....8-5
8.2.3 HASIL SURVEI DRONE.....8-6
BAB 9 PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI DIGITAL KOTA DUMAI.....9-1
9.1 PENDAHULUAN 9-1
9.2 DATA 9-1
9.2.1 SUMBER DATA 9-1
9.2.2 TEKNIK PENGAMBILAN DATA.....9-2
9.3 METODE PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI DIGITAL 9-5
9.3.1 PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI MENGGUNAKAN DATA GOOGLE.....9-5
9.3.2 VALIDASI DAN PERBAIKAN DATA 9-6
9.4 HASIL PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI DIGITAL 9-8
BAB 10 ANALISIS HIDRODINAMIKA KELAUTAN.....10-1
10.1 PENDAHULUAN 10-1
10.2 DETAIL LOKASI PENGAMATAN PASANG SURUT 10-1
10.3 HASIL PENGAMATAN PASANG SURUT.....10-1
10.4 ANALISIS PASANG SURUT 10-3
10.5 ANALISIS KENAIKAN MUKA AIR LAUT (*SEA LEVEL RISE*).....10-29
BAB 11 ANALISIS HIDROLOGI.....11-1
11.1 KETERSEDIAAN DATA.....11-1
11.1.1 DATA HUJAN.....11-1
11.1.2 DATA HUJAN JAM-JAMAN 11-2
11.1.3 DATA TATA GUNA LAHAN.....11-2
11.1.4 DATA JENIS TANAH 11-3
11.2 ANALISIS HUJAN RANCANGAN.....11-4
11.2.1 UJI KONSISTENSI DATA 11-4

11.2.2 ANALISIS FREKUENSI.....11-7
11.2.3 DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN.....11-13
11.3 ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN.....11-15
BAB 12 ANALISIS HIDROLIKA.....12-1
12.1 KRITERIA HIDROLIKA.....12-1
12.1.1 ALIRAN.....12-1
12.1.2 PERENCANAAN SALURAN.....12-2
12.1.3 PERENCANAAN KAPASITAS SALURAN DENGAN HEC-RAS.....12-3
12.2 ANALISIS HIDROLIKA.....12-7
12.2.1 DATA INPUT.....12-8
12.2.2 HASIL SIMULASI KONDISI EKSISTING.....12-11
12.2.3 RENCANA PENANGANAN.....12-38
12.3 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....12-74
BAB 13 KONSEP MASTERPLAN PENGENDALIAN BANJIR.....13-1
13.1 PENDAHULUAN.....13-1
13.2 STRATEGI PENGENDALIAN BANJIR KOTA DUMAI.....13-3
13.3 PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI DUMAI.....13-8
13.4 POLDER 1 : SYEIKH UMAR – SIMPANG TETAP.....13-17
13.5 POLDER 2 : SIMPANG TETAP – SULTAN HASANUDIN.....13-25
13.6 POLDER 3: SULTAN HASANUDDIN – SIDOREJO.....13-32
13.7 POLDER 4: SIDOREJO – TUNAS MUDA.....13-40
13.8 POLDER 5 : TUNAS MUDA – BUKIT DATUK.....13-47
13.9 POLDER 6 : DATUK LAKSAMANA – SULTAN SYARIF KASIM.....13-55
13.10 POLDER 7: PROF. M. YAMIN – SULTAN HASANUDIN.....13-67
13.11 POLDER 8: SULTAN HASANUDIN – JENDERAL SUDIRMAN.....13-73
13.12 POLDER 9 : JENDERAL SUDIRMAN – PUTRI TUJUH.....13-79
13.13 POLDER 10 : BAHTERA – SYEIKH UMAR.....13-2
13.14 PENGENDALIAN DAERAH TANJUNG PALAS.....13-3
13.15 POLDER 1 : BAHTERA – SYEIKH UMAR.....13-4
BAB 14 ANALISIS SOSIAL.....14-1
14.1 BANYAKNYA PEMUKIMAN DI SEKITAR SUNGAI DUMAI.....14-1
14.2 BANYAKNYA KEGIATAN PEREKONOMIAN DI SEKITAR SUNGAI DUMAI 14-5
14.3 DAERAH MUARA TERDAPAT HPT (HUTAN PRODUKSI TERBATAS).....14-7

14.4 MASYARAKAT MEMBUANG SAMPAH SEMBARANGAN 14-10
14.5 KETERSEDIAAN DATA 14-12
14.6 KESADARAN MASYARAKAT MEMBERSIHKAN SEMAK BELUKAR DI SALURAN.....14-13
BAB 15 ANALISIS GEOTEKNIK.....15-1
15.1 MORFOLOGI DAN GEOLOGI KOTA DUMAI.....15-1
15.1.1 REGIONAL 15-1
15.1.2 STRATIGRAFI.....15-1
15.2 KAJIAN GEOTEKNIK 15-3
15.2.1 TEORI KAPASITAS DAYA DUKUNG TANAH DASAR.....15-3
15.2.2 TEORI PENURUNAN (SETTLEMENT) TIMBUNAN PADA KAWASAN ..15-4
15.2.3 TEORI STABILITAS TIMBUNAN BADAN JALAN.....15-5
15.2.4 TEORI DASAR ALTENATIF PENANGANAN KELONGSARAN TIMBUNAN TANAH.....15-7
15.3 HASIL PENYELIDIKAN TANAH (SONDIR).....15-8
15.4 ANALISA TINGGI TIMBUNAN DAN PREDIKSI PENURUNAN TANAH ..15-14
15.4.1 HASIL ANALISA TIMBUNAN H-KRITIS (H-CR) DAN TINGGI TIMBUNAN IJIN.....15-14
15.4.2 HASIL ANALISA PREDIKSI PENURUNAN DI KOTA DUMAI 15-15
15.5 ANALISA STABILITAS LERENG 15-20
15.6 ANALISA STABILITAS LERENG DENGAN PLAXIS 15-25
15.6.1 PARAMETER PEMODELAN 15-25
15.6.2 HASIL PEMODELAN 15-26
15.7 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI 15-30
15.7.1 KESIMPULAN 15-30
15.7.2 REKOMENDASI.....15-32
BAB 16 INDIKASI PROGRAM.....16-1
16.1 PENANGANAN BANJIR DI DAERAH HULU.....16-1
16.2 PENANGANAN BANJIR DI DAERAH HILIR 16-1
16.3 URUTAN PRIORITAS YANG HARUS DITANGANI.....16-2
BAB 17 PERKIRAAN RENCANA ANGGARAN BIAYA.....17-1
LAMPIRAN 1 Form Inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai ..... A
LAMPIRAN 2 Tabel Hasil Survei Inventori Saluran Drainase Kota Dumai ..... B
LAMPIRAN 3 Simplifikasi Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai C

LAMPIRAN 4 Dokumentasi Drainase Eksisting Kota Dumai ..... D
LAMPIRAN 5 Dokumentasi Survei Topografi – Batimetri Kota Dumai..... E

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Kota Dumai di sebelah timur Propinsi Riau.....1-1
Gambar 1.2. Peta Administratif Kota Dumai.....1-2
Gambar 2.1. Kelas Topografi Daerah Studi.....2-2
Gambar 2.2. Peta Topografi Daerah Studi.....2-3
Gambar 2.3. Peta Geologi Daerah Studi.....2-3
Gambar 2.4. Peta Tata Guna Lahan Daerah Studi.....2-5
Gambar 2.5. Piramida Penduduk Kota Dumai Tahun 2023 (BPS Kota Dumai, 2024).....2-6
Gambar 2.6. Kejadian banjir di Jln. Pemuda Laut, Kelurahan Pangkalan Sesai Kecamatan Dumai Barat karena pasang keling tanggal 19 September 2024 mengakibatkan kegiatan sekolah SDN 003 dan SMP 4 terganggu.....2-11
Gambar 2.7. Kejadian banjir di Jln. Sultan Hasanuddin, karena pasang keling tanggal 19 September 2024 mengakibatkan jalan tergenang menganggu aktivitas perekonomian masyarakat dan merugikan masyarakat karena kendaraan akan cepat berkarat.....2-11
Gambar 2.8. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 19 September 2024 di Jalan Dermaga Kecamatan Dumai Barat.....2-12
Gambar 2.9. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 19 September 2024 di Jalan Dermaga Kecamatan Dumai Barat.....2-13
Gambar 2.10. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 18 September 2024 di pertigaan Jalan Anggur dan Jalan Arjuna Kecamatan Dumai Barat.....2-13
Gambar 2.11. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 5 September 2024 di Jalan Kaswari Kecamatan Dumai Barat.....2-14
Gambar 2.12. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 23 Agustus 2024 di Jalan Pangeran Diponegoro, Desa Sukajadi, Kecamatan Dumai Kota.....2-14
Gambar 2.13. Genangan karena hujan tanggal 22 Agustus 2024 di Jalan Jenderal Sudirman Kecamatan Dumai Timur.....2-14
Gambar 2.14. Genangan karena hujan tanggal 22 Agustus 2024 di Jalan Jenderal Sudirman Kecamatan Dumai Timur.....2-15
Gambar 2.15. Genangan karena hujan tanggal 22 Agustus 2024 di Jalan Jenderal Sudirman Kecamatan Dumai Timur.....2-15
Gambar 2.16. Lokasi pintu air di simpang tetap.....2-16
Gambar 2.17. Kondisi saluran di sekitar RSUD Kota Dumai.....2-16
Gambar 2.18. Kondisi saluran drainase dan pintu klep di Jalan Datuk Laksamana Kecamatan Dumai Timur.....2-17
Gambar 2.19. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kota Dumai (BPS Kota Dumai, 2024)...2-18
Gambar 2.20. Peta Pola Ruang RTRW Daerah Studi.....2-20
Gambar 4.1. Kota di Indonesia yang mengalami *Land Subsidence*.....4-1
Gambar 4.2. Peta Masalah Amblesan Tanah di Dataran Rendah Pesisir Indonesia.....4-2
Gambar 4.3. Proyeksi Subsiden dan Banjir Laut di Wilayah Dumai, Pulau Rupat, dan sekitarnya (Fahmudin et al. 2014).....4-3
Gambar 4.4. Kondisi rumah yang mengalami land subsidence, ada yang membuat tanggul di sekeling rumah dan ada yang terpaksa pindah.....4-3

Gambar 4.5. Info dari pemilik rumah dekat jembatan Syeikh Umar, mereka mulai mengalami rob sekitar 8 tahun yang lalu, sedangkan saat ini ketinggian rob sekitar 55 cm, sehingga kemungkinan laju penurunan tanah sekitar 55 cm/8 tahun = 7 cm/tahun. 4-4
Gambar 4.6. Elevasi muka air banjir di dekat pompa air Jln. Belimbing menunjukkan bahwa muka air sudah di atas saluran eksisting.....4-4
Gambar 4.7. Contoh lokasi daerah pemukiman padat di bantaran sungai, yang seharusnya tidak boleh dihuni. 4-5
Gambar 4.8. Banyak pemukiman dan usaha masyarakat yang berada di bantaran sungai yang seharusnya ditertibkan yang merupakan bagian dari penanggulangan banjir Kota Dumai. ...4-6
Gambar 4.9. Banyak pemukiman dan usaha masyarakat yang berada di bantaran sungai yang seharusnya ditertibkan yang merupakan bagian dari penanggulangan banjir Kota Dumai. ...4-7
Gambar 4.10. Beberapa pintu sudah tidak berfungsi dengan baik, kondisi pintu selalu terbuka. 4-8
Gambar 4.11. Dari survey susur sungai tampak beberapa saluran drainase yang berhubungan dengan Sungai Dumai sehingga ini yang mengakibantkan masukknya air ke daratan. 4-9
Gambar 4.12. Dari survey drone tampak beberapa saluran drainase yang berhubungan dengan Sungai Dumai sehingga ini yang mengakibantkan masukknya air ke daratan. 4-10
Gambar 4.13. Contoh Lokasi lain yang ada drainase tersier menuju ke Sungai Dumai.....4-10
Gambar 4.14. Ada beberapa indikasi alur saluran yang dari kawasan Pelindo menuju kawasan Kota Dumai. 4-11
Gambar 4.15. Cuplikan Berita online (sumber : Dukung Program Penanganan Banjir, Pelindo 1 Dumai Gesa Normalisasi Drainase di Kawasan Pelabuhan – Pesisir Nasional)...4-11
Gambar 4.16. Contoh saluran drainase di Pelindo dekat dengan trestle dermaga C dan Pelabuhan TPI Pattimura yang berhubungan dengan system drainase kota Dumai.....4-12
Gambar 4.17. Profil Elevasi Jalan Gg. Kandis. 4-12
Gambar 4.18. Di sekitar Jln Cimpedak dan terutama Gang Kandis, beberapa Lokasi mempunyai elevasi yang mendekati 0. 4-13
Gambar 4.19. Beberapa saluran di jalan kecil maupun besar , tepi salurannya lebih tinggi daripada jalan yang ada. 4-13
Gambar 4.20. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 5 September 2024 di Jalan Kaswari Kecamatan Dumai Barat, air yang terjebak di jalan susah masuk kembali ke dalam saluran karena dinding saluran yang lebih tinggi dari jalan. 4-14
Gambar 4.21. Luas potensi kolam retensi depan STIA LANCANG KUNING : 13,8 Ha, jika bisa di gali sedalam 2 m, maka volume tampungannya (asumsi hanya 80%), bisa mencapai 220.800 m^3.....4-15
Gambar 4.22. Lokasi potensi embung bunga Tanjung & Rawasari dengan total luasan mencapai 104,89 Ha. Jika dapat di gali sedalam 2 m dan asumsi potensi yang dimanfaatkan sebesar 80%, maka volume air yang dapat di olah sebagai air baku PDAM adalah adalah 1.678.240 m^3.....4-15
Gambar 4.23. Potensi kolam retensi untuk menambah storage (tampungan) pada saluran yang bertujuan untuk memperkecil kapasitas pompa dalam sistem polder.....4-16
Gambar 5.1. Lokasi Pengukuran Arus 5-1
Gambar 5.2. Pengambilan Sampel Suspended Load 5-2
Gambar 5.3. Pengambilan Sampel Suspended Load 5-3

Gambar 5.4. Current Meter 5-4
Gambar 5.5. Kegiatan Pengukuran Arus 5-5
Gambar 5.6. Dokumentasi Kegiatan Pengambilan Sedimen Layang (Suspended Load) dengan Menggunakan Integrating Sediment Sampler 5-6
Gambar 5.7. Dokumenrasi Pengambilan Sedimen Dasar dengan Alat Grab Sampler Berukuran Kecil 5-7
Gambar 5.8. Metode 1 titik, propeler diletakkan pada kedalaman 0,6H 5-7
Gambar 5.9. Metode 2 titik 5-8
Gambar 5.10. Grafik distribusi butiran sedimen dasar di kedua tempat sampel 5-13
Gambar 5.11. Titik Lokasi Pengamatan Pasang Surut 5-15
Gambar 5.12. Deskripsi Stasiun Pasut Dumai (0DMI) 5-15
Gambar 5.13. Deskripsi Stasiun Pasut Dumai (0DMI) 5-16
Gambar 5.14. Data Mentah Pasang Surut Kota Dumai 5-17
Gambar 5.15. Data Mentah Pasang Surut Kota Dumai 5-17
Gambar 6.1. Peta Lokasi Pekerjaan 6-2
Gambar 6.2. Deskripsi Pilar N1.1024 6-5
Gambar 6.3. Pilar N1.1024 dan Pilar TKG 0DMI 6-6
Gambar 6.4. Deskripsi Stasiun Pasut Dumai (0DMI) 6-6
Gambar 6.5. Patok BM (*Benchmark*) 6-8
Gambar 6.6. Patok CP (*Control Point*) 6-9
Gambar 6.7. Geometrik Pengamatan *Relative Positioning* 6-10
Gambar 6.8. Receiver GPS EMLID RS2 6-12
Gambar 6.9. Pengukuran GPS di BM/Pilar N1.1024 6-13
Gambar 6.10. Skema Polygon Terikat 6-14
Gambar 6.11. Skema Polygon Terikat 6-16
Gambar 6.12. Skema Pengukuran Sistem RTK 6-17
Gambar 6.13. Pengukuran Sistem RTK 6-18
Gambar 6.14. Pengukuran Sistem RTK 6-19
Gambar 6.15. Palem Pengamatan Pasut 6-20
Gambar 6.16. Palem Pengamatan Pasut 6-21
Gambar 6.17. Jalur Track Sounding 6-21
Gambar 6.18. Diagram Alir Pengolahan Baseline GPS 6-24
Gambar 6.19. Hasil Post Processing data GPS Statik 6-26
Gambar 6.20. Skema Pengukuran Tachymetri 6-29
Gambar 7.1. Lokasi Penyelidikan Sondir Tahun 2024 7-2
Gambar 8.1. Contoh Formulir Hasil Inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai 8-2
Gambar 8.2. Contoh Bagan Simplifikasi Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai 8-3
Gambar 8.3. Peta Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai 2024 8-4
Gambar 8.4. Contoh Hasil Survei Inventori Pada Media Google Earth 8-4
Gambar 8.5. Peta Lokasi Survei Drone 8-6
Gambar 8.6. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Sungai Dumai 8-7
Gambar 8.7. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Jl. Datuk Laksamana (PT. PELINDO) 8-7

Gambar 8.8. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Jalan Siak, Jalan Pemuda Darat, dan sekitarnya 8-8
Gambar 8.9. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada STIA Lancang Kuning dan Sekitarnya 8-8
Gambar 8.10. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Bumi Ayu, Datuk Lama, dan Sekitarnya 8-9
Gambar 9.1. Ketersediaan Data Elevasi di Google Earth 9-2
Gambar 9.2. Pembuatan *Path* Untuk Ekstraksi Koordinat 9-3
Gambar 9.3. Kode Pengambilan Elevasi menggunakan Google API 9-4
Gambar 9.4. Lokasi Pengambilan Data Lapangan 9-5
Gambar 9.5. Hasil Pengolahan Data Sebelum Validasi 9-6
Gambar 9.6. Kejanggalan Kerapatan Kontur 9-6
Gambar 9.7. Kejanggalan Bentuk Kontur Sungai 9-7
Gambar 9.8. Validasi Kejanggalan Berdasarkan Penampakan Lahan 9-7
Gambar 9.9. Peta Topografi Kota Dumai 9-8
Gambar 10.1. Titik Lokasi Pengamatan Pasang Surut 10-1
Gambar 10.2. Pasang Surut di Perairan Kota Dumai (Sebelum Diolah) 10-27
Gambar 10.3. Pasang Surut di Perairan Kota Dumai (Sebelum Diolah) 10-28
Gambar 10.4. *Sea Level Rise Projection Tool* 10-29
Gambar 10.5. Grafik Sea Level Rise Projection di Stasiun Pengamatan Tanjung Keling 10-30
Gambar 11.1. Lokasi Stasiun Hujan di Sekitar Kota Dumai 11-1
Gambar 11.2. Peta Tata Guna Lahan DAS Dumai 11-3
Gambar 11.3. Jenis Tanah DAS Dumai 11-4
Gambar 11.4. Penggambaran Data pada Kertas Distribusi Normal 11-9
Gambar 11.5. Grafik Distribusi Log Normal 11-9
Gambar 11.6. Penggambaran Data pada Kertas Distribusi Gumbel 11-10
Gambar 11.7. Penggambaran Data pada Kertas Distribusi Log Pearson III 11-10
Gambar 11.8. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman DAS Dumai 11-13
Gambar 11.9. Kala Ulang 5 Tahun 11-14
Gambar 11.10. Kala Ulang 10 Tahun 11-14
Gambar 11.11. Kala Ulang 25 Tahun 11-15
Gambar 11.12. Kala Ulang 50 Tahun 11-15
Gambar 11.13. Pemodelan HEC-HMS DAS Dumai 11-17
Gambar 11.14. Hidrograf Banjir Rancangan Hilir Sungai Dumai (Junction-2) 11-19
Gambar 11.15. Rencana Embung Bunga Tujuh 11-19
Gambar 11.16. Rencana Embung Sekitar Jl. Abdul Rab Khan 11-20
Gambar 11.17. Skema Kondisi Awal Tampungan Embung 11-21
Gambar 11.18. Simulasi Pengaruh Embung Rencana Terhadap Debit Banjir Sungai Dumai 11-21
Gambar 11.19. Hidrograf Banjir Sungai Dumai Dengan Rencana Embung (Junction-2).11-24
Gambar 11.20. Simulasi Embung Rencana Sungai Dumai 11-25
Gambar 11.21. Hidrograf Banjir Sungai Dumai (Rencana Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk) 11-27
Gambar 11.22. Tata Guna Lahan CA Sungai Kecil 11-27

Gambar 12.1. Klasifikasi Aliran pada Saluran Terbuka 12-1
Gambar 12.2. Contoh Penampang Saluran dalam HEC-RAS 12-4
Gambar 12.3. Contoh Penampang Saluran dalam HEC-RAS 12-5
Gambar 12.4. Contoh Penampang Saluran dalam HEC-RAS 12-6
Gambar 12.5. Penggambaran Persamaan Energi Pada Saluran Terbuka.....12-7
Gambar 12.6 Tampilan Depan Aplikasi HEC-RAS 12-7
Gambar 12.7 Tampilan Alinyemen Geometri Sungai Dumai.....12-8
Gambar 12.8 Contoh Tampilan Input Data Cross Section.....12-9
Gambar 12.9 Tampilan data input boundary hulu dan hilir.....12-10
Gambar 12.10 Profil Memanjang Sungai Dumai Kondisi Eksisting (Pengukuran 2024) .12-11
Gambar 12.11 Profil Memanjang Sungai Dumai Setelah Penanganan 12-38
Gambar 12.12 Potongan Melintang P.59+50.....12-38
Gambar 12.13 Pemanfaatan Area Terbuka sebagai Tampungan Air saat Banjir 12-69
Gambar 12.14 Hasil Simulasi di daerah Kolam Retensi di Hilir Jembatan Bukit Datuk (P.51+00 – P.53+00).....12-71
Gambar 12.15 Kolam Retensi Hilir Jembatan Bukit Datuk dan Hulu Jembatan Bukit Datuk 12-71
Gambar 12.16. Rekomendasi Penanganan Secara Menyeluruh untuk Sungai Dumai 12-75
Gambar 13.1. Tata Letak Skematik Suatu Polder Perkotaan.....13-2
Gambar 13.2. Ilustrasi Sederhana Penggunaan Tanggul dan Pompa dalam Sistem Drainase 13-2
Gambar 13.3. Daerah Genangan Banjir Rob Diperparah dengan Air Hujan Serta Daerah Genangan Banjir yang Hanya Disebabkan oleh Air Hujan.....13-4
Gambar 13.4. Ilustrasi Sistem Polder yang Terdiri dari Tanggul, Kolam Retensi, Pintu Air dan Pompa 13-5
Gambar 13.5. Ilustrasi Konsep Sistem Drainase yang Akan Diaplikasikan di Kota Dumai .13-6
Gambar 13.6. Delinasi tanggul di hilir sungai Dumai berada di luar HPT. Beberapa area yang sudah ada rumah di dalam HPT dianggap legal sehingga tanggul berada di luar kawasan perumahan tersebut.....13-7
Gambar 13.7. Pembagian 10 Sistem Polder di Sekitar Sungai Dumai 13-8
Gambar 13.8. Daerah Genangan Danau Wisata Bunga Tujuh Seluas 87,63 Ha (sumber : RTRW Kota Dumai).....13-13
Gambar 13.9. Rencana Pembuatan embung 1, embung 2, dan embung 3 di Taman Wisata Alam Dumai 13-14
Gambar 12.16. Rekomendasi Penanganan Secara Menyeluruh untuk Sungai Dumai 13-15
Gambar 13.10. Intrusi air laut saat pasang keling bisa mencapai daerah dekat Surau Majelis Dzikir, dan tempat pertemuan anak sungai dan Sungai Dumai bisa dijadikan untuk embung yang dapat mengerem laju aliran Sungai Dumai.....13-16
Gambar 13.12. Batasan polder Syeikh Umar – Simpang Tetap 13-17
Gambar 13.13. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap.....13-18
Gambar 13.14. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap.....13-18

Gambar 13.15. Hydrograph Banjir di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap (Metode Nakayasu) 13-19
Gambar 13.16. Volume limpasan Air Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Syeikh Umar – Simpang Tetap 13-21
Gambar 13.17. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Syeikh Umar – Simpang Tetap 13-23
Gambar 13.18. Berbagai dokumentasi dari sisi sungai mengenai beberapa saluran drainase eksisting yang langsung menuju ke Sungai Dumai 13-24
Gambar 13.19. Batasan Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanudin 13-25
Gambar 13.20. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin 13-25
Gambar 13.21. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin 13-26
Gambar 13.22. Hydrograph Banjir di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin (Metode Nakayasu) 13-27
Gambar 13.23. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Simpang Tetap – Sultan Hasanudin 13-31
Gambar 13.24. Contoh Bangunan ilegal di atas saluran drainase jalan Rumbia, Hasanah, Serai – MH Thamrin yang sebaiknya di tertibkan agar menjaga kebersihan dan keutuhan saluran 13-32
Gambar 13.25. Batasan polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo 13-32
Gambar 13.26. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo 13-33
Gambar 13.27. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo 13-34
Gambar 13.28. Hydrograph Banjir di DTA Polder Sultan Hasanuddin - Sidorejo (Metode Nakayasu) 13-35
Gambar 13.29. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo 13-37
Gambar 13.30. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Syeikh Umar – Simpang Tetap 13-39
Gambar 13.31. Batasan Polder Sidorejo-Tunas Muda 13-40
Gambar 13.32. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda 13-41
Gambar 13.33. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda 13-41
Gambar 13.34. Hydrograph Banjir di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda (Metode Nakayasu) 13-42
Gambar 13.35. Volume Limpasan Air Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Sidorejo – Tunas Muda 13-44
Gambar 13.36. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Sidorejo – Tunas Muda 13-46
Gambar 13.37. Batasan polder Tunas Muda – Bukit Datuk 13-47

Gambar 13.38. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk 13-48
Gambar 13.39. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk 13-49
Gambar 13.40. Hydrograph Banjir di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk (Metode Nakayasu) 13-50
Gambar 13.41. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Tunas Muda – Bukit Datuk 13-52
Gambar 13.42. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Tunas Muda – Bukit Datuk 13-54
Gambar 13.43. Batasan polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim 13-55
Gambar 13.44. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim 13-55
Gambar 13.45. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim 13-56
Gambar 13.46. Hydrograph Banjir di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim (Metode Nakayasu).....13-57
Gambar 13.47. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim.....13-59
Gambar 13.48. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif kasim 13-60
Gambar 13.49. Batasan polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanudin 13-67
Gambar 13.50. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin.....13-67
Gambar 13.51. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin 13-68
Gambar 13.52. Hydrograph Banjir di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin (Metode Nakayasu).....13-69
Gambar 13.53. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin.....13-71
Gambar 13.54. Batasan polder Sultan Hasanudin – Jenderal Sudirman.....13-73
Gambar 13.55. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-74
Gambar 13.56. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-74
Gambar 13.57. Hydrograph Banjir di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman (Metode Nakayasu).....13-75
Gambar 13.58. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-77
Gambar 13.59. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-78
Gambar 13.60. Batasan Polder Jendral Sudirman – Puteri Tujuh 13-79
Gambar 13.61. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh.....13-80

Gambar 13.62. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh.....13-80
Gambar 13.63. Hydrograph Banjir di DTA Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh (Metode Nakayasu).....13-81
Gambar 13.64. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh.....13-1
Gambar 13.65. Batasan Polder Bahtera - Syeikh Umar.....13-2
Gambar 13.66. Trase Tanggul pada Muara Sungai Dumai Versi Kedua 13-3
Gambar 13.67. Trase Tanggul pada Muara Sungai Dumai Versi Kedua 13-3
Gambar 13.68. Ilustrasi saat kolam retensi penuh dengan air, dimana rumah-rumah sekitar karena rumah panggung tidak terendam air 13-3
Gambar 13.69. Batasan Polder Bahtera - Syeikh Umar.....13-4
Gambar 14.1. Ilustrasi kriteria penetapan garis sempadan sungaai berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015.....14-3
Gambar 14.2. Gambar Beberapa contoh bangunan yang berada di daerah sempadan Sungai Dumai 14-4
Gambar 14.3. Warga menguruk badan Sungai untuk rumahnya 14-4
Gambar 14.4. Warga membangun rumahnya di badan Sungai Dumai.....14-5
Gambar 14.5. Contoh kegiatan perekonomian yang ada di Sungai Dumai sebagai sarana tambat sarana transportasi laut untuk penumpang dan barang 14-6
Gambar 14.6. Banyak dermaga di Sungai Dumai untuk fasilitas tambat tranportasi air barang dan penumpang. Menurut PerMen PUPR RI Nomor 28/PRT/M/2015, dermaga boleh di sungai, yang tidak boleh adalah reklamasi yang menunjang kepelabuhanan yang masuk ke badan sungai 14-7
Gambar 14.7. Kawasan Hutan Produksi Terbatas di sekitar muara sungai 14-8
Gambar 14.8. Lahan HPT di sekitar muara Sungai Dumai milik Pelindo.....14-9
Gambar 14.9. Lahan HPT di sekitar muara Sungai Dumai milik Pelindo.....14-9
Gambar 14.10. Lahan HPT di sekitar muara Sungai Dumai milik Pelindo.....14-10
Gambar 14.11. Sampah di buang sembarangan di Sungai Dumai.....14-12
Gambar 14.12. Masyarakat membuang sampah di saluran drainase dan saluran ada kabel dsb 14-12
Gambar 14.13. Drainase Primer Jalan Sudirman dan Diponegoro ditutup cor-coran oleh masyarakat sehingga air hujan dari jalan tidak bisa masuk.....14-12
Gambar 14.14. Gambar Saluran Drainase tumbuh vegetasi (baik semak maupun pohon kecil) 14-13
Gambar 15.1. Peta Geologi Kota Dumai 15-2
Gambar 15.2. Suatu Potongan Pada Metode *Simplified Bishop* 15-6
Gambar 15.3. Sebaran Stratifikasi Tanah Penyelidikan Sondir Tahun 2018 Bedasarkan Nilai qc (kg/cm2) Kota Dumai 15-12
Gambar 15.4. Sebaran Stratifikasi Tanah Penyelidikan Sondir Tahun 2024 Bedasarkan Nilai qc (kg/cm2) Kota Dumai 15-13
Gambar 15.5. Sebaran Prediksi Penurunan Tanah Dasar Bila Dilakukan Penimbunan 2, 3, dan 4 meter berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1 15-16

Gambar 15.6. Sebaran Prediksi Penurunan Tanah Dasar Bila Dilakukan Penimbunan 2, 3, dan 4 meter berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2 15-18
Gambar 15.7. Sebaran Prediksi Penurunan Tanah Dasar Bila Dilakukan Penimbunan 2, 3, dan 4 meter berdasarkan Data Sondir Tahun 2024.....15-20
Gambar 15.8. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Tanpa Cerucuk.....15-21
Gambar 15.9. Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Tanpa Cerucuk 15-21
Gambar 15.10. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Tanpa Cerucuk.....15-22
Gambar 15.11. Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Tanpa Cerucuk 15-22
Gambar 15.12. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Dengan Cerucuk 15-23
Gambar 15.13. Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Dengan Cerucuk.....15-23
Gambar 15.14. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Dengan Cerucuk 15-24
Gambar 15.15. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Dengan Cerucuk 15-24
Gambar 15.16. Diskretisasi Elemen Hingga pada Model 1 (Perkuatan Sheetpile Tanpa Cerucuk) 15-26
Gambar 15.17. Bidang Gelincir Model 1 (Sheetpile Tanpa Tanpa Cerucuk) Elastic Pile dengan SF = 1.000.....15-26
Gambar 15.18. Prediksi Penurunan Hasil Permodelan Model 1, Uy = 262.00 cm 15-27
Gambar 15.19. Prediksi Penurunan Hasil Permodelan Model 1, Uy = 262.00 cm 15-27
Gambar 15.20. Bidang Gelincir Model 1-1 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile dengan Tie Back) Elastic Pile dengan SF = 1.322 15-28
Gambar 15.21. Momen Sheetpile Model 1-1 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile dengan Angkur) dengan M = 105 kN.m/m.....15-28
Gambar 15.22. Bidang Gelincir Model 1-2 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile Tanpa Tie Back) Elastic Pile dengan SF = 1.279 15-29
Gambar 15.23. Bidang Gelincir Model 1-2 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile Tanpa Tie Back) Elastic Pile dengan SF = 1.279 15-29
Gambar 15.24. Prediksi Penurunan Hasil Permodelan Model 1, Uy = 97.127 cm 15-30
Gambar 16.1. Pembagian Segmen Daerah Polder di Sekitar Sungai Dumai.....16-2
Gambar 16.2. Tipikal Tanggul Sheetpile Beserta Urugan Tanah, dan Saluran Gendongnya16-3
Gambar 16.3. Tiga Dimensi Penampang Melintang dari Tanggul 16-4
Gambar 16.2. Tiga Dimensi untuk Menggambarkan Kawasan Tanggul Juga Dipakai Sebagai Tempat Destinasi Warga untuk Berkumpul 16-4

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Luas Administrasi Daerah Studi 2-1
Tabel 2.2. Curah Hujan Bulanan dan Hari Hujan Kota Dumai Tahun 2023 2-4
Tabel 2.3. Curah Hujan Bulanan dan Hari Hujan Kota Dumai Tahun 2023 2-6
Tabel 2.4. PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha di Kota Dumai dalam Miliar Rupiah, Tahun 2019 – 2023.....2-8
Tabel 5.1. Hasil Pengukuran Arus Sungai Jembatan Pangeran Diponegoro 5-10
Tabel 5.2. Hasil Pengukuran Arus Sungai Jembatan Pangeran Diponegoro 5-11
Tabel 5.3. Daftar Nilai Koefisien Manning Saluran 5-12
Tabel 5.4. Tabel Hasil Pengujian Kadar Air Sedimen Dasar 5-12
Tabel 5.5. Tabel Hasil Pengujian Berat Jenis Sedimen Dasar 5-12
Tabel 5.6. Tabel Hasil Pengujian Gradasi Butiran Menggunakan Metode Hidrometer Sedimen Dasar 5-13
Tabel 5.7. Tabel Hasil Pengujian Konsentrasi Sedimen Sedimen Layang 5-14
Tabel 5.8. Rekapan Maksimum, Minimun, dan Selisih Pasang Surut Kota Dumai Tiap Bulannya (November 2023 – Oktober 2024) 5-18
Tabel 6.1. Personil Tim Pengukuran Topografi dan Batimetri.....6-7
Tabel 6.2. Peralatan Pekerjaan Pengukuran Topografi dan Batimetri 6-7
Tabel 6.3. Hitungan Poligon 6-28
Tabel 6.4. Hitungan Waterpas 6-29
Tabel 6.5. Hitungan Waterpas 6-30
Tabel 6.6. Daftar Indeks dan Toleransi Kesalahan Polygon.....6-32
Tabel 6.7. Daftar Standar Deviasi Baseline Data Gps 6-32
Tabel 7.1. Lokasi Pengujian Sondir Tahun 2024.....7-2
Tabel 7.2. Rangkuman Hasil Pengujian Sondir Tahun 2024.....7-5
Tabel 7.3. Rekomendasi Pondasi Berdasarkan Pengujian Sondir Tahun 2024 7-6
Tabel 8.1. Contoh Tabel Hasil Inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai.....8-3
Tabel 9.1. Data dan Sumber Data 9-2
Tabel 10.1. Data Hasil Pengamatan Pasang Surut per-jam Pada Tanggal 1-29 Oktober 2024 10-2
Tabel 10.2. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan Formzahl 10-3
Tabel 10.3. Konstanta Pengali untuk Skema II 10-4
Tabel 10.4. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X1) 10-5
Tabel 10.5. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk Y1) 10-6
Tabel 10.6. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X2) 10-7
Tabel 10.7. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk Y2) 10-8
Tabel 10.8. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X4) 10-9
Tabel 10.9. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X4) 10-10
Tabel 10.10. Pengolahan Data Pada Skema II.....10-11
Tabel 10.11. Pengolahan Data Pada Skema III.....10-12
Tabel 10.12. Koefisien Pengali 15 Piatan.....10-13
Tabel 10.13. Perhitungan Pada Skema IV 10-14
Tabel 10.14. Konstanta Pengali Untuk 15 Piatan 10-15

Tabel 10.15. Perhitungan Skema V dan Skema VI 10-15
Tabel 10.16. Perhitungan Skema VII.....10-16
Tabel 10.17. Variasi Nilai F.....10-19
Tabel 10.18. Variasi Nilai V'.....10-20
Tabel 10.19. Variasi Nilai V" 10-21
Tabel 10.20. Variasi Nilai U 10-21
Tabel 10.21. Variasi Nilai V''' 10-22
Tabel 10.22. Konstanta Pengali untuk Skema VII.....10-23
Tabel 10.23. Perhitungan Skema VII.....10-24
Tabel 10.24. Rekap Konstanta Hasil Perhitungan 10-25
Tabel 10.25. Rekap Hasil Pengolahan Pasang Surut (Sebelum Diolah) 10-25
Tabel 10.26. Rekap Hasil Pengolahan Pasang Surut (Setelah Diolah MSL = 0) 10-25
Tabel 10.27. Rekap Tinggi Gelombang Setelah Diolah (MSL = 0) dalam Setiap Jam.....10-26
Tabel 10.28. Data Kenaikan Muka Air Laut di Stasiun Pengamatan Tanjung Keling.....10-31
Tabel 11.1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Kota Dumai Selama 15 Tahun Terakhir 11-2
Tabel 11.2. Tata Guna Lahan Pada DAS Dumai 11-2
Tabel 11.3. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Kota Dumai Selama 15 Tahun Terakhir 11-4
Tabel 11.4. Hasil Uji RAPS.....11-5
Tabel 11.5. Hasil Uji Outlier 11-5
Tabel 11.6. Hasil Koreksi Data Hujan.....11-6
Tabel 11.7. Hasil Uji RAPS Data Hujan Baru.....11-6
Tabel 11.8. Hasil Uji Outlier Data Hujan Baru 11-7
Tabel 11.9. Analisis Parameter Statistik yang Digunakan.....11-8
Tabel 11.10. Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi 11-8
Tabel 11.11. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Normal 11-11
Tabel 11.12. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Normal.....11-11
Tabel 11.13. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel.....11-11
Tabel 11.14. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson III 11-11
Tabel 11.15. Uji Smirnov – Kolmogorov 11-12
Tabel 11.16. Hujan Rancangan dengan Berbagai Kala Ulang.....11-12
Tabel 11.17. Hujan Jam-jaman DAS Dumai 11-14
Tabel 11.18. Data Input Subbasin.....11-16
Tabel 11.19. Data Input Reach 11-16
Tabel 11.20. Hasil Simulasi Banjir DAS Dumai 11-18
Tabel 11.21. Data Karakteristik Embung Rencana.....11-20
Tabel 11.22. Hasil Simulasi Banjir DAS Dumai 11-22
Tabel 11.23. Hasil Simulasi Banjir Sungai Dumai Dengan Embung Rencana 11-22
Tabel 11.24. Data Karakteristik Embung Rencana Tambahan.....11-24
Tabel 11.25. Hasil Simulasi Penambahan Embung Untuk Reduksi Debit Banjir Sungai Dumai 11-25
Tabel 11.26. Hasil Simulasi Banjir DAS Dumai Dengan Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk 11-26

Tabel 11.27. Nilai C Tata Guna Lahan CA Sungai Kecil.....11-28
Tabel 11.28. Variabel Pehitungan Debit Puncak CA Sungai Kecil.....11-28
Tabel 11.29. Perhitungan Debit Puncak CA Sungai Kecil 11-28
Tabel 12.1. Daftar Nilai Koefisien Manning Saluran 12-10
Tabel 12.2. Hasil Simulasi Kondisi Eksisting 12-12
Tabel 12.3. Hasil Simulasi Kondisi Rencana Sungai Dumai (Tanggul dan Pelebaran Hulu) 12-39
Tabel 12.4. Perbandingan Sebelum dan Sesudah adanya Kolam Retensi 12-72
Tabel 12.5. Perbandingan Sebelum dan Sesudah adanya Embung 12-72
Tabel 12.6. Rekap Elevasi Muka Air pada Lokasi Jembatan 12-73
Tabel 13.1. Hasil Simulasi Hidrologi Penambahan Embung Untuk Reduksi Debit Banjir Sungai Dumai dari 258,8 m³/dt menjadi 110 m³/dt 13-16
Tabel 13.2. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap 13-19
Tabel 13.3. Simulasi perhitungan kebutuhan Pompa di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap 13-20
Tabel 13.4. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Syeikh Umar – Simpang Tetap.....13-21
Tabel 13.5. perhitungan koefisien limpasan di area polder Simpang Tetap – St Hasanuddin13-26
Tabel 13.6. Simulasi perhitungan kebutuhan Pompa di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin 13-28
Tabel 13.7. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanudin 13-29
Tabel 13.8. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sultan Hasanuddin - Sidorejo 13-34
Tabel 13.9. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sultan Hasanuddin - Sidorejo 13-36
Tabel 13.10. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo 13-37
Tabel 13.11. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sidorejo – Tunas Muda....13-42
Tabel 13.12. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda 13-43
Tabel 13.13. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Sidorejo – Tunas Muda 13-44
Tabel 13.14. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Tunas Muda – Bukit Datuk..13-49
Tabel 13.15. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk 13-51
Tabel 13.16. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Tunas Muda – Bukit Datuk 13-52
Tabel 13.17. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim 13-56

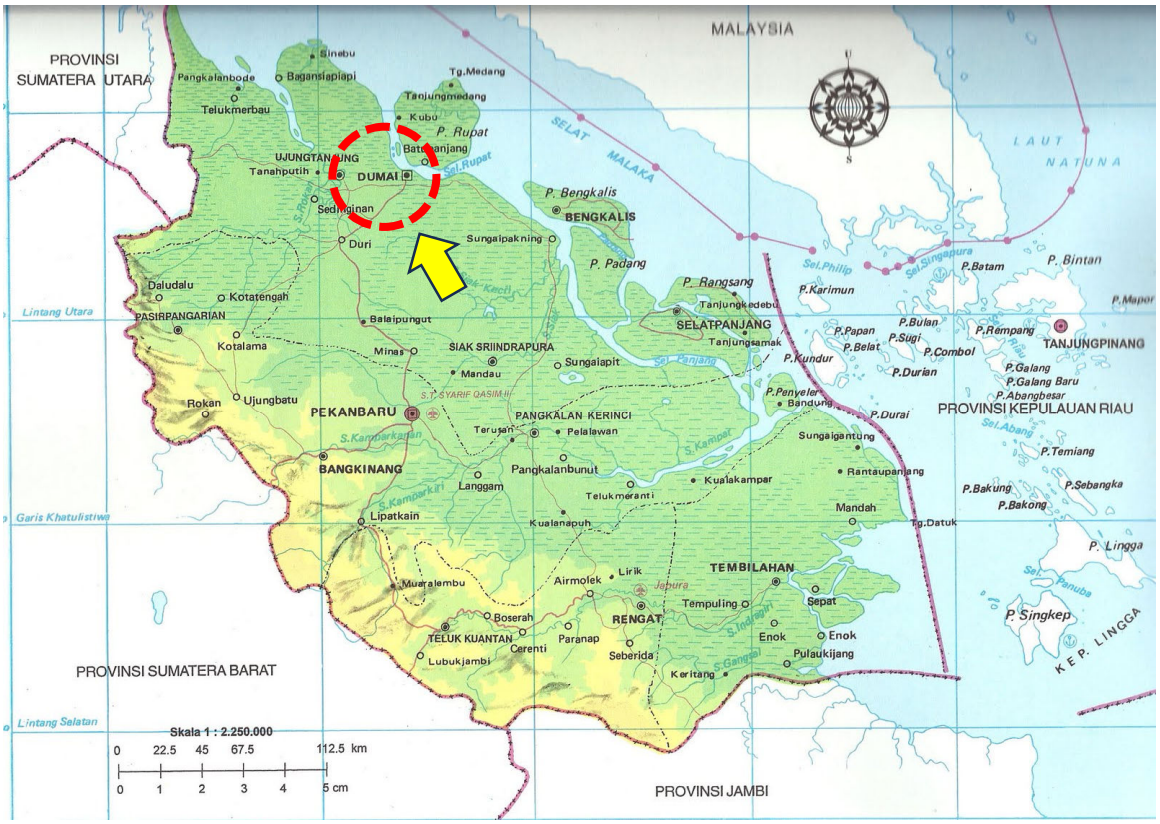
Tabel 13.18. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim 13-58
Tabel 13.19. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Datuk Laksamana - Sultan Syarif Kasim 13-59
Tabel 13.20. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin 13-68
Tabel 13.21. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin 13-70
Tabel 13.22. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin 13-71
Tabel 13.23. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-74
Tabel 13.24. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-76
Tabel 13.25. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-77
Tabel 13.26. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh 13-80
Tabel 13.27. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman 13-82
Tabel 13.28. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh 13-1
Tabel 15.1. Data dan Sumber Data 15-5
Tabel 15.2. Hubungan Konsistensi Tanah Lempung dengan data qc dan Nspt 15-8
Tabel 15.3. Hasil Penyelidikan Tanah (Sondir) Tahun 2018 15-9
Tabel 15.4. Hasil Penyelidikan Tanah (Sondir) Tahun 2018 15-9
Tabel 15.5. Sebaran Hasil Uji Sondir Tahun 2018 Bagian 1 15-9
Tabel 15.6. Sebaran Hasil Uji Sondir Tahun 2018 Bagian 2 15-10
Tabel 15.7. Sebaran Hasil Uji Sondir Tahun 2024 15-11
Tabel 15.8. Sebaran Nilai qc, Cu, H-cr, dan H-ijin dengan FK = 1,5 berdasarkan data sondir Tahun 2018 Bagian 1 15-14
Tabel 15.9. Sebaran Nilai qc, Cu, H-cr, dan H-ijin dengan FK = 1,5 berdasarkan data sondir Tahun 2018 Bagian 2 15-14
Tabel 15.10. Sebaran Nilai qc, Cu, H-cr, dan H-ijin dengan FK = 1,5 berdasarkan data sondir Tahun 2024 15-14
Tabel 15.11. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 2 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1 15-15
Tabel 15.12. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 3 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1 15-15
Tabel 15.13. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1 15-16
Tabel 15.14. Prediksi Penurunan (dalam sentimeter) Akibat Timbunan 2, 3, dan 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1 15-16

Tabel 15.15. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 2 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2 15-17
Tabel 15.16. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 3 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2 15-17
Tabel 15.17. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2 15-17
Tabel 15.18. Prediksi Penurunan (dalam sentimeter) Akibat Timbunan 2, 3, dan 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2 15-18
Tabel 15.19. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 2 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024.....15-18
Tabel 15.20. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 3 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024.....15-19
Tabel 15.21. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024.....15-19
Tabel 15.22. Prediksi Penurunan (dalam sentimeter) Akibat Timbunan 2, 3, dan 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024.....15-19
Tabel 15.23. Properties Tanah yang Digunakan Untuk Pemodelan Stabilitas Lereng.....15-21
Tabel 15.24. Rekap Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Software Plaxis...15-24
Tabel 15.25. Parameter Tanah untuk Pemodelan 15-25
Tabel 15.26. Beam Data Sets Parameters Pile Elastic.....15-25
Tabel 15.27. Rekapitulasi Angka Aman (SF) Berdasarkan Hasil Permodelan 15-30
Tabel 15.28. Rekapitulasi Tinggi Timbunan dan FOS 15-32
Tabel 15.29. Rekap SF dengan Berbagai Metode Stabilisasi 15-32
Tabel 17.1. Parameter Tanah untuk Pemodelan 17-1

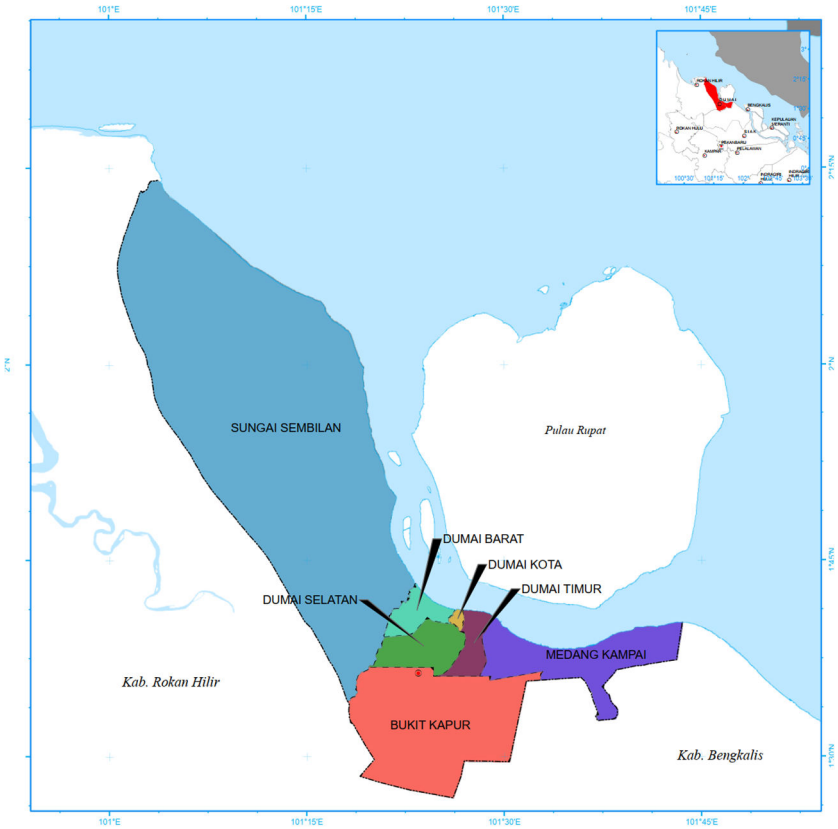
BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kota Dumai merupakan salah satu dari 12 Kabupaten/Kota di Provinsi Riau yang terletak pada posisi antara 01°26’50” - 02°15’40” Lintang Utara dan 101°0’38” - 101°43’33” Bujur Timur (BPS Kota Dumai, 2024), memiliki rata – rata ketinggian 3 meter di atas muka laut. Wilayah Kota Dumai beriklim tropis dengan curah hujan antara 100 - 300 cm dan suhu udara 24 -30 °C dengan kondisi tanah rawa bergambut. Dumai sebagian terdiri dari dataran rendah di bagian utara dan di sebelah selatan sebagian adalah dataran agak tinggi. Kondisi tanahnya mayoritas berupa tanah rawa yang bergambut dengan kedalaman antara 0 - 0,5 m. Struktur tanah umumnya terdiri dari tanah podsolik merah kuning dari batuan endapan, alluvial dan tanah organosol dan gley humus dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah. Peta lokasi Kota Dumai di Propinsi Riau dapat dilihat pada Gambar 1.1. sedangkan Peta Administratif Kota Dumai dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.1. Lokasi Kota Dumai di sebelah timur Propinsi Riau



Gambar 1.2. Peta Administratif Kota Dumai

Kota Dumai memiliki 15 sungai yang bermuara ke Selat Rupat dan Selat Malaka sebagai jalur lalu lintas perdagangan. Sungai-sungai tersebut dapat dilayari kapal pompong, sampan dan perahu sampai jauh ke hulu sungai. Kota Dumai sangat dipengaruhi oleh sifat iklim laut. Musim hujan jatuh pada bulan September hingga bulan Februari dan periode kemarau dimulai pada bulan Maret hingga bulan Agustus dengan iklim tropis basah yang dipengaruhi oleh sifat iklim laut dengan curah hujan berkisar antara 1500 mm sampai dengan 2600 mm selama 75 sampai dengan 130 hari per tahun. Jika dilihat dari segi topografi, Kota Dumai termasuk ke dalam kategori daerah yang datar dengan kemiringan lereng 0 – <3%, di mana sebelah utara Kota Dumai umumnya merupakan dataran yang landai dan ke selatan semakin bergelombang. Oleh karena topografi yang datar dan terpengaruh oleh sifat iklim laut tersebut yang menyebabkan air laut meluap melalui sungai - sungai dan menjadi banjir di kota Dumai setiap tahunnya. Selain akibat dari limpasan sungai Dumai dan Sungai Masjid, saat pasang air laut terjadi hujan lebat sehingga mengakibatkan saluran yang ada tidak mampu menampung air banjir. Beberapa titik terdapat cekungan daratan yang lebih rendah dari air pasang, sehingga

mengakibatkan genangan semakin lama untuk bisa surut. Beda tinggi antara pasang dan surut di kota Dumai bisa mencapai 3,5 m.

Kota Dumai merupakan salah satu kawasan pesisir yang rentan terhadap bencana rob (banjir pasang) dan sensitif terhadap kerusakan oleh faktor alami dan faktor artifisial (pengaruh dari manusia). Sebagai kota industri, meningkatnya aktivitas antropogenik baik pemanfaatan maupun pembukaan lahan di kawasan pesisir Kota Dumai berpengaruh terhadap intensitas bencana rob.

Banjir rob yang terjadi di Kota Dumai menimbulkan kerugian yang cukup besar. Banjir rob tidak hanya menggenangi pemukiman penduduk tetapi juga menggenangi jalan raya sehingga mengakibatkan terganggunya aktivitas warga.

Bencana banjir rob yang terjadi pada beberapa kawasan di Kota Dumai mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Tren kenaikan muka laut yang terjadi di perairan laut Kota Dumai lebih tinggi dari tren kenaikan muka laut global, yaitu berkisar antara 4.80 – 5.61 mm/ tahun. Kenaikan muka laut memberikan pengaruh terhadap luasan banjir rob yang terjadi di Kota Dumai. Cakupan area Kota Dumai yang mengalami genangan rob meliputi 4 kecamatan dan 16 kelurahan, antara lain:

- Dumai Barat (3 kelurahan Pangkalan Sesai, Purnama, Bagan Keladi),
- Dumai Selatan (3 kelurahan ; Bukit Datuk, Bumi Ayu, Ratu Sima),
- Dumai Timur (5 kelurahan; Tanjung Palas, Jaya Mukti, Teluk Binjai, Buluh Kasap, Bukit Batrem)
- Dumai Kota (5 kelurahan; Laksamana, Rimba Sekampung, Sukajadi, Bintan, Dumai Kota).

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka Pemerintah Kota Dumai melalui Dinas Pekerjaan Umum akan melaksanakan upaya pengendalian banjir di saluran drainase maupun dari sungai Dumai dan Sungai Masjid. Oleh karena itu diperlukan jasa konsultan untuk mengidentifikasi lokasi studi dan membuat rekomendasi sistem drainase di Kota Dumai dengan membuat sistem polder yakni yang terdiri dari tanggul, *storage* (tampungan) baik yang bersifat *long storage* maupun kolam *detention*/*retention*, pintu air dan pompa. Diharapkan pula, air yang tertampung di kolam dapat pula dijadikan sebagai sumber air baku masyarakat Kota Dumai.

1.2 MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud pekerjaan ini adalah sebagai upaya dalam rangka membuat Review MP Pengendalian Banjir yang berlokasi di Kota Dumai. Tujuan kegiatan ini adalah sebagai berikut:

a. Inventarisasi dan identifikasi penyebab, areal terdampak banjir dan pengendalian banjir di lokasi pekerjaan dan area yang masih berkaitan;
b. Menganalisis hasil identifikasi dan merumuskan penyebab banjir rob yang diperparah dengan datangnya banjir karena air hujan beserta dampaknya;
c. Mengidentifikasi, memetakan dan simulasi luasan kawasan banjir;
d. Menyusun alternatif upaya pengendalian banjir dari sisi sungai yang dipengaruhi oleh air pasang dengan normalisasi sungai, pembuatan tanggul yang juga sekaligus melindungi tebing sungai.
e. Mengidentifikasi masuknya air dari sisi daratan pesisir yang rendah dan mengusulkan pembuatan tanggul yang mencegah limpasan air laut
f. Perencanaan master plan sistem drainase daratan yang terintegrasi dengan menggunakan sistem polder yakni dilengkapi dengan tampungan (storage) berupa saluran dan kolam retensi dan dilengkapi dengan sistem pompa dan pintu yang mana mempertimbangan penanganan banjir pasang disertai air hujan pada poin e.
g. Merekomendasikan penataan Kawasan dengan menggunakan konsep $\Delta Q = 0$ dan berbasis alam;
h. Menyusun program rencana pegendalian banjir.

1.3 SASARAN

Sasaran dari pekerjaan adalah : Tersedianya dokumen Review MP Pengendali Banjir yang berlokasi di Kota Dumai yang merupakan salah satu upaya dalam pengendalian daya rusak air terhadap bahaya banjir karena hujan dan rob di Kota Dumai.

1.4 LOKASI KEGIATAN

Kegiatan jasa konsultansi ini harus dilaksanakan di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Lokasi pekerjaan 4 kecamatan di Kota Dumai, Provinsi Riau.

1.5 SUMBER PENDANAAN

Sumber pendanaan kegiatan ini adalah APBD Tahun Anggaran 2024 Kota Dumai, dengan HPS sebesar Rp. 1.100.000.000,- (Satu Milyar Seratus Juta Rupiah) (termasuk PPN 11%)

1.6 NAMA DAN ORGANISASI PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Pejabat Pembuat Komitmen pada pekerjaan ini adalah Bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum Kota Dumai.

1.7 SISTEMATIKA PROPOSAL LAPORAN ANTARA

Dokumen Laporan Antara ini disusun oleh Konsultan PT ADHISTYA DHARMASTITYA berdasarkan Kerangka Acuan Kerja (KAK), Rencana Kerja dan Syarat (RKS), Berita Acara Penjelasan Pekerjaan yang dikeluarkan oleh Kelompok Kerja (POKJA) PBJ PEMKOT DUMAI 2024 Dinas Pekerjaan Umum Bidang Sumber Daya Air Kota Dumai: Dokumen Laporan Akhir ini terdiri dari bab - bab sebagai berikut :

BAB I – Pendahuluan

Bab ini berisi terkait latar belakang, maksud dan tujuan, sasaran, lokasi kegiatan, sumber pendanaan, nama dan organisasi pejabat pembuat komitmen serta sistematika laporan antara.

BAB II – Kondisi Kota Dumai

Bab ini menerangkan mengenai kondisi Kota Dumai antara lain kondisi fisik Kota Dumai, kondisi sosial, budaya, dan kesehatan masyarakat (sosekbudkesmas) Kota Dumai, kondisi serta permasalahan drainase Kota Dumai, dan perkiraan perkembangan Kota Dumai yang akan datang.

BAB III – Studi Terdahulu

Dalam bab ini diuraikan mengenai studi terdahulu yang sudah dilakukan pada tahun 2018 dan 2023 mengenai drainase Kota Dumai.

BAB IV – Hasil Survei Pendahuluan

Dalam bab ini akan dipaparkan secara garis besar mengenai masalah-masalah yang terjadi pada Kota Dumai khususnya mengenai banjir.

BAB V – Survei Hidrometri dan Pasang Surut

Dalam Bab ini akan dipaparkan mengenai survei arus dan debit, survei sedimen Sungai Dumai, serta Pasang Surut Kota Dumai.

BAB VI – Survei Topografi dan Batimetri

Dalam Bab ini akan dipaparkan mengenai konsep, dasar teori, serta hasil dari survei topografi dan batimetri.

BAB VII – Survei Mekanika Tanah

Dalam Bab ini akan dipaparkan mengenai konsep, dasar teori, serta hasil dari survei mekanika tanah.

BAB VIII – Survei Inventori Saluran Drainase & Survei Drone

Dalam Bab ini akan dipaparkan mengenai hasil dari survei Inventori Saluran Drainase Kota Dumai serta Survei Drone.

BAB IX – Pembuatan Peta Topografi Digital Kota Dumai

Dalam Bab ini akan dijelaskan mengenai pembuatan Peta Topografi Digital Kota Dumai beserta hasilnya.

BAB X – Hidrodinamika Kelautan

Dalam Bab ini akan dijelaskan mengenai sumber data beserta perhitungan pasang surut, dan kenaikan muka air laut (*sea level rise*) yang terjadi di perairan Kota Dumai dan sekitarnya.

BAB XI – Hidrologi

Dalam Bab ini diuraikan mengenai perhitungan hidrologi beserta skema yang digunakan dalam Review MP Pengendalian Banjir Kota Dumai 2018.

BAB XII – Hidrolika

Dalam Bab ini diuraikan mengenai pemodelan hidrolika beserta skema yang digunakan dalam Review MP Pengendalian Banjir Kota Dumai 2018.

BAB XIII – Konsep Awal Strategi Penanganan

Dalam Bab ini akan dijelaskan mengenai konsep kami dalam menanggulangi banjir di Kota Dumai seperti penggunaan tanggul dan pengaplikasian sistem polder dalam menangani banjir di Kota Dumai.

BAB XIV – Analisis Sosial

Dalam Bab ini akan dijelaskan mengenai analisis sosial kaitannya dengan penanggulangan banjir di Kota Dumai.

BAB XV – Analisis Geoteknik

Dalam Bab ini akan dijelaskan mengenai berbagai analisis geoteknik antara lain prediksi penurunan tanah serta stabilitas lereng.

BAB 2
DESKRIPSI WILAYAH

2.1 KONDISI FISIK DAERAH STUDI

Kota Dumai memiliki rata – rata ketinggian adalah 3 meter di atas muka laut. Wilayah Kota Dumai beriklim tropis dengan curah hujan antara 100 - 300 cm dan suhu udara 24 -30 °C dengan kondisi tanah rawa bergambut. Dumai sebagian terdiri dari dataran rendah di bagian utara dan di sebelah selatan sebagian adalah dataran tinggi. Kondisi tanahnya mayoritas berupa tanah rawa yang bergambut dengan kedalaman antara 0 - 0,5 m. Struktur tanah umumnya terdiri dari tanah podsolik merah kuning dari batuan endapan, alluvial dan tanah organosol dan gley humus dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah.

2.1.1 LUAS DAERAH STUDI

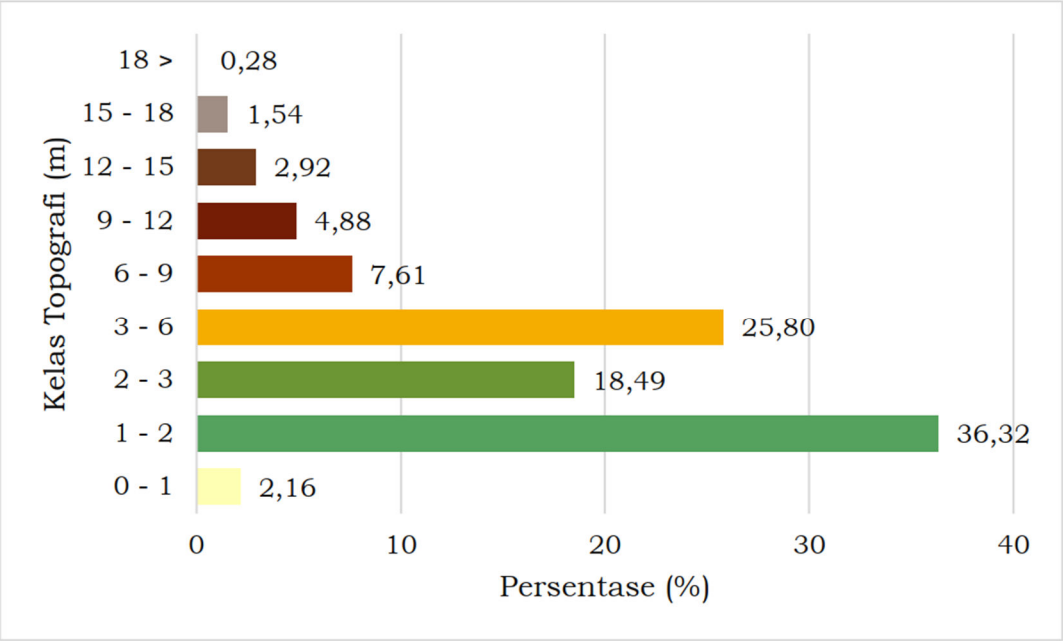
Masing-masing luas lokasi kegiatan yang terdiri dari 15 kelurahan dan 4 kecamatan, disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Luas Administrasi Daerah Studi

No	Kecamatan	Kelurahan	Luas (Ha)
1	Dumai Barat	Pangkalan Sesai	371,33
2	Dumai Barat	Purnama	1104
3	Dumai Barat	Bagan Keladi	1973
4	Dumai Kota	Rimba Sekampung	146,88
5	Dumai Kota	Sukajadi	63,61
6	Dumai Kota	Laksamana	74,08
7	Dumai Kota	Dumai Kota	78,87
8	Dumai Kota	Bintan	59,58
9	Dumai Selatan	Bumi Ayu	455,24
10	Dumai Selatan	Bukit Datuk	2045,30
11	Dumai Selatan	Ratu Sima	472,42
12	Dumai Timur	Bukit Batrem	931,72
13	Dumai Timur	Teluk Binjai	264,58
14	Dumai Timur	Tanjung Palas	1714,50
15	Dumai Timur	Jaya Mukti	373,08
16	Dumai Timur	Buluh Kasap	161,25

2.1.2 TOPOGRAFI DAN GEOLOGI

Berdasarkan data DEM topografi, mayoritas wilayah studi didominasi elevasi 1-2m dengan persentase 36,32%, 2-3m dengan persentase 18,49%, 3- 6m dengan persentase 25,8%. Mayoritas dataran rendah ini berada menjorok ke laut, yang mana merupakan kawasan permukiman utama Kota Dumai. Kawasan rendah ini terutama berada di Kecamatan Dumai Kota dengan kelas topografi 0-2m. Distribusi persentase kelas topografi disajikan pada Gambar 2.1.

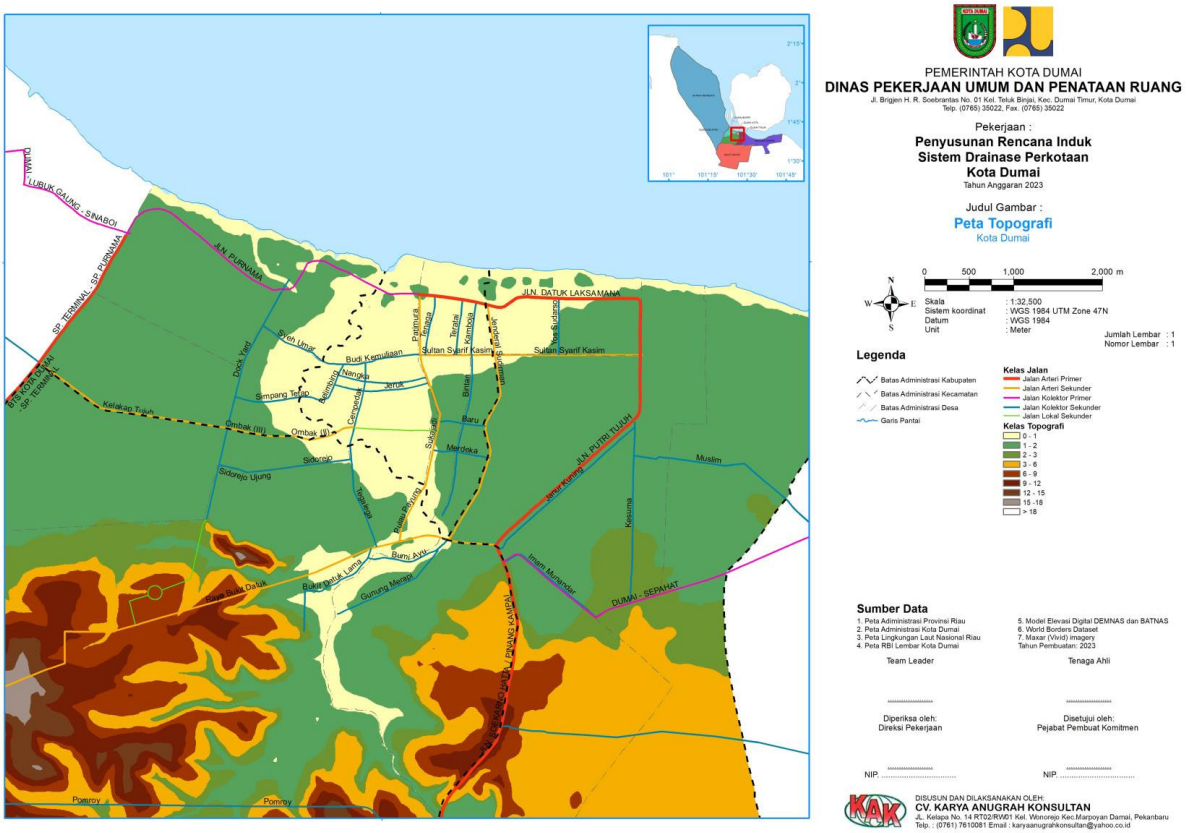


Gambar 2.1. Kelas Topografi Daerah Studi

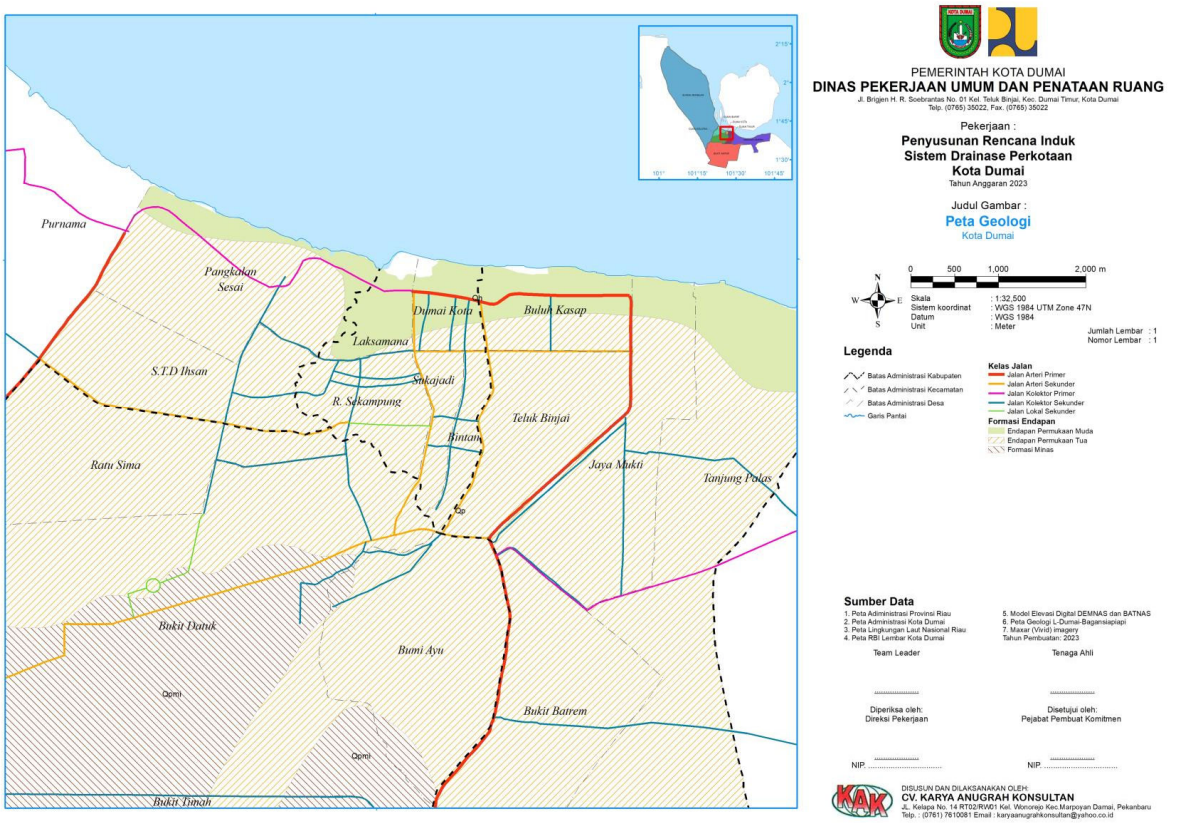
Formasi geologi terdiri dari 3 formasi yaitu:

1) Endapan Permukaan Muda (Qh): lempung, lanau dan kerikil licin, sisasisa tumbuhan, rawa gambut.
2) Endapan Permukaan Tua (Qp): lempung, lanau dan kerikil lempung, sisa-sisa tumbuhan
3) Formasi Minas (Qpmi): batu lumpur lunak terkaolinkan dan terurat, limonitkan, batu lanau, pasir dan kerikil.

Sebagian besar wilayah pesisir laut didominasi oleh endapan permukaan muda aluvial. Wilayah perkotaan terdiri dari endapan permukaan tua dan formasi minas di Kelurahan Bukit Datuk dan Bumi Ayu. Peta topografi dan geologi daerah studi ini disajikan pada gambar berikut.



Gambar 2.2. Peta Topografi Daerah Studi



Gambar 2.3. Peta Geologi Daerah Studi

2.1.3 KONDISI TANAH DAN TATA GUNA LAHAN

Kota Dumai sebagian terdiri dari dataran rendah di bagian Utara dan sebagian dataran tinggi disebelah Selatan. Pada umumnya struktur tanah terdiri dari tanah podsolik merah kuning dari batuan endapan, alluvial, dan tanah organosol dan gley humus dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah.

Jenis tata guna lahan yang ada terdiri dari permukiman, perkebunan, semak belukar, vegetasi alang dan hutan kering.wilayah perkotaan didominasi oleh permukiman dan vegetasi alang yang tersebar di pusat Kota Dumai terutama Kecamatan Dumai Kota. Sisanya oleh perkebunan dan semak belukar. Peta tata guna lahan daerah studi dapat dilihat pada gambar dibawah.

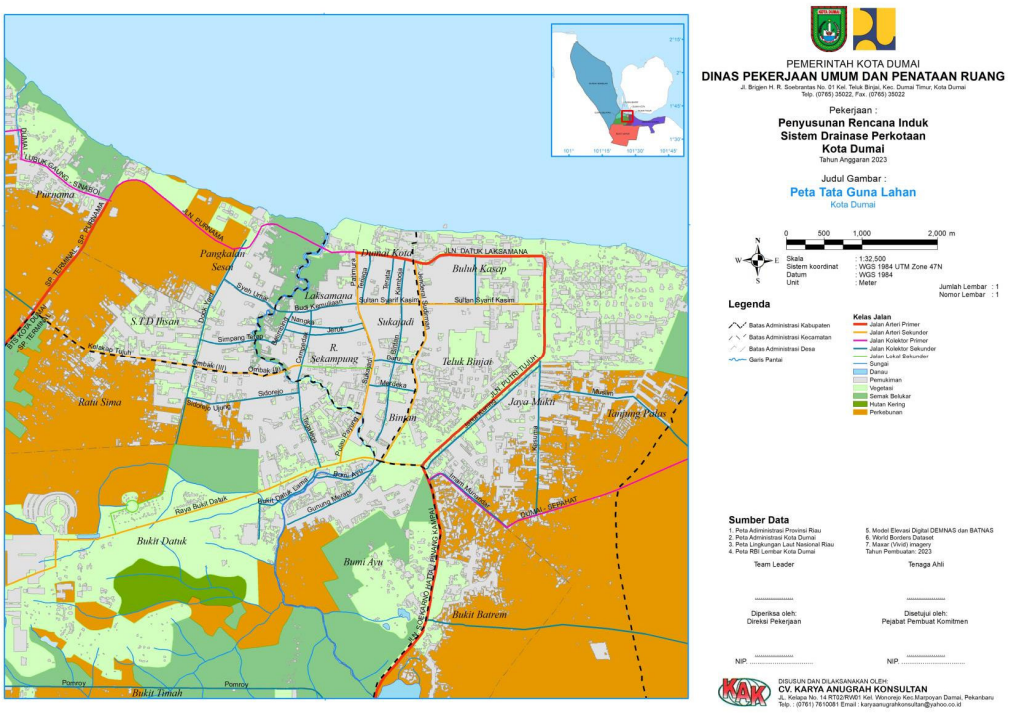
2.1.4 HIDROLOGI DAN HIDROGEOLOGI

Curah hujan terbanyak di Kota Dumai selama tahun 2023 terjadi pada bulan Oktober yaitu 308,2 mm, sedangkan yang terkecil terjadi pada bulan September yaitu 58,9 mm. Sementara itu jumlah hari hujan terbanyak terjadi pada bulan Oktober sebanyak 22 hari dan terkecil pada bulan September yaitu sebanyak 5 hari. Sebaran curah hujan bulanan dan jumlah hari hujan ini disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Curah Hujan Bulanan dan Hari Hujan Kota Dumai Tahun 2023

Bulan	Curah Hujan (mm/tahun)	Jumlah Hari Hujan (hari)
Januari	173,6	14
Februari	107,3	13
Maret	75,4	11
April	164,7	13
Mei	157,8	16
Juni	195,4	13
Juli	173,6	13
Agustus	240,2	19
September	58,9	5
Oktober	308,2	22
November	145,8	15
Desember	147,6	18

Kondisi hidrogrologi wilayah pesisir laut merupakan Aluvium Endapan Lepas, terdiri dari Kerakal, Kerikil, Pasir, Lempung, serta Gambut. Sedangkan wilayah perkotaan merupakan Endapan Aluvium Dataran berbutir kasar hingga sedang (Kerikil dan Pasir) Dengan Sisipan Lempungan. Produktivitas akuifer wilayah tersebut masuk dalam produktivitas sedang dengan penyebaran luas.



Gambar 2.4. Peta Tata Guna Lahan Daerah Studi

2.2 KONDISI SOSIAL EKONOMI, BUDAYA, DAN KESEHATAN MASYARAKAT (SOSEKBUDKESMAS)

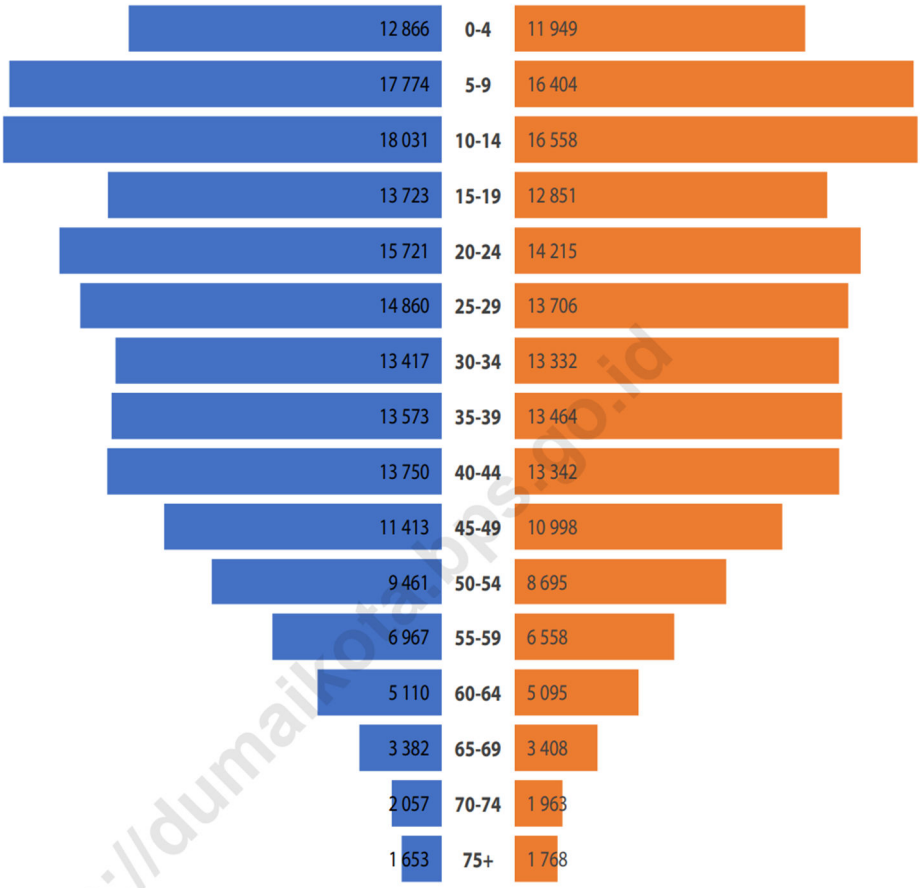
2.2.1 DEMOGRAFI

Hasil Proyeksi Interim Penduduk Kota Dumai pada pertengahan tahun 2023 sebanyak 338.064 jiwa. Jumlah penduduk Kota Dumai mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2021 sebanyak 6.232 jiwa atau sebesar 3,31%. Sementara itu, rasio jenis kelamin penduduk Kota Dumai pada tahun 2022 sebesar 105,75. Angka ini dapat diinterpretasikan bahwa dalam 100 penduduk perempuan terdapat 105-106 penduduk laki-laki.

Kepadatan penduduk di Kota Dumai tahun 2023 mencapai 164 jiwa/km2. Angka kepadatan penduduk tertinggi terletak di Kecamatan Dumai Kota sebesar 9.925 jiwa/km2 dan kepadatan terendah di Kecamatan Sungai Sembilan sebesar 33 jiwa/km2.

Kecamatan dengan penduduk terbanyak tahun 2023 adalah Dumai Timur dengan jumlah penduduk 73.634 jiwa (21,73 persen), sedangkan kecamatan dengan penduduk terendah adalah Medang Kampai dengan jumlah penduduk 18.838 jiwa (5,58 persen). Berdasarkan kelompok umur, penduduk Kota Dumai paling banyak berada pada kelompok umur 10-14 tahun dan paling sedikit pada kelompok umur 75 tahun keatas, dengan jumlah masing-masing

sebesar 34.589 jiwa dan 3.421 jiwa. Piramida penduduk dan tabel jumlah penduduk Kota Dumai disajikan pada Gambar 2.5 dan Tabel 2.3 berikut.



Gambar 2.5. Piramida Penduduk Kota Dumai Tahun 2023 (BPS Kota Dumai, 2024)

Tabel 2.3. Curah Hujan Bulanan dan Hari Hujan Kota Dumai Tahun 2023

No.	Kecamatan	Penduduk (Jiwa)	Laju Pertumbuhan Penduduk per Tahun 2020-2023 (%)
1	Bukit Kapur	55.163	3,77
2	Medang Kampai	18.838	6,69
3	Sungai Sembilan	46.564	6,18
4	Dumai Barat	46.141	2,82
5	Dumai Selatan	55.642	2,80
6	Dumai Timur	73.634	3,45
7	Dumai Kota	42.072	-0,43

2.2.2 KEGIATAN EKONOMI

Salah satu sumber alam yang cukup berperan menunjang ekspor Kota Dumai adalah minyak bumi dan hasil tambang lainnya. Nilai ekspor Dumai pada Tahun 2023 adalah sebesar USD 13.235.972.516,56. Komoditi dengan nilai ekspor terbesar adalah Lemak dan Minyak Hewan/Nabati yaitu sebesar USD 9.395.010.182,32. Negara tujuan ekspor melalui Kota Dumai dengan nilai terbesar pada tahun 2023 adalah Cina dengan nilai sebesar USD 2.317.346.248,04. Sementara itu negara asal impor terbesar melalui Kota Dumai juga berasal dari Cina dengan nilai sebesar USD 157.795.257,00.

Bila kita lihat angka Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) tahun 2022-2023 atas dasar harga berlaku menurut lapangan usaha terjadi kenaikan dari 45.052,81 miliar rupiah pada tahun 2022 meningkat menjadi 49.034,29 miliar rupiah di tahun 2023. Sedangkan PDRB atas dasar harga konstan 2010 menurut lapangan usaha tercatat 27.725,87 miliar rupiah pada tahun 2022 meningkat menjadi 29.402,61 miliar rupiah pada tahun 2023. Distribusi persentase PDRB atas dasar harga berlaku terbesar tahun 2023 adalah di lapangan usaha Industri Pengolahan yaitu sebesar 61,25 persen. Sedangkan laju pertumbuhan PDRB Kota Dumai tahun 2023 sebesar 6,05 persen dan lapangan usaha dengan laju pertumbuhan terbesar adalah Pengadaan Air; Pengelolaan Sampah, Limbah, dan Daur Ulang.

Indeks implisit di Kota Dumai pada tahun 2023 sebesar 166,77 yang artinya bahwa terjadi kenaikan harga produsen barang dan jasa di Kota Dumai sebesar 66,77 persen terhadap harga produsen barang dan jasa pada tahun 2010. Selanjutnya laju indeks implisit pada tahun 2022 sebesar 2,63 persen yang menunjukkan bahwa terjadi kenaikan harga barang dan jasa di sisi produsen sebesar 2,63 persen terhadap harga barang dan jasa di sisi produsen tahun sebelumnya, dimana sektor Jasa Perusahaan memberikan kontribusi terbanyak sebesar 3,80 persen.

Tabel 2.4. PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha di Kota Dumai dalam Miliar Rupiah, Tahun 2019 – 2023

Lapangan Usaha	2019	2020	2021	2022	2023
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	1.247,92	1.299,76	1.351,37	1.353,31	1.378,77
Pertambangan dan Penggalian	78,51	77.47	77,97	79,58	83,60
Industri Pengolahan	14.581,61	15.020,31	16.006,04	17.241,07	18.253,33
Pengadaan Listrik dan Gas	19,14	45,61	57,81	82,60	82,99
Pengadaan Air; Pengelolaan Sampah, Limbah, dan Daur Ulang	3,95	4,11	4,43	4,79	5,49
Konstruksi	2.458,03	2.383,80	2.384,99	2.502,10	2.756,16
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	4.158,87	3.730,30	4.066,73	4.202,23	4.472,74
Transportasi dan Pergudangan	712,13	465,48	467,44	510,17	540,64
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	180,83	145,58	173,38	181,31	191,16
Informasi dan Komunikasi	380,20	336,68	350,59	360,50	377,26
Jasa Keuangan dan Asuransi	270,75	280,07	29258	307,31	317,26
Real Estat	108,66	110,43	113,30	119,37	124,23
Jasa Perusahaan	1,34	1,05	1,06	1,08	1,15
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan, dan Jaminan Sosial Wajib	442,43	432,88	442,18	482,18	503,63
Jasa Pendidikan	107,28	108,79	111,57	114,00	119,61
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	40,22	46,10	50,86	53,09	56,89
Jasa Lainnya	137,02	109,57	115,97	131,19	137,70

2.2.3 BUDAYA DAN ADAT ISTIADAT

Guna mengarahkan kehidupan beragama untuk umat dan kepentingan bersama telah tersedia tempat-tempat ibadah menurut agama yang dianut baik yang dibangun oleh pemerintah maupun oleh masyarakat. Data yang dikumpulkan dari Kantor Kementerian Agama Kota Dumai menunjukkan bahwa pada tahun 2023, terdapat 252 mesjid, 283 mushola, 85 gereja protestan, 6 gereja katholik, 1 pura, 7 vihara dan 4 klenteng. Pada tahun 2023 jumlah jemaah haji Kota Dumai sebanyak 153, yang terdiri dari 72 laki-laki dan 81 perempuan. Seluruh jemaah haji telah kembali dengan selamat.

2.2.4 KESEHATAN

Pembangunan bidang kesehatan bertujuan agar semua lapisan masyarakat dapat memperoleh pelayanan kesehatan secara merata dan murah. Dengan tujuan tersebut diharapkan akan tercapai derajat kesehatan masyarakat yang baik, yang pada gilirannya memperoleh kehidupan yang sehat dan produktif. Pada Tahun 2023 terdapat 5 buah rumah sakit, 10 puskesmas, 362 dokter, 843 perawat dan 665 bidan.

Guna menanggulangi tingginya laju pertumbuhan penduduk, pemerintah melaksanakan program Keluarga Berencana. Tujuan Keluarga Berencana adalah tercapainya suatu masyarakat yang sejahtera melalui upaya perencanaan dan pengendalian jumlah kelahiran. Pada tahun 2023, di Kota Dumai terdapat 31.101 akseptor KB aktif, dimana yang terbanyak adalah penggunaan suntik yaitu sebesar 16.229 akseptor.

2.3 KONDISI DAN PERMASALAHAN DRAINASE YANG ADA

2.3.1 TATA RUANG KOTA DUMAI DALAM RELEVANSI DENGAN KEJADIAN BANJIR

Beberapa faktor tata ruang Kota Dumai yang relevansinya dengan banjir rob :

1) Pembangunan di daerah pesisir yang tidak terkendali

Pembangunan di daerah pesisir Kota Dumai antara lain yang berada di Kecamatan Dumai Timur, Dumai Barat, dan Dumai Kota yang diakibatkan oleh pesatnya pembangunan area industri, perdagangan jasa dan perumahan mengurangi ruang terbuka hijau, mangrove dan hutan bakau yang berfungsi sebagai penahan gelombang dan intrusi air laut.

2) Pemeliharaan drainase yang tidak memadai

Drainase perkotaan misalnya di Jl. Meranti Laut dan Jl. Rambutan yang tidak memadai tidak dapat menampung air hujan yang berlebihan sehingga menyebabkan banjir.

3) Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai

Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai, seperti pembangunan pemukiman di sekitar Sungai Dumai, Kecamatan Dumai Barat dan Dumai Kota yang daerah yang rawan banjir.

Pemerintah Kota Dumai telah melakukan beberapa upaya untuk mengatasi banjir rob, salah satunya adalah dengan menyusun Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Dumai Tahun 2021-2041. RTRW tersebut bertujuan untuk mengatur pemanfaatan ruang di Kota Dumai secara terpadu dan berkelanjutan. Dalam RTRW tersebut, pemerintah Kota Dumai telah menetapkan beberapa kawasan yang rawan banjir rob. Kawasan-kawasan tersebut akan dilindungi dari pemanfaatan ruang yang dapat meningkatkan risiko banjir rob. Namun upaya ketaatan hukum terhadap implementasi RTRW perlu diperkuat.

Selain itu, pemerintah Kota Dumai juga telah melakukan beberapa upaya mitigasi dan adaptasi banjir rob, seperti pembangunan tanggul laut, pemeliharaan hutan bakau, dan peningkatan kesadaran masyarakat akan bahaya banjir rob.

Upaya-upaya tersebut perlu dilakukan secara terintegrasi dan berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatif banjir rob di Kota Dumai.

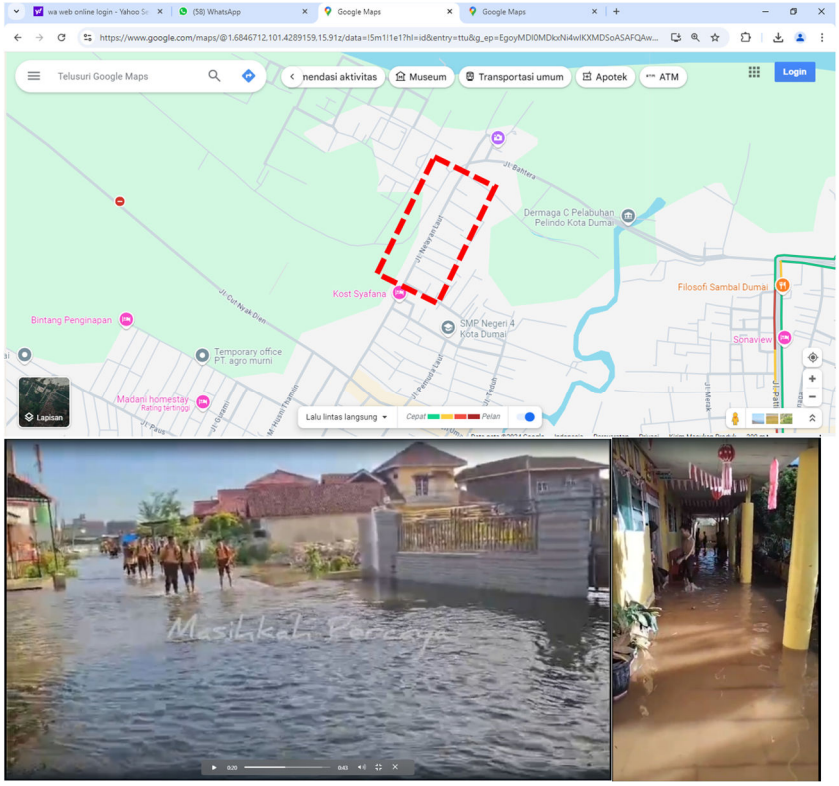
2.3.2 KONDISI SISTEM DRAINASE YANG ADA

Secara umum saluran drainase telah terbentuk dan mengalirkan air dari hulu hingga ke badan air penerima. Sebagian besar drainase telah dibuat menjadi struktur permanen. Beberapa fasilitas penunjang seperti pompa dan pintu air juga telah dibuat yang lokasinya tersebar disekitar Sungai Dumai dan kawasan pelabuhan. Selain pintu air, pintu klep juga diterapkan dibeberapa titik drainase pelabuhan untuk mengurangi perngaruh air pasang. Umumnya tanggul-tanggul drainase terus dilakukan peningkatan dengan menaikkan tinggi tanggul terutama di jalan protokol.

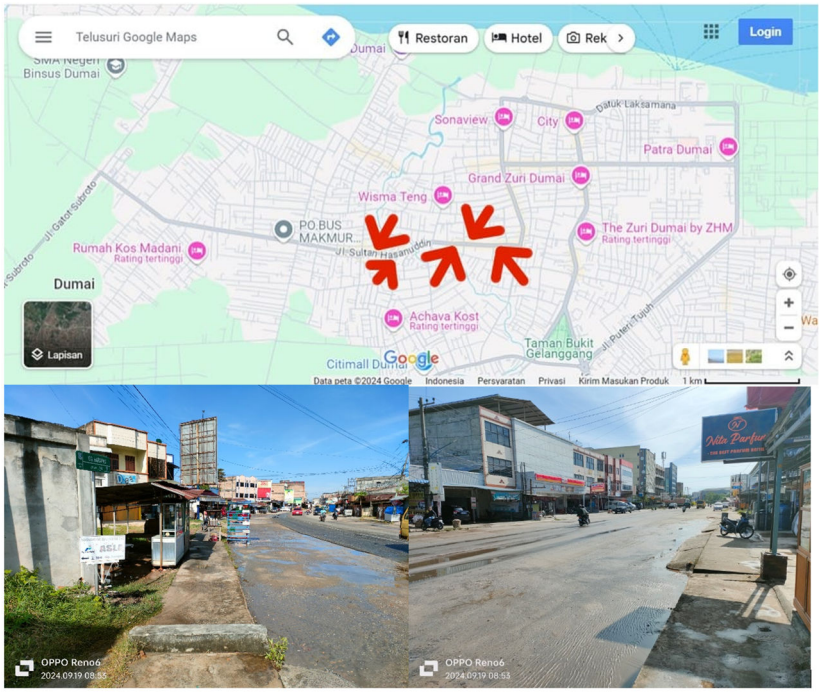
2.3.3 PERMASALAHAN DRAINASE

Beberapa kondisi yang menjadi masalah pada drainase sehingga menyebabkan terhambatnya aliran dan menyebabkan genangan dibeberapa tempat. Penyebab itu antara lain adalah:

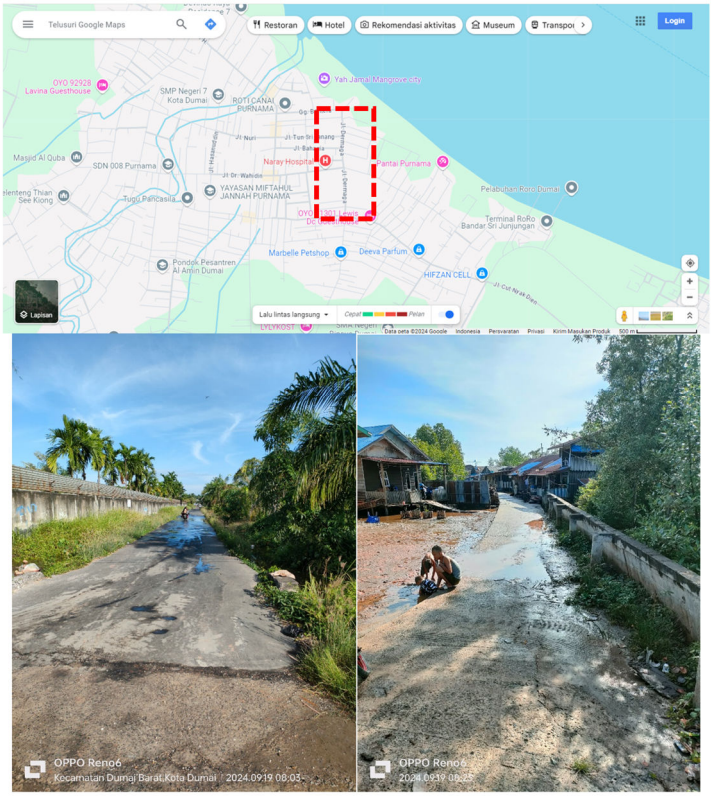
1. Naiknya muka air laut diwaktu pasang ke sistem saluran drainase.
2. Banyaknya sampah yang dibuang/masuk kesaluran drainase.
3. Banyaknya endapan sedimen pasir dan lumpur.
4. Banyaknya tanaman semak rumput dan sebagainya.
5. Sisa kontruksi yang ada di saluran tidak diangkat.
6. Saluran yang roboh dan menghambat aliran.
7. Pembangunan jembatan diatas saluran yang masuk kehalaman rumah, kantor dan ruko yang mennghalangi aliran.
8. Pembangunan perumahan yang mengambil ruang saluran.
9. Luas penampang saluran yang tidak sebanding dengan kebutuhan luas penampang yang diperlukan.
10. Adanya bangunan warung, rumah, pos dan bangunan lainnya di atas saluran dan mempersempit aliran.
11. Adanya kabel yang ditanam dalam saluran.
12. Tersumbatnya inlet air dari jalan ke saluran



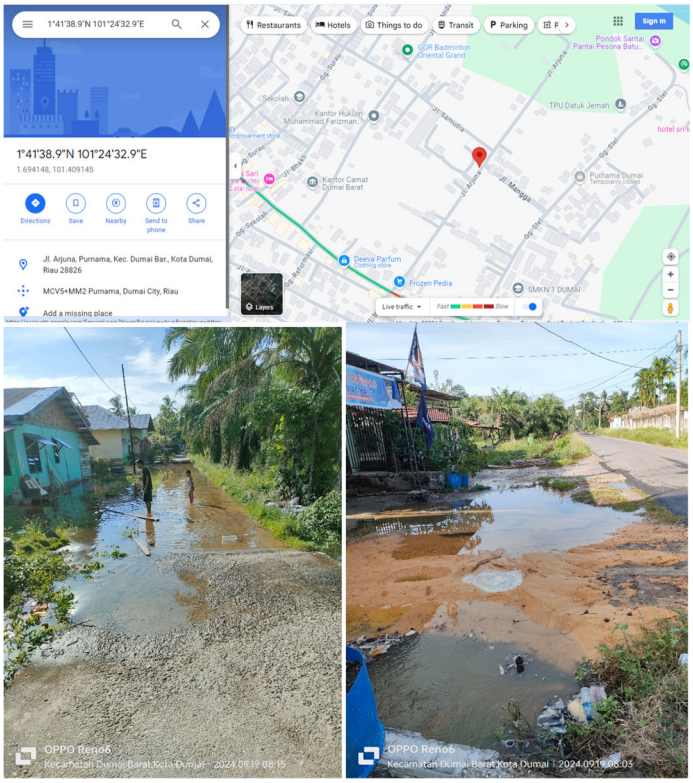
Gambar 2.6. Kejadian banjir di Jln. Pemuda Laut, Kelurahan Pangkalan Sesai Kecamatan Dumai Barat karena pasang keling tanggal 19 September 2024 mengakibatkan kegiatan sekolah SDN 003 dan SMP 4 terganggu



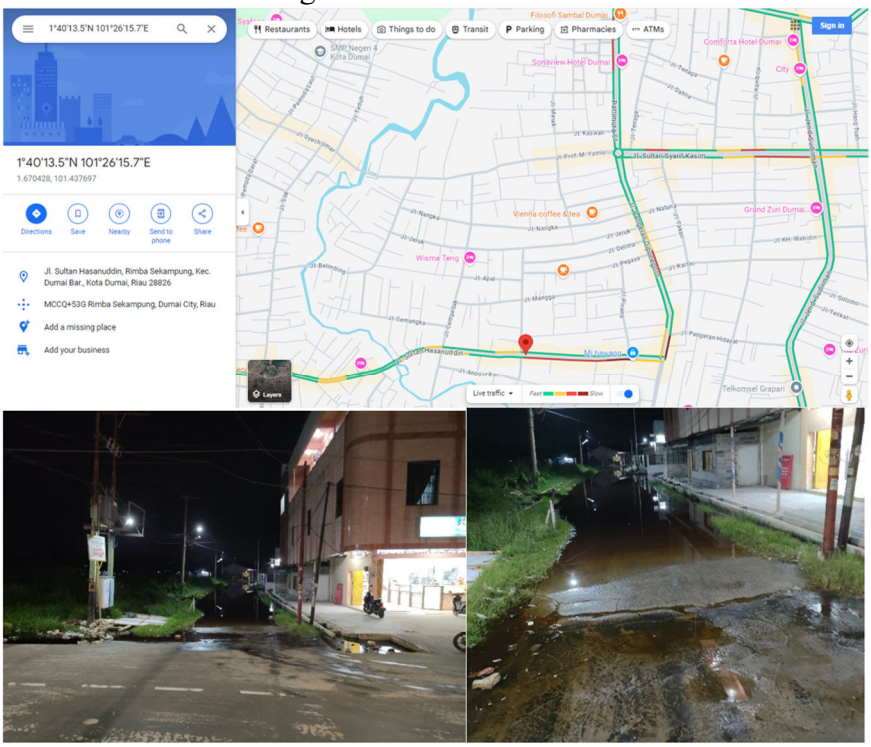
Gambar 2.7. Kejadian banjir di Jln. Sultan Hasanuddin, karena pasang keling tanggal 19 September 2024 mengakibatkan jalan tergenang menganggu aktivitas perekonomian masyarakat dan merugikan masyarakat karena kendaraan akan cepat berkarat.



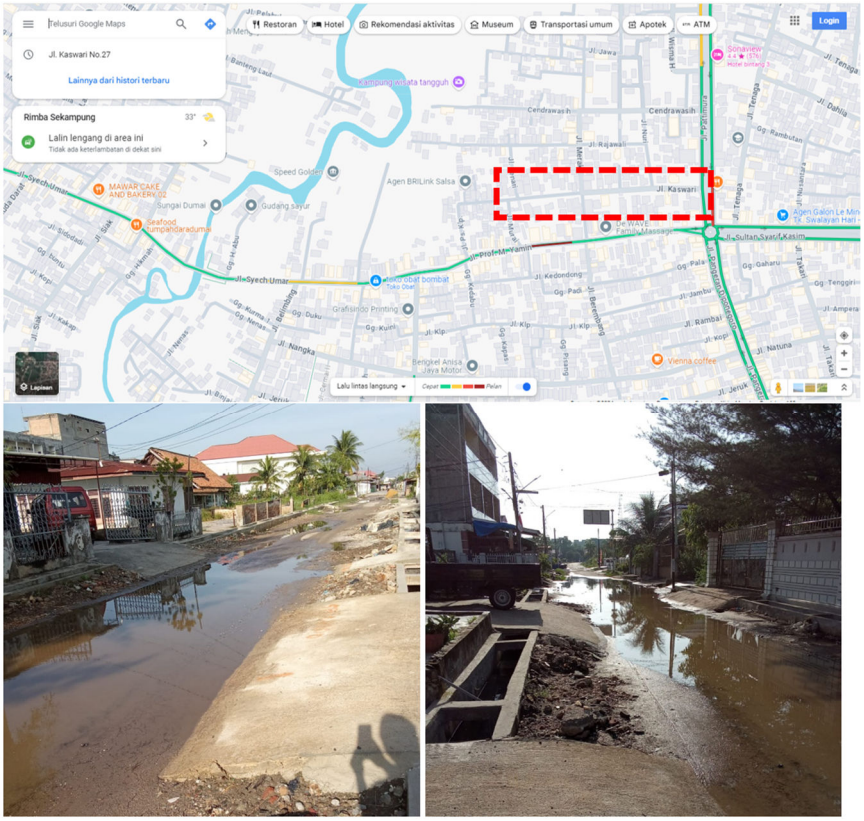
Gambar 2.8. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 19 September 2024 di Jalan Dermaga Kecamatan Dumai Barat



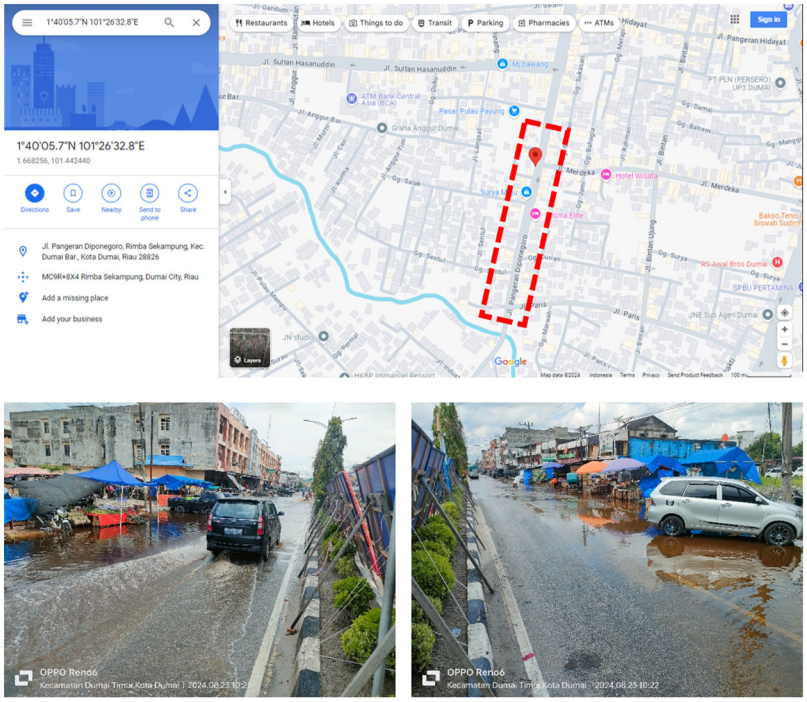
Gambar 2.9. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 19 September 2024 di Jalan Dermaga Kecamatan Dumai Barat



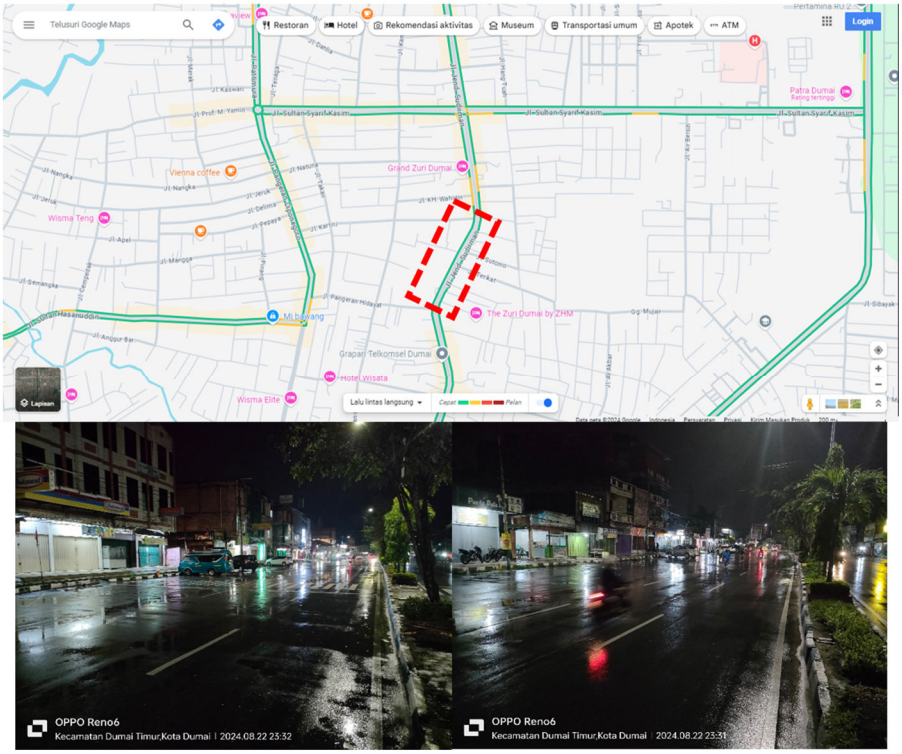
Gambar 2.10. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 18 September 2024 di pertigaan Jalan Anggur dan Jalan Arjuna Kecamatan Dumai Barat



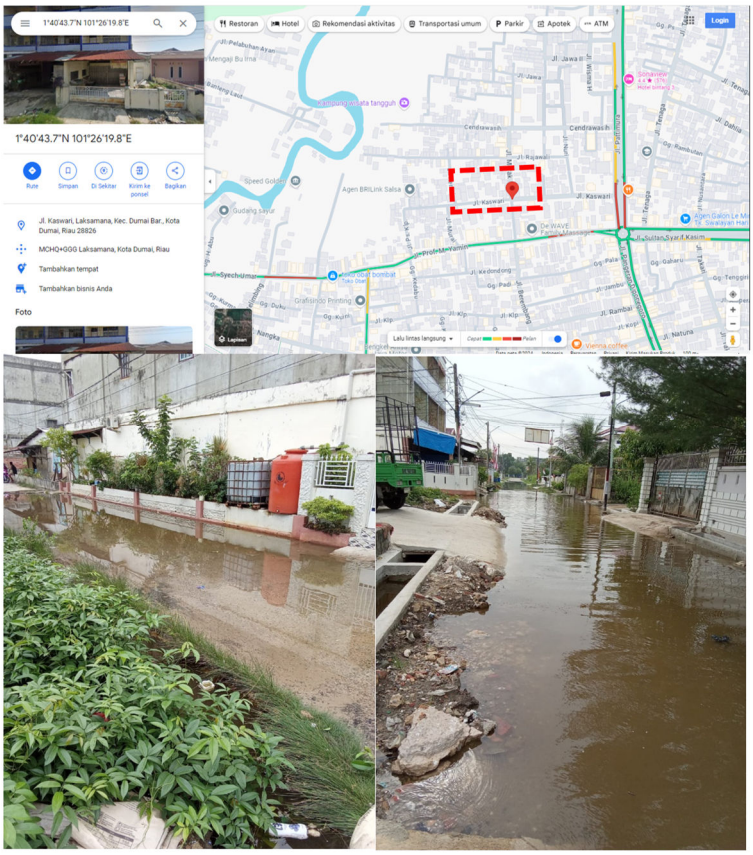
Gambar 2.11. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 5 September 2024 di Jalan Kaswari Kecamatan Dumai Barat



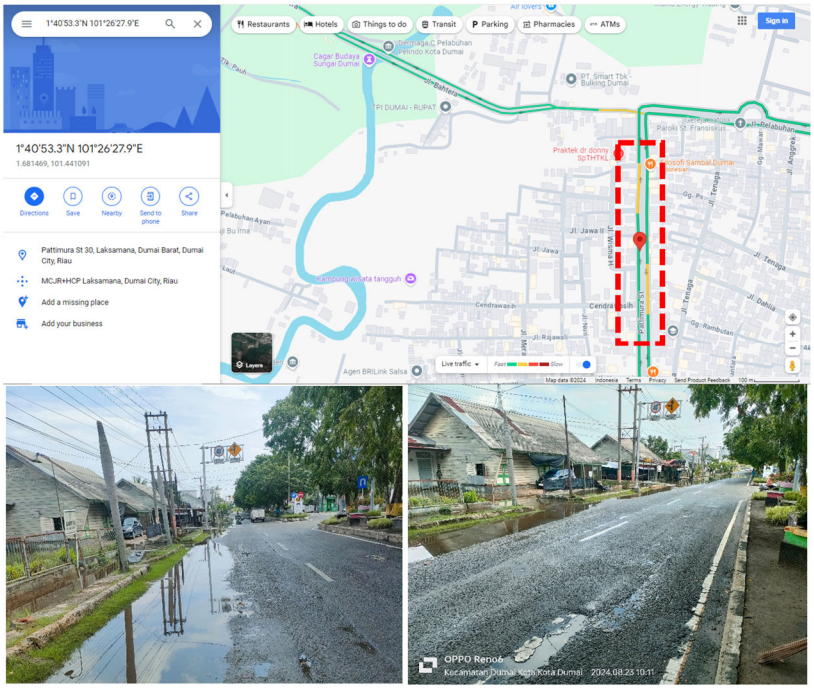
Gambar 2.12. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 23 Agustus 2024 di Jalan Pangeran Diponegoro, Desa Sukajadi, Kecamatan Dumai Kota



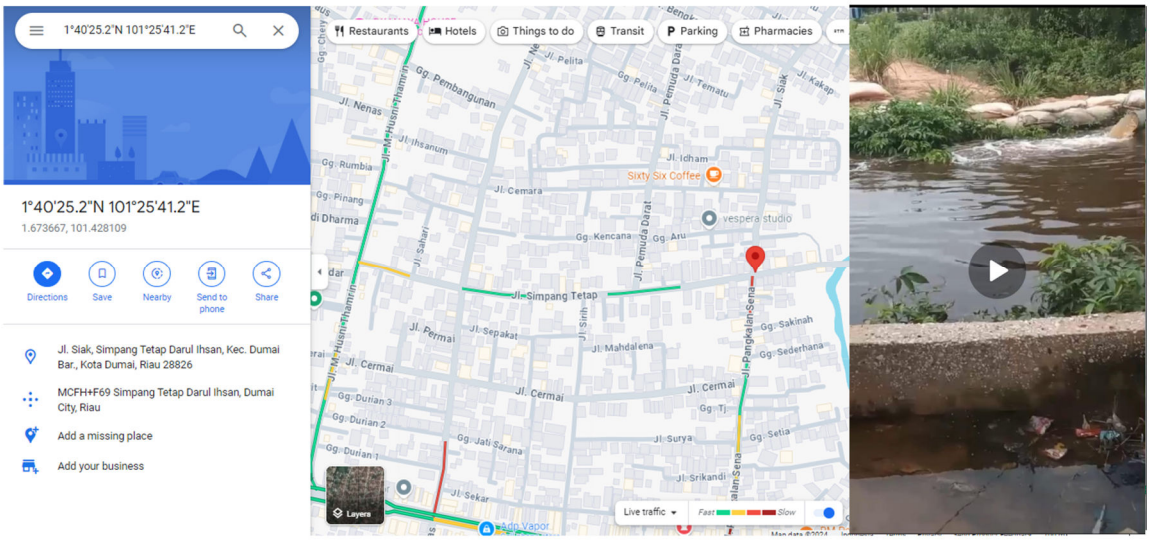
Gambar 2.13. Genangan karena hujan tanggal 22 Agustus 2024 di Jalan Jenderal Sudirman Kecamatan Dumai Timur



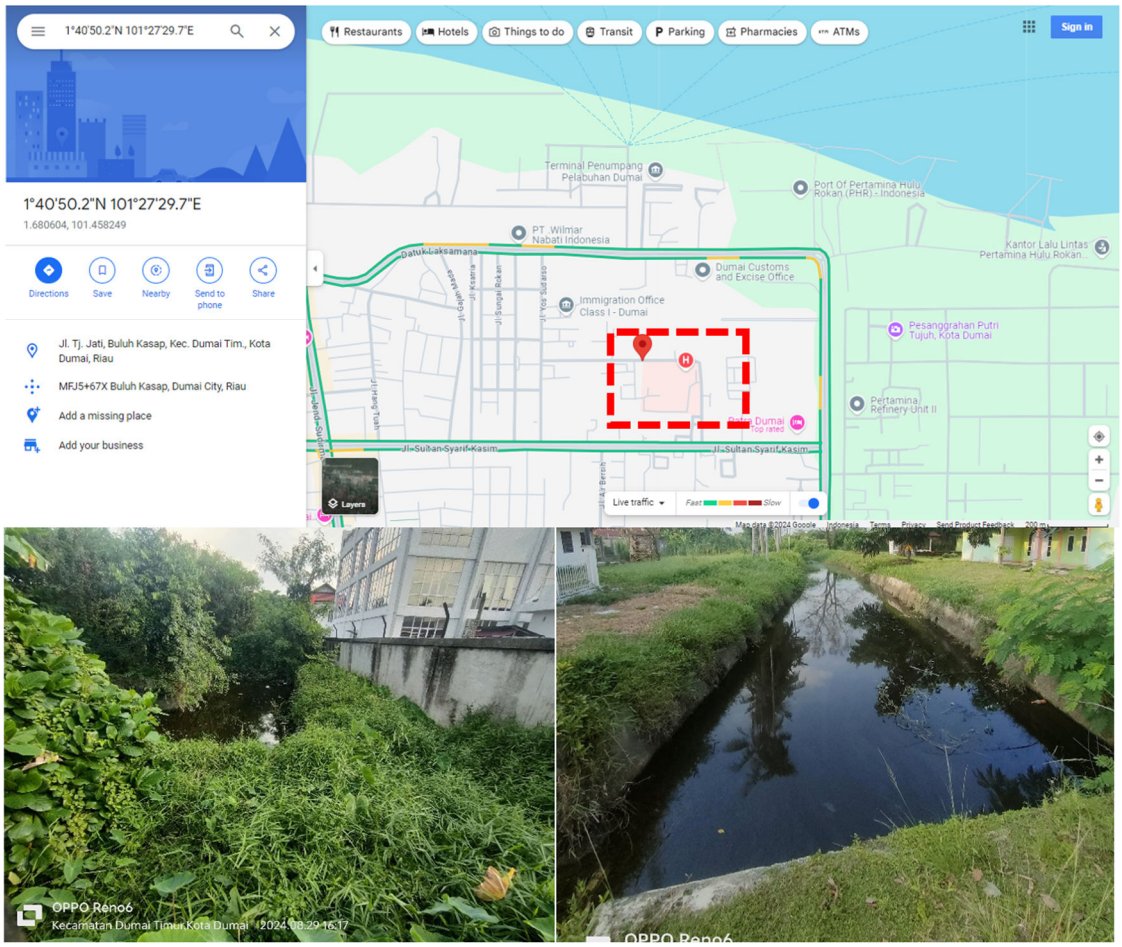
Gambar 2.14. Genangan karena hujan tanggal 22 Agustus 2024 di Jalan Jenderal Sudirman Kecamatan Dumai Timur



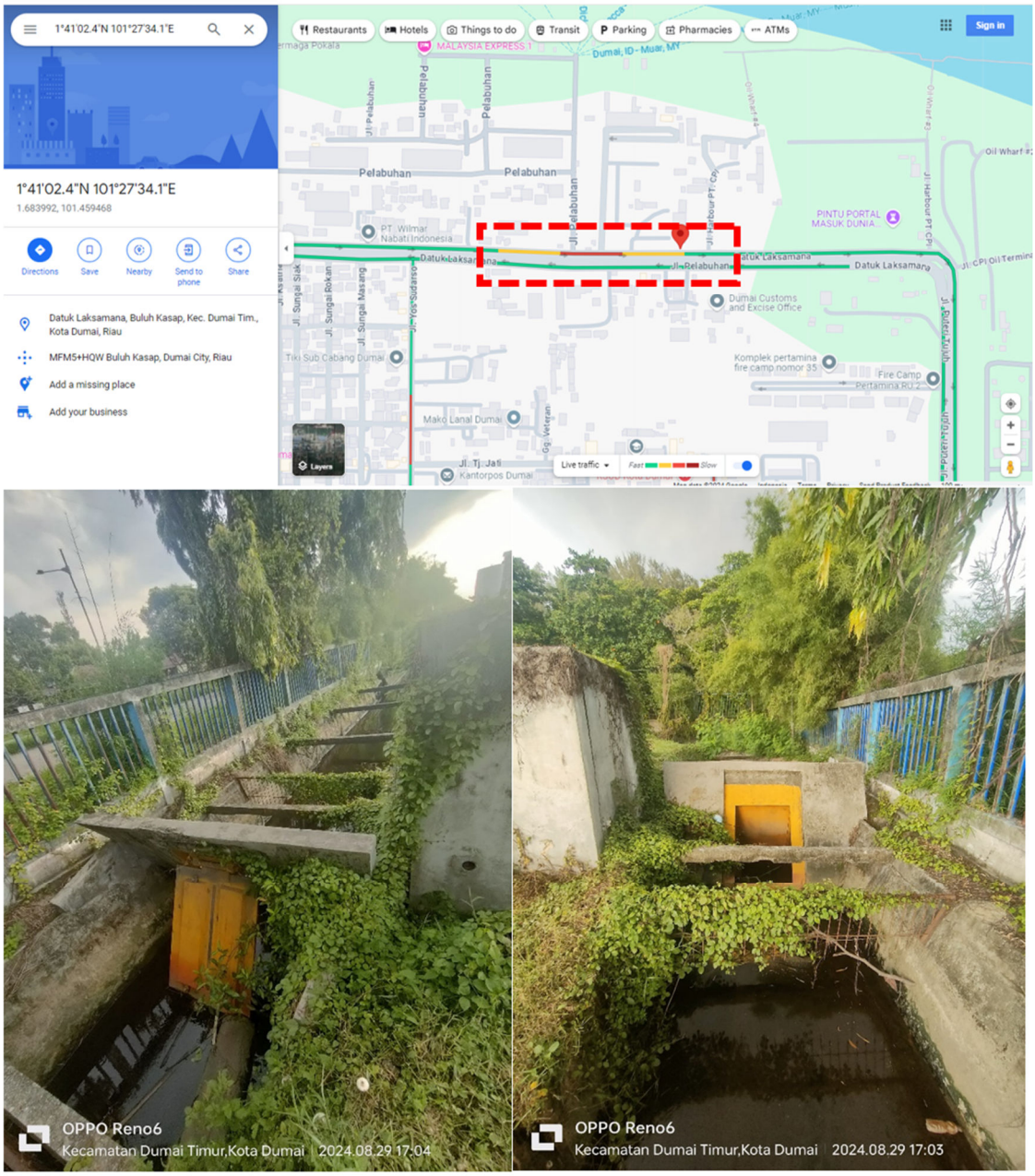
Gambar 2.15. Genangan karena hujan tanggal 22 Agustus 2024 di Jalan Jenderal Sudirman Kecamatan Dumai Timur



Gambar 2.16. Lokasi pintu air di simpang tetap



Gambar 2.17. Kondisi saluran di sekitar RSUD Kota Dumai



Gambar 2.18. Kondisi saluran drainase dan pintu klep di Jalan Datuk Laksamana Kecamatan Dumai Timur

2.3.4 IDENTIFIKASI PENYEBAB BANJIR

Secara umum penyebab banjir dikelompokkan menjadi:

1. Banyaknya air yang mengalir di permukaan (run off) terutama didaerah yang padat penduduk, pergudangan, jalan besar dan lapangan.
2. Kapasitas penampang saluran yang kecil dibandingkan dengan kebutuhan.
3. Tersumbatnya saluran dan inlet yang ada akibat sampah, sedimentasi pasir, lumpur dan tumbuhan.
4. Beralih fungsinya lahan serapan air menjadi perumahan dan bangunan lain.
5. Banjir rob di kawasan rendah oleh air pasang.
6. Kurangnya penerapan O&P pada drainase.

2.4 PERKIRAAN PENGEMBANGAN YANG AKAN DATANG

2.4.1 PROYEKSI PENDUDUK

Pertumbuhan penduduk berkaitan erat dengan peningkatan penggunaan ruang terutama untuk permukiman dan fasilitas sosial lainnya. Proyeksi pertumbuhan penduduk dihitung dengan menggunakan laju pertumbuhan rata-rata Kota Dumai tahun 2020-2023 sebesar 3,31%. Hasil perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk 30 tahun disajikan pada Gambar 2.19 berikut.

Gambar 2.19. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kota Dumai (BPS Kota Dumai, 2024)

Tahun 2023 populasi Kota Dumai adalah sebanyak 338.064 jiwa Hasil perhitungan dari gambar di atas diperoleh pertumbuhan penduduk Kota Dumai di tahun 2054 adalah 565.362 jiwa.

2.4.2 RENCANA TATA RUANG WILAYAH

Berdasarkan Perda No. 15 tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Dumai Tahun 2019-2039, kawasan permukiman akan meliputi lebih dari 3/4 kawasan daerah studi dari 15 kelurahan tersebut. Kawasan perdagangan dan jasa dipusatkan pada jalan-jalan protokol. Kawasan pelabuhan berada di pesisir Kota Dumai, meliputi kelurahan Buluh Kasap, Dumai Kota dan Pangkalan Sesai. Peta pola ruang dari RTRW di daerah studi disajikan pada Gambar 2.20 di bawah.

Kawasan resapan air yang merupakan bagian dari Kawasan Peruntukan Lindung, berada di Kecamatan Dumai Barat, Kecamatan Dumai Timur, Kecamatan Dumai Selatan, dan Kecamatan Dumai Kota. Sempadan sungai ditetapkan seluas kurang lebih 189,83 hektar di kecamatan Dumai Kota, Kecamatan Dumai Timur, Kecamatan Medang Kampai, dan Kecamatan Sungai Sembilan. Kawasan rawan banjir tersebar di Kecamatan Dumai Barat, Kecamatan Dumai Kota, Kecamatan Dumai Selatan, dan Kecamatan Sungai Sembilan.

2.4.3 RENCANA PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR KOTA

Strategi untuk pengembangan sarana dan prasarana perkotaan untuk mendukung kegiatan-kegiatan perkotaan berdasarkan Perda No. 15 tahun 2019 RTRW Kota Dumai tahun 2019-2039 meliputi:

a. Meningkatkan keterpaduan inter dan intra moda transportasi darat, laut dan udara;
b. Meningkatkan akses serta layanan jaringan jalan arteri, kolektor dan jaringan jalan lokal;
c. Meningkatkan kapasitas dan pengembangan sistem pelayanan energi, melalui diversifikasi teknologi dan sumber energi, perluasan jaringan distribusi dan peningkatan kualitas pelayanan;
d. Meningkatkan kapasitas dan pengembangan sistem pelayanan telekomunikasi dan informasi melalui diversifikasi teknologi, perluasan jaringan pelayanan dan peningkatan kualitas pelayanan;
e. Meningkatkan kapasitas instalasi pengolahan, perluasan jaringan distribusi dan peningkatan kualitas pelayanan ke arah sistem produksi air bersih siap minum;
f. Mengembangkan sistem jaringan drainase, sistem pembuangan limbah domestik, sistem pengelolaan limbah industri, dan limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah b3) serta sistem persampahan terpadu.

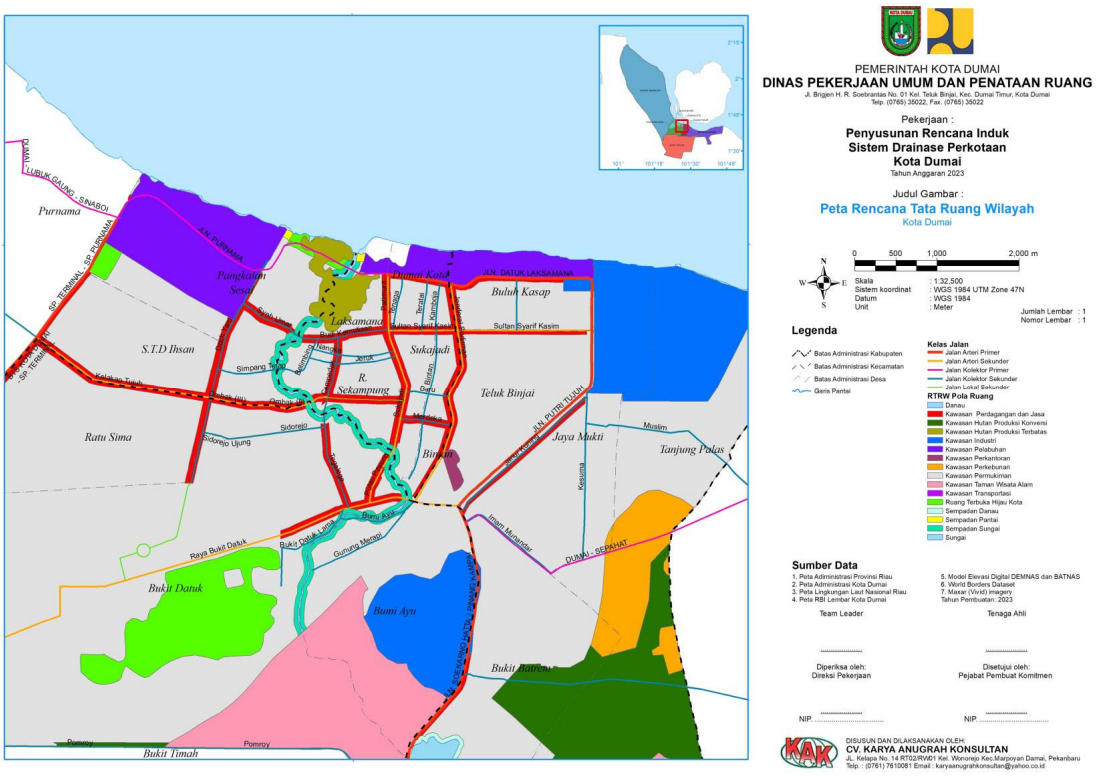
Sistem drainase dalam RTRW Kota Dumai meliputi:

a. Jaringan primer, berada di:
   - Saluran Parit Paman di Kecamatan Medang Kampai; dan
   - Saluran Bintan-Kamboja di Kecamatan Dumai Timur.

b. Jaringan sekunder pada sungai kecil disepanjang jaringan jalan kolektor primer menuju sungai besar yang tersebar di wilayah kota; dan

c. Jaringan tersier berupa pembuangan air limbah rumah tangga dikembangkan pada saluran drainase disepanjang jaringan jalan kolektor sekunder menuju jaringan sekunder.

Prasarana drainase dikembangkan melalui normalisasi saluran, rehabilitasi saluran, penambahan saluran baru, dan pembangunan bangunan prasarana dan bangunan penunjang drainase pada daerah kawasan rawan banjir di pusat Kota.



Gambar 2.20. Peta Pola Ruang RTRW Daerah Studi

BAB 3
STUDI TERDAHULU

3.1 REVIEW MASTERPLAN DAN DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED) BANJIR KOTA DUMAI TAHUN 2018

Maksud dari kegiatan Review Masterplan dan Detail Engineering Design (DED) Banjir Kota Dumai pada tahun anggaran 2018 adalah:

- Menghasilkan suatu produk rencana Masterplan dan DED penanganan Banjir di Kota Dumai , mulai dari penanganan Saluran Drainase serta Pengelolaan Sungai Dumai yang dapat menjadi panduan atau pedoman dalam penanganan pengendalian banjir di daerah alir Kota Dumai.
- Penyediaan RTH yang disesuaikan dengan peruntukan yang telah ditentukan dalam rencana tata ruang baik RTRW Kota Dumai .
- Menyiapkan Dokumen Studi dan Detail Desain Pengendalian Banjir dan Pengamanan Infrastruktur Sungai yang dilengkapi dengan perhitungan teknis, RAB & BOQ agar dapat dipakai sebagai pedoman dalam pelaksanaan konstruksi bangunan pengendali banjir, Jalan inspeksi pengamanan infrastruktur Sungai Dumai seperti jalan inspeksi, pengelolaan Danau Bunga Tujuh dan pembuatan embung.

Beberapa hal lain yang diperoleh dari studi ini adalah :

- Analisis hidrologi menggunakan Stasiun Pinang Kampai selama 9 tahun data hujan maksimum tahunan.
- Analisis HEC-RAS
- Beberapa titik lokasi pengambilan sampel tanah telah dilakukan, sehingga pada studi 2024 akan dilakukan survei tanah di lokasi yang lain.
- Rencana tanggul di sepanjang sungai dumai, akan tetapi desain ini belum mengakomodir kegiatan aktifitas masyarakat seperti penambatan boat/perahu.
- DED Danau Bunga Tujuh.
- RAB yang dibutuhkan untuk keduanya.

3.2 RENCANA INDUK SISTEM DRAINASE PERKOTAAN – KOTA DUMAI TAHUN 2023

3.2.1 SUMBER DATA

Dari studi ini, data-data diperoleh dari :

Jenis Data Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan – Kota Dumai (2023)	Manfaat Bagi Studi Saat Ini (2024)
Analisis genangan	Daerah genangan yang terdahulu sudah jelas dan sudah diverifikasi pada studi kali ini, dan saat studi ini dilakukan pengecekan ulang daerah genangan yang ada , dan daerah genangan yang belum ada akan dilengkapi.
Daerah Aliran Sungai Dumai	Studi 2024 menggunakan DAS hasil delinasi yang digunakan 2023, karena kedua studi ini dilakukan dalam jangka tahun yang tidak berbeda jauh.
Pasang Surut, diambil data dari stasiun BIG yang terletak di dermaga PELINDO dengan koordinat 1°41'20,97"BT dan 101°26'38,76"LU selama rentang waktu 3 Agustus hingga 12 September 2023. Dalam studi ini belum dianalisis terhadap pasang surut rencana untuk menentukan HHWL, MHWL, MSL, MLWL dan LLWL.	Informasi dari website BIG akan digunakan nilai HHWL, MSL dan LLWL-nya. Konsultan juga berusaha mendapatkan data BIG selama 1 tahun terakhir yakni rentang waktu 1 November 2023 – 31 Oktober 2024. Dari data pasang surut ini akan dianalisis pula nilai dari HHWL, MSL dan LLWL -nya. Walau di website BIG telah dinyatakan nilai HHWL, MSL dan LLWL nya, konsultan akan mengecek nilai tersebut berdasarkan data yang baru. Studi 2024 ini juga mengikat BM DM 0 yang dibuat BIG sebagai BM acuan dimana peil pengamatan pasang surut telah diikat dengan BM DM 0 milik BIG ini.
Curah hujan di ambil dari stasiun Bukit Kapur dengan koordinat 1°33'45,27"LU dan 101°22'53,87"BT. Panjang tahun pengamatan data adalah 43 tahun dari tahun 1980 hingga 2022.	Curah hujan di ambil dari stasiun Bandara Pinang Kampai dengan koordinat 1°36'43,51"LU dan 101°25'59,30"BT. Lokasi stasiun hujan Pinang Kampai relatif dekat dengan Kota Dumai dimana lokasi banjir (studi) berada jika dibandingkan dengan stasiun Bukit Kapur. Pada studi ini jumlah data hujan selama 15 tahun terakhir.

3.2.2 INVENTARISASI SISTEM DRAINASE

JENIS ANALISIS 2023	MANFAAT BAGI STUDI SAAT INI (2024)
<u>Sistem Drainase eksisting</u> Dalam survei ini dilakukan penilaian kondisi dan pengukuran dimensi penampang, dengan kategori penilaian : a. Bersampah b. Banyak Vegetasi (Semak, Rumput, dll) c. Ada Kabel dalam Drainase d. Inlet Air dari Jalan ke Drainase Tersumbat (Sampah, Tertutup Tanah, Tidak Ada Lubang) e. Saluran Drainase Melimpas/Terjadi Genangan F. Sedimentasi Tinggi f. Saluran Drainase Mampet g. Saluran Drainase Rusak, Pecah, dan Retak	Pada studi 2024 ini, mengecek kembali dimensi dan arah aliran serta melengkapi data saluran baru yang dibangun tahun anggaran 2024. Masukan dari konsultan adalah tidak jelasnya apa yang menjadi karakteristik saluran primer, sekunder dan tersier. Konsultan memberikan usulan untuk saluran primer adalah utamanya saluran yang menuju Sungai Dumai atau saluran alam lainnya yang langsung menuju ke laut, seperti saluran di jalan Putri Tujuh. Bisa jadi saluran besar, hirarkinya menjadi saluran sekunder, seperti saluran di jalan Jenderal Sudirman. Akan tetapi dimensi saluran sekunder yang sudah terlanjur besar akan menguntungkan terhadap sistem polder yang nantinya di tawarkan sebagai konsep solutif terhadap pengendalian banjir di Kota Dumai. Salah satu infrastruktur penting dalam sistem polder adalah tampungan (storage) yang bisa berupa memanjang saluran (*long storage*) dan kolam retensi (*retention pond*).
<u>Bangunan Pendukung</u> Jumlah pintu air berdasarkan hasil survei berjumlah 26 pintu air. Sedangkan rumah pompa diperoleh 12 rumah pompa. Dari 12 rumah pompa, 9 diantaranya berfungsi dan 3 lainnya tidak berfungsi. Sedangkan pintu air, 5 diantaranya tidak berfungsi dan 21 pintu air lainnya berfungsi dengan baik	Studi 2024 berusaha memahami fungsi pintu dari masing-masing lokasi yang ada. Kebanyakan pompa yang berfungsi menjadi tidak optimal karena disebabkan masih banyaknya kebocoran aliran dari Sungai Dumai atau Pelindo masuk ke kawasan darat lewat pintu-pintu yang ada.

3.2.3 EVALUASI SISTEM DRAINASE EKSISTING

Jenis Evaluasi Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan – Kota Dumai (2023)	MANFAAT BAGI STUDI SAAT INI (2024)
<u>Analisis Hidrologi</u> Dengan menggunakan data stasiun Bukit Kapur. Dilihat dari datanya, terdapat data-data yang nilainya rendah, sehingga dimungkinkan saat itu stasiun pengamatan tidak bekerja dengan baik.	Karena menggunakan sumber data yang berbeda, maka dapat dipastikan bahwa hujan rancangannya akan berbeda pula. Disamping itu, data 15 tahun terakhir dapat mencerminkan pengaruh dampak global warming yakni intensitas curah hujan yang semakin tinggi.
<u>Analisis Hidraulika</u> Analisis hidraulika dengan menggunakan data ruas drainase yang telah disurvei dimensinya kemudian dimasukkan kedalam program EPASWMM untuk selanjutnya dilakukan analisis kapasitas saluran. Analisis ini tidak jelas perhitungannya karena kemiringan saluran tidak ada. Analisa hidraulika belum mengintegrasikan pasang surut air laut. Kondisi eksisiting mengindikasikan bahwa beberapa kontur elevasinya lebih rendah dibandingkan dengan elevasi muka air laut terutama saat pasang keling. Jika kondisi pasang keling, saluran drainase yang ada dan beberapa dataran rendah akan menjadi pintu masuk bagi air laut pasang untuk menggenangi daratan. Dengan demikian saluran akan dipenuhi oleh air pasang keling.	Dengan mengusulkan adanya sitem polder, maka saluran akan berfungsi sebagai storage terutama jika saat pasang. Karena pintu akan ditutup, selama pasang 4 jam. Sehingga kapasitas saluran lebih ditekankan pada kapasitas penyimpanan volume air selama 4 jam tersebut. Saat ini, saluran yang ada lebih banyak terisi oleh air pada saat pasang, dan di beberapa tempat dimensi saluran tidak mampu menampung volume air laut saat pasang. Kondisi ini akan diperburuk jika saat pintu ditutup, di daerah tangkapan air dalam sistem polder mengalami hujan lebat.

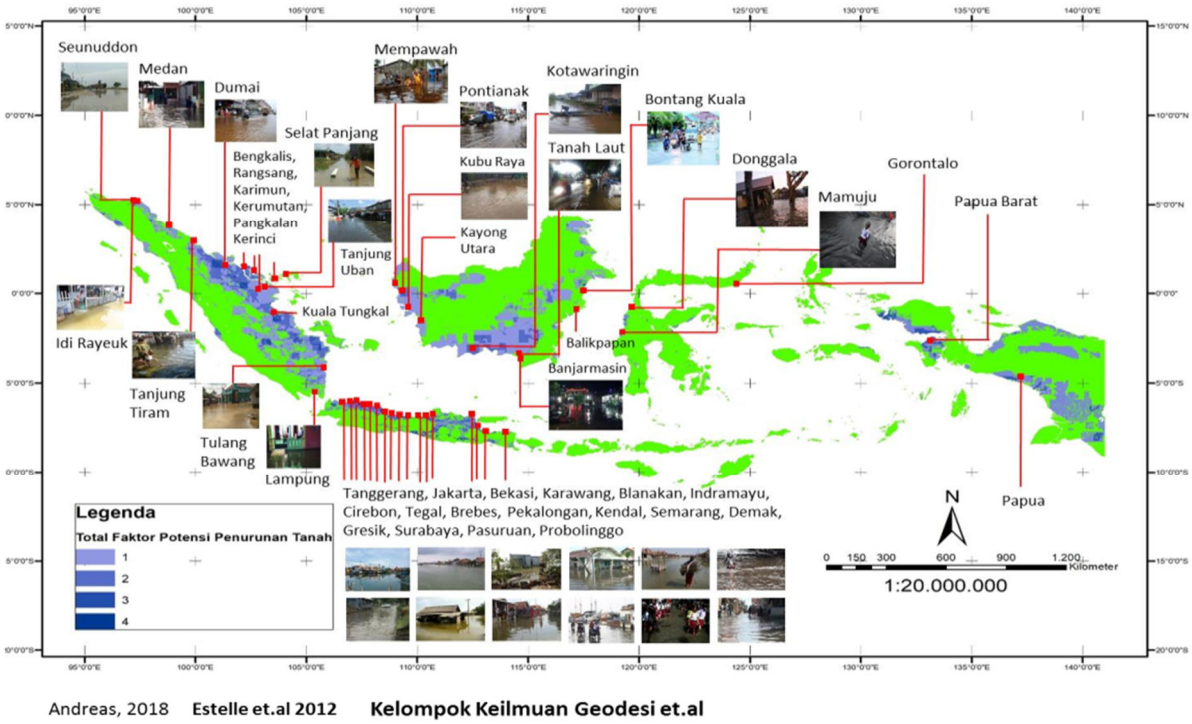
3.2.4 PERENCANAAN SISTEM DRAINASE

Jenis Evaluasi Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan – Kota Dumai (2023)	MANFAAT BAGI STUDI SAAT INI (2024)
<u>Normalisasi Saluran</u> Normalisasi saluran yang dimaksud dalam hal ini adalah melakukan pembersihan saluran eksisting dari adanya sumbatan dan sedimentasi. Dengan demikian kapasitas saluran akan seperti saat awal mulanya dan koefisisen gesekan sesuai dengan bahan pembuatnya (tidak menjadi kasar akibat adanya sedimentasi). Dengan demikian aliran akan semakin lancar sehingga kapasitas saluran akan bertambah	Karena konsep yang diusulkan pada studi ini adalah sistem polder, maka fungsi saluran akan lebih sebagai longstorage. Diharapkan saluran mampu menyimpan volume air akibat limpasan aliran permukaan selama air laut pasang akibat adanya tanggul dan pintu air. Mulai dari MSL, kemudian naik menjadi elevasi puncak saat pasang dan kemudian kembali lagi ke MSL akan memerlukan waktu 4 jam. Selama 4 jam, maka luapan aliran permukaan air hujan akan ditampung di saluran dan kolam retensi yang direncanakan. Apabila volume tampungan kuragan, maka air yang ditampungan harus dikurangi dengan cara dipompa.
<u>Penerapan Sistem Polder</u> Volume tampungan polder dihitung dengan menggunakan konsep volume tampungan saluran primer dan sekunder dan kolam retensi serta pompa	Konsep perhitungan perencanaan sistim polder nantinya harus : a. Simulasi mempertimbangkan dari jam ke jam posisi pasang surut air laut. b. Poin A juga akan dipengaruhi oleh hidrograf banjir sungai. c. Selama elevasi muka air ≥ MSL , maka pintu akan ditutup. Kondisi pintu ini ditutup, diperkirakan membutuhkan waktu 4 jam. d. Saat ditutup maka luapan air hujan yang jatuh di Daerah Tangkapan Air (DTA) sistem polder akan ditampung di sepanjang saluran dan potensi kolam retensi. Elevasi muka air banjir di saluran adalah elevasi muka air maksimum di daerah cekungan dimana dipertimbangkan agar saat air tinggi tidak meluap ke jalan. Dengan demikian tidak semua kapasitas saluran akan terisi dengan penuh tampungan luapan air hujan. e. Saat kurang 10 cm dari muka air banjir yang terendah, maka pompa akan dijalankan. Sehingga akan dipertimbangkan hidrograf banjir di saluran.

BAB 4
HASIL SURVEI PENDAHULUAN

4.1 *LAND SUBSIDENCE*

Kota Dumai termasuk dalam kota yang mengalami *land subsidence* berdasarkan penelitian Kelompok Keahlian Geodesi ITB (Andreas, 2018). Elevasi muka air laut Kondisi air laut yang cenderung naik (lihat di pembahasan bab Hidrodinamika kelautan) ditambah dengan penurunan permukaan tanah setempat yang cenderung lebih tinggi lajunya dibandingkan kenaikan muka air laut, mengakibatkan genangan air di daratan terutama saat pasang keling akan semakin tinggi. Kondisi ini diperburuk jika saat pasang keling bersamaan dengan hujan yang tinggi.



Gambar 4.1. Kota di Indonesia yang mengalami *Land Subsidence*

Pada Gambar 4.1. Kota Dumai termasuk 112 Kabupaten/Kota di Pesisir wilayah Indonesia yang saat ini tengah dan berpotensi mengalami banjir rob akibat *land subsidence* dan perubahan iklim (*sea level rise*)

Kemungkinan penyebab terjadinya land subsidence di kota Dumai adalah :

- Sebagian pesisir daratan terbentuk dari lapisan gambut.
- Pengambilan air tanah secara masif terutama di pusat kota akibat pemenuhan kebutuhan air melalui air permukaan yang berlebihan.

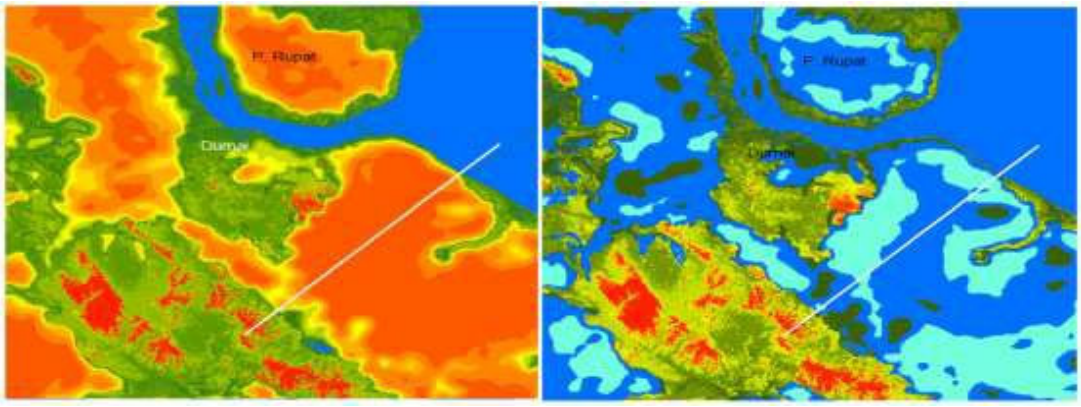
- Drainase lahan gambut yang salah sehingga menyebabkan pematusan kadar air di gambut yang berlebihan menyebabkan lahan gambut lebih cepat menurun.
- Efek pembebanan dapat menyebabkan kompaksi pada lapisan tanah bagian atas yang menyebabkan adanya penurunan muka tanah

Gambar 4.2. Peta Masalah Amblesan Tanah di Dataran Rendah Pesisir Indonesia

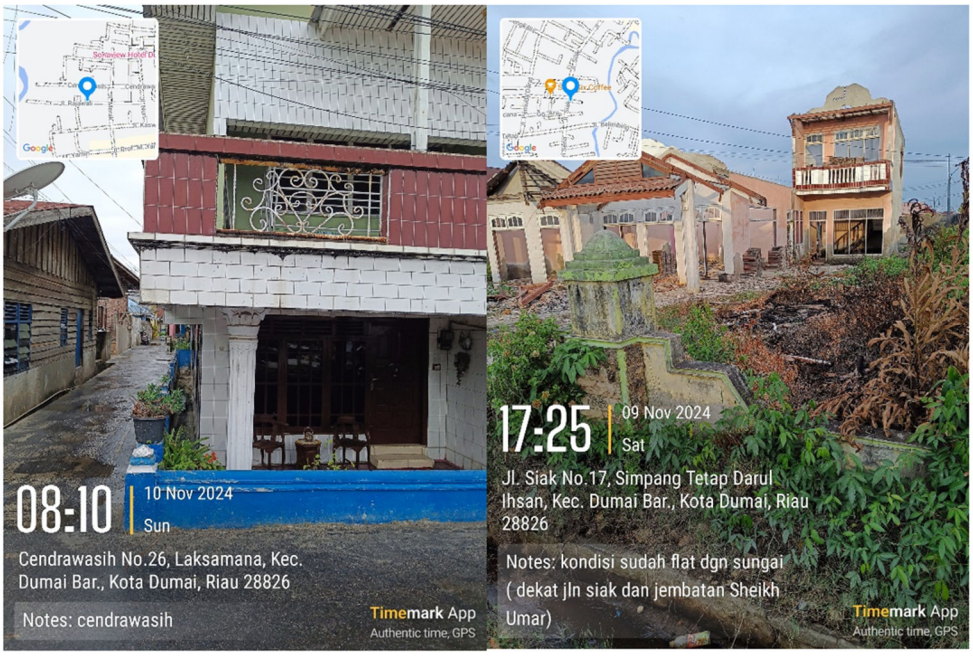
Penanaman tanaman non gambut pada ekosistem gambut menjadi salah satu faktor utama subsiden gambut. Pohon-pohon produksi seperti kelapa sawit dan akasia merupakan tanaman non gambut yang tidak boleh terpapar air dari tanah gambut karena sifatnya asam. Oleh karena itu, ketika dilakukan penanaman tanaman non gambut tersebut pada lahan gambut, pengelola melakukan pengeringan/ drainase untuk menurunkan muka air tanah gambut sehingga tanaman dapat tumbuh secara optimal dan tidak terendam. Pengeringan tersebut dilakukan dengan cara membuat kanal/saluran air. Namun demikian, sebagai dampak dari pembuatan kanal tersebut, lahan gambut menjadi kering karena airnya mengalir ke saluran drainase. Ketika semakin kering maka terjadi proses oksidasi yang berlanjut ke kompaksi gambut. Kejadian kompaksi tersebut berasosiasi dengan subsiden di lahan gambut.

Hal lain yang mulai disadari adalah ketika subsiden terjadi maka lambat laun pohon-pohon tersebut dapat berpotensi terpapar kembali oleh air tanah gambut. Ketika terpapar, kemungkinan paling buruk adalah pohon-pohon tersebut tidak dapat bertahan dalam kondisi air

yang asam (mati). Untuk menghindari hal tersebut, penggalian drainase kembali kerap dilakukan oleh pengelola. Hal ini berdampak pada subsiden gambut yang terus berlanjut dalam waktu yang lama hingga mencapai laju penurunan 1-6 cm/ tahun. Lahan gambut yang telah mengalami subsiden tanah yang sangat rendah atau telah mencapai batas lahan yang tidak dapat di drainase lagi (*drainability limit*) akan mengalami banjir laut. Jika hal ini terus dibiarkan maka ancaman kehilangan lahan (*land loss*) akan semakin tinggi dan fungsi regulasi gambut dalam mengalirkan air tawar secara alami ke ekosistem sungai atau rawa di sekitarnya juga akan terganggu/rusak.



Gambar 4.3. Proyeksi Subsiden dan Banjir Laut di Wilayah Dumai, Pulau Rupat, dan sekitarnya (Fahmudin et al. 2014).



Gambar 4.4. Kondisi rumah yang mengalami land subsidence, ada yang membuat tanggul di sekeling rumah dan ada yang terpaksa pindah.

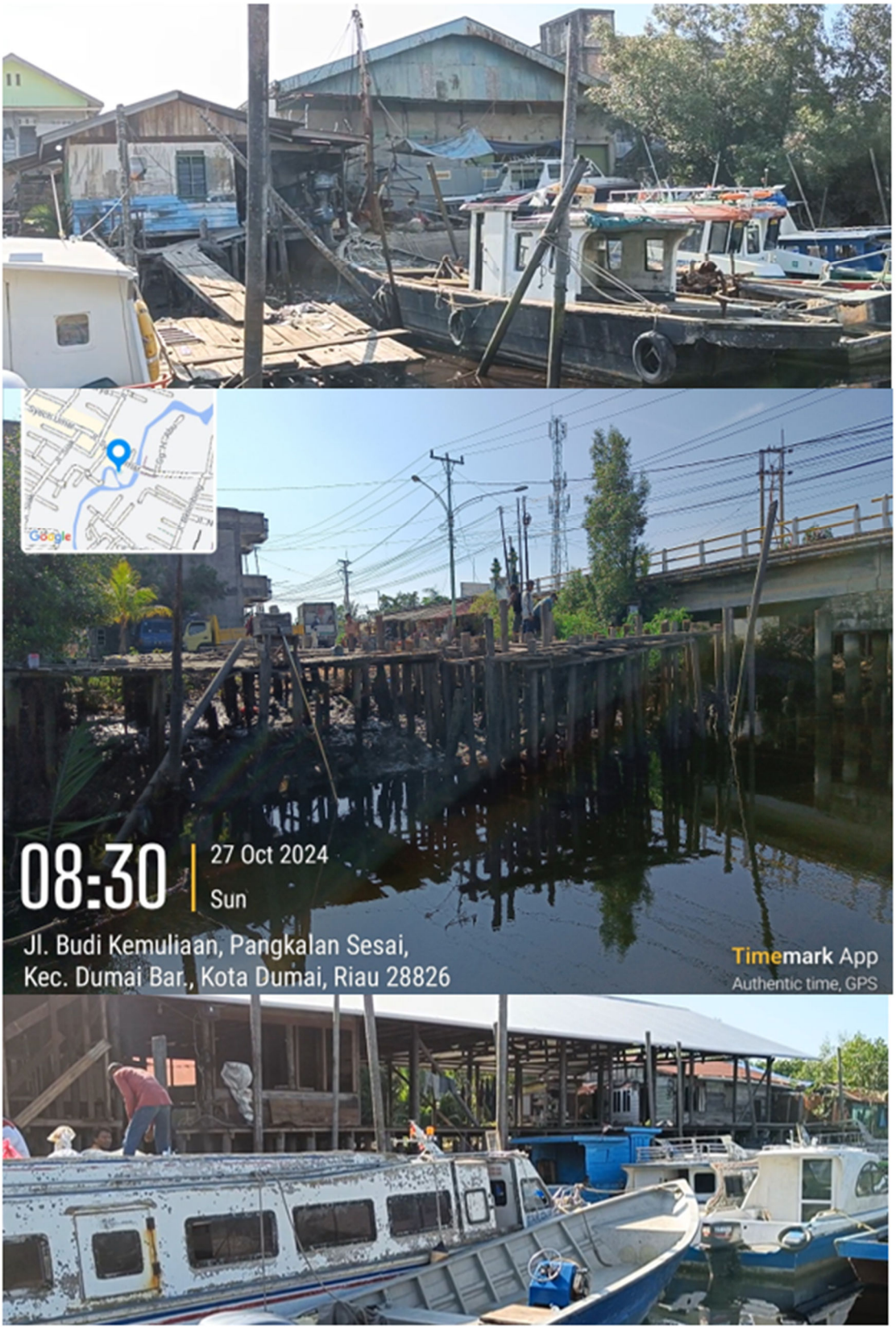
Gambar 4.5. Info dari pemilik rumah dekat jembatan Syeikh Umar, mereka mulai mengalami rob sekitar 8 tahun yang lalu, sedangkan saat ini ketinggian rob sekitar 55 cm, sehingga kemungkinan laju penurunan tanah sekitar 55 cm/8 tahun = 7 cm/tahun.

Gambar 4.6. Elevasi muka air banjir di dekat pompa air Jln. Belimbing menunjukkan bahwa muka air sudah di atas saluran eksisting.

4.2 DAERAH BANTARAN DIGUNAKAN MASYARAKAT SECARA ILLEGAL

Daerah bantaran sungai Dumai digunakan sebagian masyarakat untuk aktifitas perekonomian dan rumah tinggal. Hal ini akan mempersulit penanganan luapan air pasang keling yang masuk lewat Sungai Dumai. Untuk itu perlu ditertibkan agar sungai dapat dibangun tanggul yang disertai dengan jalan inspeksi serta pintu ditempat-tempat tertentu nantinya. Permasalahan ini menjadi suatu permasalahan sosial yang harus di selesaikan agar dalam proses pembangunan tanggul sungai nantinya tidak ada hambatan sosial / perlawananan dari masyarakat.

Gambar 4.7. Contoh lokasi daerah pemukiman padat di bantaran sungai, yang seharusnya tidak boleh dihuni.



Gambar 4.8. Banyak pemukiman dan usaha masyarakat yang berada di bantaran sungai yang seharusnya ditertibkan yang merupakan bagian dari penanggulangan banjir Kota Dumai.

4.3 KURANGNYA KESADARAN MASYARAKAT MENGENAI SALURAN EKSISTING

Beberapa hal terkait kondisi saluran eksisting yang mengurangi efektifitas saluran eksisting dalam mengalirkan debit, terutama debit alirab permukaan akibat air hujan adalah sebagai berikut :

- Banyaknya sampah yang dibuang/masuk kesaluran drainase.
- Banyaknya endapan sedimen pasir dan lumpur.
- Banyaknya tanaman semak rumput dan sebagainya.
- Sisa kontruksi yang ada di saluran tidak diangkat.
- Saluran yang roboh dan menghambat aliran.
- Pembangunan jembatan diatas saluran yang masuk kehalaman rumah, kantor dan
- ruko yang mennghalangi aliran.
- Pembangunan perumahan yang mengambil ruang saluran.
- Luas penampang saluran yang tidak sebanding dengan kebutuhan luas penampang yang diperlukan.
- Adanya bangunan warung, rumah, pos dan bangunan lainnya di atas saluran dan mempersempit aliran.
- Adanya kabel yang ditanam dalam saluran.
- Tersumbatnya inlet air dari jalan ke saluran
- Pintu air yang tidak berfungsi karena rusak belum diperbaiki

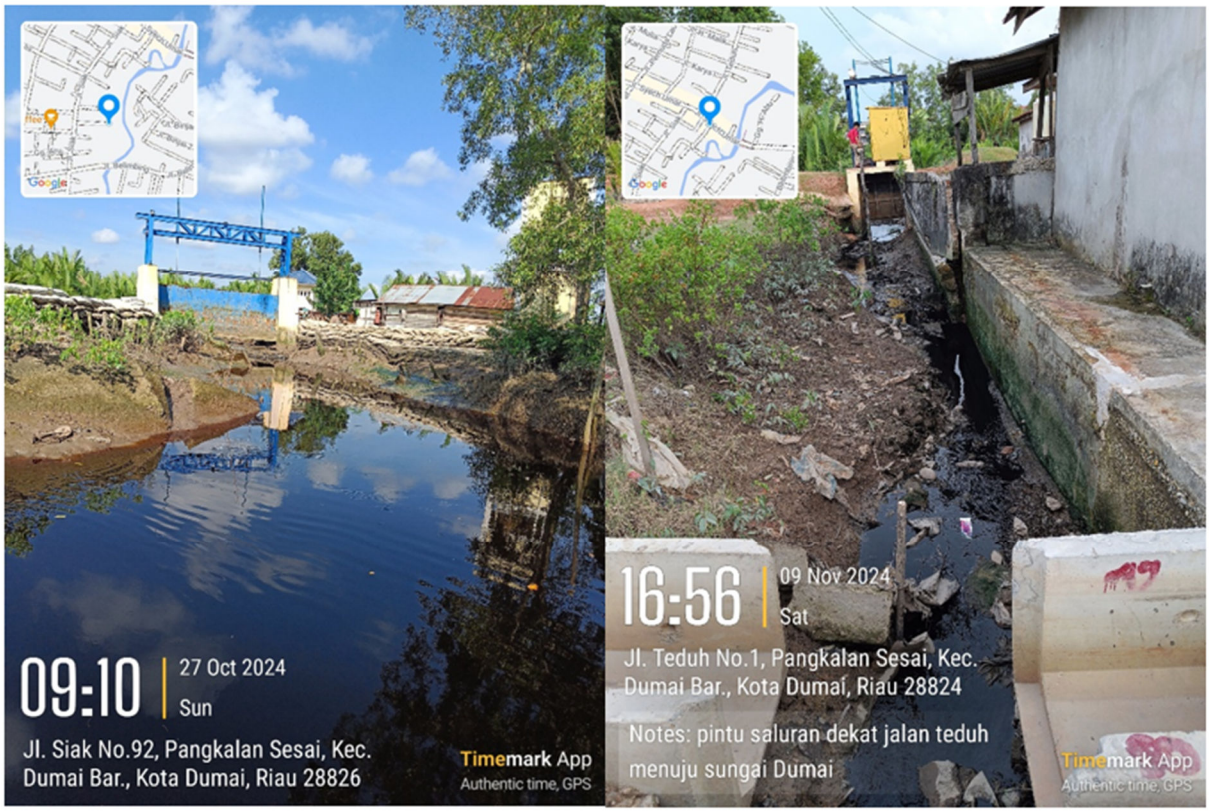
Gambar 4.9. Banyak pemukiman dan usaha masyarakat yang berada di bantaran sungai yang seharusnya ditertibkan yang merupakan bagian dari penanggulangan banjir Kota Dumai.

4.4 PINTU AIR KURANG BERFUNGSI SECARA OPTIMAL

Pintu air yang akan ditutup saat pasang keling, tidak berfungsi secara optimal sehingga akibatnya pintu selalu dalam kondisi terbuka. Beberapa fakta hasil wawancara dengan penduduk setempat dan operator pintu/pompa, penyebab hal ini adalah :

- Kurangnya perawatan pintu air
- Konstruksi pintu air yang kurang menggunakan pancang yang relatif dalam sehingga kerangka pintu akan miring sehingga menyebabkan pintu seret untuk dibuka tutup.
- Kurangnya bahan bakar untuk menggerakkan buka-tutupnya pintu air.
- Tanggul yang berada di sekeliling pintu yang kurang tinggi sehingga menyebabkan air masih bisa masuk lewat samping pintu.

Disamping itu terkesan air yang dipompa bisa masuk kembali ke daratan (saluran drainase). Hal ini disebabkan sistem tanggul yang masih kurang menyeluruh (masih sedikit sekali yang ditanggul) yang dapat mencegah agar air pasang (baik lewat kawasan Pelindo atau sisi sungai Dumai) masih belum terbangun.



Gambar 4.10. Beberapa pintu sudah tidak berfungsi dengan baik, kondisi pintu selalu terbuka.

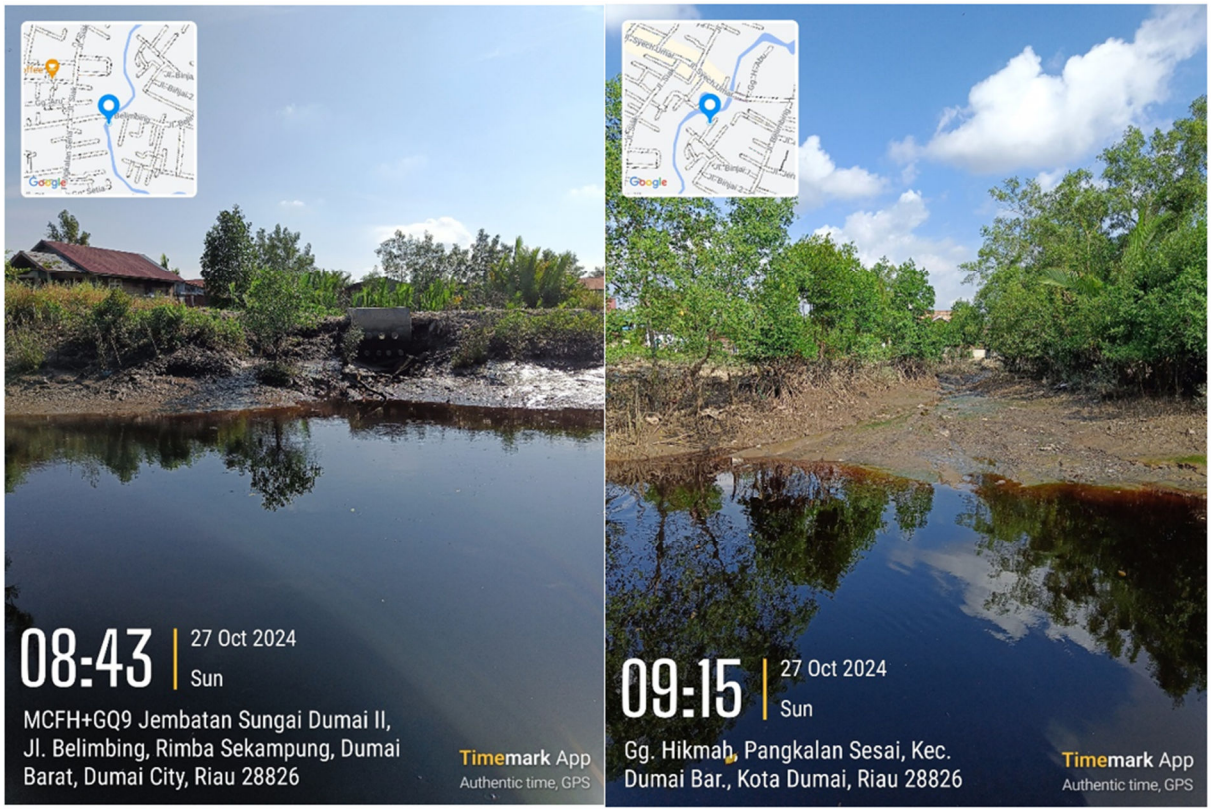
4.5 SISTEM DRAINASE KURANG TERINTEGRASI

Dengan kontur yang di tengah kota ada yang cekung mengakibatkan air yang telalh masuk ke saluran drainase akibat pasang kelig, tidak sepenuhnya bisa surut.

Pasang tertinggi dari pasang air laut adalah + 1,8 MSL, sehingga untuk daratan yang dibawah nilai tersebut pasti akan terendam air laut. Mayoritas daratan di Dumai di bawah +1.8 m, sehingga saat pasang tinggi , air laut menggenangi kawasan daratan yang lebih rendah dari + 1,8 MSL.

4.6 AIR MASUK MELALUI SALURAN DRAINASE

Saluran drainase yang seharusnya menjadi saluran pembuang aliran permukaan dari daratan, justru sebaliknya, yakni menjadikan saluran masuknya air laut ke daratan (terutama saat pasang keling). Elevasi air pasang yang lebih tinggi dari saluran drainase, mengakibatkan air bisa masuk melalui saluran drainase. Untuk itu diperlukan pengendalian semaksimal mungkin agar air laut (baik yang mellaui sungai atau sisi utara yakni kawasan bakau dan industri Pelindo) harus di cegah.



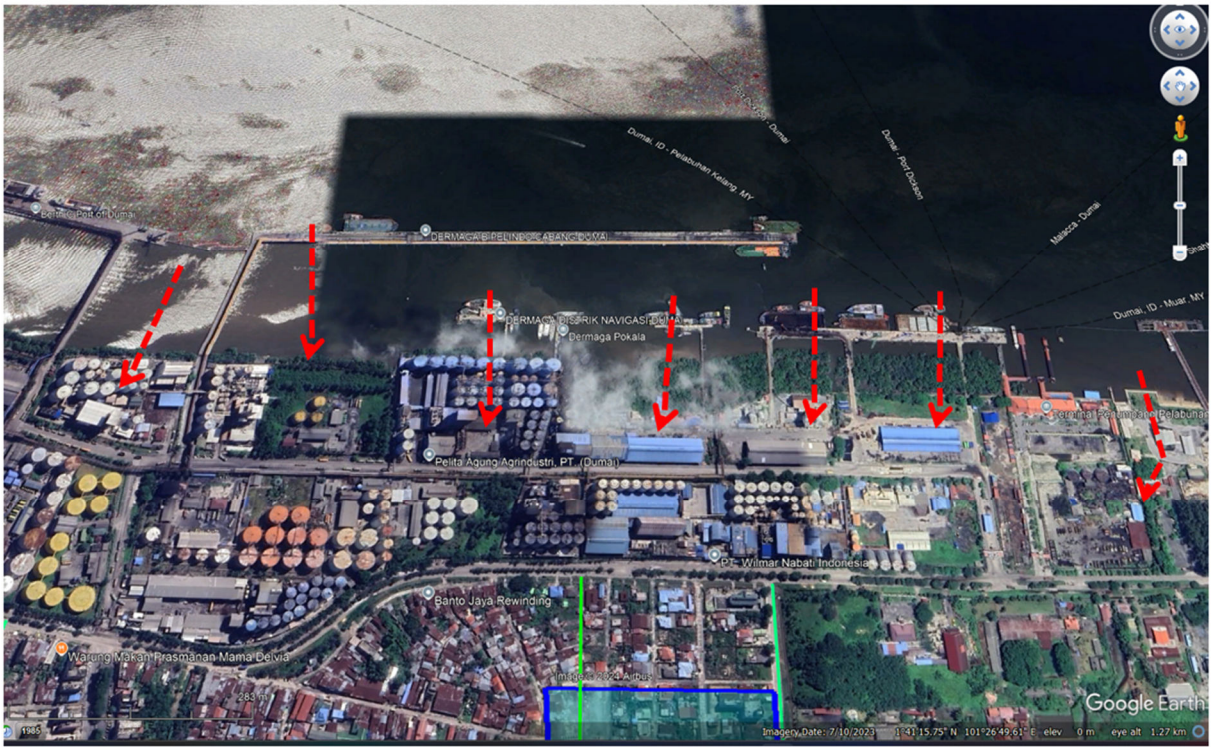
Gambar 4.11. Dari survey susur sungai tampak beberapa saluran drainase yang berhubungan dengan Sungai Dumai sehingga ini yang mengakibantkan masukknya air ke daratan.

Gambar 4.12. Dari survey drone tampak beberapa saluran drainase yang berhubungan dengan Sungai Dumai sehingga ini yang mengakibantkan masukknya air ke daratan.

Gambar 4.13. Contoh Lokasi lain yang ada drainase tersier menuju ke Sungai Dumai.

4.7 AIR MASUK LEWAT KAWASAN PELINDO

Di sisi utara, kemungkinan air bisa masuk ke kawasan Dumai adalah dari sisi Pelindo. Berdasarkan pengamatan dari Google earth ada beberapa saluran di kawasan Pelindo yang berhubungan dengan laut (selat Rupat). Pertanyaannnya adalah apakah saluran tersebut berhungan dengan kota Dumai atau tidak. Jika berhubungan, maka saluran-saluran tersebut harus ditutup aksesnya ke Kota Dumai, sehingga masuknya air dari sisi utara dapat dikendalikan.



Gambar 4.14. Ada beberapa indikasi alur saluran yang dari kawasan Pelindo menuju kawasan Kota Dumai.

"Pendangkalan drainase menjadi salah satu variabel masalah banjir di kota Dumai, makanya kita akan segera melakukan normalisasi di seluruh drainase yang ada di kawasan pelabuhan," kata GM PT Pelindo 1 Cabang Dumai Jonedi Ramli mendampingi Wakil Walikota Dumai, Amris SSy saat meninjau kondisi drainase di kawasan Pelabuhan Dumai Selasa (2/3).

Dikatakan Jonedi pihak Pelindo siap bersinergi dengan pemerintah kota Dumai dalam menjalankan program penanganan banjir. Dia berharap kegiatan normalisasi tersebut akan mempercepat atau memperlancar pembuangan air ke laut

Di kawasan Pelabuhan Dumai terdapat tujuh saluran drainase tembus ke laut diantaranya terdapat di Jalan Pattimura, Jalan Tenaga, Jalan Kamboja, Jalan Teratai, Jalan Hang Tuah, Yos Sudarso dan Bea Cukai Dumai.

"Untuk di seluruh kawasan pelabuhan kita upayakan seluruhnya (drainase,red) tidak ada yang tersumbat," tukas Jonedi.

Sementara itu, Wakil Walikota Dumai Amris mengatakan kegiatan normalisasi drainase bagian dari upaya untuk mengatasi masalah banjir di kawasan perkotaan terutama kawasan Kelurahan Bintan, Sukajadi dan Dumai Kota.

"Banyak drainase tidak berfungsi sempurna karena mengalami pendangkalan akibat sendimentasi endapan lumpur, makanya normalisasi ini kita pandang perlu segera untuk dilakukan," ujar Wawako Amris.

Gambar 4.15. Cuplikan Berita online (sumber : Dukung Program Penanganan Banjir, Pelindo 1 Dumai Gesa Normalisasi Drainase di Kawasan Pelabuhan – Pesisir Nasional).

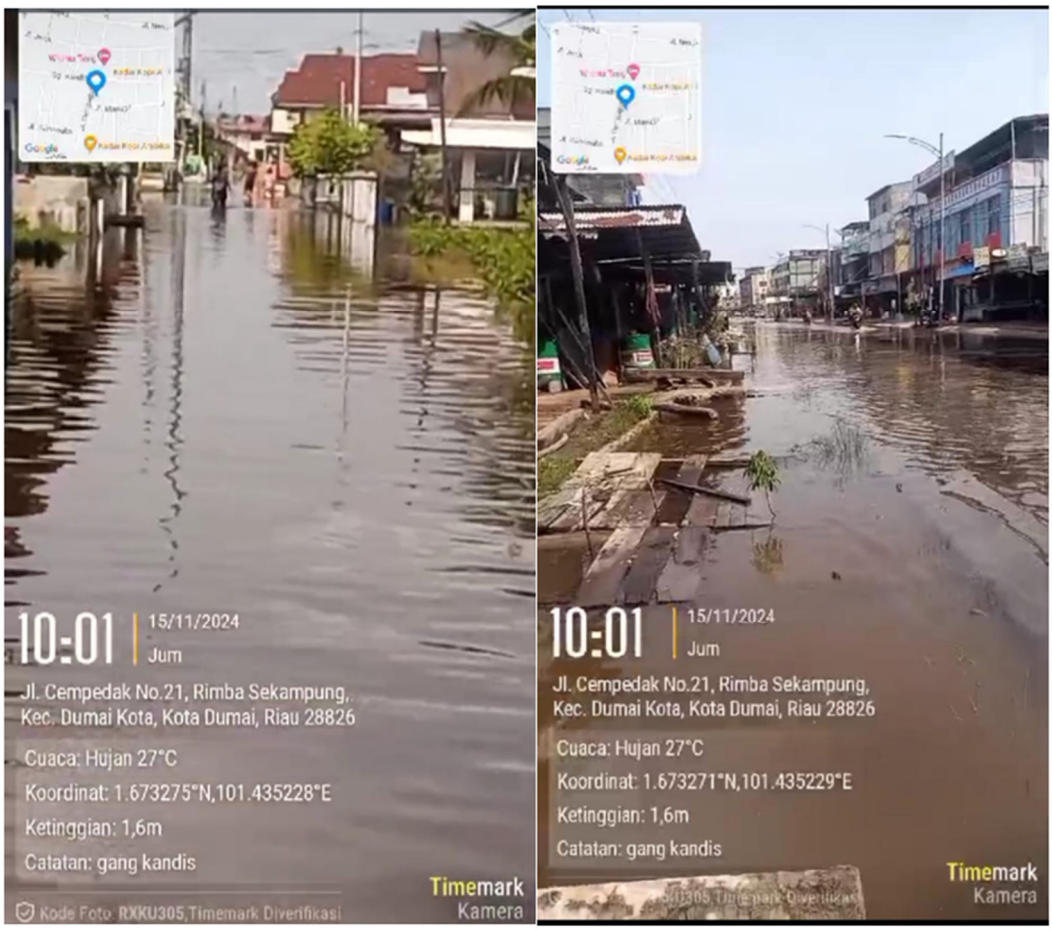
Menurut berita di atas, Di kawasan Pelabuhan Dumai terdapat tujuh saluran drainase tembus ke laut diantaranya terdapat di Jalan Pattimura, Jalan Tenaga, Jalan Kamboja, Jalan Teratai, Jalan Hang Tuah, Yos Sudarso dan Bea Cukai Dumai. Saluran-saluran drainase ini, harus di tutup di sisi kota Dumai, agar tidak menimbulkan kontribusi terhadap banjir kota Dumai.

Gambar 4.16. Contoh saluran drainase di Pelindo dekat dengan trestle dermaga C dan Pelabuhan TPI Pattimura yang berhubungan dengan system drainase kota Dumai.

4.8 DAERAH BANJIR MELUAS

Dengan semakin terjadi penurunan muka tanah maka akan semakin meluas daerah genangan banjir. Jika di google earth elevasi suatu lokasi di bawah 2, maka dapat dipastikan bahwa di lokasi tersebut terkena genangan banjir rob. Jika di telusuri di Dumai Kota dengan goglee earth maka banyak lokasi yang elevasinya di bawah 2 m. Ini mengindikasikan, genangan banjir rob semakin meluas.

Gambar 4.17. Profil Elevasi Jalan Gg. Kandis.

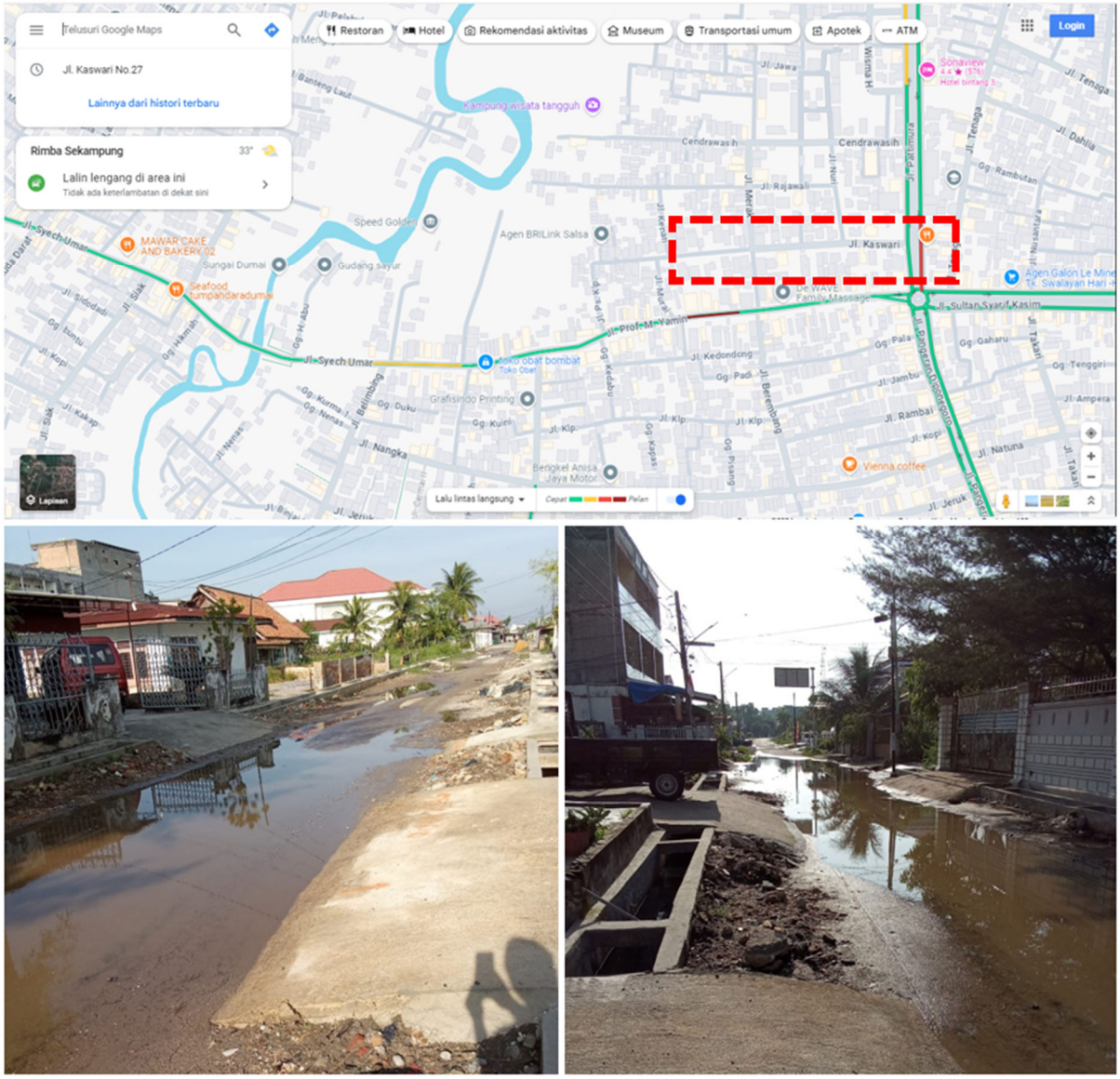


Gambar 4.18. Di sekitar Jln Cimpedak dan terutama Gang Kandis, beberapa Lokasi mempunyai elevasi yang mendekati 0.

4.9 SALURAN DRAINASE LEBIH TINGGI DARI JALAN/TANAH PERMUKAAN

Beberapa saluran lebih tinggi dari permukaan jalan. Hal ini dimungkinkan saluran menbgikuti kemiringan yang ada dari saluran yag ada di hulunya, sehingga lebih tinggi dari beberapa jalan. Jika saluran lebih tinggi, maka aliran yang dari jalan akan susah masuk ke dalam saluran. Akibatnya jalan akan tergenang saat hujan.

Gambar 4.19. Beberapa saluran di jalan kecil maupun besar , tepi salurannya lebih tinggi daripada jalan yang ada.

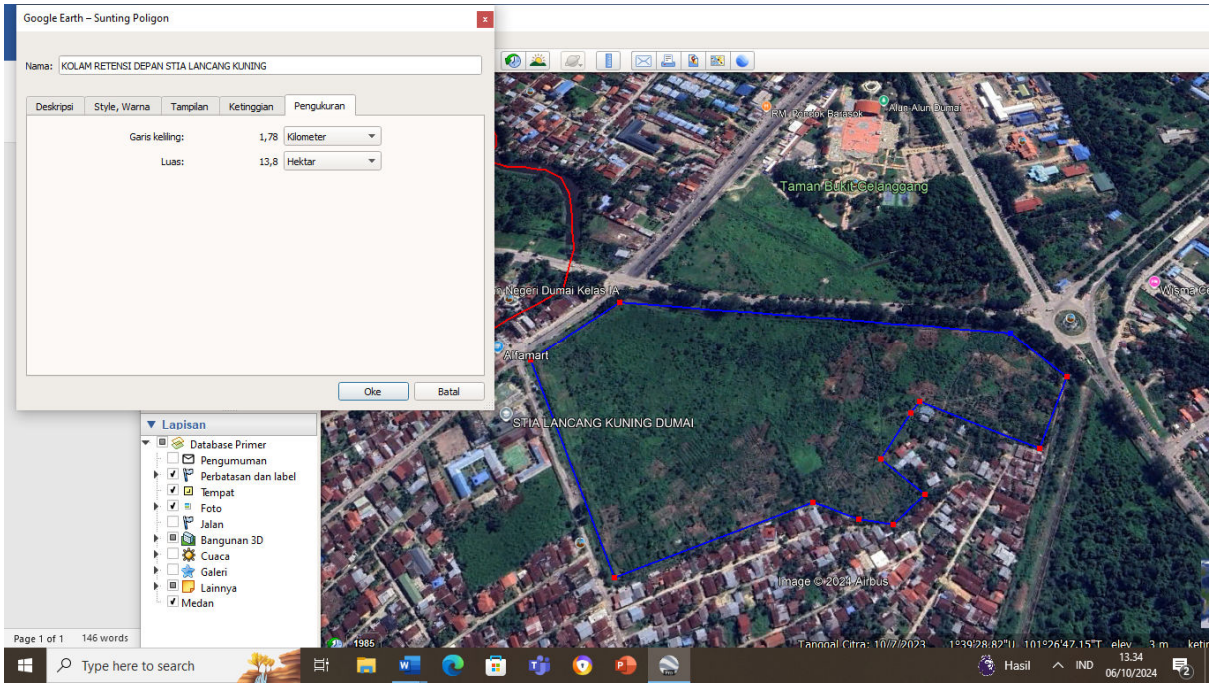


Gambar 4.20. Kejadian banjir karena pasang keling tanggal 5 September 2024 di Jalan Kaswari Kecamatan Dumai Barat, air yang terjebak di jalan susah masuk kembali ke dalam saluran karena dinding saluran yang lebih tinggi dari jalan.

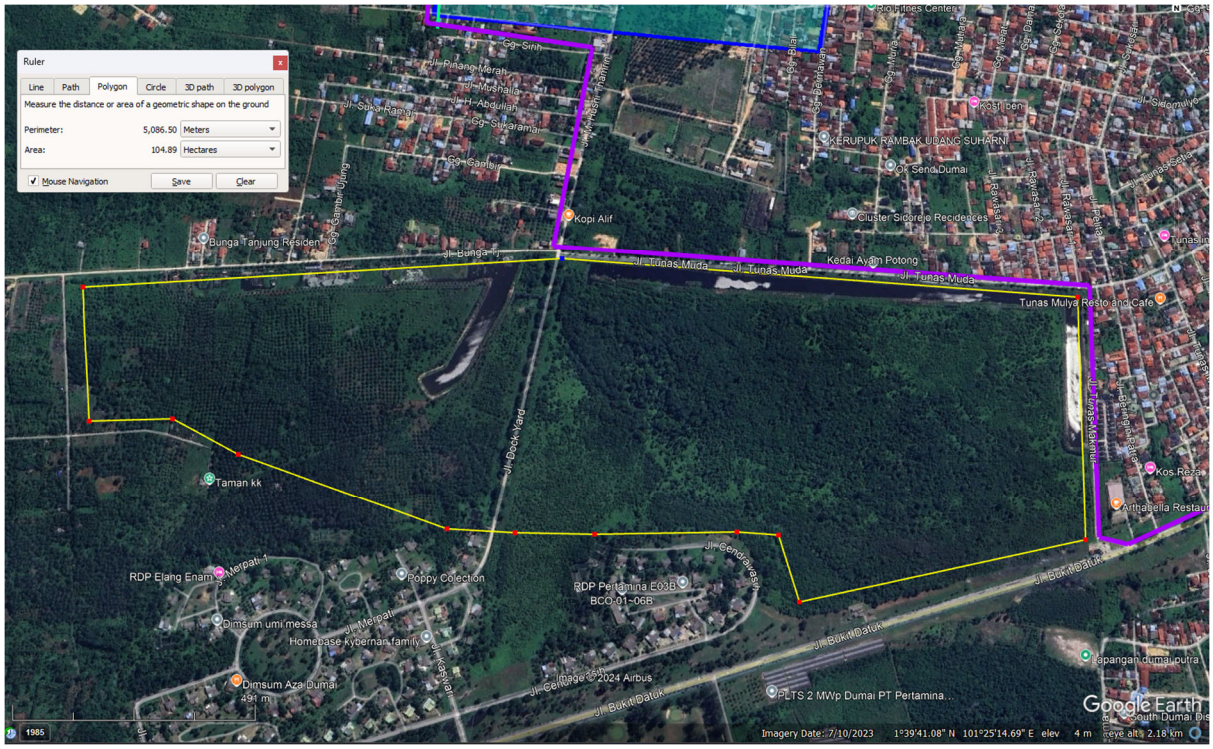
4.10 POTENSI KOLAM RETENSI

Pengertian Potensi Kolam retensi disini ada 2 :

1. Kolam retensi di daerah hulu yang dapat mengerem laju aliran air permukaan karena hujan, sehingga tidak membebani drainase di daerah perkotaan, seperti embung Bunga Tanjung, embung Rawasari dan Embung STIA Lancang Kuning. Kolam retensi ini dapat dimanfaatkan sebagai potensi air baku PDAM Kota Dumai, sehingga diharapkan dapat menggantikan penggunaan air sumur dalam sehungga dapat mencegah land subsidence.

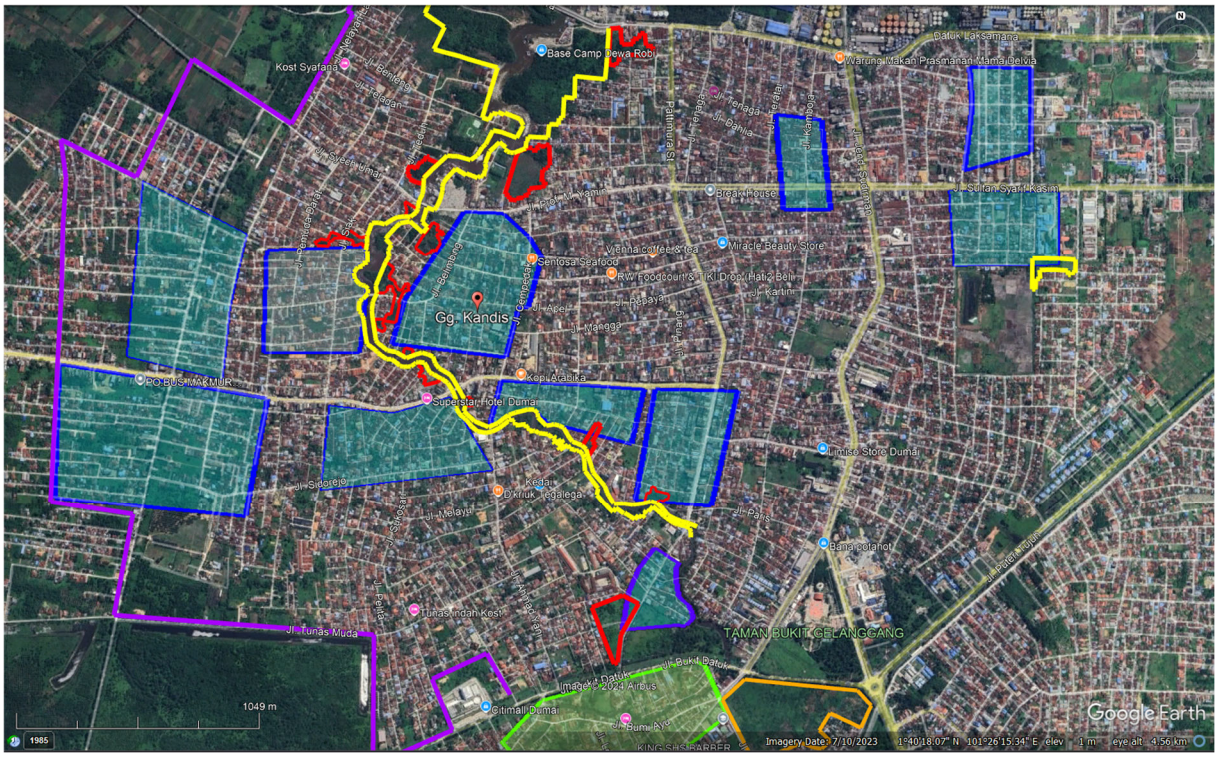


Gambar 4.21. Luas potensi kolam retensi depan STIA LANCANG KUNING : 13,8 Ha, jika bisa di gali sedalam 2 m, maka volume tampungannya (asumsi hanya 80%), bisa mencapai 220.800 m^3.



Gambar 4.22. Lokasi potensi embung bunga Tanjung & Rawasari dengan total luasan mencapai 104,89 Ha. Jika dapat di gali sedalam 2 m dan asumsi potensi yang dimanfaatkan sebesar 80%, maka volume air yang dapat di olah sebagai air baku PDAM adalah adalah 1.678.240 m^3.

2. Kolam retensi yang merupakan bagian dari sistem polder yang dilerakkan di dekat sungai. Tujuan kolam retensi ini adalah untuk kapasitas tampungan selain long storage dari saluran, sehingga kapasistas pompa dapat diperkecil. Kolam retensi ini karena berada dekat dengan sungai, maka perlu diintegrasikan dengan saluran primer dan terdapat beberapa saluran tersier yang langsung menuju ke sungai.



Gambar 4.23. Potensi kolam retensi untuk menambah storage (tampungan) pada saluran yang bertujuan untuk memperkecil kapasitas pompa dalam sistem polder.

BAB 5
SURVEI HIDROMETRI

5.1 SURVEI HIDROMETRI

5.1.1 PENDAHULUAN

Survey Hidrometri Sungai Dumai dilakukan untuk mendapatkan data-data primer tentang arus sesaat, sedimen layang (*suspended sediment*) dan sedimen dasar (*bed load*). Sehingga sangat dimungkinkan berbeda dengan hari lainnya dimana kemungkinan kondisi hidrologi dan kondisi tata guna lahan di DAS nya berbeda (misalnya saat diwaktu berbeda tersebut terdapat proyek yang mengakibatkan kosentrasi sedimen nya meningkat). Di satu sisi, perbedaan pasang surut saat survei yang berbeda akan menghasilkan kecepatan arus dan kosentrasi sedimen layangnya berbeda. Beda (gap) pasang surut yang terjadi di perairan selat Rupat ini berbeda yakni maksimal sekitar 4 m. Dengan nilai segitu, maka kondisi pasang menuju surut akan menghasilkan arus yang besar. Arus akan semakin besar jika kondisi saat banjir.

5.1.2 LOKASI PENGUKURAN

5.1.2.1 PENGUKURAN ARUS

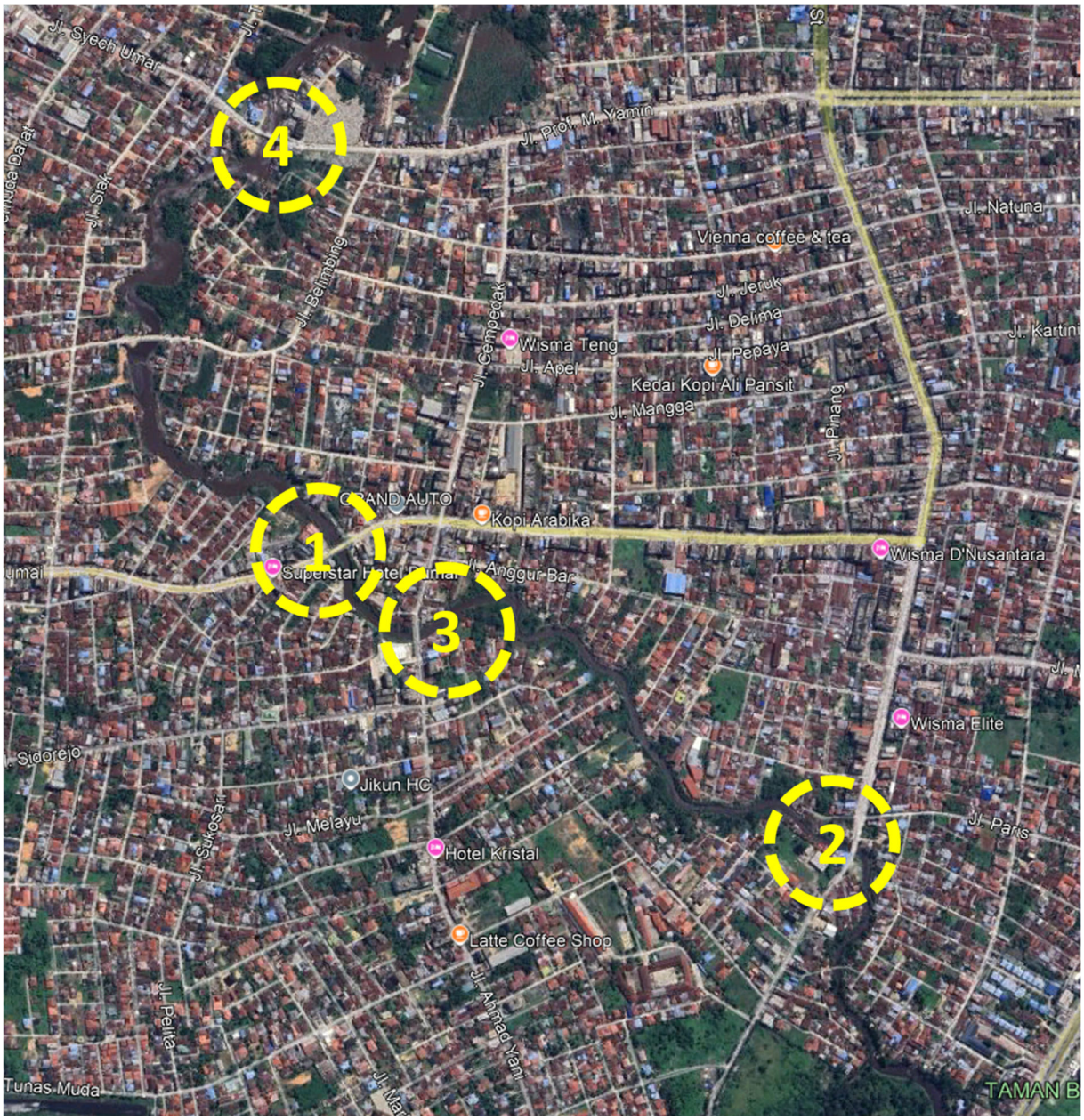
Dengan melihat kondisi di lapangan dan kejadian pasang menuju surut yang begitu cepat (hanya 6 jam saat siang hari), maka dilakukan pengurkuran arus di 2 tempat, yakni di Jembatan Hasanudin dan Jembatan Pangeran Diponegoro.

Gambar 5.1. Lokasi Pengukuran Arus

5.1.2.2 PENGAMBILAN SAMPEL SEDIMEN SUSPENDED LOAD

Pengambilan sampel ini dilakukan di 4 lokasi, dimana masing-masing lokasi di lakukan 4 kali pengambilan yang tersebar di penampang melintang (cross section) masing-masing lokasi. Adapun ke-4 lokasi tersebut adalah :

1. Jembatan Jalan Hasanudin (Ombak)
2. Jembatan Jalan Pangeran Diponegoro
3. Jembatan Jalan Ahmad Yani
4. Jembatan Syeh Umar



Gambar 5.2. Pengambilan Sampel Suspended Load

5.1.2.3 PENGAMBILAN SAMPEL SEDIMEN BED LOAD

Gambar 5.3. Pengambilan Sampel Suspended Load

5.1.3 METODE PENGUKURAN

5.1.3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

2.1.3.1.1 CURRENT METER

Alat yang digunakan adalah current meter dengan seri 51816, Propeler no 1-52167. Adapun formula untuk mendapatkan kecepatan dari current meter ini adalah :

- $N < 0{,}63 \quad V = 0{,}2547N + 0{,}014$
- $N > 0{,}63 \quad V = 0{,}2615N + 0{,}009$

Dimana N = jumlah putaran perdetik dari current meter.

Prinsip kerja jenis curent meter ini adalah propeler berputar dikarenakan kecepatan partikel air yang melewatinya. Jumlah putaran propeler per detik pengukuran dapat memberikan kecepatan arus yang sedang diukur apabila dikalikan dengan rumus kalibrasi propeler tersebut.

Jenis alat ini yang menggunakan sumbu propeler sejajar dengan arah arus disebut OTT propeler curent meter dan yang sumbunya tegak lurus terhadap arah arus. Peralatan dengan sumbu vertikal ini tidak peka terhadap arah aliran.

a. Keuntungan:

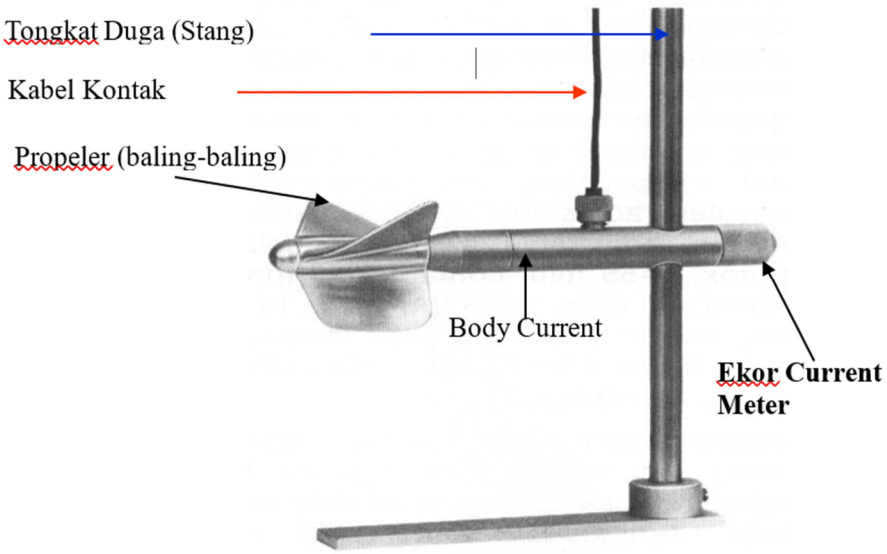
Propeler curent meter ini menghasilkan pekerjaan yang akurat dan cepat apabila dilakukan perawatan yang baik dan pelaksanaan yang cermat. Juga kalibrasi propeler harus dilakukan dengan baik.

b. Kerugian:

Dapat dipengaruhi oleh kapal (pitching dan rolling), sehingga kecepatan arus yang diukur bukan hanya kecepatan arus aliran sungai saja. Diperlukan test kalibrasi untuk mengatasi hal ini.

c. Cara pemakaian:

OTT current-meter dapat digunakan baik dengan digantung pada kabel/tali maupun pada tiang. Cara yang pertama dapat dilaksanakan pada pengukuran di sungai maupun di muara sungai, sedangkan cara kedua dapat dipakai pada pengukuran di kanal yang kecil atau digantung di jembatan.



Gambar 5.4. Current Meter

Gambar 5.5. Kegiatan Pengukuran Arus

Permukiman warga di daerah sempadan sungai Dumai menjadi masalah yang pelik yang harus di selesaikan. Pemukiman tidak hanya di bantaran sungai , tetapi beberapa pemukiman masuk menjorok ke badan sungai Dumai.

2.1.3.1.2 INTEGRATING SEDIMENT SAMPLER USDH 48

Pelaksanaan pengambilan sampel dilakukan dengan menurunkan alat pengambil sampel dari atas permukaan air sampai mancapai dasar sungai dan menaikkan kembali hingga mencapai permukaan air kembali dengan kecepatan gerak alat yang sama. Waktu yang diperlukan untuk menurunkan dan menaikkan alat pengambil sampel tergantung pada kecepatan aliran rata-rata pada lokasi pengambilan sampel sedimen, semakin cepat aliran air maka semakin cepat waktu pengambilan sampel. Kemudian sampel air dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk menjaga keaslian sampel hingga pengujian sampel di Laboratorium

Gambar 5.6. Dokumentasi Kegiatan Pengambilan Sedimen Layang (Suspended Load) dengan Menggunakan Integrating Sediment Sampler

2.1.3.1.3 SEDIMEN GRAB

Grab sampler berfungsi untuk mengambil sedimen permukaan yang ketebalannya tergantung dari tinggi dan dalamnya grab masuk ke dalam lapisan sedimen. Alat ini bisa digunakan untuk mengambil sedimen pada perairan dangkal. Berasarkan ukuran dan cara operasional, ada dua jenis grab sampler yaitu grab sampler berukuran kecil dan besar.

Grab sampler yang berukuran kecil dapat digunakan dan dioperasionalkan dengan mudah. Alat ini dapat diturunkan dan dinaikkan dengan tangan. Pengambilan sampel sedimen dengan alat ini dapat dilakukan oleh satu orang dengan cara menurunkannnya secara perlahan agar

supaya posisi grab tetap berdiri sewaktu sampai pada permukaan dasar perairan. Pada saat penurunan alat, arah dan kecepatan arus harus diperhitungkan supaya alat tetap konstan pada posisi titik sampling.

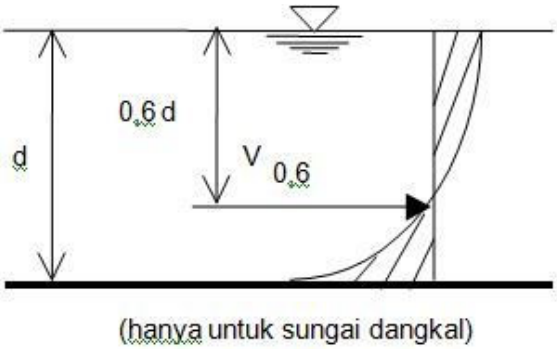
Gambar 5.7. Dokumenrasi Pengambilan Sedimen Dasar dengan Alat Grab Sampler Berukuran Kecil

5.1.3.2 METODE PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN DI SUNGAI

2.1.3.2.1 METODE SATU TITIK

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0,6 kedalaman dari permukaan air. Kecepatan aliran pada 0,6 kedalaman tersebut merupakan kecepatan rata-rata vertikal kedalaman. Metode ini digunakan apabila kedalaman air < 6 x Ø propeler + 2 x jarak antara sumbu alat ukur arus dan dasar pemberat (pengukuran menggunakan kabel penduga dan pemberat). Metode ini juga digunakan apabila metode lain tidak mungkin dilakukan. Kecepatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$V = V_{0,6}$

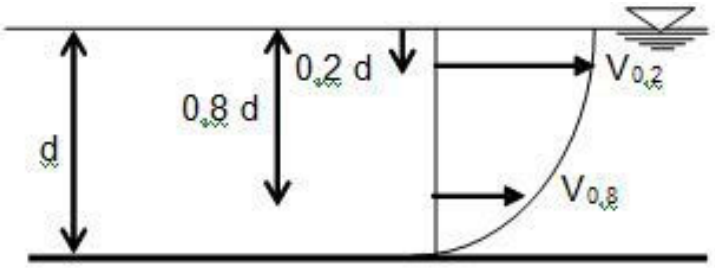


Gambar 5.8. Metode 1 titik, propeler diletakkan pada kedalaman 0,6H

2.1.3.2.2 METODE DUA TITIK

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0,2 dan 0,8 kedalaman dari permukaan air. Metode ini digunakan apabila kedalaman air > 6 x Ø propeler (pengukuran menggunakan tongkat) atau > 6 x Ø propeler + 2 x jarak antara sumbu alat ukur arus dan dasar pemberat (pengukuran menggunakan kabel penduga dan pemberat). Formulanya adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2}$$



Gambar 5.9. Metode 2 titik

2.1.3.2.3 METODE TIGA TITIK

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0,2; 0,6 dan 0,8 kedalaman dari permukaan air. Metode ini digunakan apabila kedalaman air > 6 x Ø propeler (pengukuran menggunakan tongkat) atau > 6 x Ø propeler + 2 x jarak antara sumbu alat ukur arus dan dasar pemberat (pengukuran menggunakan kabel penduga dan pemberat). Metode ini digunakan apabila distribusi kecepatan ke arah vertikal tidak normal:

$$V = \frac{V_{0.2} + V_{0.6} + V_{0.8}}{3} \quad \text{or} \quad V = \frac{\left[\left(\frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2}\right) + V_{0.6}\right]}{2}$$

2.1.3.2.4 TAHAP-TAHAP PENGUKURAN CURRENT METER

1. Lebar penampang basah diukur;
2. Jumlah vertikal kedalaman dan jarak antara dua vertikal ditentukan disesuaikan dengan keadaan;
3. Alat ukur diperiksa dan dirakit;
4. Lama putaran propeler sebelum pengukuran dihtung menggunakan counter yang terkoneksi dengan propelernya dan dilakukan pada tempat yang bebas pengaruh angin;
5. Kartu pengukuran disiapkan;
6. Kedalaman jalur vertikal yang akan diukur kecepatan alirannya diukur, kemudian titik kedalaman pengukuran ditentukan;

7. Pada kartu pengukuran jumlah putaran propeler pada setiap titik pengukuran dicatat;
8. Kecepatan aliran pada titik-titik pengukuran dalam satu jalur vertikal dihitung dengan rumus *current meter* dan ratakan;
9. Luas bagian penampang melintang untuk setiap jalur vertikal kedalaman dihitung;
10. Debit bagian untuk setiap jalur vertikal dihitung;
11. Butir 8) sampai dengan butir 12) di ulangi untuk setiap jalur vertikal pada seluruh penampang melintang;
12. Tinggi muka air tiap 10 menit dicatat apabila fluktuasi muka air selama pengukuran cukup menyolok;
13. Debit bagian dari seluruh jalur vertikal dijumlahkan;

Pengukuran dengan cara merawas, dimana surveyor menyemplung langsung ke sungai dikarenakan kedalaman sungai yang tidak begitu dalam dan arus yang tidak deras sehingga tidak membahayakan surveyornya.

Karena kedalaman sungai tidak dalam, maka yang digunakan adalah metode satu titik, dengan membagi pias per 5 m.

5.1.3.3 UJI GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah menentukan distribusi butir (gradasi) dari suatu sampel tanah dengan menggunakan saringan ukuran paling kecil tertahan di saringan no 200 dan menentukan klasifikasi tanah (USCS) Unified Soil Classification Sytem sesuai hasil pemeriksaan gradasi butir tanah.

5.1.3.4 UJI BERAT JENIS

a. Sejumlah volume air dimasukkan kedalam gelas ukur. Volumenya di catat (V1)
b. Berat bahan dalam keadaan kering air ditimbang (W)
c. Batu jenuh air dimasukkan kedalam gelas ukur yang telah diberi air tadi,
d. Pertambahan volume air akibat batuan dimasukkan kedalam gelas ukur dicatat (V2)
e. Berat jenis dihitung dengan menggunakan rumus berikut : $BJ = \frac{(W)}{(V2-V1)}$

5.1.3.5 UJI KONSENTRASI SUSPENDED LOAD

a. Sampel air dan sedimen layang di dalamnya dalam jerigen di kocok terlebih dahulu
b. Sejumlah volume tertentu sampel air diambil.
c. Berat kertas saring yang digunakan ditimbang (W1)

d. Air yang mengandung partikel sedimen layangnya dituangkan dalam kertas saring dan air yang terlewat ditampung digelas ukur yang ada. Setelah kertas saring kering, ditimbang kertas saring yang mengandung suspended load tersebut (W2)

e. Air tampungan nya di ukur volumenya (V)

f. Berat jenis dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$BJ = \frac{(W2 - W1)}{V}$$

5.1.4 HASIL SURVEI DAN PENGUJIAN

5.1.4.1 PENGUKURAN KECEPATAN DAN DEBIT

Pengukuran arus dilakukan di 2 jembatan yakni jembatan Pangeran Diponegoro dan Jembatan Hasanuddin. Jembatan dipilih karena mempuyai penampang melintang yang lebih teratur dibandingkan dengan penampang sungai. Karena terbantukan oleh struk bawah jembatan itu sendiri.

Tabel 5.1. Hasil Pengukuran Arus Sungai Jembatan Pangeran Diponegoro

No	Lebar	Kedalaman	Luas Basah	Kedalaman		Kecepatan (V) (m/det)				Vrerata (m/det)	Debit T (m3/det)
	(m)	(m)	(m^2)	(m)		Posisi V	1	2	3		
1	1,27	0,87	1,250	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0,5145	0,643
				0,6H =	0,52	$V_{0,6H}$ =	0,5175	0,4998	0,5263		
				0,8H =		$V_{0,8H}$ =					
2	1,5	1,11	1,682	0,2H =	0,22	$V_{0,2H}$ =	0,2698	0,2085	0,2255	0,524	0,881
				0,6H =	0,67	$V_{0,6H}$ =	0,6236	0,6059	0,6419		
				0,8H =	0,89	$V_{0,8H}$ =	0,6236	0,5882	0,6296		
3	1,5	1,43	2,106	0,2H =	0,29	$V_{0,2H}$ =	0,0584	0,0751	0,1335	0,543	1,143
				0,6H =	0,86	$V_{0,6H}$ =	0,7121	0,6767	0,6767		
				0,8H =	1,14	$V_{0,8H}$ =	0,7032	0,7121	0,7032		
4	1,5	1,54	2,215	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0,6504	1,441
				0,6H =	0,92	$V_{0,6H}$ =	0,7486	0,7032	0,7386		
				0,8H =	1,23	$V_{0,8H}$ =	0,6502	0,5617	0,4998		
5	1,5	1,14	1,691	0,2H =	0,23	$V_{0,2H}$ =	0,2780	0,2963	0,2874	0,597	1,010
				0,6H =	0,68	$V_{0,6H}$ =	0,7298	0,6590	0,6148		
				0,8H =	0,91	$V_{0,8H}$ =	0,7475	0,7652	0,7829		
6	1,5	0,64	1,037	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0,7064	0,732
				0,6H =	0,38	$V_{0,6H}$ =	0,6949	0,7121	0,7121		
				0,8H =		$V_{0,8H}$ =					
7	1,5	0,55	0,842	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0,5941	0,500
				0,6H =	0,33	$V_{0,6H}$ =	0,5794	0,6059	0,5971		
				0,8H =		$V_{0,8H}$ =					
TOTAL DEBIT											**6,351**

Tabel 5.2. Hasil Pengukuran Arus Sungai Jembatan Pangeran Diponegoro

No	Lebar	Kedalaman	Luas Basah	Kedalaman		Kecepatan (V) (m/det)				Vrerata (m/det)	Debit T (m3/det)
	(m)	(m)	(m^2)	(m)		Posisi V	1	2	3		
1	2	0,38	0,809	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0,1585	0,128
				0,6H =	0,23	$V_{0,6H}$ =	0,1585	0,1585	0,1585		
				0,8H =		$V_{0,8H}$ =					
2	2	1,13	2,108	0,2H =	0,23	$V_{0,2H}$ =	0,1918	0,1835		0,2272	0,479
				0,6H =	0,68	$V_{0,6H}$ =	0,2432	0,2168			
				0,8H =	0,90	$V_{0,8H}$ =	0,2521	0,2698			
3	2	1,27	2,570	0,2H =	0,25	$V_{0,2H}$ =	0,2215	0,2002		0,2517	0,647
				0,6H =	0,76	$V_{0,6H}$ =	0,2521	0,2698			
				0,8H =	1,02	$V_{0,8H}$ =	0,2786	0,2698			
4	2	1,53	3,081	0,2H =	0,31	$V_{0,2H}$ =	0,2609	0,2069		0,3305	1,018
				0,6H =	0,92	$V_{0,6H}$ =	0,3671	0,3671			
				0,8H =	1,22	$V_{0,8H}$ =	0,3494	0,3582			
5	2	1,88	3,765	0,2H =	0,38	$V_{0,2H}$ =	0,2963	0,2963		0,3251	1,224
				0,6H =	1,13	$V_{0,6H}$ =	0,3317	0,3405			
				0,8H =	1,50	$V_{0,8H}$ =	0,3317	0,3317			
6	2	2,24	4,335	0,2H =	0,45	$V_{0,2H}$ =	0,2521	0,2609		0,3306	1,433
				0,6H =	1,34	$V_{0,6H}$ =	0,3494	0,3405	0,3494		
				0,8H =	1,79	$V_{0,8H}$ =	0,3759	0,3759	0,3671		
7	2	2,02	4,110	0,2H =	0,40	$V_{0,2H}$ =	0,2432	0,2786	0,2498	0,3457	1,421
				0,6H =	1,21	$V_{0,6H}$ =	0,3405	0,3936	0,3848		
				0,8H =	1,62	$V_{0,8H}$ =	0,3848	0,4052	0,3494		
8	2	2,08	3,947	0,2H =	0,42	$V_{0,2H}$ =	0,1752	0,2168	0,1918	0,2443	0,964
				0,6H =	1,25	$V_{0,6H}$ =	0,2609	0,2786	0,2609		
				0,8H =	1,66	$V_{0,8H}$ =	0,2432	0,2432	0,2609		
9	2	1,28	2,671	0,2H =	0,26	$V_{0,2H}$ =	0,1668	0,1750	0,1668	0,1668	0,446
				0,6H =	0,77	$V_{0,6H}$ =	0,1752	0,1585	0,1668		
				0,8H =	1,02	$V_{0,8H}$ =	0,1668	0,1668	0,1585		
10	2	0,91	1,893	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0,089	0,168
				0,6H =	0,55	$V_{0,6H}$ =	0,0918	0,0835	0,0918		
				0,8H =		$V_{0,8H}$ =					
11	2	0,83	1,595	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0,0473	0,075
				0,6H =	0,50	$V_{0,6H}$ =	0,0418	0,0501	0,0501		
				0,8H =		$V_{0,8H}$ =					
12	2	0,49	1,065	0,2H =		$V_{0,2H}$ =				0	0,000
				0,6H =	0,29	$V_{0,6H}$ =	0,0000	0,0000	0,0000		
				0,8H =		$V_{0,8H}$ =					
DEBIT TOTAL											**8,004**

Tabel 5.3. Daftar Nilai Koefisien Manning Saluran

LOKASI	KECEPATAN RERATA (m/det)	DEBIT (m^3/det)	KETERANGAN
Cross Jembatan Pangeran Diponegoro	0,590	6,351	Secara logika seharusnya tidak ada perbedaan debit. Hal ini mungkin disebabkan ketidaktelitian dalam pengukuran pias.
Cross jembatan Hasanudin	0,210	8,004	

5.1.4.2 HASIL UJI SEDIMEN DASAR

Sifat sedimen dasar yang diuji di laboratorium adalah kadar air, berat jenis dan gradasi butiran. Berikut adalah hasil uji di kedua lokasi tersebut :

Tabel 5.4. Tabel Hasil Pengujian Kadar Air Sedimen Dasar

Kode Sampel		**Pangeran Diponegoro**	**Sultan Hasanuddin**
No. Cawan		5	4
Berat Cawan	W_1	13.18	13.36
Berat Sampel Basah + Cawan (gram)	W_2	113.75	118.28
Berat Sampel Kering + Cawan (gram)	W_3	64.66	95.24
Berat Air (gram)	$(W_2 - W_3)$	49.09	23.04
Berat Sampel Kering (gram)	$(W_3 - W_1)$	51.48	81.88
Kadar Air (%)	$\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$	95.36%	28.14%

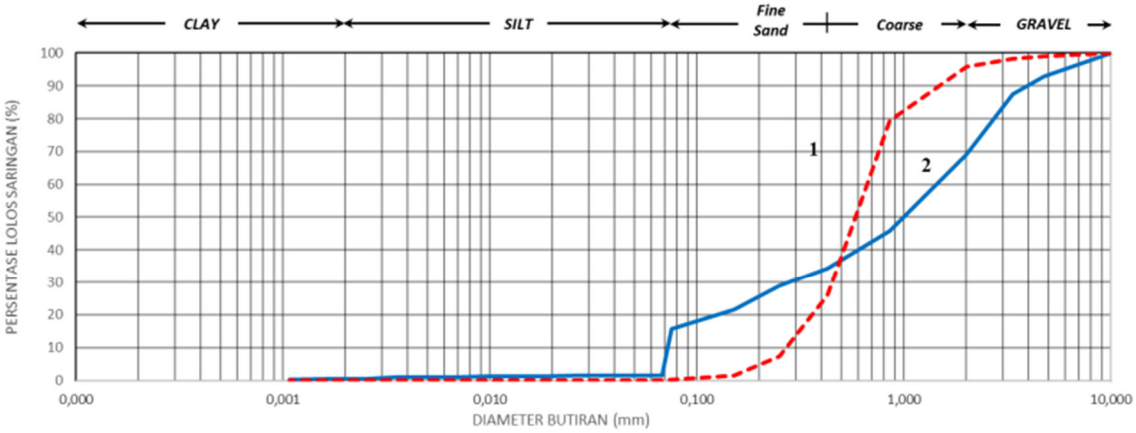
Tabel 5.5. Tabel Hasil Pengujian Berat Jenis Sedimen Dasar

Kode Sampel		**Pangeran Diponegoro**	**Sultan Hasanuddin**
No. Piknometer		A	B
Berat Piknometer (gram)	W_1	29.44	29.68
Berat Piknometer + Sampel (gram)	W_2	44.46	41.92
Berat Sampel (gram)	$W_t = W_2 - W_1$	15.02	12.24
Berat Piknometer + Sampel + Air (gram)	W_3	91.45	89.15
Temperatur Sampel + Air (ºC)	T_1	27	26
Faktor Koreksi T_1	k_1	0.9983	0.9986
Berat Piknometer + Air (gram)	W_4	82.42	82.60
Temperatur Air (ºC)	T_2	27	26
Faktor Koreksi T_2	k_2	0.9983	0.9986
Berat Jenis	$\frac{W_t}{(W_4 - W_1)k_2 - (W_3 - W_2)k_1} \times 100$	2.51	2.15

Tabel 5.6. Tabel Hasil Pengujian Gradasi Butiran Menggunakan Metode Hidrometer Sedimen Dasar

Gs : 2.51
Koreksi Meniskus, Fm : 1
Koreksi Bacaan Nol, Fz : 10
A : 1.035
Berat Tanah Kering yang Diuji, W : 50 Gram

Waktu t (menit)	Pembacaan Hidrometer R	Suhu (°C)	Koreksi Pembacaan Rcp = (R + Ft - Fz)	% Butiran Halus $\frac{a \times Rcp}{W} \times 100$	Pembacaan Hidrometer Aktual Rc_1 = (R + Fm)	L (mm)	K	$D = K\sqrt{\frac{L}{t}}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
0.25	13	26	4.65	9.63	14	140	0.013296	0.099
0.3	13	26	4.65	9.63	14	140	0.013296	0.091
1	13	26	4.65	9.63	14	140	0.013296	0.050
2	13	26	4.65	9.63	14	140	0.013296	0.035
4	12	26	3.65	7.56	13	142	0.013296	0.025
8	12	26	3.65	7.56	13	142	0.013296	0.018
15	12	26	3.65	7.56	13	142	0.013296	0.013
30	11	26	2.65	5.49	12	143	0.013296	0.009
60	11	26	2.65	5.49	12	143	0.013296	0.006
120	11	26	2.65	5.49	12	143	0.01330	0.005
240	10	26	1.65	3.42	11	145	0.01330	0.003
480	10	26	1.65	3.42	11	145	0.01330	0.002
1440	9	26	0.65	1.35	10	147	0.01330	0.001



Sampel :

1 = Jembatan Sultan Hasanuddin

2 = Jembatan Pangeran Diponegoro

Kode		**1**	**2**	
Kerikil	=	4,25	31,03	%
Pasir Kasar	=	69,72	34,75	%
Pasir Halus	=	25,79	18,45	%
Lanau	=	0,24	15,24	%
Lempung	=	0,00	0,54	%

Gambar 5.10. Grafik distribusi butiran sedimen dasar di kedua tempat sampel

Gradasi butiran antara lokasi 1 dan 2 sangat berbeda. Di lokasi 2 (yakni Jembatan Pangeran Diponegoro) yang berada di lebih hulu dari lokasi 1 (yakni mendekat dengan Jembatan Hasanuddin

Tabel 5.7. Tabel Hasil Pengujian Konsentrasi Sedimen Sedimen Layang

Lokasi Pengambilan	Nomor Sampel	Tanggal Pengambilan	Volume (ml)	Berat Sedimen (gr)	Konsentrasi Sedimen (mg/lt)
Jembatan Sultan Hasanuddin	1	24/11/2024	600	0,01s	16,667
	2	24/11/2024	550	0,01	18,182
	3	24/11/2024	510	0,01	19,608
	4	24/11/2024	540	0,02	37,037
Jembatan Pangeran Diponegoro	5	24/11/2024	635	0,02	31,496
	6	24/11/2024	630	0,03	47,619
	7	24/11/2024	600	0,02	33,333
	8	24/11/2024	615	0,02	32,520
Jembatan Ahmad Yani	9	24/11/2024	590	0,02	33,898
	10	24/11/2024	490	0,01	20,408
	11	24/11/2024	450	0,01	22,222
	12	24/11/2024	575	0,02	34,783
Jembatan Syech Umar	13	24/11/2024	550	0,02	36,364
	14	24/11/2024	400	0,01	25,000
	15	24/11/2024	350	0,01	28,571
	16	24/11/2024	610	0,02	32,787

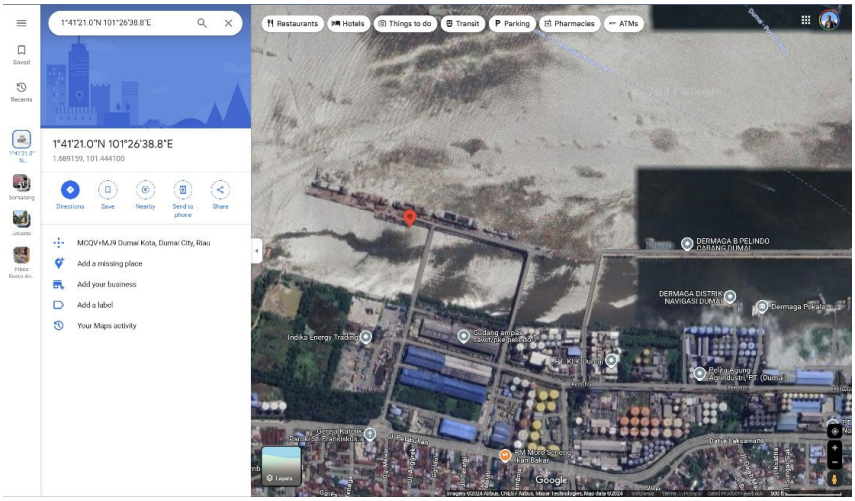
5.2 SURVEI PASANG SURUT

5.2.1 PENDAHULUAN

Untuk memperoleh garis elevasi yang bernilai 0,00 (nol) dari Elevasi Muka air pada kondisi rerata (*Mean Sea Level*/MSL) yang sesuai dengan kondisi saat ini maka dilakukan pengamatan pasang surut air laut. Pengamatan pasang surut dilakukan dengan metode yaitu pengamatan secara manual selama 24 jam dalam jangka waktu 29 hari. Pada kali ini kami mendapatkan data sekunder pengamatan pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Unit Teknis Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika (PJKGG).

5.2.2 LOKASI PENGAMATAN PASANG SURUT

Lokasi pengamatan pasang surut memiliki koordinat Easting (X) : 1.689159 dan Northing (Y) : 101.444100 yang berada di Dermaga C Pelabuhan Kota Dumai, Provinsi Riau milik PT Pelindo I Cabang Dumai. Lokasi pengamatan pasang surut dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11. Titik Lokasi Pengamatan Pasang Surut

5.2.3 TEKNIS PENGUKURAN PASANG SURUT

Deskripsi Stasiun Pasang Surut Kota Dumai dapat dilihat pada Gambar 5.12.

BADAN INFORMASI GEOSPASIAL (BIG)

Jl. Jakarta – Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telepon (021) 8758061, PO. BOX 46 CBI Cibinong Bogor
Web http://srgi.big.go.id | email: srgi@big.go.id

Dumai

DESKRIPSI STASIUN PASANG SURUT			
Kode Stasiun	DMAI	Nama Stasiun	Dumai
Desa/Kelurahan	Dumai Kota	Kabupaten/Kota	Dumai
Kecamatan	Dumai Kota	Provinsi	Riau
Lintang	01° 41 20.97 LU	Bujur	101° 26 38.76 BT
Uraian lokasi	Terletak di Pelabuhan Pelindo cabang Dumai.		

TITIK KONTROL GEODESI (TKG) STASIUN PASANG SURUT			
Koordinat Kartesian (SRGI2013)		Koordinat Geodetik	
Kode TKG	0DMI	Lintang	01° 41' 05.050 LU
X	-1264878.50 meter	Bujur	101° 26' 36.250 BT
Y	6248663.759 meter	Tinggi Ellipsoid (h)	0.9652 meter
Z	186262.4362 meter	Tinggi Orthometrik (H)	2.733 meter
Kecepatan Pergeseran Kartesian		Nilai Gayaberat	
Vx	-0.024 meter / tahun	-	
Vy	-0.030 meter / tahun	-	
Vz	-0.003 meter / tahun	-	
Tinggi TKG terhadap Datum Pasang Surut		Sketsa Hubungan Tinggi	
HAT (m)	0.487	RMSE ± 0.167	
MHWS (m)	0.958		
MSL (m)	2.379		
MLWS (m)	3.581		
LAT (m)	3.960		
Beda Tinggi TKG terhadap Acuan Top Palem			
?h Top Palem-TKG (m) *Panjang Palem 3 meter	-		

FOTO DAN SKETSA		
Foto Bangunan dan TKG		Sketsa Lokasi
	GAMBAR TIDAK TERSEDIA	GAMBAR TIDAK TERSEDIA
Keterangan : • Periode Hasil Pengolahan Data Pasang Surut 1 Tahun (2020) • Interval Pengolahan Data Pasang Surut 1 Jam • Nilai Konstanta Harmonik merupakan layanan PNBP di BIG (PP 49 tahun 2019), silahkan menghubungi pelayanan terpadu informasi geospasial 021-8753155 atau email info@big.go.id.		HAT : Highest Astronomical Tide MHWS : Mean Higher Water Spring MSL : Sea Level atau muka laut rata-rata MLWS : Mean Lowest Water Spring LAT : Lowest Astronomical Tide
Tanggal Pembaharuan : 2022-07-10		Kontrol Kualitas oleh Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika

Gambar 5.12. Deskripsi Stasiun Pasut Dumai (0DMI)

Elevasi pasang surut yang diperoleh dari stasiun pasang surut kemudian diikat dengan titik Pilar Titik Kontrol Geodesi yang terletak di Kawasan Pelabuhan Pelindo Kota Dumai sebagai referensi elevasi. Berdasarkan analisis yang kami lakukan, elevasi terhadap Datum Pasang Surut sebesar +2.379 meter MSL. Gambar 5.13 merupakan deskripsi dari Pilar N1.1024.

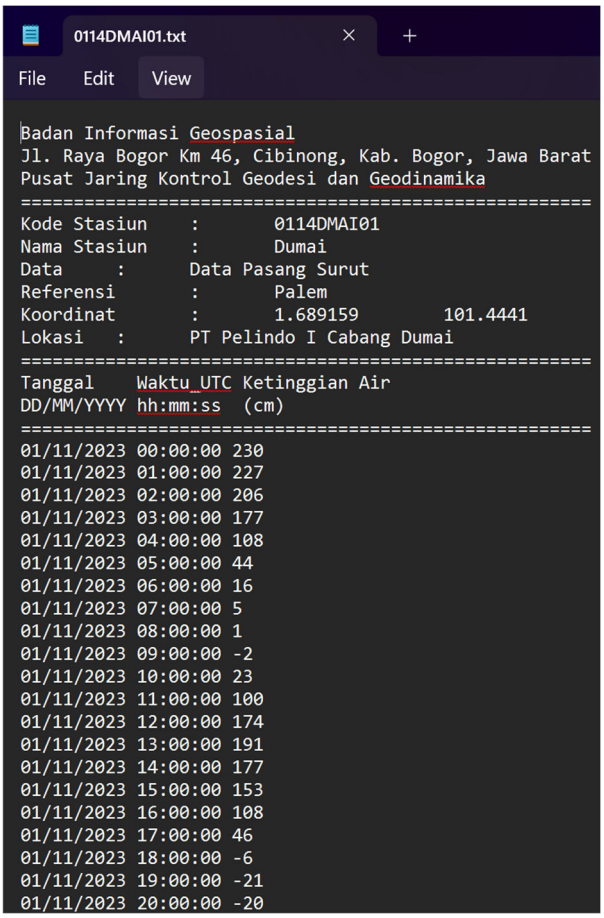
BADAN INFORMASI GEOSPASIAL	BADAN INFORMASI GEOSPASIAL (BIG) Jl. Jakarta – Bogor Km. 46 Cibinong 16911 Telepon (021) 8758061, PO. BOX 46 CBI Cibinong Bogor Web http://srgi.big.go.id | email: srgi@big.go.id		Nomor Titik N1.1024
DESKRIPSI TITIK KONTROL GEODESI			
Nama Setempat	SMA NEGERI 1 DUMAI		
Desa/Kelurahan	BUKIT JIN	**Kabupaten/Kota**	KOTA DUMAI
Kecamatan	BUKIT JIN	**Provinsi**	RIAU
Lintang Pendekatan	1.619249 LU	**Bujur**	101.435891 BT
Uraian lokasi	TERLETAK DI DALAM HALAMAN / PAGAR SMAN 1. DUMAI		
Alamat	SMA NEGERI 1 DUMAI		
Bentuk Fisik	Standar Pilar TTG Orde 1		
KOORDINAT TITIK KONTROL GEODESI			
Koordinat Kartesian (SRGI 2013 Epoch 2012.0)		**Koordinat Geodetik (WGS-84)**	
X	-1264103,453 meter	**Lintang**	1 ° 37 ' 9,29780 LU
Y	6249048,885 meter	**Bujur Pendekatan**	101 ° 26 ' 9,20765 BT
Z	179024,425 meter	**Tinggi Ellipsoid (h)**	15,965 meter
Kecepatan Pergeseran Kartesian		**Kecepatan Pergeseran Toposentrik**	
Vx	- meter/tahun	**V utara**	- meter/tahun
Vy	- meter/tahun	**V timur**	- meter/tahun
Vz	- meter/tahun	**V vertikal**	- meter/tahun
KOORDINAT PROYEKSI & KONDISI PILAR			
Zona	47N		
Utara	179139,062 meter	**Timur**	771028,246 meter
Faktor Skala	1.00051	**Kondisi Acuan Vertikal**	
Konversi Grid	4 ' 7.95 '	**Kondisi Acuan Horizontal**	BAIK
TINGGI ORTHOMETRIK & GAYA BERAT			
Tinggi orthometrik	17.203 meter	**Nilai Gayaberat**	978.061,2000 mgal
Datum Tinggi	MODEL INAGEOID2020 versi 2	**Datum Gayaberat**	Pengukuran Gayaberat Absolut
FOTO DAN SKETSA			
Foto Jauh		**Sketsa Detail**	

Informasi ini disiapkan oleh Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika Badan Informasi Geospasial. Apabila menemukan titik ini hilang / rusak dapat menghubungi kami melaui srgi@big.go.id

Gambar 5.13. Deskripsi Stasiun Pasut Dumai (0DMI)

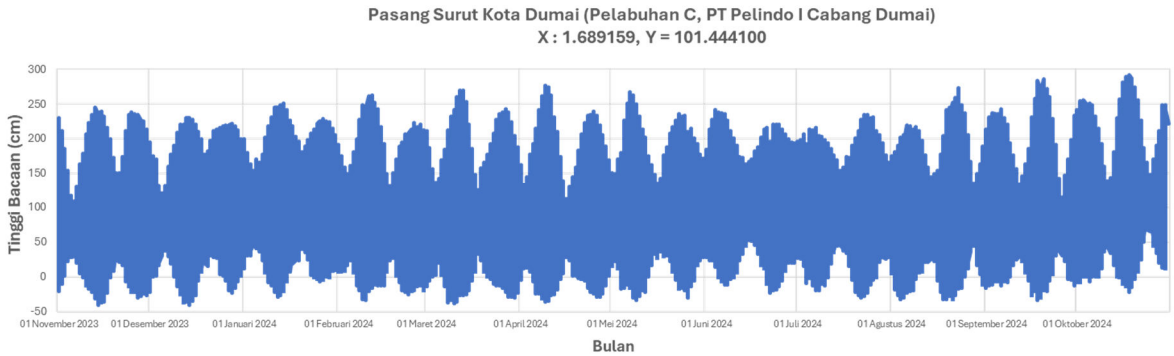
5.2.4 HASIL PENGAMATAN PASANG SURUT

Berdasarkan data yang kami himpun dari Badan Informasi Geospasial (BIG), pada Gambar 5.14 merupakan tangkapan layar dari data mentah Pasang Surut Kota Dumai, Gambar 5.15 merupakan Grafik Pasang Surut Kota Dumai mulai tanggal 1 November 2023 – 31 Oktober 2024, serta Tabel 5.18 merupakan rekapan maksimum, minimun, dan selisih dari Pasang Surut Kota Dumai tiap bulannya yang terjadi dalam kurun waktu November 2023 – Oktober 2024



```
0114DMAI01.txt
File   Edit   View

Badan Informasi Geospasial
Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong, Kab. Bogor, Jawa Barat
Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika
=====================================================
Kode Stasiun    :       0114DMAI01
Nama Stasiun    :       Dumai
Data     :      Data Pasang Surut
Referensi       :       Palem
Koordinat       :       1.689159        101.4441
Lokasi   :      PT Pelindo I Cabang Dumai
=====================================================
Tanggal    Waktu UTC Ketinggian Air
DD/MM/YYYY hh:mm:ss  (cm)
=====================================================
01/11/2023 00:00:00 230
01/11/2023 01:00:00 227
01/11/2023 02:00:00 206
01/11/2023 03:00:00 177
01/11/2023 04:00:00 108
01/11/2023 05:00:00 44
01/11/2023 06:00:00 16
01/11/2023 07:00:00 5
01/11/2023 08:00:00 1
01/11/2023 09:00:00 -2
01/11/2023 10:00:00 23
01/11/2023 11:00:00 100
01/11/2023 12:00:00 174
01/11/2023 13:00:00 191
01/11/2023 14:00:00 177
01/11/2023 15:00:00 153
01/11/2023 16:00:00 108
01/11/2023 17:00:00 46
01/11/2023 18:00:00 -6
01/11/2023 19:00:00 -21
01/11/2023 20:00:00 -20
```

Gambar 5.14. Data Mentah Pasang Surut Kota Dumai



Gambar 5.15. Data Mentah Pasang Surut Kota Dumai

Tabel 5.8. Rekapan Maksimum, Minimun, dan Selisih Pasang Surut Kota Dumai Tiap Bulannya (November 2023 – Oktober 2024)

Bulan	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
Tahun	2023	2023	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024
Max (cm)	245	230	251	263	270	276	267	242	235	273	286	292
Min (cm)	-40	-41	-29	-33	-38	-36	-33	-23	-30	-32	-33	-22
Selisih (cm)	285	271	280	296	308	312	300	265	265	305	319	314

Pasang surut yang terjadi pada Bulan Oktober Tahun 2024 kami pilih untuk kami analisis menggunakan metode Admiralty pada Bab 10 karena pada bulan tersebut terjadi pasang tertinggi (292 cm), selisih yang cukup jauh (314 cm) serta paling mendekati dengan tahun masterplan ini disusun.

BAB 6
SURVEI PENGUKURAN TOPOGRAFI DAN BATHIMETRI

6.1 PENDAHULUAN

6.1.1 UMUM

Laporan Survei Topografi dan Batimetri merupakan suatu media bagi PT. Adhistya Dharmastitya Semarang untuk memberi laporan secara detail tentang pekerjaan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai Tahun 2024, yang dikerjakan berdasarkan kontrak antara Pejabat Pembuat Komitmen Bidang Sumber Daya Air dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Dumai dengan PT. Adhistya Dharmastitya Semarang.

Secara Umum Laporan Survei Topografi dan Batimetri ini berisi metode - metode pelaksanaan Pengukuran, Penghitungan dan Penggambaran. Juga termasuk mengenai personil dan peralatan pengukuran, ringkasan hasil penghitungan dan gambar lokasi pekerjaan, serta diskripsi benchmark dan control Poin dengan dokumentasi selama pekerjaan ini berlangsung.

6.1.2 LATAR BELAKANG

Dalam suatu Pekerjaan Survei Masterplan Pengendalian Banjir dan pengairan lainya, tidak akan diperoleh hasil yang sesuai dengan harapan apabila tidak adanya suatu data dan gambar yang up to date dan memenuhi kebutuhan dari perencanaan. Untuk itulah maka diperlukan pengukuran topografi di lapangan yang mengacu pada metode metode yang telah baku dan memenuhi persyaratan yang di tentukan dalan Kerangka Acuan Kerja.

6.1.3 MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari Pekerjaan Pengukuran Topografi dan Batimetri adalah adanya upaya dari konsultan agar dalam menyajikan suatu data dan gambar yang tepat dan sesuai sasaran serta semuktahir mungkin

Tujuan dari Pekerjaan Pengukuran Topografi adalah diperolehnya suatu data dan gambar lapangan yang valid dan up to date keadaan suatu sistem Pengendalian Banjir sehingga diperoleh hasil yang maksimal untuk kebutuhan perencanaan.

6.1.4 LOKASI PEKERJAAN

Sungai Dumai secara administratif terletak di Kota Dumai Provinsi Riau. Secara astronomis terletak antara 109˚20’ 40” BT, sampai dengan 101˚26’ 55” BT, dan 01˚38’ 48” LU sampai dengan 01˚41’ 15” LU.

Pada lokasi pekerjaan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai Tahun 2024 ini melewati beberapa desa / kelurahan yaitu : Kel.Dumai Kota, Kel.Bintan, Kel. Laksamana Dumai, Kel. Rimba Sekampung, Kel Sukajadi, Kel. Simpang Tetap Darul Ichsan, Kel. Pangkalan Sesai, Kel. Teluk Binjai, Kel. Buluh Kasap, Kel. Jaya Mukti, Kel. Bumi Ayu, Kel. Bukit datuk , kel. Ratu Sima.

Gambar 6.1. Peta Lokasi Pekerjaan

6.1.5 LINGKUP PEKERJAAN

Lingkup Pekerjaan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai Tahun 2024:

- Pembuatan dan Pemasangan Patok Benchmark.
- Pengukuran Kerangka Horisontal dan Vertikal
- Pengukuran Situasi Sungai Dumai
- Pengukuran Batimetri
- Pengukuran Penampang Memanjang dan Melintang Sungai
- Penghitungan dan Penggambaran
- Pembuatan Laporan Survey Topografi dan Batimetri

6.2 PENGAMBILAN DATA LAPANGAN

6.2.1 UMUM

Untuk Pengambilan Data Kondisi Lapangan diperlukan survey pengukuran Topografi dan Batimetri pada Pekerjaan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai dengan total pengukuran sungai sepanjang ± 7.5 Km, dengan lingkup pekerjaan meliputi :

a. Pemasangan patok Bench Mark (BM) sebanyak 10 buah dan patok Control Point (CP) sebanyak 10 buah, pada tempat/lokasi yang dianggap startegis.
b. Pengukuran dan Pengikatan Kerangka Kontrol Horisontal dan Vertikal terhadap titik referensi JKG-SRGI (Jaring Kontrol Geodesi dari Sistem Referensi Geospasial Indonesia) milik Badan Informasi Geospasial.
c. Pengukuran detail situasi sungai Dumai , meliputi bangunan bangunan yang ada di sepanjang tepi sungai, pintu air, inlet saluran, tanggul , jembatan dan bangunan penunjang / pelengkap lainnya.
d. Pengukuran Batimetri / kedalaman sungai di Muara hingga ke Hulu dengan alat Echosounder.
e. Pengukuran Potongan Memanjang dan Melintang sungai dengan jarak profil setiap 50 m atau sesuai dengan kebutuhan untuk bagian Trase yang berbelok belok.
f. Perhitungan data hasil survei pengukuran topografi dan penggambaran, dengan ketentuan :
   - Penggambaran peta situasi sungai, skala 1 : 1.000 ;
   - Penggambaran penampang memanjang sungai, dengan skala vertikal 1 : 200 dan skala horizontal 1 : 1.000, serta
   - Penggambaran penampang melintang sungai dengan skala vertikal horizontal = 1 : 200, atau sesuai persetujuan Direksi Pekerjaan.
g. Laporan survei topografi dan batimetri, berisi :
   - Maksud, Tujuan, dan Lokasi Pekerjaan
   - Prosedur pelaksanaan pekerjaan Survey
   - Prosedur Penghitungan dan Penggambaran data Ukur
   - Ringkasan hasil Pekerjaan, Deskripsi BM, dan dokumentasi
   - Pengukuran/pemetaan dilaksanakan untuk mendapatkan gambaran situasi lahan eksisting, dalam bentuk peta, maupun gambar potongan memanjang dan melintang.

6.2.2 PERSIAPAN TEKNIS PENGUKURAN

Sebelum Team Pegukuran terjun ke lapangan secara langsung, terlebih dahulu kita melakukan hal hal sebagai berikut:

a. Mempersiapkan formulir data ukur, Surat Tugas, dan data awal yang akan digunakan dalam pekerjaan ini .
b. Merencanakan lokasi pemasangan BM dan CP diatas peta.
c. Mempersiapkan data titik tugu/ Pilar Referensi koordinat dan elevasi .
d. Memilih personil yang akan melaksankan pekerjaan ini, dimana syarat-syarat yang akan digunakan memenuhi ketentuan-ketentuan teknis yang telah diterima.
e. Memeriksa alat-alat ukur yang akan digunakan.
f. Mempersiapkan pola pengukuran kerangka dasar horizontal dan vertikal yang mencakup pengukuran polygon utama dan cabang serta pengukuran waterpass akan dilakukan dengan system pengukuran secara ring / loop tertutup untuk batas pengukuran dan dibuat pula cabang-cabangnya.

6.2.2.1 TITIK REFERENSI

Titik / Pilar Referensi dipergunakan sebagai acuan dalam proses penghitungan dan penggambaran agar di peroleh koordinat dan elevasi satu sistem dengan JKG-SRGI dari Badan Informasi Geospasial.

Untuk Pekerjaan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai ini, sebagai titik referensi adalah :

a. Pilar N1.1024

N1.1024 merupakan Pilar TTG (Titik Tinggi Geodesi) Orde 1 sehingga kita pergunakan sebagai Referensi Koordinat. Terletak di Halaman SMAN 1 Dumai, Kel. Bukit Timah, Kecamatan Dumai Selatan, Kota Dumai

Koordinat Geodetik :

Latitude : 1° 37' 09.29780" LU

Longitude : 101° 26' 09.20765" BT

Koordinat UTM :

Zona : 47 N

Absis (X) : 771028.246 m

Ordinat (Y) : 179139.062 m

b. Pilar ODMI

ODMI merupakan Pilar Titik Kontrol Geodesi Stasiun Pasang Surut di Kota Dumai, kita gunakan sebagai Referensi Elevasi. Terletak di dalam kawasan Pelabuhan Pelindo Kota Dumai

Elevasi terhadap Datum Pasut MSL : + 2.379 m

BADAN INFORMASI GEOSPASIAL	BADAN INFORMASI GEOSPASIAL (BIG) Jl. Jakarta – Bogor Km. 46 Cibinong 16911 Telepon (021) 8758061, PO. BOX 46 CBI Cibinong Bogor Web http://srgi.big.go.id | email: srgi@big.go.id		Nomor Titik N1.1024
DESKRIPSI TITIK KONTROL GEODESI			
Nama Setempat	SMA NEGERI 1 DUMAI		
Desa/Kelurahan	BUKIT JIN	**Kabupaten/Kota**	KOTA DUMAI
Kecamatan	BUKIT JIN	**Provinsi**	RIAU
Lintang Pendekatan	1.619249 LU	**Bujur**	101.435891 BT
Uraian lokasi	TERLETAK DI DALAM HALAMAN / PAGAR SMAN 1. DUMAI		
Alamat	SMA NEGERI 1 DUMAI		
Bentuk Fisik	Standar Pilar TTG Orde 1		
KOORDINAT TITIK KONTROL GEODESI			
Koordinat Kartesian (SRGI 2013 Epoch 2012.0)		**Koordinat Geodetik (WGS-84)**	
X	-1264103,453 meter	**Lintang**	1 ° 37 ' 9,29780 LU
Y	6249048,885 meter	**Bujur Pendekatan**	101 ° 26 ' 9,20765 BT
Z	179024,425 meter	**Tinggi Ellipsoid (h)**	15,965 meter
Kecepatan Pergeseran Kartesian		**Kecepatan Pergeseran Toposentrik**	
Vx	- meter/tahun	**V utara**	- meter/tahun
Vy	- meter/tahun	**V timur**	- meter/tahun
Vz	- meter/tahun	**V vertikal**	- meter/tahun
KOORDINAT PROYEKSI & KONDISI PILAR			
Zona	47N		
Utara	179139,062 meter	**Timur**	771028,246 meter
Faktor Skala	1.00051	**Kondisi Acuan Vertikal**	
Konversi Grid	4 ' 7.95 '	**Kondisi Acuan Horizontal**	BAIK
TINGGI ORTHOMETRIK & GAYA BERAT			
Tinggi orthometrik	17.203 meter	**Nilai Gayaberat**	978.061,2000 mgal
Datum Tinggi	MODEL INAGEOID2020 versi 2	**Datum Gayaberat**	Pengukuran Gayaberat Absolut
FOTO DAN SKETSA			
Foto Jauh		**Sketsa Detail**	
Informasi ini disiapkan oleh Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika Badan Informasi Geospasial. Apabila menemukan titik ini hilang / rusak dapat menghubungi kami melaui srgi@big.go.id			

Gambar 6.2. Deskripsi Pilar N1.1024

Gambar 6.3. Pilar N1.1024 dan Pilar TKG 0DMI

BADAN INFORMASI GEOSPASIAL (BIG)

Jl. Jakarta – Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telepon (021) 8758061, PO. BOX 46 CBI Cibinong Bogor
Web http://srgi.big.go.id | email: srgi@big.go.id

Dumai

DESKRIPSI STASIUN PASANG SURUT			
Kode Stasiun	DMAI	Nama Stasiun	Dumai
Desa/Kelurahan	Dumai Kota	Kabupaten/Kota	Dumai
Kecamatan	Dumai Kota	Provinsi	Riau
Lintang	01° 41 20.97 LU	Bujur	101° 26 38.76 BT
Uraian lokasi	Terletak di Pelabuhan Pelindo cabang Dumai.		

TITIK KONTROL GEODESI (TKG) STASIUN PASANG SURUT			
Koordinat Kartesian (SRGI2013)		Koordinat Geodetik	
Kode TKG	0DMI	Lintang	01° 41' 05.050 LU
X	-1264878.50 meter	Bujur	101° 26' 36.250 BT
Y	6248663.759 meter	Tinggi Ellipsoid (h)	0.9652 meter
Z	186262.4362 meter	Tinggi Orthometrik (H)	2.733 meter
Kecepatan Pergeseran Kartesian		Nilai Gayaberat	
Vx	-0.024 meter / tahun	-	
Vy	-0.030 meter / tahun	-	
Vz	-0.003 meter / tahun	-	
Tinggi TKG terhadap Datum Pasang Surut		Sketsa Hubungan Tinggi	
HAT (m)	0.487	RMSE ± 0.167	
MHWS (m)	0.958		
MSL (m)	2.379		
MLWS (m)	3.581		
LAT (m)	3.960		
Beda Tinggi TKG terhadap Acuan Top Palem			
?h Top Palem-TKG (m) *Panjang Palem 3 meter	-		

FOTO DAN SKETSA	
Foto Bangunan dan TKG	Sketsa Lokasi
GAMBAR TIDAK TERSEDIA	GAMBAR TIDAK TERSEDIA

Keterangan :
- Periode Hasil Pengolahan Data Pasang Surut 1 Tahun (2020)
- Interval Pengolahan Data Pasang Surut 1 Jam
- Nilai Konstanta Harmonik merupakan layanan PNBP di BIG (PP 49 tahun 2019), silahkan menghubungi pelayanan terpadu informasi geospasial 021-8753155 atau email info@big.go.id.

HAT : Highest Astronomical Tide
MHWS : Mean Higher Water Spring
MSL : Sea Level atau muka laut rata-rata
MLWS : Mean Lowest Water Spring
LAT : Lowest Astronomical Tide

Tanggal Pembaharuan : 2022-07-10

Kontrol Kualitas oleh Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika

Gambar 6.4. Deskripsi Stasiun Pasut Dumai (0DMI)

6.2.2.2 PERSONIL

Selain dibentuk organisasi proyek secara keseluruhan. dibentuk pula organisasi pelaksanaan pekerjaan pengukuran dan penggambaran sebagai rincian dari kegiatan Pengukuran/Survei sesuai dalam Kerangka Acuan Kerja, Adapun personil dari PT. Adhistya Dharmastitya Semarang yang menangani bagian Pengukuran / Survei Topografi adalah sebagai berikut :

Tabel 6.1. Personil Tim Pengukuran Topografi dan Batimetri

Personil	Jumlah
1. Koordinator Lapangan	1 org
2. Surveyor Topografi	2 org
3. Surveyor Batimetri	1 org
4. Drafter	2 org
5. Tenaga Lapangan	12 org

6.2.2.3 PERALATAN

Untuk Pekerjaan Pengukuran Topografi dan Batimetri dipergunakan alat- alat sebagai berikut :

Tabel 6.2. Peralatan Pekerjaan Pengukuran Topografi dan Batimetri

Nama / Jenis Alat	Jumlah	Uraian
1. GPS RTK Emlid RS 2	2 set	Kondisi Baik
2. South Total Station NTS-332R	2 set	Kondisi Baik
3. Topcon Waterpass AT-B4	1 set	Kondisi Baik
4. Garmin Echosounder Map585	1 set	Kondisi Baik
5. GPS Handheld	2 set	Kondisi Baik
6. Speedboat / Perahu	1 set	Kondisi Baik
7. Laptop / CPU	3 set	Kondisi Baik

Untuk penggambaran memakai sistem digital, dimana data ukur dari lapangan di hitung dan di proses menggunakan software excel dan penggambaran memakai software AutoCad Land Development.

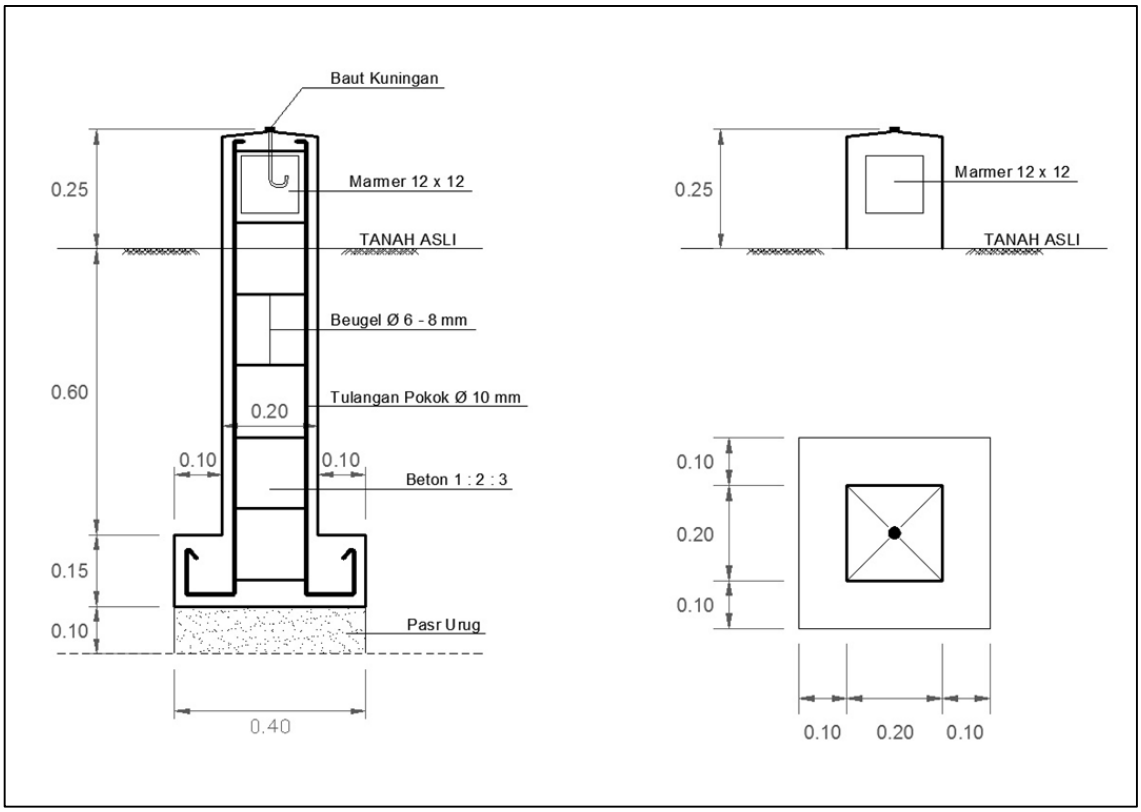
6.2.3 PEMASANGAN PATOK BM DAN CP

Pada Pekerjaan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai tahun 2024, ditentukan untuk membuat dan memasang Patok BM sebanyak 10 buah dan Patok CP 10 Buah.

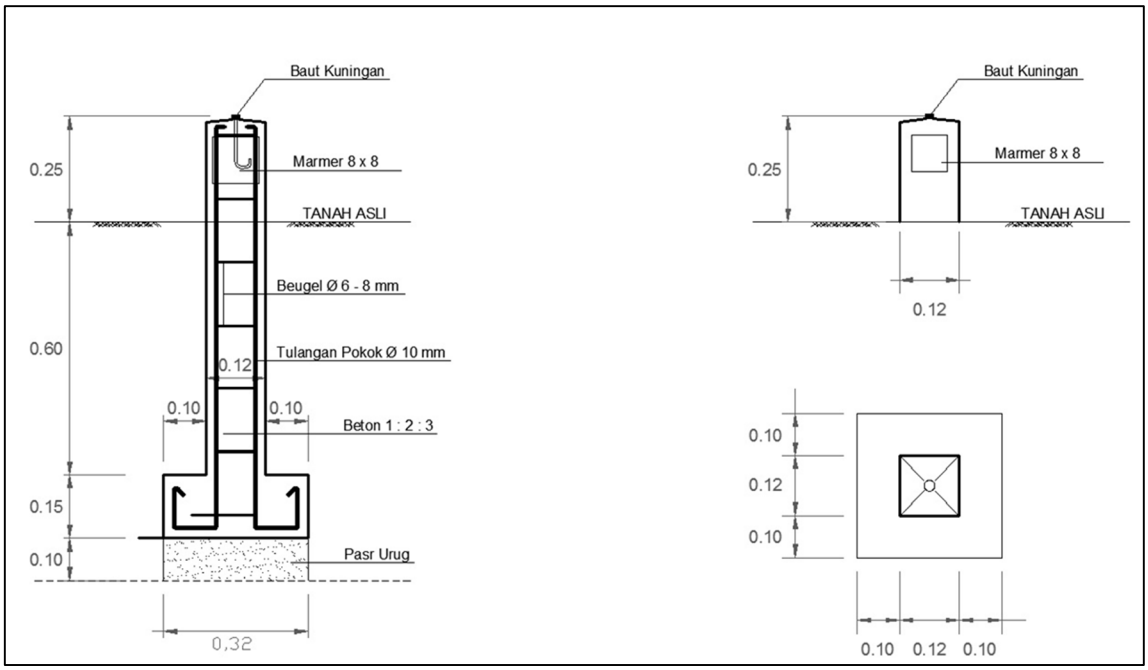
Patok BM dan CP terbuat dari beton bertulang terbuat dari campuran 1pc cement : 2 pasir : 3 Batu Kerikil, dipasang di tempat yang aman dan tersebar di sepanjang Lokasi Pekerjaan.

Ketentuan atau persyaratan Patok Beton BM dan CP adalah sebagai berikut :

a. Bentuk pilar beton (BM) berukuran 20x20x100 Cm, bagian yang menonjol diatas permukaan tanah adalah ± 20 Cm dan tertanam 80 Cm, dengan ring beton 12x12 Cm.
b. Pilar beton diusahakan dipasang pada tempat yang aman dan stabil keadaan tanahnya, juga lokasinya mudah dicari kembali.
c. Pada setiap Patok BM akan dipasang 1 buah Patok CP yang akan dipakai sebagai titik kontrol atau orientasi azimuth.
d. Patok BM dan CP dipasang sebelum dilakukan pengukuran, BM dipasang di tempat dipasang CP pendamping untuk orientasi arah dan memudahkan cross check setiap BM akan difoto, dibuat deskripsinya, diberi nomer dan kode sesuai petunjuk Direksi.
e. Pemasangan BM akan direncanakan kerapatan dan mendapat persetujuan Direksi, sehingga memenuhi persyaratan pada kerangka polygon dan pada tiap titik simpul.



Gambar 6.5. Patok BM (*Benchmark*)



Gambar 6.6. Patok CP (*Control Point*)

6.2.4 PENGUKURAN KERANGKA KONTROL HORISONTAL

Penentuan Posisi Koordinat dapat dilakukan dengan metode Terestris (pengukuran langsung dengan alat berada di permukaan tanah) atau dengan metode Ekstra Terestris (pengukuran atau pengamatan benda atau wahana yang ada di angkasa atau luar angkasa).

Pengukuran Kerangka Kontrol Horisontal memakai metoda Polygon dengan alat ukur Total Station dan dilakukan pengikatan koordinatnya dengan Pengukuran GPS pada Pilar JKG –SRGI (Pilar N1.1024)

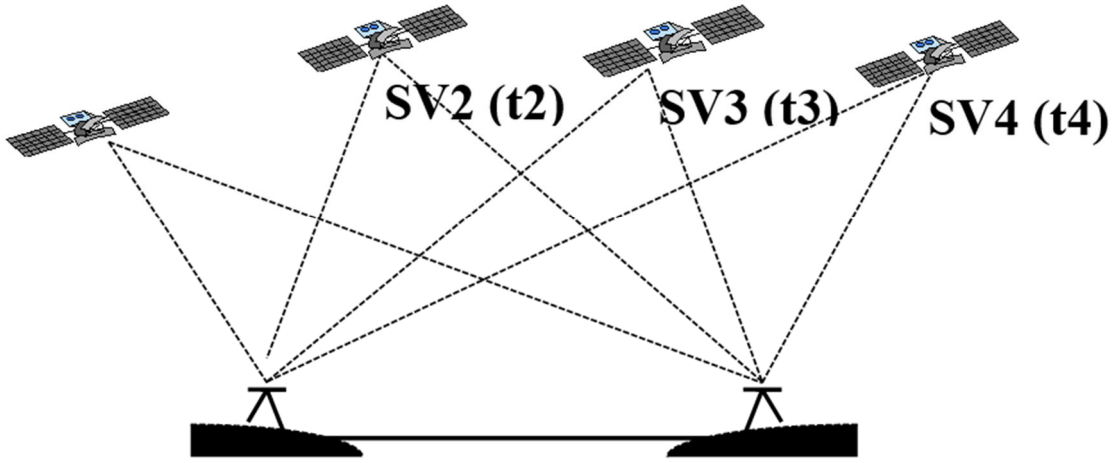
6.2.4.1 PENGUKURAN GPS

Penentuan posisi dengan GPS adalah suatu metoda penentuan posisi dengan cara mengamati sinyal-sinyal yang dipancarkan satelit GPS di atas stasion pengamat di muka bumi. Sinyal-sinyal yang dipancarkan oleh Satelit diterima Receiver berupa informasi mengenai Jam satelit, Orbit satelit, Bias jam dan Koefisien model ionosfir. Dalam perambatannya, sinyal satelit tersebut berupa kode-kode PRN yang dimodulasikan kedalam dua gelombang pembawa L1 dan L2.

Pada saat ini, konstelasi satelit yang membawa gelombang-gelombang di atas terdiri dari 24 satelit yang terbagi dalam 6 (enam) bidang orbit sedemikian rupa sehingga untuk setiap posisi dimuka bumi dapat menerima minimal 4 buah satelit pada saat yang bersamaan sehingga memungkinkan untuk menentukan posisi setiap saat dan dalam segala kondisi cuaca.

Penentuan posisi menggunakan metode Relative Positioning yang mana penentuan posisi titik yang baru didasarkan pada koordinat titik yang sudah diketahui nilainya

Penentuan posisi secara relatif dapat dilakukan dengan menggunakan minimal dua receicer GPS. Untuk pengukuran titik yang banyak dan wilayah yang besar, maka pengukuran menjadi lebih efektif bila menggunakan receiver dalam jumlah yang lebih banyak. Pada wilayah yang kecil dengan jumlah titik yang sedikit dan jarak antar titik cukup dekat, maka penggunaan dua receiver cukup efektif.



Gambar 6.7. Geometrik Pengamatan *Relative Positioning*

Peralatan pengukuran yang digunakan di lapangan, antara lain:

- Receiver yang digunakan adalah 2 (tiga) unit receiver GPS tipe Geodetik dual frequency dengan merk Emlid RS2 yang dapat merekam sinyal satelit GPS (USA), GLONAS (Rusia), BeiDou (China)
- Komponen-komponen receiver, seperti: antena dan kabel, Tribrach dengan centering optis.
- Baterai dapat beroperasi minimal 12 jam setiap hari.
- Pemakaian alat Radio Komunikasi dan Handphone (HP).
- Peralatan lain, seperti: generator, battery charger dan alat clearing disiapkan untuk masing-masing tim.
- Untuk orientasi titik / reconnaissance dipakai GPS handheld.
- Laptop untuk download hasil survai dari receiver
- Software yang digunakan untuk pengolahan data GPS adalah Software RTKLib versi 2.4.2.

2.2.4.1.1 Perencanaan Jaringan Survey GPS

Desain jaringan pengukuran GPS di setiap lokasi pemasangan Bench Mark dibuat dengan memperhatikan ketentuan sebagai berikut:

- Desain jaringan dibuat pada peta
- Desain jaringan definitif dibuat setelah melaksanakan *Reconnaissance*.
- Jaringan pengukuran diikatkan dengan minimal 1 titik kontrol geodesi orde-0 atau orde 1 milik Bakosurtanal sekarang Badan Informasi Geospasial (BIG).

2.2.4.1.2 Reconnaissance

Salah satu kegiatan dalam pengenalan lapangan atau reconnaissance adalah pencarian letak titik referensi dan memastikan kondisi fisik titik referensi tersebut masih layak untuk dipakai sebagai titik ikat. Persyaratan kondisi titik ikat yang dapat dipakai adalah sebagai berikut:

- Nomor atau tanda pengenal Bench Mark dan lokasi/letak Bench Mark sesuai dengan deskripsi yang didapat dari JKG-SRGI,
- Kondisi fisik masih baik dan tidak rusak,
- Posisi Bench Mark tegak tidak miring dan tidak pernah dipindah,

Selain mencari posisi titik ikat BIG, dalam reconaisance juga dilakukan pencarian posisi yang tepat untuk pemasangan Bench Mark. Pada saat pengenalan lapangan dilakukan pencatatan secara detail kondisi lapangan. Titik yang dipilih sebagai tempat pemasangan Bench Mark harus memenuhi persyaratan teknis dan juga mendapat persetujuan dari pihak pemilik lahan atau pemerintahan setempat dengan mempertimbangkan hal-hal berikut :

- Dipasang sesuai dengan posisi titik yang direncanakan
- Mudah dijangkau dan ditemukan kembali
- Tidak menggangu dan terganggu fasilitas dan utilitas umum.
- Aman dari gangguan tanah longsor, banjir, dan bahaya sejenis.
- Ruang pandang ke satelit yang baik untuk paling sedikit 6 (enam) satelit pada elevasi di atas 15° selama pengamatan.
- Meminimalkan pengaruh multipath dan interferensi listrik atau gelombang radio.

2.2.4.1.3 Akusisi Data

Pekerjaan akusisi data adalah pekerjaan pengamatan satelit GPS untuk keperluan penentuan posisi titik stasiun tersebut. Metode pengukuran yang dilakukan adalah Static Relative Positioning dengan pengamatan GPS Carier Beat Phase yang mengaplikasikan

minimal dua unit receiver GPS Geodetik. Sebelum pengamatan, alat GPS diatur dengan setting berikut:

- Satelit yang tersedia minimal 6 satelit
- Geometry Dilution of Precession (GDOP) lebih kecil dari 8
- Interval epoch 10 detik .
- Mask angle sebesar 15º

Pengamatan GPS dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) receiver Emlid RS2, seperti tampak pada Gambar 2.7. Pengaturan parameter pengamatan receiver GPS dilakukan dengan menghubungkan receiver GPS dengan kontroler. Setting parameter dilakukan pada saat receiver sudah dalam posisinya yang yang tepat serta sebelum dimulai koleksi data .

Gambar 6.8. Receiver GPS EMLID RS2

Pengamatan data satelit GPS pada setiap titik dilakukan dengan prosedur operasi berikut:

- Antena diletakan pada Tribrach diatas Tripod yang didirikan tepat diatas Bench Mark/titik yang akan diukur dan dilakukan centering secara optis pada titik silang pada tablet dari masing-masing Bench Mark.
- Ketinggian antena pada tiap titik diukur sebelum dan sesudah pengamatan dimana selisih pengukuran tinggi tersebut tidak lebih dari 5 mm.
- Koleksi data satelit dilakukan minimal pada dua titik secara bersamaan.
- Lama pengamatan disesuaikan dengan panjang baseline untuk memastikan terpecahkannya ambiguitas fase. Bila geometrik satelit sangat baik, GDOP dibawah 4 dan kondisi atmosfer baik, maka pengamatan data satelit dapat dipersingkat.
- Seluruh sumber potensial multipath dalam jarak 50 meter akan dicatat. Kendaraan yang digunakan dalam survey yang lebih tinggi daripada tinggi antenna harus diparkir dengan jarak lebih dari 20 m.

- Seluruh sumber-sumber potensial dari interferensi listrik / radio dalam radius titik yang diukur akan dicatat.
- Pengamat atau surveyor mencatat hal-hal penting yang terkait dengan pengamatan GPS di suatu titik. Catatan tersebut berisi nama stasion, tanggal dan jam pengamatan, tinggi antena, diagram obstruksi di lokasi pengukuran.

Gambar 6.9. Pengukuran GPS di BM/Pilar N1.1024

6.2.4.2 PENGUKURAN POLYGON

Pengukuran Polygon merupakan metode dalam Pengukuran Kerangka Kontrol Horisontal dengan cara Terestris. Pengukuran Polygon digunakan untuk menentukan posisi horisontal banyak titik dengan menghitung Jarak dan sudutnya.

Dalam pengukuran Polygon diperlukan hal-hal sebagai berikut :

a. Metode pengukuran adalah Polygon
b. Alat pengukur jarak dan sudut adalah TS (Total Station).
c. Jalur pengukuran polygon mengikuti jalur kerangka pengukuran (ring atau loop).
d. Sudut horizontal diukur satu seri lengkap (B,LB)
e. Perbedaan sudut horizontal hasil bacaan biasa dan luar biasa < 5".
f. Untuk orientasi arah dan control ukuran sudut akan dilakukan perhitungan pendekatan koordinat gps atau sesuai petunjuk Direksi.
g. Jarak antara patok diukur dua kali bolak-balik perbedanya akan 1 : 5.000 terhadap jarak rata-ratanya.

h. Panjang seksi pengukuran polygon maksimum 2,5 km dan setiap ujungnya ditandai dengan BM.

i. Semua BM dan CP, baik yang lama maupun yang baru akan diukur.

j. Pengukuran Jarak

- Alat ukur yang digunakan TS (Total Station).
- Pembacaan dilakukan pergi pulang.
- Hasil pembacaan jarak dicek beberapa kali.

k. Pengukuran Sudut

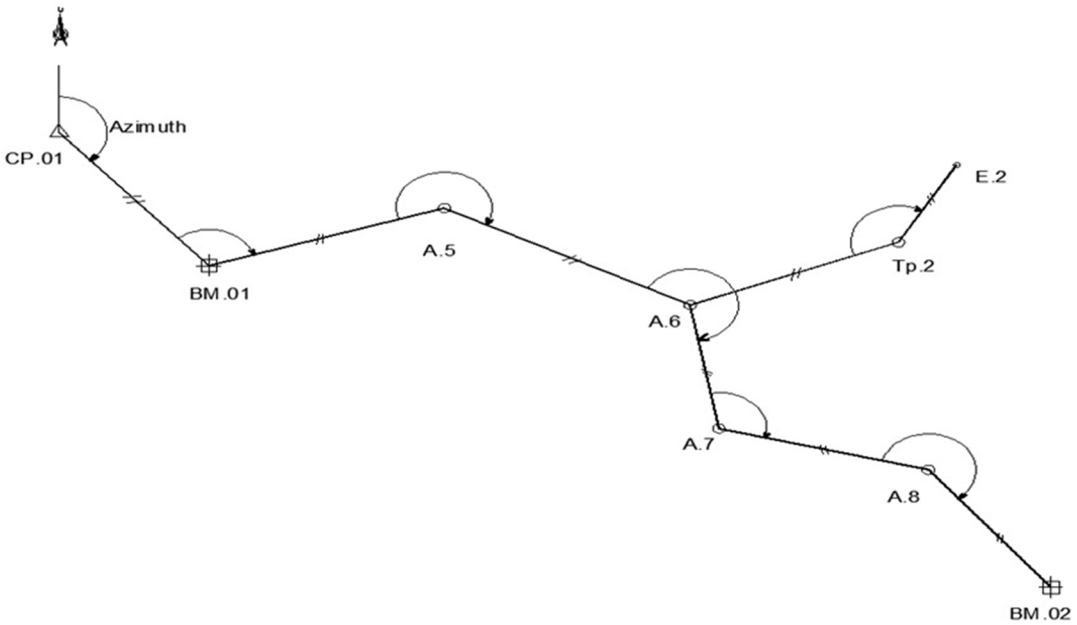
- Menggunakan TS (Total Station).
- Jumlah seri pengukuran 2 seri (B,LB) muka belakang
- Selisih sudut antara dua pembacaan < 5" (lima detik)
- Salah penutup Sudut $\Phi o < 10 \sqrt{n}$ detik
- Salah penutup jarak $\sqrt{d}<1:7500$.
- Bentuk geometris polygon adalah tertutup (loop) melalui BM dan patok kayu.

Keterangan :

n : Jumlah titik polygon

Φo : Jumlah penutup sudut

$\Phi \delta$: Jumlah penutup Jarak



Gambar 6.10. Skema Polygon Terikat

6.2.5 PENGUKURAN KERANGKA KONTROL VERTIKAL

Pengukuran ini dimaksudkan untuk mengetahui posisi tinggi elevasi (Z), pada tiap patok Beton yang menjadi Kerangka Kontrol Vertikal. Metoda pengukuran yang dilakukan ini metoda waterpass / Levelling, yaitu dengan melakukan pengukuran beda tinggi antara dua titik terhadap bidang referensi yang dipilih.

a. Metoda pengukuran adalah waterpass/penyipat datar/levelling.
b. Alat yang digunakan : waterpass otomatis Topcon AT-B4 dan rambu ukur yang dilengkapi dengan nivo.
c. Ketinggian/elevasi setiap titik-titik polygon/patok, BM dan CP baik yang lama maupun yang baru akan diukur.
d. Sebelum dan sesudah pengukuran setiap hari akan dilakukan checking garis bidik.
e. Ketiga benang (ba, bt, dan bb) akan dibaca lengkap.
f. Metoda pengukuran waterpass adalah pergi-pulang.

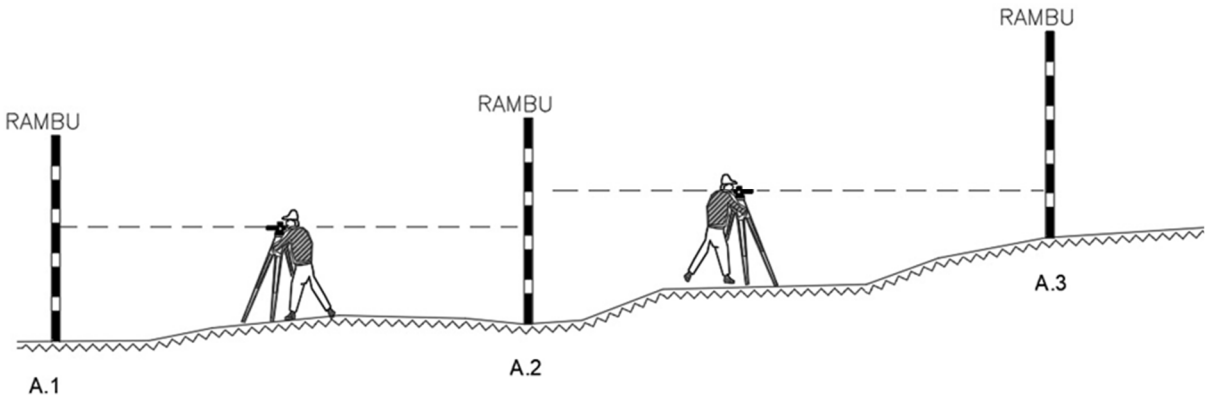
Pengukuran levelling akan diikatkan pada BM Referensi yaitu Pilar 0DMI yang merupakan Pilar Titik Kontrol Geodesi dari Stasiun Pasut Dumai yang terletak di dalam Kawasan Pelabuhan Pelindo Dumai.

Pilar 0DMI mempunyai nilai elevasi +2.379 dengan Datum Elevasi dari Mean Sea Level (MSL).

Pembacaan rambu akan dilakukan dengan pembacaan tiga benang lengkap (benang atas, benang tengah, dan benang bawah) sebagai kontrol 2BT=BA+BB. Pada setiap slag, usahakan alat di tengah-tengah dari dua titik yang diukur dengan jarak maksimum 50 m ke rambu muka dan rambu belakang. Dalam pengukuran leveling akan menggunakan 2 buah rambu ukur yang dilengkapi:

a. Landasan rambu yang terbuat dari logam berkaki tiga.
b. Nivo kotak
c. Kesalahan penutup dari pengukuran pulang pergi tidak boleh melebihi $10\sqrt{L}$ mm (L=jumlah jarak dalam KM).

Pelaksanaan pengukuran waterpas pada tiap titik diilustrasikan seperti pada gambar di bawah.



Gambar 6.11. Skema Polygon Terikat

Spesifikasi Teknis Pengukuran Waterpass adalah sebagai berikut:

a. Jalur pengukuran dibagi menjadi beberapa seksi.
b. Tiap seksi dibagi menjadi slag yang genap.
c. Setiap pindah slag rambu muka menjadi rambu belakang dan rambu belakang menjadi rambu muka.
d. Pengukuran dilakukan dengan cara double stand, ring.
e. Toleransi kesalahan pembacaan stand 1 dengan stand 2 < 2 mm.
f. Jalur pengukuran mengikuti jalur polygon dan melewati Patok BM.
g. Toleransi salah penutup tinggi (ft) < 10 mm√D.

Keterangan:

n : Salah penutup tinggi

D : Jarak dalam satuan Km.

Alat ukur yang digunakan waterpass dan rambu ukur alumunium 3 m. Pengukuran sipat datar ini dilakukan melalui titik-titik polygon dan patok lainnya yang digunakan untuk pengukuran situasi dan profil melintang saluran.

6.2.6 PENGUKURAN DETAIL SITUASI

Untuk menentukan posisi dan elevasi titik detail dilakukan pengukuran detail situasi. Dalam Pekerjaan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai digunakan 2 metode, yaitu dengan menggunakan GPS RTK (Real Time Kinematik) dan dengan metoda pengukuran tachymetri.

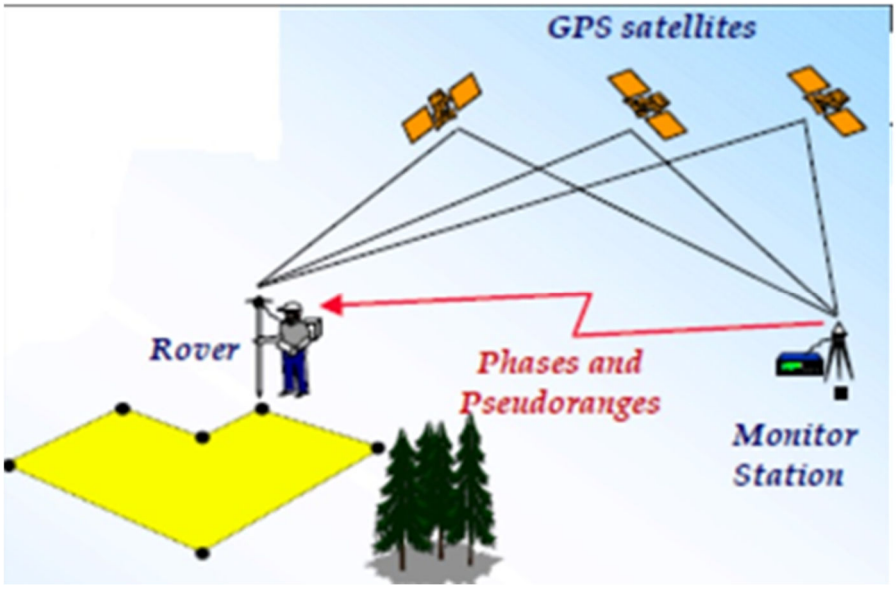
6.2.6.1 PENGUKURAN GPS RTK

Survei metode RTK terdiri atas base dan rover station, dengan receiver yang ada di base station tidak berubah posisi antenanya selama melakukan pengukuran sedang receiver yang berfungsi sebagai rover dipindah-pindahkan sesuai untuk positioning yang direncanakan. Receiver yang ada di base dan rover station harus selalu memperoleh signal GPS selama melakukan pengukuran, korekasi diferensial dipancarkan dari base station ke rover station menggunakan fasilitas RTCM.

Survei GPS untuk pengamatan RTK sangat sering digunakan untuk pekerjaan mapping hingga saat ini.

Sistem RTK (Real-Time Kinematic) adalah sistem penentuan posisi real-time secara diferensial menggunakan data fase. Dapat digunakan untuk penentuan posisi obyek- obyek yang diam maupun bergerak.

Untuk merealisasikan tuntutan real-time nya, monitor station harus mengirimkan data fase dan pseudorange ke pengguna secara real-time menggunakan sistem komunikasi data tertentu.



Gambar 6.12. Skema Pengukuran Sistem RTK

Ketelitian tipikal posisi : 1 - 5 cm. Aplikasi utama : staking out, survai kadaster, survai pertambangan, navigasi berketelitian tinggi.

Untuk Komunikasi data : Base Station (stasiun Referensi) dilengkapi perangkat pemancar, sedangkan Rover (Stasiun pengguna) dilengkapi perangkat penerima data. Komunikasi data menggunakan pita frequensi VHF/UHF, untuk itu dituntut adanya visibilitas langsung (line of sight) antara base dan rover.

Gambar 6.13. Pengukuran Sistem RTK

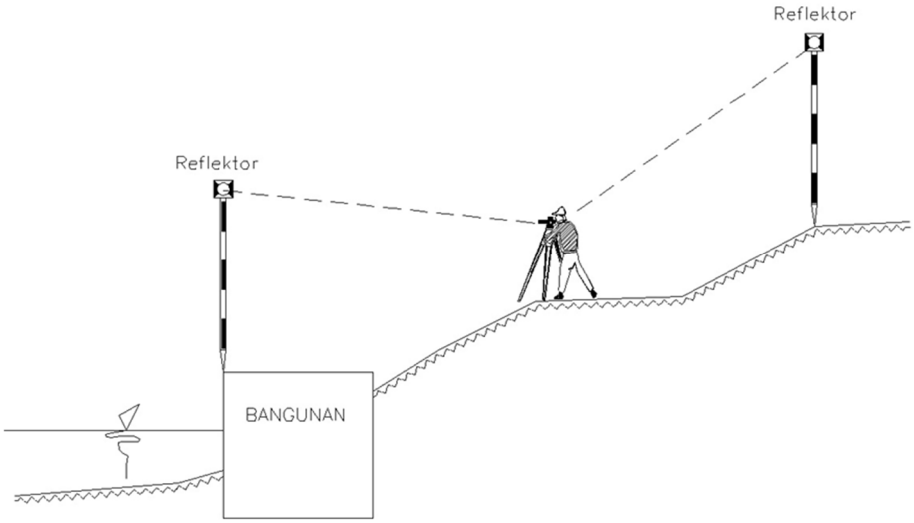
6.2.6.2 PENGUKURAN TACHYMETRI

Pengukuran Detail situasi dengan metode Tachymetri adalah cara untuk mengetahui posisi koordinat dan elevasi dengan menggunakan jarak dan sudut dari alat ukur. Adapun spesifikasi teknis pengukuran situasi detail dengan metode Tachymetri adalah sebagai berikut:

a. Metoda pengukuran tachymetry
b. Alat yang digunakan adalah Theodolit atau Total Station.
c. Posisi titik ditentukan oleh arah dan jarak atau sudut dan jarak.
d. Batas-batas petak tersier di lapangan akan diukur.
e. Semua kenampakan yang ada baik alami maupun buatan manusia akan diukur (pembuang, jalan, jalan kampong, pekarangan, dll)
f. Pengukuran akan diikatkan pada titik polygon
g. Pengukuran detail survei adalah pengukuran detail rinci pada lokasi yang dapat mewakili topografi daerah yang diukur untuk daerah datar kerapatan detail rata-rata pada gambar situasi 2.5 cm x 2.5 cm dengan menyesuaikan skala yang ditentukan.

Apabila terdapat bangunan atau bagian bagian yang membutuhkan detail rinci, maka dimensinya akan diukur dengan pita ukur secara manual. Pengukuran detail/rinci disertai dengan gambar sket yang jelas sehingga secara keseluruhan akan memberikan gambaran yang jelas lokasi atau bangunan yang bersangkutan.

Pengukuran situasi lokasi sumbu rencana bangunan dimaksudkan untuk mendapatkan data lapangan yang aktual dengan kondisi saat pengukuran di lokasi, agar dapat disajikan dalam bentuk peta situasi skala 1:1000.



Gambar 6.14. Pengukuran Sistem RTK

6.2.7 PENGUKURAN BATIMETRI

Survey Bathimetri / Pemeruman sebagai salah satu cara untuk mengetahui Karakteristik Hidrografi pada suatu perairan, sungai, danau dan laut.

Survey Bathimetri/ Pemeruman dilakukan dengan perum gema Akustik / SONAR (Sound Navigation and Ranging).

Metode ini merupakan pendeteksian benda benda atau target di bawah permukaan air dengan mempertimbangkan proses perambatan suara, karakteristik suara, media dan kondisi target. Berupa sinyal akustik yang diemisikan dan refleksi yang diterima dari target atau obyek di dalam air.

Metode ini sangat fleksibel untuk luasan yang kecil, maupun sedang.

Survey Bathimetri dalam pekerjaan ini memakai **echosounder** dimana metode ini memiliki detail ketelitian yang baik dan dapat memperoleh cakupan daerah kerja yang cukup luas serta terhubung dengan **GPS** (*Global Position System*) sebagai penentu posisi koordinat dengan bantuan sinyal dari satelit.

Peralatan Survey Bathimetri pada pekerjaan ini adalah:

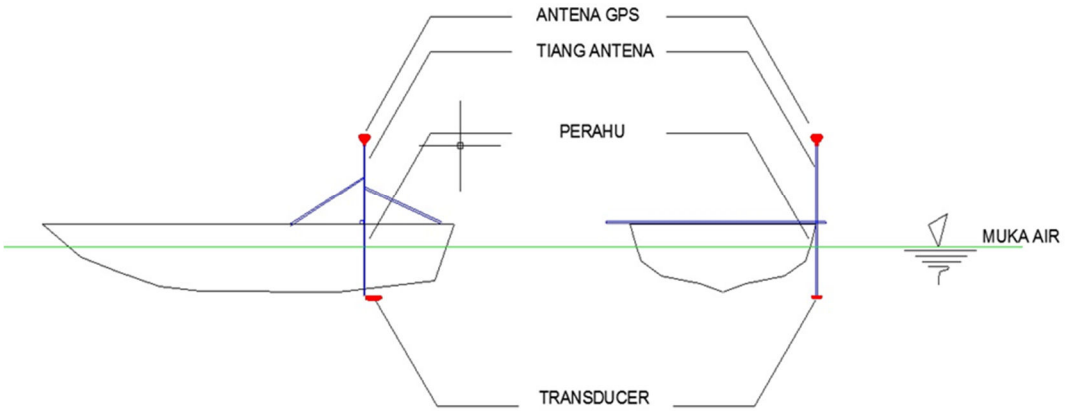
- Digital Echosounder Type 585 GPSMAP
- GPS RTK Emlid RS2
- Transducer sonar depth
- Garmin GPS map 76CSx
- Laptop

- 12 Volt Power Supply
- Palem Pasut
- Speed Boat /Perahu

Beberapa saat sebelum dilakukan pemeruman kita harus memasang Palem atau bak ukur untuk memantau/ mengukur pasut tinggi permukaan air. Palem harus di ikatkan atau di ukur ketinggiannya terhadap titik tinggi referensi. Pencatatan pasut dilakukan selama proses pemeruman berlangsung.

Gambar 6.15. Palem Pengamatan Pasut

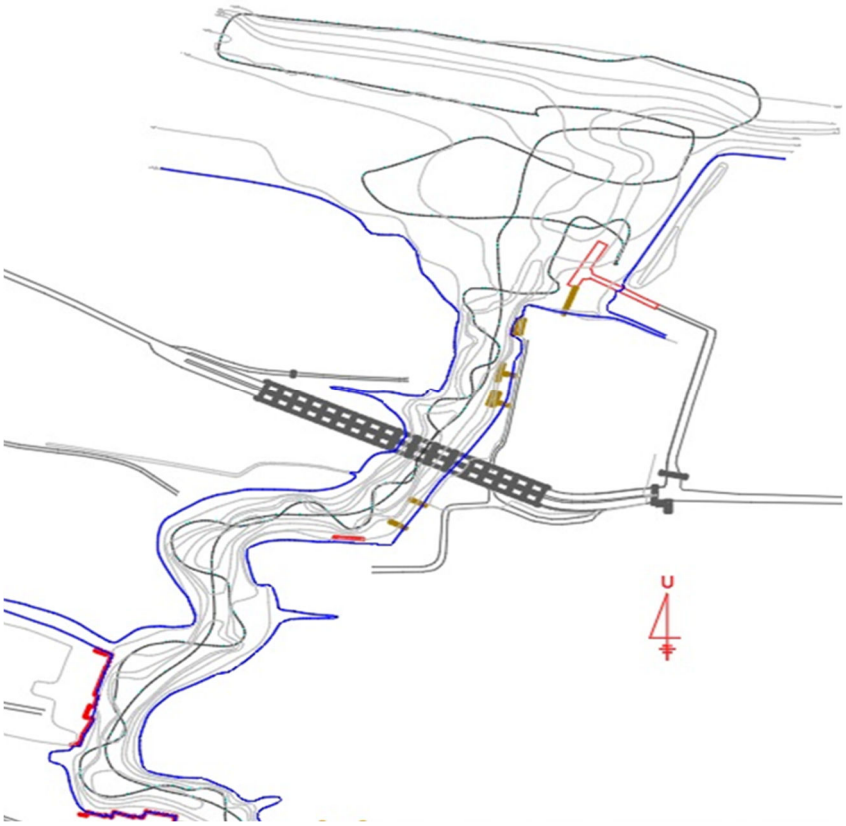
Pengamatan Pasang Surut dilakukan setiap 15 menit agar diperoleh nilai muka air yang sesuai setiap menitnya saat data hasil sounder kita olah. Peralatan yang harus kita seting terlebih dahulu di badan perahu adalah Transducer dan antenna GPS sesuai dengan gambar dibawah.



Gambar 6.16. Palem Pengamatan Pasut

Penempatan Transducer dan Antena GPS diusahakan satu tiang / satu garis vertikal agar diperoleh titik kedalaman yang mempunyai posisi yang sesuai koordinat GPS. Kedalaman Transducer dari muka air antara 20 cm - 60 cm . Posisi tranducer harus dipasang datar dan selalu dipantau agar tidak terjadi perubahan arah dan terbebas dari kotoran atau sampah yang tersangkut selama pekerjaan.

Seting pada echosounder kita perlukan pada bagian unit parameter, dimana kita memakai system koordinat UTM (Universal Transverse Mercator) zona N 47 dan WGS 84 (World Geodetic System 1984) sebagai Datum Horisontal. Semua parameter memakai system Metrik (meter). Periode sonar di seting setiap 2 detik.



Gambar 6.17. Jalur Track Sounding

Kecepatan perahu kita jaga agar konstan 6 km / jam agar diperoleh data poin setiap 2m sampai dengan 5m , atau menyesuaikan dengan keadaan konturnya.

Pengambilan / transfer data dari alat Echosounder ke Personal Computer / Laptop langsung kita lakukan setiap hari sampai pekerjaan lapangan selesai, dan kita olah untuk sementara agar diperoleh gambaran kerja pada hari berikutnya.

Pengolahan data dengan memakai software Notepad, Excel, AutoCad Land Development

6.3 PERHITUNGAN DAN PENGGAMBARAN

6.3.1 UMUM

Bentuk formulir perhitungan dan formulir data untuk setiap keperluan pengukuran secara umum sudah baku, sistematik sehingga mudah dimengerti dan dipahami praktisi dan Direksi Pekerjaan.

Pencatatan nama surveyor juru ukur, juru hitung, halaman, tanggal pengamatan, jenis dan nomor alat yang digunakan pada setiap lembar formulir data maupun formulir hitungn. Metode perhitungan polygon, leveling, situasi, detail situasi, potongan melintang dan lain-lain dengan cara seperti yang ditentukan Kerangka Acuan Kerja.

6.3.2 PERHITUNGAN PENGUKURAN TOPOGRAFI

Adapun jenis hitungan yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

a. Pengolahan Data GPS
b. Hitungan Kerangka Kontrol Horisontal / Polygon
c. Hitungan Kerangka Kontrol Vertikal / Waterpass
d. Hitungan Detail Situasi

6.3.2.1 PENGOLAHAN DATA GPS

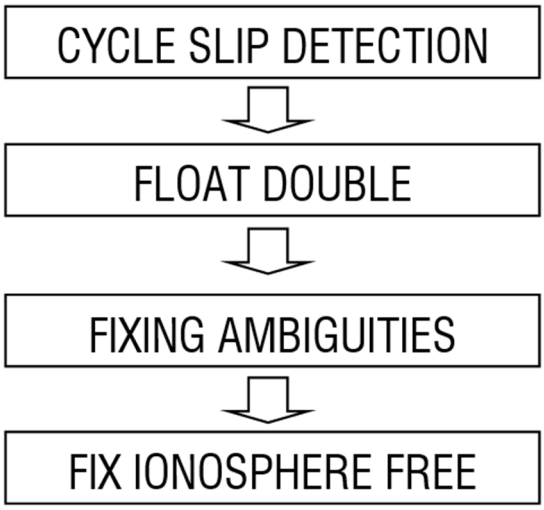
Pengolahan data GPS mencakup dua proses utama, yaitu Reduksi Baseline dan Perataan jaringan. Pengolahan data melampirkan formulir ringkasan baseline yaitu:

a. Nomor (ID) sesi pengamatan
b. Jumlah Stasiun yang tetap
c. Jumlah titik yang ditentukan posisinya
d. Waktu mulai dan akhir sesi pengamatan, serta Durasi sesi pengamatan
e. Jumlah satelit yang digunakan dan Jumlah satelit yang tidak digunakan
f. Nilai GDOP
g. Nilai statistik residual dari solusi yang diberikan oleh software
h. Panjang Baseline

2.3.2.1.1 Reduksi Baseline

Proses penghitungan baseline dilakukan langsung setelah data hasil pengamatan di-download. Pengolahan data awal dilakukan dengan memasukkan nomor station dan tinggi

antena. Proses penghitungan Baseline dilakukan sampai diperoleh hasil Fix Solution yang bebas terhadap pengaruh Ionosfir, seperti terlihat pada Gambar 6.18.



Gambar 6.18. Diagram Alir Pengolahan Baseline GPS

Pada pekerjaan ini, reduksi baseline dilakukan dengan ketentuan berikut:

a. Seluruh reduksi baseline dilakukan dengan menggunakan software processing GPS sesuai dengan receiver yang digunakan.

b. Pemrosesan data dilakukan langsung setelah pengamatan untuk memeriksa kualitas data rekaman GPS.

c. Prosedur hitungan baseline harus memenuhi persyaratan. Koordinat awal hitungan dimulai dari titik ikat yang diketahui ke titik yang akan ditentukan koordinatnya. Koordinat hasil hitungan baseline yang baru, selanjutnya bisa digunakan untuk menghitung koordinat pendekatan hitungan baseline berikutnya.

d. Proses hitungan baseline akan menggunakan metode differencing dengan tahapan sebagai berikut :

    1) Pemrosesan data awal (penentuan koordinat pendekatan pada ujung baseline dengan ukuran jarak pseudorange)
    2) Penetapan / penentuan koordinat dari suatu titik ujung baseline terhadap titik yang diketahui koordinatnya (monitor station) secara diferensial (dengan menggunakan metode triple difference phase).
    3) Pendeteksian dan pengkoreksian cycle slips. Penentuan Koordinat secara diferensial (menggunakan double difference phase ambiguity float).
    4) Penentuan ambiguity phase (searching dan fixing).
    5) Penentuan posisi secara diferensial menggunakan double difference phase (ambiguity fixed) yang merupakan solusi final dari baseline.

2.3.2.1.2 Reduksi Baseline

Hasil reduksi baseline harus memiliki standar deviasi maksimum (σm) yang memenuhi hubungan sebagai berikut :

$\sigma N \leq \sigma M$

$\sigma E \leq \sigma M$

$\sigma H \leq 2\sigma M$

dimana :

σ M = (e + (p.d)2)1/2 /1.96 mm

d = Panjang baseline dalam kilometer.

σN, σE , σh adalah komponen standard deviasi baseline toposentrik.

Harga standar deviasi maksimum σm sebagai fungsi dari panjang baseline tergantung pada alat dan cara pengolahan data Gps.

2.3.2.1.3 Perataan Jaringan

Perataan jaring titik kerangka dasar dilakukan untuk mereduksi kesalahan-kesalahan baseline pengukuran. Perataan tersebut dapat dilakukan apabila terdapat ukuran lebih pada disain geometriknya. Perataan jaring dilakukan dengan prosedur operasi berikut:

a. Perataan jaring bebas dan terikat dari seluruh jaring akan dilakukan dengan menggunakan software perataan kuadrat terkecil dari receiver GPS
b. Informasi yang dihasilkan dari setiap hitungan perataan adalah :
   - Matrik varian covarian, sigma a priori, sigma a posteriori.
   - Geodetic residual, dalam bentuk koordinat dan grafik.
   - Daftar koordinat hasil perataan dan ketelitiannya dalam Sistem Koordinat Geografis
   - Daftar baseline hasil perataan, termasuk koreksi dari base line hasil pengamatan.
   - Analisis statistik mengenai residual baseline.
   - Elips kesalahan titik untuk setiap stasiun/titik
   - Elips kesalahan baseline.

2.3.2.1.4 Transformasi Koordinat

Setelah perataan jaring, maka pekerjaan berikutnya adalalah melakukan konversi dan transformasi koordinat. Posisi titik dalam Sistem Koordinat Geografis (Lintang, Bujur dan Tinggi) dikonversi menjadi koordinat dalam sistem Universal Transverse Mercator. Konversi

koordinat harus memperhatikan kesesuaian koordinat geografik dengan zone dan posisi titik di sebelah utara atau selatan equator dengan parameter:

- Lintang, Bujur, dan tinggi terhadap spheroid pada datum WGS84,
- Koordinat dengan menggunakan proyeksi UTM pada datum WGS84.

N1.1024 - BM 05
% program : RTKPOST ver.2.4.2
% inp file : D:\Proyek 2024\3.DUMAI\Statik\Rover\bm 05\reach_satu_raw_202411040557.24O
% inp file : D:\Proyek 2024\3.DUMAI\Statik\Base\Reach_dua_raw_202411040220.24O
% inp file : D:\Proyek 2024\3.DUMAI\Statik\Rover\bm 05\reach_satu_raw_202411040557.24P
% obs start : 2024/11/04 05:57:55.0 GPST (week2339 107875.0s)
% obs end : 2024/11/04 06:59:30.0 GPST (week2339 111570.0s) u
% ref pos : 1.619249389 101.435891014 15.9650
% reach_satu sn : 8243581633E4730B1931
% Reach_dua sn : 8243C8153A9F6371931
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)

GPST	latitude (deg)	longitude (deg)	height (m)	Solution	ns	sdn(m)	sde(m)	sdu(m)	sdne(m)	sdeu(m)	sdun(m)	age(s)	ratio
2024/11/04_05:57:55	1.673904	101.4297	1.1469	Fixed	11	0.0013	0.0022	0.0042	0.0005	0.0019	-0.0004	0.00	3

N1.1024 - BM 08
% program : RTKPOST ver.2.4.2
% inp file : D:\Proyek 2024\3.DUMAI\Statik\Rover\bm 08\reach_satu_raw_202411040427.24O
% inp file : D:\Proyek 2024\3.DUMAI\Statik\Base\Reach_dua_raw_202411040220.24O
% inp file : D:\Proyek 2024\3.DUMAI\Statik\Rover\bm 08\reach_satu_raw_202411040427.24P
% obs start : 2024/11/04 04:27:42.0 GPST (week2339 102462.0s)
% obs end : 2024/11/04 05:27:58.0 GPST (week2339 106078.0s)
% ref pos : 1.619249389 101.435891014 15.9650
% reach_satu sn : 8243581633E4730B1931
% Reach_dua sn : 8243C8153A9F6371931
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)

GPST	latitude (deg)	longitude (deg)	height (m)	Solution	ns	sdn(m)	sde(m)	sdu(m)	sdne(m)	sdeu(m)	sdun(m)	age(s)	ratio
2024/11/04_04:27:42	1.658751	101.4438	2.2086	Fixed	11	0.0002	0.0003	0.0006	0.0001	-0.0002	0.0002	0.00	3

Gambar 6.19. Hasil Post Processing data GPS Statik

6.3.2.2 PERHITUNGAN KERANGKA KONTROL HORIZONTAL/POLYGON

Koordinat yang dihitung adalah koordinat kerangka dasar horizontal/titik-tik polygon dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

Syarat Goemetric Sudut

αawal – αakhir = Σβ- (n+2)*180+fβ

αawal – αakhir = Σd sin α + fx

αawal – αakhir = Σd cos α + fx

Koreksi Absis

$$\frac{d}{\sum d} fx$$

Koreksi Ordinat

$$\frac{d}{\sum d} fy$$

Keterangan :

αawal : azimuth awal

αakhir : azimuth akhir

Σβ : jumlah sudut ukuran

n : jumlah titik poligon

fβ : salah penutup sudut

α : azimuth

Σd : jumlah jarak polygon

fx : salah penutup absis

fy : salah penutup ordinat

Koordinat Definitif

Hitungan Absis Definitif (X)

$Xi = X(i\text{-}l) + \Delta Xi + kXi$

Keterangan :

Xi : absis titik ke i

X(i-l) : absis titik ke titik sebelum i

ΔXi : selisih absis

kXi : koreksi absis

Hitungan Ordinat Definitif (Y)

$Yi = Y(i\text{-}l) + \Delta Yi + kYi$

Keterangan :

Yi : absis titik ke i

Y(i-l) : absis titik ke titik sebelum i

ΔYi : selisih absis

kYi : koreksi absis

Tabel 6.3. Hitungan Poligon

HITUNGAN POLIGON

Proyek	: Review Masteplan Pengendalian Banjir Kota Dumai Tahun 2024	Tanggal	Okt 2024
		Diukur	
Seksi	: Loop 6 (6,7)	Dihitung	
PT / CV	: PT. Adhistya Dharmastitya Semarang	Alat hitung	Computer

Nomor Titik		SUDUT o	'	"	KOR	AZIMUTH o	'	"	JARAK (m)	D sin x (m)	D cos y (m)	fx (m)	fy (m)	X (m)	Y (m)	Nomor Titik	
BM 04	**2024**													770,276.623	185,432.756	**BM 04**	**2024**
						127	5	8.69	83.300	66.451	-50.231	-0.001	-0.003				
TP	39	182	9	40.00	0.99									770,343.081	185,382.521	TP	39
						129	14	49.68	43.184	33.442	-27.321	0.000	-0.001				
CP 04	2024	244	20	18.00	1.00									770,376.523	185,355.199	CP 04	2024
						193	35	8.68	80.837	-18.989	-78.575	-0.001	-0.003				
TP	40	175	23	51.00	0.90									770,357.534	185,276.622	TP	40
						188	59	0.58	57.276	-8.944	-56.573	-0.001	-0.002				
TP	41	171	5	20.00	1.26									770,348.590	185,220.047	TP	41
						180	4	21.84	41.995	-0.053	-41.995	0.000	-0.001				
TP	42	292	46	45.00	2.10									770,348.536	185,178.051	TP	42
						292	51	8.94	17.225	-15.873	6.689	0.000	-0.001				
BM 05	2024	151	18	7.00	1.87									770,332.6632	185,184.7393	BM 05	2024
						264	9	17.82	49.246	-48.989	-5.015	0.000	-0.002				
CP 05	2024	250	52	35.00	1.63									770,283.673	185,179.723	CP 05	2024
						335	1	54.45	27.097	-11.438	24.565	0.000	-0.001				
T. 0		138	13	52.00	2.29									770,272.235	185,204.286	T. 0	
						293	15	48.74	27.326	-25.104	10.793	0.000	-0.001				
T.	1	213	2	22.00	1.49									770,247.131	185,215.078	T.	1
						326	18	12.23	56.275	-31.221	46.820	-0.001	-0.002				
T.	2	265	53	59.00	1.18									770,215.909	185,261.896	T.	2
						52	12	12.41	49.402	39.037	30.276	0.000	-0.002				
T.	3	132	49	22.00	1.76									770,254.946	185,292.171	T.	3
						5	1	36.17	21.395	1.875	21.312	0.000	-0.001				
T.	4	257	59	9.00	2.38									770,256.820	185,313.482	T.	4
						83	0	47.55	30.913	30.683	3.760	0.000	0.001				
T.	5	98	30	59.00	1.01									770,287.503	185,317.242	T.	5
						1	31	47.57	91.908	2.454	91.875	-0.001	-0.003				
T.	6	149	3	1.00	1.05									770,289.956	185,409.113	T.	6
						330	34	49.61	27.144	-13.333	23.643	0.000	-0.001				
BM 04	2024	166	42	2.00	2.11									770,276.623	185,432.756	BM 04	2024
						317	16	53.73	31.901	-21.642	23.438	0.000	-0.001				
T	7															T	7
					23.033				621.218	(66.452)	50.254	(0.006)	(0.020)				

					Koordinat Awal	:		770,343.081	185,382.521	TP 39
Sigma	:	2890	11	22.00	Koordinat Akhir	:		770,276.623	185,432.756	BM 04 2024
N	:	15			Salah Penutup DSin	:		-0.0057		
N+2x180	:	2700			Salah Penutup DCos	:		-0.0197		
Sal.Pen	:	0	0	-23.03	Koreksi fx / Jarak	:		0.0000		
Az.awl	:	127	5	8.69	Koreksi fy / Jarak	:		0.0000		
Az.akh	:	317	16	53.73	Salah Linier	:	1 :	30,277		

6.3.2.3 PERHITUNGAN KERANGKA KONTROL VERTIKAL/WATERPASS

Langkah-langkah perhitungan ketinggian/elevasi adalah sebagai berikut:

Menghitung Beda Tinggi per Seksi

a. Beda tinggi stand satu = $\Delta h1$

b. Beda tinggi stand dua = $\Delta h2$

c. Beda tinggi ukuran pergi = Δhpr

= ½ ($\Delta h1 + \Delta h2$)

d. Salah penutup (SP) ukuran stand satu dan stand dua tidak boleh melebihi batas toleransi yang diijinkan ($10\sqrt{D}$), D dalam Km.

e. Jarak tiap slag diperoleh dari jumlah jarak kebelakang ditambah jarak ke muka.

f. Menghitung salah penutup setiap ring / loop sipat datar (H)

$H = \Delta h1 + \Delta h2 + \Delta h3 + \ldots\ldots\ldots + \Delta hn + SP = 0$

g. Menghitung tinggi Hj = hi + (SP/D) * dij

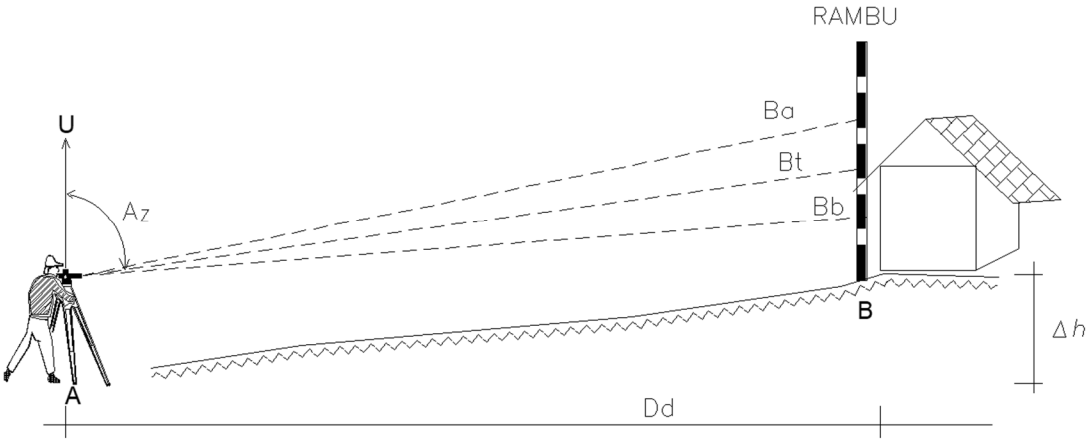
Tabel 6.4. Hitungan Waterpas

HITUNGAN WATERPAS

KONSULTAN PT/CV		: Review Masterplan Pengendalian Banjir							HAL : 1
DAERAH		:				TANGGAL	:		
DIHITUNG OLEH		:				DIPERIKSA OLEH	:		
NOMOR SEKSI		:	Dari.	Ke.		ALAT HITUNG	:		
No. Titik		Beda Tinggi					Tinggi titik	No. Titik	Keterangan
Dari	Ke	Pergi	Pulang	Rata-rata	Koreksi	Definitif			
BM. ODMI							2.379	BM. ODMI	TKG Pasut Dumai
	TB.4	0.380					2.759	TB.4	
TB.4	TP.7	-0.494					2.265	TP.7	
TP.7	TP.6	0.532					2.797	TP.6	
TP.6	TP.5	-0.227					2.570	TP.5	
TP.5	TP.4	-0.043					2.527	TP.4	
TP.4	TP.3	-0.538					1.989	TP.3	
TP.3	TP.2	1.037					3.026	TP.2	
TP.2	P.3+50	2.085					5.111	P.3+50	
P.3+50	DEX JBT	0.010					5.121	DEX JBT	
	TP.1	-2.857					2.254	TP.1	
TP.1	BM 01 (2023)	0.406					2.660	BM 01 (2023)	
BM 01 (2023)	BM 02 (2023)	-0.325					2.335	BM 02 (2023)	

6.3.2.4 PERHITUNGAN KERANGKA KONTROL VERTIKAL/WATERPASS

Data situasi dan cross section hasil pengukuran lapangan dihitung dengan metode Tachymetri. Alat berdiri pada titik A yang telah diketahui (x, y, z) maka titik B dapat dihitung.



Gambar 6.20. Skema Pengukuran Tachymetri

Berdasarkan gambar, Sin²α TB dapat diketahui tingginya dari titik TA yang telah diketahui elevasinya.

TB = TA + Δh

Δh $= \left\{\frac{1}{2}100(Ba - Bb)\, sin\, 2\alpha\right\} + Ta - Bt$

Untuk menghitung jarak datar (Dd).

Dd = D0 cos2α

= 100(Ba-Bb) cos2α

Keterangan :

TA : tinggi titik A yang telah diketahui (x, y, z)

TB : tinggi titik B yang akan ditentukan

Δh : beda tinggi antara titik A dan titik B

Ba : bacaan diafragam benang atas

Bb : bacaan diafragam benang bawah

Bt : bacaan diafragam benang tengah

Ta : tinggi alat

Dd : jarak optis 100(Ba-Bb)

Az : azimuth

Tabel 6.5. Hitungan Waterpas

Nomor Titik		tinggi stik	tinggi alat	HORISONTAL o	'	"	JARAK (m)	D sin x (m)	D cos y (m)	X (m)	Y (m)	SELISIH alat	BEDA TINGGI	ELEVASI	Nomor Titik	
TP	38	1.600		0	0	0.00	34.677			770,337.541	185,416.738	-0.077	-0.210	2.226	TP	38
							34.663	-5.540	34.217							
TP	**39**		1.467	******	******	*****				770,343.081	185,382.521			2.436	TP	39
BM 04	2024	1.600		316	17	11.00	83.308	-66.454	50.241	770,276.627	185,432.762	-0.169	-0.302	2.134	BM 04	2024
CP 04	2024	1.600		138	26	51.00	43.174	33.433	-27.317	770,376.523	185,355.199	0.697	0.564	3.010	CP 04	2024

Nomor Titik		tinggi stik	tinggi alat	HORISONTAL o	'	"	JARAK (m)	D sin x (m)	D cos y (m)	X (m)	Y (m)	SELISIH alat	BEDA TINGGI	ELEVASI	Nomor Titik	
TP	39	1.600		0	0	0.00	43.193			770,343.081	185,382.521	-0.033	-0.548	2.462	TP	39
							43.184	-33.442	27.322							
CP 04	**2024**		1.085	******	******	*****				770,376.523	185,355.199			3.010	CP 04	2024
	222	1.600		341	55	40.00	34.489	-32.160	12.459	770,344.363	185,367.658	-0.804	-1.319	1.691		222
	223	2.500		338	34	33.00	33.871	-32.245	10.368	770,344.278	185,365.567	-1.355	-2.770	0.240		223
	224	0.000		324	5	57.00	30.013	-29.962	1.753	770,346.561	185,356.952	-4.363	-3.278	-0.268		224
	225	0.000		302	8	53.00	55.723	-52.812	-17.776	770,323.711	185,337.423	-4.433	-3.348	-0.338		225
	226	0.000		302	23	25.00	62.193	-59.027	-19.591	770,317.496	185,335.608	-3.144	-2.059	0.951		226
	227	0.000		281	23	22.00	59.441	-45.957	-37.698	770,330.566	185,317.501	-4.436	-3.351	-0.341		227
	228	0.000		282	11	51.00	66.758	-52.206	-41.607	770,324.317	185,313.593	-3.074	-1.989	1.021		228
	229	0.000		317	21	4.00	65.402	-65.287	-3.879	770,311.236	185,351.321	-4.444	-3.359	-0.349		229
	230	0.000		317	26	7.00	74.188	-74.064	-4.291	770,302.459	185,350.908	-3.804	-2.719	0.291		230
	231	0.000		318	12	43.00	77.736	-77.660	-3.444	770,298.863	185,351.755	-3.084	-1.999	1.011		231
	232	0.000		317	57	31.00	86.655	-86.552	-4.222	770,289.971	185,350.978	-1.981	-0.896	2.114		232
	232A	1.600		279	11	28.00	8.354	-6.251	-5.542	770,370.272	185,349.657	0.155	-0.360	2.650		232A
	233	1.600		281	32	4.00	10.479	-8.119	-6.625	770,368.404	185,348.574	-1.157	-1.672	1.338		233
	234	1.600		281	54	29.00	12.380	-9.642	-7.765	770,366.881	185,347.435	-1.045	-1.560	1.450		234
	235	1.600		281	5	18.00	14.593	-11.234	-9.314	770,365.289	185,345.885	-1.956	-2.471	0.539		235
	236	0.000		271	26	19.00	30.130	-19.643	-22.847	770,356.880	185,332.352	-4.324	-3.239	-0.229		236
	237	1.600		193	44	43.00	6.928	4.170	-5.533	770,380.693	185,349.667	0.441	-0.074	2.936		237
	238	1.600		182	26	36.00	8.127	6.069	-5.406	770,382.592	185,349.794	-0.666	-1.181	1.829		238
	239	1.600		130	26	57.00	29.037	28.569	5.193	770,405.092	185,360.392	-0.724	-1.239	1.771		239
P22+	50	1.600		246	3	49.00	28.032	-7.403	-27.037	770,369.120	185,328.162	-0.129	-0.644	2.366	P22+	50
	240	1.600		249	33	46.00	28.669	-9.245	-27.138	770,367.278	185,328.062	-1.092	-1.607	1.403		240
	241	1.600		237	36	13.00	26.820	-3.200	-26.628	770,373.323	185,328.571	-0.150	-0.665	2.345		241
	242	1.600		233	47	58.00	26.574	-1.413	-26.536	770,375.110	185,328.663	-0.957	-1.472	1.538		242
	243	1.600		229	58	39.00	24.959	0.337	-24.957	770,376.860	185,330.243	-1.219	-1.734	1.276		243
	244	0.000		267	12	0.00	36.809	-21.868	-29.609	770,354.655	185,325.591	-4.452	-3.367	-0.357		244
	245	1.600		207	31	1.00	17.260	6.809	-15.860	770,383.332	185,339.339	-1.135	-1.650	1.360		245
	246	2.450		176	3	2.00	16.890	13.785	-9.760	770,390.308	185,345.439	-0.338	-1.703	1.307		246
TP	40	1.600		244	20	18.00	80.862	-18.997	-78.599	770,357.526	185,276.600	-0.558	-1.073	1.937	TP	40

s

6.3.3 PENGGAMBARAN DAN PEMETAAN

Dari hasil perhitungan survei pengukuran topografi dan batimetri, dilakukan proses penggambaran. Penggambaran menggunakan software AutoCad Land desktop dengan produknya berupa Softfile Autocad Drawing (.Dwg). Penggambaran dan pemetaan hasil survey pengukuran topografi disesuaikan dengan keperluan dan kebutuhan dari Tim Perencanaan, Gambar tersebut adalah :

- Gambar peta situasi dan detail sungai Dumai beserta bangunan yang ada di tepi dan atas sungai dengan skala 1 : 1000
- Gambar Potongan memanjang dan melintang, skala 1 : 200 dan skala 1:1000

Ketentuan penggambaran :

a. Peta akan digambar dengan standar format ukuran A1 (594 mm x 841 mm).
b. Garis silang Grid dibuat tiap 10 cm.
c. Semua BM, CP baik yang lama maupun yang baru, titik-titik polygon digambar menggunakan sistem koordinat dengan legenda yang lazim dipakai pada peta topografi. Untuk BM dan CP dilengkapi dengan koordint (x, y, z), sedangkan untuk titik-titik polygon cukup elevasi saja (z).
d. Titik-titik situasi detail gambar menggunakan data arah/sudut dan jarak datar serta legenda yang lazim dipakai pada peta topografi dilengkapi data elevasi.
e. Interval garis kontur digambar 1 (satu) m dengan ketebalan garis 0.1 mm.
f. Index garis kontur digambar tiap 5 (lima) interval garis kontur dengan ketebalan garis 0.3 mm.
g. Garis sambungan peta dibuat 5 (lima) cm.
h. Titik referensi pengukuran akan dicantumkan pada keterangan mengenai legenda.
i. Format gambar (etiket) sesuai petunjuk direksi.

6.4 PERHITUNGAN DAN PENGGAMBARAN

6.4.1 UMUM

Pada setiap pekerjaan pengukuran hampir selalu terdapat selisih penghitungan yang dikarenakan beberapa sebab, antara lain:

- Ketelitian surveyor /juru ukur.
- Akurasi dari alat ukur yang dipakai.
- Kondisi topografi lapangan yang ekstrim.

- Kondisi cuaca dan suhu lapangan.

Perbedaan atau selisih nilai dari sudut, jarak dan Elevasi perhitungan dapat ditolerir apabila memenuhi persyaratan yang telah ditentukan dalam Kerangka Acuan Kerja, seperti yang telah diuraikan dalam subbab 6.2 dan subbab 6.3, Sehingga dapat diperoleh nilai koreksi yang seminimal mungkin.

6.4.2 HASIL PENGUKURAN KERANGKA HORISONTAL

Hasil Pengukuran dan Penghitungan Kerangka Horisontal secara lengkap dapat dilihat di Buku Ukur Topografi. Secara ringkas indeks kesalahan dan toleransi pengukuran sebagai berikut :

Tabel 6.6. Daftar Indeks dan Toleransi Kesalahan Polygon

NO	JALUR POLYGON			JUMLAH TITIK	TOLERANSI	SALAH SUDUT	PANJANG	SALAH LINIER
				N	10"√ N	"	m	
Loop 1	BM 1(2023)	-	BM 2 (2023)	11	33.17	5.00	769.430	1 :16053
Loop 2	BM 1(2023)	-	Dexz Pasut	10	31.62	0.00	1443.387	1 :13260
Loop 3	BM 1(2023)	-	TP.16	11	33.17	0.00	911.135	1 :10178
Loop 4	TP.16	-	CP.02 (2024)	20	44.72	11.00	1388.052	1 :15184
Loop 5	TP. A	-	TP. 27	20	44.72	26.25	885.266	1 :10745
Loop 6	TP.39	-	BM 04 (2024)	15	38.73	23.03	621.218	1 :30277
Loop 7	BM 05 (2024)	-	CP.05 (2024)	30	54.77	47.13	1542.808	1 :32848

Tabel 6.7. Daftar Standar Deviasi Baseline Data Gps

Reference	Rover	Duration	Lenght	ns	sdn (m)	sde (m)	sdu (m)	sdne (m)	sdeu (m)	sdun (m)	age (s)	ratio	solution
BM N1.1024	BM MP.01	0:55:32	7391.855	9	0.0002	0.0003	0.0007	0.0001	0	0.0002	0.99	9.7	Fixed
BM N1.1024	BM MP.05	1:01:35	6085.561	11	0.0013	0.0022	0.0042	0.0005	0.0019	-0.0004	0.00	3	Fixed
BM N1.1024	BM MP.08	1:00:16	4457.926	11	0.0002	0.0003	0.0006	0.0001	-0.0002	0.0002	0.00	3	Fixed
BM MP.08	BM MP.10	1:01:01	3313.619	12	0.0009	0.001	0.0029	0.0003	0.0007	0.001	-0.99	3.1	Fixed

6.4.3 DAFTAR PATOK BM DAN CP

Dari Pengukuran dan Penghitungan Pekerjaan Survey Topografi dan Batimetri diperoleh nilai Patok BM dan CP dapat dilihat pada Tabel 6.8.

No	Nama Patok	Koordinat Geodetik		Koordinat UTM (Zona 47N)		Elevasi (MSL)
		Longitude	Latitude	Absis (X) m	Ordinat (Y) m	
1	BM MP 01	101° 26' 13.889" BT	01° 41' 09.786" LU	771,163.938	186,529.670	+ 2.448
2	BM MP 02	101° 26' 04.782" BT	01° 40' 40.382" LU	770,883.438	185,625.710	+ 2.003
3	BM MP 03	101° 25' 53.002" BT	01° 40' 45.544" LU	770,518.946	185,783.900	+ 1.997
4	BM MP 04	101° 25' 45.152" BT	01° 40' 34.128" LU	770,276.623	185,432.756	+ 2.127
5	BM MP 05	101° 25' 46.954" BT	01° 40' 26.055" LU	770,332.663	185,184.739	+ 2.599
6	BM MP 06	101° 26' 02.681" BT	01° 40' 05.722" LU	770,819.780	184,560.481	+ 2.827
7	BM MP 07	101° 26' 30.402" BT	01° 39' 52.733" LU	771,677.569	184,162.399	+ 2.832
8	BM MP 08	101° 26' 37.670" BT	01° 39' 31.504" LU	771,903.141	183,510.293	+ 3.577
9	BM MP 09	101° 26' 10.349" BT	01° 39' 24.094" LU	771,058.497	183,281.534	+ 2.536
10	BM MP 10	101° 25' 55.416" BT	01° 38' 56.228" LU	770,597.751	182,424.598	+ 3.201
11	CP.01	101° 26' 20.764" BT	01° 41' 12.542" LU	771,376.453	186,614.630	+ 3.039
12	CP.02	101° 26' 05.658" BT	01° 40' 45.041" LU	770,910.364	185,768.932	+ 2.642
13	CP.03	101° 25' 56.807" BT	01° 40' 45.326" LU	770,636.630	185,777.321	+ 2.112
14	CP.04	101° 25' 48.379" BT	01° 40' 31.600" LU	770,376.523	185,355.199	+ 3.010
15	CP.05	101° 25' 45.369" BT	01° 40' 25.894" LU	770,283.673	185,179.723	+ 2.497
16	CP.06	101° 26' 02.897" BT	01° 40' 07.635" LU	770,826.405	184,619.299	+ 2.961
17	CP.07	101° 26' 30.273" BT	01° 39' 53.893" LU	771,673.520	184,198.023	+ 3.553
18	CP.08	101° 26' 37.311" BT	01° 39' 32.705" LU	771,891.981	183,547.160	+ 3.467
19	CP.09	101° 26' 11.747" BT	01° 39' 25.601" LU	771,101.684	183,327.883	+ 3.584
20	CP.10	101° 25' 54.551" BT	01° 38' 56.340" LU	770,571.002	182,428.025	+ 2.832
21	CP 03 (2018)	101° 25' 56.924" BT	01° 40' 14.910" LU	770,641.423	184,842.637	+ 1.784
22	BM 2 (2023)	101° 26' 11.608" BT	01° 41' 05.857" LU	771,093.561	186,408.851	+ 2.335
23	BM 1 (2023)	101° 26' 14.759" BT	01° 41' 04.212" LU	771,191.058	186,358.411	+ 2.660
24	BM 04 (2018)	101° 25' 58.267" BT	01° 40' 12.967" LU	770,683.006	184,782.980	+ 2.708
25	BM.01 (2018)	101° 26' 16.872" BT	01° 41' 11.000" LU	771,256.148	186,567.096	+ 2.875

BAB 7
SURVEI MEKANIKA TANAH

7.1 PENDAHULUAN

Perencanaan merupakan falsafah menuju kepada optimasi kondisi lingkungan binaan baru sedemikian rupa sehingga masalah – masalah yang saling berkaitan dapat terlihat dan dapat dipecahkan, dan hasil akhir dapat mencerminkan keinginan yang digambarkan.

Penyelidikan geoteknik dan mekanika tanah merupakan salah satu unsur penunjang dalam pembangunan suatu bangunan dimulai kegiatan perencanaan sampai kegiatan pelaksanaan. Dalam kegiatan Perencanaan, penyelidikan geoteknik dilakukan secara mendetil dan teliti sehingga akan didapatkan gambaran yang jelas mengenai keadaan, sifat dan susunan perlapisan tanah/batuan.

Sehubungan dengan adanya kegiatan Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai 2024, untuk menunjang di dalam kegiatan tersebut diperlukan adanya penyelidikan geoteknik dan mekanika tanah di area lokasi rencana bangunan tersebut. Untuk itu maka kami, telah melaksanakan pekerjaan penyelidikan tanah (survey) dilapangan dengan menggunakan alat Dutch Cone Penetrometer Test (Sondir) berkapasitas 2,5 ton.

7.2 MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan utama penyelidikan tanah ini adalah memberikan sumbangan data untuk mengetahui formasi lapisan (statigrafi) tanah di bawah dan di sekitar bangunan yang akan direncanakan serta karakteristik masing-masing lapisan tanah adalah sebagai berikut:

a. Susunan lapisan tanah sampai kedalaman tertentu yang mempengaruhi beban bangunan.
b. Susunan lapisan-lapisan tanah tersebut bervariasi (Erratic) atau seragam (Homogen).
c. Kedalaman dan tebal lapisan tanah pendukung.

7.3 RUANG LINGKUP DAN VOLUME PEKERJAAN

7.3.1 SONDIR/DUTCH CONE PENETROMETER TEST (DCPT)

Survei sondir telah dilakukan sebanyak 5 titik di Kota Dumai sebagaimana yang dijelaskan pada Tabel 7.1 dan Gambar 7.1

Tabel 7.1. Lokasi Pengujian Sondir Tahun 2024

No	Lokasi	Jumlah titik
S1	Jl. Budi Kemuliaan, Pangkalan Sesai, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	1
S2	Jl. Belimbing, Simpang Tetap Darul Ihsan, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	1
S3	Jl. Sultan Hasanuddin, Rimba Sekampung, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	1
S4	Jl. Cucut, Ratu Sima, Kec. Dumai Selatan-Kota Dumai	1
S5	Jl. Industri, Bukit Datu, Kec. Dumai Selatan-Kota Dumai	1

Gambar 7.1. Lokasi Penyelidikan Sondir Tahun 2024

Alat yang digunakan adalah "Dutch Cone Penetrometer" kapasitas 2.5 ton. Pembacaan dilakukan pada setiap interval 20 cm sampai manometer menunjukan nilai perlawanan konus ~ 200 kg/cm2. Hasil pekerjaan sondir digambarkan dalam bentuk grafik sondir yang menunjukan nilai perlawanan konus (*Cone Penetration Resistance*) dan jumlah hambatan pelekat (*Total Friction Resistance*).

7.3.2 PEMBUATAN LAORAN (ENGINEERING ANALYSIS)

Setelah Pekerjaan di lapangan selesai dilaksanakan, maka data-data yang diperoleh di evaluasi, sehingga kondisi dan sifat – sifat keteknikan lapisan tanah pondasi dapat diketahui. Dari hasil analisa data - data tersebut, maka dapat disimpulkan lapisan tanah terbaik guna menunjang kontruksi pondasi yang aman dan ekonomis.

7.4 METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN

7.4.1 PEKERJAAN PENYONDIRAN/DCPT

Penyondiran dilakukan dengan maksud untuk mengetahui konsistensi dan kepadatan relatif dari tiap lapisan tanah, disamping itu data sondir dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tanah untuk pondasi bangunan yang akan di bangun. Penyondiran telah di lakukan di 5 lokasi masing-masing 1 titik sondir untuk Lokasi Perencanaan seperti pada gambar sketsa lokasi penyelidikan.

Hasil pekerjaan sondir digambarkan dalam bentuk grafik sondir yang menunjukan nilai perlawanan konus (cone penetration Resistance) dan jumlah hambatan pelekat (Total Friction Resistance).

Peralatan yang dipergunakan dalam pelaksanaan pekerjaan ini adalah Jenis Sondir sedang kapasitas 2.5 ton yang terdiri dari :

- Dutch Cone Penetrometer Test (DCPT) dengan Biconus jenis Begemenn dengan kapasitas 200 kg/cm^2.
- Memiliki Manometer 2 buah (Kapasitas 0 – 60 kg/cm^2 & 0 – 300 kg/cm^2).
- Satu buah Biconus dan satu buah paten conus.
- Satu set Angker (4 buah)
- Perlengkapan kunci pipa, kunci plunyer, palu, kunci manometer, waterpass dll.
- Satu set stang sondir (30 batang) lengkap dengan rod dalam panjang masing-masing satu meter.
- Satu set Ambang penahan (ambang panjang dan ambang pendek)

7.4.2 LANGKAH KERJA CONE PENETRATION TEST

1) Bersihkan tempat yang akan dilakukan percobaan Sondir dari rumput-rumput atau kotoran sehingga permukaan tanah menjadi rata.
2) Pasang jangkar sesuai dengan kaki sondir.

3) Jepit kaki sondir pada jangkar lalu atur posisi sondir agak tegak lurus menggunakan waterpass.
4) Kamar destilasi diisi dengan oli sampai penuh dan harus bebas dari gelembung udara.
5) Pasang patent konus/bikonus pada drat stang berikut stang di dalamnya. Tempatkan stang sondir tersebut pada lubang pemusat pada kaki sondir tepat di bawah ruang oli. Pasang kop penekan lalu putarlah engkol sampai menyentuh ujung atas stang sondir.
6) Tiang sondir diberi tanda tiap 20 cm dengan menggunakan spidol.
7) Engkol pemutar kembali diputar sehingga patent konus/bikonus masuk ke dalam tanah. Setelah kedalaman 20 cm, engkol pemutar diputar sedikit dengan arah berlawanan. Traker ditarik ke depan dalam posisi lubang bulat.
8) Buka kran yang menuju manometer.
9) Engkol pemutar diputar kembali sehingga stang dalam tertekan ke dalam tanah dengan kecepatan 2 cm/dt. Stang dalam akan menekan piston lalu akan menekan oli di dalamnya. Tekanan yang terjadi akan menekan manometer. Patent konus akan mengukur tahanan ujung konus (qc).
10) Tekan stang catat angka yang ditunjukkan manometer, teruskan penekanan sampai jarum manometer bergerak untuk kedua kalinya.
11) Putar kembali engkol pemutar berlawanan arah. Lakukan penekanan kembali sejarak 20 cm berikutnya.
12) Setelah mencapai kedalaman 1 meter, stang sondir disambung. Naikan piston penekan supaya sondir berikutnya bias disambungkan, gunakan kunci pipa untuk mengencangkan.
13) Setelah mencapai kedalaman tanah keras, (tekanan konus lebih dari 150kg/cm^2), percobaan dihentikan.

7.4.3 CARA KERJA BIKONUS

1) Penetrasi pertama-tama akan menggerakkan ujung konus ke bawah sedalam 4 cm.
2) Baca manometer yang menunjukkan perlawanan ujung (perlawanan konus).
3) Penekanan selanjutnya pada batang dalam akan menggerakkan konus beserta selubung sedalam 8 cm.

4) Baca manometer yang menunjukkan jumlah perlawanan hambatan yaitu Perlawanan Konus (HK) dan Hambatan Pelekat (HL).
5) Setelah tegangan mencapai 150kg/cm2 , maka percobaan selesai dan batang-batang sondir dicabut kembali dengan hati-hati dan tiap batang dikeluarkan, sedang batang yang masih tertanam di dalam tanah harus dipegang dengan kunci agar tidak terlepas.
6) Setelah batang-batang seluruhnya diangkat, maka alat sondir dapat dipindahkan dan angker dapat dicabut kembali.

7.5 HASIL PENYELIDIKAN DAN REKOMENDASI

Dari hasil evaluasi data lapangan yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa lapisan tanah yang menempati adanya Rencana Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai yaitu :

Tabel 7.2. Rangkuman Hasil Pengujian Sondir Tahun 2024

No	Lokasi	Kedalaman maksimum (m)	Nilai Qc dikedalaman maksimum (kg/cm2)	Ket
S1	Jl. Budi Kemuliaan, Pangkalan Sesai, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	21.40	50	Lapisan tanah keras dengan nilai qc minimal 150 kg/cm2, tidak ditemui. Jepitan Besar, > 300 kg/cm2
S2	Jl. Belimbing, Simpang Tetap Darul Ihsan, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	20.80	250	Jepitan Besar, > 330 kg/cm2
S3	Jl. Sultan Hasanuddin, Rimba Sekampung, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	26.60	25	Lapisan tanah keras dengan nilai qc minimal 150 kg/cm2, tidak ditemui. Jepitan Besar, > 300 kg/cm2
S4	Jl. Cucut, Ratu Sima, Kec. Dumai Selatan-Kota Dumai	22.60	35	Lapisan tanah keras dengan nilai qc minimal 150 kg/cm2, tidak ditemui. Jepitan Besar, > 300 kg/cm2
S5	Jl. Industri, Bukit Datu, Kec. Dumai Selatan-Kota Dumai	25.40	35	Lapisan tanah keras dengan nilai qc minimal 150 kg/cm2, tidak ditemui. Jepitan Besar, > 300 kg/cm2

Berdasarkan rangkuman hasil pengujian sondir diatas, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1) Untuk masing-masing lokasi dapat menggunakan pondasi seperti yang dijelaskan pada Tabel 7.3

Tabel 7.3. Rekomendasi Pondasi Berdasarkan Pengujian Sondir Tahun 2024

No	Lokasi	Jenis Pondasi	Kedalaman maksimum (m)	Catatan
S1	Jl. Budi Kemuliaan, Pangkalan Sesai, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	Pondasi tiang	Min 21.40	Pondasi ditempatkan pada lapisan tanah keras yang memiliki nilai qc lebih dari 150 kg/cm2 dengan ketebalan minimal 4 m
S2	Jl. Belimbing, Simpang Tetap Darul Ihsan, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	Pondasi tiang	Min 20.80	Pondasi ditempatkan pada lapisan tanah keras yang memiliki nilai qc lebih dari 150 kg/cm2 dengan ketebalan minimal 4 m
S3	Jl. Sultan Hasanuddin, Rimba Sekampung, Kec. Dumai Barat-Kota Dumai	Pondasi tiang	Min 26.60	Pondasi ditempatkan pada lapisan tanah keras yang memiliki nilai qc lebih dari 150 kg/cm2 dengan ketebalan minimal 4 m
S4	Jl. Cucut, Ratu Sima, Kec. Dumai Selatan-Kota Dumai	Pondasi tiang	Min 22.60	Pondasi ditempatkan pada lapisan tanah keras yang memiliki nilai qc lebih dari 150 kg/cm2 dengan ketebalan minimal 4 m
S5	Jl. Industri, Bukit Datu, Kec. Dumai Selatan-Kota Dumai	Pondasi tiang	Min 25.40	Pondasi ditempatkan pada lapisan tanah keras yang memiliki nilai qc lebih dari 150 kg/cm2 dengan ketebalan minimal 4 m

2) Perlu diadakan Loading Test untuk mengetahui daya dukung sebenarnya.
3) Kebutuhan jumlah titik dan jenis pondasi yang digunakan dalam 1 pile cap dapat ditentukan lebih lanjut dari hasil perhitungan daya dukung pondasi dan perencanaan struktur berdasarkan beban bangunan yang pikul oleh pondasi yang dihitung atau dilakukan oleh Konsultan Perencana. Karena pada data sondir ini tidak termasuk perhitungan daya dukung pondasi.
4) Rekomendasi ini hanya bersifat umum dan tidak mengikat, tentunya harus dilakukan perhitungan yang lebih mendetail untuk jenis perkuatan dan pondasinya.
5) Hasil lengkap serta dokumentasi survei mekanika tanah dapat dilihat pada lampiran

BAB 8
SURVEI INVENTORI SALURAN DRAINASE DAN SURVEI DRONE

8.1 SURVEI INVENTORI SALURAN DRAINASE

8.1.1 PENDAHULUAN

Saluran drainase memiliki peran krusial dalam mengalirkan air hujan dan limbah permukaan agar tidak menyebabkan genangan atau banjir. Seiring dengan perkembangan wilayah perkotaan dan perubahan kondisi lingkungan, diperlukan evaluasi berkala terhadap sistem drainase untuk memastikan fungsinya tetap optimal. Salah satu langkah yang dilakukan adalah survei inventori saluran drainase, yang bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting, mendeteksi permasalahan, serta memberikan rekomendasi perbaikan atau peningkatan sistem drainase yang ada.

Survei ini dilakukan dengan metode kombinasi antara inspeksi lapangan secara langsung, pemetaan berbasis teknologi drone, wawancara langsung dengan warga setempat, serta menggunakan teknologi berbasis citra satelit dan *street view* dari *Google*. Data yang diperoleh mencakup dimensi saluran (lebar, tinggi, dan panjang), kondisi fisik eksisting saluran, serta potensi hambatan seperti sedimentasi, sampah, atau vegetasi liar. Dengan adanya survei ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang akurat dan komprehensif untuk mendukung perencanaan serta pengelolaan sistem drainase perkotaan yang lebih efektif.

Pada bagian ini akan membahas hasil survei inventori saluran drainase di Kota Dumai yang kami lakukan pada Pekerjaan Review MP Pengendalian Banjir Kota Dumai. Melalui kajian ini, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mengenai kondisi eksisting drainase di Kota Dumai.

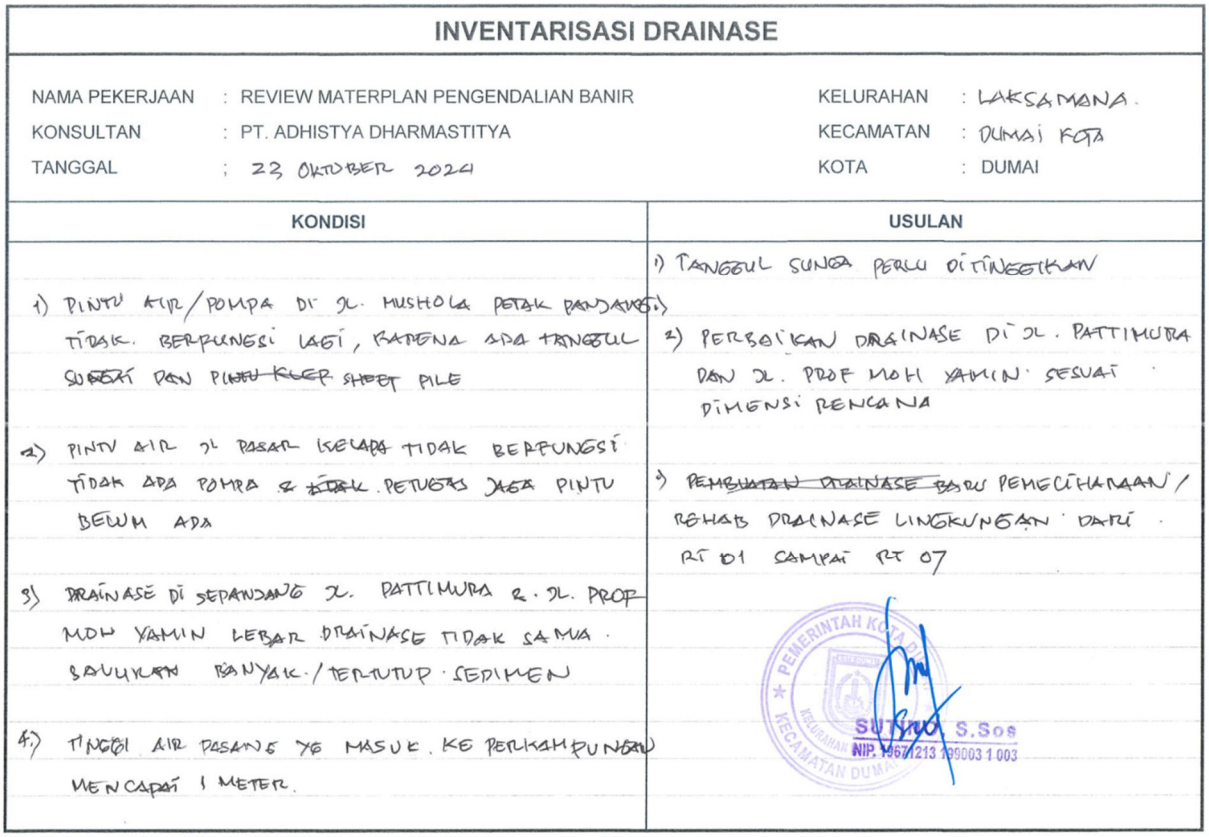
8.1.2 HASIL SURVEI INVENTORI SALURAN DRAINASE

Hasil survei inventori saluran drainase kami tuangkan menjadi beberapa dokumen. Antara lain :

1. Formulir hasil inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai
2. Tabel hasil inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai
3. Peta Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai
4. Bagan Simplifikasi Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai

8.1.2.1 FORMULIR HASIL INVENTARISASI SALURAN DRAINASE KOTA DUMAI

Formulir hasil inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai berisi mengenai kondisi saluran drainase eksisting setempat, usulan untuk saluran drainase tersebut, serta pengesahan/cap yang diberikan oleh kelurahan setempat. Contoh formulir hasil inventarisasi drainase dapat dilihat pada Gambar 8.1. Sementara versi lengkap dari formulir hasil inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai dapat dilihat pada lampiran laporan antara.



INVENTARISASI DRAINASE

NAMA PEKERJAAN : REVIEW MATERPLAN PENGENDALIAN BANIR
KONSULTAN : PT. ADHISTYA DHARMASTITYA
TANGGAL : 23 OKTOBER 2024

KELURAHAN : LAKSAMANA.
KECAMATAN : DUMAI KOTA
KOTA : DUMAI

KONDISI	USULAN
1) PINTU AIR/POMPA DI JL. MUSHOLA PETAK BANDANG TIDAK BERFUNGSI LAGI, KARENA ADA TANGGUL SUNGAI DAN PINTU KLEP SHEET PILE	1) TANGGUL SUNGA PERLU DITINGGIKAN 2) PERBAIKAN DRAINASE DI JL. PATTIMURA DAN JL. PROF MOH YAMIN SESUAI DIMENSI RENCANA
2) PINTU AIR JL PASAR ISELAMA TIDAK BERFUNGSI TIDAK ADA POMPA & TIDAK PETUGAS JAGA PINTU BELUM ADA	3) ~~PEMBUATAN DRAINASE BARU~~ PEMELIHARAAN/REHAB DRAINASE LINGKUNGAN DARI RT 01 SAMPAI RT 07
3) DRAINASE DI SEPANJANG JL. PATTIMURA & JL. PROF MOH YAMIN LEBAR DRAINASE TIDAK SAMA. SALURAN BANYAK/TERTUTUP SEDIMEN	
4) TINGGI AIR PASANG YG MASUK KE PERKAMPUNGAN MENCAPAI 1 METER.	

PEMERINTAH KOTA DUMAI KECAMATAN DUMAI KELURAHAN LAKSAMANA
SUTRIO S.Sos
NIP. 19671213 199003 1 003

Gambar 8.1. Contoh Formulir Hasil Inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai

8.1.2.2 TABEL HASIL INVENTARISASI SALURAN DRAINASE KOTA DUMAI

Tabel hasil inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai antara lain berisi tentang nama jalan/saluran drainase, nama kelurahan tempat saluran drainase tersebut berada, dimensi saluran dalam satuan meter seperti lebar dan tinggi, serta kondisi saluran eksisting seperti apakah ada sampah, sedimentasi, kerusakan, dan sebagainya.

Contoh tabel hasil inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai dapat dilihat pada Tabel 8.1. Sementara versi lengkap tabel hasil inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai dapat dilihat pada lampiran laporan antara.

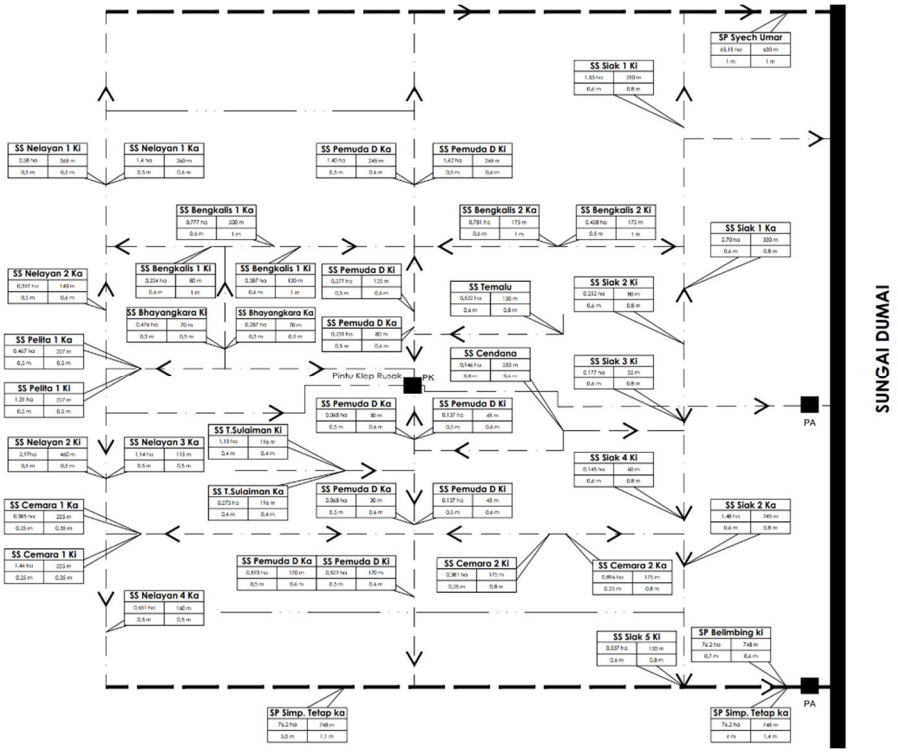
Tabel 8.1. Contoh Tabel Hasil Inventarisasi Saluran Drainase Kota Dumai

NAMA JALAN/ SALURAN DRAINASE	NAMA KELURAHAN	DIMENSI SALURAN (Meter)						KONDISI EKSISTING SALURAN							KETERANGAN LAINNYA
		HULU		TENGAH		HILIR									
		LEBAR	TINGGI	LEBAR	TINGGI	LEBAR	TINGGI	SAMPAH	SEDIMEN	VEGETASI	LIMPAS	MAMPET	RUSAK RINGAN	RUSAK BERAT	
Jl. Putri Tujuh	Bulu Kasap					1.00	1.00	√	√	√	-	√	-	-	
Jl. Yos Sudarso	Bulu Kasap	3.20	1.50	3.10	1.50	3.00	1.50	√	√	-	√	-	√	-	Pintu Klep dihilir yang masuk ke saluran Jln Datuk Laksamana Rusak
Jl. Datuk Laksmana	Bulu Kasap	1.80	0.80	3.00	1.30	3.10	1.30	√	√	-	√	-	-	-	Air limpas disekitaran depan PT. Wilmar ± 0.40 m dari jalan
Jl. Sei Masang	Bulu Kasap	0.50	0.50	1.60	1.00	1.80	1.00	√	√	√	√	√	-	-	Banjir Rob ± 0.50 dari jalan terjadi pada tgl 19 Okt 2024
JL. Sungai Rokan	Bulu Kasap	0.60	0.70	0.40	0.40	0.40	0.40	-	-	-	√	-	-	-	Genangan di jalan ± 0.10 m

8.1.2.3 BAGAN SIMPLIFIKASI JARINGAN SALURAN DRAINASE KOTA DUMAI

Bagan simplifikasi Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai merupakan salah satu media untuk memudahkan orientasi arah aliran di Sistem Drainase Kota Dumai. Bagan simplifikasi ini berisi mengenai arah aliran secara general, panjang saluran, lebar saluran, kedalaman saluran, serta luas daerah layan saluran.

Contoh Bagan Simplifikasi Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai dapat dilihat pada Gambar 8.2. Sementara versi lengkap Bagan Simplifikasi Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai dapat dilihat pada lampiran laporan antara.



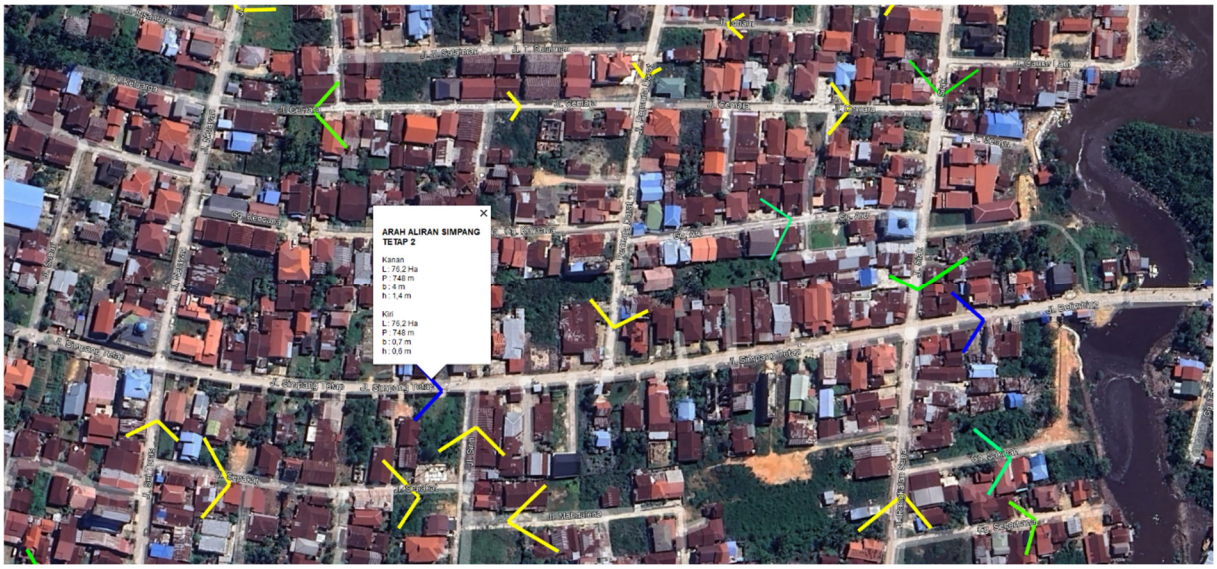
Gambar 8.2. Contoh Bagan Simplifikasi Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai

8.1.2.4 PETA JARINGAN SALURAN DRAINASE KOTA DUMAI

Peta Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai merupakan hasil akhir dari survei Inventori Saluran Drainase Kota Dumai. Kami menggunakan media Google Earth untuk memaparkan hasil survei serta mempermudah orientasi kami terhadap kondisi eksisting di Kota Dumai.

Peta Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai dapat dilihat pada Gambar 8.3. Sementara contoh hasil survei inventori pada media Google Earth dapat dilihat pada Gambar 8.4.

Gambar 8.3. Peta Jaringan Saluran Drainase Kota Dumai 2024



Gambar 8.4. Contoh Hasil Survei Inventori Pada Media Google Earth

8.2 SURVEI DRONE

8.2.1 PENDAHULUAN

Saluran drainase merupakan salah satu elemen infrastruktur utama dalam sistem tata air yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan dan limbah permukaan ke badan air terdekat, seperti sungai, danau, atau laut. Keberadaan sistem drainase yang efektif sangat penting untuk mencegah terjadinya genangan dan banjir yang dapat berdampak negatif pada aktivitas masyarakat, kelangsungan ekonomi, serta kelestarian lingkungan. Namun, dengan semakin pesatnya urbanisasi dan perubahan tata guna lahan, kapasitas sistem drainase sering kali mengalami tekanan yang lebih besar akibat peningkatan volume limpasan air hujan serta penurunan daya resap tanah akibat alih fungsi lahan hijau menjadi kawasan terbangun.

Dalam era teknologi yang semakin maju, penggunaan drone dalam berbagai bidang telah mengalami perkembangan pesat. Salah satu penerapannya yang semakin populer adalah dalam kegiatan survei, yang memungkinkan pengumpulan data secara lebih cepat, efisien, dan akurat dibandingkan metode konvensional. Survei menggunakan drone memberikan keuntungan dalam hal jangkauan area yang luas, biaya operasional yang lebih rendah, serta kemampuan untuk mengakses daerah yang sulit dijangkau oleh manusia.

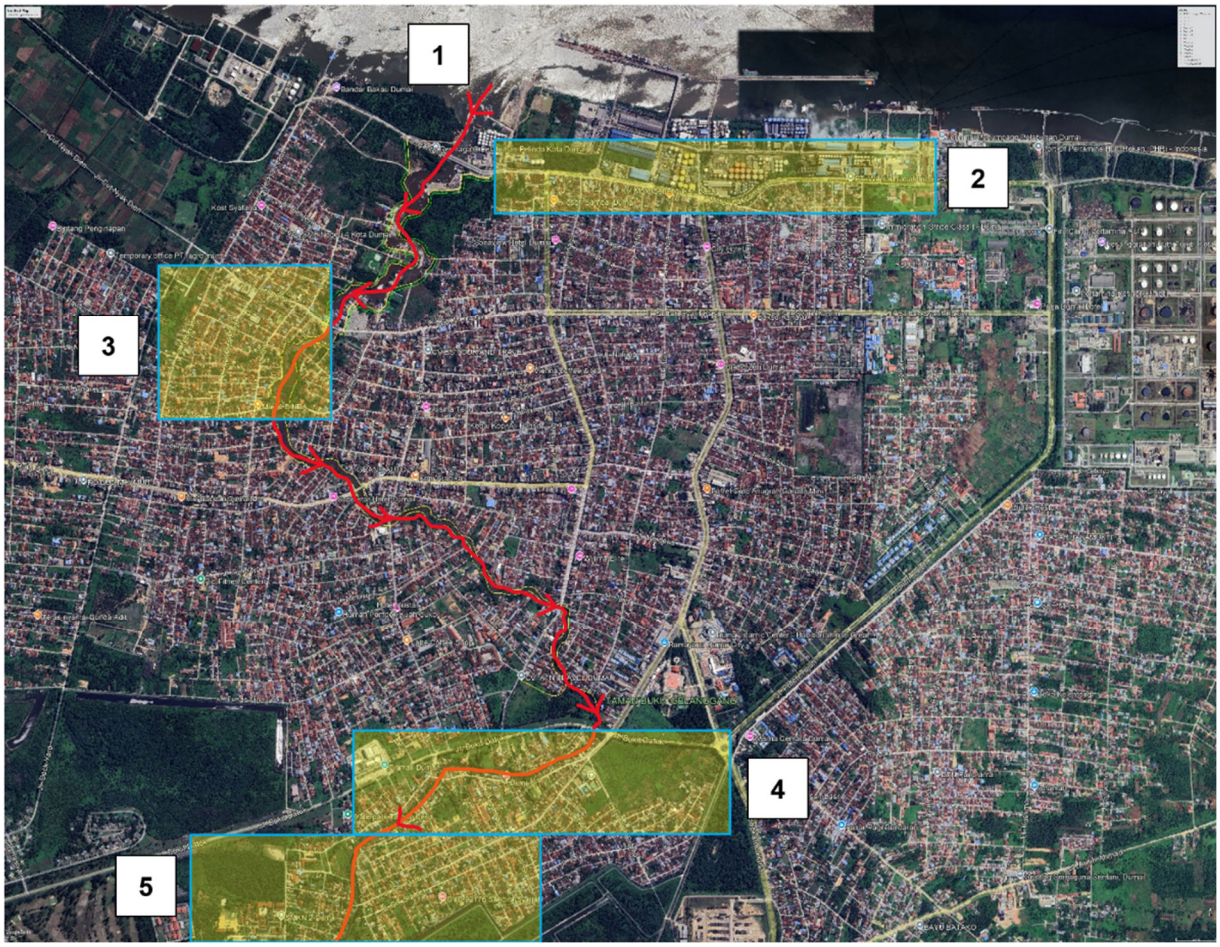
Pada bagian ini akan membahas mengenai hasil survei drone untuk Review Masterplan Pengendalian Banjir Kota Dumai 2024. Survei ini memiliki tujuan utama untuk mengidentifikasi kondisi eksisting Saluran Drainase serta Sungai Kota Dumai.

8.2.2 LOKASI DAN CAKUPAN SURVEI DRONE

Cakupan lokasi survei drone kami antara lain :

1. Dari hulu ke arah hilir Sungai Dumai. Bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting dari Sungai Dumai serta bantarannya.
2. Dari arah barat ke timur Jalan Datuk Laksamana. Bertujuan untuk memetakan *cross drain* yang terhubung dengan kompleks PT PELINDO
3. Jalan Siak, Jalan Pemuda Darat, dan sekitarnya. Bertujuan untuk memetakan kondisi eksisting drainase serta anak sungai yang ada disana.
4. Daerah Bumi Ayu (STIA Lancang Kuning dan sekitarnya). Bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting dari calon lokasi embung
5. Bukit Datuk Lama, Bumi Ayu, dan sekitarnya. Bertujuan untuk mengetahui penyebab banjir yang berada di sebelah hulu Jembatan Bukit Datuk

Detail dari cakupan lokasi survei drone dapat dilihat pada Gambar 8.5. berikut



Gambar 8.5. Peta Lokasi Survei Drone

8.2.3 HASIL SURVEI DRONE

Berikut pada Gambar 8.6 - Gambar 8.10 disajikan beberapa foto hasil survei Saluran Drainase Kota Dumai menggunakan media drone

Gambar 8.6. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Sungai Dumai

Gambar 8.7. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Jl. Datuk Laksamana (PT. PELINDO)

Gambar 8.8. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Jalan Siak, Jalan Pemuda Darat, dan sekitarnya

Gambar 8.9. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada STIA Lancang Kuning dan Sekitarnya

Gambar 8.10. Beberapa Foto Hasil Survei Drone pada Bumi Ayu, Datuk Lama, dan Sekitarnya

BAB 9
PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI DIGITAL KOTA DUMAI

9.1 PENDAHULUAN

Peta topografi dan kontur memiliki peran krusial dalam kajian pengendalian banjir karena mampu memberikan informasi mendetail mengenai karakteristik fisiografi suatu wilayah. Dengan menyajikan perbedaan elevasi, kemiringan lereng, dan pola aliran air permukaan, peta ini menjadi dasar dalam menganalisis daerah rawan banjir serta menentukan jalur aliran air yang potensial. Dalam konteks perencanaan mitigasi banjir, pemahaman terhadap topografi suatu wilayah memungkinkan perancang untuk mengidentifikasi titik-titik akumulasi air serta memperkirakan kapasitas tampungan alami seperti cekungan dan dataran rendah.

Selain itu, analisis kontur memungkinkan prediksi terhadap pergerakan air hujan di permukaan tanah, sehingga dapat digunakan dalam pemodelan hidrologi dan hidraulik. Dengan mengetahui pola kemiringan dan elevasi, perencana dapat mengidentifikasi daerah yang berpotensi mengalami genangan serta merancang sistem drainase yang efektif. Informasi ini juga menjadi dasar dalam menentukan lokasi pembangunan tanggul, embung, serta infrastruktur pengendalian banjir lainnya agar lebih optimal dalam mengurangi dampak bencana.

Lebih lanjut, integrasi data peta topografi dengan teknologi sistem informasi geografis (SIG) memungkinkan analisis spasial yang lebih komprehensif dalam pengelolaan banjir. Pemanfaatan SIG dapat membantu dalam pemetaan daerah rawan banjir secara lebih akurat serta dalam simulasi skenario pengendalian banjir berbasis data spasial. Oleh karena itu, penggunaan peta topografi dan kontur tidak hanya penting dalam tahap perencanaan, tetapi juga dalam pemantauan dan evaluasi efektivitas strategi mitigasi banjir secara berkelanjutan.

9.2 DATA

9.2.1 SUMBER DATA

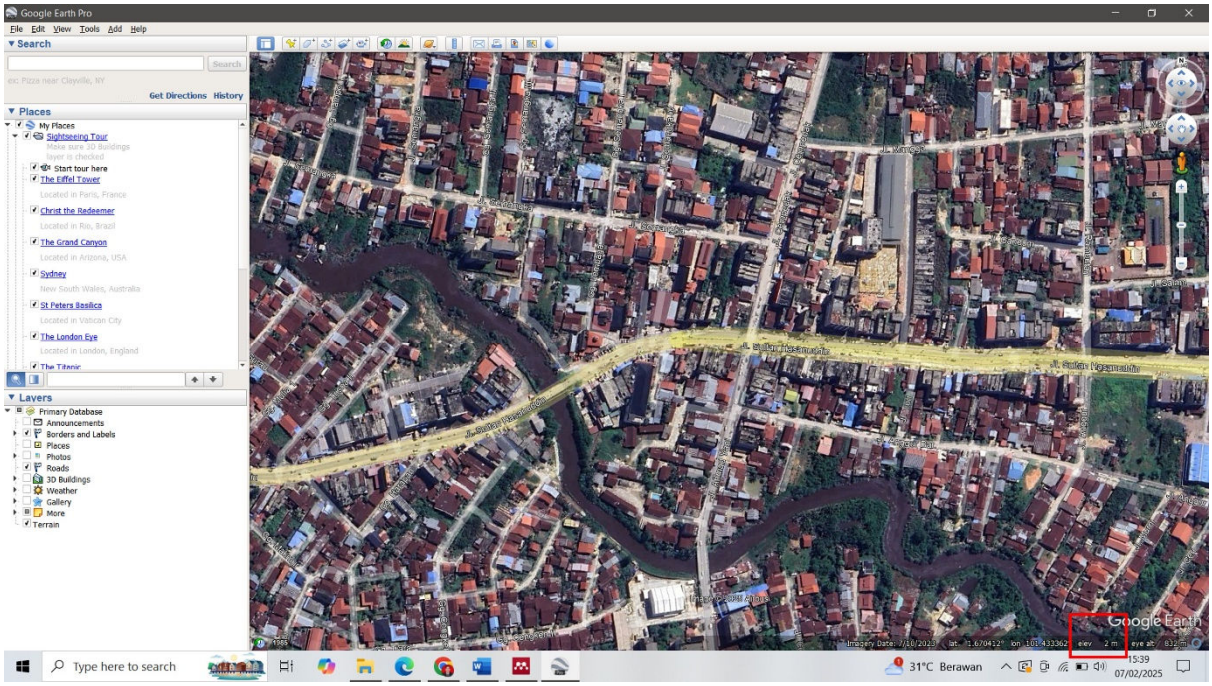
Kegiatan ini menggunakan data sekunder sebagai langkah awal lalu divalidasi menggunakan data yang didapatkan dari survei primer. Tabel 9.1. berikut adalah data-data yang digunakan dalam kegiatan ini.

Tabel 9.1. Data dan Sumber Data

No.	Data	Sumber Data
1	Elevasi	Google Earth
		Survei Primer
2	Kenampakan Lahan	Survei Primer

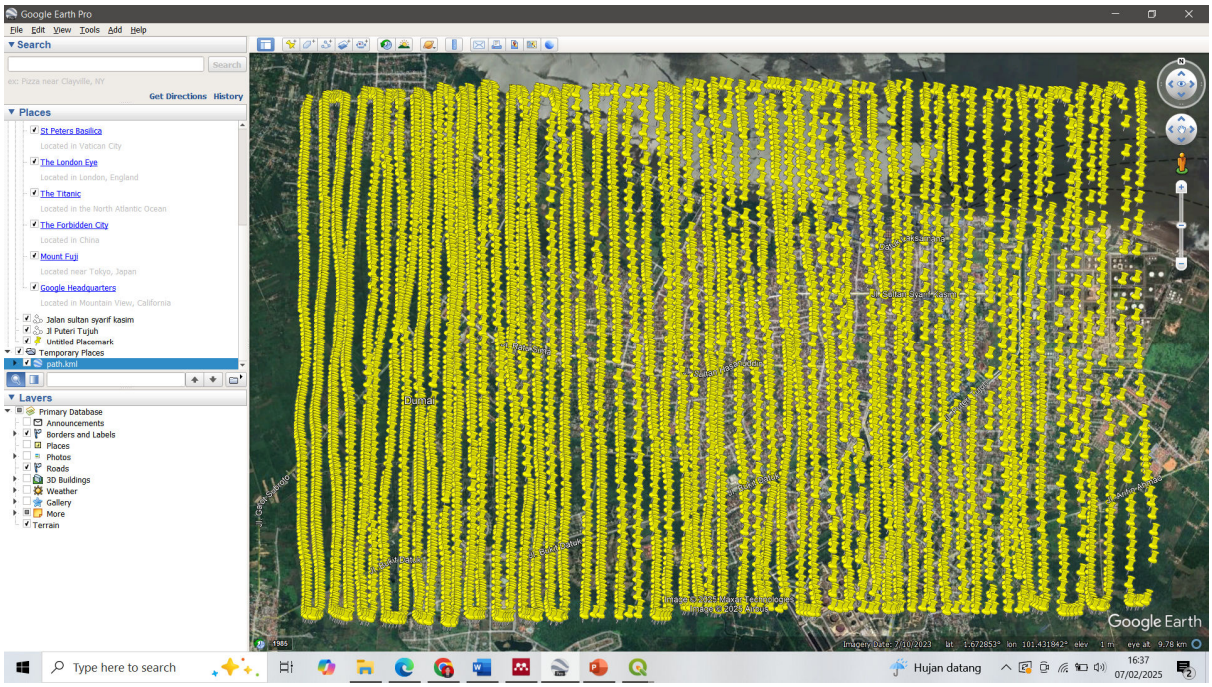
9.2.2 TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Pengambilan data elevasi umumnya menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) yang disediakan secara bebas oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) dalam DEMNAS. Data DEMNAS memiliki resolusi spasial 5m x 5m yang artinya setiap pixel gambar pada citra DEMNAS memiliki jarak lebih kurang 5m x 5m. Hal ini menyebabkan pembuatan peta topografi dan kontur dengan ketelitian selisih kontur 0,5m sulit dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan data elevasi yang terdapat di Google Earth yang diekstrak melalui Google API. Berdasarkan beberapa penelitian, data elevasi google memiliki ketelitian yang dapat diterima untuk dijadikan peta topografi sebagaimana data yang diambil dari DEM lainnya namun tetap membutuhkan validasi akurasi di lapangan karena data yang menggunakan sistem proyeksi WGS 84 yang ellipsoidal (Hu et al., 2020; Isioye & Jobin, 2012; Rochmadi, 2023; Rusli et al., 2014; Wang et al., 2017). Gambar 9.1. berikut menunjukkan ketersediaan data elevasi pada aplikasi Google Earth.



Gambar 9.1. Ketersediaan Data Elevasi di Google Earth

Berdasarkan informasi ketersediaan data tersebut, dilakukan pembuatan jalur (*path*) menggunakan Google Earth untuk mendapatkan titik-titik lokasi yang hendak diambil datanya (Gambar 2.2.). Hasil *path* tersebut kemudian dikonversi menjadi tabel titik yang memiliki data koordinat menggunaka QGIS 3. Tabel tersebut kemudian dijadikan sebagai basis lokasi untuk mengambil data elevasi menggunakan Google.



Gambar 9.2. Pembuatan *Path* Untuk Ekstraksi Koordinat

Pengambilan data elevasi dilakukan menggunakan platform *Google Collab*, suatu alat pemrograman yang dapat digunakan dari dalam jaringan secara bebas. Untuk dapat mengekstrak data elevasi dari server Google, mulanya dibutuhkan suatu *Application Programming Interface* (API) yang didapat dari developers.google.com. Setelah mendapatkan API elevasi dari website tersebut, dilakukan pemrograman dengan kode sebagai berikut pada antarmuka *Google Collab* (Gambar 9.3.). Setelah program dijalankan, *Google Collab* akan meminta untuk mengunggah data lokasi yang akan secara otomatis diunduh ketika pengisian titik elevasi sudah selesai.

Elevation Request

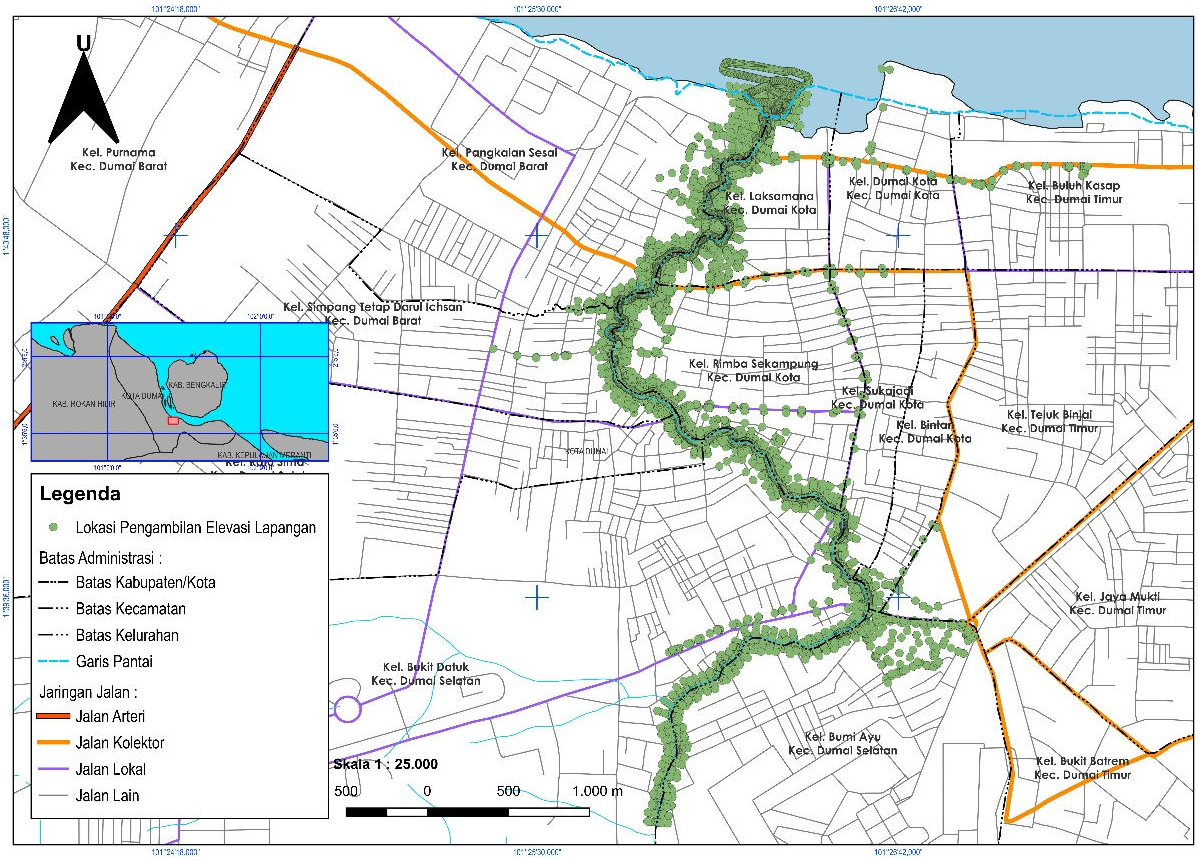
File Edit View Insert Runtime Tools Help

+ Code + Text

```python
import pandas as pd
import requests
import time
from google.colab import files

# Upload the file
uploaded = files.upload()
file_name = list(uploaded.keys())[0]  # Get the uploaded file name

# Load coordinates from CSV
data = pd.read_csv(file_name)
coordinates = list(zip(data['latitude'], data['longitude']))

# Google Elevation API key
API_KEY = 'YOUR_API_KEY'  # Replace with your API key
BASE_URL = "https://maps.googleapis.com/maps/api/elevation/json"

# Function to fetch elevation for a single coordinate
def get_elevation(lat, lon):
    params = {
        'locations': f"{lat},{lon}",
        'key': API_KEY
    }
    response = requests.get(BASE_URL, params=params)
    if response.status_code == 200:
        result = response.json()
        if 'results' in result and len(result['results']) > 0:
            return result['results'][0]['elevation']
        else:
            return None
    else:
        print(f"Error fetching data for {lat}, {lon}: {response.status_code}")
        return None

# Request elevations in batches
elevations = []
batch_size = 50
for i in range(0, len(coordinates), batch_size):
    batch = coordinates[i:i+batch_size]
    for lat, lon in batch:
        elevation = get_elevation(lat, lon)
        elevations.append({'latitude': lat, 'longitude': lon, 'elevation': elevation})
        time.sleep(0.1)  # Pause to avoid hitting API limits

# Create a DataFrame for the results
results_df = pd.DataFrame(elevations)

# Export results to CSV and TXT
results_csv_path = "elevation_results.csv"
results_txt_path = "elevation_results.txt"
results_df.to_csv(results_csv_path, index=False)
results_df.to_csv(results_txt_path, sep='\t', index=False)

# Download the files
files.download(results_csv_path)
files.download(results_txt_path)
```

Gambar 9.3. Kode Pengambilan Elevasi menggunakan Google API

Selanjutnya, data dari Google Earth divalidasi menggunakan survey lapangan. Validasi dilakukan dengan mengukur ketinggian di lapangan menggunakan GPS dan mengamati kemiringan lereng dari beberapa lokasi. Gambar 2.4. berikut adalah lokasi pengambilan data elevasi menggunakan survei lapangan. Selain data elevasi, dilakukan juga pengecekan kondisi lapangan melalui kenampakan lahan yang diambil baik secara langsung maupun menggunakan pesawat nirawak (*drone*) untuk digunakan sebagai basis validasi data.

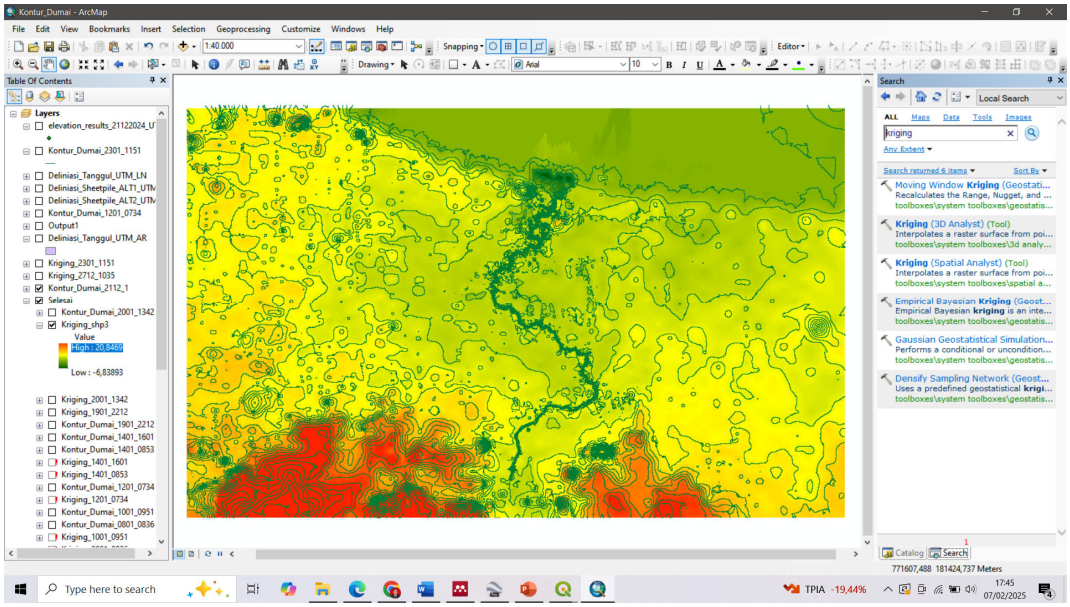


Gambar 9.4. Lokasi Pengambilan Data Lapangan

9.3 METODE PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI DIGITAL

9.3.1 PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI MENGGUNAKAN DATA GOOGLE

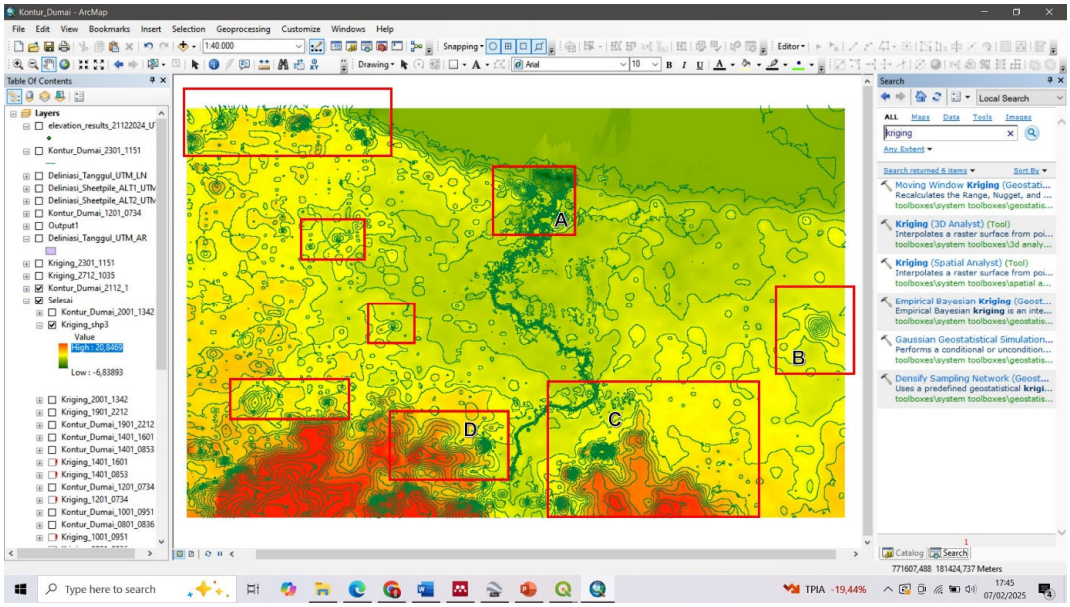
Data elevasi yang diunduh dari Google Collab memiliki format *Comma Separated Values* (CSV) yang harus diubah terlebih dahulu menjadi format *Shapefile* (SHP) agar dapat diolah menjadi peta topografi. Mengubah data CSV menjadi SHP dilakukan dengan meng-*import* data CSV yang memiliki koordinat sebagai data titik pada aplikasi QGIS. Data titik tersebut kemudian digabungkan dengan hasil survei lapangan sehingga kejanggalan dapat segera ditemukan. Selanjutnya, data titik elevasi tersebut di interpolasi dan ekstrapolasi secara terus menerus menggunakan teknik *Kriging* yang terdapat pada tools *Kriging (Spatial Analyst)* dalam ArcMap. Teknik *Kriging* menghasilkan data area dengan elevasi tertentu yang kemudian dapat diekstrak menjadi garis kontur menggunakan *tools Contour (Spatial Analyst)*. Berikut adalah hasil pengolahan data sebelum dikoreksi menggunakan hasil pengamatan lapangan (Gambar 9.5).



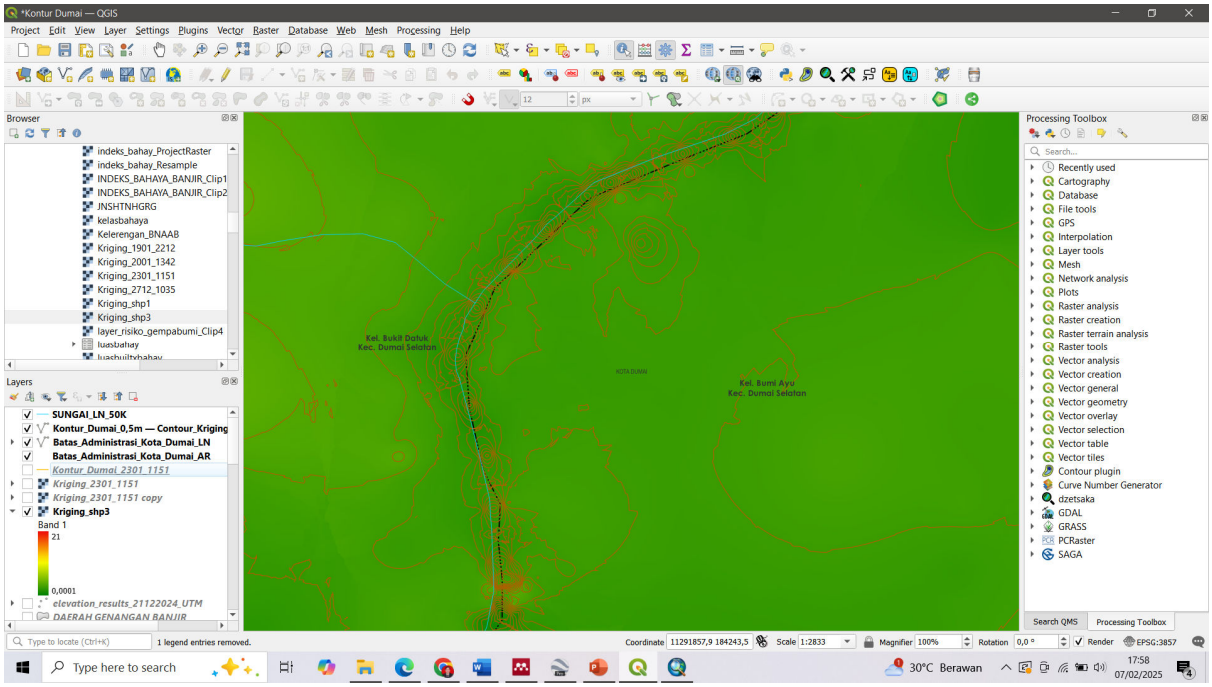
Gambar 9.5. Hasil Pengolahan Data Sebelum Validasi

9.3.2 VALIDASI DAN PERBAIKAN DATA

Penulis meyakini hasil tersebut belum sempurna karena terdapat beberapa kejanggalan seperti rapatnya garis kontur pada beberapa bagian (Gambar 9.5.) dan kejanggalan kontur sungai (Gambar 9.6.). Oleh karena itu, penulis menggunakan data hasil survei lapangan sebagai referensi dan membandingkannya dengan kenampakan lahan di lokasi-lokasi tersebut yang dilihat menggunakan survei langsung dan menggunakan drone (Gambar 9.7). Penulis kemudian memperbaiki data titik lokasi untuk mengulang kembali teknik Kriging sehingga dihasilkan peta topografi Kota Dumai sebagaimana terlampir dalam gambar 9.8.



Gambar 9.6. Kejanggalan Kerapatan Kontur

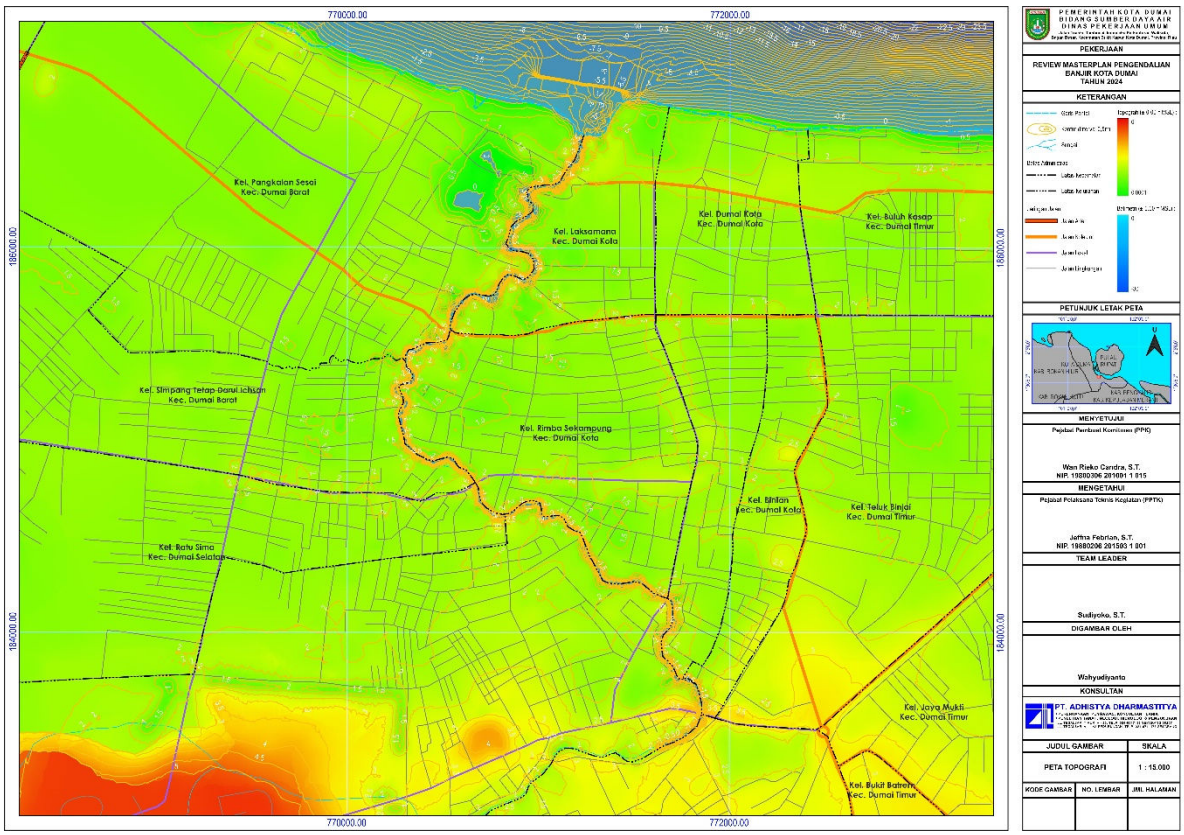


Gambar 9.7. Kejanggalan Bentuk Kontur Sungai

Gambar 9.8. Validasi Kejanggalan Berdasarkan Penampakan Lahan

9.4 HASIL PEMBUATAN PETA TOPOGRAFI DIGITAL

Berdasarkan hasil validasi lapangan, didapatkan bahwa Kota Dumai memiliki permukaan lahan yang relatif datar tanpa ada kerapatan kontur yang berarti. Gambar 9.9. berikut adalah Peta Topografi Kota Dumai yang telah melalui serangkaian perbaikan dan validasi data.



Gambar 9.9. Peta Topografi Kota Dumai

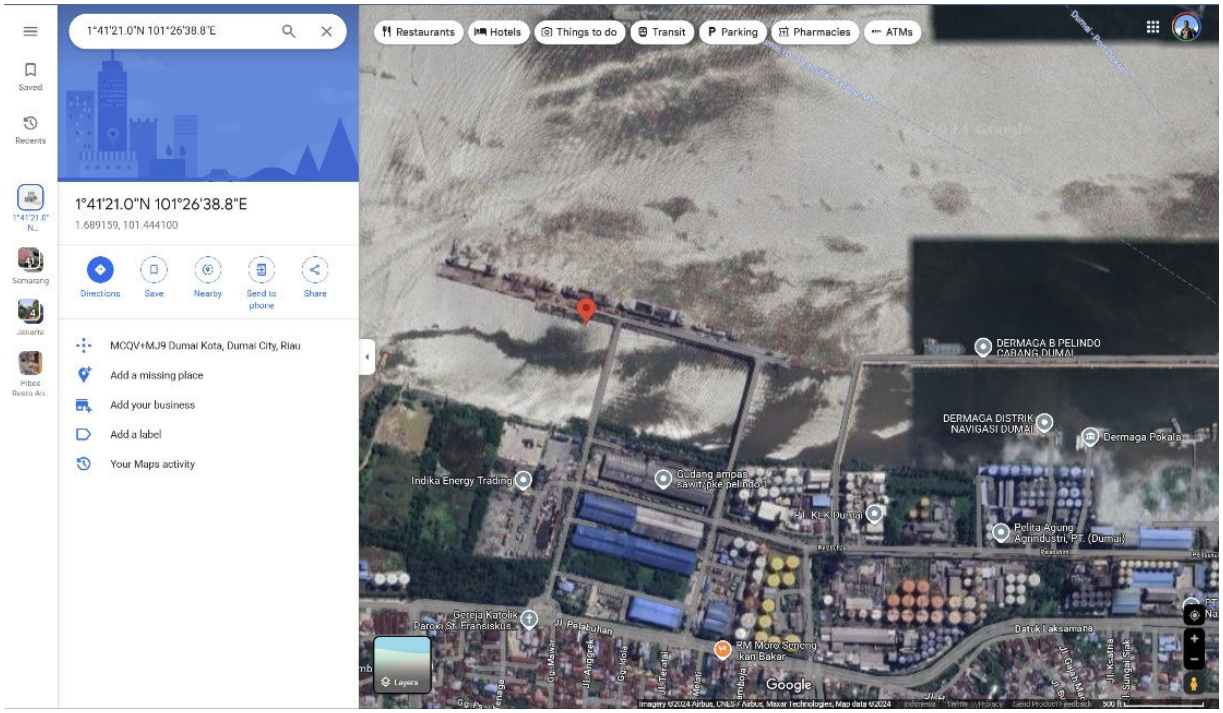
BAB 10
ANALISIS HIDRODINAMIKA KELAUTAN

10.1 PENDAHULUAN

Untuk memperoleh garis elevasi yang bernilai 0,00 (nol) dari Elevasi Muka air pada kondisi rerata (*Mean Sea Level*/MSL) yang sesuai dengan kondisi saat ini maka dilakukan pengamatan pasang surut air laut. Pengamatan pasang surut dilakukan dengan metode yaitu pengamatan secara manual selama 24 jam dalam jangka waktu 29 hari. Pada kali ini kami mendapatkan data sekunder pengamatan pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Unit Teknis Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika (PJKGG).

10.2 DETAIL LOKASI PENGAMATAN PASANG SURUT

Lokasi pengamatan pasang surut memiliki koordinat Easting (X) : 1.689159 dan Northing (Y) : 101.444100 yang berada di Dermaga C Pelabuhan Kota Dumai, Provinsi Riau milik PT Pelindo I Cabang Dumai. Lokasi pengamatan pasang surut dapat dilihat pada Gambar 10.1.



Gambar 10.1. Titik Lokasi Pengamatan Pasang Surut

10.3 HASIL PENGAMATAN PASANG SURUT

Berdasarkan data sekunder yang kami dapatkan, maka dapat diambil data pasang surut pada bulan Oktober tahun 2024 selama 29 hari yang dapat dilihat pada Tabel 10.1.

Tabel 10.1. Data Hasil Pengamatan Pasang Surut per-jam Pada Tanggal 1-29 Oktober 2024

No	Tanggal	JAM																							
		00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01/10/2024	202	166	99	36	10	0	-8	-3	53	144	190	190	174	151	102	41	17	12	16	26	83	189	241	236
2	02/10/2024	219	194	139	61	22	4	-5	-7	17	113	190	203	193	170	128	60	18	7	7	13	41	147	240	254
3	03/10/2024	240	218	174	97	40	18	8	2	13	81	182	218	211	190	159	96	33	15	9	13	27	103	215	255
4	04/10/2024	250	232	203	135	61	27	14	7	3	34	138	211	214	197	168	118	43	5	0	8	8	50	170	246
5	05/10/2024	251	236	214	165	83	36	22	14	7	19	92	187	214	199	173	133	66	5	-7	-5	-1	22	122	221
6	06/10/2024	249	241	224	192	121	57	32	24	19	19	55	148	207	206	186	153	103	35	2	0	0	10	69	175
7	07/10/2024	231	232	217	197	146	79	47	36	31	32	48	113	189	201	187	161	118	54	8	1	0	3	30	118
8	08/10/2024	196	215	205	192	164	105	62	54	50	41	48	87	153	189	184	166	133	84	31	4	1	1	16	68
9	09/10/2024	141	184	192	183	169	133	89	67	64	65	70	85	125	167	174	159	143	110	62	23	14	12	15	41
10	10/10/2024	90	138	159	160	157	142	112	86	77	74	77	86	107	130	144	145	138	124	99	68	48	39	36	39
11	11/10/2024	57	86	113	130	138	139	133	122	109	104	103	102	107	114	121	125	130	130	123	108	96	72	53	45
12	12/10/2024	34	35	54	74	96	115	131	142	144	139	131	117	105	100	94	92	98	113	129	137	136	125	106	79
13	13/10/2024	45	23	16	20	37	72	117	145	159	162	159	139	109	89	81	74	73	84	122	164	181	181	173	139
14	14/10/2024	90	46	20	5	1	20	73	141	180	190	186	169	133	88	66	54	49	52	82	157	217	230	221	204
15	15/10/2024	164	94	40	17	5	0	14	88	178	216	215	199	175	117	60	39	29	27	30	78	189	253	257	243
16	16/10/2024	218	164	84	34	13	0	-9	6	107	208	235	221	192	151	77	21	4	0	2	13	103	235	281	272
17	17/10/2024	245	211	139	57	17	0	-9	-12	21	141	225	234	213	181	124	46	0	-11	-11	-4	32	171	277	289
18	18/10/2024	271	250	201	108	44	16	1	-9	-8	49	174	235	230	201	160	98	14	-16	-22	-15	-1	91	233	292
19	19/10/2024	287	268	239	168	79	36	17	4	-4	8	92	202	234	220	188	143	73	6	-15	-11	-7	20	148	252
20	20/10/2024	274	263	242	202	117	54	29	18	8	4	37	140	217	223	206	170	122	51	8	-1	-3	9	71	187
21	21/10/2024	251	255	242	221	169	95	56	41	34	29	38	94	179	211	202	182	151	97	36	13	9	12	36	116
22	22/10/2024	197	226	221	211	187	131	82	64	58	53	55	82	141	187	191	180	161	126	73	37	29	25	31	70
23	23/10/2024	136	178	187	184	179	154	114	90	86	84	84	95	124	156	171	168	161	141	109	76	60	55	50	59
24	24/10/2024	90	127	155	163	166	162	149	129	120	120	115	114	124	136	146	153	154	147	132	111	93	81	72	68
25	25/10/2024	66	78	100	123	140	143	147	148	147	146	141	136	133	132	132	130	130	132	137	137	129	116	98	78
26	26/10/2024	59	47	46	59	82	108	129	147	162	166	161	147	131	116	107	108	111	125	146	165	171	160	141	116
27	27/10/2024	82	53	36	34	46	72	108	142	161	170	167	155	132	107	90	83	81	95	128	169	189	190	182	158
28	28/10/2024	119	76	43	28	20	26	61	119	163	175	177	169	146	105	79	69	63	66	93	156	204	211	203	186
29	29/10/2024	155	99	53	29	17	13	23	77	146	179	183	178	163	123	73	49	45	43	55	111	197	248	231	209

10.4 ANALISIS PASANG SURUT

Dari hasil pengamatan pasang surut tersebut, kemudian dianalisis menggunakan metode *admiralty*. Metode ini digunakan karena dapat mengetahui kondisi pasang surut dalam jangka panjang. Selain itu, melalui metode *admiralty* juga dapat mencari tipe pasang surut berdasarkan bilangan *Formzahl* dengan kriteria yang dapat dilihat pada **Tabel 10.2**.

Tabel 10.2. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan Formzahl

Nilai Formzahl	Tipe Pasang Surut
$0,00 < F \leq 0,25$	Setengah Harian (Semidiurnal/Ganda)
$0,25 < F \leq 1,50$	Campuran dengan tipe ganda lebih menonjol (Condong Ganda)
$1,50 < F \leq 3,00$	Campuran dengan tipe tunggal lebih menonjol (Condong Tunggal)
$3,00 < F$	Harian (Tunggal)

Adapun langkah-langkah pengolahan data dengan Metode *Admiralty* sebagai berikut :

1. Skema I

   Pada tahap ini data disusun dalam tabel di mana secara horizontal data diurutkan sesuai waktu pengamatannya (arah ke kanan, mulai dari jam 01.00 sampai 24.00) dan secara vertikal data diurutkan sesuai tanggalnya (untuk metode Admiralty, hanya digunakan data pengamatan selama 29 hari). Penyusunan Data Psang Surut Skema I dapat dilihat pada **Tabel 10.1.**

2. Skema II

   Pada tahap ini, perhitungan pada Tabel Skema II dihitung dengan bantuan Tabel 2, di mana Tabel 2 terdiri dari beberapa faktor pengkali. Kelompok tersebut meliputi X1, Y1, X2, Y2, X4, Y4. Perhitungan dilakukan dengan cara mengkalikan Tabel Skema I dengan masing-masing set faktor pengkali dengan masing-masing set faktor pengkali dan merekap hasil pengkalian tersebut pada Tabel Skema 2. Perekapan dilakukan untuk setiap tabel yang dihasilkan dari pengkalian Tabel Skema I dengan set faktor pengkali darai Tabel 2 di mana nilai positif (yang dikali 1) dari set data perhari dijumlahkan dan dimasukan pada Tabel Skema II pada kolom berlambangkan (+) yang telah disediakan untuk masing-masing kelompok pengkali yang ada pada Tabel 2. Lakukan hal yang sama pada nilai negatif (yang dikali -1) dan masukkan pada kolom berlambangkan (-).

Tabel 10.3. Konstanta Pengali untuk Skema II

	Waktu																							
	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
X1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Y1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X2	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
Y2	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1
X4	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1
Y4	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1

Tabel 10.4. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X1)

No	Tanggal	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	167	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01-10-2024	-202	-166	-99	-36	-10	0	-8	-3	53	144	190	190	174	151	102	41	17	12	-16	-26	-83	-189	-241	-236
2	02-10-2024	-219	-194	-139	-61	-22	-4	-5	-7	17	113	190	203	193	170	128	60	18	7	-7	-13	-41	-147	-240	-254
3	03-10-2024	-240	-218	-174	-97	-40	-18	8	2	13	81	182	218	211	190	159	96	33	15	-9	-13	-27	-103	-215	-255
4	04-10-2024	-250	-232	-203	-135	-61	-27	14	7	3	34	138	211	214	197	168	118	43	5	0	-8	-8	-50	-170	-246
5	05-10-2024	-251	-236	-214	-165	-83	-36	22	14	7	19	92	187	214	199	173	133	66	5	7	5	1	-22	-122	-221
6	06-10-2024	-249	-241	-224	-192	-121	-57	32	24	19	19	55	148	207	206	186	153	103	35	-2	0	0	-10	-69	-175
7	07-10-2024	-231	-232	-217	-197	-146	-79	47	36	31	32	48	113	189	201	187	161	118	54	-8	-1	0	-3	-30	-118
8	08-10-2024	-196	-215	-205	-192	-164	-105	62	54	50	41	48	87	153	189	184	166	133	84	-31	-4	-1	-1	-16	-68
9	09-10-2024	-141	-184	-192	-183	-169	-133	89	67	64	65	70	85	125	167	174	159	143	110	-62	-23	-14	-12	-15	-41
10	10-10-2024	-90	-138	-159	-160	-157	-142	112	86	77	74	77	86	107	130	144	145	138	124	-99	-68	-48	-39	-36	-39
11	11-10-2024	-57	-86	-113	-130	-138	-139	133	122	109	104	103	102	107	114	121	125	130	130	-123	-108	-96	-72	-53	-45
12	12-10-2024	-34	-35	-54	-74	-96	-115	131	142	144	139	131	117	105	100	94	92	98	113	-129	-137	-136	-125	-106	-79
13	13-10-2024	-45	-23	-16	-20	-37	-72	117	145	159	162	159	139	109	89	81	74	73	84	-122	-164	-181	-181	-173	-139
14	14-10-2024	-90	-46	-20	-5	-1	-20	73	141	180	190	186	169	133	88	66	54	49	52	-82	-157	-217	-230	-221	-204
15	15-10-2024	-164	-94	-40	-17	-5	0	14	88	178	216	215	199	175	117	60	39	29	27	-30	-78	-189	-253	-257	-243
16	16-10-2024	-218	-164	-84	-34	-13	0	-9	6	107	208	235	221	192	151	77	21	4	0	-2	-13	-103	-235	-281	-272
17	17-10-2024	-245	-211	-139	-57	-17	0	-9	-12	21	141	225	234	213	181	124	46	0	-11	11	4	-32	-171	-277	-289
18	18-10-2024	-271	-250	-201	-108	-44	-16	1	-9	-8	49	174	235	230	201	160	98	14	-16	22	15	1	-91	-233	-292
19	19-10-2024	-287	-268	-239	-168	-79	-36	17	4	-4	8	92	202	234	220	188	143	73	6	15	11	7	-20	-148	-252
20	20-10-2024	-274	-263	-242	-202	-117	-54	29	18	8	4	37	140	217	223	206	170	122	51	-8	1	3	-9	-71	-187
21	21-10-2024	-251	-255	-242	-221	-169	-95	56	41	34	29	38	94	179	211	202	182	151	97	-36	-13	-9	-12	-36	-116
22	22-10-2024	-197	-226	-221	-211	-187	-131	82	64	58	53	55	82	141	187	191	180	161	126	-73	-37	-29	-25	-31	-70
23	23-10-2024	-136	-178	-187	-184	-179	-154	114	90	86	84	84	95	124	156	171	168	161	141	-109	-76	-60	-55	-50	-59
24	24-10-2024	-90	-127	-155	-163	-166	-162	149	129	120	120	115	114	124	136	146	153	154	147	-132	-111	-93	-81	-72	-68
25	25-10-2024	-66	-78	-100	-123	-140	-143	147	148	147	146	141	136	133	132	132	130	130	132	-137	-137	-129	-116	-98	-78
26	26-10-2024	-59	-47	-46	-59	-82	-108	129	147	162	166	161	147	131	116	107	108	111	125	-146	-165	-171	-160	-141	-116
27	27-10-2024	-82	-53	-36	-34	-46	-72	108	142	161	170	167	155	132	107	90	83	81	95	-128	-169	-189	-190	-182	-158
28	28-10-2024	-119	-76	-43	-28	-20	-26	61	119	163	175	177	169	146	105	79	69	63	66	-93	-156	-204	-211	-203	-186
29	29-10-2024	-155	-99	-53	-29	-17	-13	23	77	146	179	183	178	163	123	73	49	45	43	-55	-111	-197	-248	-231	-209

Tabel 10.5. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk Y1)

No	Tanggal	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	167	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01-10-2024	-202	-166	-99	-36	-10	0	8	3	-53	-144	-190	-190	174	151	102	41	17	12	16	26	83	189	241	236
2	02-10-2024	-219	-194	-139	-61	-22	-4	5	7	-17	-113	-190	-203	193	170	128	60	18	7	7	13	41	147	240	254
3	03-10-2024	-240	-218	-174	-97	-40	-18	-8	-2	-13	-81	-182	-218	211	190	159	96	33	15	9	13	27	103	215	255
4	04-10-2024	-250	-232	-203	-135	-61	-27	-14	-7	-3	-34	-138	-211	214	197	168	118	43	5	0	8	8	50	170	246
5	05-10-2024	-251	-236	-214	-165	-83	-36	-22	-14	-7	-19	-92	-187	214	199	173	133	66	5	-7	-5	-1	22	122	221
6	06-10-2024	-249	-241	-224	-192	-121	-57	-32	-24	-19	-19	-55	-148	207	206	186	153	103	35	2	0	0	10	69	175
7	07-10-2024	-231	-232	-217	-197	-146	-79	-47	-36	-31	-32	-48	-113	189	201	187	161	118	54	8	1	0	3	30	118
8	08-10-2024	-196	-215	-205	-192	-164	-105	-62	-54	-50	-41	-48	-87	153	189	184	166	133	84	31	4	1	1	16	68
9	09-10-2024	-141	-184	-192	-183	-169	-133	-89	-67	-64	-65	-70	-85	125	167	174	159	143	110	62	23	14	12	15	41
10	10-10-2024	-90	-138	-159	-160	-157	-142	-112	-86	-77	-74	-77	-86	107	130	144	145	138	124	99	68	48	39	36	39
11	11-10-2024	-57	-86	-113	-130	-138	-139	-133	-122	-109	-104	-103	-102	107	114	121	125	130	130	123	108	96	72	53	45
12	12-10-2024	-34	-35	-54	-74	-96	-115	-131	-142	-144	-139	-131	-117	105	100	94	92	98	113	129	137	136	125	106	79
13	13-10-2024	-45	-23	-16	-20	-37	-72	-117	-145	-159	-162	-159	-139	109	89	81	74	73	84	122	164	181	181	173	139
14	14-10-2024	-90	-46	-20	-5	-1	-20	-73	-141	-180	-190	-186	-169	133	88	66	54	49	52	82	157	217	230	221	204
15	15-10-2024	-164	-94	-40	-17	-5	0	-14	-88	-178	-216	-215	-199	175	117	60	39	29	27	30	78	189	253	257	243
16	16-10-2024	-218	-164	-84	-34	-13	0	9	-6	-107	-208	-235	-221	192	151	77	21	4	0	2	13	103	235	281	272
17	17-10-2024	-245	-211	-139	-57	-17	0	9	12	-21	-141	-225	-234	213	181	124	46	0	-11	-11	-4	32	171	277	289
18	18-10-2024	-271	-250	-201	-108	-44	-16	-1	9	8	-49	-174	-235	230	201	160	98	14	-16	-22	-15	-1	91	233	292
19	19-10-2024	-287	-268	-239	-168	-79	-36	-17	-4	4	-8	-92	-202	234	220	188	143	73	6	-15	-11	-7	20	148	252
20	20-10-2024	-274	-263	-242	-202	-117	-54	-29	-18	-8	-4	-37	-140	217	223	206	170	122	51	8	-1	-3	9	71	187
21	21-10-2024	-251	-255	-242	-221	-169	-95	-56	-41	-34	-29	-38	-94	179	211	202	182	151	97	36	13	9	12	36	116
22	22-10-2024	-197	-226	-221	-211	-187	-131	-82	-64	-58	-53	-55	-82	141	187	191	180	161	126	73	37	29	25	31	70
23	23-10-2024	-136	-178	-187	-184	-179	-154	-114	-90	-86	-84	-84	-95	124	156	171	168	161	141	109	76	60	55	50	59
24	24-10-2024	-90	-127	-155	-163	-166	-162	-149	-129	-120	-120	-115	-114	124	136	146	153	154	147	132	111	93	81	72	68
25	25-10-2024	-66	-78	-100	-123	-140	-143	-147	-148	-147	-146	-141	-136	133	132	132	130	130	132	137	137	129	116	98	78
26	26-10-2024	-59	-47	-46	-59	-82	-108	-129	-147	-162	-166	-161	-147	131	116	107	108	111	125	146	165	171	160	141	116
27	27-10-2024	-82	-53	-36	-34	-46	-72	-108	-142	-161	-170	-167	-155	132	107	90	83	81	95	128	169	189	190	182	158
28	28-10-2024	-119	-76	-43	-28	-20	-26	-61	-119	-163	-175	-177	-169	146	105	79	69	63	66	93	156	204	211	203	186
29	29-10-2024	-155	-99	-53	-29	-17	-13	-23	-77	-146	-179	-183	-178	163	123	73	49	45	43	55	111	197	248	231	209

Tabel 10.6. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X2)

No	Tanggal	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	167	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01-10-2024	202	166	99	-36	-10	0	8	3	-53	144	190	190	174	151	102	-41	-17	-12	-16	-26	-83	189	241	236
2	02-10-2024	219	194	139	-61	-22	-4	5	7	-17	113	190	203	193	170	128	-60	-18	-7	-7	-13	-41	147	240	254
3	03-10-2024	240	218	174	-97	-40	-18	-8	-2	-13	81	182	218	211	190	159	-96	-33	-15	-9	-13	-27	103	215	255
4	04-10-2024	250	232	203	-135	-61	-27	-14	-7	-3	34	138	211	214	197	168	-118	-43	-5	0	-8	-8	50	170	246
5	05-10-2024	251	236	214	-165	-83	-36	-22	-14	-7	19	92	187	214	199	173	-133	-66	-5	7	5	1	22	122	221
6	06-10-2024	249	241	224	-192	-121	-57	-32	-24	-19	19	55	148	207	206	186	-153	-103	-35	-2	0	0	10	69	175
7	07-10-2024	231	232	217	-197	-146	-79	-47	-36	-31	32	48	113	189	201	187	-161	-118	-54	-8	-1	0	3	30	118
8	08-10-2024	196	215	205	-192	-164	-105	-62	-54	-50	41	48	87	153	189	184	-166	-133	-84	-31	-4	-1	1	16	68
9	09-10-2024	141	184	192	-183	-169	-133	-89	-67	-64	65	70	85	125	167	174	-159	-143	-110	-62	-23	-14	12	15	41
10	10-10-2024	90	138	159	-160	-157	-142	-112	-86	-77	74	77	86	107	130	144	-145	-138	-124	-99	-68	-48	39	36	39
11	11-10-2024	57	86	113	-130	-138	-139	-133	-122	-109	104	103	102	107	114	121	-125	-130	-130	-123	-108	-96	72	53	45
12	12-10-2024	34	35	54	-74	-96	-115	-131	-142	-144	139	131	117	105	100	94	-92	-98	-113	-129	-137	-136	125	106	79
13	13-10-2024	45	23	16	-20	-37	-72	-117	-145	-159	162	159	139	109	89	81	-74	-73	-84	-122	-164	-181	181	173	139
14	14-10-2024	90	46	20	-5	-1	-20	-73	-141	-180	190	186	169	133	88	66	-54	-49	-52	-82	-157	-217	230	221	204
15	15-10-2024	164	94	40	-17	-5	0	-14	-88	-178	216	215	199	175	117	60	-39	-29	-27	-30	-78	-189	253	257	243
16	16-10-2024	218	164	84	-34	-13	0	9	-6	-107	208	235	221	192	151	77	-21	-4	0	-2	-13	-103	235	281	272
17	17-10-2024	245	211	139	-57	-17	0	9	12	-21	141	225	234	213	181	124	-46	0	11	11	4	-32	171	277	289
18	18-10-2024	271	250	201	-108	-44	-16	-1	9	8	49	174	235	230	201	160	-98	-14	16	22	15	1	91	233	292
19	19-10-2024	287	268	239	-168	-79	-36	-17	-4	4	8	92	202	234	220	188	-143	-73	-6	15	11	7	20	148	252
20	20-10-2024	274	263	242	-202	-117	-54	-29	-18	-8	4	37	140	217	223	206	-170	-122	-51	-8	1	3	9	71	187
21	21-10-2024	251	255	242	-221	-169	-95	-56	-41	-34	29	38	94	179	211	202	-182	-151	-97	-36	-13	-9	12	36	116
22	22-10-2024	197	226	221	-211	-187	-131	-82	-64	-58	53	55	82	141	187	191	-180	-161	-126	-73	-37	-29	25	31	70
23	23-10-2024	136	178	187	-184	-179	-154	-114	-90	-86	84	84	95	124	156	171	-168	-161	-141	-109	-76	-60	55	50	59
24	24-10-2024	90	127	155	-163	-166	-162	-149	-129	-120	120	115	114	124	136	146	-153	-154	-147	-132	-111	-93	81	72	68
25	25-10-2024	66	78	100	-123	-140	-143	-147	-148	-147	146	141	136	133	132	132	-130	-130	-132	-137	-137	-129	116	98	78
26	26-10-2024	59	47	46	-59	-82	-108	-129	-147	-162	166	161	147	131	116	107	-108	-111	-125	-146	-165	-171	160	141	116
27	27-10-2024	82	53	36	-34	-46	-72	-108	-142	-161	170	167	155	132	107	90	-83	-81	-95	-128	-169	-189	190	182	158
28	28-10-2024	119	76	43	-28	-20	-26	-61	-119	-163	175	177	169	146	105	79	-69	-63	-66	-93	-156	-204	211	203	186
29	29-10-2024	155	99	53	-29	-17	-13	-23	-77	-146	179	183	178	163	123	73	-49	-45	-43	-55	-111	-197	248	231	209

Tabel 10.7. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk Y2)

No	Tanggal	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	167	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01-10-2024	202	166	99	36	10	0	8	3	-53	-144	-190	-190	-174	-151	-102	-41	-17	-12	16	26	83	189	241	236
2	02-10-2024	219	194	139	61	22	4	5	7	-17	-113	-190	-203	-193	-170	-128	-60	-18	-7	7	13	41	147	240	254
3	03-10-2024	240	218	174	97	40	18	-8	-2	-13	-81	-182	-218	-211	-190	-159	-96	-33	-15	9	13	27	103	215	255
4	04-10-2024	250	232	203	135	61	27	-14	-7	-3	-34	-138	-211	-214	-197	-168	-118	-43	-5	0	8	8	50	170	246
5	05-10-2024	251	236	214	165	83	36	-22	-14	-7	-19	-92	-187	-214	-199	-173	-133	-66	-5	-7	-5	-1	22	122	221
6	06-10-2024	249	241	224	192	121	57	-32	-24	-19	-19	-55	-148	-207	-206	-186	-153	-103	-35	2	0	0	10	69	175
7	07-10-2024	231	232	217	197	146	79	-47	-36	-31	-32	-48	-113	-189	-201	-187	-161	-118	-54	8	1	0	3	30	118
8	08-10-2024	196	215	205	192	164	105	-62	-54	-50	-41	-48	-87	-153	-189	-184	-166	-133	-84	31	4	1	1	16	68
9	09-10-2024	141	184	192	183	169	133	-89	-67	-64	-65	-70	-85	-125	-167	-174	-159	-143	-110	62	23	14	12	15	41
10	10-10-2024	90	138	159	160	157	142	-112	-86	-77	-74	-77	-86	-107	-130	-144	-145	-138	-124	99	68	48	39	36	39
11	11-10-2024	57	86	113	130	138	139	-133	-122	-109	-104	-103	-102	-107	-114	-121	-125	-130	-130	123	108	96	72	53	45
12	12-10-2024	34	35	54	74	96	115	-131	-142	-144	-139	-131	-117	-105	-100	-94	-92	-98	-113	129	137	136	125	106	79
13	13-10-2024	45	23	16	20	37	72	-117	-145	-159	-162	-159	-139	-109	-89	-81	-74	-73	-84	122	164	181	181	173	139
14	14-10-2024	90	46	20	5	1	20	-73	-141	-180	-190	-186	-169	-133	-88	-66	-54	-49	-52	82	157	217	230	221	204
15	15-10-2024	164	94	40	17	5	0	-14	-88	-178	-216	-215	-199	-175	-117	-60	-39	-29	-27	30	78	189	253	257	243
16	16-10-2024	218	164	84	34	13	0	9	-6	-107	-208	-235	-221	-192	-151	-77	-21	-4	0	2	13	103	235	281	272
17	17-10-2024	245	211	139	57	17	0	9	12	-21	-141	-225	-234	-213	-181	-124	-46	0	11	-11	-4	32	171	277	289
18	18-10-2024	271	250	201	108	44	16	-1	9	8	-49	-174	-235	-230	-201	-160	-98	-14	16	-22	-15	-1	91	233	292
19	19-10-2024	287	268	239	168	79	36	-17	-4	4	-8	-92	-202	-234	-220	-188	-143	-73	-6	-15	-11	-7	20	148	252
20	20-10-2024	274	263	242	202	117	54	-29	-18	-8	-4	-37	-140	-217	-223	-206	-170	-122	-51	8	-1	-3	9	71	187
21	21-10-2024	251	255	242	221	169	95	-56	-41	-34	-29	-38	-94	-179	-211	-202	-182	-151	-97	36	13	9	12	36	116
22	22-10-2024	197	226	221	211	187	131	-82	-64	-58	-53	-55	-82	-141	-187	-191	-180	-161	-126	73	37	29	25	31	70
23	23-10-2024	136	178	187	184	179	154	-114	-90	-86	-84	-84	-95	-124	-156	-171	-168	-161	-141	109	76	60	55	50	59
24	24-10-2024	90	127	155	163	166	162	-149	-129	-120	-120	-115	-114	-124	-136	-146	-153	-154	-147	132	111	93	81	72	68
25	25-10-2024	66	78	100	123	140	143	-147	-148	-147	-146	-141	-136	-133	-132	-132	-130	-130	-132	137	137	129	116	98	78
26	26-10-2024	59	47	46	59	82	108	-129	-147	-162	-166	-161	-147	-131	-116	-107	-108	-111	-125	146	165	171	160	141	116
27	27-10-2024	82	53	36	34	46	72	-108	-142	-161	-170	-167	-155	-132	-107	-90	-83	-81	-95	128	169	189	190	182	158
28	28-10-2024	119	76	43	28	20	26	-61	-119	-163	-175	-177	-169	-146	-105	-79	-69	-63	-66	93	156	204	211	203	186
29	29-10-2024	155	99	53	29	17	13	-23	-77	-146	-179	-183	-178	-163	-123	-73	-49	-45	-43	55	111	197	248	231	209

Tabel 10.8. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X4)

No	Tanggal	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	167	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01-10-2024	202	0	-99	-36	0	0	-8	0	-53	-144	0	190	174	0	-102	-41	0	12	16	0	-83	-189	0	236
2	02-10-2024	219	0	-139	-61	0	4	-5	0	-17	-113	0	203	193	0	-128	-60	0	7	7	0	-41	-147	0	254
3	03-10-2024	240	0	-174	-97	0	18	8	0	-13	-81	0	218	211	0	-159	-96	0	15	9	0	-27	-103	0	255
4	04-10-2024	250	0	-203	-135	0	27	14	0	-3	-34	0	211	214	0	-168	-118	0	5	0	0	-8	-50	0	246
5	05-10-2024	251	0	-214	-165	0	36	22	0	-7	-19	0	187	214	0	-173	-133	0	5	-7	0	1	-22	0	221
6	06-10-2024	249	0	-224	-192	0	57	32	0	-19	-19	0	148	207	0	-186	-153	0	35	2	0	0	-10	0	175
7	07-10-2024	231	0	-217	-197	0	79	47	0	-31	-32	0	113	189	0	-187	-161	0	54	8	0	0	-3	0	118
8	08-10-2024	196	0	-205	-192	0	105	62	0	-50	-41	0	87	153	0	-184	-166	0	84	31	0	-1	-1	0	68
9	09-10-2024	141	0	-192	-183	0	133	89	0	-64	-65	0	85	125	0	-174	-159	0	110	62	0	-14	-12	0	41
10	10-10-2024	90	0	-159	-160	0	142	112	0	-77	-74	0	86	107	0	-144	-145	0	124	99	0	-48	-39	0	39
11	11-10-2024	57	0	-113	-130	0	139	133	0	-109	-104	0	102	107	0	-121	-125	0	130	123	0	-96	-72	0	45
12	12-10-2024	34	0	-54	-74	0	115	131	0	-144	-139	0	117	105	0	-94	-92	0	113	129	0	-136	-125	0	79
13	13-10-2024	45	0	-16	-20	0	72	117	0	-159	-162	0	139	109	0	-81	-74	0	84	122	0	-181	-181	0	139
14	14-10-2024	90	0	-20	-5	0	20	73	0	-180	-190	0	169	133	0	-66	-54	0	52	82	0	-217	-230	0	204
15	15-10-2024	164	0	-40	-17	0	0	14	0	-178	-216	0	199	175	0	-60	-39	0	27	30	0	-189	-253	0	243
16	16-10-2024	218	0	-84	-34	0	0	-9	0	-107	-208	0	221	192	0	-77	-21	0	0	2	0	-103	-235	0	272
17	17-10-2024	245	0	-139	-57	0	0	-9	0	-21	-141	0	234	213	0	-124	-46	0	-11	-11	0	-32	-171	0	289
18	18-10-2024	271	0	-201	-108	0	16	1	0	8	-49	0	235	230	0	-160	-98	0	-16	-22	0	1	-91	0	292
19	19-10-2024	287	0	-239	-168	0	36	17	0	4	-8	0	202	234	0	-188	-143	0	6	-15	0	7	-20	0	252
20	20-10-2024	274	0	-242	-202	0	54	29	0	-8	-4	0	140	217	0	-206	-170	0	51	8	0	3	-9	0	187
21	21-10-2024	251	0	-242	-221	0	95	56	0	-34	-29	0	94	179	0	-202	-182	0	97	36	0	-9	-12	0	116
22	22-10-2024	197	0	-221	-211	0	131	82	0	-58	-53	0	82	141	0	-191	-180	0	126	73	0	-29	-25	0	70
23	23-10-2024	136	0	-187	-184	0	154	114	0	-86	-84	0	95	124	0	-171	-168	0	141	109	0	-60	-55	0	59
24	24-10-2024	90	0	-155	-163	0	162	149	0	-120	-120	0	114	124	0	-146	-153	0	147	132	0	-93	-81	0	68
25	25-10-2024	66	0	-100	-123	0	143	147	0	-147	-146	0	136	133	0	-132	-130	0	132	137	0	-129	-116	0	78
26	26-10-2024	59	0	-46	-59	0	108	129	0	-162	-166	0	147	131	0	-107	-108	0	125	146	0	-171	-160	0	116
27	27-10-2024	82	0	-36	-34	0	72	108	0	-161	-170	0	155	132	0	-90	-83	0	95	128	0	-189	-190	0	158
28	28-10-2024	119	0	-43	-28	0	26	61	0	-163	-175	0	169	146	0	-79	-69	0	66	93	0	-204	-211	0	186
29	29-10-2024	155	0	-53	-29	0	13	23	0	-146	-179	0	178	163	0	-73	-49	0	43	55	0	-197	-248	0	209

Tabel 10.9. Pengolahan Data Skema II (Hasil Perkalian untuk X4)

No	Tanggal	00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	167	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01-10-2024	202	166	99	-36	-10	0	-8	-3	53	-144	-190	-190	174	151	102	-41	-17	-12	16	26	83	-189	-241	-236
2	02-10-2024	219	194	139	-61	-22	-4	-5	-7	17	-113	-190	-203	193	170	128	-60	-18	-7	7	13	41	-147	-240	-254
3	03-10-2024	240	218	174	-97	-40	-18	8	2	13	-81	-182	-218	211	190	159	-96	-33	-15	9	13	27	-103	-215	-255
4	04-10-2024	250	232	203	-135	-61	-27	14	7	3	-34	-138	-211	214	197	168	-118	-43	-5	0	8	8	-50	-170	-246
5	05-10-2024	251	236	214	-165	-83	-36	22	14	7	-19	-92	-187	214	199	173	-133	-66	-5	-7	-5	-1	-22	-122	-221
6	06-10-2024	249	241	224	-192	-121	-57	32	24	19	-19	-55	-148	207	206	186	-153	-103	-35	2	0	0	-10	-69	-175
7	07-10-2024	231	232	217	-197	-146	-79	47	36	31	-32	-48	-113	189	201	187	-161	-118	-54	8	1	0	-3	-30	-118
8	08-10-2024	196	215	205	-192	-164	-105	62	54	50	-41	-48	-87	153	189	184	-166	-133	-84	31	4	1	-1	-16	-68
9	09-10-2024	141	184	192	-183	-169	-133	89	67	64	-65	-70	-85	125	167	174	-159	-143	-110	62	23	14	-12	-15	-41
10	10-10-2024	90	138	159	-160	-157	-142	112	86	77	-74	-77	-86	107	130	144	-145	-138	-124	99	68	48	-39	-36	-39
11	11-10-2024	57	86	113	-130	-138	-139	133	122	109	-104	-103	-102	107	114	121	-125	-130	-130	123	108	96	-72	-53	-45
12	12-10-2024	34	35	54	-74	-96	-115	131	142	144	-139	-131	-117	105	100	94	-92	-98	-113	129	137	136	-125	-106	-79
13	13-10-2024	45	23	16	-20	-37	-72	117	145	159	-162	-159	-139	109	89	81	-74	-73	-84	122	164	181	-181	-173	-139
14	14-10-2024	90	46	20	-5	-1	-20	73	141	180	-190	-186	-169	133	88	66	-54	-49	-52	82	157	217	-230	-221	-204
15	15-10-2024	164	94	40	-17	-5	0	14	88	178	-216	-215	-199	175	117	60	-39	-29	-27	30	78	189	-253	-257	-243
16	16-10-2024	218	164	84	-34	-13	0	-9	6	107	-208	-235	-221	192	151	77	-21	-4	0	2	13	103	-235	-281	-272
17	17-10-2024	245	211	139	-57	-17	0	-9	-12	21	-141	-225	-234	213	181	124	-46	0	11	-11	-4	32	-171	-277	-289
18	18-10-2024	271	250	201	-108	-44	-16	1	-9	-8	-49	-174	-235	230	201	160	-98	-14	16	-22	-15	-1	-91	-233	-292
19	19-10-2024	287	268	239	-168	-79	-36	17	4	-4	-8	-92	-202	234	220	188	-143	-73	-6	-15	-11	-7	-20	-148	-252
20	20-10-2024	274	263	242	-202	-117	-54	29	18	8	-4	-37	-140	217	223	206	-170	-122	-51	8	-1	-3	-9	-71	-187
21	21-10-2024	251	255	242	-221	-169	-95	56	41	34	-29	-38	-94	179	211	202	-182	-151	-97	36	13	9	-12	-36	-116
22	22-10-2024	197	226	221	-211	-187	-131	82	64	58	-53	-55	-82	141	187	191	-180	-161	-126	73	37	29	-25	-31	-70
23	23-10-2024	136	178	187	-184	-179	-154	114	90	86	-84	-84	-95	124	156	171	-168	-161	-141	109	76	60	-55	-50	-59
24	24-10-2024	90	127	155	-163	-166	-162	149	129	120	-120	-115	-114	124	136	146	-153	-154	-147	132	111	93	-81	-72	-68
25	25-10-2024	66	78	100	-123	-140	-143	147	148	147	-146	-141	-136	133	132	132	-130	-130	-132	137	137	129	-116	-98	-78
26	26-10-2024	59	47	46	-59	-82	-108	129	147	162	-166	-161	-147	131	116	107	-108	-111	-125	146	165	171	-160	-141	-116
27	27-10-2024	82	53	36	-34	-46	-72	108	142	161	-170	-167	-155	132	107	90	-83	-81	-95	128	169	189	-190	-182	-158
28	28-10-2024	119	76	43	-28	-20	-26	61	119	163	-175	-177	-169	146	105	79	-69	-63	-66	93	156	204	-211	-203	-186
29	29-10-2024	155	99	53	-29	-17	-13	23	77	146	-179	-183	-178	163	123	73	-49	-45	-43	55	111	197	-248	-231	-209

Tabel 10.10. Pengolahan Data Pada Skema II

No	Tanggal	X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
		(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
1	01-10-2024	1074	-1315	1299	-1090	2095	-294	1315	-1074	830	-755	1072	-1317
2	02-10-2024	1099	-1353	1290	-1162	2202	-250	1353	-1099	887	-711	1121	-1331
3	03-10-2024	1208	-1409	1326	-1291	2246	-371	1409	-1208	974	-750	1264	-1353
4	04-10-2024	1152	-1390	1227	-1315	2113	-429	1390	-1152	967	-719	1304	-1238
5	05-10-2024	1144	-1350	1155	-1339	1963	-531	1350	-1144	937	-740	1330	-1164
6	06-10-2024	1187	-1340	1146	-1381	1789	-738	1340	-1187	905	-803	1390	-1137
7	07-10-2024	1217	-1262	1070	-1409	1601	-878	1262	-1217	839	-828	1380	-1099
8	08-10-2024	1251	-1198	1030	-1419	1403	-1046	1198	-1251	786	-840	1344	-1105
9	09-10-2024	1318	-1169	1045	-1442	1271	-1216	1169	-1318	786	-863	1302	-1185
10	10-10-2024	1300	-1175	1117	-1358	1119	-1356	1175	-1300	799	-846	1258	-1217
11	11-10-2024	1400	-1160	1224	-1336	1077	-1483	1160	-1400	836	-870	1289	-1271
12	12-10-2024	1406	-1120	1314	-1212	1119	-1407	1120	-1406	823	-858	1241	-1285
13	13-10-2024	1391	-1173	1470	-1094	1316	-1248	1173	-1391	827	-874	1251	-1313
14	14-10-2024	1381	-1293	1553	-1121	1643	-1031	1293	-1381	823	-962	1293	-1381
15	15-10-2024	1357	-1370	1497	-1230	2033	-694	1370	-1357	852	-992	1227	-1500
16	16-10-2024	1222	-1428	1360	-1290	2347	-303	1428	-1222	905	-878	1117	-1533
17	17-10-2024	1200	-1470	1354	-1316	2497	-173	1470	-1200	981	-762	1177	-1493
18	18-10-2024	1200	-1539	1336	-1403	2458	-281	1539	-1200	1054	-745	1330	-1409
19	19-10-2024	1220	-1501	1288	-1433	2195	-526	1501	-1220	1045	-781	1457	-1264
20	20-10-2024	1229	-1427	1264	-1392	1877	-779	1427	-1229	963	-841	1488	-1168
21	21-10-2024	1314	-1455	1244	-1525	1665	-1104	1455	-1314	924	-931	1529	-1240
22	22-10-2024	1380	-1438	1251	-1567	1479	-1339	1438	-1380	902	-968	1506	-1312
23	23-10-2024	1474	-1427	1330	-1571	1379	-1522	1427	-1474	932	-995	1487	-1414
24	24-10-2024	1607	-1420	1417	-1610	1348	-1679	1420	-1607	986	-1031	1512	-1515
25	25-10-2024	1654	-1345	1484	-1515	1356	-1643	1345	-1654	972	-1023	1486	-1513
26	26-10-2024	1610	-1300	1597	-1313	1397	-1513	1300	-1610	961	-979	1426	-1484
27	27-10-2024	1491	-1339	1604	-1226	1522	-1308	1339	-1491	930	-953	1397	-1433
28	28-10-2024	1392	-1365	1581	-1176	1689	-1068	1365	-1392	866	-972	1364	-1393
29	29-10-2024	1282	-1417	1547	-1152	1894	-805	1417	-1282	839	-974	1275	-1424

3. Skema III

   Pada tahap ini, kolom perhitungan Skema III berisi indeks nilai X0, X1, Y1, X2, Y2, X4 dan Y4, di mana nilai kolom indeks X0 didapat melalui penjumlahan nilai data selama 24 jam dalam 1 hari nya. Sedangkan nilai kolom sisanya didapat melalui penjumlahan nilai (+) dan (-) dari masing-masing set dalam 1 hari. Untuk menghindari adanya nilai negatif, maka nilai pada 1 set kolom yang memiliki nilai negatif perlu diberi tambahan nilai.

Tabel 10.11. Pengolahan Data Pada Skema III

No	Tanggal	X0	X1	Y1	X2	Y2	X4	Y4
			1000	1000	1300	1300	1500	1500
1	01-10-2024	2389	759	1209	3101	1541	1575	1255
2	02-10-2024	2452	746	1128	3252	1554	1676	1290
3	03-10-2024	2617	799	1035	3175	1501	1724	1411
4	04-10-2024	2542	762	912	2984	1538	1748	1566
5	05-10-2024	2494	794	816	2732	1506	1697	1666
6	06-10-2024	2527	847	765	2351	1453	1602	1753
7	07-10-2024	2479	955	661	2023	1345	1511	1781
8	08-10-2024	2449	1053	611	1657	1247	1446	1739
9	09-10-2024	2487	1149	603	1355	1151	1423	1617
10	10-10-2024	2475	1125	759	1063	1175	1453	1541
11	11-10-2024	2560	1240	888	894	1060	1466	1518
12	12-10-2024	2526	1286	1102	1012	1014	1465	1456
13	13-10-2024	2564	1218	1376	1368	1082	1453	1438
14	14-10-2024	2674	1088	1432	1912	1212	1361	1412
15	15-10-2024	2727	987	1267	2639	1313	1360	1227
16	16-10-2024	2650	794	1070	3344	1506	1527	1084
17	17-10-2024	2670	730	1038	3624	1570	1719	1184
18	18-10-2024	2739	661	933	3477	1639	1809	1421
19	19-10-2024	2721	719	855	2969	1581	1764	1693
20	20-10-2024	2656	802	872	2398	1498	1622	1820
21	21-10-2024	2769	859	719	1861	1441	1493	1789
22	22-10-2024	2818	942	684	1440	1358	1434	1694
23	23-10-2024	2901	1047	759	1157	1253	1437	1573
24	24-10-2024	3027	1187	807	969	1113	1455	1497
25	25-10-2024	2999	1309	969	1013	991	1449	1473
26	26-10-2024	2910	1310	1284	1184	990	1482	1442
27	27-10-2024	2830	1152	1378	1514	1148	1477	1464
28	28-10-2024	2757	1027	1405	1921	1273	1394	1471
29	29-10-2024	2699	865	1395	2389	1435	1365	1351
	Jumlah	77108	28212	28732	60778	38488	44387	43626

4. Skema IV

Perhitungan pada tahap ini dilakukan dengan bantuan Tabel 5, di mana indeks pada Tabel Skema III (disebut indeks satu yang terdiri dari: X0, X1, Y1, X2, Y2, X4 dan Y4) dikali dengan indeks yang ada pada Tabel 5 (disebut dengan indeks dua yang terdiri dari: 0, 2, b, 3, c, 4 dan d). Nilai perkalian tersebut, pada masingmasing indeks dikelompokkan nilai positif (+) sendiri dan nilai negative (-) sendiri dan kemudian masing-masing kelompok dijumlahkan dan dicatat pada Tabel Skema IV, selain itu masukkan pula pada Tabel Skema IV nilai tambahan masing-masing indeks yang ditambahkan saat menghitung pada Tabel Skema III. Setelah dicatat, ketiga nilai yang

didapat (2 jika pada Skema III tidak menambahkan nilai tambahan) dijumlahkan (nilai pada sub-indeks (-) dianggap negatif.

Tabel 10.12. Koefisien Pengali 15 Piatan

No	Tanggal	Index				0	2	b	3	c	4	d
						-29	-1	0	-1	0	-1	0
1	01-10-2024					1	1	0	-1	1	1	0
2	02-10-2024					1	1	-1	-1	1	1	-1
3	03-10-2024					1	1	-1	1	1	-1	1
4	04-10-2024					1	1	-1	1	1	-1	-1
5	05-10-2024					1	-1	-1	1	1	-1	1
6	06-10-2024					1	-1	-1	1	-1	1	1
7	07-10-2024					1	-1	-1	1	-1	1	1
8	08-10-2024					1	-1	0	-1	-1	1	0
9	09-10-2024					1	-1	1	-1	-1	1	-1
10	10-10-2024					1	-1	1	-1	-1	-1	-1
11	11-10-2024					1	-1	1	-1	1	-1	-1
12	12-10-2024					1	1	1	-1	1	-1	1
13	13-10-2024					1	1	1	1	1	-1	1
14	14-10-2024					1	1	1	1	1	1	1
15	15-10-2024	Konstanta u/ 15 Piatan		Hari Tengah	Konstanta u/ 29 Piatan	1	1	0	1	0	1	0
16	16-10-2024					1	1	-1	1	-1	1	-1
17	17-10-2024					1	1	-1	1	-1	-1	-1
18	18-10-2024					1	1	-1	-1	-1	-1	-1
19	19-10-2024					1	-1	-1	-1	-1	-1	1
20	20-10-2024					1	-1	-1	-1	1	-1	1
21	21-10-2024					1	-1	-1	-1	1	1	1
22	22-10-2024					1	-1	0	-1	1	1	0
23	23-10-2024					1	-1	1	1	1	1	-1
24	24-10-2024					1	-1	1	1	1	1	-1
25	25-10-2024					1	-1	1	1	-1	-1	-1
26	26-10-2024					1	1	1	1	-1	-1	1
27	27-10-2024					1	1	1	1	-1	-1	1
28	28-10-2024					1	1	1	1	-1	1	1
29	29-10-2024					1	1	1	-1	-1	1	0

Tabel 10.13. Perhitungan Pada Skema IV

No	Indeks	Tanda	X	Y	Xbar	Ybar
			Tambahan		Jumlah	
1	0	+	77108		77108	
2	10	+	28212	28732		
3		(-)	29000	29000	-788	-268
4	12	+	14184	17964		
5		-	14028	10768	1156	8196
6		(-)(+)	1000	1000		
7	1b	+	15003	5317		
8		-	9468	10804	5535	-5487
9	13	+	16006	16974		
10		-	12206	11758	4800	6216
11		(-)(+)	1000	1000		
12	1c	+	13529	13739		
13		-	13696	13726	-167	13
14	20	+	60778	38488		
15		-	37700	37700	23078	788
16	22	+	36896	20316		
17		-	23882	18172	14314	3444
18		(-)(+)	1300	1300		
19	2b	+	17751	8897		
20		-	7604	18132	10147	-9235
21	23	+	8449	20794		
22		-	23069	17694	-13320	4400
23		(-)(+)	1300	1300		
24	2c	+	28255	18671		
25		-	29884	18504	-1629	167
26	42	+	23135	20472		
27		-	21252	23154	3383	-1182
28		(-)(+)	1500	1500		
29	4b	+	18680	19253		
30		-	19892	18458	-1212	795
31	44	+	10352	22533		
32		-	22328	21093	-10476	2940
33		(-)(+)	1500	1500		
34	4d	+	20045	20596	2883	4832
35		-	17162	15764		

5. Skema V dan Skema VI

   Pada tahap ini perhitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan Tabel 10.14 perhitungan dilakukan dengan mencari nilai indeks yang didefinisikan pada rumus yang tertera pada kolom ke-2 dari Tabel Skema V dan VI yang kemudian dikalikan dengan nilai indeks yang ada pada Tabel 10.14 dan dicari jumlah nilai masing-masing kolom.

Tabel 10.14. Konstanta Pengali Untuk 15 Piatan

		S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4
Untuk skema 5 PR cos r	X00	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	X10	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	-0.080	0.000	0.000
	X12-Y1B	0.000	0.070	0.000	0.000	-0.020	1.000	0.000	0.020
	X13-Y1C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	X20	0.000	-0.030	1.000	-0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
	X22-Y2B	0.000	1.000	0.015	0.038	0.002	-0.058	0.000	-0.035
	X23-Y2C	0.000	-0.060	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	X42-Y4B	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
	X44-Y4D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.080
		0.000							
Untuk skema 6 PR sin r	Y10	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	-0.080	0.000	0.000
	Y12+X1B	0.000	0.070	0.000	0.000	-0.020	1.000	0.000	0.030
	Y13+X1C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Y20	0.000	-0.030	1.000	-0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
	Y22+X2B	0.000	1.000	0.015	0.032	0.000	-0.058	0.000	-0.035
	Y23+X2C	0.000	-0.060	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Y42+X4B	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	1.000
	Y44+X4D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.080
Untuk skema 7 Deler P		696	559	448	566	439	565	507	535
Untuk skema 7 Konstanta P		696	333	345	327	173	160	307	318

Tabel 10.15. Perhitungan Skema V dan Skema VI

			S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4
Untuk skema 5 PR cos r	X00	77108	77108							
	X10	-788					-788	63.04		
	X12-Y1B	6643		465.01			-132.86	6643		132.86
	X13-Y1C	4787								
	X20	23078		-692.34	23078	-692.34				
	X22-Y2B	23549		23549	353.235	894.862	47.098	-1365.842		-824.215
	X23-Y2C	-13487		809.22		-13487				
	X42-Y4B	2588		77.64						2588
	X44-Y4D	-15308							-15308	-1224.64
Skema 5 (PR Cos r)			77108	24208.53	23431.235	-13284.478	-873.762	5340.198	-15308	672.005
Untuk skema 6 PR sin r	Y10	-268					-268	21.44		
	Y12+X1B	13731		961.17			-274.62	13731		411.93
	Y13+X1C	6049								
	Y20	788		-23.64	788	-23.64				
	Y22+X2B	13591		13591	203.865	434.912		-788.278		-475.685
	Y23+X2C	2771		-166.26		2771				
	Y42+X4B	-2394		-71.82					-23.94	-2394
	Y44+X4D	5823							5823	465.84
Skema 6 (PR Sin r)				14290.45	991.865	3182.272	-542.62	12964.162	5799.06	-1991.915

6. Skema VII

Perhitungan Skema VII mengacu pada format tabel Skema VII yang telah didefinisikan. Perhitungan skema VII dapat dilihat pada Tabel 10.16:

Tabel 10.16. Perhitungan Skema VII

No		S_o	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
1	V : PR cos r	77108.00	24208.53	23431.24	-13284.48	-873.76	5340.20	-15308.00	672.01	0.00	0.00
2	VI : PR sin r	0.00	14290.45	991.87	3182.27	-542.62	12964.16	5799.06	-1991.92	0.00	0.00
3	PR	77108.00	28111.74	23452.22	13660.32	1028.54	14020.96	16369.60	2102.22	0.00	0.00
4	P	696	559	448	566	439	565	507	535	0	0
5	f		0.96	1.00	0.96	1.11	1.18	0.93	0.96	1.31	1.00
6	1+W		0.904	1.346	0.904	0.671	1.000	1.000	1.346		
7	V'		332.675	0.00	82.585	10.178	322.498				
8	V"		158.342	0.00	177.090	271.084	247.258				
9	V'''		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
10	V		491.0	0.0	259.7	281.3	569.8	982.0	491.0		
11	u		-0.18	0.0	-0.18	-0.6	0.7	-0.4	-0.18		
12	w		-9.4	9.385	-9.4	11.139	0	0	9.385		
13	p	696	333	345	327	173.000	160	307	318		
14	r		30.55	2.42	256.53	211.84	67.61	159.25	108.64		
15	jumlah = g	696.00	844.96	356.81	833.59	676.61	798.08	1447.93	926.87	356.81	676.61
16	n*360		720	0	720	360	720	1800	720	0	360
17	A (cm)	110.787	57.754	38.888	27.717	3.139	21.007	34.780	3.030	10.500	1.036
18	g^o	696.00	124.96	356.81	113.59	316.61	78.08	-352.07	206.87	356.81	316.61

di mana:

1) Baris 1 (V=PR cos r) : Jumlah nilai masing-masing indeks pada Tabel Skema V.
2) Baris 2 (VI=PR sin r) : Jumlah nilai masing-masing indeks pada Tabel Skema VI.
3) Baris 3 untuk PR dicari dengan rumus :

$$PR = \sqrt{(PR \sin r)^2 + (PR \cos r)^2}$$

4) Baris 4 (P) : Didapat dari daftar 3a untuk masing-masing So, M2, S2, N2, K1, 01, M4, dan MS4.
5) Baris 5 (f) : nilai "f" memiliki rumus masing-masing

fM2 = 1.0004 - 0.0373 Cos (N) + 0.0002 Cos (2N)

fK2 = 1.0089 + 0.2863 Cos (N) + 0.0083 Cos (2N) – 0.0015 Cos (3N)

fO1 = 1.0060 + 0.1150 Cos (N) – 0.0088 (2N) + 0.0006 Cos (3N)

fS2 = 1.0 (Tetap)

fP1 = 1.0

s = 277,025 + 129,38481 (Y- 1900) + 13,17640 (D+l)

h = 280,190 – 0,23872 (Y- 1900) + 0,98565 (D+l)

p = 334,385 + 40,66249 (Y- 1900) + 0,11140 (D+l)

N = 259,157 – 19,32818 (Y- 1900) – 0,05295 (D+l)

Y = tahun dari tanggal tengah pengamatan

D = jumlah hari yang berlalu dari jam 00.00 pada tanggal 1 Januari tahun tersebut sampai jam 00.00 tanggal pertengahan pengamatan.

l = bagian integral tahun = ¼ (Y-1901)

6) Baris 6 (1+W) : 1 + W (pengisian dari kolom-kolom skema-VIII)
7) Baris 7 (V') : Nilai V pada tahun pengukuran data untuk setiap indeks untuk baris 7/8/9, variasi nilai V'/V"/V'" dari rumus berikut:

V M_2 = -2s + 2h

V K_1 = h + 90

V O1 = -2s + h + 270

V K2 = 2h

V S2 = 0 (Tetap)

V P1 = -h + 270

V M4 = 2(V M2)

V MS4 = VM2 = -2s +2h

Catatan:

(Bila nilai V'= (-) VE, maka nilai V'perlu ditambah dengan kelipatan 360 (n x 360) (+) VE namun masih V' < 360 & bila nilai V' terlalu besar, maka dikurangi dengan kelipatan 360 hingga nilai V' terlalu besar, maka dikurangi dengan kelipatan 360 hingga nilai V'< 360)

Nilai h sama dengan h yang didefinisikan pada baris ke 5

8) Baris 8 (V”) : Nilai V pada bulan pengukuran data untuk setiap indeks.
9) Baris 9 (V’”) : Nilai V pada tanggal tengah pendataan (misal pendataan selama 30 hari, maka digunakan nilai V pada hari ke 15) data untuk setiap indeks.
10) Baris 10 (V) : V’+V”+V’” = Baris (7+8+9).
11) Baris 11 (u) : Nilai u memiliki rumusnya masing-masing yang mengacu pada nilai s,h,p, dan N.

UM2 = -2.14 Sin (N)

UK2 = -17.74 Sin (N) + 0.68 Sin (N) – 0.004 Sin (3N)

UK1 = -8.86 Sin (N) + 0.68 Sin (2N) – 0.07 Sin (3N)

UO1 = 10.80 Sin (N) – 1.34 Sin (2N) + 0.19 Sin (3N)

US2 = 0 (tetap)

UP1 = 0 (tetap)

UM4 = UM2

UMS4 = UM2

UN2 = UM2

12) Baris 12 (w) = Nilai W diperoleh dari skema VIII
13) Baris 13 (p) = Nilai p dari Tabel 3.78
14) Baris 14 (r) = r arctan $\frac{\mathrm{PR}\sin r}{\mathrm{PR}\cos r}$
15) Baris 15 (g) = V + u + W + p + r = Baris (10+11+12+13+14)
16) Baris 16 (n x 360) = Nilai kelipatan 360 (n x 360) yang mendekati nilai Baris 15 (g) namun masih dibawah nilai (g)
17) Baris 17 (A) = PR / (pf . (1+W))
18) Baris 18 (g^o) : g-n x 360 = Baris 15 – Baris 16

Tabel 10.17. Variasi Nilai F

TABEL F									
Tahun	**M_2**	**K_1**	**O_1**	**K_2**	**Tahun**	**M_2**	**K_1**	**O_1**	**K_2**
1998	1.036	0.888	0.816	0.757	2026	0.965	1.109	1.176	1.303
1999	1.031	0.91	0.852	0.794	2027	0.971	1.095	1.154	1.255
2000	1.022	0.944	0.908	0.856	2028	0.98	1.072	1.117	1.18
2001	1.01	0.983	0.972	0.938	2029	0.991	1.042	1.067	1.088
2002	0.998	1.022	1.035	1.034	2030	1.004	1.005	1.007	0.99
2003	0.986	1.056	1.091	1.131	2031	1.016	0.965	0.942	0.899
2004	0.975	1.084	1.135	1.217	2032	1.026	0.927	0.881	0.824
2005	0.968	1.102	1.166	1.28	2033	1.034	0.898	0.833	0.774
2006	0.964	1.112	1.181	1.313	2034	1.038	0.883	0.808	0.75
2007	0.964	1.111	1.18	1.312	2035	1.037	0.885	0.811	0.753
2008	0.968	1.101	1.164	1.277	2036	1.032	0.904	0.842	0.783
2009	0.976	1.082	1.133	1.212	2037	1.024	0.935	0.894	0.839
2010	0.986	1.054	1.087	1.125	2038	1.013	0.974	0.957	0.918
2011	0.999	1.019	1.031	1.028	2039	1.001	1.013	1.021	1.012
2012	1.011	0.98	0.967	0.932	2040	0.988	1.049	1.079	1.11
2013	1.022	0.941	0.904	0.851	2041	0.977	1.078	1.126	1.199
2014	1.031	0.908	0.849	0.79	2042	0.969	1.099	1.16	1.269
2015	1.037	0.887	0.814	0.756	2043	0.964	1.11	1.179	1.309
2016	1.038	0.882	0.806	0.748	2044	0.963	1.112	1.182	1.316
2017	1.035	0.895	0.827	0.768	2045	0.967	1.105	1.169	1.288
2018	1.028	0.922	0.872	0.814	2046	0.974	1.087	1.141	1.229
2019	1.018	0.958	0.932	0.885	2047	0.984	1.061	1.099	1.146
2020	1.006	0.998	0.997	0.974	2048	0.996	1.028	1.044	1.05
2021	0.993	1.036	1.058	1.072	2049	1.008	0.989	0.982	0.953
2022	0.981	1.068	1.109	1.166	2050	1.02	0.95	0.918	0.867
2023	0.972	1.092	1.149	1.245					
2024	**0.966**	**1.107**	**1.173**	**1.297**					
2025	0.963	1.113	1.183	1.317					

Tabel 10.18. Variasi Nilai V'

TABEL V'									
Tahun	**M_2**	**K_1**	**O_1**	**K_2**	**Tahun**	**M_2**	**K_1**	**O_1**	**K_2**
1998	294.96	343.97	10.45	284.51	2026	90.22	96.62	9.9	80.32
1999	35.72	356.01	10.21	25.5	2027	190.97	108.65	9.66	181.32
2000	136.93	8.5	10.19	126.74	2028	267.35	83.24	10.41	256.94
2001	237.68	20.53	9.95	227.73	2029	8.1	95.27	10.17	357.93
2002	338.43	32.56	9.71	328.72	2030	108.85	107.3	9.93	98.92
2003	79.19	44.59	9.47	69.71	2031	209.61	119.33	9.69	199.92
2004	155.56	19.18	10.22	145.34	2032	285.98	93.91	10.44	275.54
2005	256.31	31.21	9.98	246.33	2033	26.73	105.94	10.2	16.53
2006	357.07	43.24	9.74	347.32	2034	127.48	117.97	9.96	117.52
2007	97.82	55.27	9.5	88.31	2035	228.24	130	9.72	218.52
2008	174.19	29.85	10.25	163.94	2036	304.61	104.59	10.47	294.14
2009	274.94	41.88	10.01	264.93	2037	45.36	116.62	10.23	35.13
2010	15.7	53.91	9.77	5.92	2038	146.11	128.65	9.99	136.12
2011	116.45	65.95	9.54	106.91	2039	246.87	140.68	9.75	237.12
2012	192.82	40.53	10.28	182.54	2040	323.24	115.26	10.5	312.74
2013	293.57	52.56	10.04	283.53	2041	63.99	127.3	10.26	53.73
2014	34.33	64.59	9.81	24.52	2042	164.75	139.33	10.02	154.73
2015	135.08	76.62	9.57	125.51	2043	265.5	151.36	9.78	255.72
2016	211.45	51.21	10.31	201.14	2044	341.87	125.94	10.53	331.34
2017	312.21	63.24	10.07	302.13	2045	82.62	137.97	10.29	72.33
2018	52.96	75.27	9.84	43.12	2046	183.38	150	10.05	274.32
2019	153.71	87.3	9.6	144.11	2047	284.13	162.03	9.81	349.94
2020	230.08	61.88	10.34	219.74	2048	0.5	136.62	10.56	90.93
2021	330.84	73.91	10.11	320.73	2049	101.25	148.65	10.32	191.93
2022	71.59	85.94	9.87	61.72	2050	202.01	160.68	10.08	292.92
2023	172.34	97.97	9.63	162.72					
2024	248.7	72.56	10.37	238.34					
2025	349.47	84.59	10.14	339.33					

Tabel 10.19. Variasi Nilai V"

TABEL V"									
Tahun Biasa						Tahun Kabisat			
Bulan	M2	N2	K1	O1		Bulan	M2	N2	K1	O1
1	0	0	0	0		1	0	0	0	0
2	324.2	279.2	30.6	293.6		2	324.2	279.2	30.6	293.6
3	1.5	310.7	58.2	303.3		3	337.1	273.2	59.1	278
4	325.7	229.8	88.7	237		4	301.3	192.4	89.7	211.6
5	314.2	186.4	118.3	195.9		5	289.8	149	119.3	170.6
6	278.4	105.6	148.8	129.6		6	254	68.1	149.8	104.2
7	266.9	62.2	178.4	88.6		7	242.6	24.7	179.4	63.2
8	231.1	341.3	209	22.2		8	206.7	303.9	209.9	356.8
9	195.3	260.5	239.5	315.8		9	170.9	223.1	240.5	290.4
10	183.9	217.1	269.1	274.8		**10**	159.5	179.7	270.1	249.4
11	148	136.3	299.6	208.4		11	123.6	98.8	300.6	183
12	136.6	92.9	329.2	167.4		12	112.2	55.4	330.2	142

Tabel 10.20. Variasi Nilai U

TABEL U							
Tahun	M_2	K_1	O_1		Tahun	M_2	K_1	O_1
1998	-0.6	-2.9	3.89		2026	0.65	2.37	-2.67
1999	-1.25	-5.87	7.74		2027	1.29	4.76	-5.4
2000	-1.75	-7.91	10.15		2028	1.78	6.77	-7.81
2001	-2.06	-8.84	10.97		2029	2.07	8.22	-9.69
2002	-2.14	-8.69	10.42		2030	2.13	8.88	-10.81
2003	-1.97	-7.65	8.92		2031	1.95	8.56	-10.79
2004	-1.58	-5.92	6.77		2032	1.54	7.11	-9.25
2005	-1.02	-3.71	4.2		2033	0.97	4.61	-6.14
2006	-0.34	-1.21	1.37		2034	0.28	1.36	-1.83
2007	0.38	1.38	-1.55		2035	-0.44	-2.13	2.86
2008	1.06	3.87	-4.38		2036	-1.11	-5.27	6.98
2009	1.061	6.05	-6.39		2037	-1.65	-7.54	9.74
2010	1.99	7.74	-9.04		2038	-2.01	-8.72	10.91
2011	2.14	8.73	-10.49		2039	-2.14	-8.81	10.65
2012	2.05	8.81	-10.96		2040	-2.03	-7.95	9.32
2013	1.72	7.81	-10.04		2041	-1.69	-6.36	7.3
2014	1.21	5.7	-7.52		2042	-1.16	-4.24	4.81
2015	0.55	2.68	-3.6		2043	-0.5	-1.8	2.03
2016	-0.16	-0.8	1.07		2044	0.22	0.8	-0.9
2017	-0.86	-4.13	5.51		2045	0.91	3.33	-3.76
2018	-1.46	-6.78	8.86		2046	1.5	5.59	-6.38
2019	-1.9	-8.4	10.65		2047	1.92	7.41	-8.61
2020	-2.12	-8.9	10.9		2048	2.13	8.58	-10.24
2021	-2.1	-8.38	9.93		2049	2.09	8.88	-10.96
2022	-1.85	-7.05	8.15		2050	1.82	8.13	-10.39
2023	-1.38	-5.12	5.82					
2024	-0.76	-2.77	3.13					
2025	-0.06	-0.21	0.23					

Tabel 10.21. Variasi Nilai V'''

TABEL V'''									
Tanggal	**M_2**	**N_2**	**K_1**	**O_1**	**Tanggal**	**M_2**	**N_2**	**K_1**	**O_1**
1	**-0.6**	**-2.9**	**3.89**	**-0.6**	17	0.65	2.37	-2.67	0.65
2	-1.25	-5.87	7.74	-1.25	18	1.29	4.76	-5.4	1.29
3	-1.75	-7.91	10.15	-1.75	19	1.78	6.77	-7.81	1.78
4	-2.06	-8.84	10.97	-2.06	20	2.07	8.22	-9.69	2.07
5	-2.14	-8.69	10.42	-2.14	21	2.13	8.88	-10.81	2.13
6	-1.97	-7.65	8.92	-1.97	22	1.95	8.56	-10.79	1.95
7	-1.58	-5.92	6.77	-1.58	23	1.54	7.11	-9.25	1.54
8	-1.02	-3.71	4.2	-1.02	24	0.97	4.61	-6.14	0.97
9	-0.34	-1.21	1.37	-0.34	25	0.28	1.36	-1.83	0.28
10	0.38	1.38	-1.55	0.38	26	-0.44	-2.13	2.86	-0.44
11	1.06	3.87	-4.38	1.06	27	-1.11	-5.27	6.98	-1.11
12	1.061	6.05	-6.39	1.061	28	-1.65	-7.54	9.74	-1.65
13	1.99	7.74	-9.04	1.99	29	-2.01	-8.72	10.91	-2.01
14	2.14	8.73	-10.49	2.14	30	-2.14	-8.81	10.65	-2.14
15	2.05	8.81	-10.96	2.05	31	-2.03	-7.95	9.32	-2.03
16	1.72	7.81	-10.04	1.72					

7. Skema VIII

   Pada tahap ini, Tabel Skema VIII dibagi menjadi 3 bagian perhitungan yaitu perhitungan nilai (1+W) dan w untuk nilai S2 & MS4, K1 dan N2.

   Perhitungan (1+W) & w untuk S2 & MS4

   Perhitungan (1+W) & w untuk K1

   Perhitungan (1+W) & w untuk N2

Tabel 10.22. Konstanta Pengali untuk Skema VII

TABEL 1+W						
sudut ()	**S2, MS4, 2MS6**		**K1, MK3**		**N2, MN4, 2MN6**	
	w/fK2()	**W/fK2 ()**	**wfK1()**	**WfK1 ()**	**w ()**	**1+W**
0	0.7	0.7	0	0.331	0	1.184
10	-6.6	-0.192	-2.5	0.327	1.6	1.182
20	-12.3	-0.131	-4.9	0.316	3.1	1.174
30	-15.5	-0.046	-7.3	0.297	4.6	1.163
40	-16.5	0.047	-9.6	0.271	5.9	1.147
50	-15.6	0.134	-11.8	0.239	7.2	1.127
60	-13.4	0.207	-13.8	0.201	8.3	1.104
70	-10.3	0.258	-15.6	0.157	9.2	1.077
80	-6.6	0.284	-17.1	0.107	9.9	1.048
90	-2.6	0.284	-18.3	0.053	10.4	1.017
100	1.6	0.256	-19.1	-0.003	10.6	0.984
110	5.6	0.204	-19.3	-0.06	10.4	0.953
120	9.2	0.131	-19	-0.118	10	0.922
130	12	0.041	-17.8	-0.173	9.1	0.893
140	13.7	-0.058	-15.9	-0.224	7.8	0.867
150	13.6	-0.157	-13.1	-0.268	6.2	0.846
160	11.2	-0.245	-9.3	-0.302	4.3	0.83
170	6	-0.307	-4.9	-0.323	2.2	0.819
180	-0.9	-0.33	0	-0.331	0	0.816
190	-7.8	-0.308	4.9	-0.323	-2.2	0.819
200	-12.6	-0.247	9.3	-0.302	-4.3	0.83
210	-14.9	-0.163	13.1	-0.268	-6.2	0.846
220	-14.8	-0.067	15.9	-0.224	-7.8	0.867
230	-13	0.029	17.8	-0.173	-9.1	0.893
240	-9.8	0.115	19	-0.118	-10	0.922
250	-6	0.186	19.3	-0.06	-10.4	0.953
260	-1.8	0.236	19.1	-0.003	-10.6	0.984
270	2.6	0.263	18.3	0.053	-10.4	1.017
280	6.9	0.265	17.1	0.107	-9.9	1.048
290	10.8	0.241	15.6	0.157	-9.2	1.077
300	14.1	0.192	13.8	0.201	-8.3	0.104
310	16.5	0.124	11.8	0.239	-7.2	1.127
320	17.5	0.039	9.6	0.271	-5.9	1.147
330	16.8	0.051	7.3	0.297	-4.6	1.163
340	13.7	-0.133	4.9	0.316	-3.1	1.174
350	8	-0.193	2.5	0.327	-1.6	1.182
360	0.7	-0.214	0	0.331	0	1.184

Tabel 10.23. Perhitungan Skema VII

Komponen		Nilai V	Nilai U
V(M2)		491.017	-0.177
V(S2)		0.000	0.000
V(N2)		259.675	-0.177
V(K1)		281.262	-0.637
V(O1)		569.756	0.713
V(M4)		982.034	-0.353
V(MS4)		491.017	-0.177
MENENTUKAN NILAI (1+W) DAN W (S2 & MS4)			
(V(K1))+(U(K1))			280.626
w/fK2()			7.144
W/fK2 ()			0.263
fK2			1.314
w			9.385
W			0.346
1+W			1.346
MENENTUKAN NILAI (1+W) DAN W (K1)			
MENENTUKAN NILAI 2V(K1)+u(K1)			561.888
MENENTUKAN NILAI (2V(K1)+u(K1))-360			201.888
w/fK1()			10.017
W/fK1 ()			-0.296
Fk1			1.112
w			11.139
W			-0.329
1+W			0.671
MENENTUKAN NILAI (1+W) DAN W (M2 & N2)			
MENENTUKAN NILAI 3V(M2)-2V(N2)			953.700
MENENTUKAN NILAI 3V(M2)-2V(N2)-360			233.700
w			-9.433
1+W			0.904

8. Hasil Metode Admiralty

Setelah data dikelola melalui 7 skema yang ditentukan, hasil perlu direkap untuk dapat dikelola guna menentukan nilai/besaran pasang surut yang terjadi. Besaran pasang surut yang dihasilkan yaitu :

Tabel 10.24. Rekap Konstanta Hasil Perhitungan

Konstantan	A (cm)	g (o)
S0	110.787	696
M2	57.754	124.961
S2	38.888	356.809
N2	27.717	113.594
K1	3.139	316.606
O1	21.007	78.082
M4	34.780	-352.067
MS4	3.030	206.868
K2	10.500	356.809
P1	1.036	316.606
F =	0.250	

Tabel 10.25. Rekap Hasil Pengolahan Pasang Surut (Sebelum Diolah)

HHWL =	308.637
MHWL =	207.430
MSL =	110.787
MLWL =	14.145
LLWL =	-87.062

Tabel 10.26. Rekap Hasil Pengolahan Pasang Surut (Setelah Diolah MSL = 0)

HHWL =	197.850
MHWL =	96.642
MSL =	0.000
MLWL =	-96.642
LLWL =	-197.850

9. Penentuan Jenis Pasang Surut

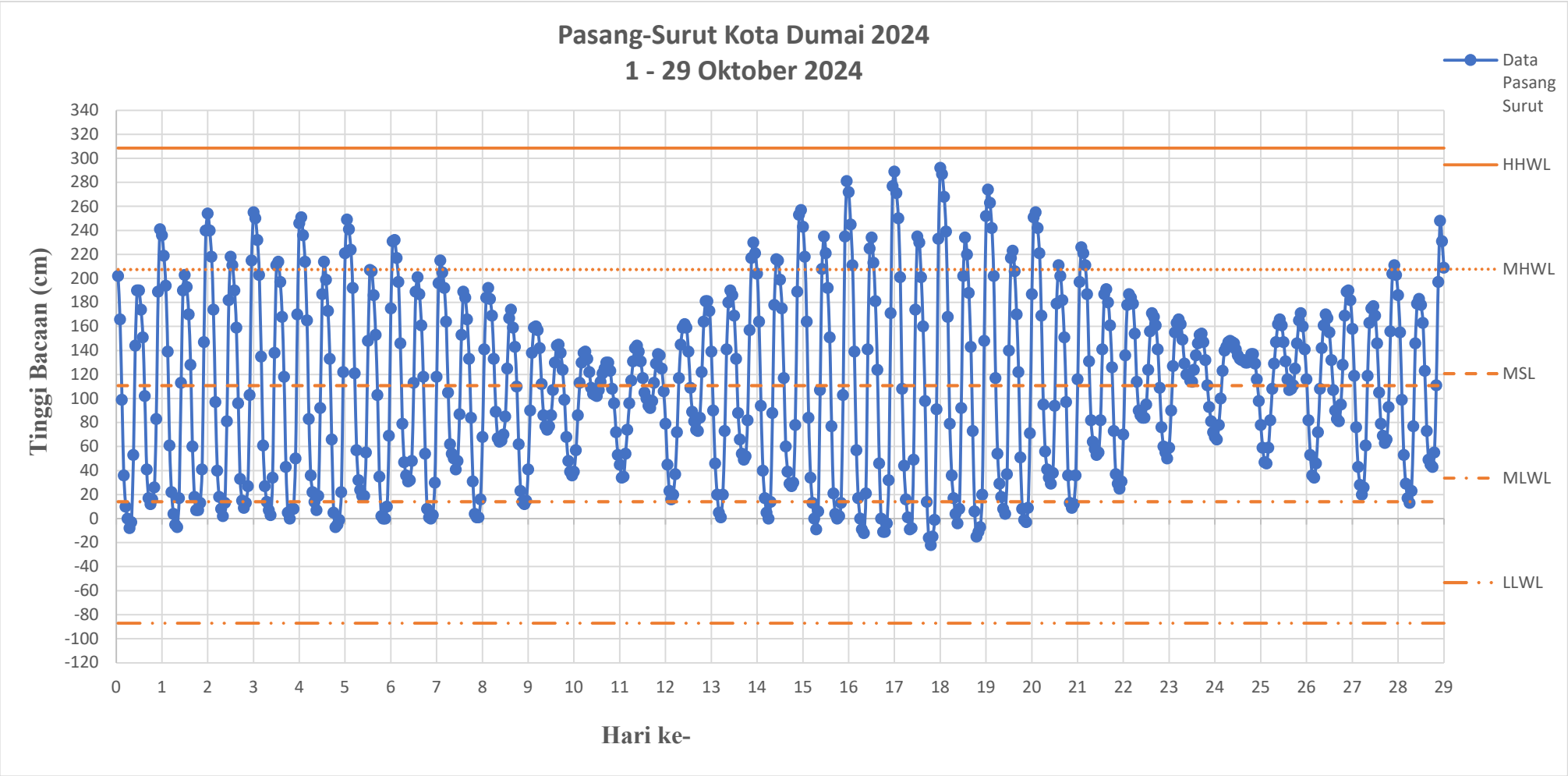
Untuk menentukan tipe pasang surut, Bilangan Formzahl perlu digunakan. Umumnya Bilangan Formzahl didefinisikan sebagai pembagian antara amplitude konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$F = \frac{A(K1) + A(01)}{A(M1) + A\,(S2)} = \frac{3{,}139 + 21{,}007}{57{,}754 + 38{,}888} = 0{,}250$$

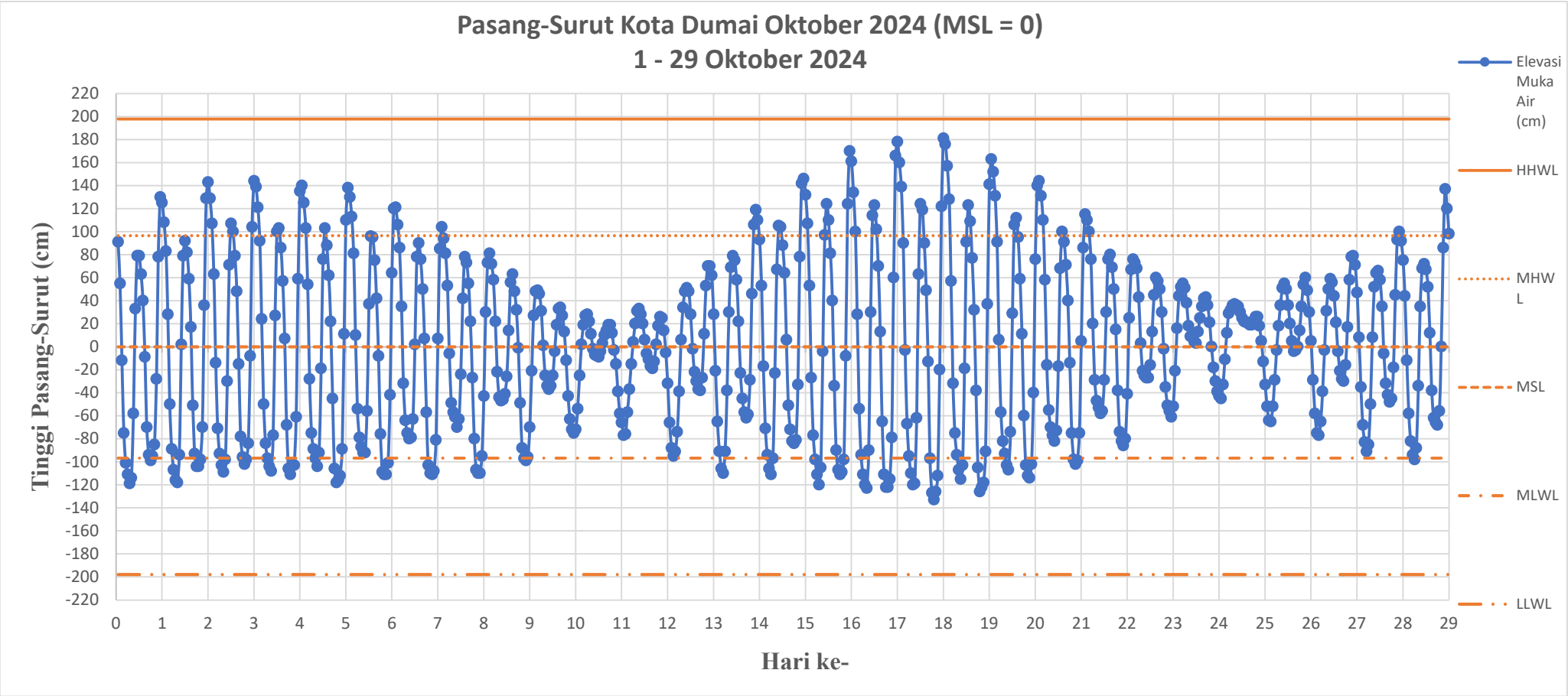
Jadi, karena nilai F ≤ 0,25, maka termasuk tipe Pasang Surut Harian Ganda.

Tabel 10.27. Rekap Tinggi Gelombang Setelah Diolah (MSL = 0) dalam Setiap Jam

NO	TANGGAL	JAM PENGAMATAN																							
		00.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00
1	01-10-2024	91.21	55.21	-11.79	-74.79	-100.79	-110.79	-118.79	-113.79	-57.79	33.21	79.21	79.21	63.21	40.21	-8.79	-69.79	-93.79	-98.79	-94.79	-84.79	-27.79	78.21	130.21	125.21
2	02-10-2024	108.21	83.21	28.21	-49.79	-88.79	-106.79	-115.79	-117.79	-93.79	2.21	79.21	92.21	82.21	59.21	17.21	-50.79	-92.79	-103.79	-103.79	-97.79	-69.79	36.21	129.21	143.21
3	03-10-2024	129.21	107.21	63.21	-13.79	-70.79	-92.79	-102.79	-108.79	-97.79	-29.79	71.21	107.21	100.21	79.21	48.21	-14.79	-77.79	-95.79	-101.79	-97.79	-83.79	-7.79	104.21	144.21
4	04-10-2024	139.21	121.21	92.21	24.21	-49.79	-83.79	-96.79	-103.79	-107.79	-76.79	27.21	100.21	103.21	86.21	57.21	7.21	-67.79	-105.79	-110.79	-102.79	-102.79	-60.79	59.21	135.21
5	05-10-2024	140.21	125.21	103.21	54.21	-27.79	-74.79	-88.79	-96.79	-103.79	-91.79	-18.79	76.21	103.21	88.21	62.21	22.21	-44.79	-105.79	-117.79	-115.79	-111.79	-88.79	11.21	110.21
6	06-10-2024	138.21	130.21	113.21	81.21	10.21	-53.79	-78.79	-86.79	-91.79	-91.79	-55.79	37.21	96.21	95.21	75.21	42.21	-7.79	-75.79	-108.79	-110.79	-110.79	-100.79	-41.79	64.21
7	07-10-2024	120.21	121.21	106.21	86.21	35.21	-31.79	-63.79	-74.79	-79.79	-78.79	-62.79	2.21	78.21	90.21	76.21	50.21	7.21	-56.79	-102.79	-109.79	-110.79	-107.79	-80.79	7.21
8	08-10-2024	85.21	104.21	94.21	81.21	53.21	-5.79	-48.79	-56.79	-60.79	-69.79	-62.79	-23.79	42.21	78.21	73.21	55.21	22.21	-26.79	-79.79	-106.79	-109.79	-109.79	-94.79	-42.79
9	09-10-2024	30.21	73.21	81.21	72.21	58.21	22.21	-21.79	-43.79	-46.79	-45.79	-40.79	-25.79	14.21	56.21	63.21	48.21	32.21	-0.79	-48.79	-87.79	-96.79	-98.79	-95.79	-69.79
10	10-10-2024	-20.79	27.21	48.21	49.21	46.21	31.21	1.21	-24.79	-33.79	-36.79	-33.79	-24.79	-3.79	19.21	33.21	34.21	27.21	13.21	-11.79	-42.79	-62.79	-71.79	-74.79	-71.79
11	11-10-2024	-53.79	-24.79	2.21	19.21	27.21	28.21	22.21	11.21	-1.79	-6.79	-7.79	-8.79	-3.79	3.21	10.21	14.21	19.21	19.21	12.21	-2.79	-14.79	-38.79	-57.79	-65.79
12	12-10-2024	-76.79	-75.79	-56.79	-36.79	-14.79	4.21	20.21	31.21	33.21	28.21	20.21	6.21	-5.79	-10.79	-16.79	-18.79	-12.79	2.21	18.21	26.21	25.21	14.21	-4.79	-31.79
13	13-10-2024	-65.79	-87.79	-94.79	-90.79	-73.79	-38.79	6.21	34.21	48.21	51.21	48.21	28.21	-1.79	-21.79	-29.79	-36.79	-37.79	-26.79	11.21	53.21	70.21	70.21	62.21	28.21
14	14-10-2024	-20.79	-64.79	-90.79	-105.79	-109.79	-90.79	-37.79	30.21	69.21	79.21	75.21	58.21	22.21	-22.79	-44.79	-56.79	-61.79	-58.79	-28.79	46.21	106.21	119.21	110.21	93.21
15	15-10-2024	53.21	-16.79	-70.79	-93.79	-105.79	-110.79	-96.79	-22.79	67.21	105.21	104.21	88.21	64.21	6.21	-50.79	-71.79	-81.79	-83.79	-80.79	-32.79	78.21	142.21	146.21	132.21
16	16-10-2024	107.21	53.21	-26.79	-76.79	-97.79	-110.79	-119.79	-104.79	-3.79	97.21	124.21	110.21	81.21	40.21	-33.79	-89.79	-106.79	-110.79	-108.79	-97.79	-7.79	124.21	170.21	161.21
17	17-10-2024	134.21	100.21	28.21	-53.79	-93.79	-110.79	-119.79	-122.79	-89.79	30.21	114.21	123.21	102.21	70.21	13.21	-64.79	-110.79	-121.79	-121.79	-114.79	-78.79	60.21	166.21	178.21
18	18-10-2024	160.21	139.21	90.21	-2.79	-66.79	-94.79	-109.79	-119.79	-118.79	-61.79	63.21	124.21	119.21	90.21	49.21	-12.79	-96.79	-126.79	-132.79	-125.79	-111.79	-19.79	122.21	181.21
19	19-10-2024	176.21	157.21	128.21	57.21	-31.79	-74.79	-93.79	-106.79	-114.79	-102.79	-18.79	91.21	123.21	109.21	77.21	32.21	-37.79	-104.79	-125.79	-121.79	-117.79	-90.79	37.21	141.21
20	20-10-2024	163.21	152.21	131.21	91.21	6.21	-56.79	-81.79	-92.79	-102.79	-106.79	-73.79	29.21	106.21	112.21	95.21	59.21	11.21	-59.79	-102.79	-111.79	-113.79	-101.79	-39.79	76.21
21	21-10-2024	140.21	144.21	131.21	110.21	58.21	-15.79	-54.79	-69.79	-76.79	-81.79	-72.79	-16.79	68.21	100.21	91.21	71.21	40.21	-13.79	-74.79	-97.79	-101.79	-98.79	-74.79	5.21
22	22-10-2024	86.21	115.21	110.21	100.21	76.21	20.21	-28.79	-46.79	-52.79	-57.79	-55.79	-28.79	30.21	76.21	80.21	69.21	50.21	15.21	-37.79	-73.79	-81.79	-85.79	-79.79	-40.79
23	23-10-2024	25.21	67.21	76.21	73.21	68.21	43.21	3.21	-20.79	-24.79	-26.79	-26.79	-15.79	13.21	45.21	60.21	57.21	50.21	30.21	-1.79	-34.79	-50.79	-55.79	-60.79	-51.79
24	24-10-2024	-20.79	16.21	44.21	52.21	55.21	51.21	38.21	18.21	9.21	9.21	4.21	3.21	13.21	25.21	35.21	42.21	43.21	36.21	21.21	0.21	-17.79	-29.79	-38.79	-42.79
25	25-10-2024	-44.79	-32.79	-10.79	12.21	29.21	32.21	36.21	37.21	36.21	35.21	30.21	25.21	22.21	21.21	21.21	19.21	19.21	21.21	26.21	26.21	18.21	5.21	-12.79	-32.79
26	26-10-2024	-51.79	-63.79	-64.79	-51.79	-28.79	-2.79	18.21	36.21	51.21	55.21	50.21	36.21	20.21	5.21	-3.79	-2.79	0.21	14.21	35.21	54.21	60.21	49.21	30.21	5.21
27	27-10-2024	-28.79	-57.79	-74.79	-76.79	-64.79	-38.79	-2.79	31.21	50.21	59.21	56.21	44.21	21.21	-3.79	-20.79	-27.79	-29.79	-15.79	17.21	58.21	78.21	79.21	71.21	47.21
28	28-10-2024	8.21	-34.79	-67.79	-82.79	-90.79	-84.79	-49.79	8.21	52.21	64.21	66.21	58.21	35.21	-5.79	-31.79	-41.79	-47.79	-44.79	-17.79	45.21	93.21	100.21	92.21	75.21
29	29-10-2024	44.21	-11.79	-57.79	-81.79	-93.79	-97.79	-87.79	-33.79	35.21	68.21	72.21	67.21	52.21	12.21	-37.79	-61.79	-65.79	-67.79	-55.79	0.21	86.21	137.21	120.21	98.21



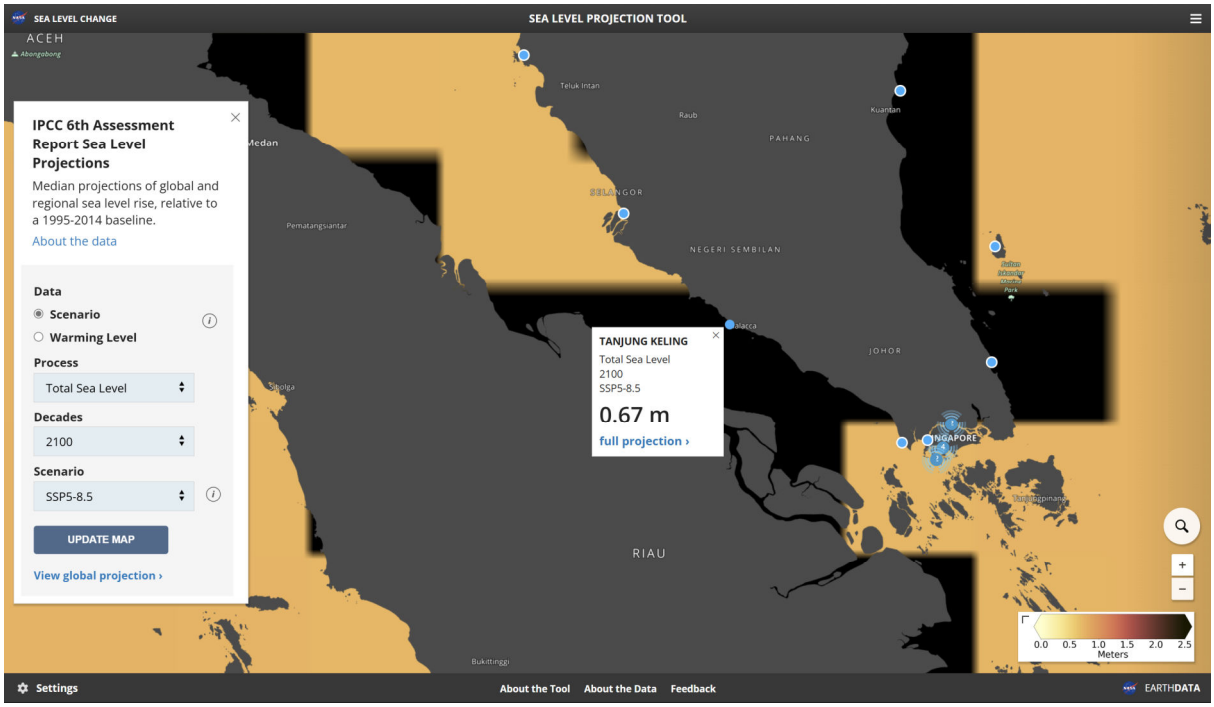
Gambar 10.2. Pasang Surut di Perairan Kota Dumai (Sebelum Diolah)



Gambar 10.3. Pasang Surut di Perairan Kota Dumai (Sebelum Diolah)

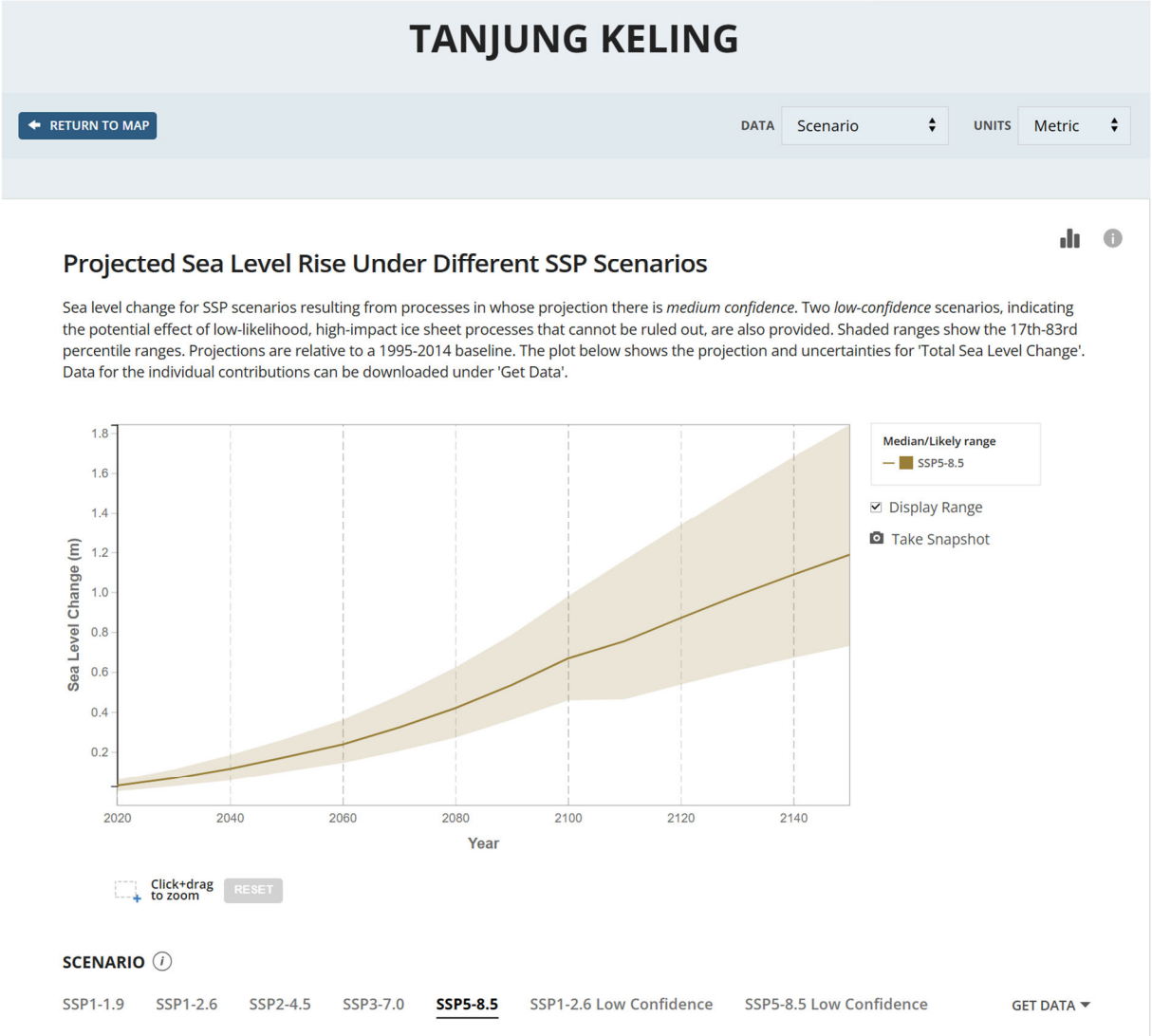
10.5 ANALISIS KENAIKAN MUKA AIR LAUT (*SEA LEVEL RISE*)

Kenaikan Muka Air Laut diakibatkan oleh pemanasan global (*global warming*) diprediksi menggunakan *Sea Level Projection Tool* dari situs *Sea Level Change* yang disediakan oleh NASA *(National Aeronautics and Space Administration)*. (kunjungi: https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool). Dari situs tersebut, dapat diambil data kenaikan muka air laut dari stasiun pengamatan terdekat, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 10.4. Skenario diatur ke SSP 5-8.5 yang berarti skenario tersebut merupakan pemanasan global tanpa penambahan penerapan kebijakan iklim. Berdasarkan penelitian terbaru, skenario tersebut merupakan yang terdekat dengan kondisi aktual bumi pada saat ini.



Gambar 10.4. *Sea Level Rise Projection Tool*

Proyeksi dari kenaikan muka air laut dapat dilihat pada grafik di Gambar 10.5. Tetapi untuk keseluruhan data detail kenaikan muka air laut dapat diunduh melalui tombol "*get data*" di sebelah kanan bawah.



Gambar 10.5. Grafik Sea Level Rise Projection di Stasiun Pengamatan Tanjung Keling

Setelah mengunduh data tersebut, maka dapat dilihat kenaikan muka air laut per dekade seperti yang terlihat pada Tabel 10.28.

Tabel 10.28. Data Kenaikan Muka Air Laut di Stasiun Pengamatan Tanjung Keling

psmsl_id	process	confidence	scenario	quantile	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120	2130	2140	2150
1593	total	medium	ssp119	5	-0.008	0.009	0.009	0.022	0.014	0.019	0.018	0.022	-0.013	-0.005	-0.013	-0.022	-0.033	-0.045
1593	total	medium	ssp119	17	0.009	0.033	0.042	0.063	0.066	0.083	0.092	0.108	0.092	0.1	0.103	0.104	0.104	0.102
1593	total	medium	ssp119	50	0.034	0.07	0.094	0.13	0.151	0.188	0.218	0.256	0.266	0.302	0.328	0.353	0.376	0.398
1593	total	medium	ssp119	83	0.061	0.113	0.157	0.216	0.262	0.325	0.383	0.446	0.484	0.554	0.609	0.662	0.714	0.765
1593	total	medium	ssp119	95	0.082	0.145	0.207	0.283	0.35	0.436	0.513	0.596	0.659	0.743	0.818	0.89	0.965	1.037
1593	total	medium	ssp126	5	-0.032	-0.017	-0.005	0.017	0.025	0.041	0.048	0.054	0.033	0.037	0.035	0.032	0.027	0.02
1593	total	medium	ssp126	17	-0.006	0.013	0.031	0.061	0.078	0.105	0.123	0.142	0.146	0.16	0.173	0.184	0.194	0.203
1593	total	medium	ssp126	50	0.028	0.058	0.088	0.133	0.166	0.214	0.254	0.293	0.336	0.394	0.436	0.474	0.513	0.55
1593	total	medium	ssp126	83	0.066	0.107	0.154	0.22	0.277	0.353	0.422	0.491	0.574	0.68	0.756	0.832	0.904	0.976
1593	total	medium	ssp126	95	0.093	0.145	0.206	0.292	0.37	0.467	0.564	0.655	0.767	0.892	0.994	1.092	1.192	1.29
1593	total	medium	ssp245	5	-0.023	-0.008	0.007	0.029	0.05	0.077	0.098	0.121	0.152	0.159	0.181	0.202	0.22	0.238
1593	total	medium	ssp245	17	-0.001	0.02	0.041	0.074	0.104	0.142	0.178	0.215	0.262	0.279	0.314	0.347	0.379	0.41
1593	total	medium	ssp245	50	0.031	0.06	0.095	0.146	0.193	0.254	0.314	0.378	0.452	0.518	0.584	0.648	0.712	0.773
1593	total	medium	ssp245	83	0.064	0.107	0.161	0.235	0.308	0.402	0.498	0.598	0.71	0.835	0.943	1.051	1.155	1.26
1593	total	medium	ssp245	95	0.089	0.142	0.211	0.306	0.4	0.518	0.641	0.775	0.928	1.073	1.213	1.353	1.492	1.627
1593	total	medium	ssp370	5	-0.017	-0.008	0.01	0.04	0.065	0.107	0.147	0.2	0.249	0.244	0.291	0.337	0.381	0.422
1593	total	medium	ssp370	17	0.002	0.02	0.044	0.083	0.118	0.172	0.226	0.293	0.364	0.374	0.437	0.5	0.561	0.617
1593	total	medium	ssp370	50	0.029	0.06	0.098	0.155	0.208	0.284	0.366	0.46	0.572	0.644	0.746	0.848	0.946	1.04
1593	total	medium	ssp370	83	0.059	0.106	0.163	0.244	0.325	0.43	0.552	0.69	0.85	0.987	1.139	1.291	1.441	1.589
1593	total	medium	ssp370	95	0.081	0.141	0.213	0.317	0.421	0.553	0.707	0.885	1.09	1.255	1.451	1.644	1.835	2.019
1593	total	medium	ssp585	5	-0.018	-0.001	0.018	0.055	0.088	0.135	0.191	0.264	0.34	0.325	0.382	0.439	0.486	0.528
1593	total	medium	ssp585	17	0	0.025	0.055	0.101	0.144	0.204	0.272	0.361	0.458	0.463	0.537	0.607	0.671	0.73
1593	total	medium	ssp585	50	0.028	0.065	0.114	0.174	0.237	0.322	0.419	0.534	0.668	0.754	0.87	0.982	1.087	1.187
1593	total	medium	ssp585	83	0.057	0.111	0.183	0.266	0.36	0.482	0.623	0.786	0.978	1.159	1.337	1.512	1.681	1.842
1593	total	medium	ssp585	95	0.08	0.147	0.238	0.343	0.464	0.618	0.797	1.003	1.25	1.473	1.698	1.921	2.14	2.35
1593	total	low	ssp126	5	-0.032	-0.017	-0.005	0.017	0.025	0.041	0.048	0.054	0.033	0.037	0.035	0.032	0.027	0.02
1593	total	low	ssp126	17	-0.006	0.013	0.031	0.061	0.078	0.105	0.123	0.142	0.146	0.16	0.173	0.184	0.194	0.203
1593	total	low	ssp126	50	0.032	0.062	0.095	0.142	0.18	0.227	0.27	0.311	0.356	0.418	0.467	0.515	0.564	0.614
1593	total	low	ssp126	83	0.075	0.128	0.199	0.283	0.368	0.456	0.545	0.641	0.754	0.862	0.972	1.081	1.195	1.309
1593	total	low	ssp126	95	0.1	0.168	0.269	0.387	0.499	0.621	0.761	0.912	1.084	1.249	1.414	1.576	1.743	1.912
1593	total	low	ssp585	5	-0.019	-0.001	0.016	0.051	0.084	0.135	0.191	0.264	0.34	0.325	0.382	0.439	0.486	0.528
1593	total	low	ssp585	17	0	0.025	0.053	0.096	0.139	0.204	0.272	0.361	0.458	0.463	0.537	0.607	0.671	0.73
1593	total	low	ssp585	50	0.03	0.068	0.118	0.183	0.256	0.356	0.474	0.622	0.8	0.968	1.171	1.393	1.64	1.916
1593	total	low	ssp585	83	0.068	0.137	0.24	0.369	0.536	0.752	1.003	1.291	1.608	1.915	2.211	2.924	3.941	5.052
1593	total	low	ssp585	95	0.088	0.186	0.342	0.528	0.756	1.051	1.424	1.85	2.363	2.934	3.576	4.286	4.972	5.777

Dari data tersebut, dapat diketahui kenaikan muka air laut pada tahun 2025 dan 2075 dengan menggunakan perhitungan interpolasi. Kemudian kenaikan muka air laut pada kedua tahun tersebut dicari selisihnya untuk mendapatkan kenaikan muka air laut dari tahun 2025 - 2075.

$$SLR\ 2025 = \frac{2025 - 2020}{2030 - 2020} \times (SLR\ 2030 - SLR\ 2020) + SLR\ 2020 = 0{,}047\ \text{m}$$

$$SLR\ 2075 = \frac{2075 - 2070}{2080 - 2070} \times (SLR\ 2080 - SLR\ 2070) + SLR\ 2070 = 0{,}371\ \text{m}$$

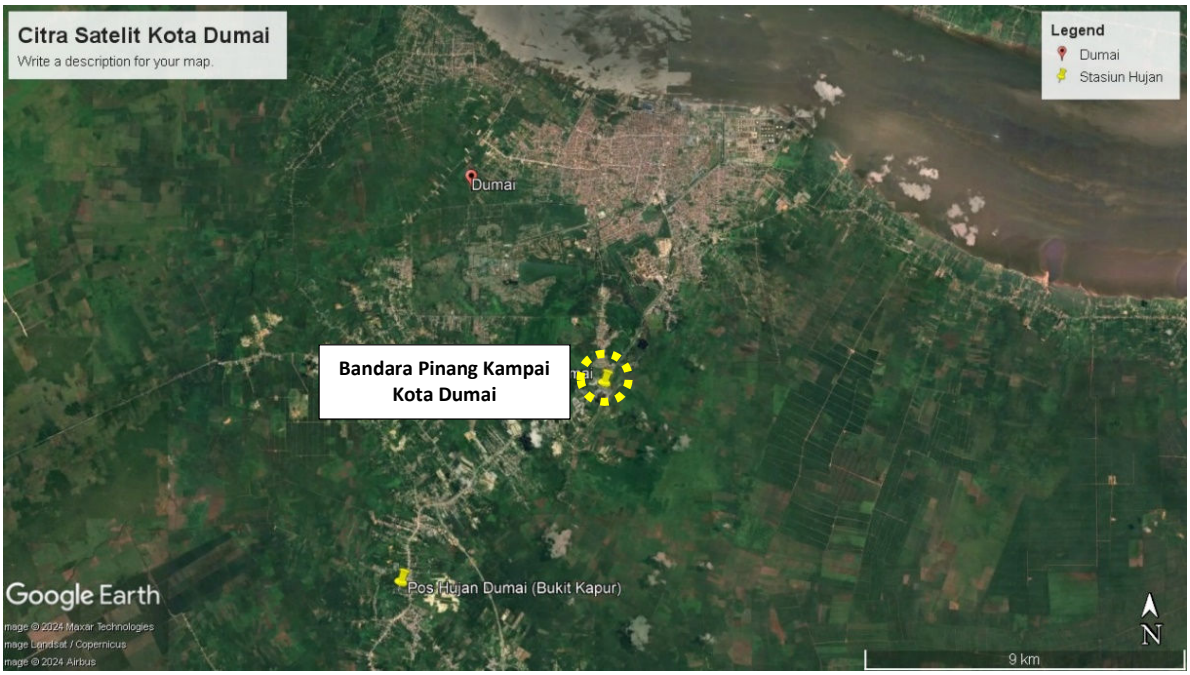
$$SLR\ \text{rencana} = \text{SLR } 2075 - \text{SLR } 2025 = 0{,}047 - 0{,}371 = 0{,}324\ \text{m}$$

BAB 11
ANALISIS HIDROLOGI

11.1 KETERSEDIAAN DATA

11.1.1 DATA HUJAN

Data hujan yang tersedia untuk kajian ini bersumber dari Stasiun Hujan berada di Bandara Pinang Kampai Kota Dumai yang dikelola oleh Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Ketersediaan data hujan berupa hujan harian maksimum tahunan (HHMT) dengan durasi 15 tahun dari tahun 2009 – 2023. Pada studi terdahulu terdapat data hujan dari Stasiun Hujan di Wilayah Bukit Kapur, namun data HHTM yang ditunjukkan terlihat terdapat ketidakstabilan. Kajian ini hanya menggunakan data hujan BMKG Dumai dengan memperhatikan kewajaran data hujan dan titik lokasi stasiun hujan yang lebih dekat dengan Kota Dumai, sehingga diharapkan data hujan tersebut lebih mewakili kondisi hujan sebenarnya di lokasi tersebut. Analisis hidrologi pada kajian ini tidak menghitung hujan rata-rata wilayah karena hanya menggunakan data dari 1 stasiun hujan. Lokasi stasiun hujan di sekitar Kota Dumai dapat dilihat pada Gambar 11.1. dan data hujan Tabel 11.1.



Gambar 11.1. Lokasi Stasiun Hujan di Sekitar Kota Dumai

Tabel 11.1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Kota Dumai Selama 15 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum
1	2009	58.0
2	2010	112.0
3	2011	103.0
4	2012	140.0
5	2013	99.0
6	2014	88.0
7	2015	73.1
8	2016	91.0
9	2017	114.2
10	2018	112.5
11	2019	112.5
12	2020	106.0
13	2021	140.2
14	2022	87.2
15	2023	82.1

11.1.2 DATA HUJAN JAM-JAMAN

Dikarenakan data ARR (data hujan jam-jaman) tidak tersedia, maka pada analisis pekerjaan ini menggunakan data hujan 0,5 jam-an dari GPM. Berdasarkan data hujan 0,5 jam-an dan karakteristik banjir di Sungai Dumai.

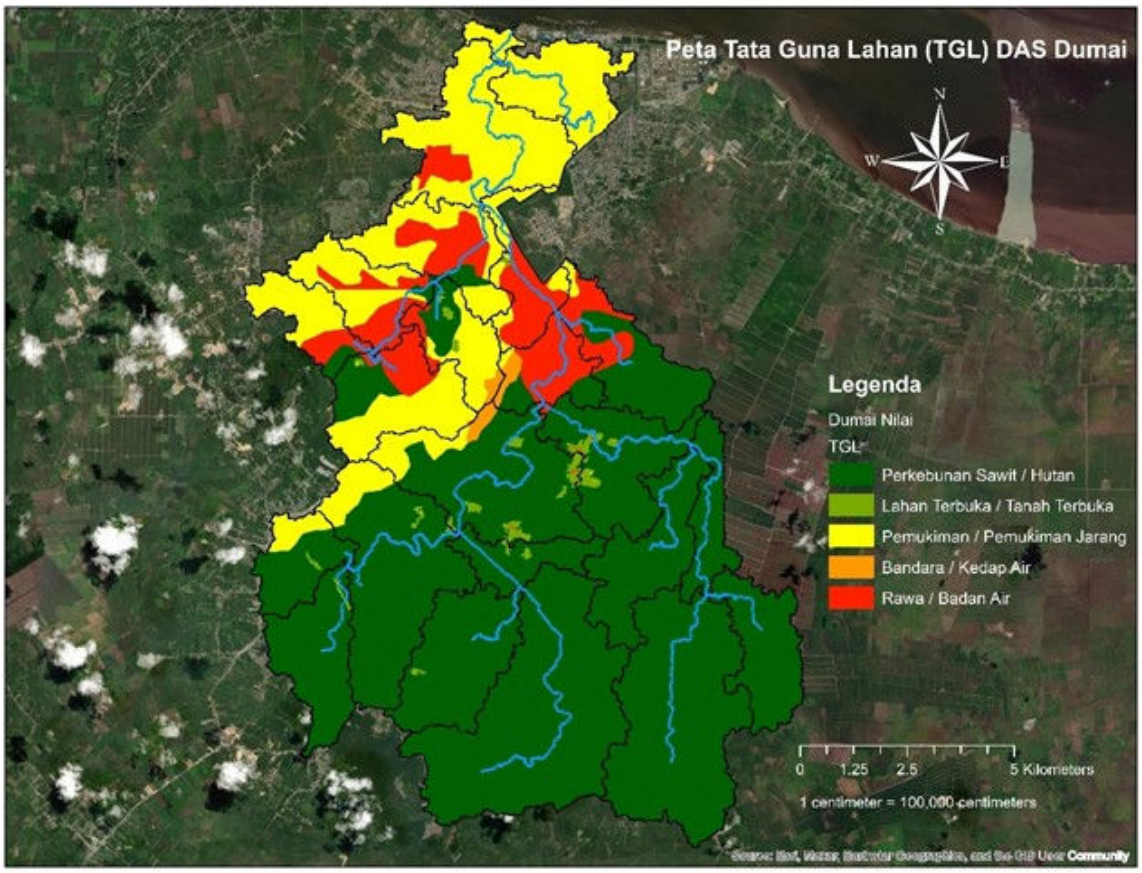
11.1.3 DATA TATA GUNA LAHAN

Secara keseluran DAS Dumai yang terdeteksi berdasarkan data DEM dan data spasial memiliki luas 143,81 km^2. Kawasan terluas dengan persentase 66,93% adalah Perkebunan Ssawit/Hutan, kemudian Pemukiman/Pemukiman Jarang 22,47%, dan 9% adalah Rawa/Badan Air. Daftar dan gambar tata guna lahan DAS Dumai dapat dilihat pada Tabel 11.2 dan Gambar 11.2.

Tabel 11.2. Tata Guna Lahan Pada DAS Dumai

No.	Tata Guna Lahan	Luas (km^2)	Persentase (%)
1	Bandara / Kedap Air	0.84	0.59
2	Lahan Terbuka / Tanah Terbuka	1.47	1.02
3	Pemukiman / Pemukiman Jarang	32.31	22.47
4	Perkebunan Sawit / Hutan	96.25	66.93
5	Rawa / Badan Air	12.94	9.00
Jumlah		143.81	100.00

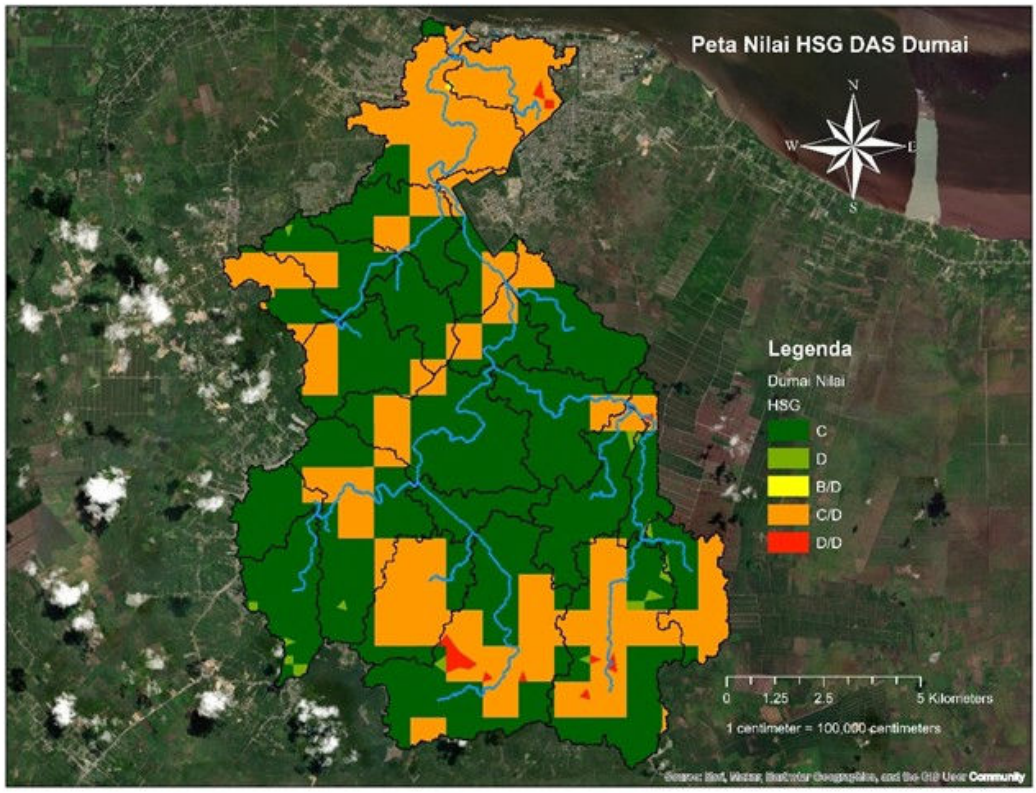
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)



Gambar 11.2. Peta Tata Guna Lahan DAS Dumai

11.1.4 DATA JENIS TANAH

Jenis tanah merupakan faktor dari kemampuan air meresap ke dalam tanah. Berbagai jenis tanah akan memiliki respon yang berbeda terhadap kemampuan meresapkannya. Metode yang digunakan pada kajian ini berdasarkan kan metode SCS-CN dimana tata guna lahan dan jenis tekstur tanah sangat mempengaruhi perhitungan perkiraan banjir metode ini. Jenis tanah yang digunakan adalah berdasarkan tekstur yang telah dibagi oleh *Hydrologic Soil Groups* (HSG) kedalam beberapa jenis tanah sesuai dengan uraian pada sub bab sebelumnya. Jenis tanah HSG di DAS Dumai dapat dilihat pada Gambar 11.3 dan Tabel 11.3.



Gambar 11.3. Jenis Tanah DAS Dumai

Tabel 11.3. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Kota Dumai Selama 15 Tahun Terakhir

HSG	Runoff Potential	Luas (km^2)	Presentase (%)
C	Moderately high	91.22	63.43
D	High	0.92	0.64
B/D	High	0.04	0.03
C/D	High	50.87	35.37
D/D	High	0.77	0.53
Jumlah		148.39	143.81

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

11.2 ANALISIS HUJAN RANCANGAN

11.2.1 UJI KONSISTENSI DATA

Pengujian uji konsistensi bertujuan untuk mengetahui suatu data yang ada untuk diuji apakah data tersebut konsisten atau tidak konsisten. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) dan Uji Outlier Data. Apabila pada data hujan yang diuji mengalami penyimpangan, maka data curah hujan tersebut harus dikalikan dengan angka koreksi sebelum menghitung data curah hujan maksimumnya. Hasil uji RAPS dan uji Outlier dapat dilihat pada Tabel 11.4 dan Tabel 11.5.

Tabel 11.4. Hasil Uji RAPS

No.	Tahun	CH Tahunan	S^*_k	S^{**}_k	$\lvert S^{**}_k \rvert$
1	2009	58.0	-43.25	-1.922	1.922
2	2010	112.0	10.75	0.477	0.477
3	2011	103.0	1.75	0.078	0.078
4	2012	140.0	38.75	1.721	1.721
5	2013	99.0	-2.25	-0.100	0.100
6	2014	88.0	-13.25	-0.589	0.589
7	2015	73.1	-28.15	-1.251	1.251
8	2016	91.0	-10.25	-0.456	0.456
9	2017	114.2	12.95	0.575	0.575
10	2018	112.5	11.25	0.500	0.500
11	2019	112.5	11.25	0.500	0.500
12	2020	106.0	4.75	0.211	0.211
13	2021	140.2	38.95	1.730	1.730
14	2022	87.2	-14.05	-0.624	0.624
15	2023	82.1	-19.15	-0.851	0.851
Jumlah		**1518.8**	**$S^{**}_{k\ min}$**		**-1.922**
Rata-rata		**101.3**	**$S^{**}_{k\ maks.}$**		**1.730**
n		**15**	**R**		**3.652**
S		**22.51**	**Q**		**1.922**
Kontrol 90%					
Q/√n		**0.50**	<	**1.075**	**OK**
R/√n		**0.94**	<	**1.275**	**OK**

Tabel 11.5. Hasil Uji Outlier

No.	CH	X	Y
1	58.0	140.2	2.15
2	112.0	140.0	2.15
3	103.0	114.2	2.06
4	140.0	112.5	2.05
5	99.0	112.5	2.05
6	88.0	112.0	2.05
7	73.1	106.0	2.03
8	91.0	103.0	2.01
9	114.2	99.0	2.00
10	112.5	91.0	1.96
11	112.5	88.0	1.94
12	106.0	87.2	1.94
13	140.2	82.1	1.91
14	87.2	73.1	1.86
15	82.1	58.0	1.76
Maks	**140.2**	**Yrerata**	**1.99**
Min	**58.0**	**Ystdev**	**0.10**
n	**15**	**Kn**	**2.25**
XH	**167.10**	**Cek**	**NO**
XL	**58.42**		

Dari hasil pengujian RAPS dengan tingkat kepercayaan 90%, menunjukkan bahwa data hujan lolos uji. Berdasarkan uji Outlier menunjukkan bahwa data hujan tidak lolos uji. Kondisi tersebut menjadikan data perlu perbaikan agar dapat lolos uji kualitas data. Perubahan data hujan ditunjukkan pada Tabel 11.6., kemudian dilakukan uji RAPS dan Uji Outlier yang dapat dilihat pada Tabel 11.7 dan 6.8.

Tabel 11.6. Hasil Koreksi Data Hujan

Tahun	Asli	Koreksi		Tahun	Asli	Koreksi
2009	58.0	59.0		2017	114.2	114.2
2010	112.0	112.0		2018	112.5	112.5
2011	103.0	103.0		2019	112.5	112.5
2012	140.0	140.0		2020	106.0	106.0
2013	99.0	99.0		2021	140.2	140.2
2014	88.0	88.0		2022	87.2	87.2
2015	73.1	73.1		2023	82.1	82.1
2016	91.0	91.0				

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Tabel 11.7. Hasil Uji RAPS Data Hujan Baru

No.	Tahun	CH Tahunan	S^*_k	S^{**}_k	$\lvert S^{**}_k \rvert$
1	2009	59.0	-42.32	-1.892	1.892
2	2010	112.0	10.68	0.477	0.477
3	2011	103.0	1.68	0.075	0.075
4	2012	140.0	38.68	1.729	1.729
5	2013	99.0	-2.32	-0.104	0.104
6	2014	88.0	-13.32	-0.595	0.595
7	2015	73.1	-28.22	-1.261	1.261
8	2016	91.0	-10.32	-0.461	0.461
9	2017	114.2	12.88	0.576	0.576
10	2018	112.5	11.18	0.500	0.500
11	2019	112.5	11.18	0.500	0.500
12	2020	106.0	4.68	0.209	0.209
13	2021	140.2	38.88	1.738	1.738
14	2022	87.2	-14.12	-0.631	0.631
15	2023	82.1	-19.22	-0.859	0.859
	Jumlah	**1519.8**	**$S^{**}_{k\ min}$**	**-1.892**	
	Rata-rata	**101.3**	**$S^{**}_{k\ maks.}$**	**1.738**	
	n	**15**	**R**	**3.629**	
	S	**22.37**	**Q**	**1.892**	
	Kontrol 90%				
	Q/√n	**0.49**	**<**	**1.075**	**OK**
	R/√n	**0.94**	**<**	**1.275**	**OK**

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Tabel 11.8. Hasil Uji Outlier Data Hujan Baru

i	CH	X	Y
1	59.0	140.2	2.15
2	112.0	140.0	2.15
3	103.0	114.2	2.06
4	140.0	112.5	2.05
5	99.0	112.5	2.05
6	88.0	112.0	2.05
7	73.1	106.0	2.03
8	91.0	103.0	2.01
9	114.2	99.0	2.00
10	112.5	91.0	1.96
11	112.5	88.0	1.94
12	106.0	87.2	1.94
13	140.2	82.1	1.91
14	87.2	73.1	1.86
15	82.1	59.0	1.77
Maks	**140.2**	**Yrerata**	**2.00**
Min	**59.0**	**Ystdev**	**0.10**
n	**15**	**Kn**	**2.25**
XH	**166.26**	**Cek**	**OK**
XL	**58.85**		

Hasil pengujian data koreksi hujan menunjukkan telah lolos uji baik RAPS maupun Outlier, sehingga dalam Analisis berikutnya menggunakan data hujan hasil koreksi.

11.2.2 ANALISIS FREKUENSI

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan hujan harian maksimum adalah melakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan hujan rancangan dengan kala ulang tertentu. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Berdasarkan data hujan dapat diperkirakan hujan yang diharapkan disamai atau dilampaui satu kali dalam T tahun. Beberapa bentuk fungsi distribusi kontinyu (teoritis) yang sering digunakan dalam analisis frekuensi untuk hidrologi, seperti distribusi normal, log normal, Gumbel, dan Log Pearson. Analisis parameter statistik yang digunakan disajikan pada Tabel 11.9.

Tabel 11.9. Analisis Parameter Statistik yang Digunakan

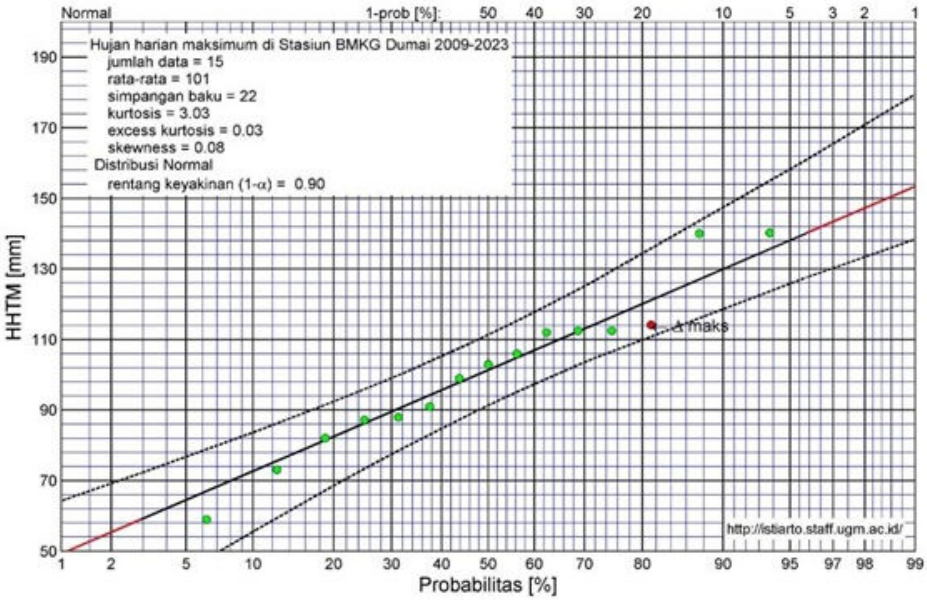
m	P=m/(N+1)	Tahun	Hujan (mm)	Ln Hujan (mm)	Log Hujan (mm)
1	0.063	2009	140.2	4.9	2.1
2	0.125	2016	140.0	4.9	2.1
3	0.188	2018	114.2	4.7	2.1
4	0.250	2014	112.5	4.7	2.1
5	0.313	2017	112.5	4.7	2.1
6	0.375	2011	112.0	4.7	2.0
7	0.438	2013	106.0	4.7	2.0
8	0.500	2012	103.0	4.6	2.0
9	0.563	2009	99.0	4.6	2.0
10	0.625	2015	91.0	4.5	2.0
11	0.688	2011	88.0	4.5	1.9
12	0.750	2017	87.2	4.5	1.9
13	0.813	2013	82.1	4.4	1.9
14	0.875	2019	73.1	4.3	1.9
15	0.938	2015	59.0	4.1	1.8
Jumlah Data =			**15**	**15**	**15**
Nilai Rerata (Mean) =			**101.32**	**4.59**	**2.00**
Standar Deviasi =			**22.37**	**0.23**	**0.10**
Koefisien Skewness =			**0.08**	**-0.55**	**-0.55**
Koefisien Kurtosis =			**3.20**	**3.08**	**3.08**
Excess Kurtosis =			**0.20**	**0.08**	**0.08**
Koefisien Variasi =			**0.22**	**0.05**	**0.05**
Nilai Tengah =			**103.00**	**4.63**	**2.01**

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data pengamatan dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing – masing jenis distribusi sebagaimana disajikan pada Tabel 11.10.

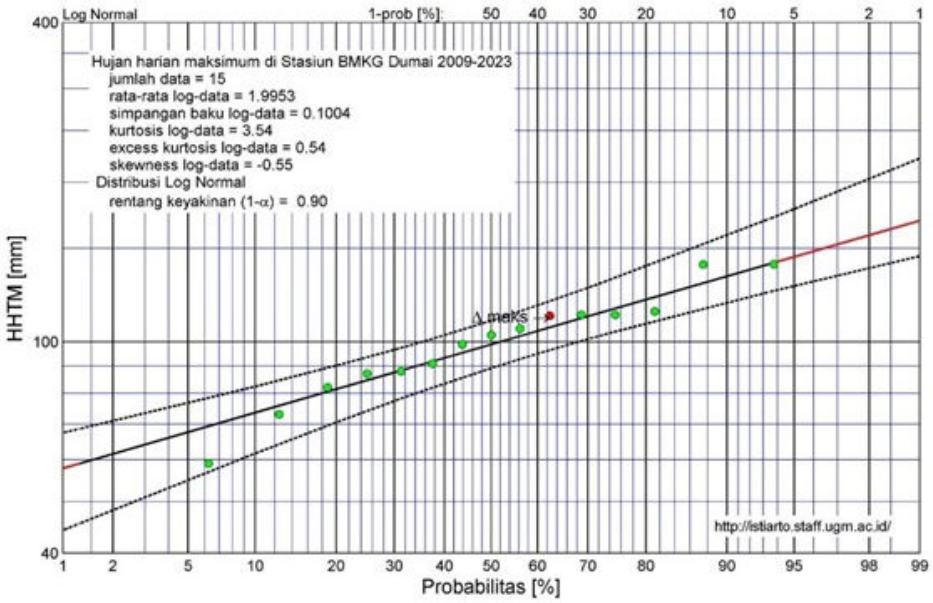
Tabel 11.10. Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan
1	Normal	$(\bar{x} \pm s) = 68{,}27\%$ $(\bar{x} \pm 2s) = 95{,}44\%$ $C_s = 0$ $C_k = 3$	126,038 % 161,566 % 1,642 1,307
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	0,447 3,358
3	Gumbel	$C_s = 1{,}14$ $C_k = 5{,}4$	1,642 1,307
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas	

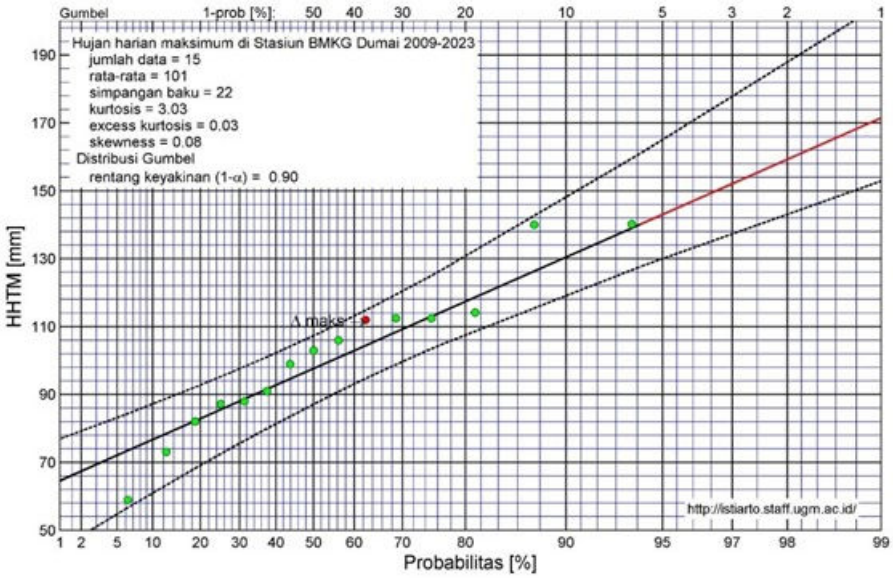
Dari analisis kecocokan jenis distribusi menunjukkan bahwa hasil analisis lebih mengarah ke Log Pearson III. Namun mengingat perbedaan antara parameter statistik hasil hitungan dan nilai persyaratan tidak begitu besar, maka selanjutnya dilakukan penggambaran pada kertas probabilitas berdasarkan data kedalaman dan probabilitas dari masing-masing distribusi untuk mendapatkan jarak penyimpangan setiap titik data terhadap kurva teoritis, seperti diberikan berikut ini.



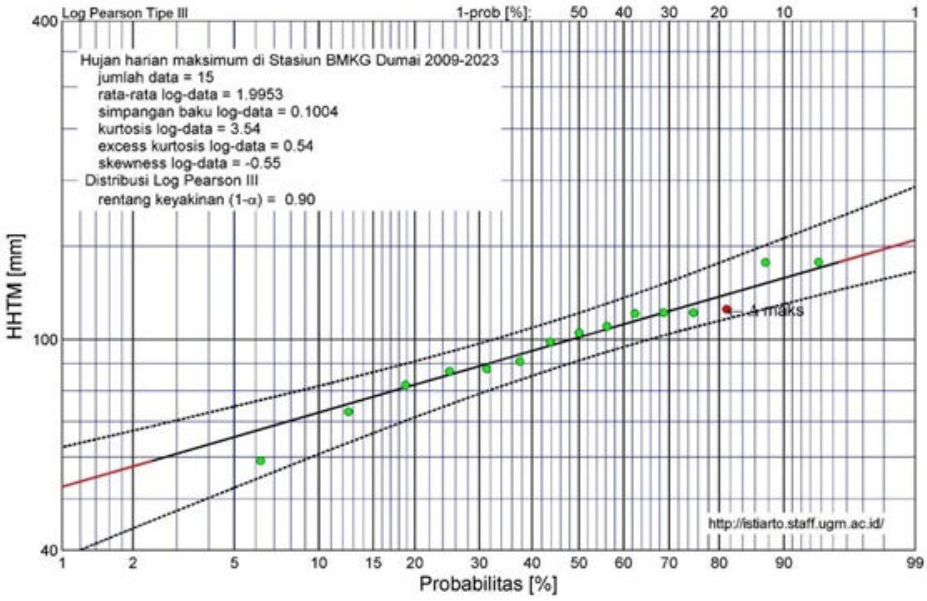
Gambar 11.4. Penggambaran Data pada Kertas Distribusi Normal



Gambar 11.5. Grafik Distribusi Log Normal



Gambar 11.6. Penggambaran Data pada Kertas Distribusi Gumbel



Gambar 11.7. Penggambaran Data pada Kertas Distribusi Log Pearson III

Uji kecocokan dilakukan untuk mengetahui bahwa pemilihan distribusi hujan rancangan yang paling tepat dari beberapa pola distribusi yang ada. Ada 2 macam uji kecocokan yaitu dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

11.2.2.1 UJI CHI-KUADRAT (CHI SQUARE)

Uji Chi-Kuadrat hanya efektif bila jumlah data pengamatan besar, karena sebelum dilakukan pengujian, data pengamatan harus dikelompokkan terlebih dahulu. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Tabel 11.11 – Tabel 11.14.

Tabel 11.11. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Normal

1. DISTRIBUSI NORMAL							
Kelas	**P(x>=X)**		**E_f**	**HHTM (mm)**	**O_f**	**E_f-O_f**	**$(E_f-O_f)^2/E_f$**
1	0.200	000 <P<= 000	3.000	120.150	2	1.000	0.333
2	0.400	000 <P<= 000	3.000	106.988	4	-1.000	0.333
3	0.600	000 <P<= 001	3.000	95.652	3	0.000	0.000
4	0.800	001 <P<= 001	3.000	82.490	3	0.000	0.000
5	1.000	001 <P<= 001	3.000	59.000	3	0.000	0.000
		Jumlah E_f =	**15.000**	**Jumlah O_f =**	**15**	**Chi^2 =**	**0.667**
		Derajad Kebebasan =	**2.000**	**Chi Kritik =**	**4.605**		**DITERIMA**

Tabel 11.12. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Normal

2. DISTRIBUSI LOG NORMAL							
Kelas	**P(x>=X)**		**E_f**	**HHTM (mm)**	**O_f**	**E_f-O_f**	**$(E_f-O_f)^2/E_f$**
1	0.200	000 <P<= 000	3.000	120.153	2	1.000	0.333
2	0.400	000 <P<= 000	3.000	104.880	5	-2.000	1.333
3	0.600	000 <P<= 001	3.000	93.291	2	1.000	0.333
4	0.800	001 <P<= 001	3.000	81.433	4	-1.000	0.333
5	1.000	001 <P<= 001	3.000	59.000	2	1.000	0.333
		Jumlah E_f =	**15.000**	**Jumlah O_f =**	**15**	**Chi^2 =**	**2.667**
		Derajad Kebebasan =	**2.000**	**Chi Kritik =**	**4.605**		**diterima**

Tabel 11.13. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel

3. DISTRIBUSI GUMBEL							
Kelas	**P(x>=X)**		**E_f**	**HHTM (mm)**	**O_f**	**E_f-O_f**	**$(E_f-O_f)^2/E_f$**
1	0.200	000 <P<= 000	3.000	117.417	2	1.000	0.333
2	0.400	000 <P<= 000	3.000	102.969	6	-3.000	3.000
3	0.600	000 <P<= 001	3.000	92.776	1	2.000	1.333
4	0.800	001 <P<= 001	3.000	82.949	3	0.000	0.000
5	1.000	001 <P<= 001	3.000	59.000	3	0.000	0.000
		Jumlah E_f =	**15.000**	**Jumlah O_f =**	**15**	**Chi^2 =**	**4.667**
		Derajad Kebebasan =	**2.000**	**Chi Kritik =**	**4.605**		**ditolak**

Tabel 11.14. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson III

4. DISTRIBUSI LOG PEARSON III							
Kelas	**P(x>=X)**		**E_f**	**HHTM (mm)**	**O_f**	**E_f-O_f**	**$(E_f-O_f)^2/E_f$**
1	0.200	000 <P<= 000	3.000	120.545	2	1.000	0.333
2	0.400	000 <P<= 000	3.000	106.859	4	-1.000	0.333
3	0.600	000 <P<= 001	3.000	95.236	3	0.000	0.000
4	0.800	001 <P<= 001	3.000	82.169	3	0.000	0.000
5	1.000	001 <P<= 001	3.000	59.000	3	0.000	0.000
		Jumlah E_f =	**15.000**	**Jumlah O_f =**	**15**	**Chi^2 =**	**0.667**
		Derajad Kebebasan =	**1.000**	**Chi Kritik =**	**2.706**		**diterima**

11.2.2.2 UJI SMIRNOV - KOLMOGOROV

Hasil uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov dicari dari jarak penyimpangan setiap titik data terhadap kurva teoritis. Pengujian dapat diterima apabila jarak penyimpangan terbesar (Δmaks) harus lebih kecil dari Δkritik. Distribusi terbaik adalah yang memberikan nilai Δmaks terkecil. Uji Smirnov-Kolmogorov untuk DAS Dumai disajikan pada Tabel 11.15. Menurut Uji Smirnov-Kolmogorov distribusi yang terbaik adalah distribusi Log Normal dengan nilai Δkritik = 0,300 dan Δmaks = 0,080.

Tabel 11.15. Uji Smirnov – Kolmogorov

HHTM (mm)	m	m/(N+1)	1. Normal		2. Log Normal		3. Gumbel		4. Log Pearson III	
			P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P	P(x>=X)	Delta P
140.200	1	0.063	0.041	0.021	0.066	0.003	0.059	0.004	0.045	0.017
140.000	2	0.125	0.042	0.083	0.066	0.059	0.059	0.066	0.046	0.079
114.200	3	0.188	0.282	0.095	0.267	0.080	0.235	0.048	0.285	0.097
112.500	5	0.313	0.309	0.004	0.289	0.024	0.256	0.056	0.310	0.003
112.500	5	0.313	0.309	0.004	0.289	0.024	0.256	0.056	0.310	0.003
112.000	6	0.375	0.317	0.058	0.295	0.080	0.262	0.113	0.317	0.058
106.000	7	0.438	0.417	0.020	0.382	0.055	0.349	0.088	0.414	0.023
103.000	8	0.500	0.470	0.030	0.431	0.069	0.399	0.101	0.466	0.034
99.000	9	0.563	0.541	0.021	0.499	0.064	0.473	0.089	0.535	0.027
91.000	10	0.625	0.678	0.053	0.641	0.016	0.637	0.012	0.671	0.046
88.000	11	0.688	0.724	0.037	0.694	0.006	0.700	0.013	0.718	0.030
87.200	12	0.750	0.736	0.014	0.707	0.043	0.717	0.033	0.730	0.020
82.100	13	0.813	0.805	0.008	0.790	0.023	0.815	0.003	0.801	0.012
73.100	14	0.875	0.896	0.021	0.905	0.030	0.941	0.066	0.898	0.023
59.000	15	0.938	0.971	0.033	0.987	0.050	0.998	0.061	0.976	0.039
Hitungan Kelayakan			**Δmax =**	**0.095**	**Δmax =**	**0.080**	**Δmax =**	**0.113**	**Δmax =**	**0.097**
Delta Kritik =		**0,30**	**Diterima**		**Diterima**		**Diterima**		**Diterima**	

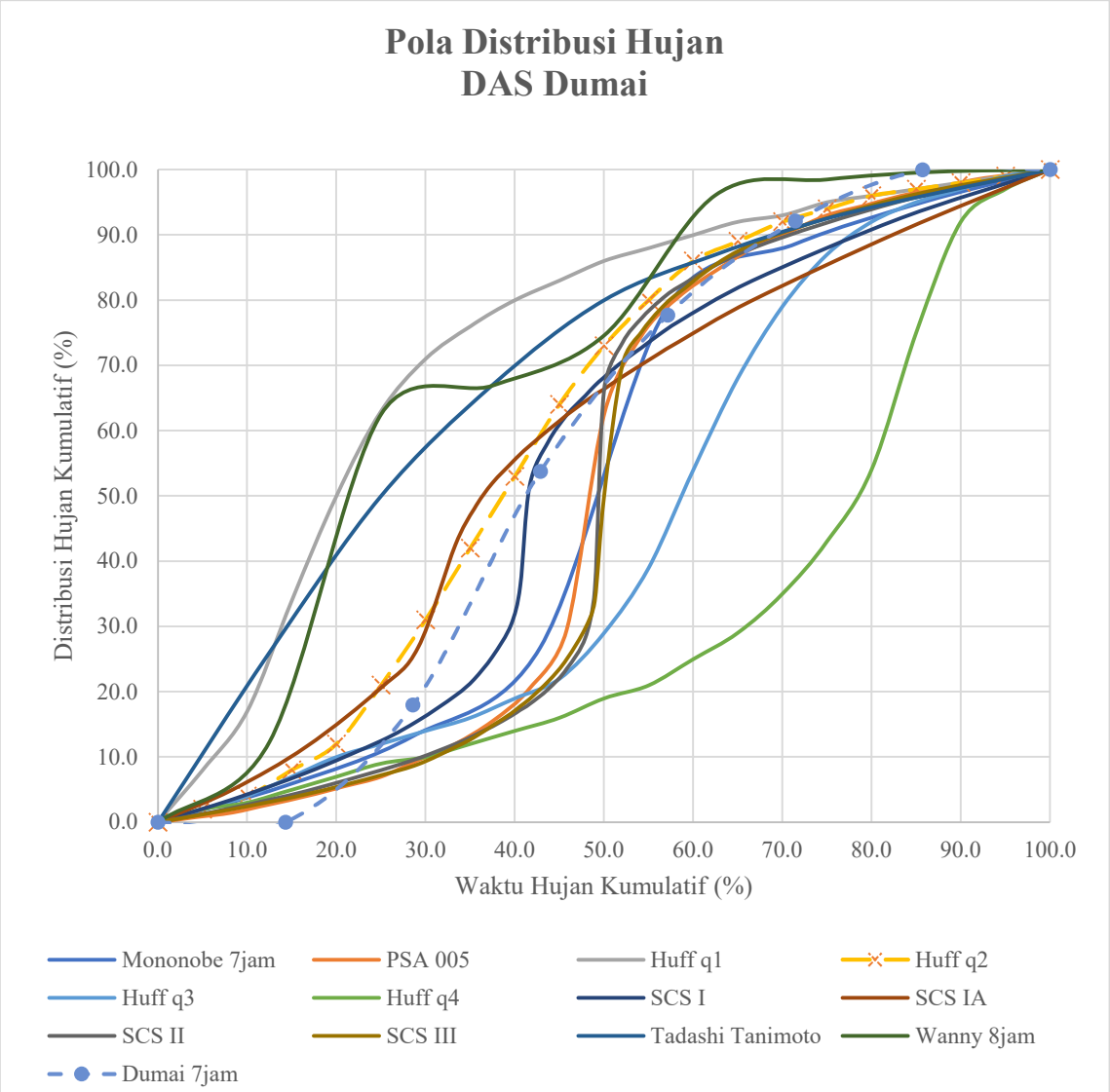
Dari 2 uji kecocokan yang lakukan maka dipilih hujan rancangan dengan distribusi Log Normal karena dari 2 uji kecocokan tersebut kedua-duanya dapat diterima dan untuk Uji Smirnov - Kolmogorov hasilnya yang terbaik. Adapun hasil hitungan analisis frekuensi untuk mendapatkan hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dari masing – masing distribusi disajikan pada Tabel 11.16.

Tabel 11.16. Hujan Rancangan dengan Berbagai Kala Ulang

Probabilitas Sesuai Urutan	Kala Ulang	KARAKTERISTIK HHTM (MM) MENURUT PROBABILITASNYA							
		Normal		Log Normal		Gumbel		Log Pearson III	
P(x>=X)	T (tahun)	K_T	X_T	K_T	X_T	K_T	X_T	K_T	X_T
50.00%	2	0.000	101.320	-0.107	98.916	-0.164	97.645	0.091	101.017
20.00%	5	0.842	120.150	0.842	120.153	0.719	117.417	0.856	120.545
10.00%	10	1.282	129.993	1.416	133.011	1.305	130.508	1.208	130.756
4.00%	25	1.751	140.489	2.097	148.242	2.044	147.048	1.549	141.479
2.00%	50	2.054	147.269	2.578	158.997	2.592	159.318	1.751	148.253
1.00%	100	2.326	153.368	3.040	169.335	3.137	171.498	1.921	154.210
0.10%	1.000	3.090	170.459	4.501	202.029	4.936	211.745	2.344	170.017

11.2.3 DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN

Pola distribusi hujan didasarkan pada data hujan jam-jaman, namun di lokasi kajian tidak terdapat data tersebut, sehingga membutuhkan data bantuan menggunakan data hujan satelit salah satunya dari *Global Precipitation Measurement* (GPM) milik *National Aeronautics and Space Administration National* (NASA). Dari data hujan jam-jaman yang didapatkan, dilakukan kalibarasi sesuai data hujan BMKG Dumai. Kemudian dilihat distribusinya dan membandingkan dengan beberapa rumus distribusi hujan jam-jaman seperti Mononobe, PSA 005, Huff q1, Huff q2, Huff q3, Huff q4, SCS I, SCS IA, SCS II, SCS III, Tadashi Tanimoto, dan Wanny. Terdapat data hujan ekstrim dengan durasi hujan 7 jam di kawasan Kota Dumai. Hasil plotting data hujan jam-jaman dapat dilihat pada Gambar 11.8.

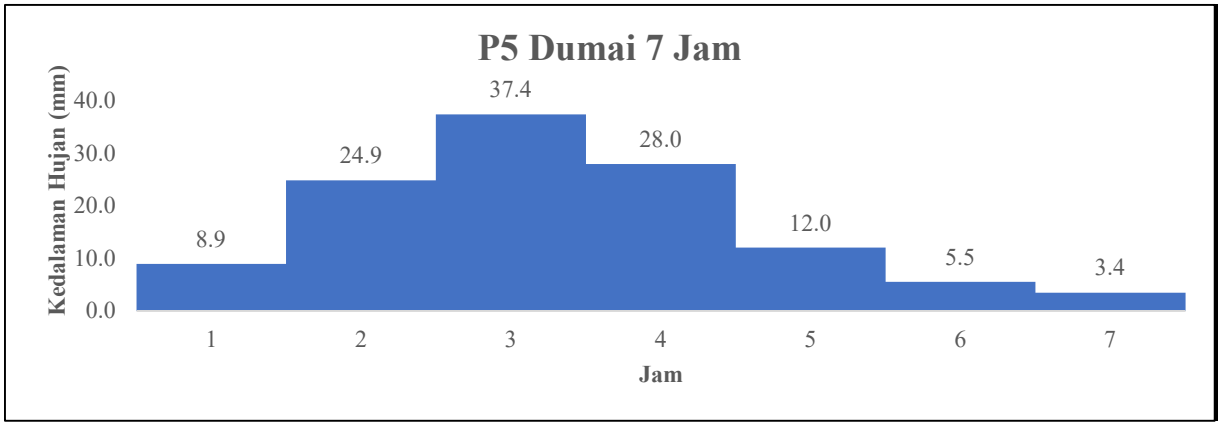


Gambar 11.8. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman DAS Dumai

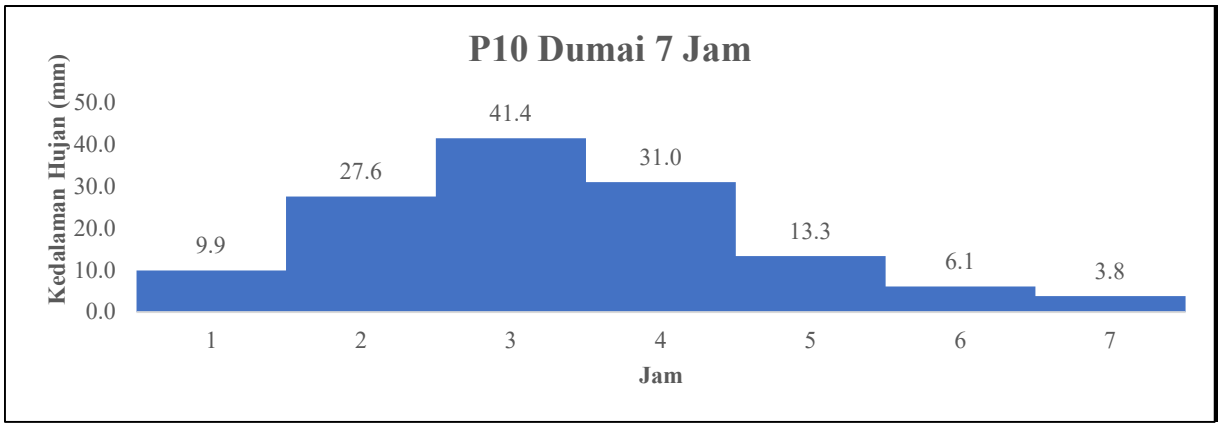
Terlihat dari pola distribusi hujan jam-jaman DAS Dumai lebih cenderung sama dengan pola Huff q2. Melihat kondisi tersebut, maka pola ditribusi hujan jam-jaman kala ulang untuk DAS Dumai mengikuti pola distribusi hujan jam-jaman Huff q2. Hasil Analisis hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 11.17.

Tabel 11.17. Hujan Jam-jaman DAS Dumai

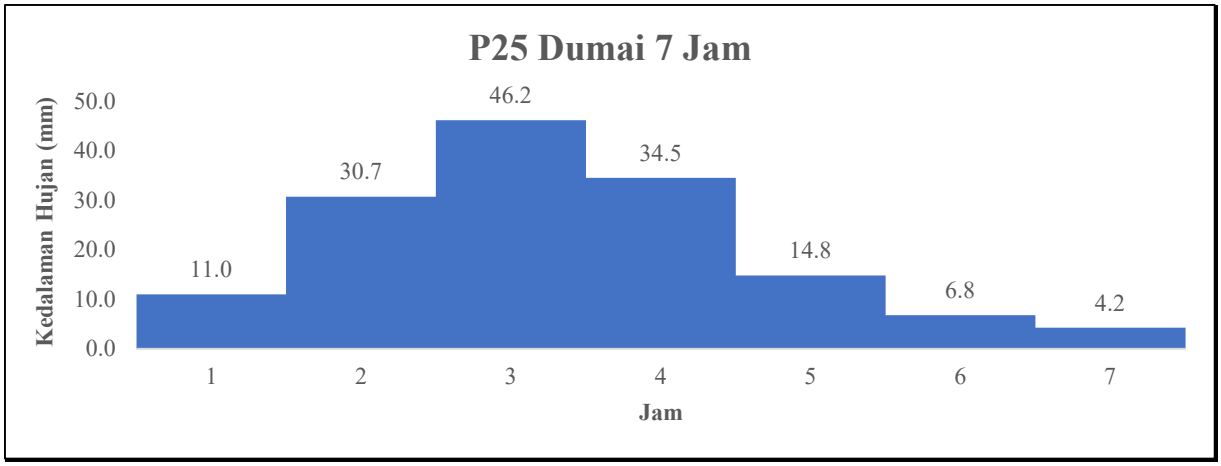
t (jam)	Dist. Huff q2 (%)	P2 (mm)	P5 (mm)	P10 (mm)	P25 (mm)	P50 (mm)	P100 (mm)
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	7.4	7.3	8.9	9.9	11.0	11.8	12.6
2	20.7	20.5	24.9	27.6	30.7	32.9	35.1
3	31.1	30.8	37.4	41.4	46.2	49.5	52.7
4	23.3	23.0	28.0	31.0	34.5	37.0	39.4
5	10.0	9.9	12.0	13.3	14.8	15.9	16.9
6	4.6	4.5	5.5	6.1	6.8	7.3	7.7
7	2.9	2.8	3.4	3.8	4.2	4.5	4.8
P24	100.0	98.9	120.2	133.0	148.2	159.0	169.3



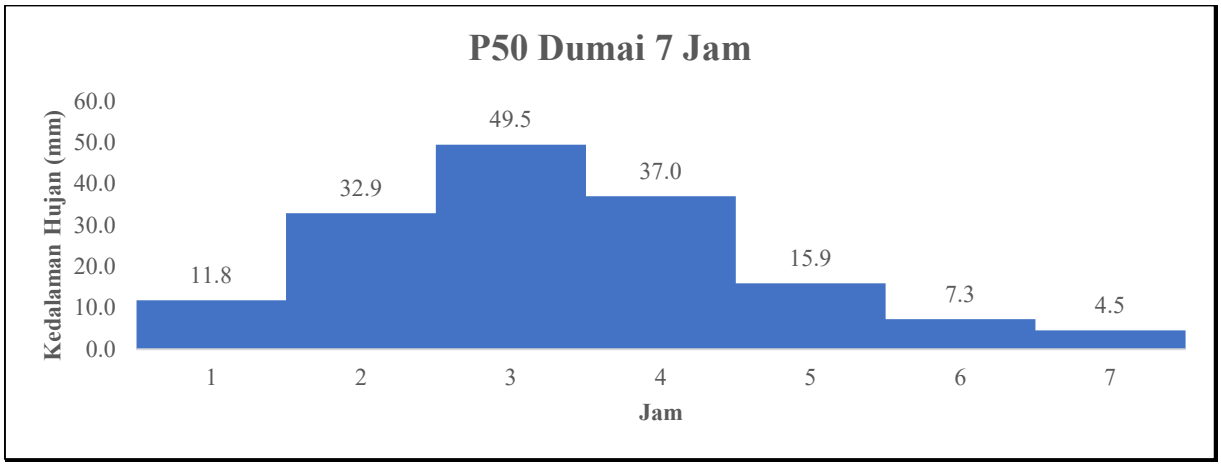
Gambar 11.9. Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 11.10. Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 11.11. Kala Ulang 25 Tahun



Gambar 11.12. Kala Ulang 50 Tahun

11.3 ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN

Analisis debit banjir rencana atau rancangan pada kajian ini menggunakan bantuan aplikasi HEC-HMS serta metode HS SCS, SCS-CN, dan Muskingum dalam perhitungannya. Masukkan data terdiri dari input data subbasin, data input reach, dan simulasi. Beberapa masukan data dan hasil simulasi banjir menggunakan HEC-HMS dapat dilihat pada Tabel 11.9 dan Tabel 11.10, serta Gambar 11.9.

Tabel 11.18. Data Input Subbasin

Nama Subdas	Luas (km²)	Panjang Sungai (km)	Lag (menit)	CN	I
Subdas 1	7.76	4.17	95.41	85.9	9.3
Subdas 2	3.65	0.51	49.55	89.3	7.9
Subdas 3	5.79	2.81	60.60	86.7	7.7
Subdas 4	14.27	3.84	233.14	86.0	8.9
Subdas 5	5.94	4.40	259.16	83.9	5.0
Subdas 6	3.58	0.57	53.66	84.9	6.0
Subdas 7	4.43	1.91	136.23	83.0	5.0
Subdas 8	6.97	2.47	52.19	84.3	5.0
Subdas 9	5.42	3.09	67.49	85.5	6.0
Subdas 10	3.72	1.35	104.46	83.5	5.0
Subdas 11	14.27	5.15	173.38	83.0	5.0
Subdas 12	9.88	5.99	145.28	83.1	5.0
Subdas 13	11.35	4.57	266.69	84.3	5.5
Subdas 14	5.62	2.66	175.79	88.9	13.5
Subdas 15	2.98	5.50	131.51	83.0	5.0
Subdas 16	3.84	1.87	134.15	85.6	5.0
Subdas 17	2.78	2.09	145.90	88.4	5.0
Subdas 18	10.68	6.67	164.32	86.7	5.5
Subdas 19	6.70	5.35	301.01	85.0	5.0
Subdas 20	3.69	3.26	72.01	86.4	21.6
Subdas 21	5.47	3.56	220.24	88.8	18.9
Subdas 22	8.99	6.56	161.21	91.4	25.1
Subdas 23	0.61	1.04	85.62	90.1	19.2

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Tabel 11.19. Data Input Reach

Nama Reach	Panjang Sungai (m)	Muskingum	
		K	X
Reach 1	1044.53	1.43	0.35
Reach 2	6559.43	2.69	0.30
Reach 3	2658.47	2.93	0.30
Reach 4	3562.77	3.67	0.25
Reach 5	3264.65	1.20	0.35
Reach 6	6668.98	2.74	0.30
Reach 7	4567.92	4.44	0.20
Reach 8	2087.07	2.43	0.30
Reach 9	1871.37	2.24	0.30
Reach 10	5345.82	5.02	0.18
Reach 11	5499.01	2.19	0.30

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

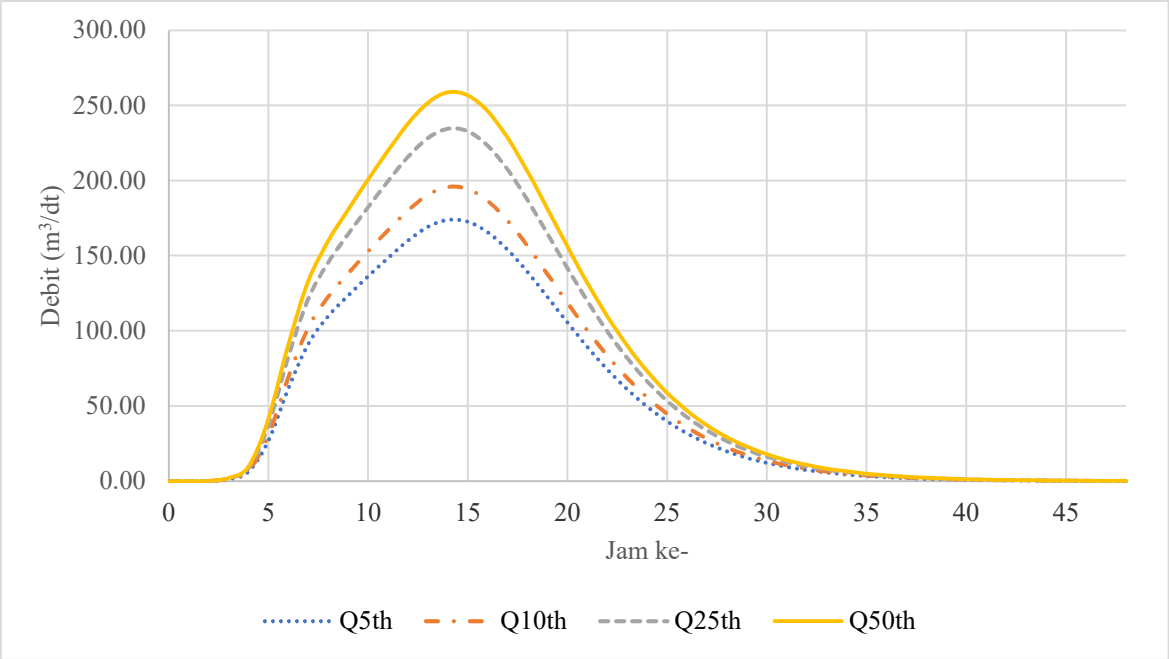
Gambar 11.13. Pemodelan HEC-HMS DAS Dumai
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Hasil simulasi banjir menggunakan HEC-HMS dengan beberapa hujan kala ulang menunjukkan hidrograf serta debit puncaknya. Debit puncak yang terjadi untuk Q5 sebesar 173,9 m^3/dt, Q10 sebesar 195,8 m^3/dt, Q25 sebesar 234,6 m^3/dt, dan Q50 sebesar 258,8 m^3/dt. Kajian ini akan menggunakan hasil perhitungan debit rancangan Q50 pada titik Junction-2 atau terletak di titik Jembatan Bukit Datuk untuk simulasi hidrolika dipembahasan pada sub bab berikutnya. Tabel hasil simulasi HEC-HMS dan Gambar hidrograf banjir pada titik Junction-2 dapat dilihat pada Tabel 11.20 dan Gambar 11.14.

Tabel 11.20. Hasil Simulasi Banjir DAS Dumai

Waktu	Jam ke-	Debit			
		Q5 (m³/dt)	Q10 (m³/dt)	Q25 (m³/dt)	Q50 (m³/dt)
0:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
1:00	1	0.00	0.00	0.00	0.00
2:00	2	0.10	0.20	0.20	0.20
3:00	3	1.40	1.60	1.90	2.10
4:00	4	6.30	7.20	8.80	9.80
5:00	5	27.20	30.80	37.40	41.60
6:00	6	61.90	69.50	83.10	91.50
7:00	7	91.50	102.30	121.50	133.40
8:00	8	109.90	122.80	145.70	159.90
9:00	9	123.60	138.40	164.60	180.80
10:00	10	136.40	153.00	182.50	200.80
11:00	11	148.60	167.10	199.80	220.10
12:00	12	160.20	180.20	215.90	238.00
13:00	13	169.30	190.60	228.40	251.90
14:00	14	**173.90**	**195.80**	**234.60**	**258.80**
15:00	15	172.60	194.40	232.80	256.70
16:00	16	165.60	186.40	223.10	246.00
17:00	17	153.90	173.20	207.20	228.30
18:00	18	139.00	156.30	186.90	205.90
19:00	19	122.40	137.60	164.40	181.10
20:00	20	105.50	118.50	141.60	155.90
21:00	21	89.20	100.20	119.70	131.70
22:00	22	74.20	83.40	99.50	109.60
23:00	23	61.00	68.50	81.70	89.90
0:00	24	49.50	55.60	66.30	73.00
1:00	25	39.80	44.70	53.30	58.60
2:00	26	31.70	35.70	42.50	46.80
3:00	27	25.10	28.20	33.70	37.00
4:00	28	19.80	22.20	26.50	29.20
5:00	29	15.50	17.40	20.80	22.90
6:00	30	12.10	13.60	16.20	17.90
7:00	31	9.50	10.60	12.70	13.90
8:00	32	7.30	8.20	9.80	10.80
9:00	33	5.70	6.40	7.60	8.40
10:00	34	4.40	4.90	5.90	6.50
11:00	35	3.40	3.80	4.50	5.00
12:00	36	2.60	2.90	3.50	3.80
13:00	37	2.00	2.30	2.70	2.90
14:00	38	1.50	1.70	2.10	2.30
15:00	39	1.20	1.30	1.60	1.80
16:00	40	0.90	1.00	1.20	1.30
17:00	41	0.70	0.80	0.90	1.00
18:00	42	0.50	0.60	0.70	0.80
19:00	43	0.40	0.50	0.60	0.60
20:00	44	0.30	0.40	0.40	0.50
21:00	45	0.30	0.30	0.30	0.40
22:00	46	0.20	0.20	0.30	0.30
23:00	47	0.20	0.20	0.20	0.20
0:00	48	0.10	0.10	0.20	0.20

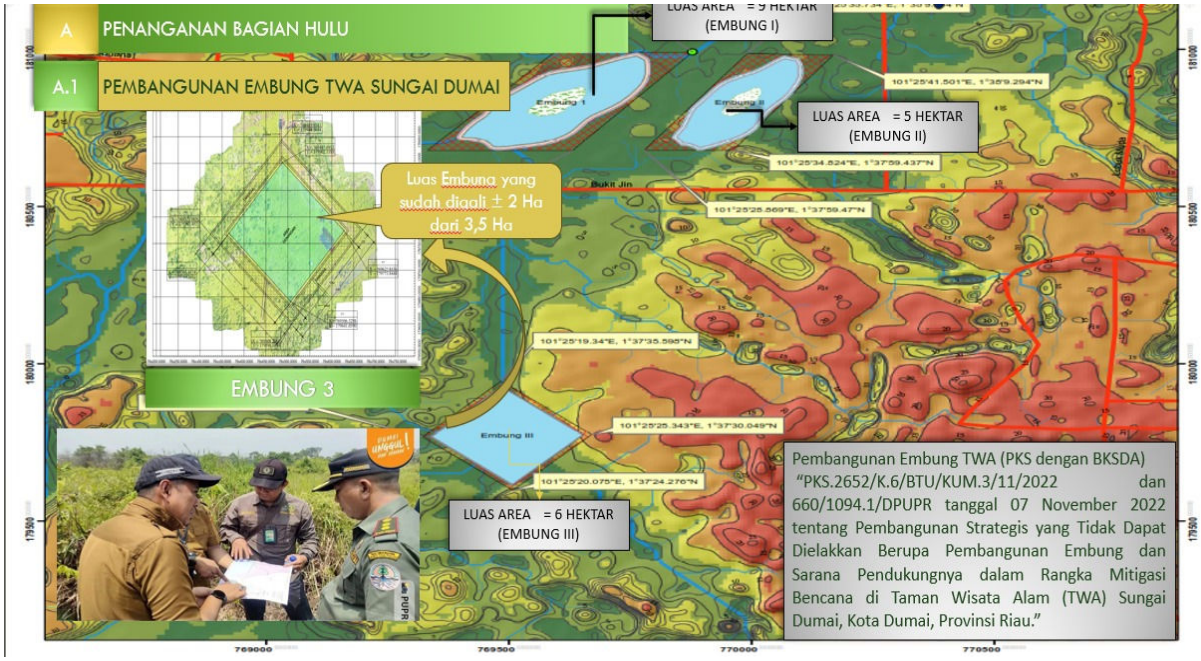
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)



Gambar 11.14. Hidrograf Banjir Rancangan Hilir Sungai Dumai (Junction-2)
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Dalam menghadapi kondisi banjir di Kota Dumai yang sering terjadi, maka telah direncanakan berbagai cara untuk mengatasi permasalahan tersebut. Beberapa sumber menunjukkan beberapa rencana pembangunan embung dengan lokasi, luasan, maupun kapasitas rencana embung tersebut. Embung yang di rencanakan terdiri dari Embung Bunga Tujuh dengan luas genangan sebesar ±119 ha dan kapasitas 3,57 juta m^3. Selain itu terdapat 3 embung dengan luas 9 ha, 5 ha, dan 6 ha di sekitar Jl. Abdul Rab Khan. Rencana embung yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 11.15

Gambar 11.15. Rencana Embung Bunga Tujuh



Gambar 11.16. Rencana Embung Sekitar Jl. Abdul Rab Khan

Perencanaan embung diharapkan dapat mengurangi jumlah debit yang akan melintasi Sungai Dumai khususnya setelah Jembatan Bukit Datuk karena merupakan daerah yang sering terjadi banjir dan rob. Simulasi hidrologi dicoba untuk melihat seberapa besar kemampuan beberapa rencana embung yang akan dibangun. Simulasi dilakukan dengan memberi beberapa data input seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.21.

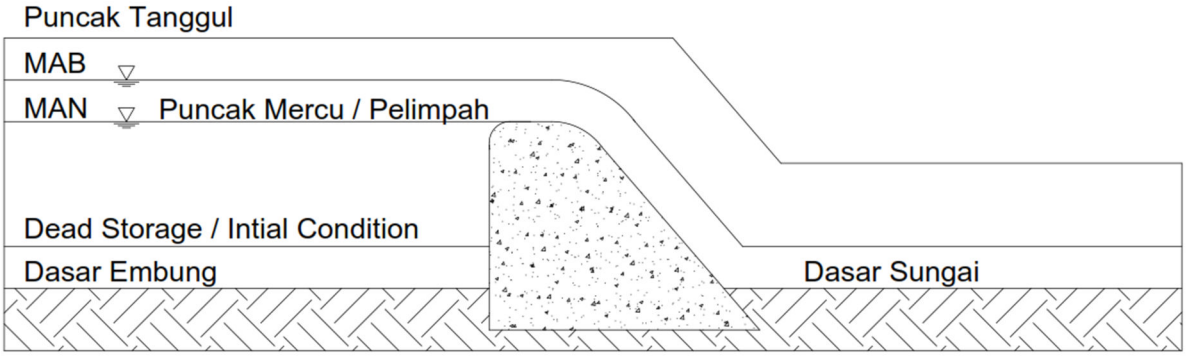
Tabel 11.21. Data Karakteristik Embung Rencana

Embung	Rencana Embung I & II	Rencana Embung III	Rencana Embung Bunga Tujuh
Elv. Puncak Tanggul Embung (mdpl)	2,50	2,50	5,00
Elv. Puncak Mercu Bendung (mdpl)	1,00	1,00	2,50
Elv. Dasar Embung (mdpl)	-1,00	-1,00	-1,00
Kedalaman Embung (m)	2,00	2,00	3,50
Kedalaman Death Storage (m)	0,50	0,50	0,50
Kedalaman Efektif (m)	1,50	1,50	3,00
Luas Genangan (ha)	14	6	119
Volume (m^3)	210	90	3.570.000

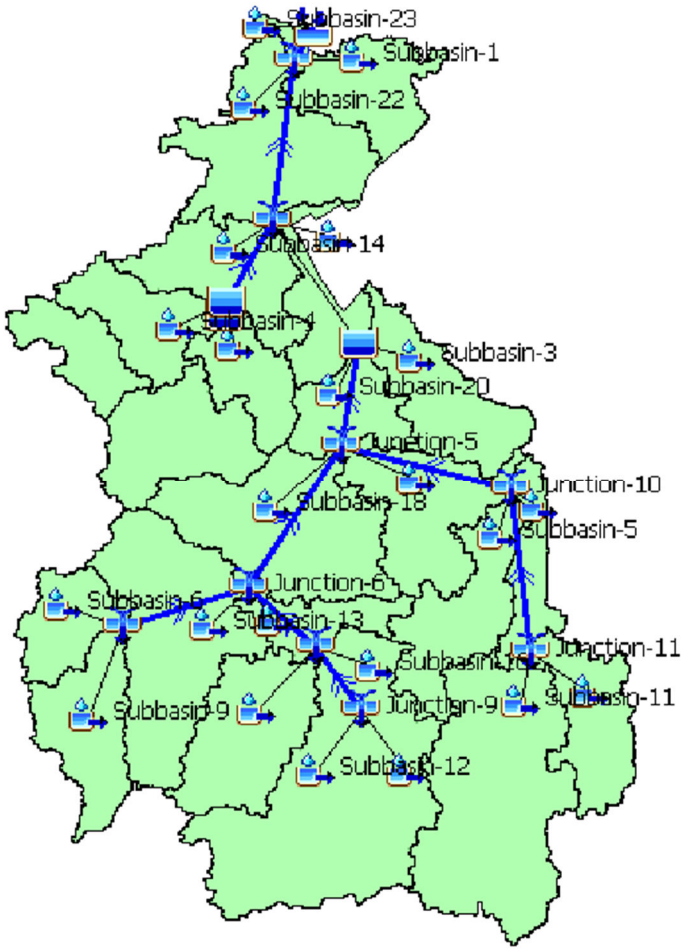
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Pada kondisi embung disimulasikan dalam bentuk reservoir dalam Analisis menggunakan HEC-HMS. Untuk jenis mercu menggunakan Ogee dan tampungan dianggap datar dari atas tanggul hingga dasar embung. Kontrol debit akan dilakukan dengan melihat inflow dan outflow dari setiap embung, serta kontrol debit pada Junction-02. Dalam simulasi ini menerapkan opersional embung dengan keadaan tampungan dalam keadaan kosong, atau air dalam

tampungan embung ketika belum terjadi hujan berada di elevasi dead storage atau initial condition seperti skema pada Gambar 11.17. Hal tersebut berlaku untuk semua embung tang direncanakan. Beberapa tahapan dan hasil dari simulasi pengaruh dari rencana pembuatan embung di kawasan DAS Dumai.



Gambar 11.17. Skema Kondisi Awal Tampungan Embung
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)



Gambar 11.18. Simulasi Pengaruh Embung Rencana Terhadap Debit Banjir Sungai Dumai

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Tabel 11.22. Hasil Simulasi Banjir DAS Dumai

Embung	Inflow (m^3/s)				Outflow (m^3/s)			
	Q5th	Q10th	Q25th	Q50th	Q5th	Q10th	Q25th	Q50th
Rencana Embung I & II	45,60	51,00	60,40	66,30	42,50	48,30	58,10	64,00
Rencana Embung III	3,50	3,90	4,70	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Rencana Embung Bunga Tujuh	170,80	192,70	231,60	255,80	67,60	89,60	128,90	152,90
Junction-02	79,40	105,00	151,20	180,90	79,40	105,00	151,20	180,90

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

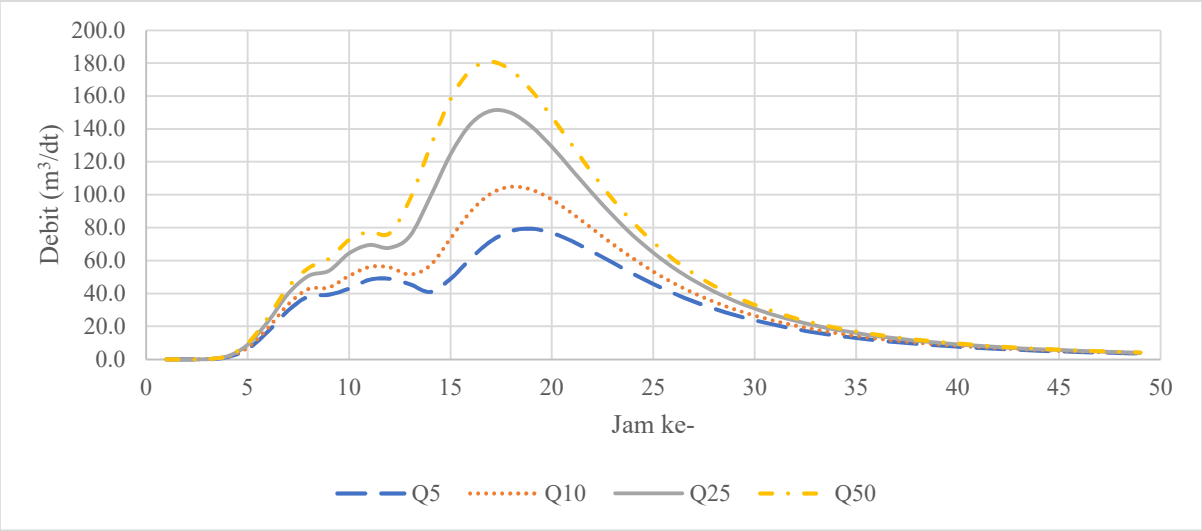
Simulasi pengaruh Pembangunan embung di DAS Dumai menunjukkan adanya reduksi debit yang dihasilkan. Pengaruh Pembangunan embung Bunga Tujuh sangat signifikan sekali dalam mengurangi jumlah debit yang mengalir pada Sungai Dumai. Usaha pembuatan Embung I, II, dan III cukup memberi dampak mereduksi debit yang terjadi terutama pada titik kontrol pada Junction-02 atau alur bagian hulu Jembatan Bukit Datuk. Hidrograf Banjir hasil simulasi dengan penambahan beberapa embung dapat dilihat pada Gambar 11.19.

Tabel 11.23. Hasil Simulasi Banjir Sungai Dumai Dengan Embung Rencana

Waktu	Jam ke-	Debit			
		Q5 (m^3/dt)	Q10 (m^3/dt)	Q25 (m^3/dt)	Q50 (m^3/dt)
0:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1:00	1	0.0	0.0	0.0	0.0
2:00	2	0.1	0.2	0.2	0.2
3:00	3	1.4	1.6	1.9	2.1
4:00	4	6.3	7.2	8.8	9.8
5:00	5	16.9	19.1	23.0	25.5
6:00	6	29.8	33.5	40.0	44.0
7:00	7	38.3	42.8	50.7	55.6
8:00	8	39.3	43.7	53.9	61.1
9:00	9	43.0	50.8	64.5	72.6
10:00	10	48.4	56.2	69.5	77.5
11:00	11	49.0	55.9	67.8	76.7
12:00	12	45.7	51.6	75.0	97.5
13:00	13	41.0	57.2	98.9	129.3
14:00	14	49.0	73.6	124.6	158.3
15:00	15	61.4	90.0	143.2	175.9
16:00	16	72.0	100.9	**151.2**	**180.9**
17:00	17	78.1	**105.0**	149.7	175.5
18:00	18	**79.4**	103.1	141.4	163.2
19:00	19	76.8	97.1	129.1	147.2
20:00	20	71.8	88.6	115.0	130.0
21:00	21	65.4	79.3	100.8	112.9
22:00	22	58.7	70.0	87.4	97.2
23:00	23	52.0	61.3	75.3	83.2
0:00	24	45.8	53.3	64.7	71.1
1:00	25	40.1	46.3	55.6	60.7
2:00	26	35.1	40.2	47.8	52.0
3:00	27	30.7	34.9	41.2	44.6

Waktu	Jam ke-	Debit			
		Q5 (m^3/dt)	Q10 (m^3/dt)	Q25 (m^3/dt)	Q50 (m^3/dt)
4:00	28	26.9	30.4	35.5	38.3
5:00	29	23.7	26.6	30.8	33.1
6:00	30	20.9	23.3	26.8	28.7
7:00	31	18.4	20.5	23.4	25.0
8:00	32	16.3	18.1	20.5	21.9
9:00	33	14.5	16.0	18.1	19.2
10:00	34	13.0	14.2	16.0	17.0
11:00	35	11.6	12.7	14.2	15.0
12:00	36	10.4	11.3	12.7	13.4
13:00	37	9.4	10.2	11.3	11.9
14:00	38	8.5	9.2	10.2	10.7
15:00	39	7.7	8.3	9.1	9.6
16:00	40	7.0	7.5	8.3	8.7
17:00	41	6.4	6.8	7.5	7.8
18:00	42	5.8	6.2	6.8	7.1
19:00	43	5.3	5.7	6.2	6.5
20:00	44	4.9	5.2	5.7	5.9
21:00	45	4.5	4.8	5.2	5.4
22:00	46	4.2	4.4	4.8	5.0
23:00	47	3.8	4.1	4.4	4.6
0:00	48	3.6	3.8	4.1	4.2

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)



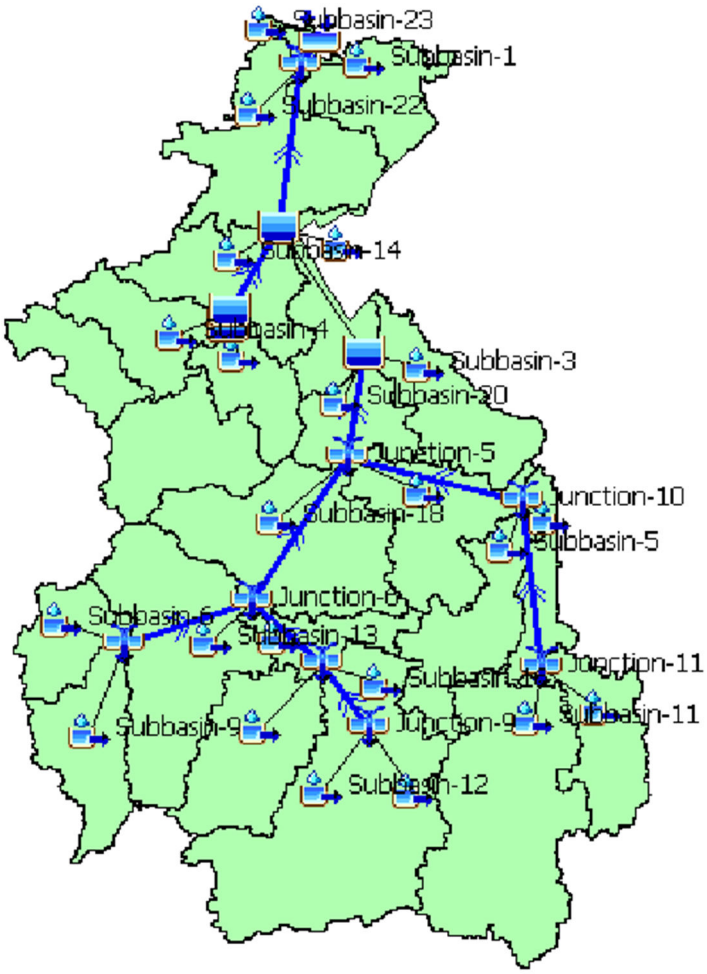
Gambar 11.19. Hidrograf Banjir Sungai Dumai Dengan Rencana Embung (Junction-2)
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Jika debit banjir Q50th yang mengalir setelah Jembatan Bukit Datuk atau pada Junction-02 diharapkan mencapai ±110 m3/dt, maka dilakukan simulasi dengan membuat sebuah tampungan atau reservoir atau dalam hal ini merencanakan embung dengan kapasitas yang mampu mereduksi debit banjir tersebut. Pada simulasi HEC-HMS direncanakan penambahan embung yang berada di alur sebelum Jembatan Bukit Datuk dengan kedalaman efektif sebesar 2 m dan volume tampungan sebesar 2,6jt m^3, serta Junction-02 dirubah menjadi reservoir dengan nama Rencana Embung Bukit Datuk. Tahapan dan hasil simulasi dapat dilihat pada beberapa tabel dan gambar berikut.

Tabel 11.24. Data Karakteristik Embung Rencana Tambahan

Embung	Rencana Embung I & II	Rencana Embung III	Rencana Embung Bunga Tujuh	Rencana Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk
Elv, Puncak Tanggul Embung (mdpl)	2,50	2,50	5,00	3,50
Elv, Puncak Mercu Bendung (mdpl)	1,00	1,00	2,50	1,50
Elv, Dasar Embung (mdpl)	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Kedalaman Embung (m)	2,00	2,00	3,50	2,50
Kedalaman Death Storage (m)	0,50	0,50	0,50	0,50
Kedalaman Efektif (m)	1,50	1,50	3,00	2,00
Luas Genangan (ha)	14,0	6,0	119,0	130,0
Volume (m^3)	210	90	3.570.000	2.600.000

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)



Gambar 11.20. Simulasi Embung Rencana Sungai Dumai
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Tabel 11.25. Hasil Simulasi Penambahan Embung Untuk Reduksi Debit Banjir Sungai Dumai

Embung	Inflow (m^3/s)				Outflow (m^3/s)			
	Q5	Q10	Q25	Q50	Q5	Q10	Q25	Q50
Rencana Embung I & II	45,6	51,0	60,4	66,3	42,5	48,3	58,1	64,0
Rencana Embung III	3,5	3,9	4,7	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Rencana Embung Bunga Tujuh	170,8	192,7	231,6	255,8	67,6	89,6	128,9	152,9
Rencana Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk	79,4	105,0	151,2	180,9	28,7	47,5	85,0	109,7

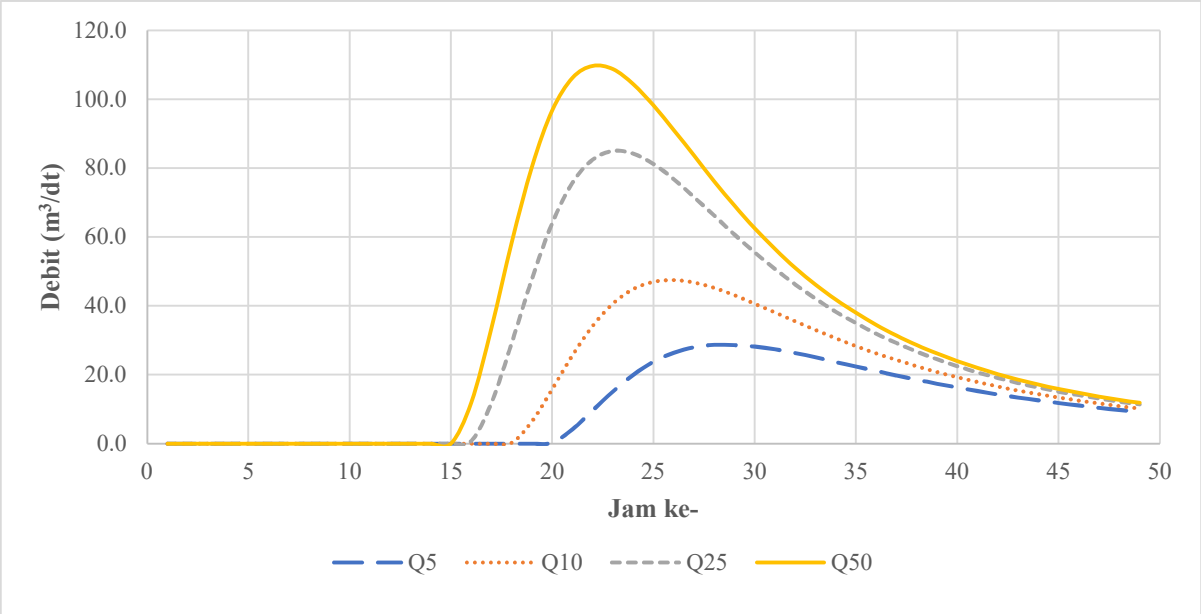
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kapasitas penambahan embung untuk mereduksi debit banjir Sungai Dumai hingga ±110 m^3/dt di lokasi sebelum Jembatan Bukit Datuk maka perlu luasan dan kapasitas tampungan seperti ditunjukkan pada Tabel 1.24. Hidrograf banjir Sungai Dumai yang keluar atau outflow pada Rencana Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk dapat dilihat pada Tabel 11.26 dan Gambar 11.21.

Tabel 11.26. Hasil Simulasi Banjir DAS Dumai Dengan Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk

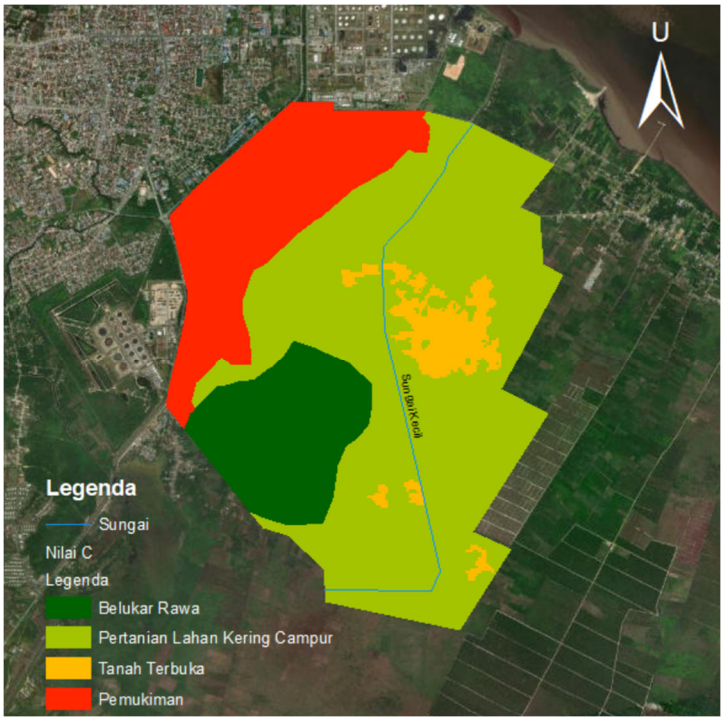
Waktu	Jam ke-	Debit			
		Q5 (m^3/dt)	Q10 (m^3/dt)	Q25 (m^3/dt)	Q50 (m^3/dt)
0:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1:00	1	0.0	0.0	0.0	0.0
2:00	2	0.0	0.0	0.0	0.0
3:00	3	0.0	0.0	0.0	0.0
4:00	4	0.0	0.0	0.0	0.0
5:00	5	0.0	0.0	0.0	0.0
6:00	6	0.0	0.0	0.0	0.0
7:00	7	0.0	0.0	0.0	0.0
8:00	8	0.0	0.0	0.0	0.0
9:00	9	0.0	0.0	0.0	0.0
10:00	10	0.0	0.0	0.0	0.0
11:00	11	0.0	0.0	0.0	0.0
12:00	12	0.0	0.0	0.0	0.0
13:00	13	0.0	0.0	0.0	0.0
14:00	14	0.0	0.0	0.0	0.1
15:00	15	0.0	0.0	0.8	12.0
16:00	16	0.0	0.0	11.9	33.6
17:00	17	0.0	0.3	29.3	58.4
18:00	18	0.0	6.5	47.9	80.6
19:00	19	0.3	15.9	64.1	96.8
20:00	20	4.2	25.7	75.8	106.2
21:00	21	9.7	34.2	82.5	**109.7**
22:00	22	15.2	40.7	**85.0**	108.7
23:00	23	20.0	44.9	84.2	104.4
0:00	24	23.8	47.0	81.2	98.2
1:00	25	26.4	**47.5**	76.8	91.1
2:00	26	28.0	46.8	71.6	83.6
3:00	27	28.7	45.2	66.2	76.1
4:00	28	**28.7**	43.1	60.7	69.1
5:00	29	28.2	40.6	55.5	62.5
6:00	30	27.4	38.1	50.7	56.5
7:00	31	26.3	35.5	46.2	51.0
8:00	32	25.1	33.0	42.1	46.2
9:00	33	23.7	30.6	38.3	41.8
10:00	34	22.4	28.3	35.0	38.0
11:00	35	21.1	26.2	31.9	34.5
12:00	36	19.8	24.3	29.2	31.4
13:00	37	18.6	22.5	26.7	28.6
14:00	38	17.4	20.8	24.5	26.2
15:00	39	16.3	19.3	22.5	24.0
16:00	40	15.3	17.9	20.7	22.0
17:00	41	14.3	16.6	19.1	20.2
18:00	42	13.4	15.4	17.6	18.6
19:00	43	12.6	14.4	16.3	17.2
20:00	44	11.8	13.4	15.1	15.9
21:00	45	11.1	12.5	14.1	14.8
22:00	46	10.4	11.7	13.1	13.7
23:00	47	9.8	10.9	12.2	12.7
0:00	48	9.2	10.2	11.4	11.9

(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)



Gambar 11.21. Hidrograf Banjir Sungai Dumai (Rencana Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk)
(Sumber: Analisis Konsultan, 2024)

Selain banjir di alur Sungai Dumai, terdapat Lokasi yang juga terjadi banjir yaitu di Kawasan Kota Dumai bagian Timur dengan output yang mengarah ke Sungai Kecil. Luasan Cathment Area (CA) dari Sungai Kecil sebesar 21,25 km^2. Terdiri dari beberapa tata guna lahan yang dapat dilihat pada Gambar 11.22.



Gambar 11.22. Tata Guna Lahan CA Sungai Kecil

Dari tata guna lahan tersebut, terdapat nilai koefisien pengaliran (C) yang mewakili setiap tata guna lahan. Nilai C rata-rata dari luas CA sebesar 0,23 yang dapat dilihat pada Tabel 11.27. Panjang Lintasan Sungai sebesar 7,26 km serta kemiringan saluran sebesar 0,001. Debit banjir yang ditimbulkan dari kondisi lahan di CA Sungai Kecil dengan hujan kala ulang 10 tahun (P10th) dihasilkan debit banjir puncak sebesar 23,93 m^3/dt dan diuraikan perhitungan debit seperti pada Tabel 11.28. dan 11.29.

Tabel 11.27. Nilai C Tata Guna Lahan CA Sungai Kecil

No.	Tata Guna Lahan	Luas (km^2)	C	C_{kum}
1	Pemukiman	4.45	0.75	0.16
2	Tanah Terbuka	1.17	0.20	0.01
3	Pertanian Lahan Kering Campur	12.59	0.10	0.06
4	Belukar Rawa	3.04	0.05	0.01
Total		21.25	**Rata-rata**	0.23

Tabel 11.28. Variabel Pehitungan Debit Puncak CA Sungai Kecil

S	L (km)	tc (jam)	A (km^2)	C_{rata2}
0.001	7.26	4.36	21.25	0.23

Tabel 11.29. Perhitungan Debit Puncak CA Sungai Kecil

P (mm)			I (mm/jam)			Q (m^3/dt)		
2th	5th	10th	2th	5th	10th	2th	5th	10th
98.92	120.15	133.01	12.85	15.61	17.28	17.80	21.62	23.93

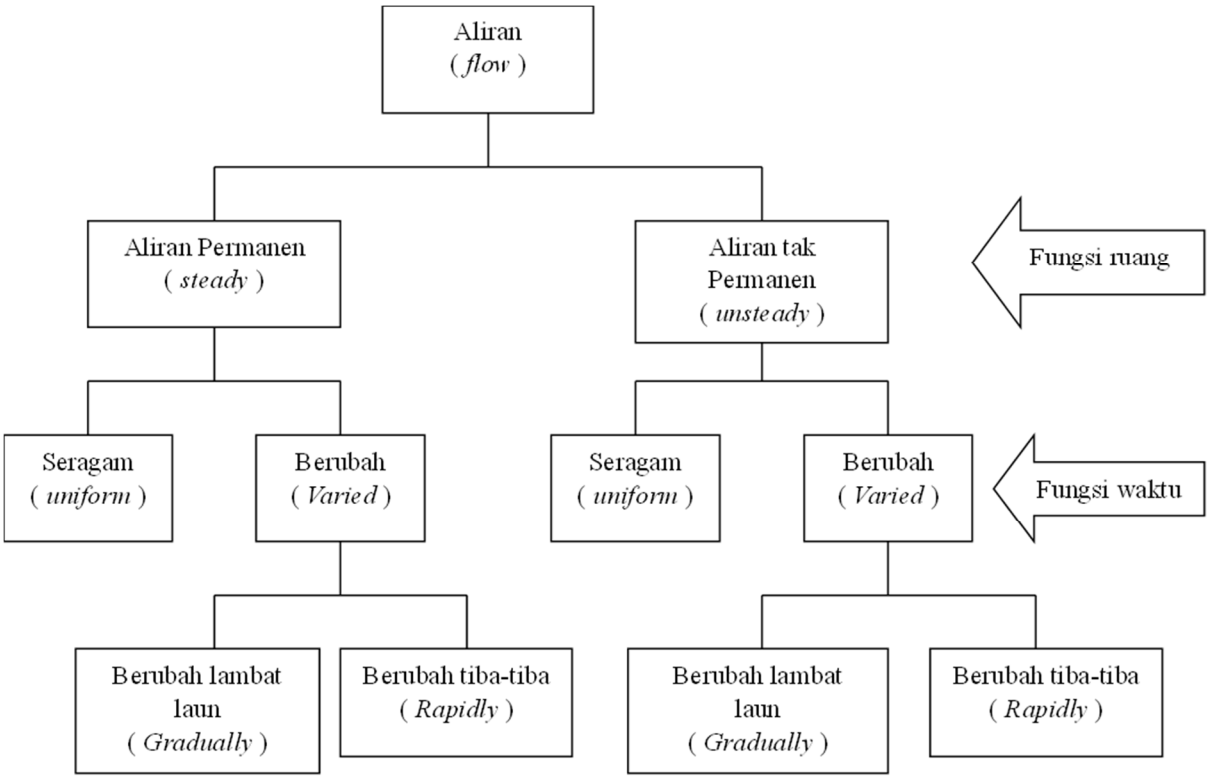
BAB 12
ANALISIS HIDROLIKA

12.1 KRITERIA HIDROLIKA

12.1.1 ALIRAN

Aliran dalam suatu saluran yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*).

Aliran permukaan bebas dapat diklasifikasikan menjadi berbagai tipe tergantung kriteria yang digunakan. Jika berdasarkan fungsi kedalaman dan/ atau kecepatan mengikuti fungsi waktu, maka aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*). Sedangkan jika bedasarkan fungsi ruang, maka aliran dibedakan menjadi aliran seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non-uniform*).



Gambar 12.1. Klasifikasi Aliran pada Saluran Terbuka

12.1.1.1 ALIRAN PERMANEN DAN TIDAK PERMANEN

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut aliran permanen atau tunak (*steady flow*), jika kecepatannya pada suatu lokasi tertentu berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut aliran tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*).

12.1.1.2 ALIRAN SERAGAM DAN BERUBAH

Jika kecepatan aliran pada suatu waktu tertentu tidak berubah sepanjang saluran yang ditinjau, maka alirannya disebut aliran seragam (*uniform flow*). Namun jika kecepatan aliran pada saat tertentu berubah terhadap jarak, maka alirannya disebut aliran aliran tidak seragam atau aliran berubah (*non uniform flow or varied flow*).

Berdasarkan laju perubahan terhadap jarak, maka aliran dapat diklasifikasikan menjadi aliran berubah lambat laun (*gradually varied flow*) atau aliran berubah tiba-tiba (*rapidly varied flow*).

12.1.1.3 ALIRAN LAMINER DAN TURBULEN

Jika partikel zat cair yang bergerak mengikuti alur tertentu dan aliran tampak seperti serat-serat tipis yang paralel, maka aliran tersebut disebut laminer. Sebaliknya, jika partikel zat cair bergerak mengikuti alur yang tidak beraturan, baik ditinjau terhadap ruang dan waktu maka aliran tersebut disebut aliran turbulen.

Faktor yang menentukan keadaan aliran adalah pengaruh relatif antara gaya kekentalan (viskositas) dan gaya inersia. Jika viskositas yang dominan maka alirannya laminer, sedangkan jika gaya inersia yang dominan, maka alirannya turbulen.

12.1.1.4 ALIRAN SUBKRITIS, KRITIS, DAN SUPERKRITIS

Aliran dikatakan kritis apabilan kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi. jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut subkritis, sedangkan jika kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut superkritis.

12.1.2 PERENCANAAN SALURAN

12.1.2.1 ALINYEMEN SALURAN

Pada ruas sungai yang belok-belokannya sangat tajam atau meander-nya sangat kritis, maka tanggul yang akan dibangun biasanya akan menjadi lebih panjang. Selain itu pada ruas sungai yang demikian, gerusan pada belokan luar sangat meningkat dan terjadi kerusakan tebing sungai yang akhirnya mengancam kaki tanggul. Sebaliknya pada belokan dalamnya terjadi pengendapan yang intensif pula.

Jadi alur sungai menjadi lebih panjang dan dapat mengganggu kelancaran aliran banjir. Guna mengurangi keadaan yang kurang menguntungkan tersebut, maka pada ruas sungai tersebut perlu dipertimbangkan pembuatan alur baru (sudetan), agar pada ruas tersebut alur sungai mendekati garis lurus dan lebih pendek (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985).

12.1.2.2 BENTUK PENAMPANG MELINTANG SALURAN

Ada beberapa bentuk penampang melintang saluran banjir yang umum dilaksanakan, yaitu penampang berganda, penampang tunggal trapesium, dan penampang tunggal persegi. Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewatkan debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Faktor yang terpenting dalam menentukan pilihan bentuk penampang saluran adalah pertimbangan ekonomi (Suripin, 2004).

12.1.3 PERENCANAAN KAPASITAS SALURAN DENGAN HEC-RAS

Dalam perencanaan kapasitas saluran digunakan program HEC-RAS (*Hydrologic Engineering System-River Analysis System*). HEC-RAS adalah sebuah sistem yang, didesain untuk penggunaan yang interaktif dalam lingkungan yang bermacam-macam. Ruang lingkup HEC-RAS adalah menghitung profil muka air dengan pemodelan aliran *steady* ataupun *unsteady*, serta penghitungan pengangkutan sedimen. Elemen yang paling penting dalam HEC-RAS adalah tersedianya geometri saluran, baik memanjang maupun melintang.

12.1.3.1 PROFIL MUKA AIR PADA ALIRAN STEADY

Dalam bagian ini HEC-RAS memodelkan suatu saluran dengan aliran steady berubah lambat laun. Sistem ini dapat mensimulasikan aliran pada seluruh jaringan saluran ataupun pada saluran tunggal tanpa percabangan, baik itu aliran kritis, subkritis, superkritis ataupun campuran sehingga didapat profil muka air yang diinginkan.

Konsep dasar dari perhitungan adalah menggunakan persamaan energi dan persamaan momentum. Kehilangan energi juga di perhitungkan dalam simulasi ini dengan menggunakan prinsip gesekan pada saluran, belokan serta perubahan penampang, baik akibat adanya jembatan, gorong-gorong ataupun bendung pada saluran atau sungai yang ditinjau.

12.1.3.2 PROFIL MUKA AIR PADA ALIRAN UNSTEADY

Pada sistem pemodelan ini, HEC-RAS mensimulasikan aliran unsteady pada jaringan saluran terbuka. Konsep dasarnya adalah persamaan aliran unsteady yang dikembangkan oleh Dr. Robert L. Barkau's UNET model (Barkau, 1992 dan HEC, 1999).

Pada awalnya aliran unsteady hanya di disain untuk memodelkan aliran subkritis, tetapi HEC-RAS versi 5.0.7 dapat juga untuk memodelkan aliran superkritis, kritis, subkritis ataupun campuran serta loncatan hidrolik. Selain itu penghitungan kehilangan energi pada gesekan saluran, belokan serta perubahan penampang juga diperhitungkan.

12.1.3.3 KONSEP PENGHITUNGAN PROFIL MUKA AIR DALAM HEC-RAS

Dalam HEC-RAS panampang sungai atau saluran ditentukan terlebih dahulu, kemudian luas penampang akan dihitung.

Untuk mendukung fungsi saluran sebagai penghantar aliran maka penampang saluran di bagi atas beberapa bagian. Pendekatan yang dilakukan HEC-RAS adalah membagi area penampang berdasarkan dari nilai n (koefisien kekasaran manning) sebagai dasar bagi pembagian penampang. setiap aliran yang terjadi pada bagian dihitung dengan menggunakan persamaan Manning :

$$Q = KS_f^{1/2} \qquad \text{dan} \qquad K = \frac{1,486}{n} AR^{2/3}$$

Dimana :

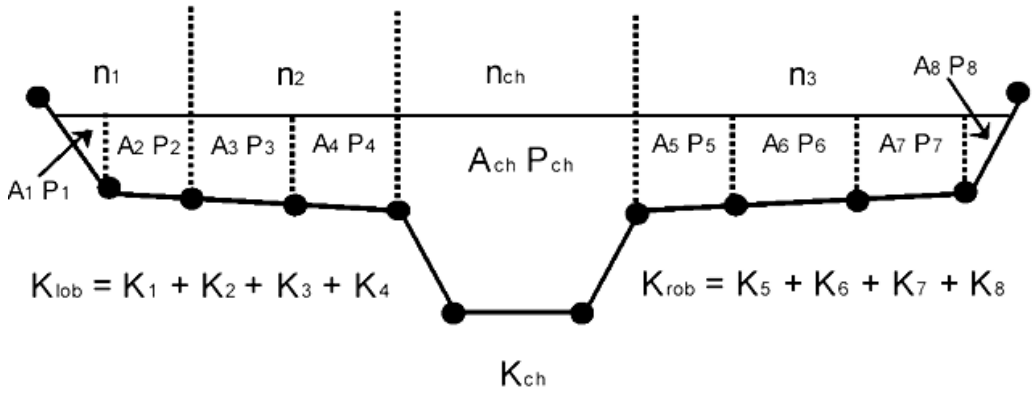
K = nilai pengantar aliran pada unit

n = koefisien kekasaran manning

A = luas bagian penampang

R = jari-jari hidrolik

Perhitungan nilai K dapat dihitung berdasarkan kekasaran manning yang dimiliki oleh bagian penampang tersebut seperti terlihat pada Gambar 12.2.



Gambar 12.2. Contoh Penampang Saluran dalam HEC-RAS

Setelah penampang ditentukan maka HEC-RAS akan menghitung profil muka air. Konsep dasar penghitungan profil permukaan air berdasarkan persamaan energi yaitu:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dimana :

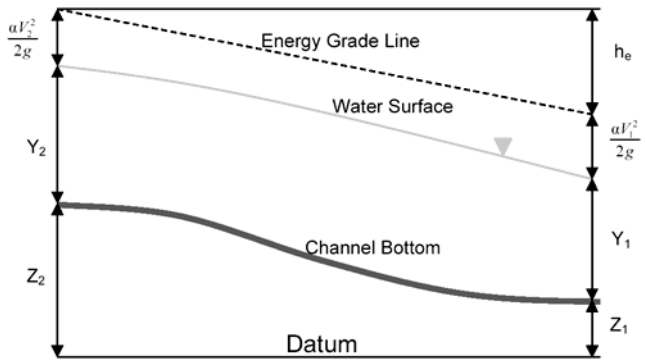
Z = fungsi titik diatas garis referensi

Y = fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran

α = koefisien kecepatan

he = energi head loss



Gambar 12.3. Contoh Penampang Saluran dalam HEC-RAS

Nilai he didapat dengan persamaan :

$$h_e = L\overline{S}_f + C\left|\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}\right|$$

Dimana :

L = jarak antara dua penampang

Sf = kemiringan aliran

C = koefisien kehilangan energi (penyempitan, pelebaran atau belokan)

Langkah berikutnya dalam perhitungan HEC-RAS adalah dengan mengasumsikan nilai muka air (*water surface*) pada penampang awal saluran (dalam hal ini penampang di hilir). Kemudian dengan menggunakan persamaan energi diatas maka profil muka air untuk semua penampang di saluran dapat di ketahui.

Dalam HEC-RAS panampang sungai atau saluran ditentukan terlebih dahulu, kemudian luas penampang akan dihitung.

Untuk mendukung fungsi saluran sebagai penghantar aliran maka penampang saluran di bagi atas beberapa bagian. Pendekatan yang dilakukan HEC-RAS adalah membagi area penampang berdasarkan dari nilai n (koefisien kekasaran manning) sebagai dasar bagi pembagian penampang. setiap aliran yang terjadi pada bagian dihitung dengan menggunakan persamaan Manning :

$$Q = \mathrm{KS}_f^{1/2} \qquad \text{dan} \qquad K = \frac{1{,}486}{n}\mathrm{AR}^{2/3}$$

Dimana :

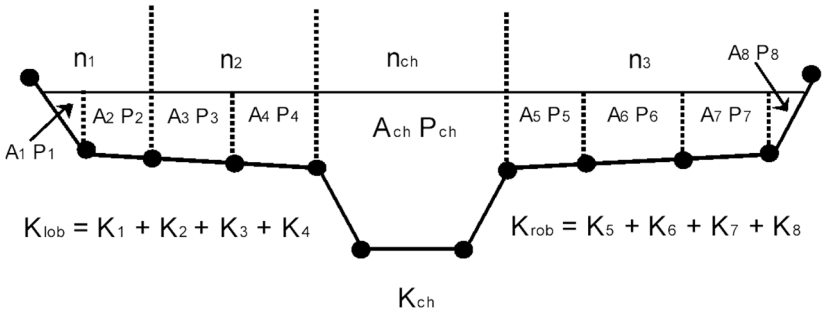
K = nilai pengantar aliran pada unit

n = koefisien kekasaran manning

A = luas bagian penampang

R = jari-jari hidrolik

Perhitungan nilai K dapat dihitung berdasarkan kekasaran manning yang dimiliki oleh bagian penampang tersebut seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 12.4. Contoh Penampang Saluran dalam HEC-RAS

Setelah penampang ditentukan maka HEC-RAS akan menghitung profil muka air. Konsep dasar penghitungan profil permukaan air berdasarkan persamaan energi yaitu:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2\mathrm{g}} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2\mathrm{g}} + h_e$$

Dimana :

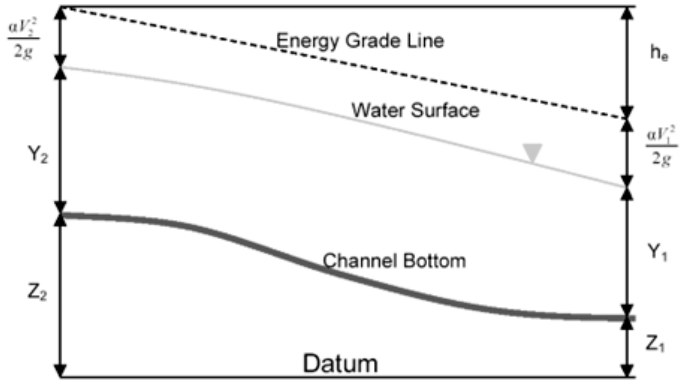
Z = fungsi titik diatas garis referensi

Y = fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran

α = koefisien kecepatan

he = energi head loss



Gambar 12.5. Penggambaran Persamaan Energi Pada Saluran Terbuka

Nilai he didapat dengan persamaan :

$$h_e = L\bar{S}_f + C\left|\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}\right|$$

Dimana :

L = jarak antara dua penampang

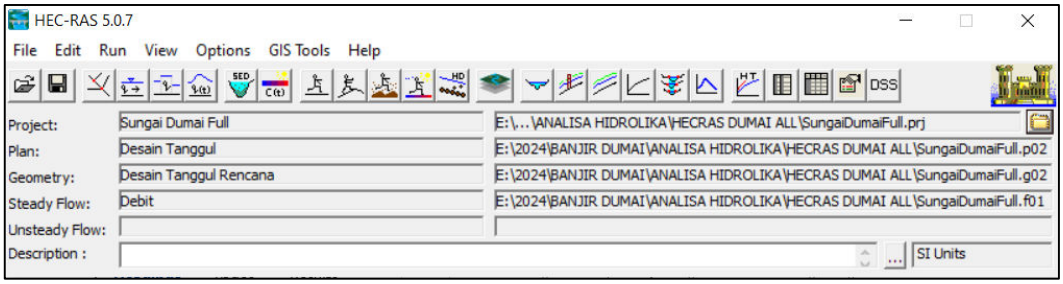
Sf = kemiringan aliran

C = koefisien kehilangan energi (penyempitan, pelebaran atau belokan)

Langkah berikutnya dalam perhitungan HEC-RAS adalah dengan mengasumsikan nilai muka air (water surface) pada penampang awal saluran (dalam hal ini penampang di hilir). Kemudian dengan menggunakan persamaan energi diatas maka profil muka air untuk semua penampang di saluran dapat di ketahui.

12.2 ANALISIS HIDROLIKA

Pemodelan aliran pada Sungai Dumai menggunakan aplikasi HECRAS, dengan tampilan sebagai berikut:

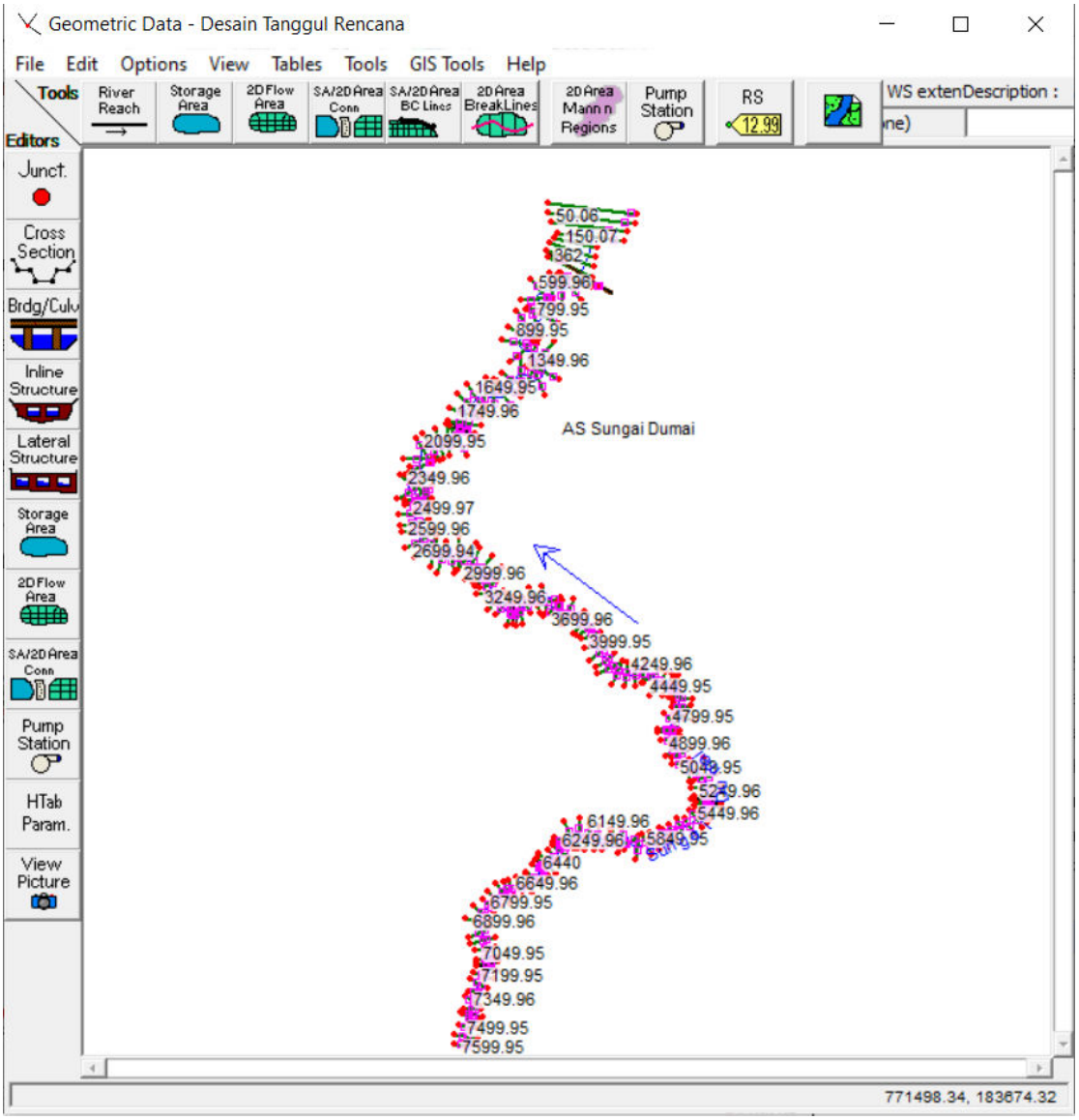


Gambar 12.6 Tampilan Depan Aplikasi HEC-RAS

12.2.1 DATA INPUT

Data input yang digunakan dalam analisa hidrolika ada 3 yaitu data debit sebagai boundary hulu, data topografi (pengukuran sungai) sebagai alinyemen serta geometri sungai, dan data pasut sebagai boundary hilir

12.2.1.1 DATA ALINYEMEN / GEOMETRI SUNGAI

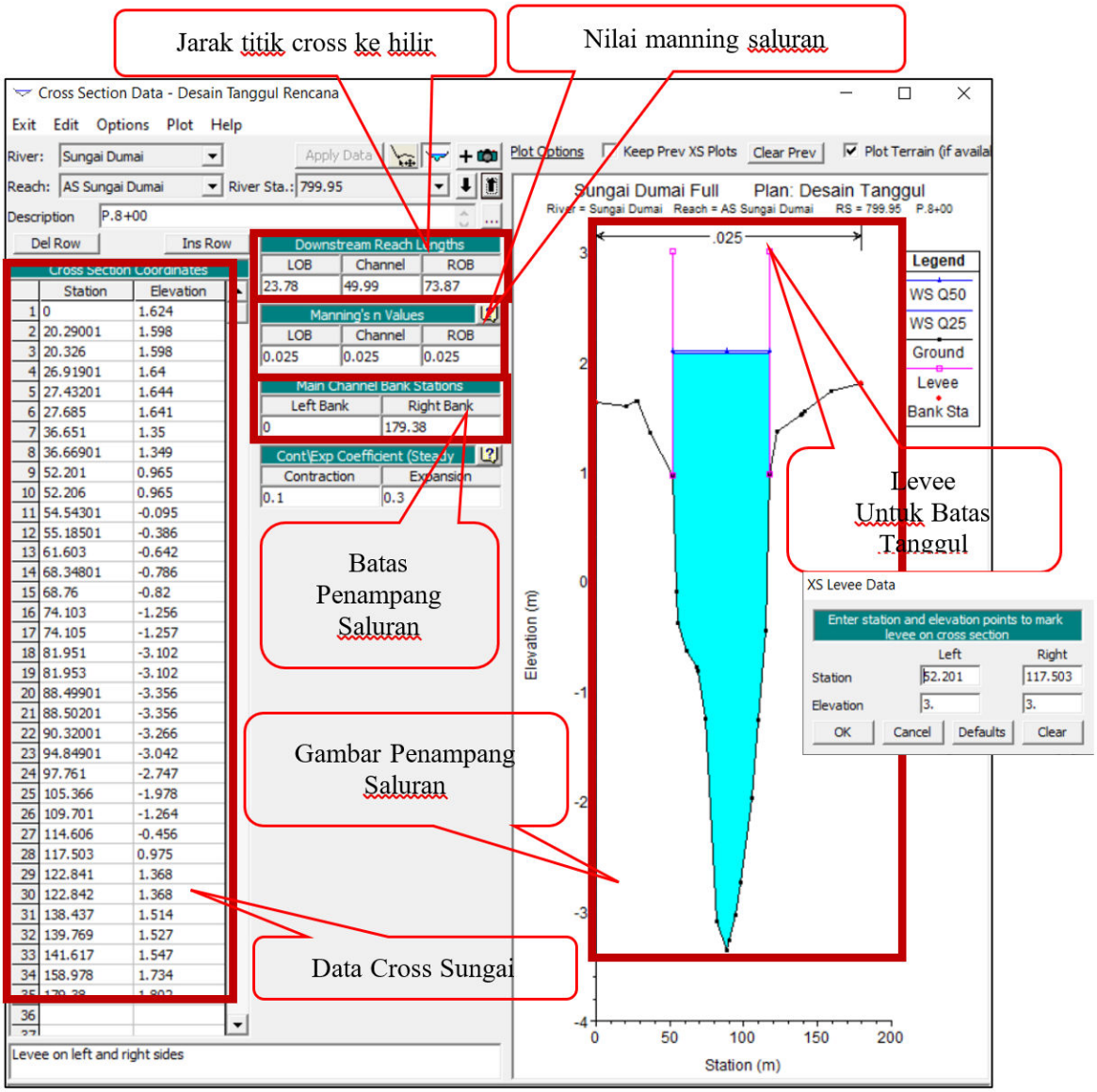


Gambar 12.7 Tampilan Alinyemen Geometri Sungai Dumai

Gambar 12.7 menunjukkan tampilan alinyemen sungai Sungai Dumai sesuai dengan data pengukuran topografi tahun 2024 yang telah dilakukan. Dari tampilan dapat diperlihatkan bentuk maupun kelokan sungai,serta dapat diidentifikasi lokasi hulu serta hilir sungai. Sesuai dengan ketentuan penulisan sta/cross section sungai dari hulu ke hilir yaitu dari sta tinggi (Sta 7600 / P. 76+00 menuju yang rendah (Sta 0 / P. 0+00).

12.2.1.2 DATA CROSS SECTION SUNGAI

Bentuk dari penampang harus sesuai dengan penampang melintang hasil pengukuran, sehingga harus melakukan input seluruh bagian cross ke dalam model simulasi sebagai contoh pada Gambar 12.8 berikut:



Gambar 12.8 Contoh Tampilan Input Data Cross Section

Selain input data cross pengukuran, yang harus diinputkan antara lain jarak antar cross (sisi kiri, tengah dan kanan), data nilai manning, serta data batas saluran / tanggul sesuai nilai manning.

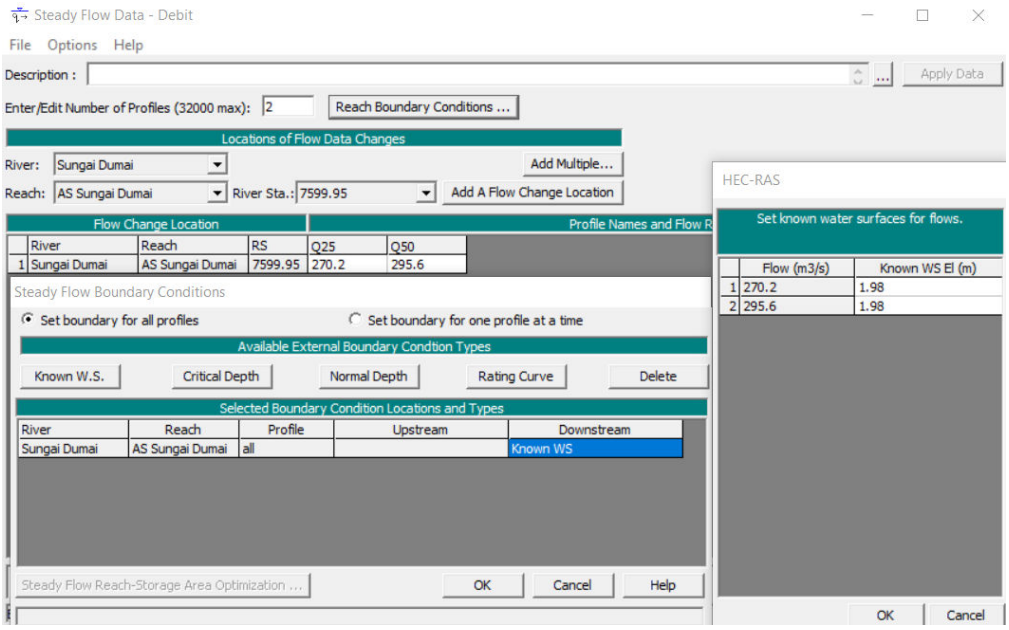
Tabel 12.1. Daftar Nilai Koefisien Manning Saluran

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. *Natural Streams*			
1. **Main Channels**			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy. deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150

Saluran pada sungai Dumai, masuk dalam kategori 1.a, sehingga nilai manning yang diambil adalah 0,025.

12.2.1.3 DATA BOUNDARY (HULU DAN HILIR)

Boundary yang dimaksudkan disini adalah batasan yang digunakan untuk melakukan analisa kebutuhan penampang pada model HEC-RAS. Boundary hulu dapat berupa debit banjir rencana dengan kala ulang tertentu, pada sungai Dumai ini, telah disepakati bersama bahwa debit kala ulang yang akan digunakan adalah debit banjir rencana 50 tahunan (258,8m³/dt), serta data pasut menggunakan data pasang tertinggi pada elevasi +1,98.



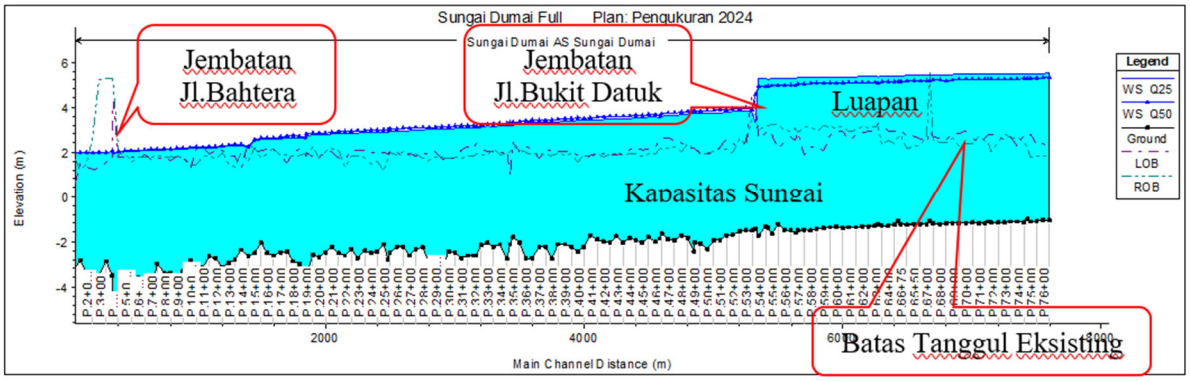
Gambar 12.9 Tampilan data input boundary hulu dan hilir

12.2.2 HASIL SIMULASI KONDISI EKSISTING

Hasil simulasi pada Sungai Dumai menunjukkan hampir sepanjang sungai mengalami luapan di sisi kanan dan kiri sungai dengan debit 50 tahunan, kecuali pada sisi hilir setelah jembatan Jl.Bahtera. Oleh karena itu diperlukan adanya tindakan agar sungai tidak meluap kesisi kanan dan kiri sungai.

Pada sisi Jembatan Datuk ke Hulu terlihat elevasi muka air yang tinggi, ini dikarenakan pada sisi hulu saluran relatif kecil dan memilik perbedaan yang signifikan dengan lebar penampang sungai pada Jembatan Bukit Datuk ke sisi hilir.

Indikasi dari saluran dengan lebar penampang yang kecil adalah saluran tersebut merupakan anak sungai dari Sungai Dumai. Berdasarkan identifikasi dari data DEMNAS jembatan Bukit Datuk merupakan lokasi titik temu antara 2 anak sungai. Akan tetapi pada kondisi di lapangan, pada lokasi tersebut tidak ditemukan anak sungai lain. Sehiingga sungai pada hulu jembatan bukut datuk masuk dalam kategori sungai utama.



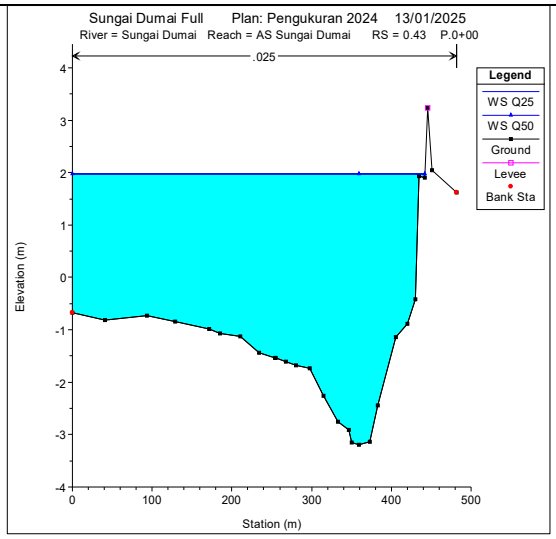
Gambar 12.10 Profil Memanjang Sungai Dumai Kondisi Eksisting (Pengukuran 2024)

Berdasarkan hasil simulasi dengan debit banjir rencana kala ulang 50 tahunan, sebagian besar lokasi mengalami luapan. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Dumai tidak mampu untuk menampung debit banjir 50 tahunan sebesar 258,8 m³/dt.

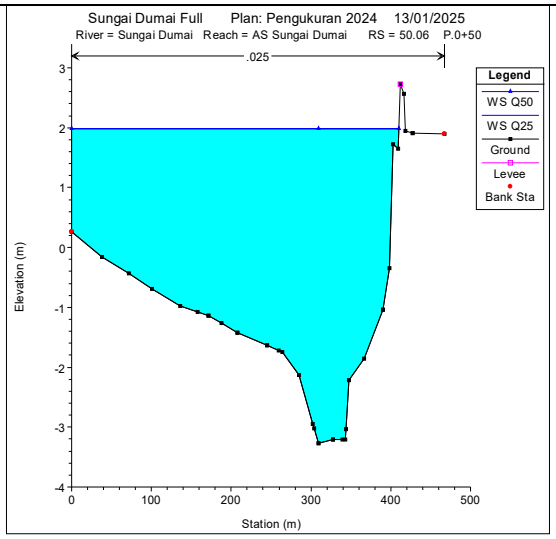
Pada Sungai DumaI terdapat 11 jembatan yang melintang sungai Dumai yaitu Jembatan Bahtera (P. 3+60), Jembatan Syech Umar (P. 18+45), Jembatan Simpang Tetap (P. 24+84), Jembatan Hasanuddin (P. 31+66), Jembatan Ahmad Yani (P. 34+25), Jembatan Pangeran Diponegoro (P. 45+89), Jembatan Bukit Datuk (P. 53+26), Jembatan Bumi Ayu (P. 62+72), Jembatan Budi Utomo (P. 64+29), Jembatan Gn Merbabu (P. 71+24) dan Jembatan Gn Slamet (P. 74+30).

Rekomendasi yang disarankan untuk penangan luapan pada saluran adalah dengan membuat tanggul serta meninggikan dan melebarkan jembatan.

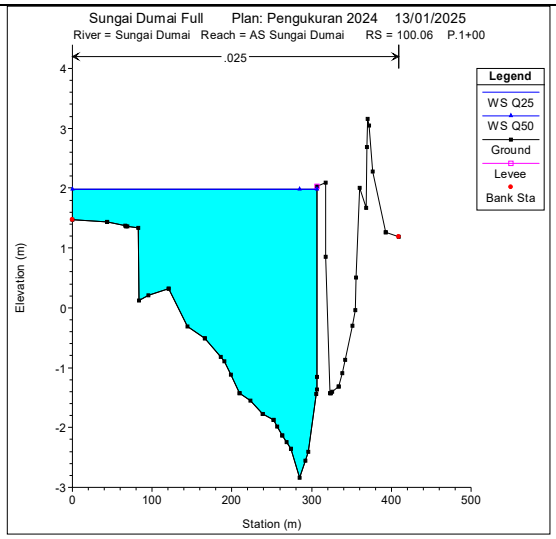
Tabel 12.2. Hasil Simulasi Kondisi Eksisting



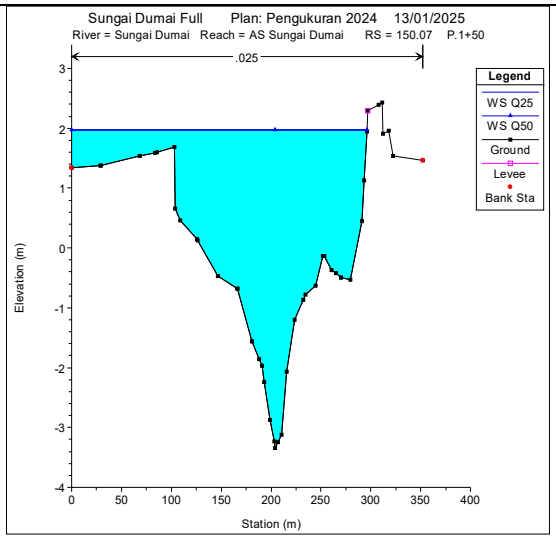
P. 0+00



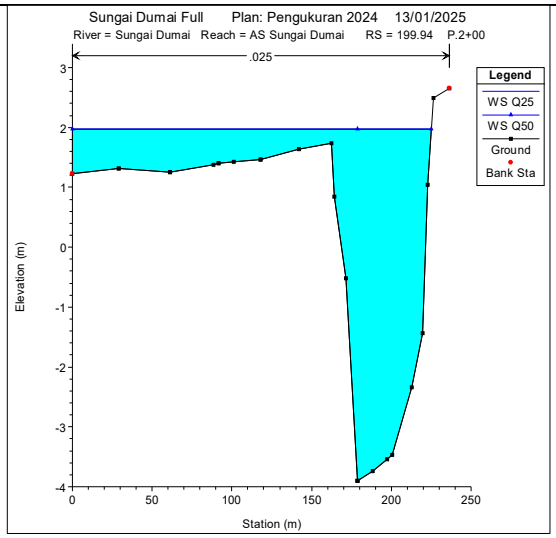
P. 0+50



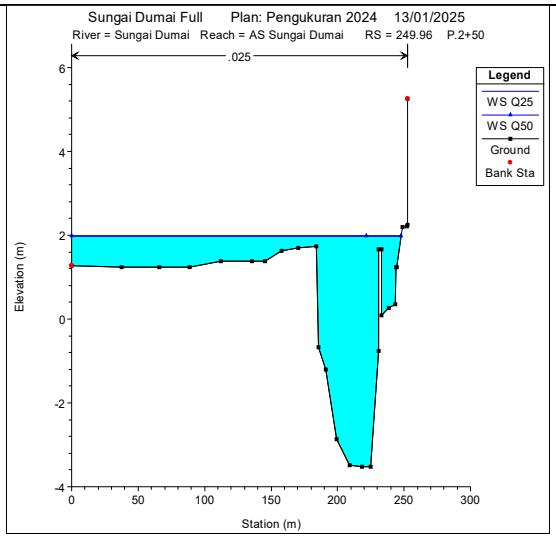
P. 1+00



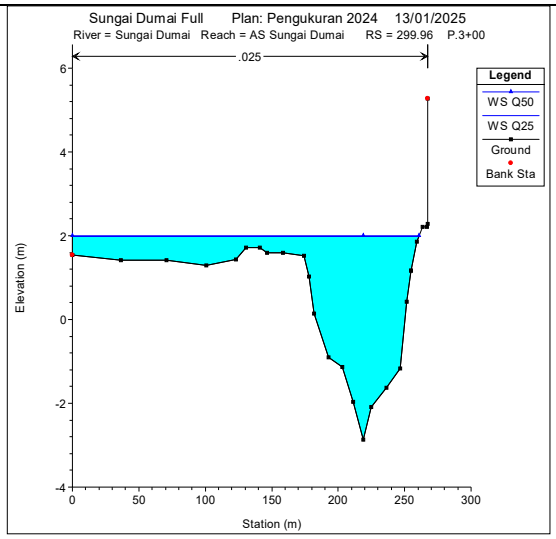
P.1+50



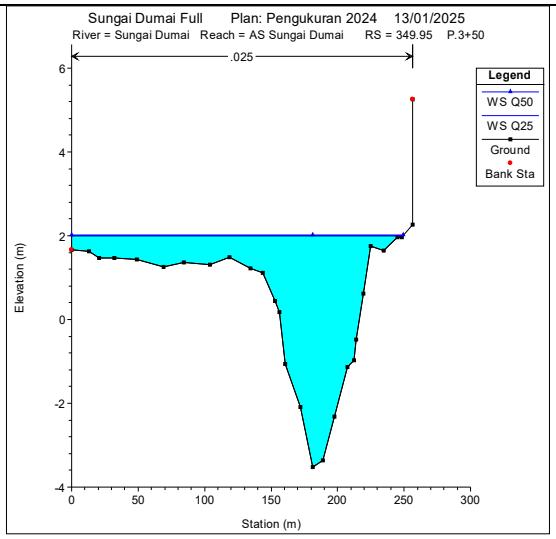
P. 2+00



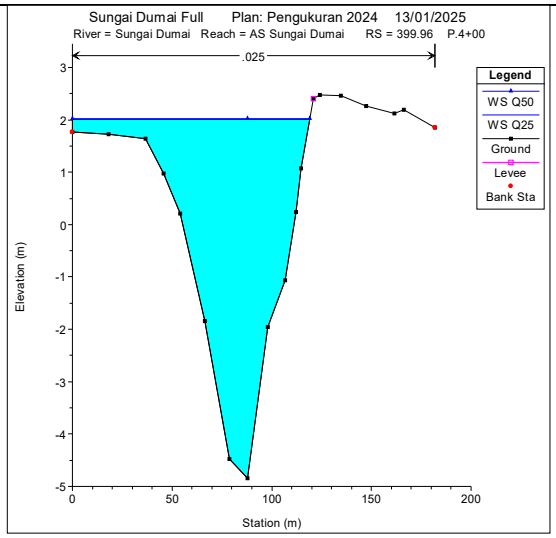
P. 2+50



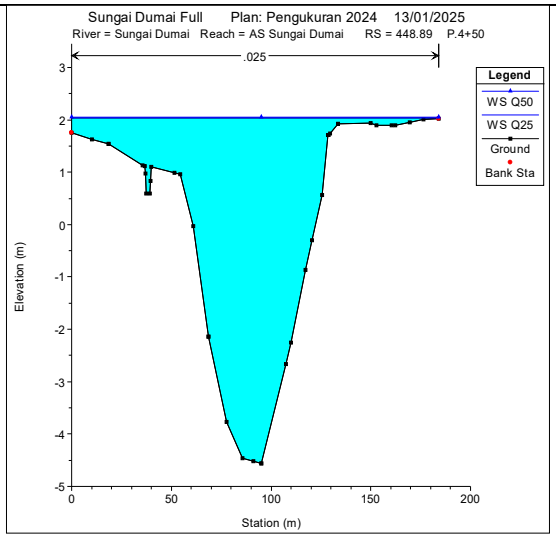
P. 3+00



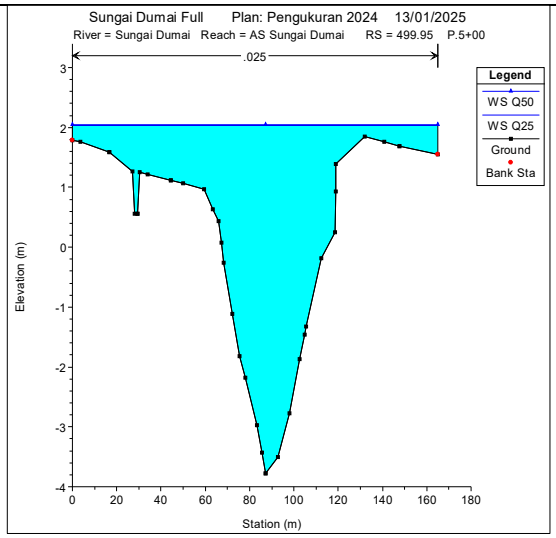
P. 3+50



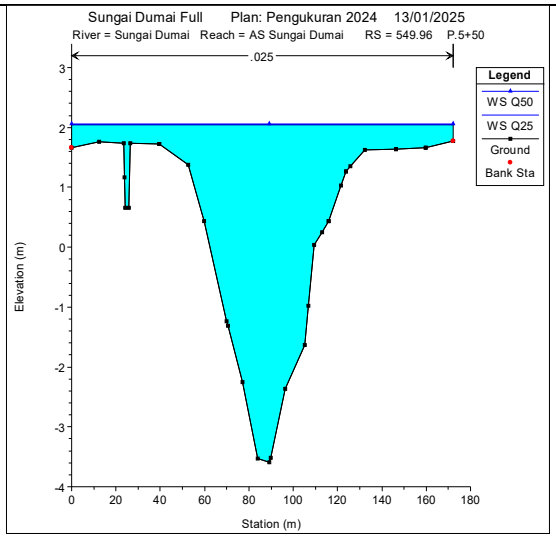
P.4+00



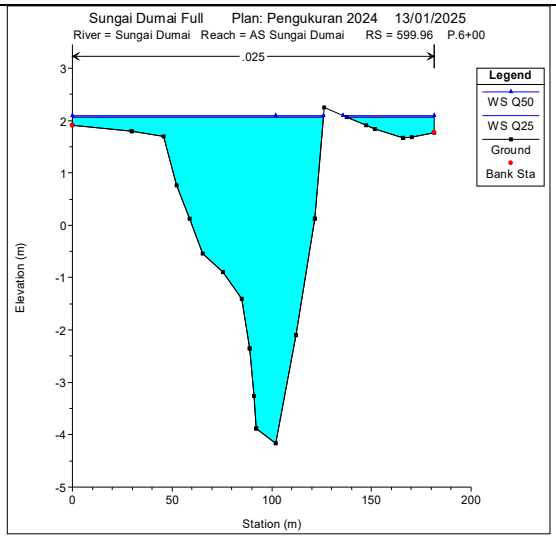
P. 4+50



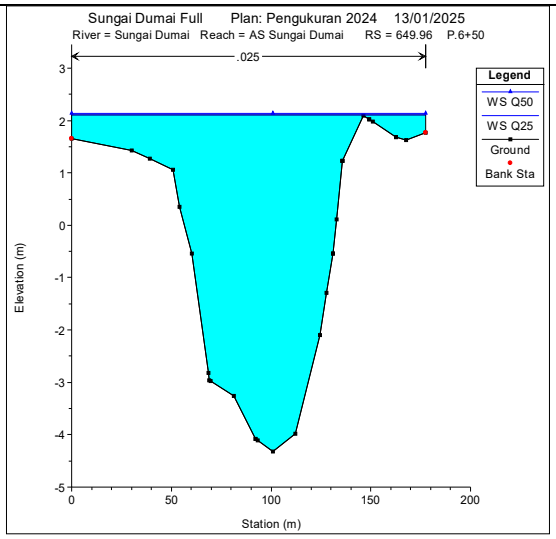
P. 5+00



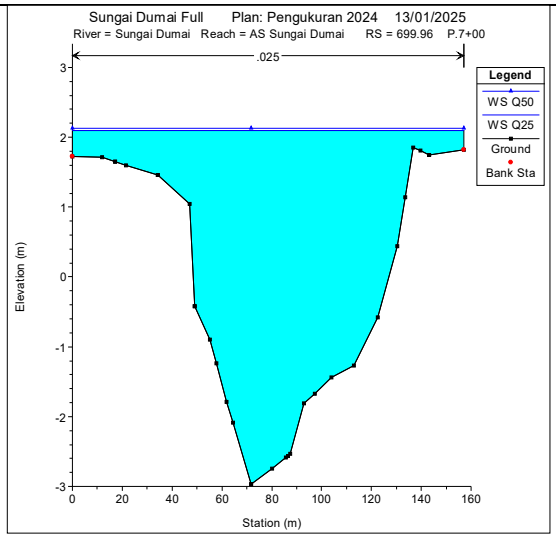
P. 5+50



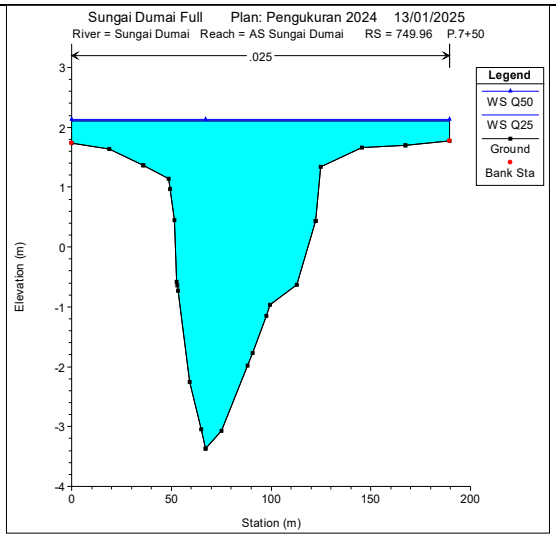
P. 6+00



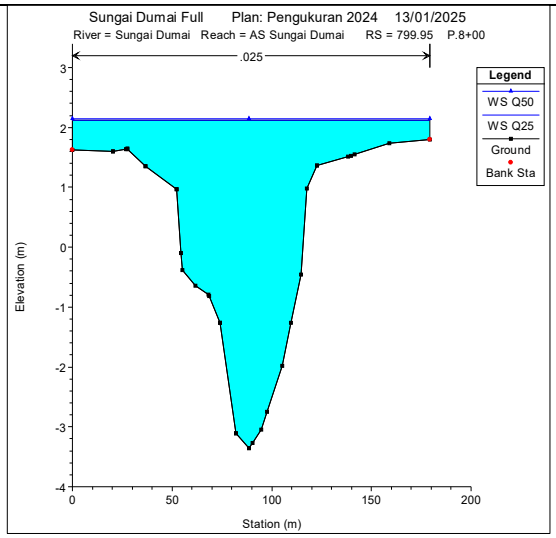
P. 6+50



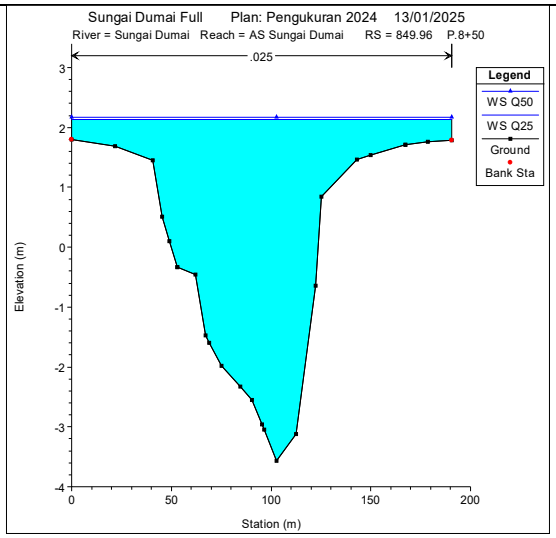
P. 7+00



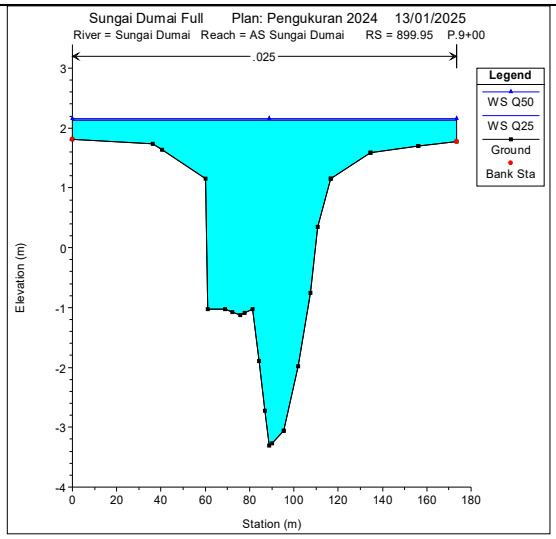
P. 7+50



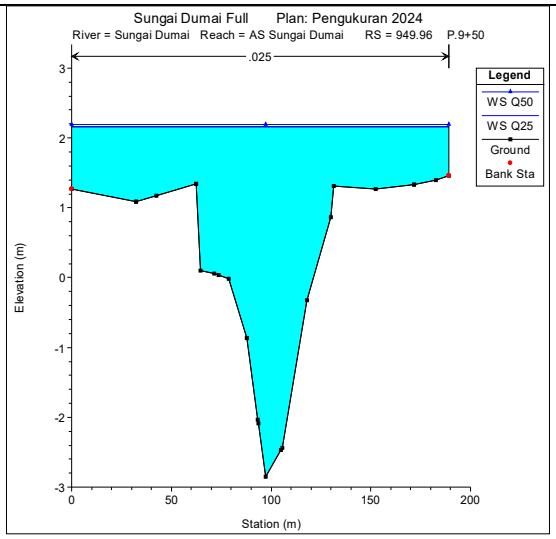
P. 8+00



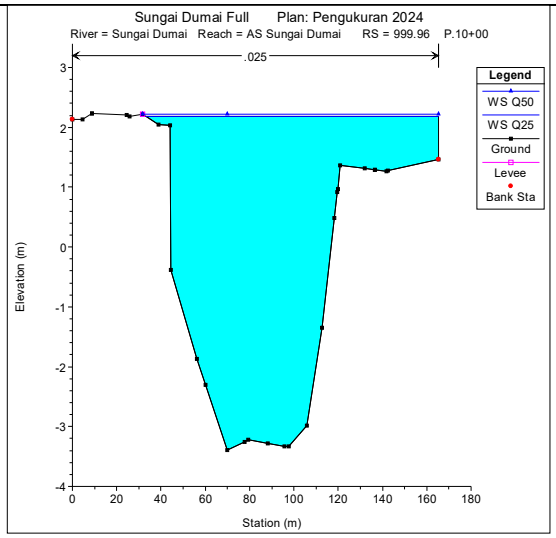
P. 8+50



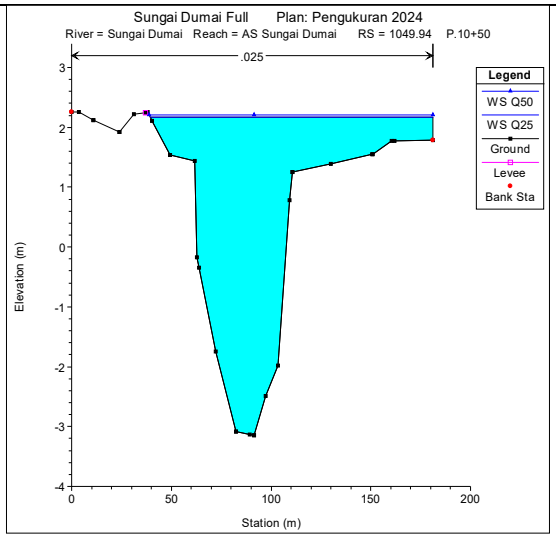
P. 9+00



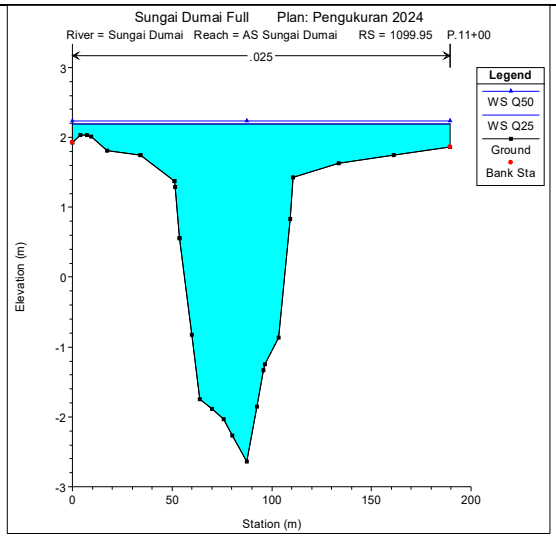
P. 9+50



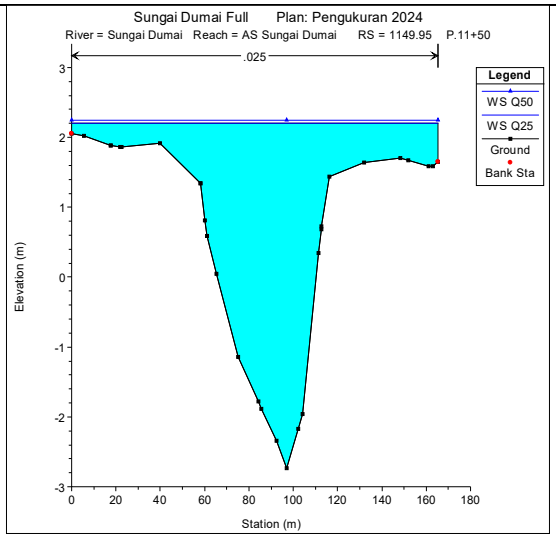
P. 10+00



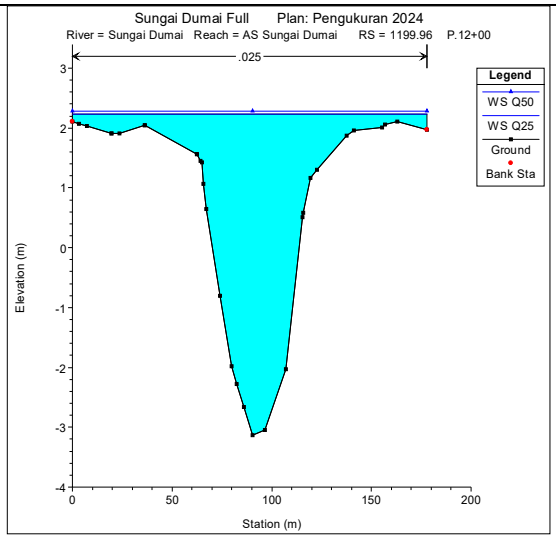
P. 10+50



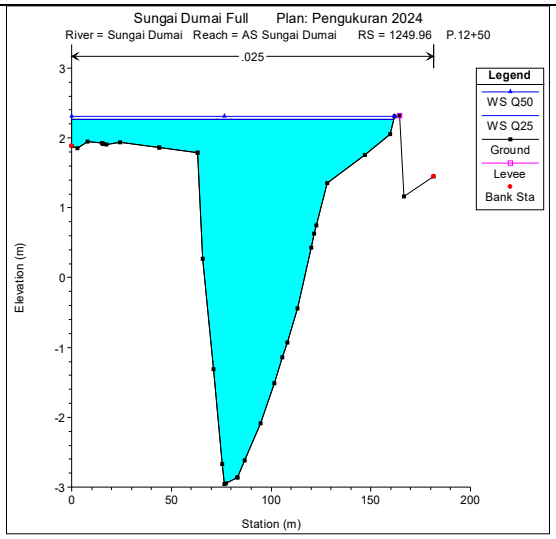
P. 11+00



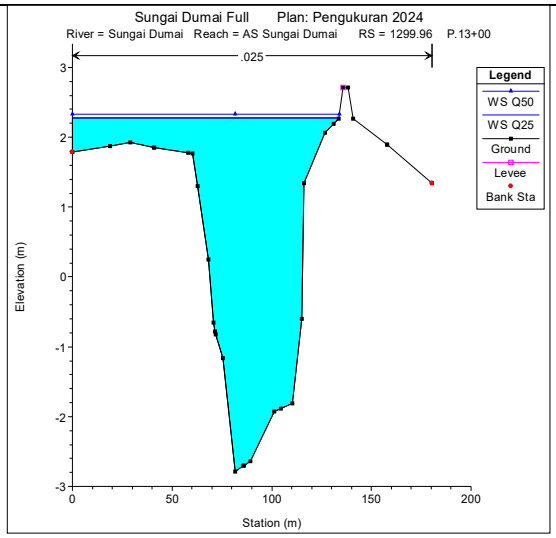
P. 11+50



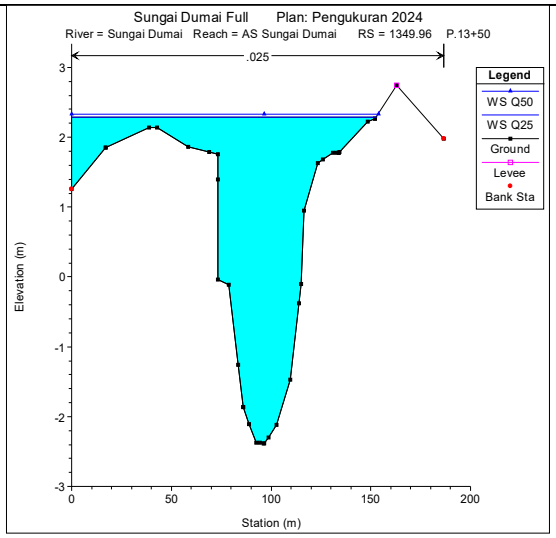
P. 12+00



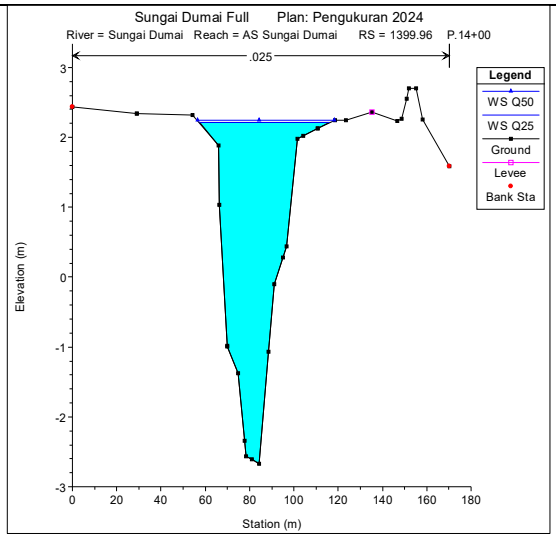
P. 12+50



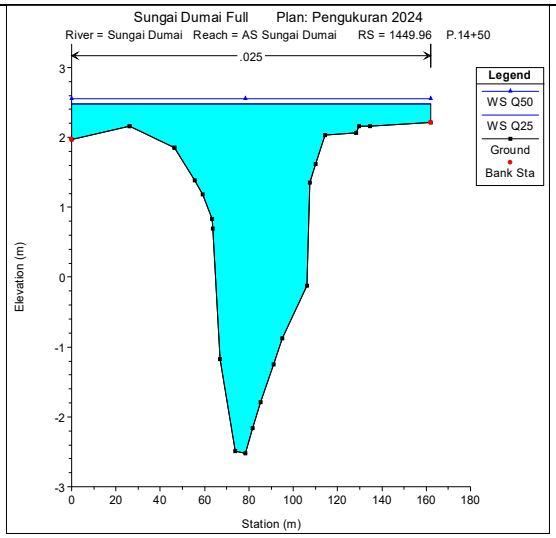
P. 13+00



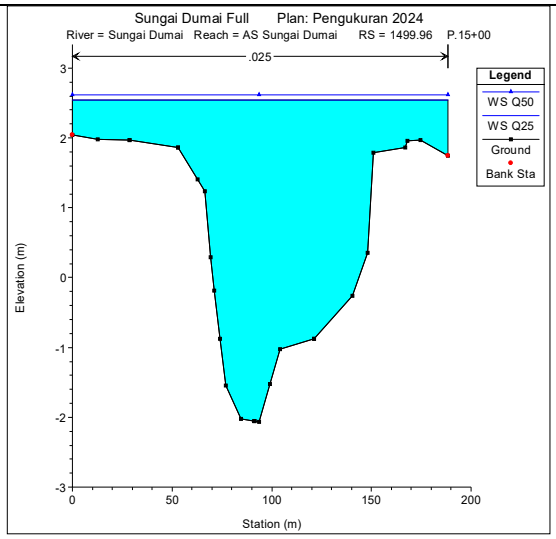
P. 13+50



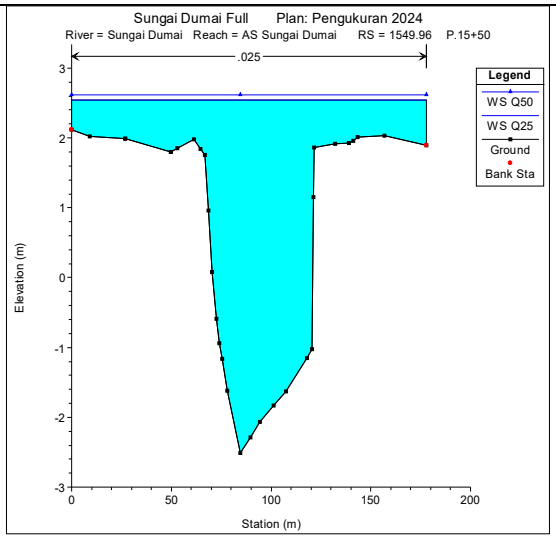
P. 14+00



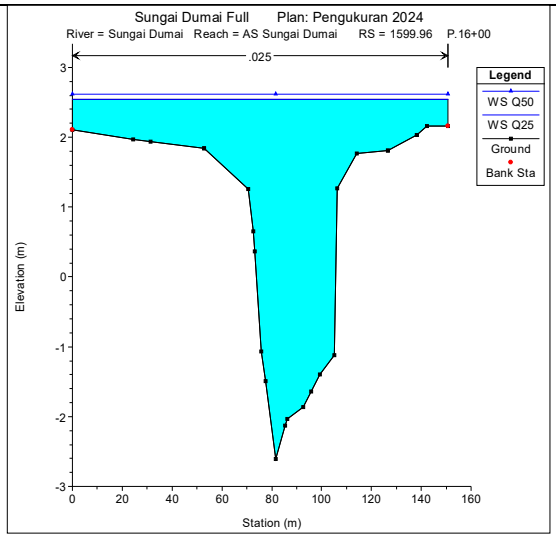
P. 14+50



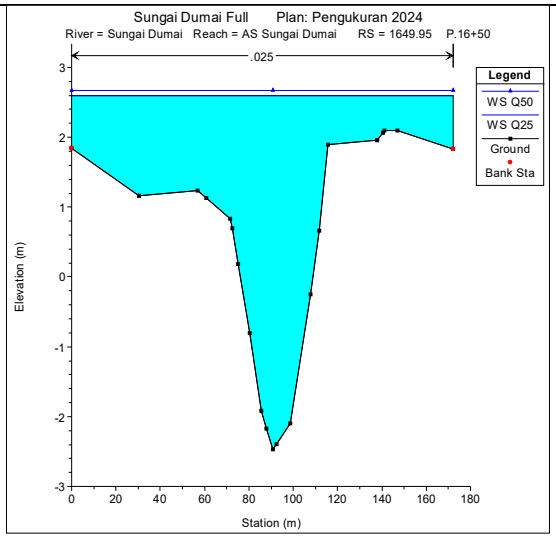
P. 15+00



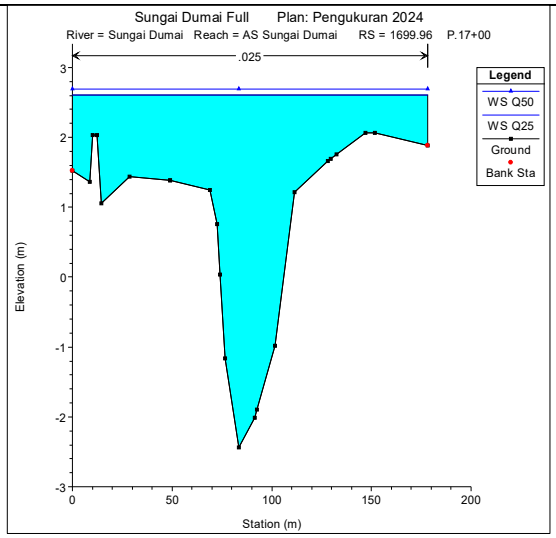
P. 15+50



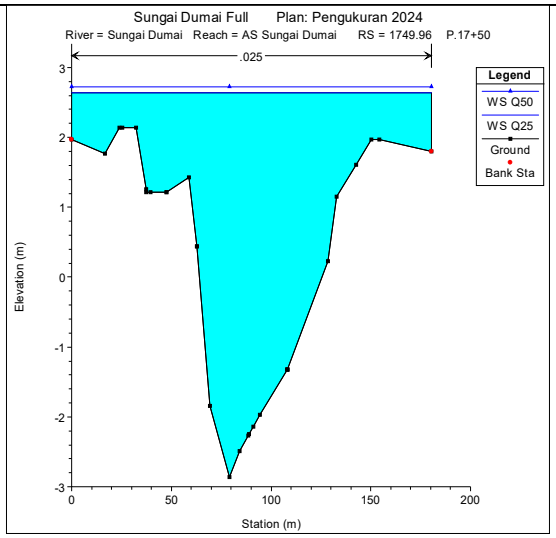
P. 16+00



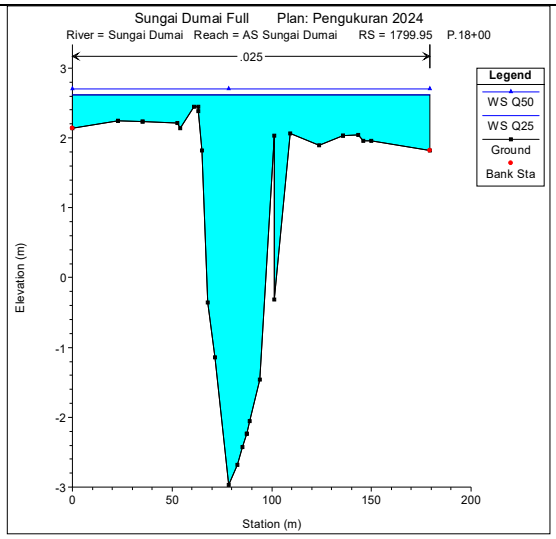
P. 16+50



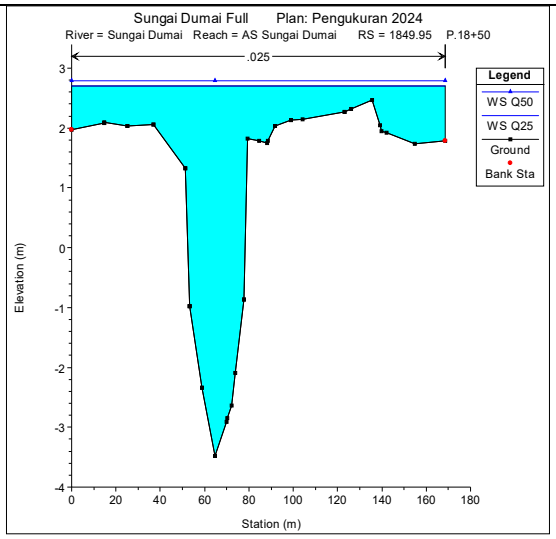
P. 17+00



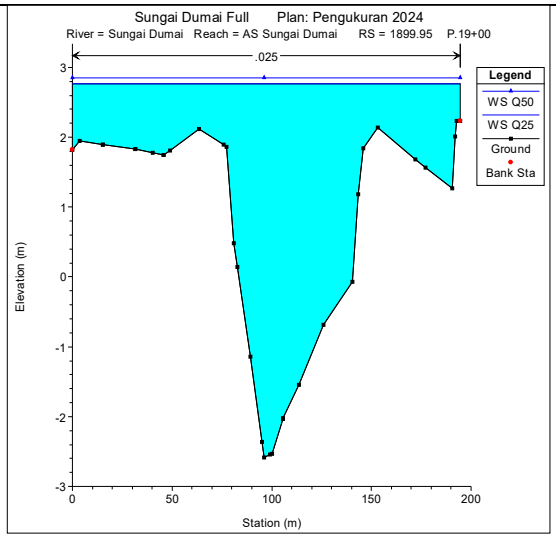
P. 17+50



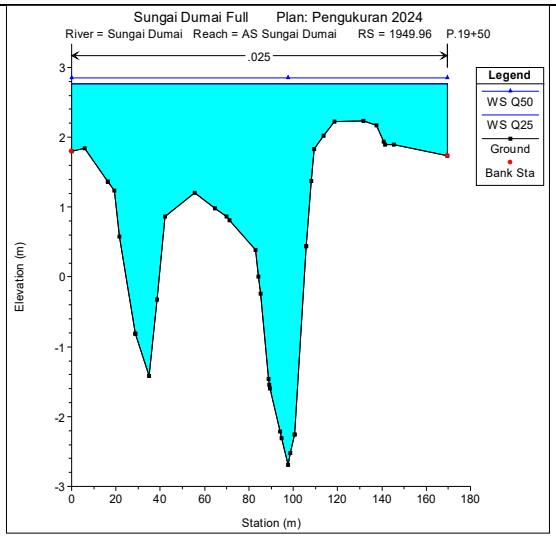
P. 18+00



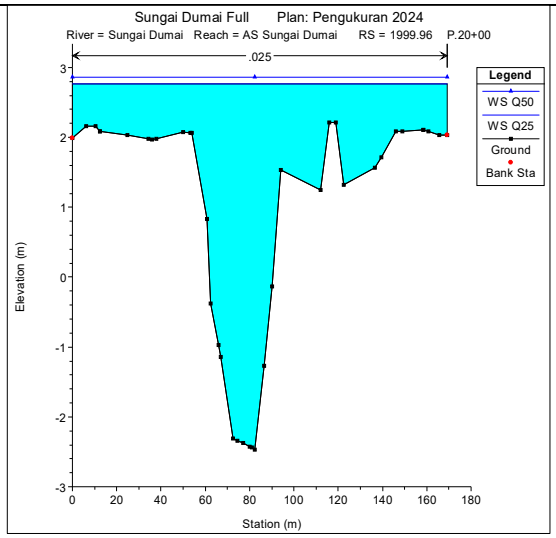
P. 18+50



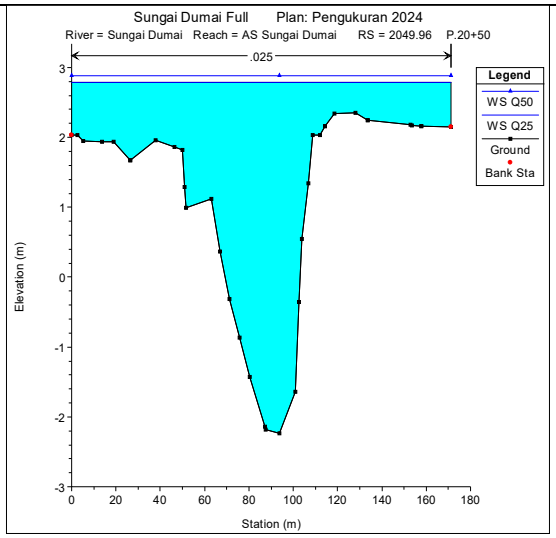
P. 19+00



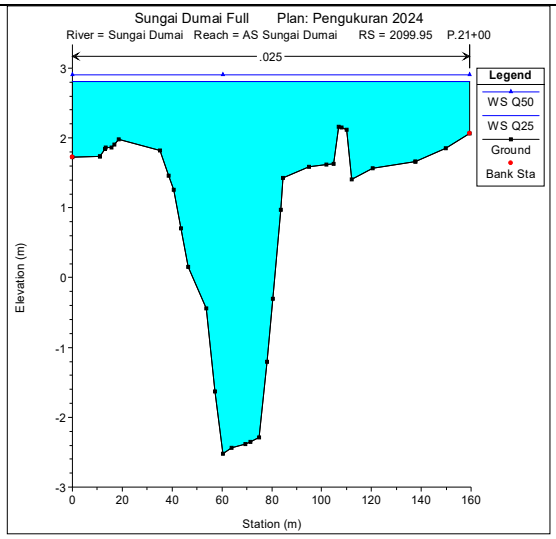
P. 19+50



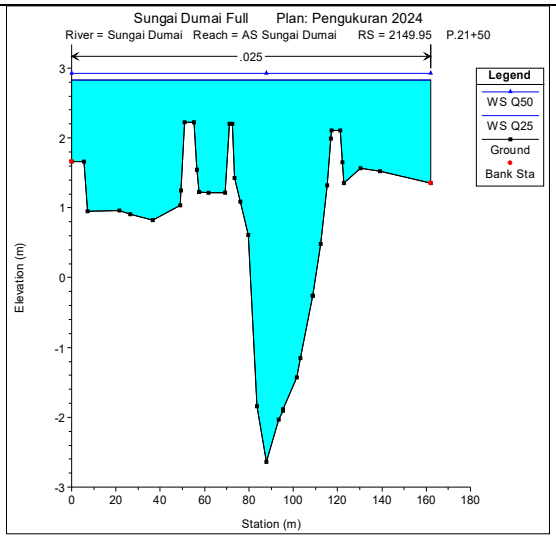
P. 20+00



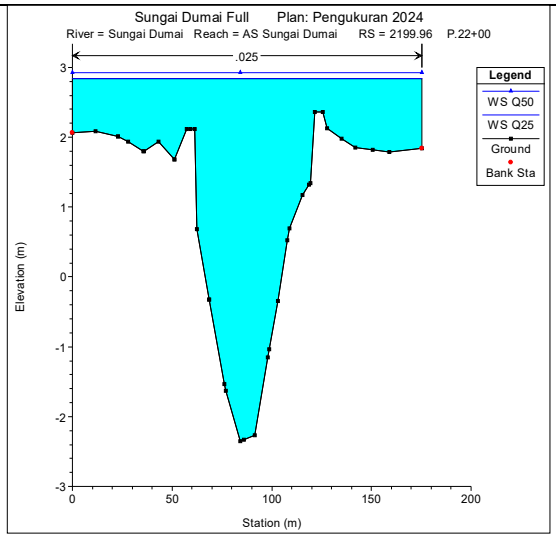
P. 20+50



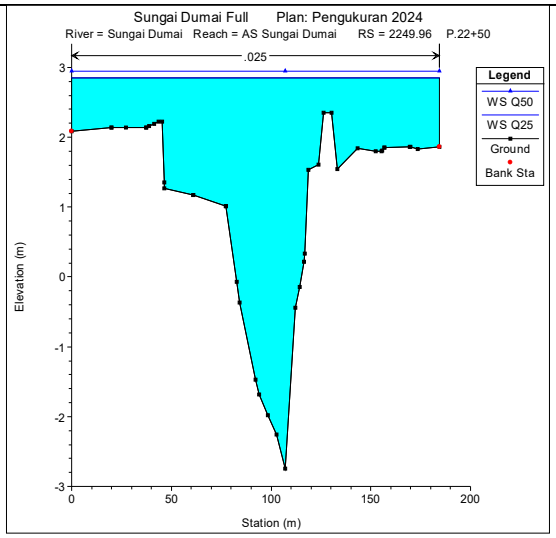
P. 21+00



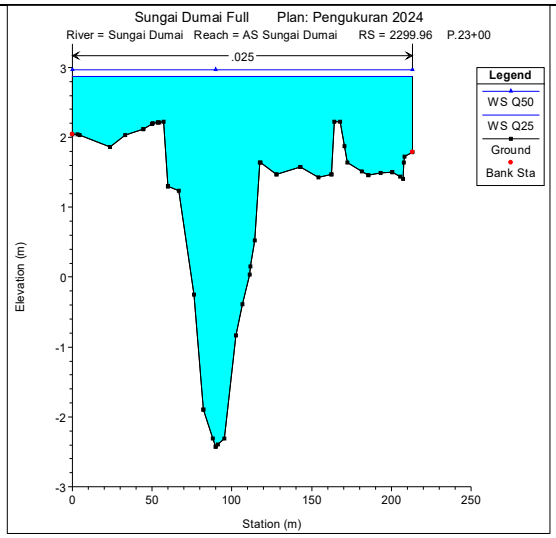
P. 21+50



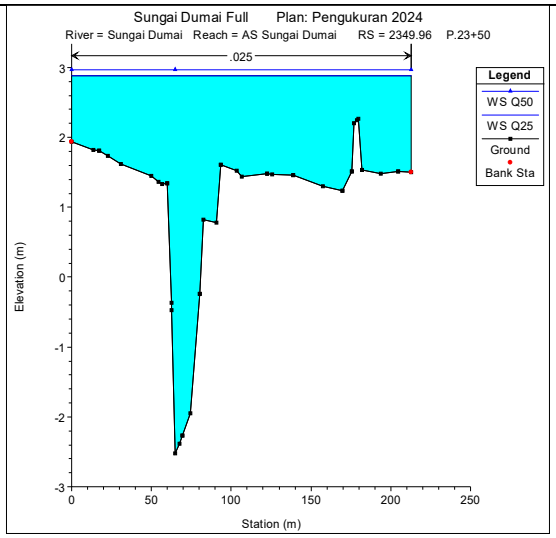
P. 22+00



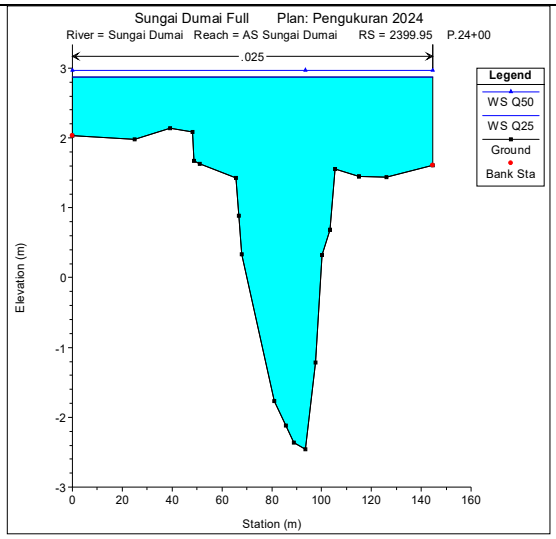
P. 22+50



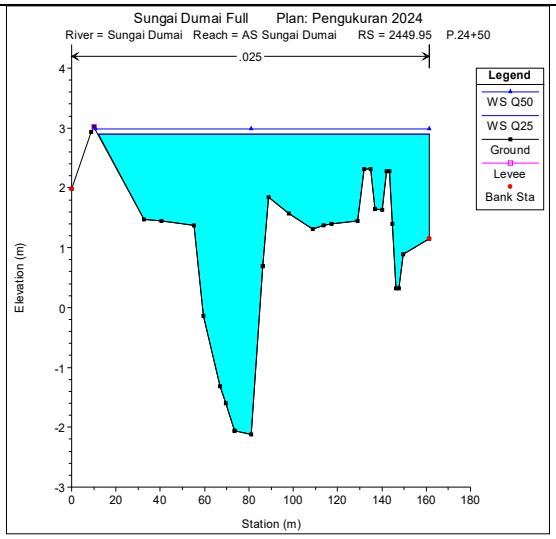
P. 23+00



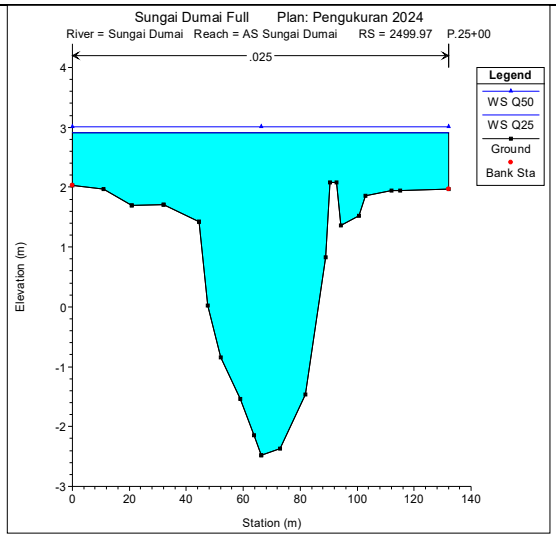
P. 23+50



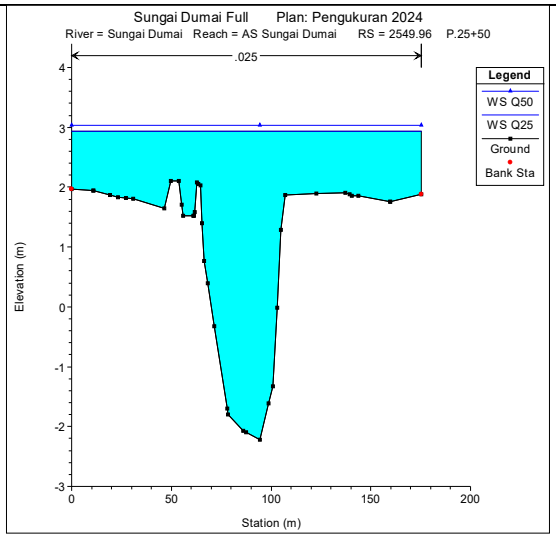
P. 24+00



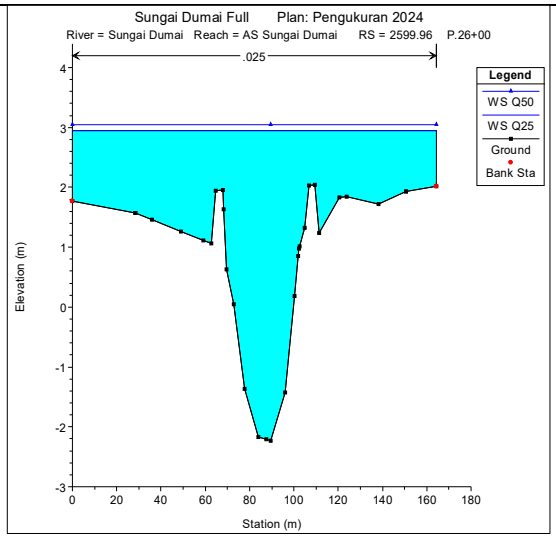
P. 24+50



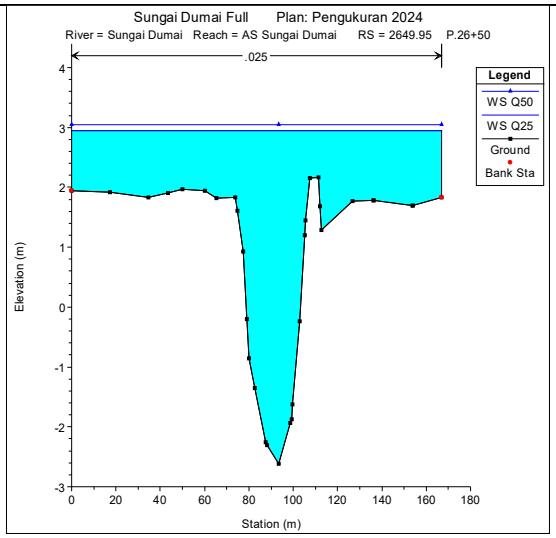
P. 25+00



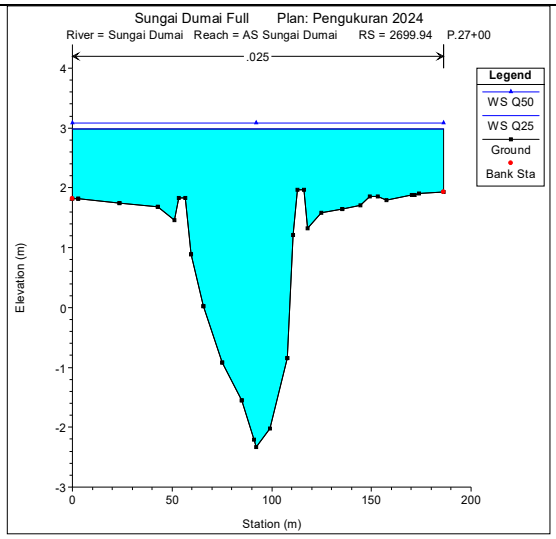
P. 25+50



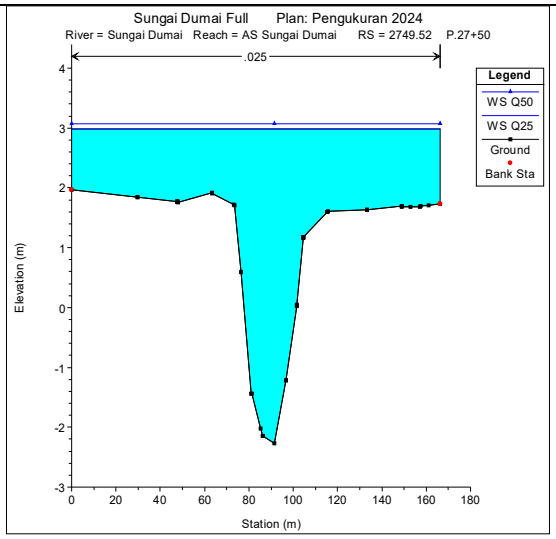
P. 26+00



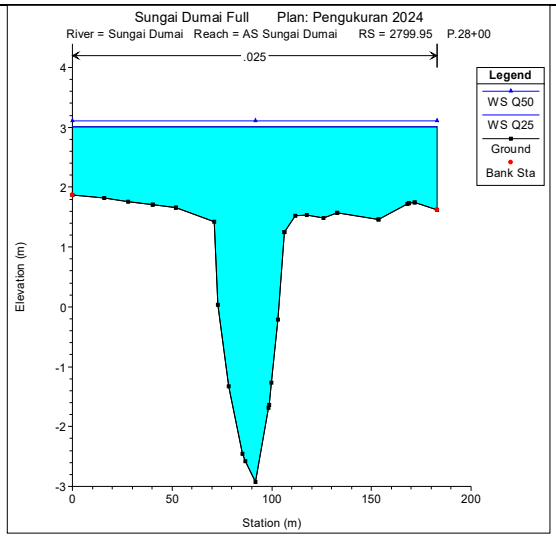
P. 26+50



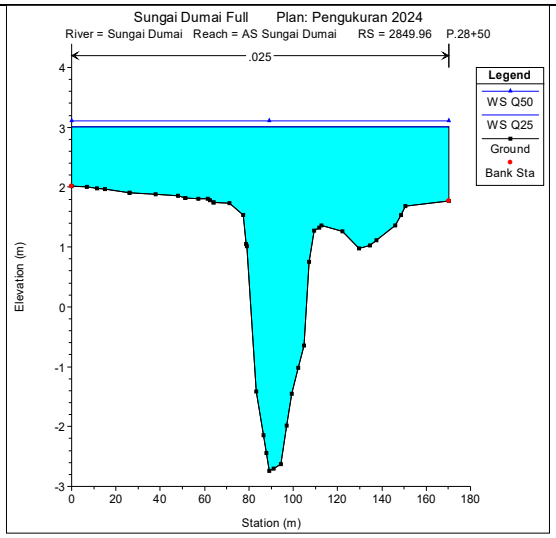
P. 27+00



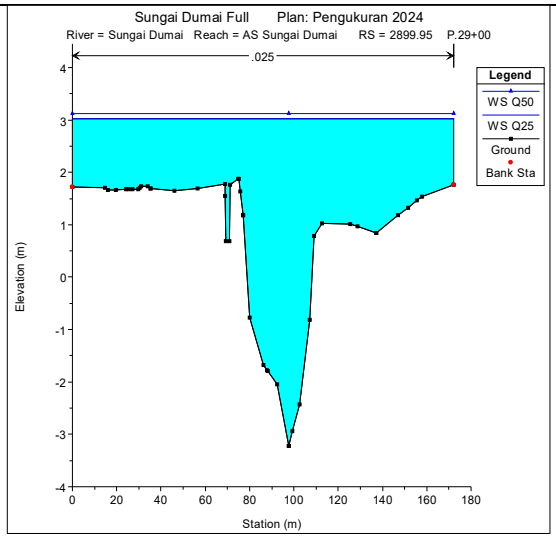
P. 27+50



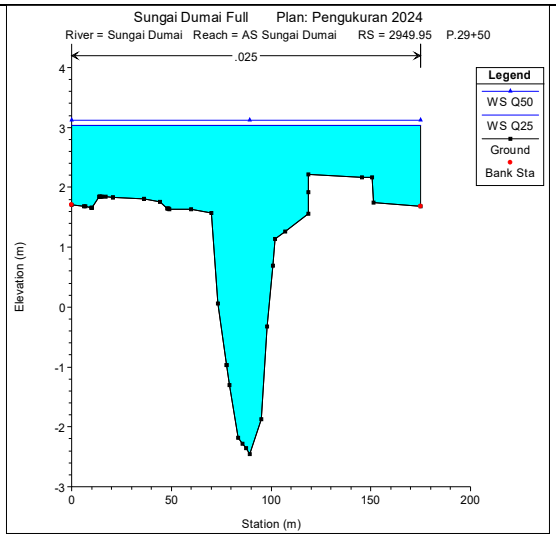
P. 28+00



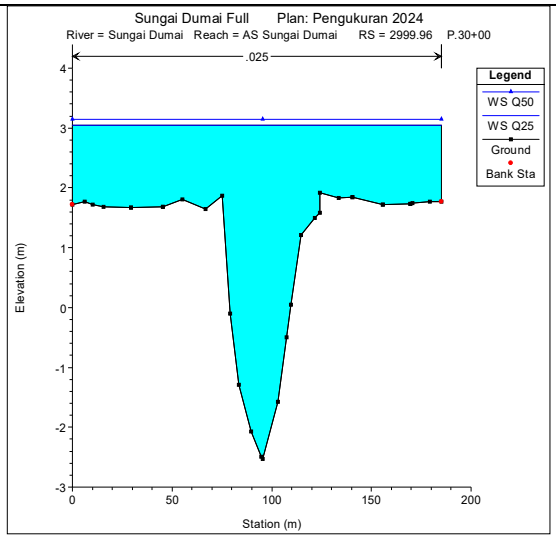
P. 28+50



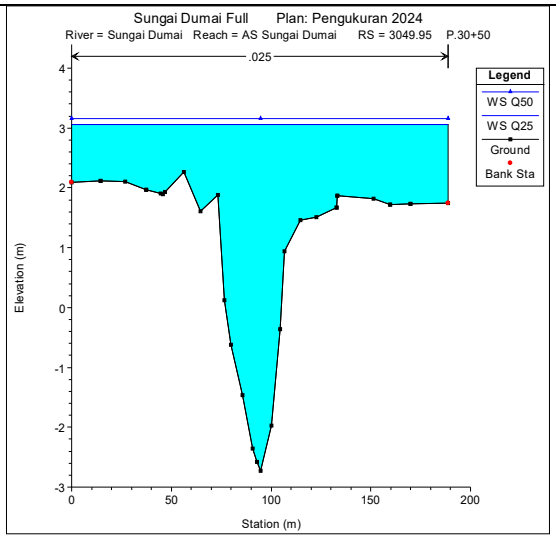
P. 29+00



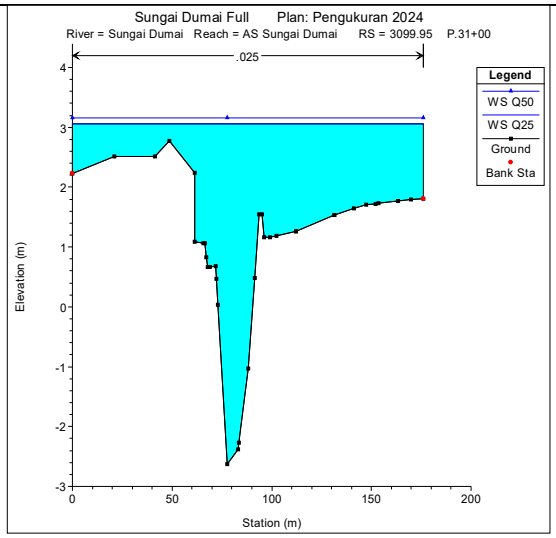
P. 29+50



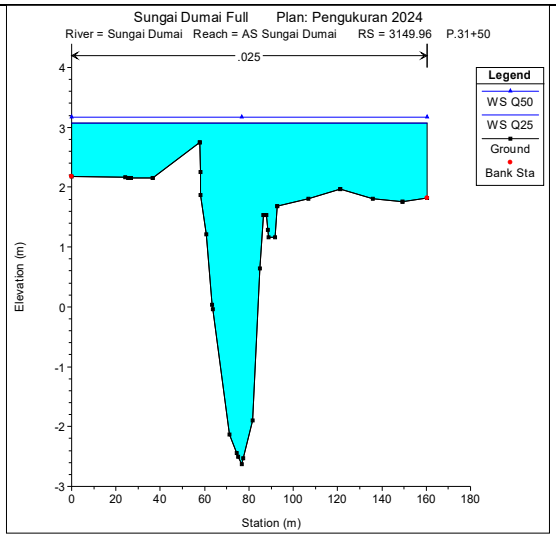
P. 30+00



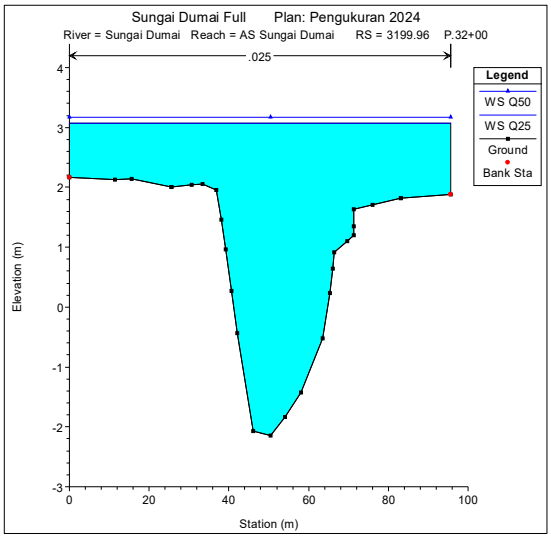
P. 30+50



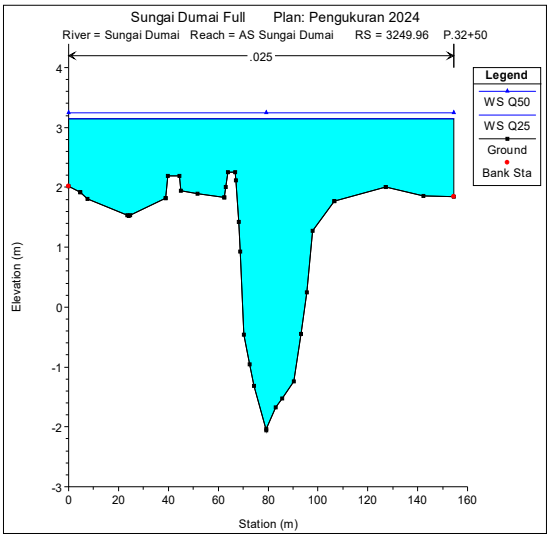
P. 31+00



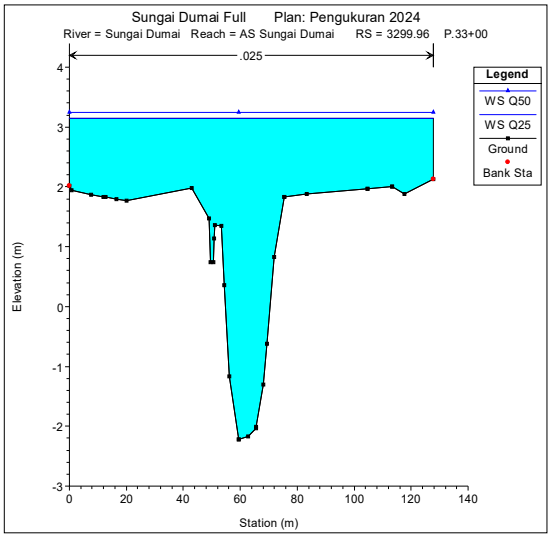
P. 31+50



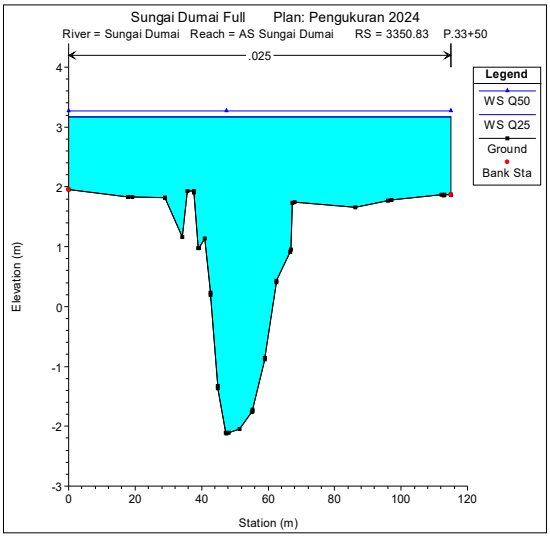
P. 32+00



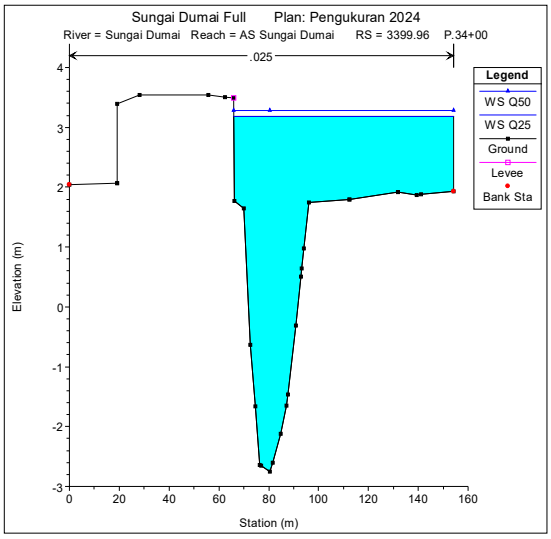
P. 32+50



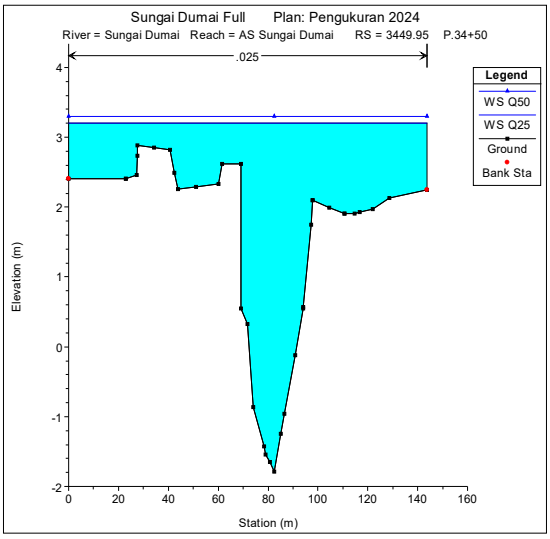
P. 33+00



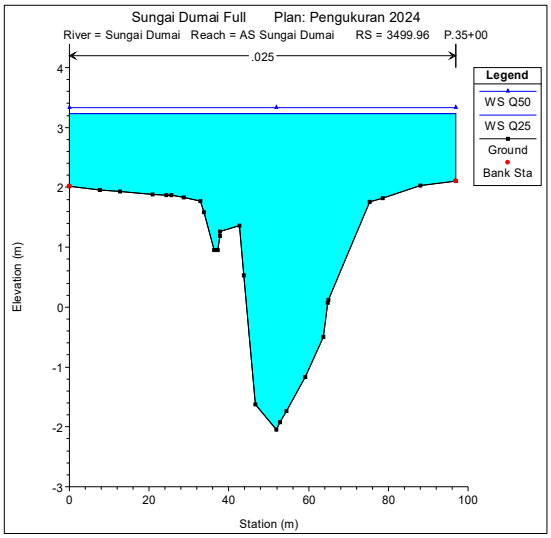
P. 33+50



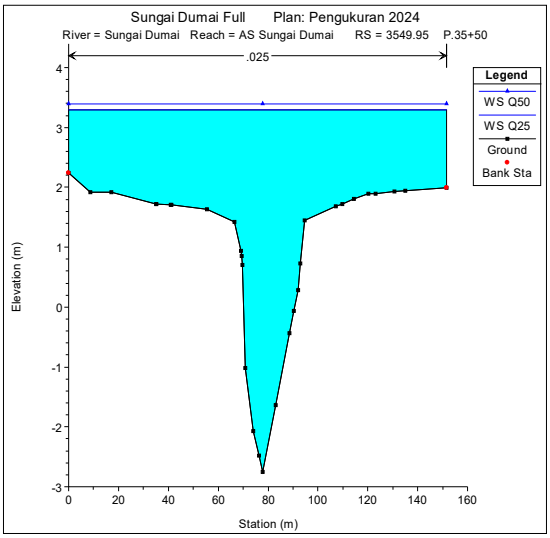
P. 34+00



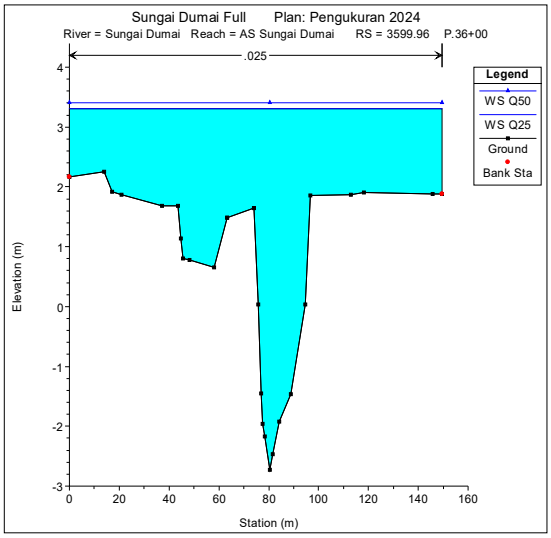
P. 34+50



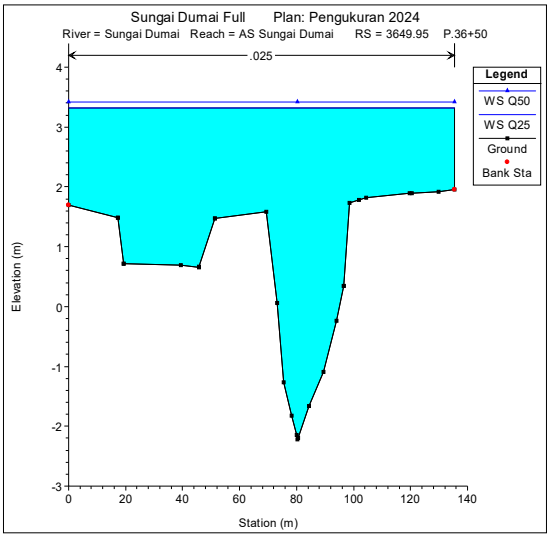
P. 35+00



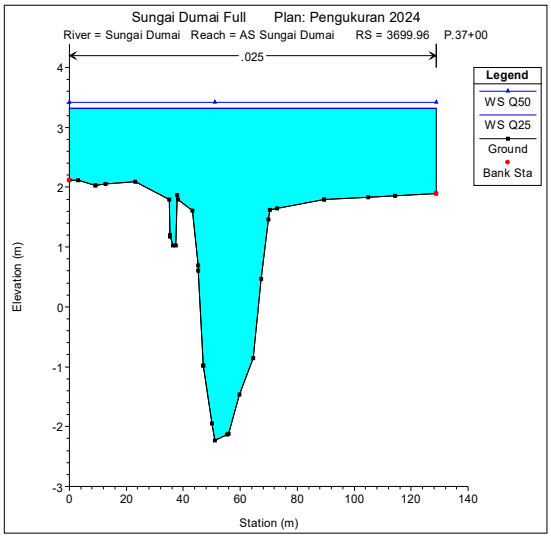
P. 35+50



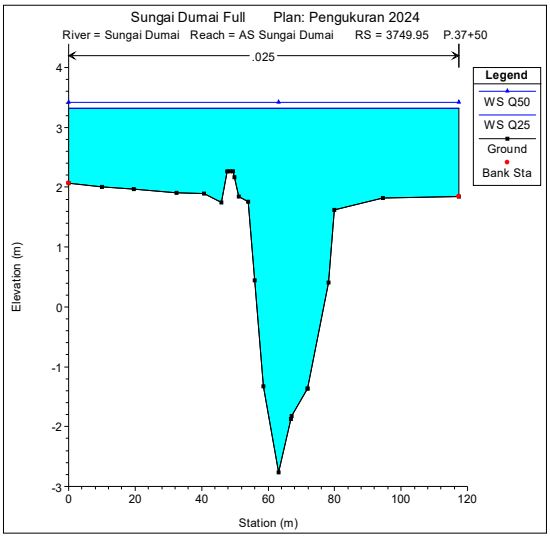
P. 36+00



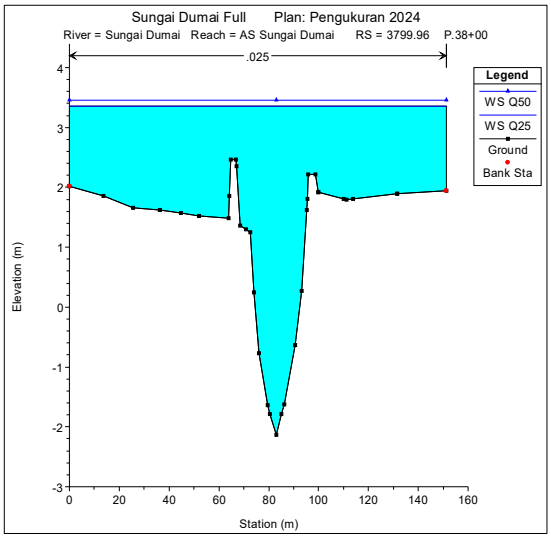
P. 36+50



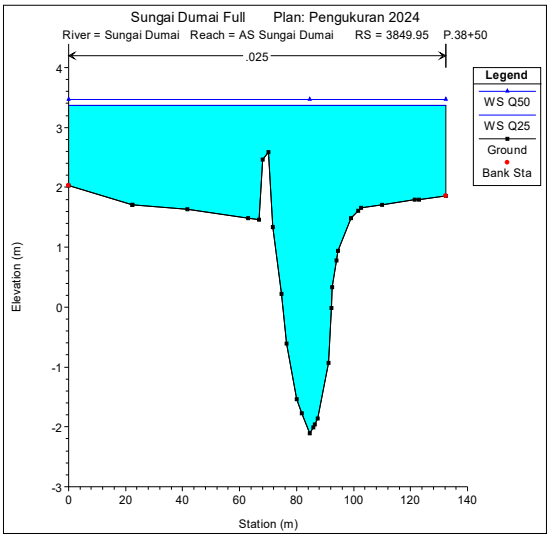
P. 37+00



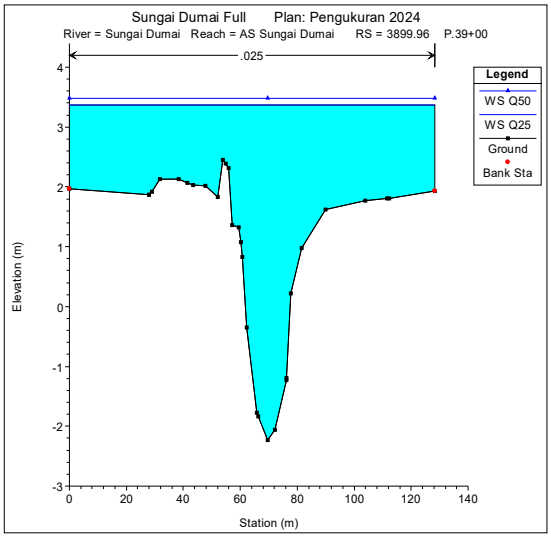
P. 37+50



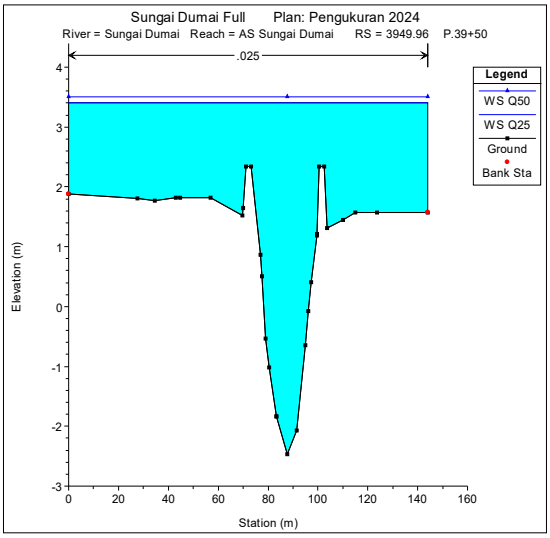
P. 38+00



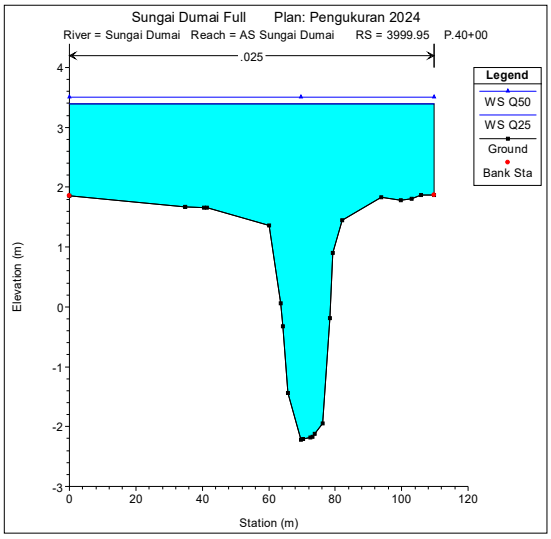
P. 38+50



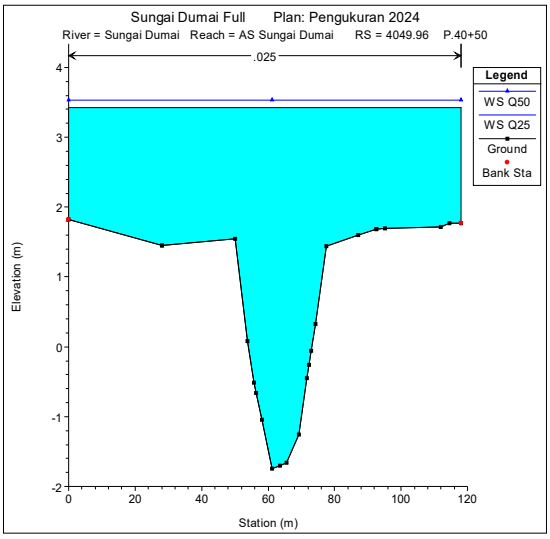
P. 39+00



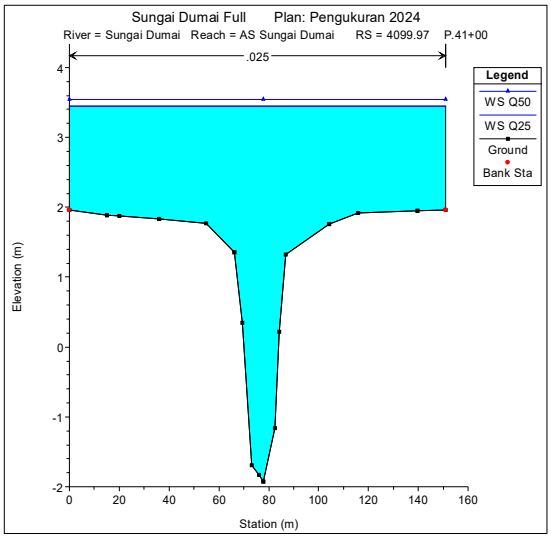
P. 39+50



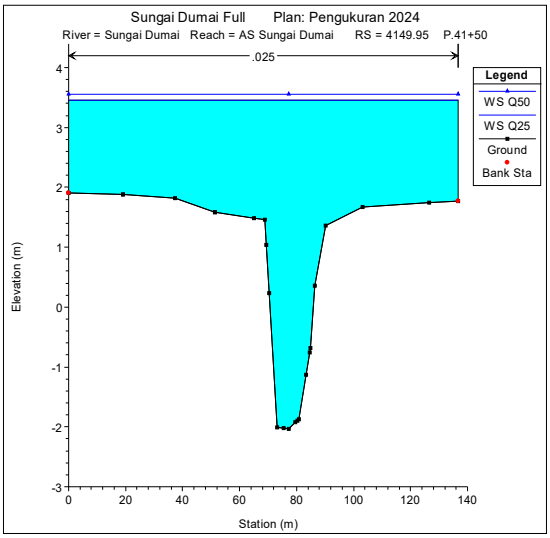
P. 40+00



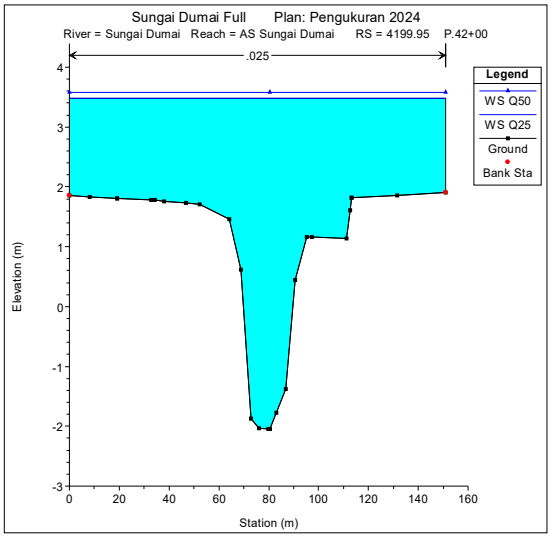
P. 40+50



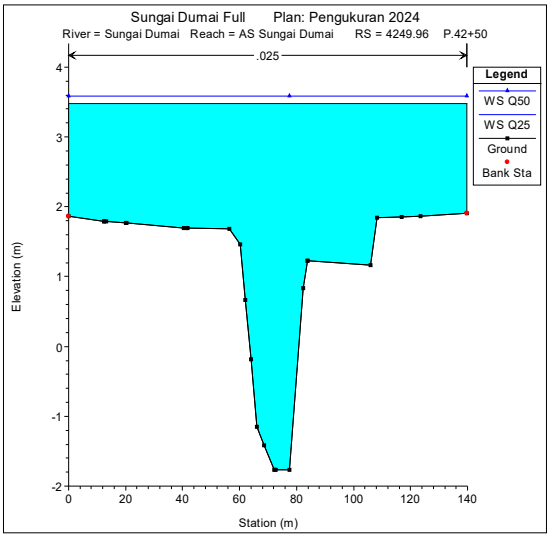
P. 41+00



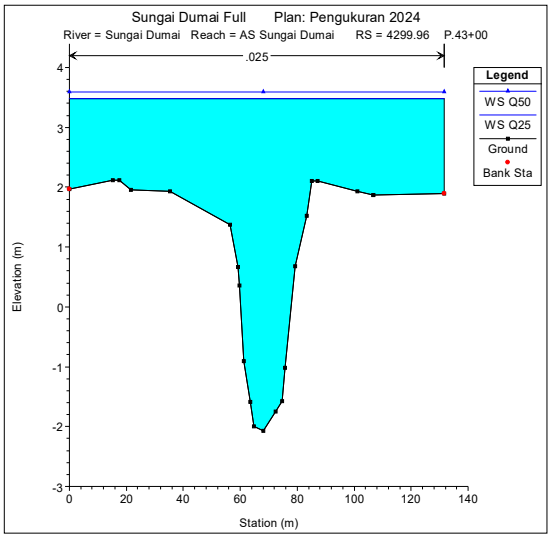
P. 41+50



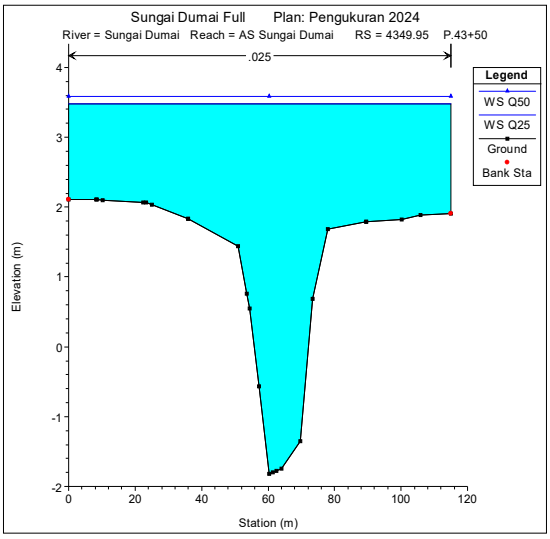
P. 42+00



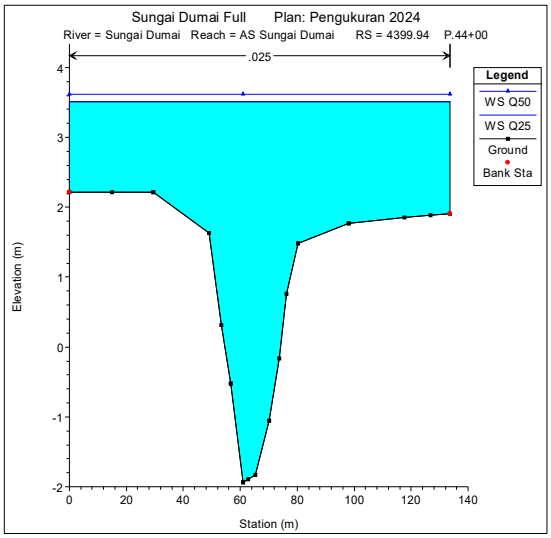
P. 42+50



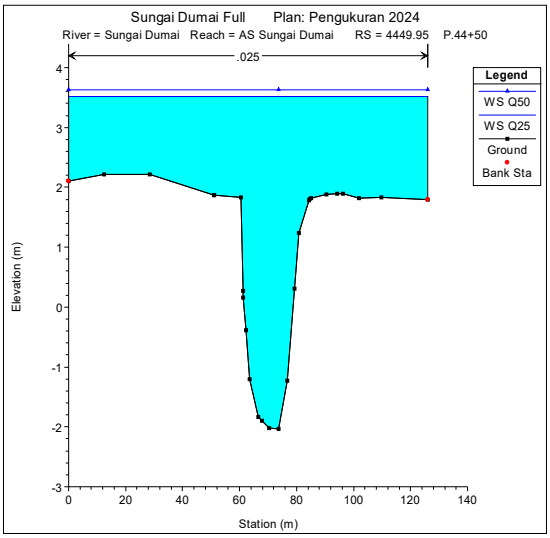
P. 43+00



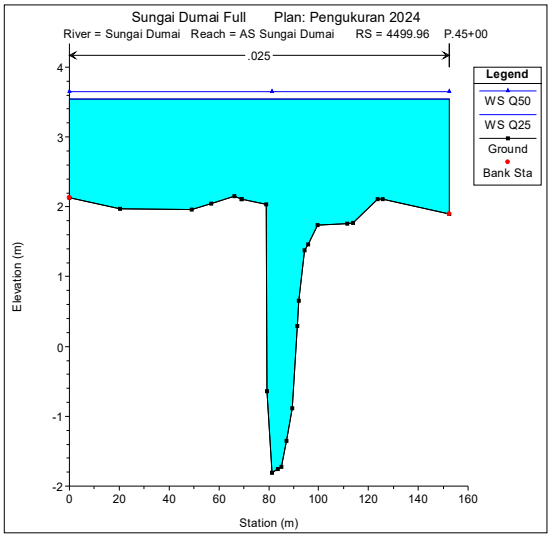
P. 43+50



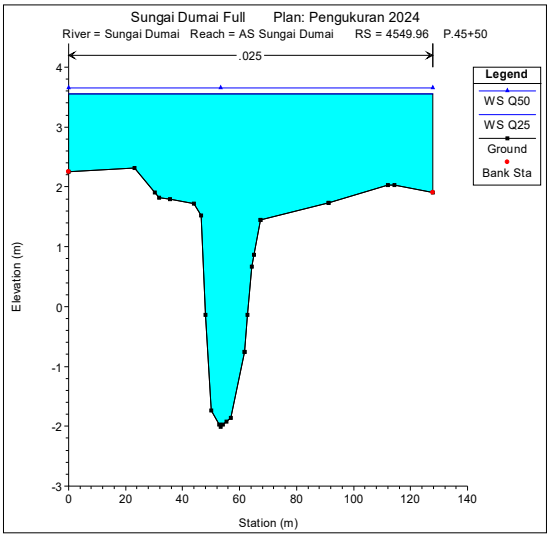
P. 44+00



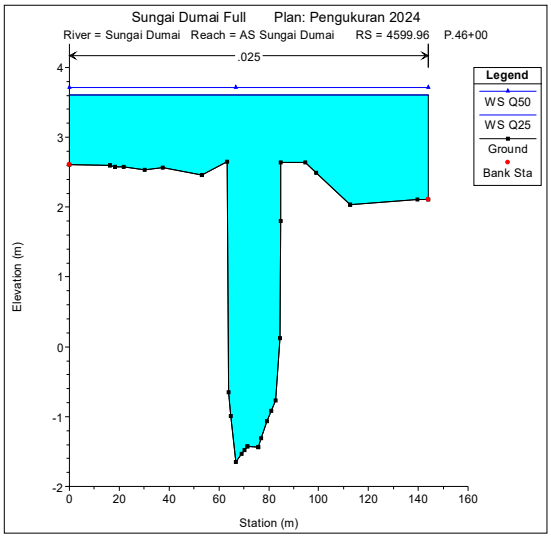
P. 44+50



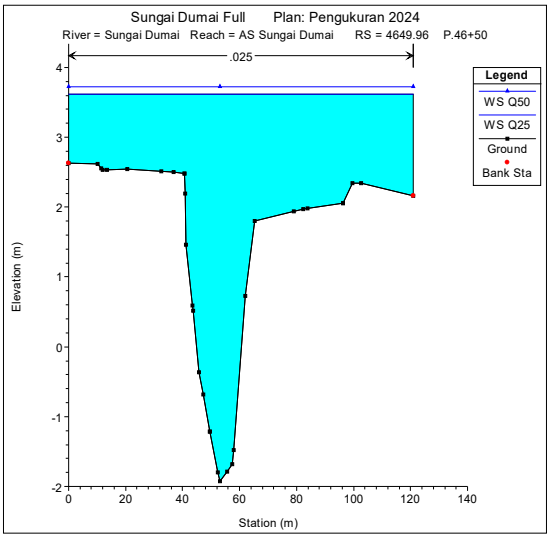
P. 45+00



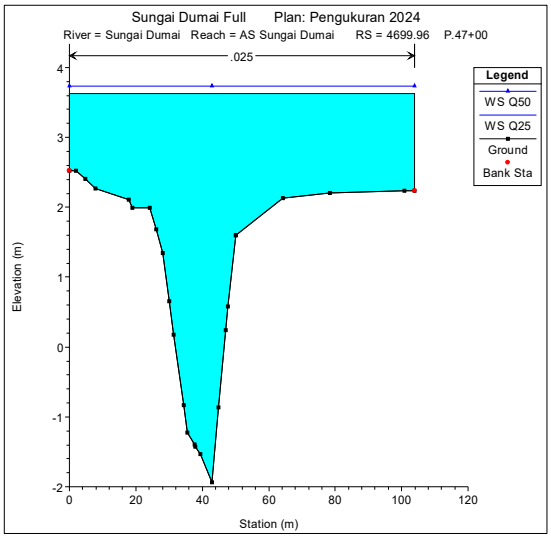
P. 45+50



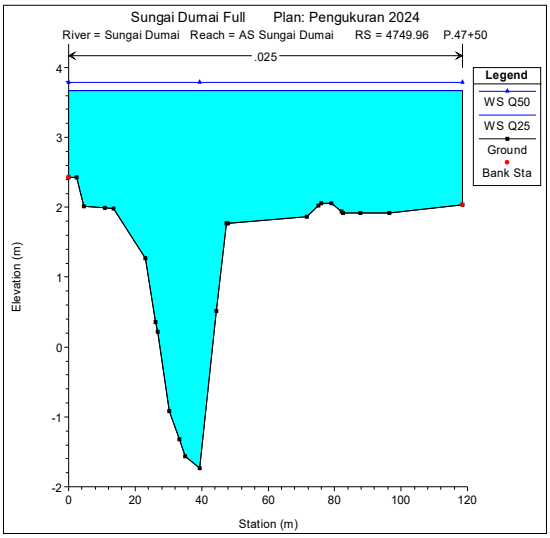
P. 46+00



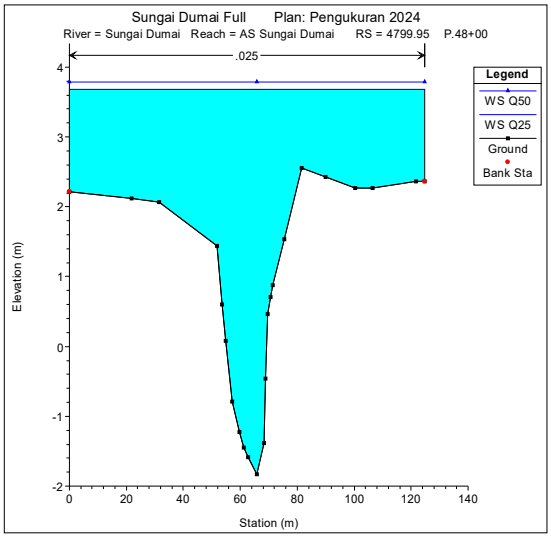
P. 46+50



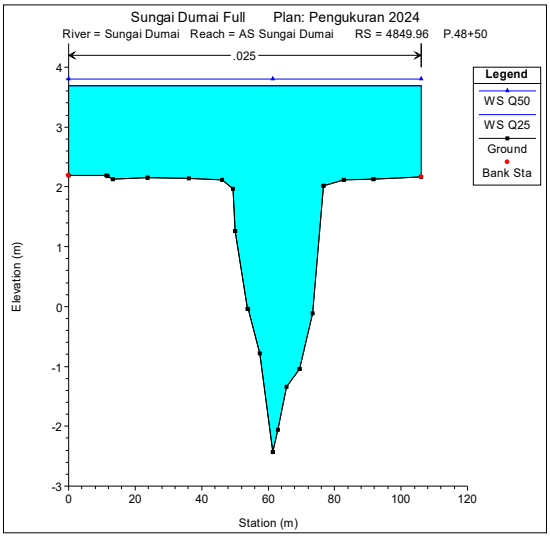
P. 47+00



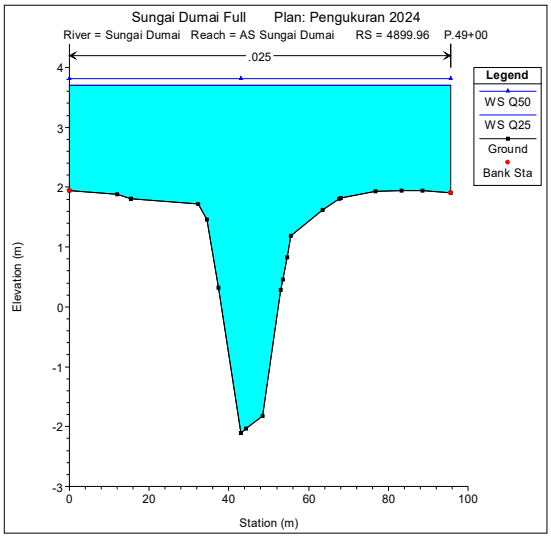
P. 47+50



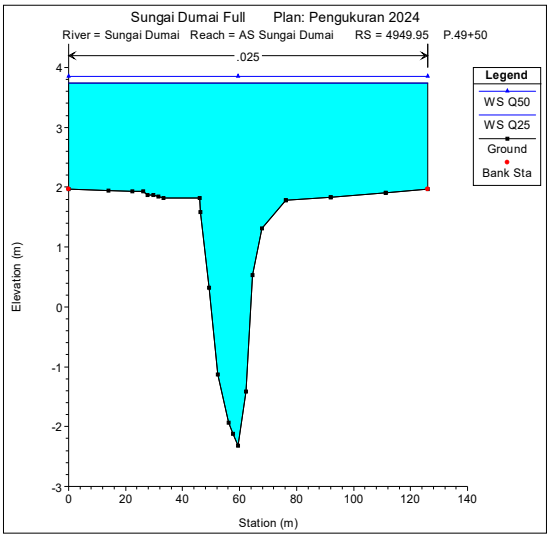
P. 48+00



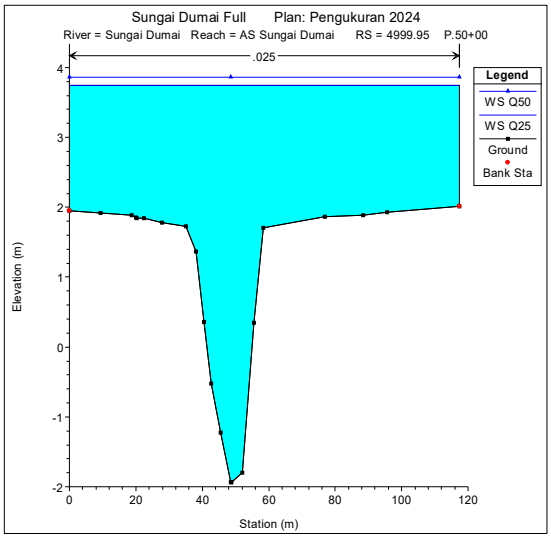
P. 48+50



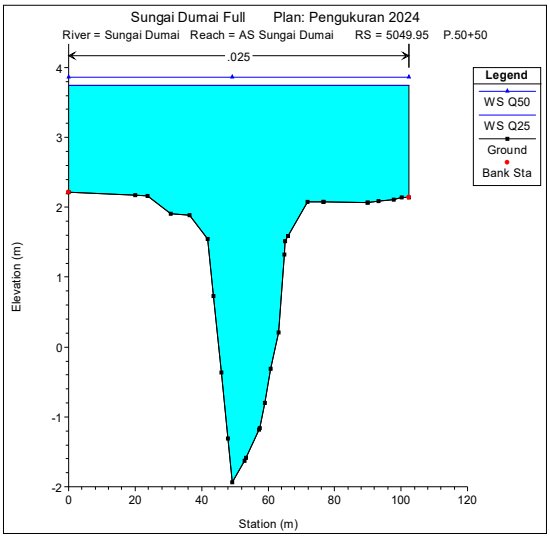
P. 49+00



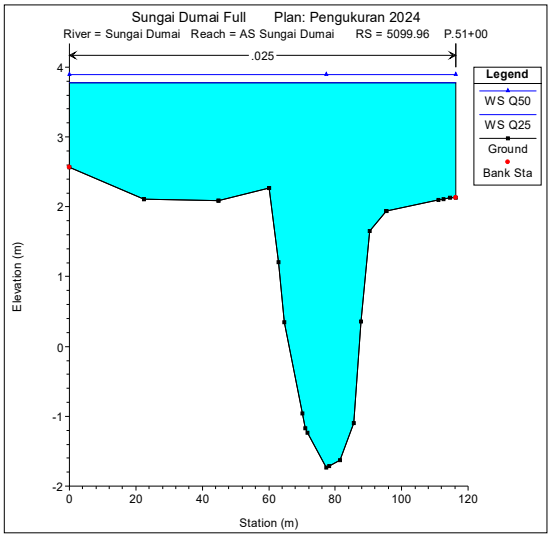
P. 49+50



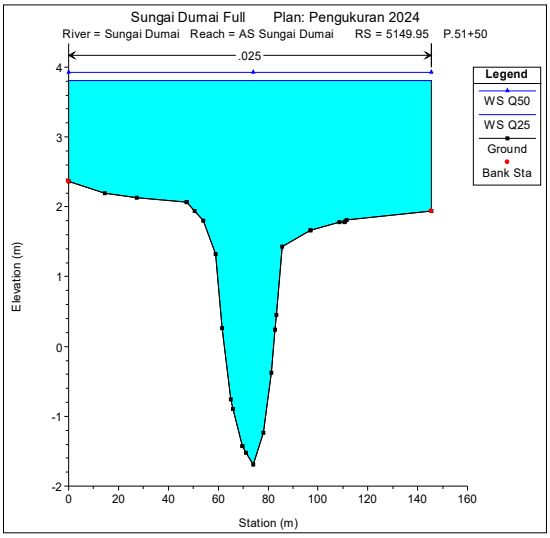
P. 50+00



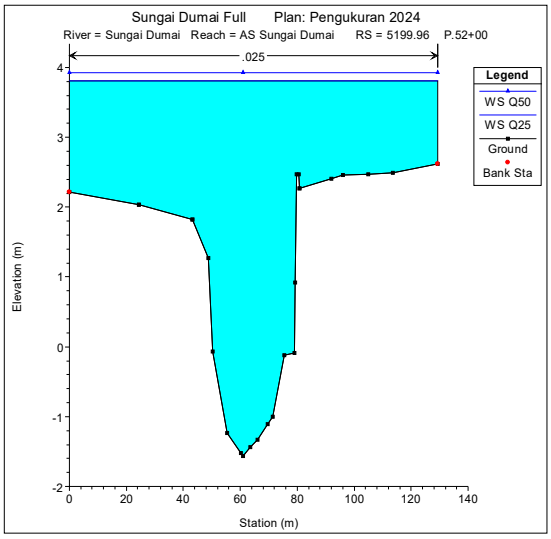
P. 50+50



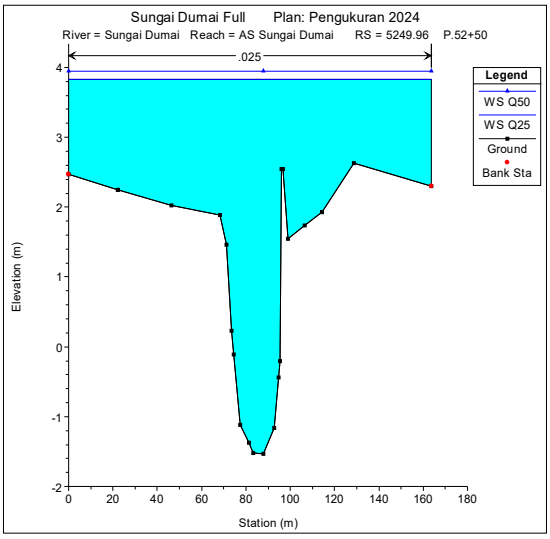
P. 51+00



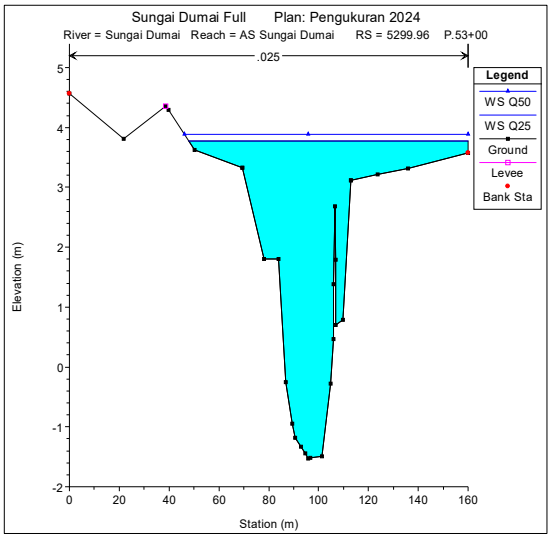
P. 51+50



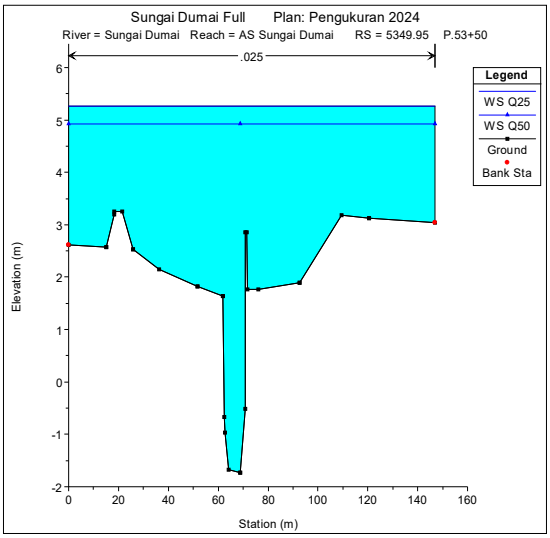
P. 52+00



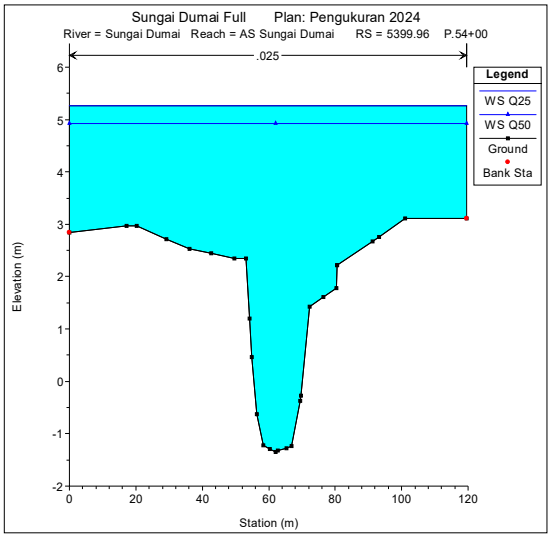
P. 52+50



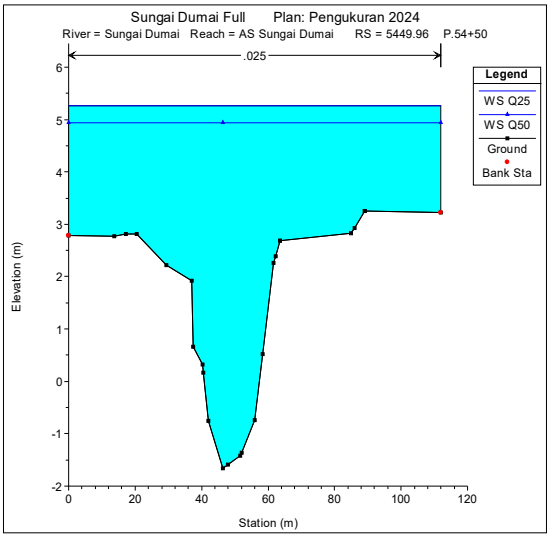
P. 53+00



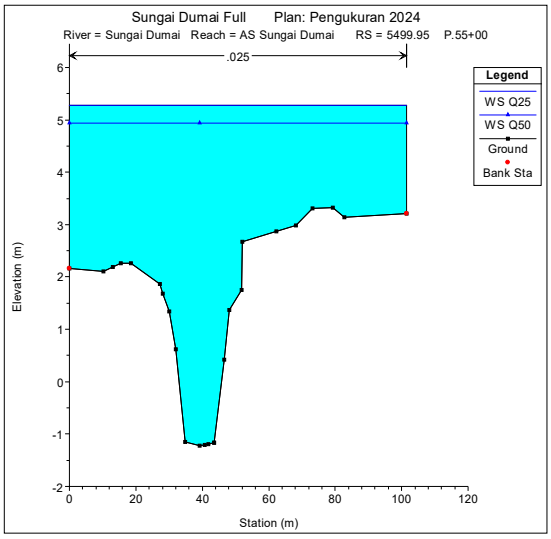
P. 53+50



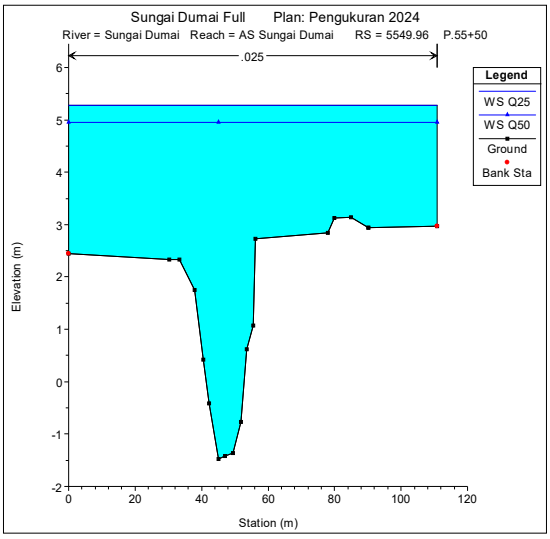
P. 54+00



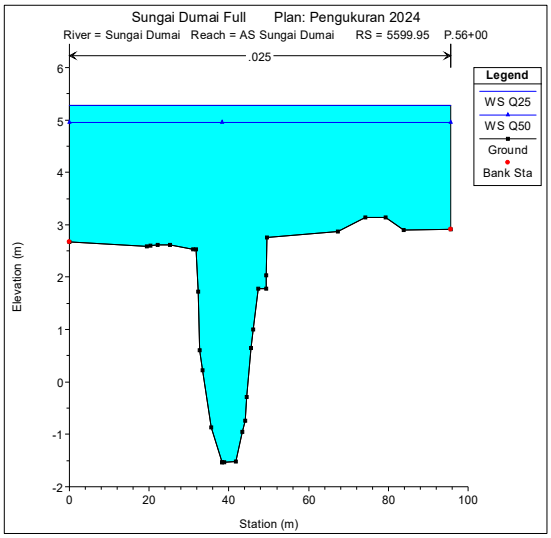
P. 54+50



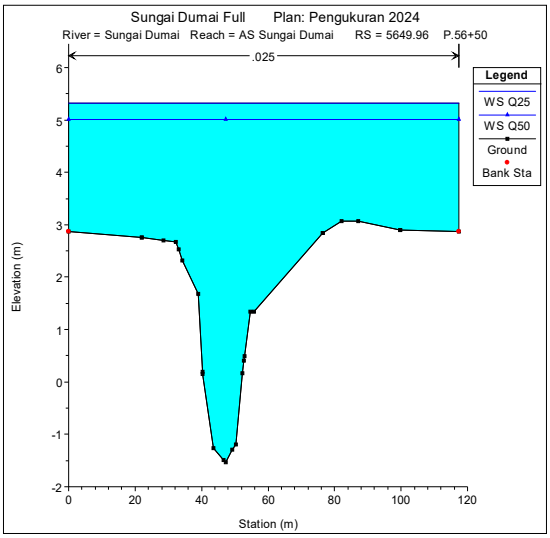
P. 55+00



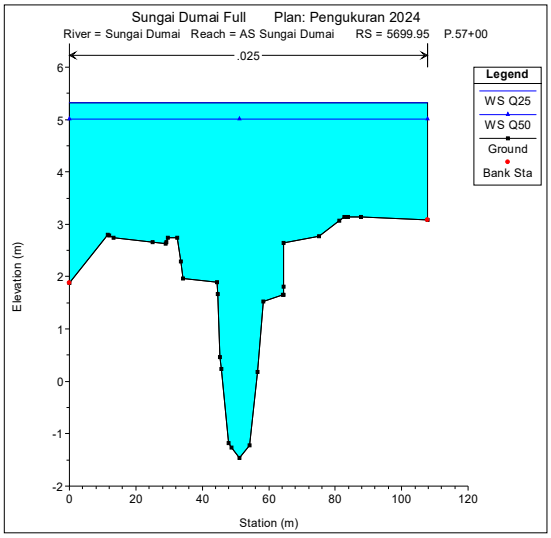
P. 55+50



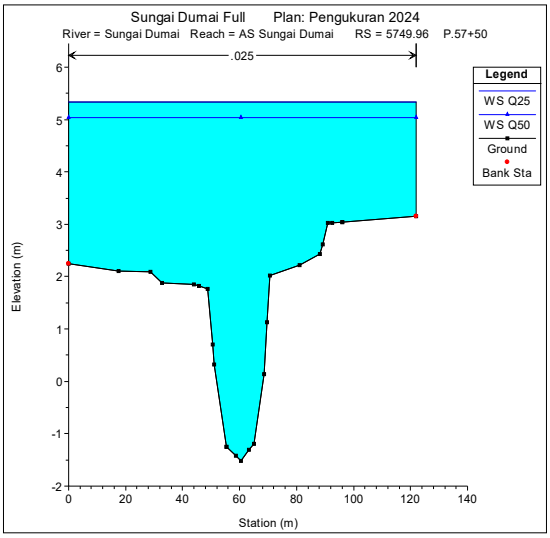
P. 56+00



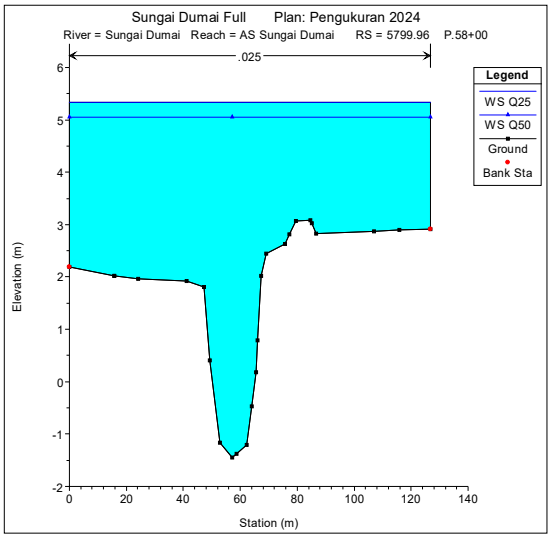
P. 56+50



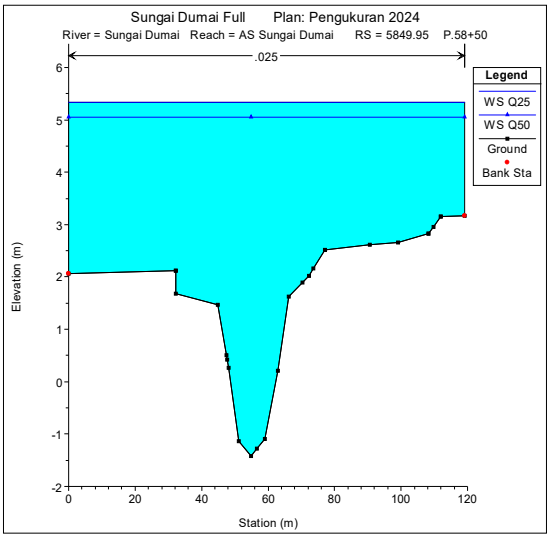
P. 57+00



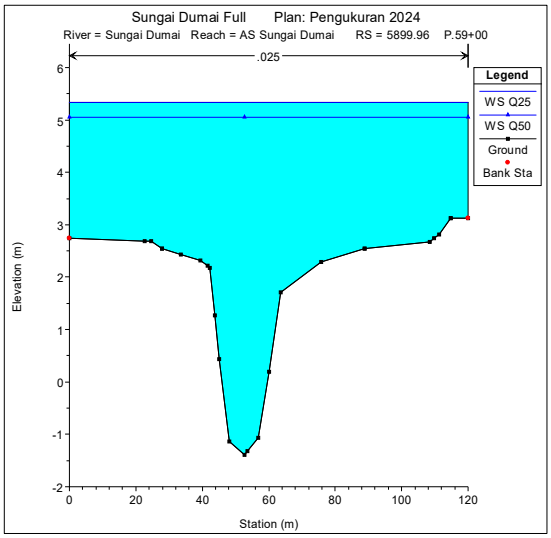
P. 57+50



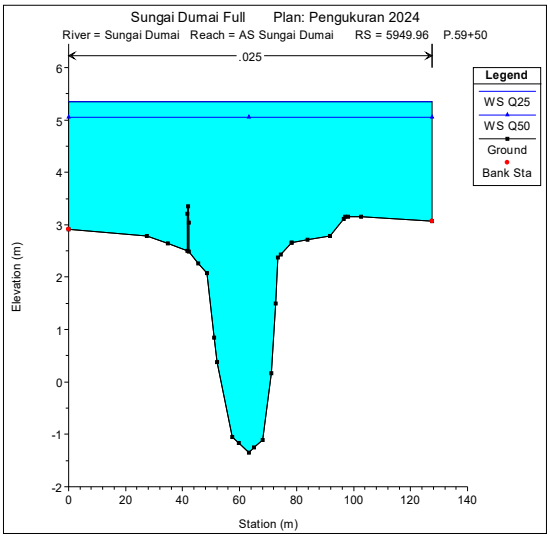
P. 58+00



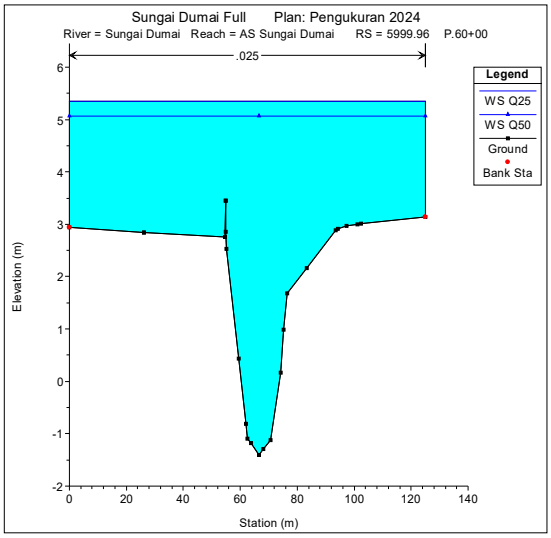
P. 58+50



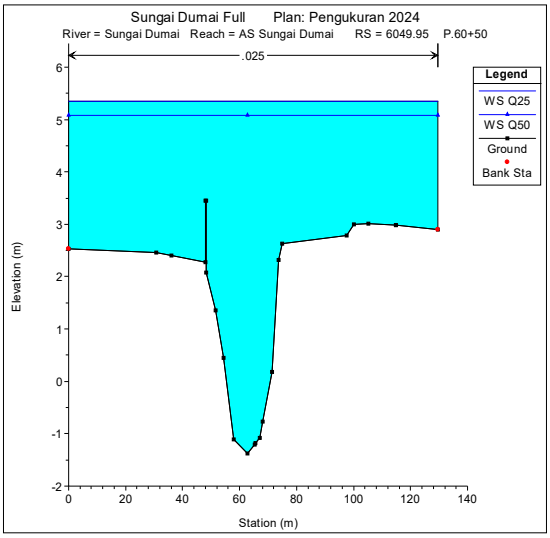
P. 59+00



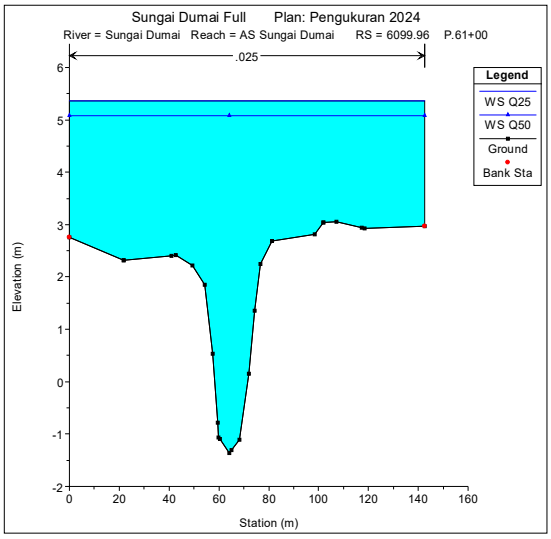
P. 59+50



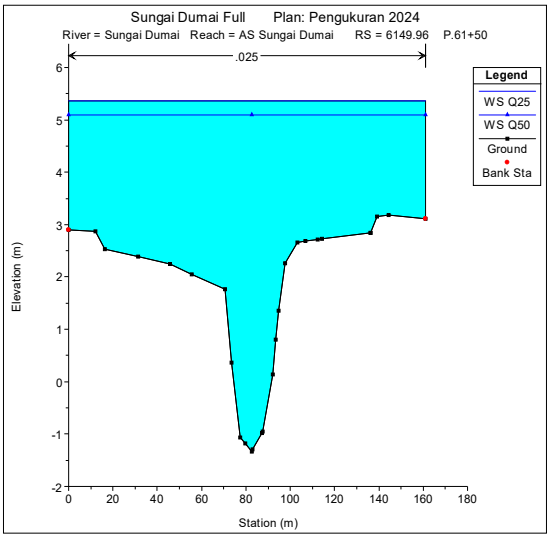
P. 60+00



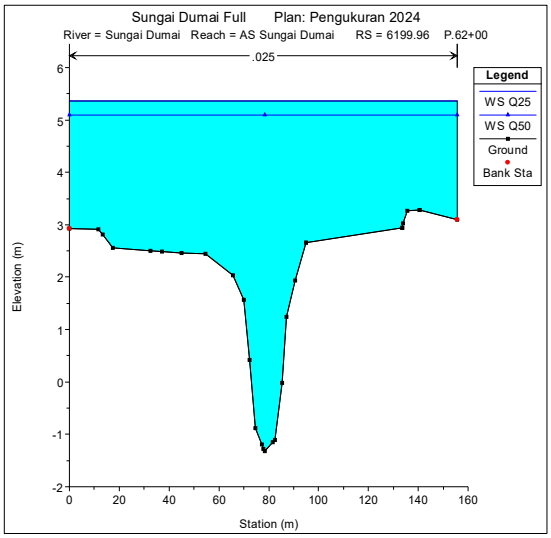
P. 60+50



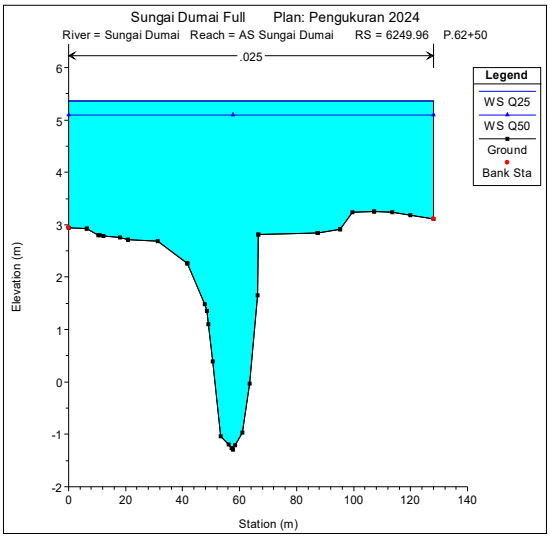
P. 61+00



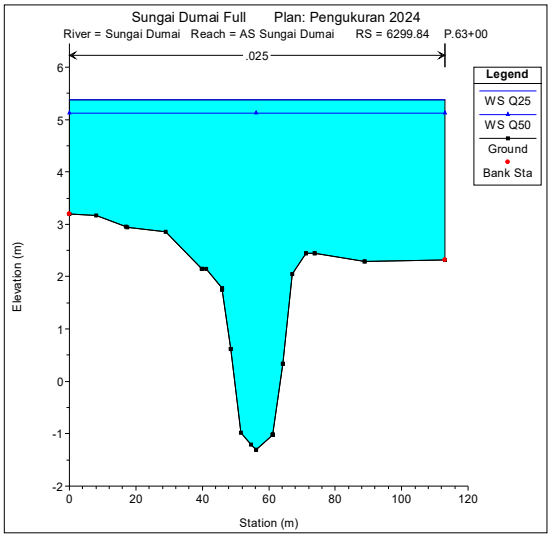
P. 61+50



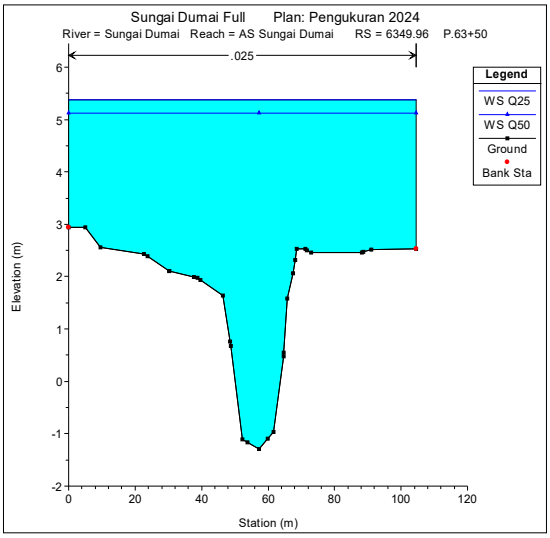
P. 62+00



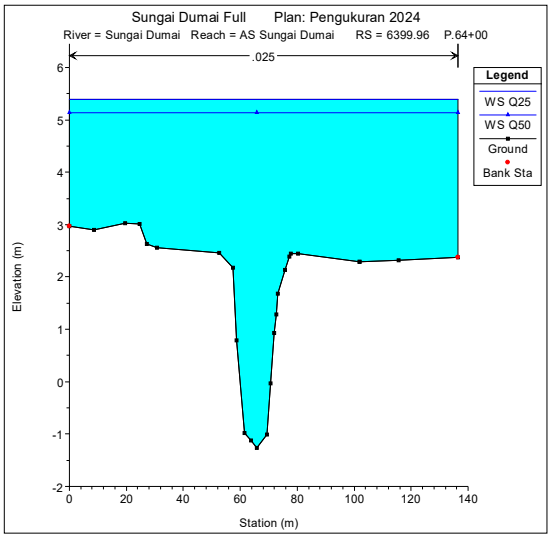
P. 62+50



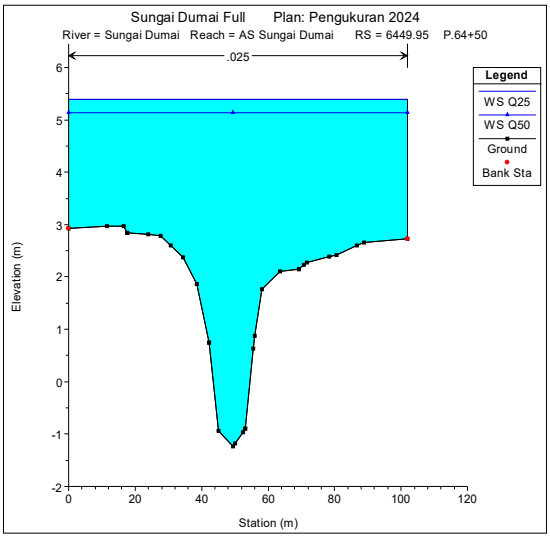
P. 63+00



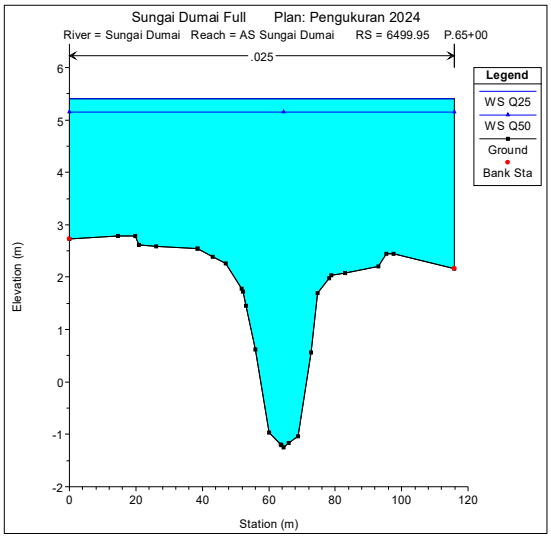
P. 63+50



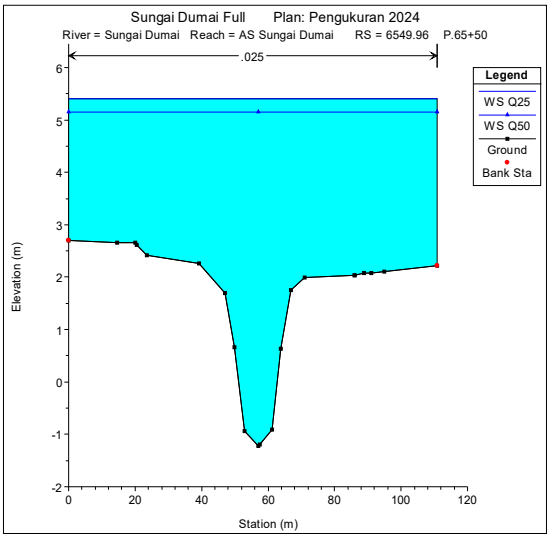
P. 64+00



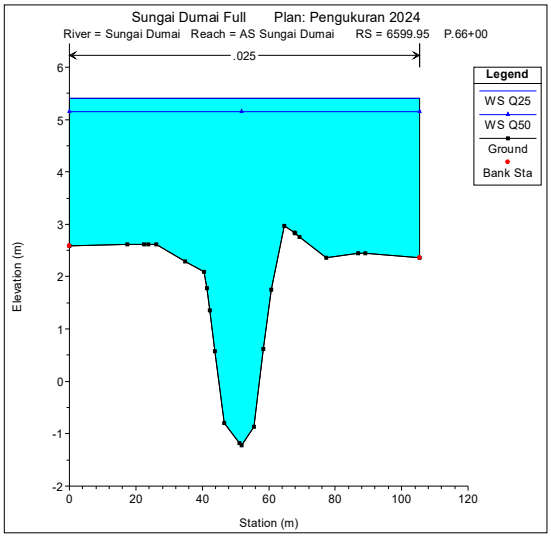
P. 64+50



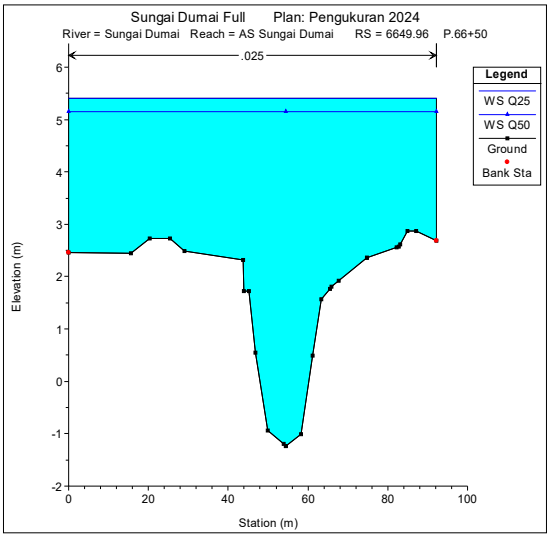
P. 65+00



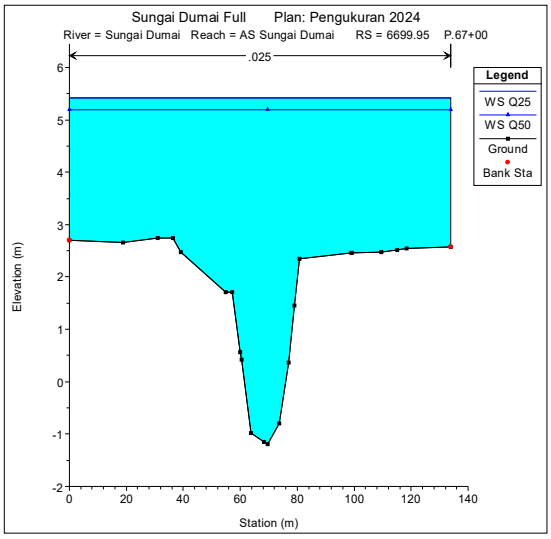
P. 65+50



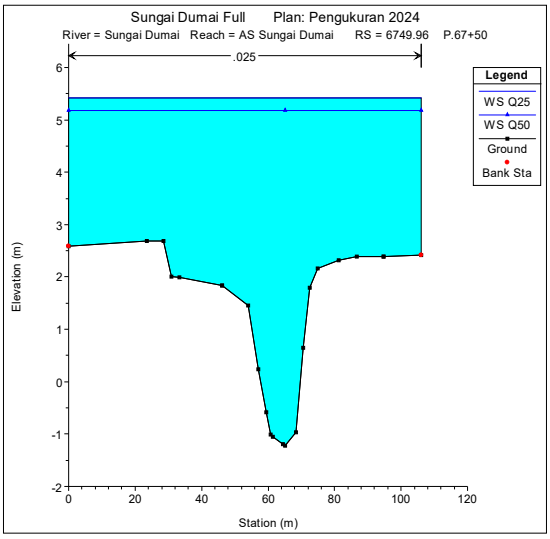
P. 66+00



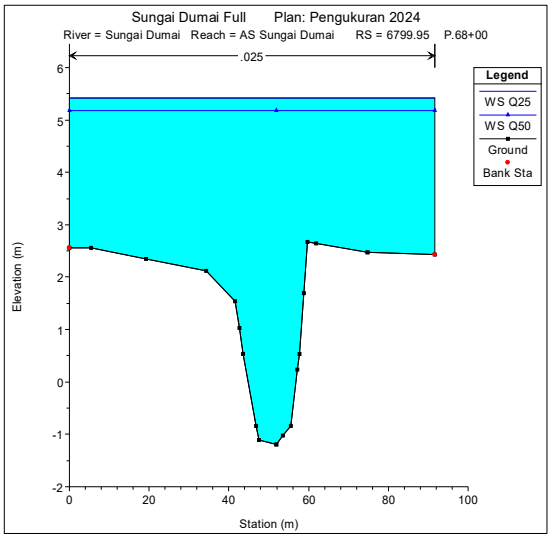
P. 66+50



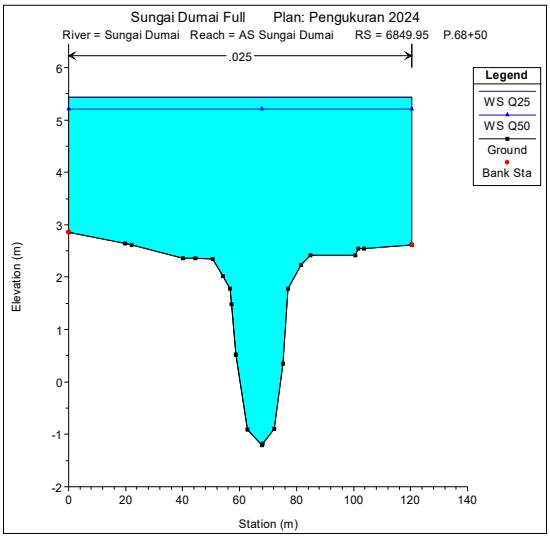
P. 67+00



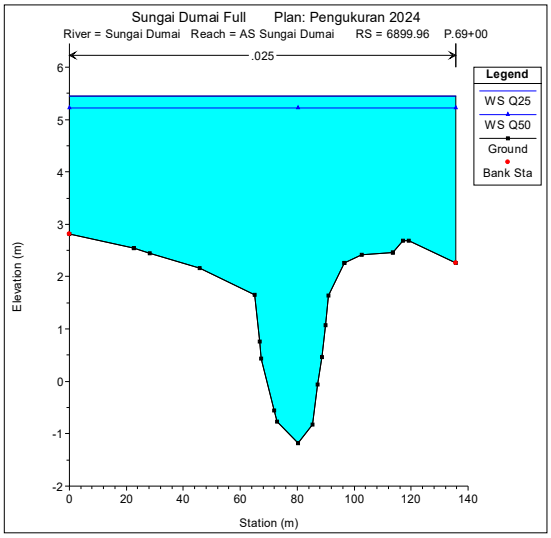
P. 67+50



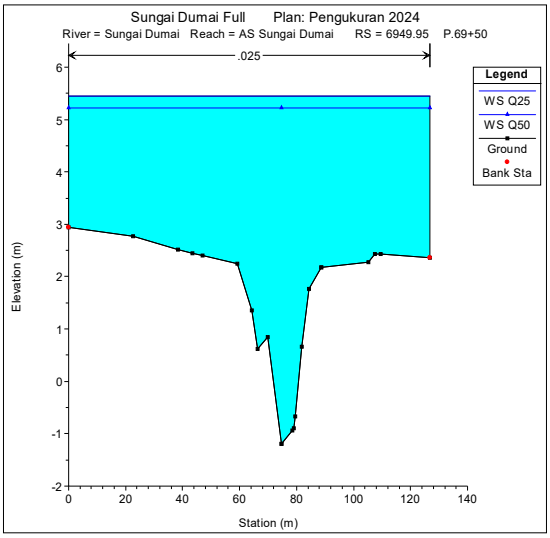
P. 68+00



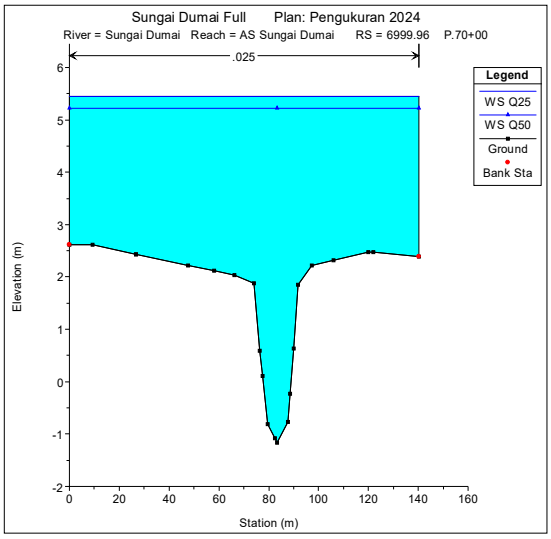
P. 68+50



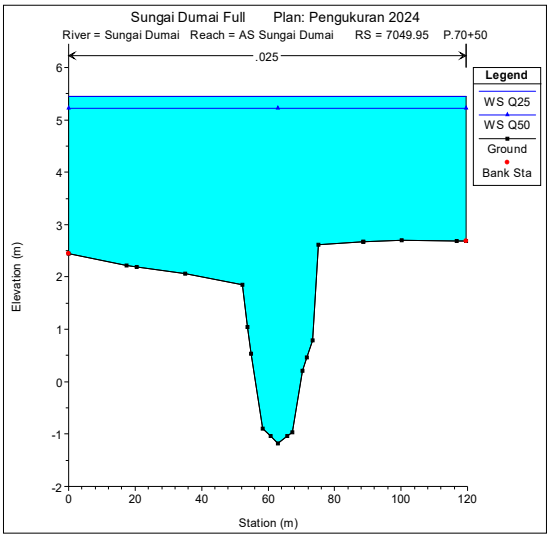
P. 69+00



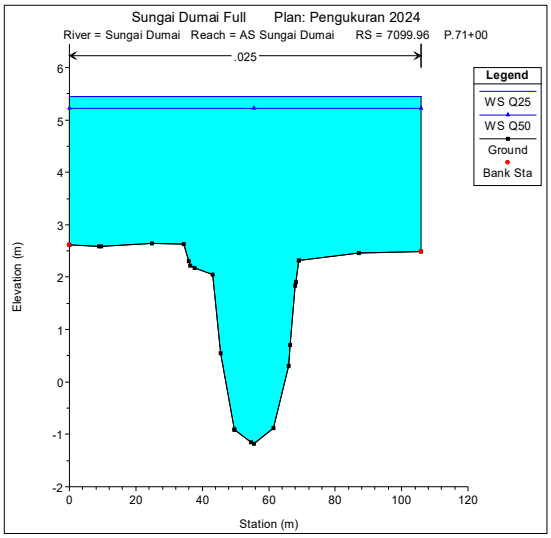
P. 69+50



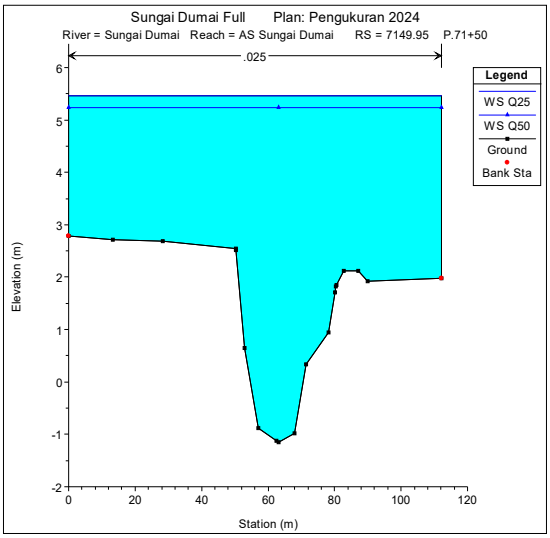
P. 70+00



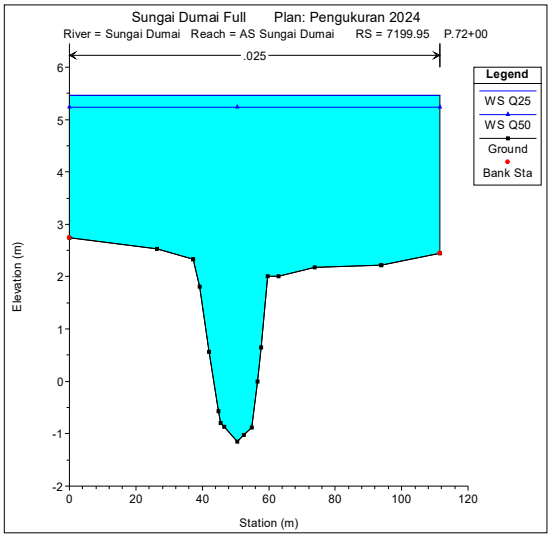
P. 70+50



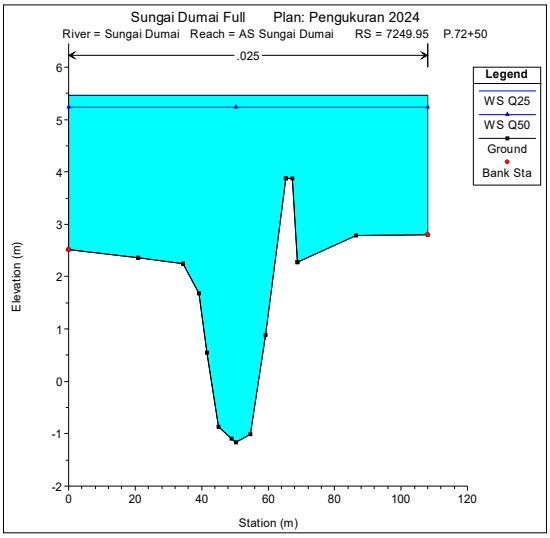
P. 71+00



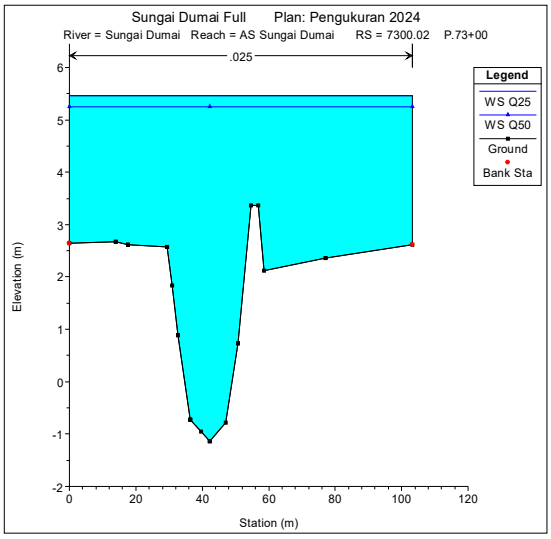
P. 71+50



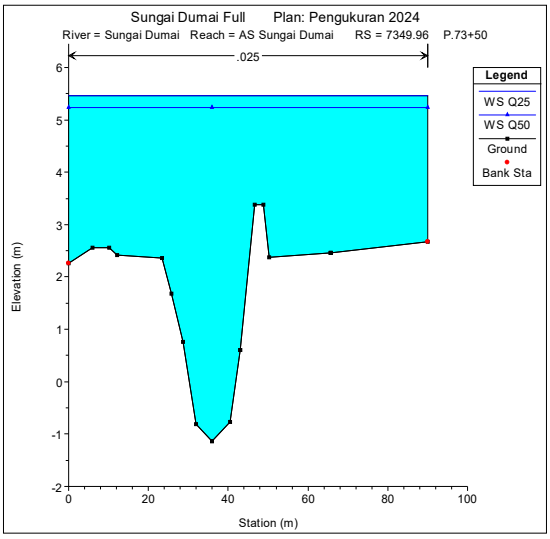
P. 72+00



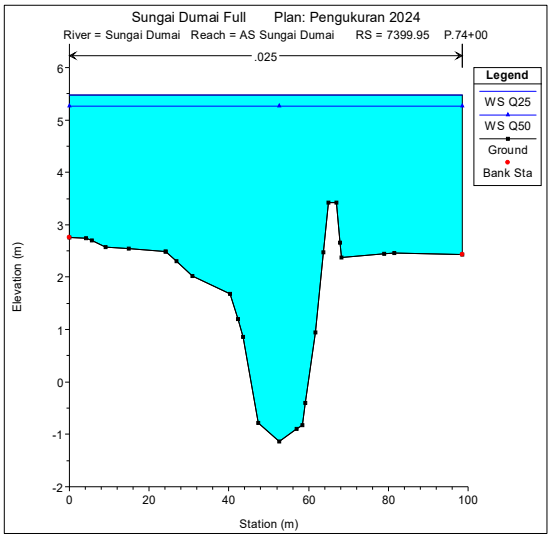
P. 72+50



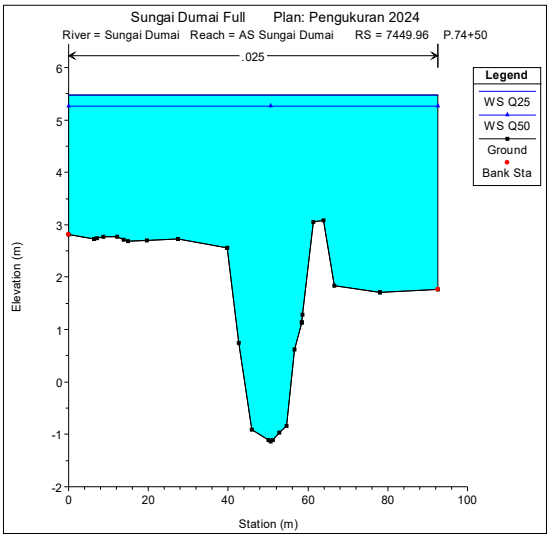
P. 73+00



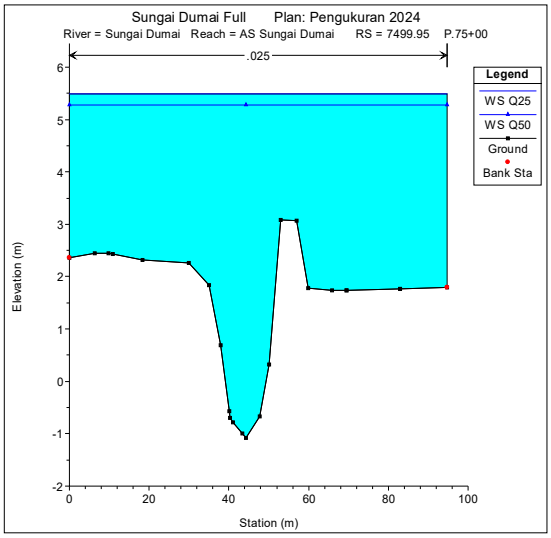
P. 73+50



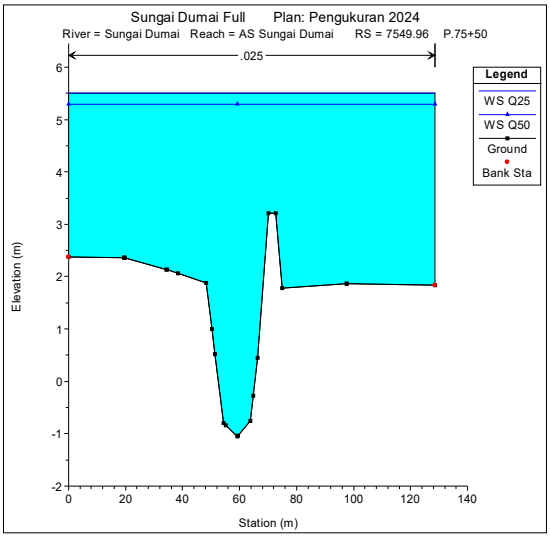
P. 74+00



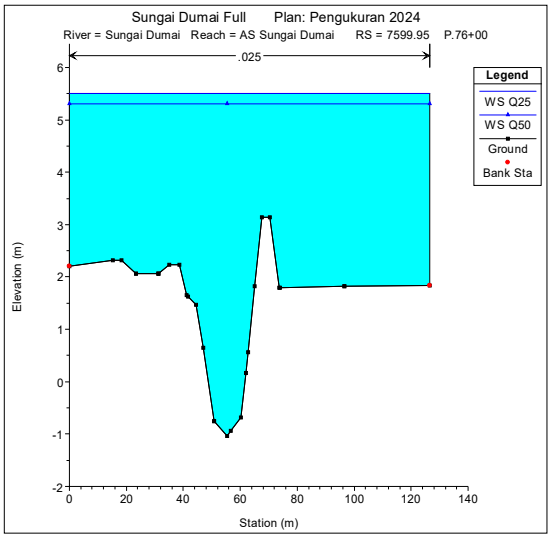
P. 74+50



P. 75+00



P. 75+50



P. 76+00

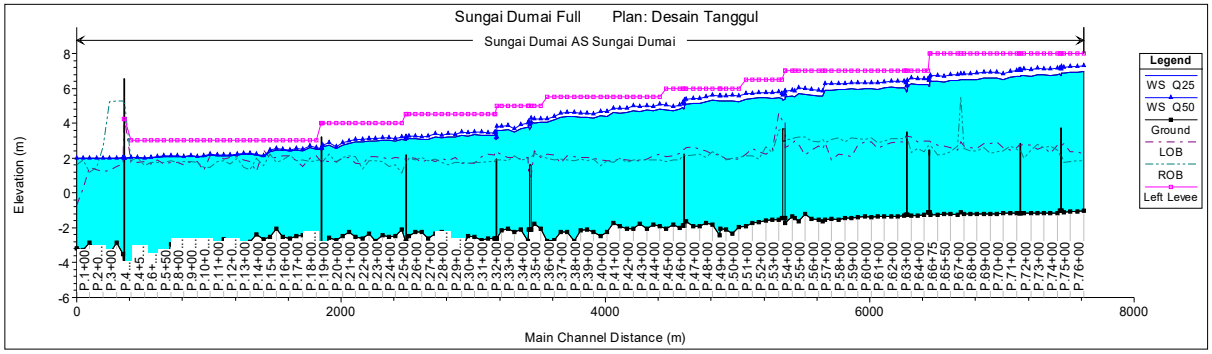
12.2.3 RENCANA PENANGANAN

Penanganan banjir/genangan banjir dapat diatasi dengan berbagai cara antara lain:

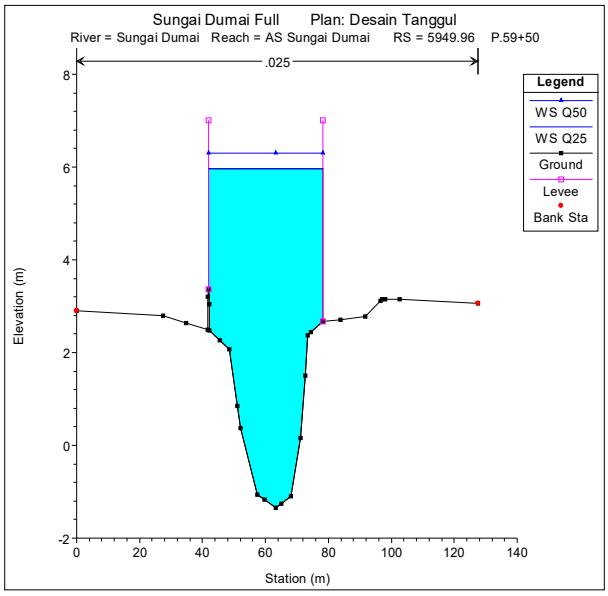
1. Pembuatan tanggul dengan penambahan tinggi jagaan
2. Pelebaran saluran serta jembatan
3. Pembuatan kolam retensi

12.2.3.1 RENCANA PENANGANAN DENGAN PENAMBAHAN TANGGUL

Gambar 12.11 menunjukkan setelah dilakukan penambahan konstruksi tanggul, maka sungai mampu menampung debit banjir 50 tahunan. Garis ungu merupakan rencana tanggul dengan elevasi tanggul yaitu penambahan tinggi jagaan 0,8 m dari elevasi Muka Air Banjir (MAB) 50 tahunan.



Gambar 12.11 Profil Memanjang Sungai Dumai Setelah Penanganan

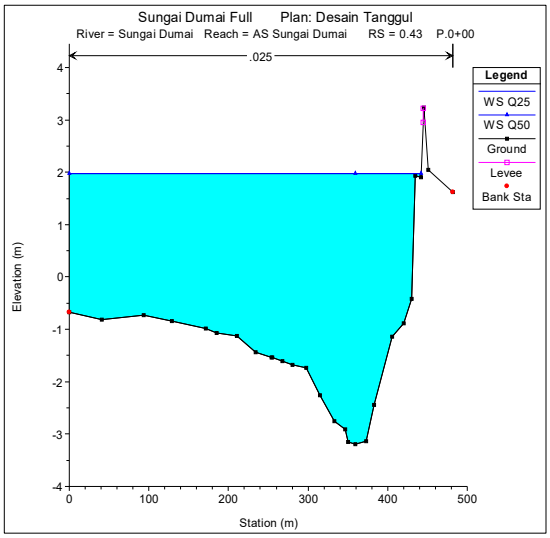


Gambar 12.12 Potongan Melintang P.59+50

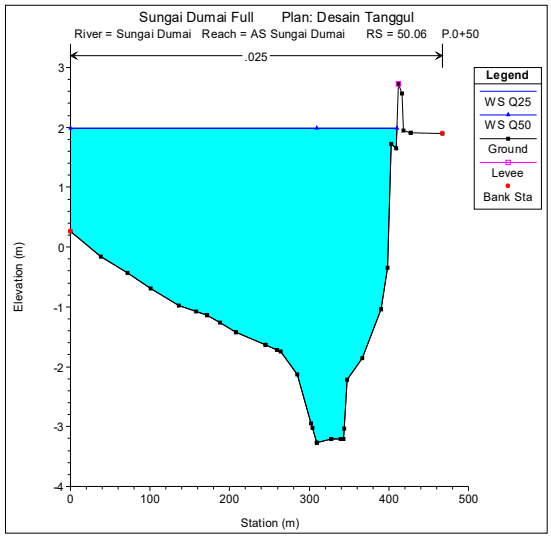
Dengan penambahan tanggul didapatkan elevasi tanggul yang terlalu tinggi, dimana penambahan tanggul ada yang mencapai ketinggian 3m dari tanggul saluran eksisting (sebagai contoh pada P. 59+50), sehingga kurang efektif apabila dilaksanakan.

Pada bagian hulu jembatan Bukit Datuk terjadi perbedaan yang signifikan terhadap lebar saluran dengan lebar saluran di bagian hilir. Pada sisi hulu jembatan Bukit Datuk beserta jembatannya hanya sekitar ± 14m, sedangkan pada hilir Jembatan Bukit Datuk lebar saluran memiliki lebar ± 22 m. Untuk opsi selanjutnya adalah dengan melebarkan jembatan Bukit Datuk dari 14 m menjadi 22 m. Akan tetapi hasil dari pelebaran tersebut tidak memiliki pengurangan tinggi genangan yang signifikan tinggi genangan hanya berkurang 3 cm.

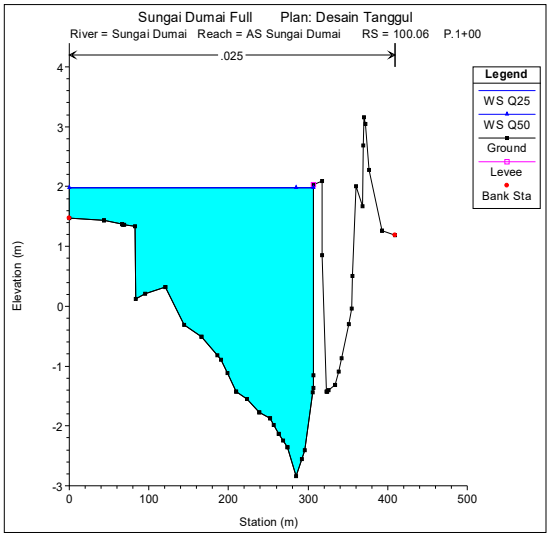
Tabel 12.3. Hasil Simulasi Kondisi Rencana Sungai Dumai (Tanggul dan Pelebaran Hulu)



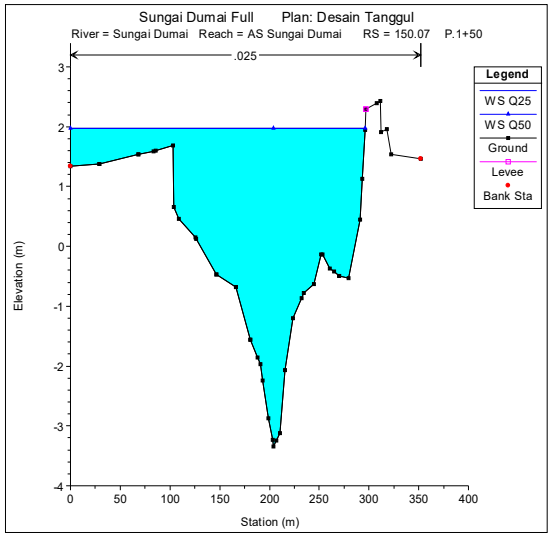
P. 0+00



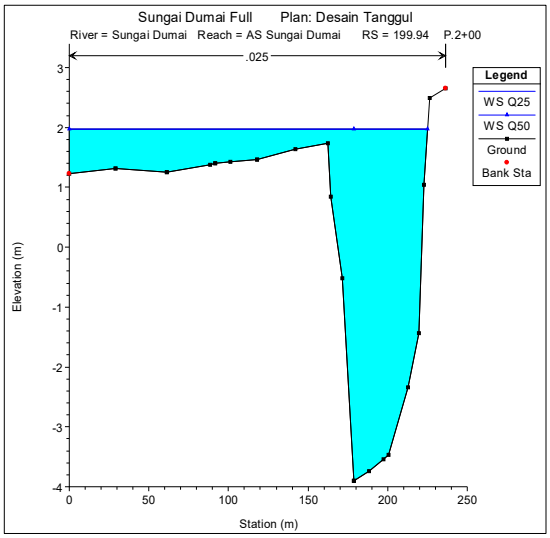
P. 0+50



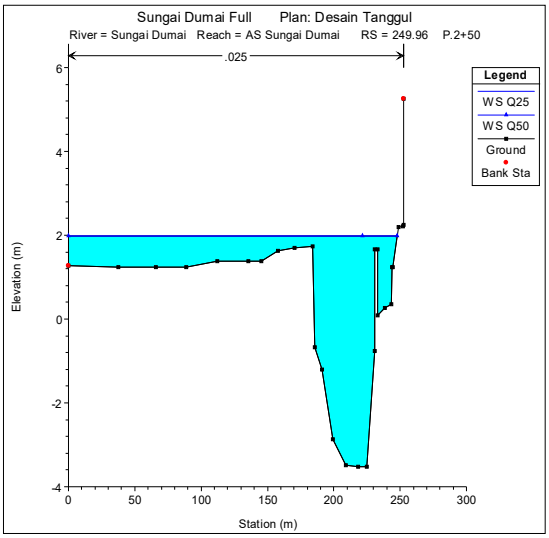
P. 1+00



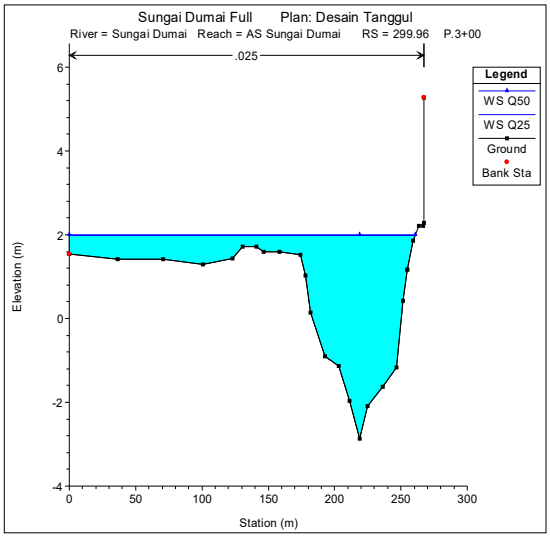
P.1+50



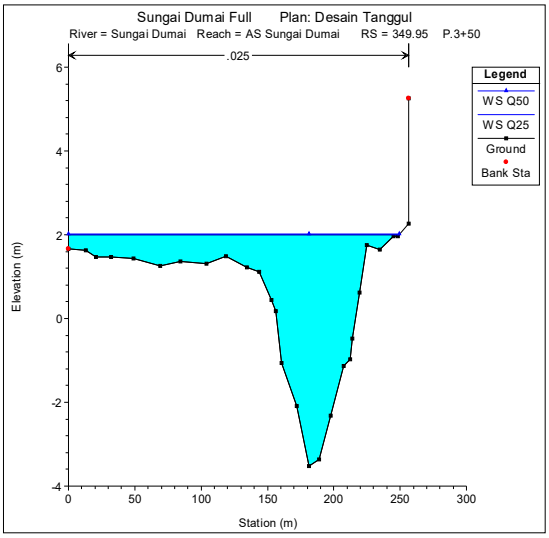
P. 2+00



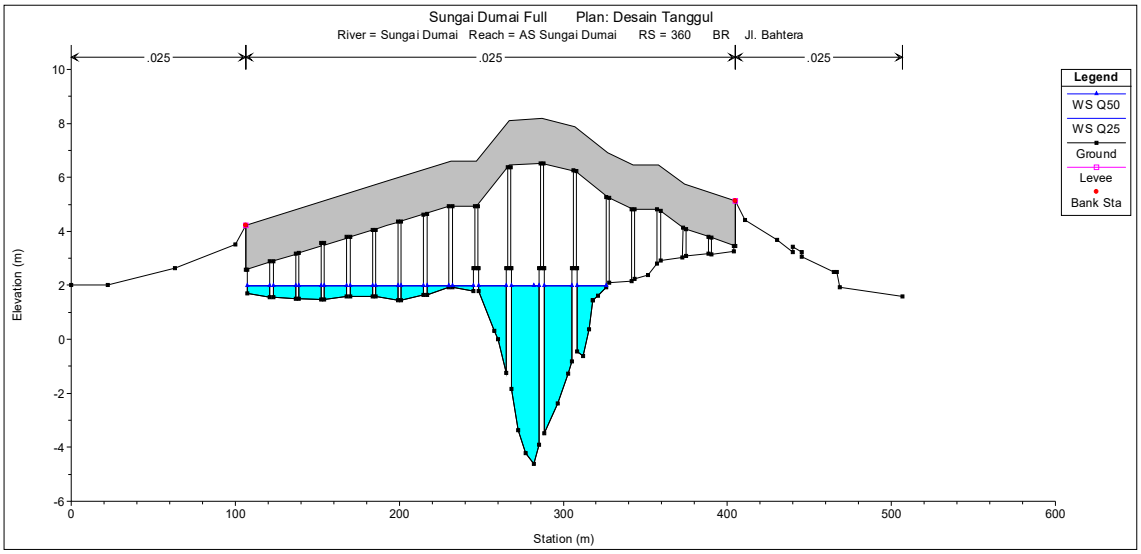
P. 2+50



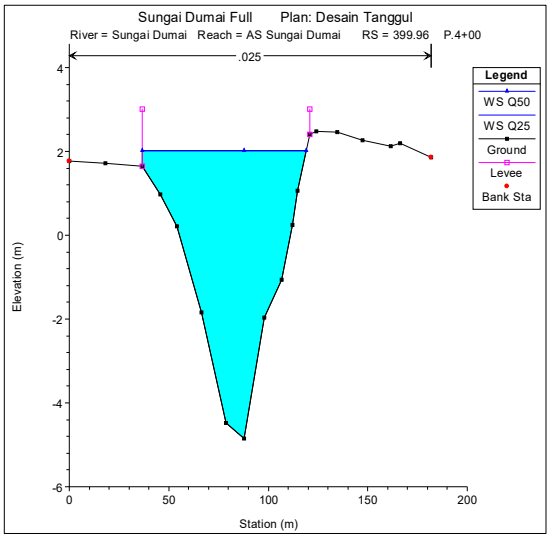
P. 3+00



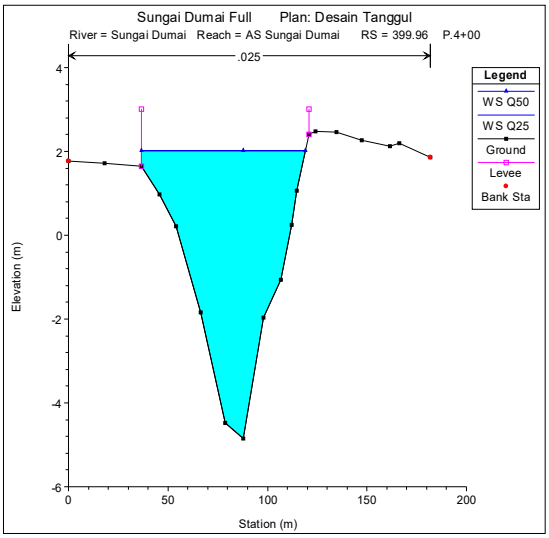
P. 3+50



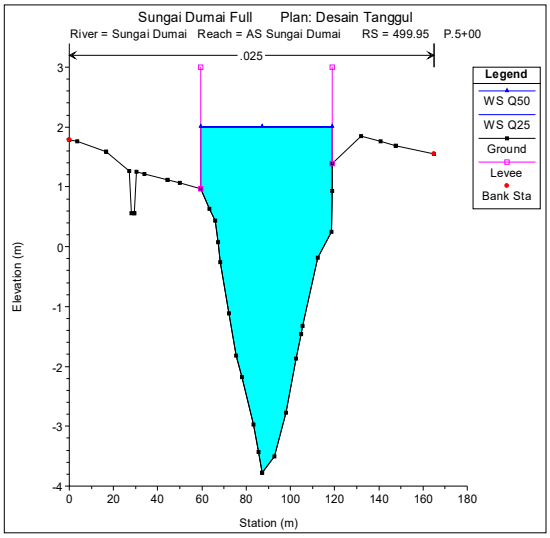
P. 3+60 (Jembatan Jl. Bahtera)



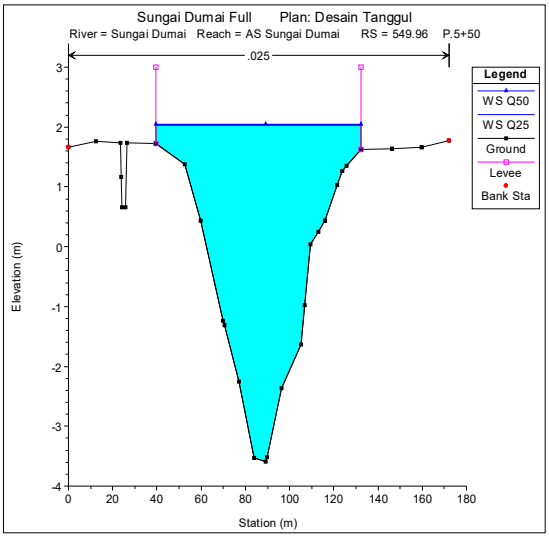
P.4+00



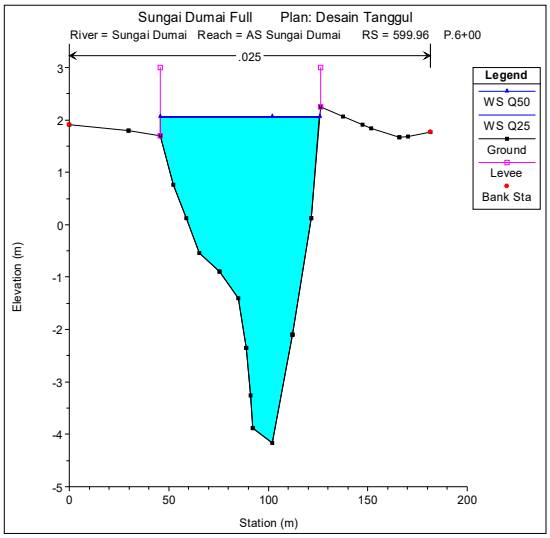
P. 4+50



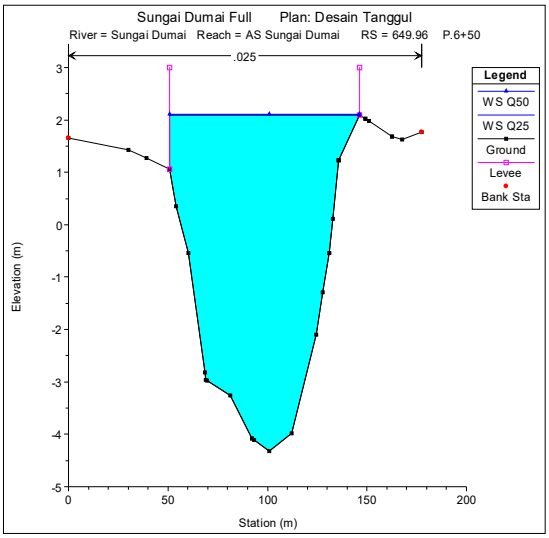
P. 5+00



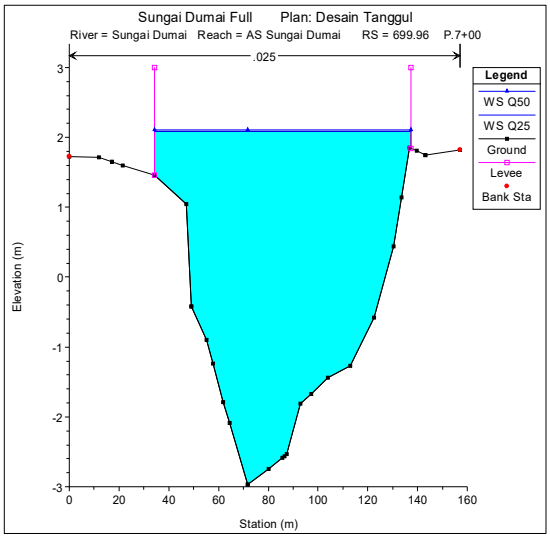
P. 5+50



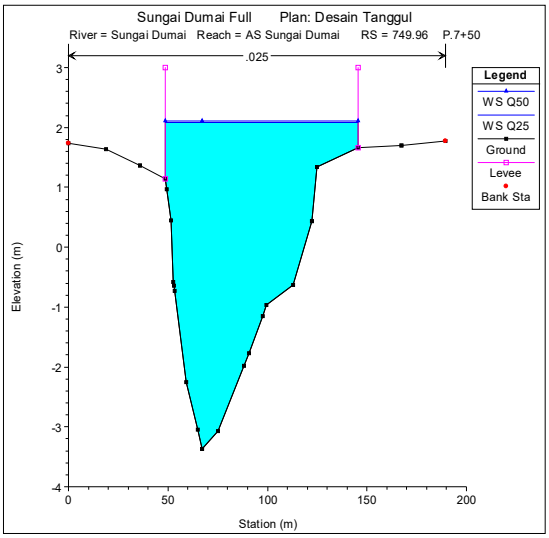
P. 6+00



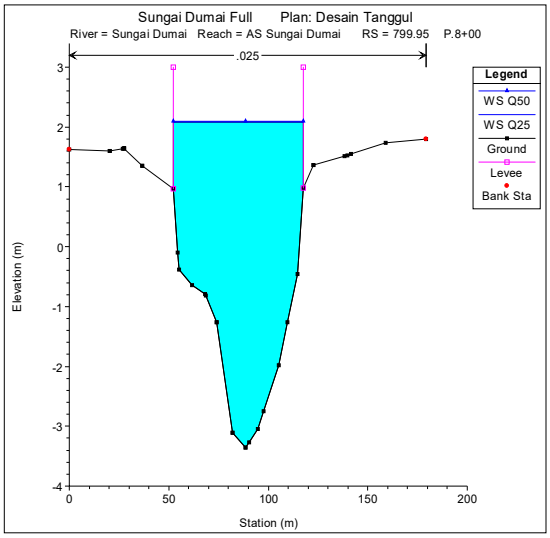
P. 6+50



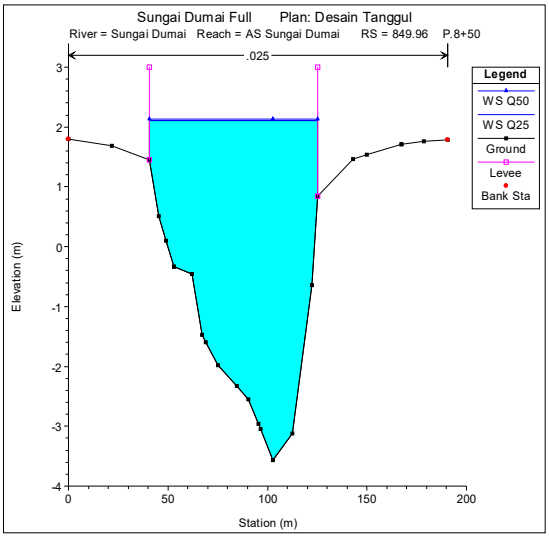
P. 7+00



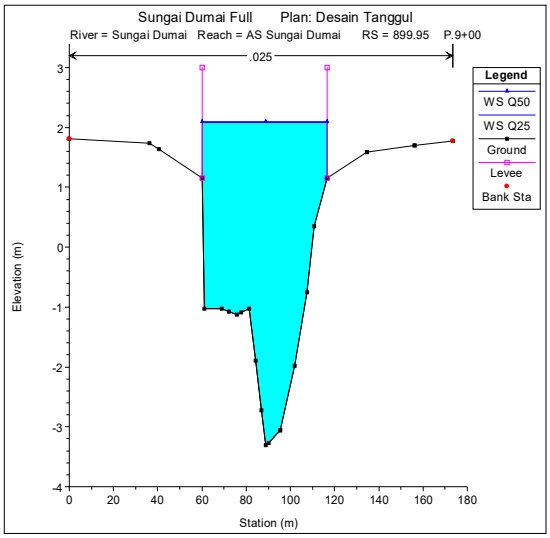
P. 7+50



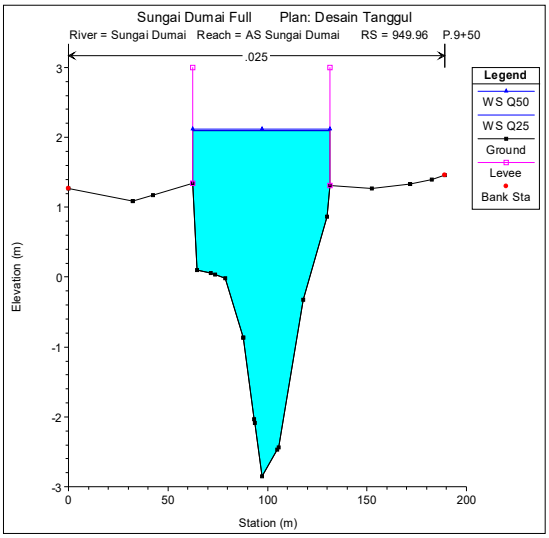
P. 8+00



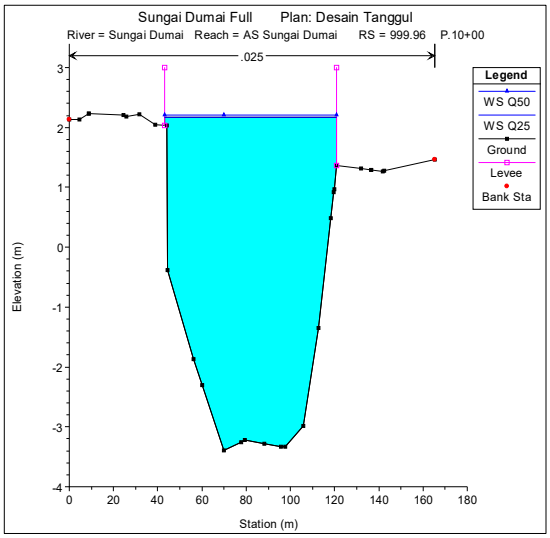
P. 8+50



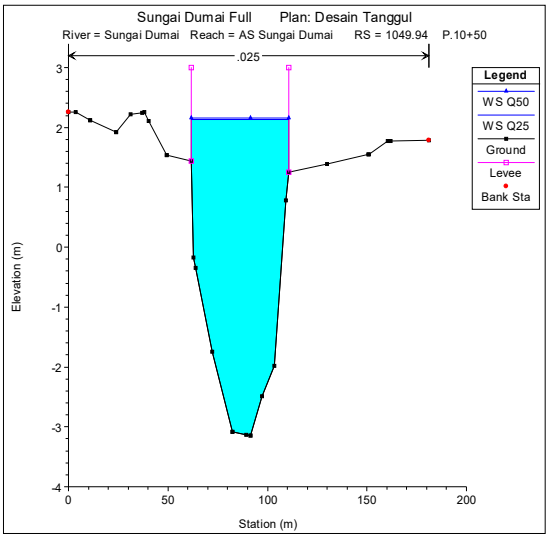
P. 9+00



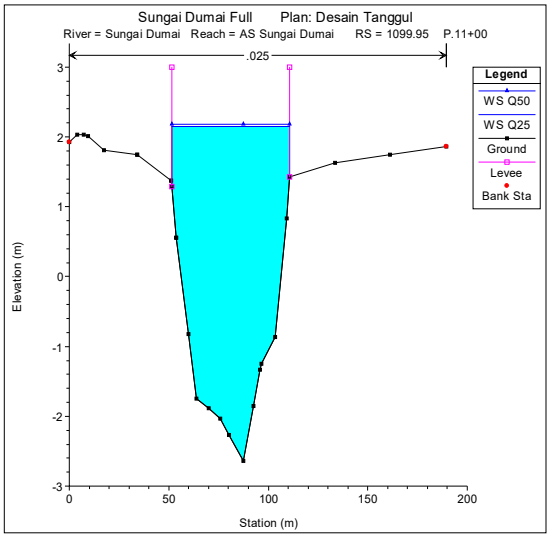
P. 9+50



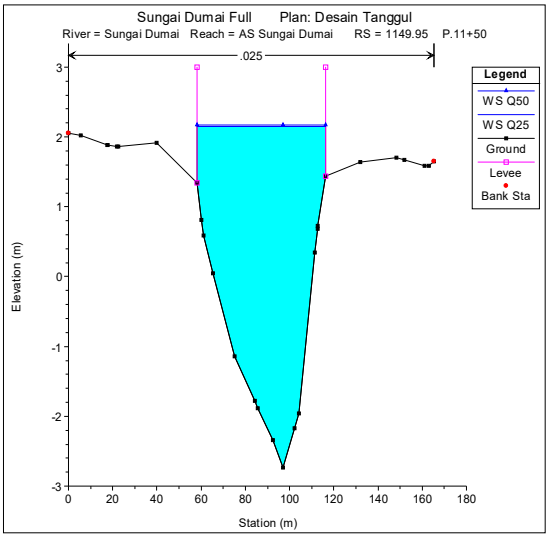
P. 10+00



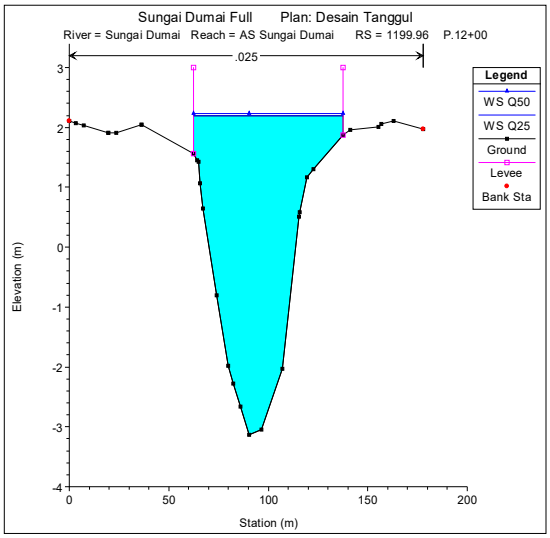
P. 10+50



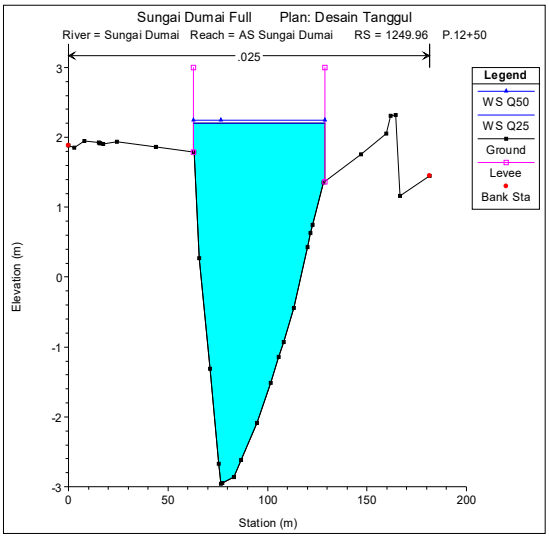
P. 11+00



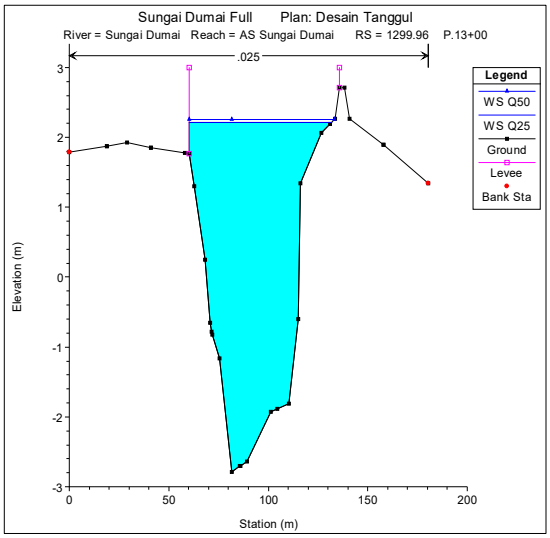
P. 11+50



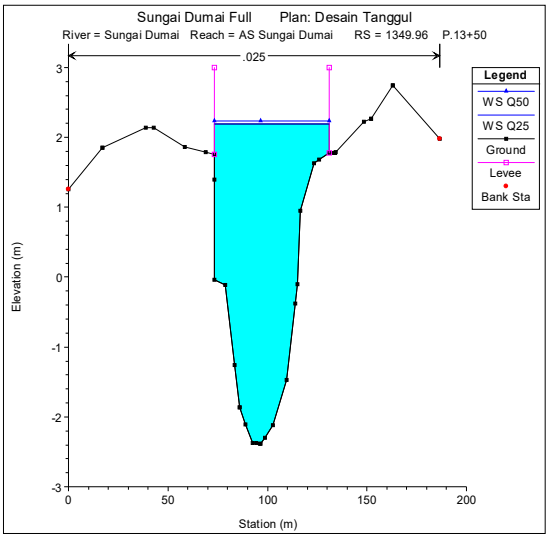
P. 12+00



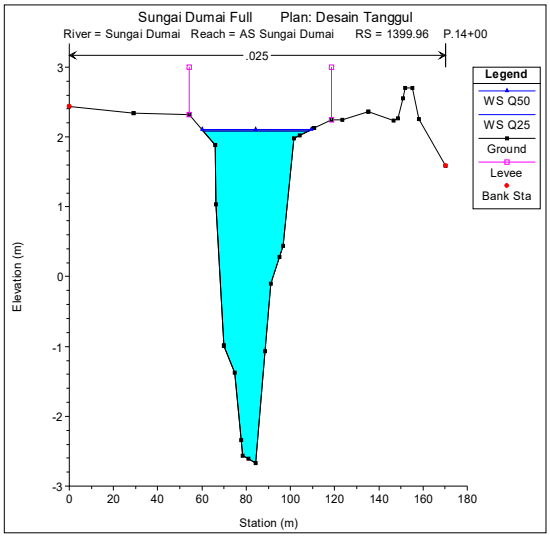
P. 12+50



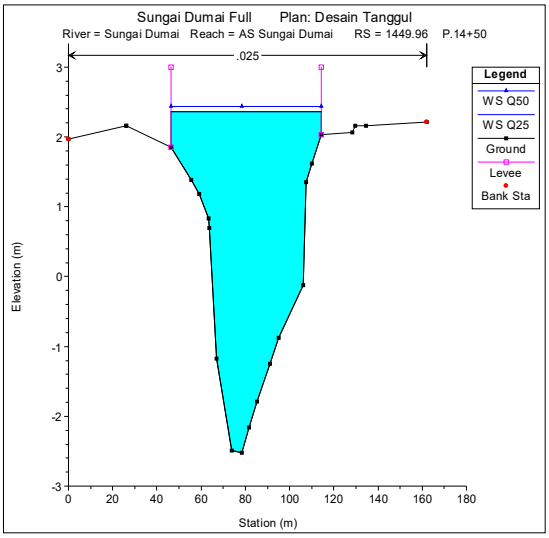
P. 13+00



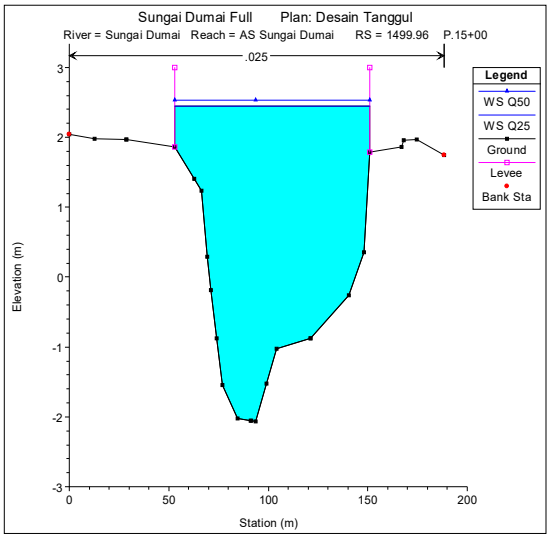
P. 13+50



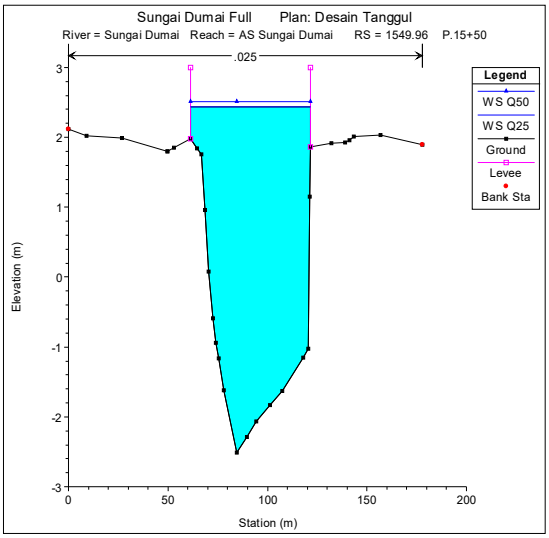
P. 14+00



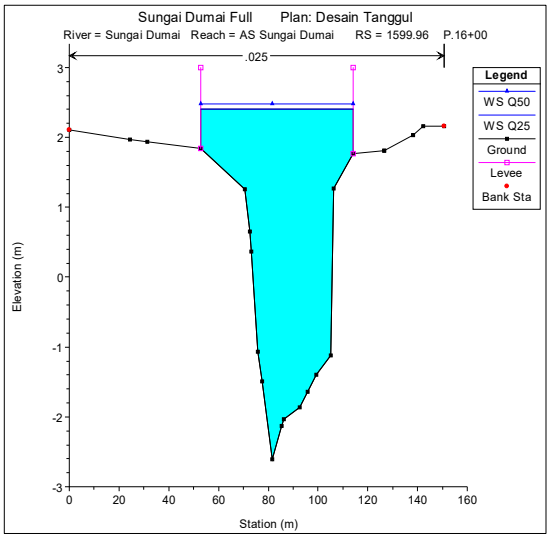
P. 14+50



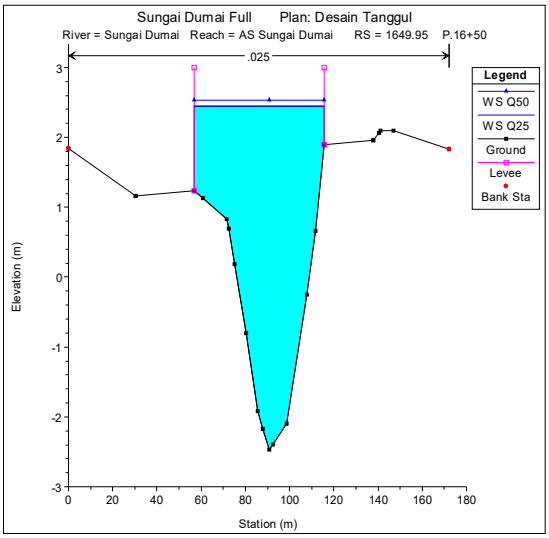
P. 15+00



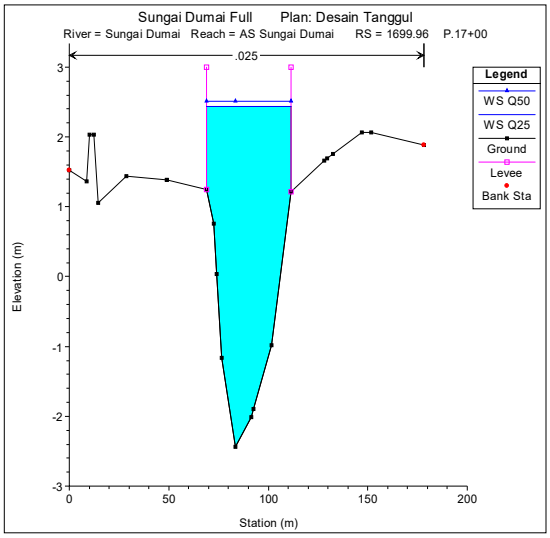
P. 15+50



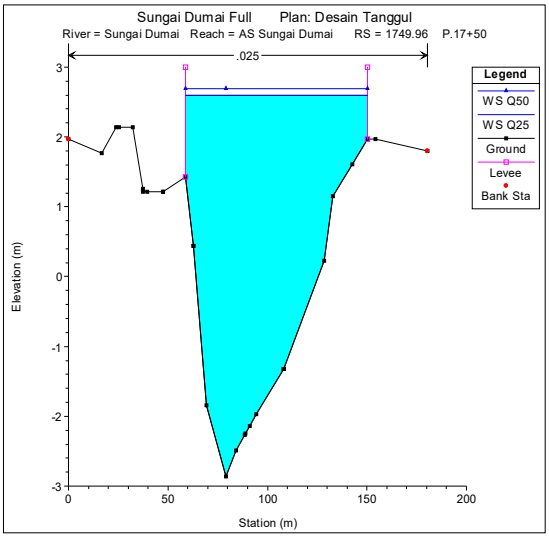
P. 16+00



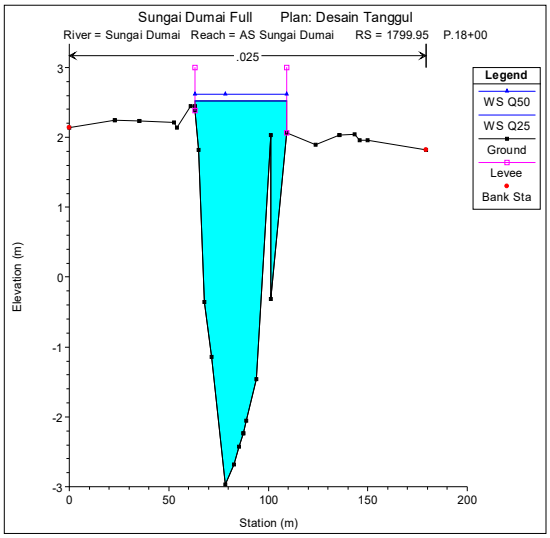
P. 16+50



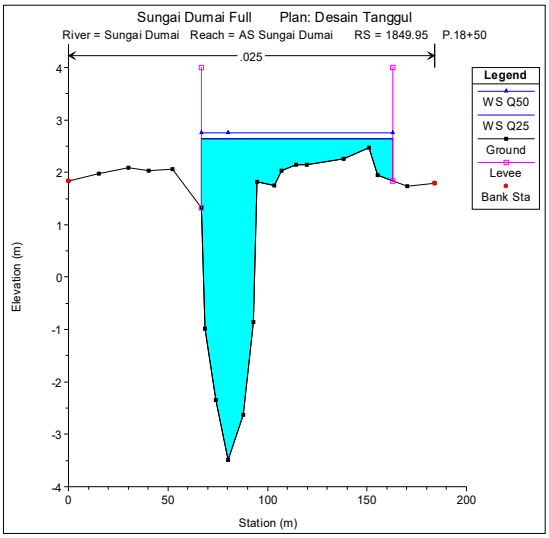
P. 17+00



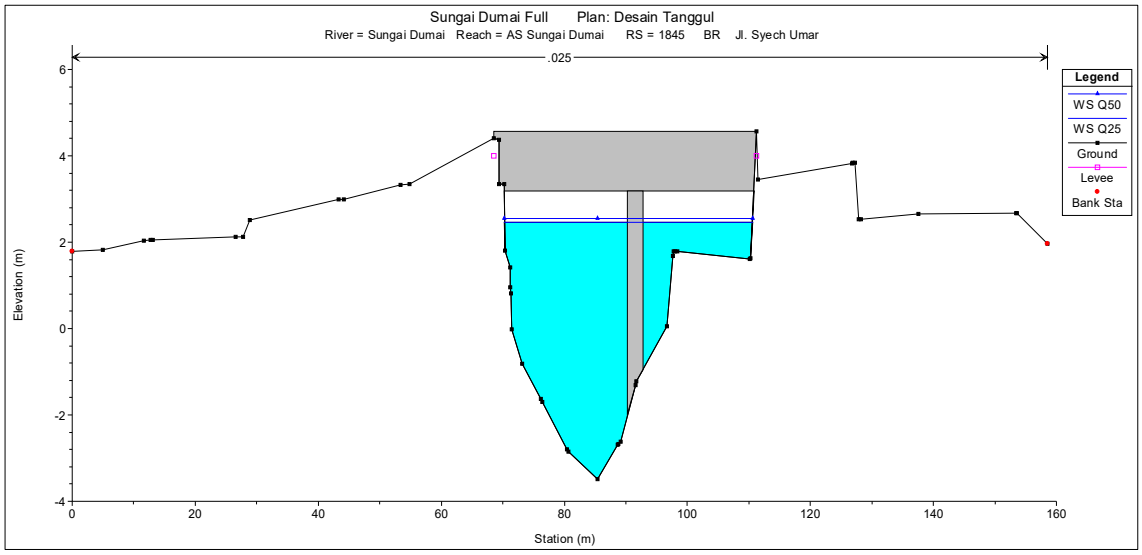
P. 17+50



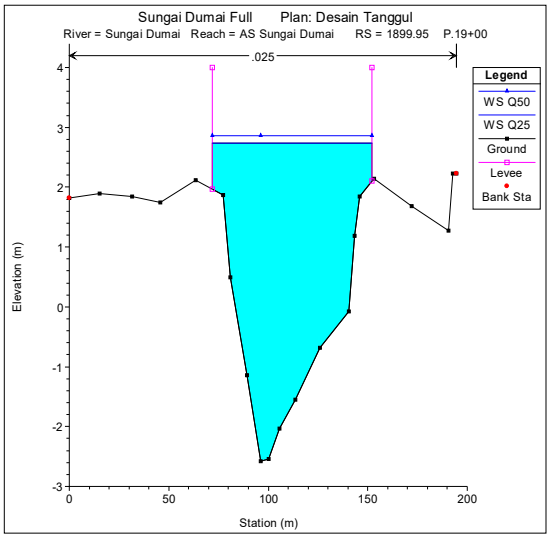
P. 18+00



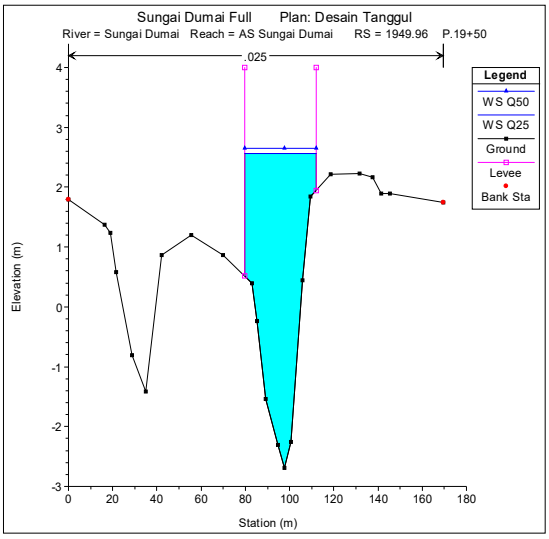
P. 18+50



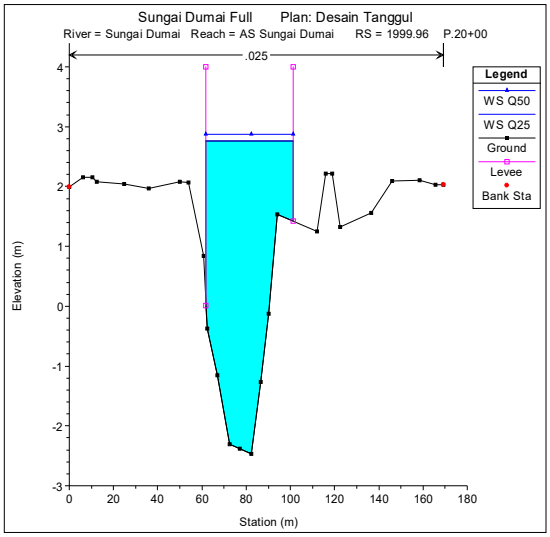
P. 18+45 (Jembatan Jl.Syech Umar)



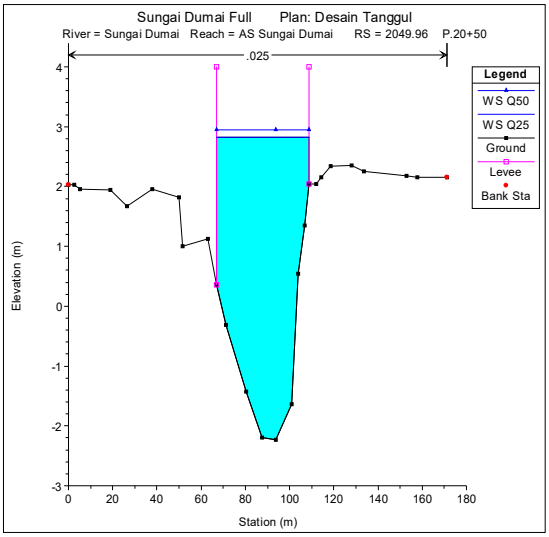
P. 19+00



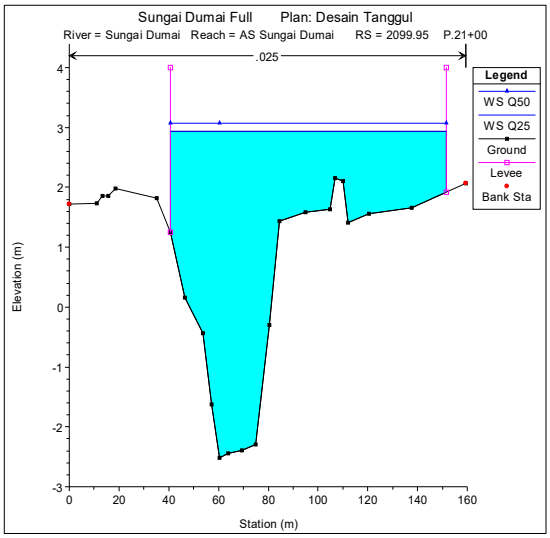
P. 19+50



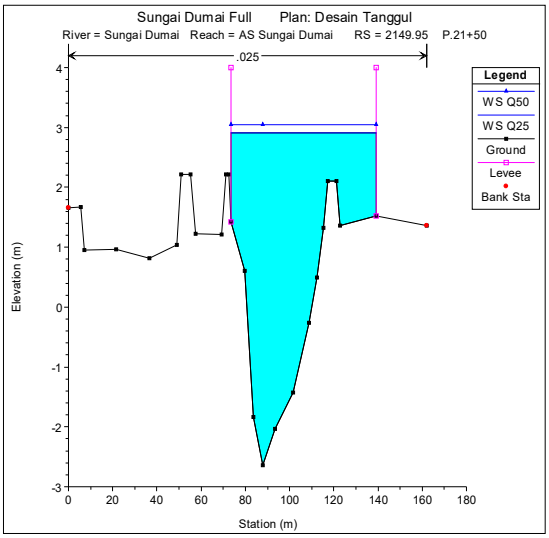
P. 20+00



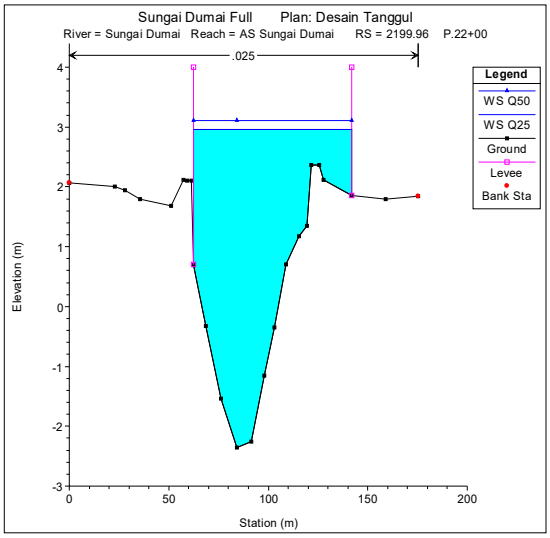
P. 20+50



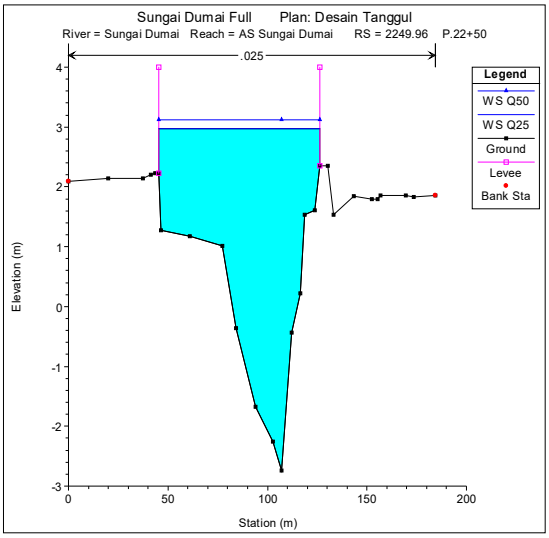
P. 21+00



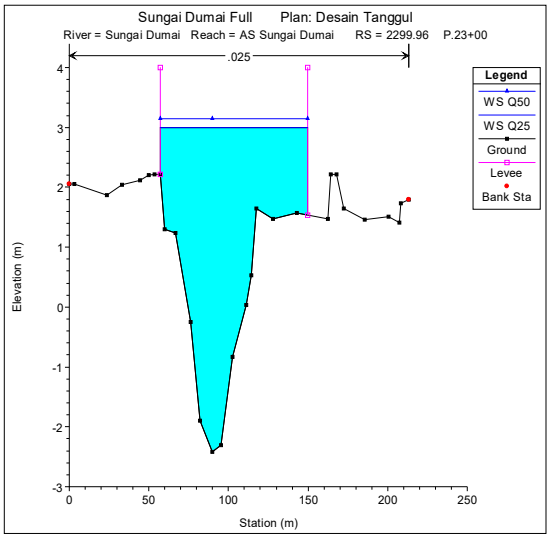
P. 21+50



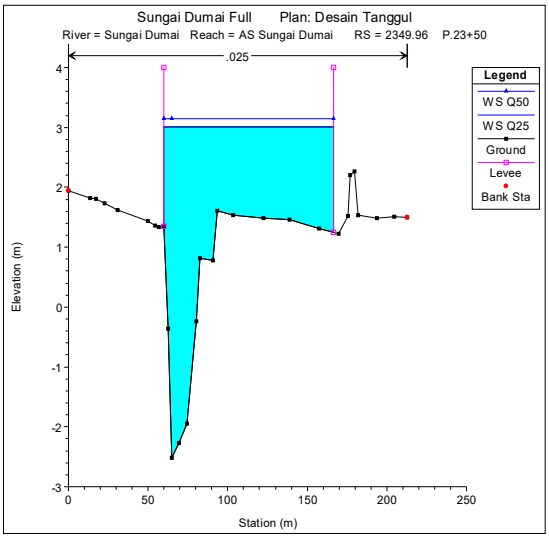
P. 22+00



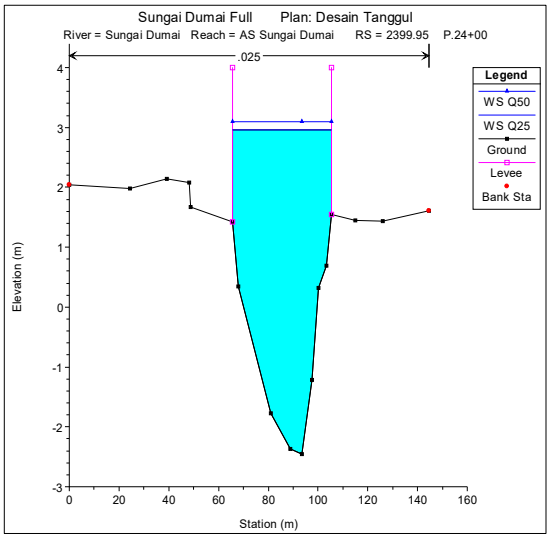
P. 22+50



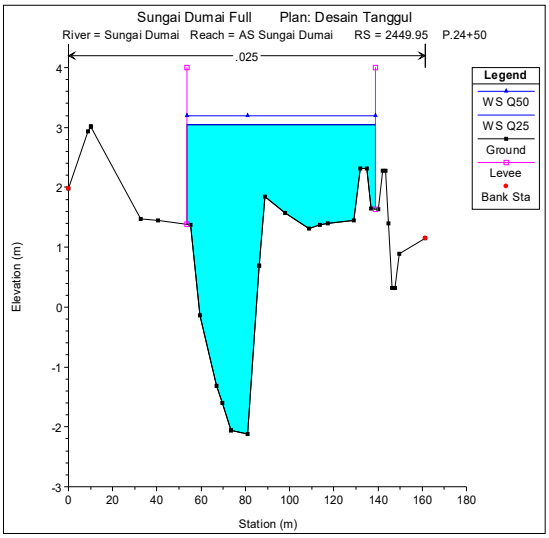
P. 23+00



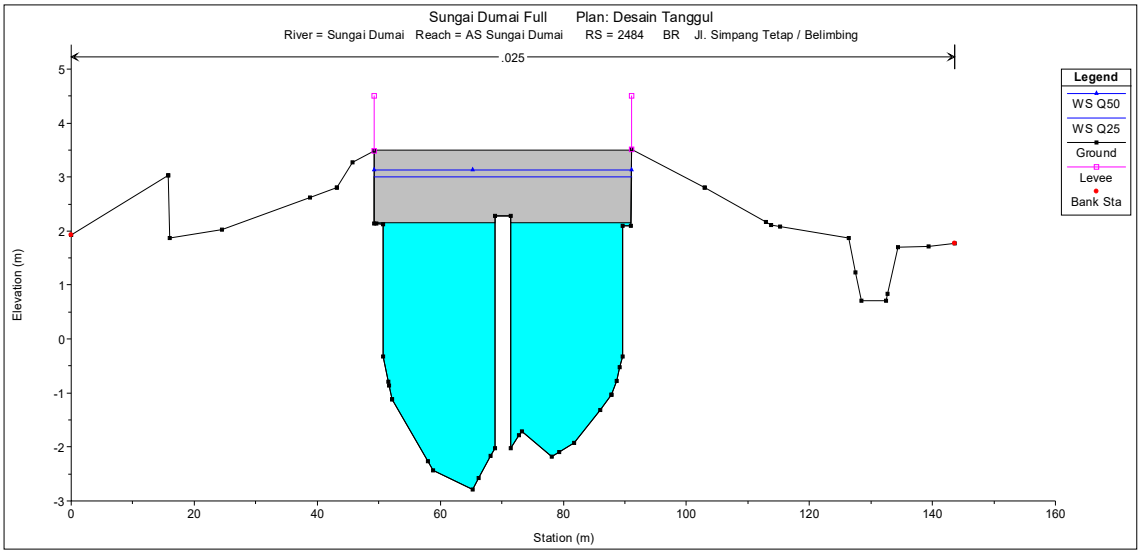
P. 23+50



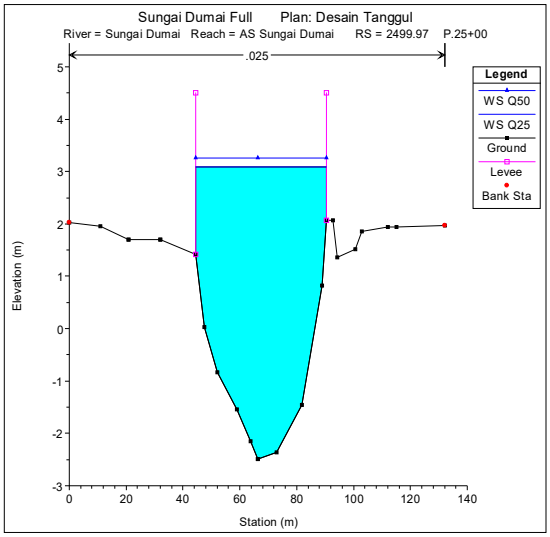
P. 24+00



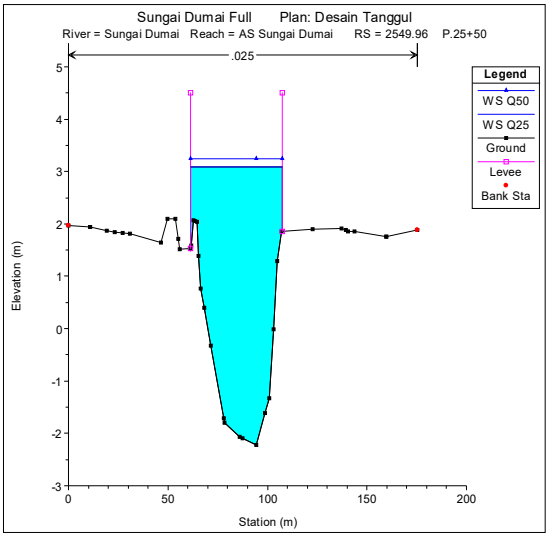
P. 24+50



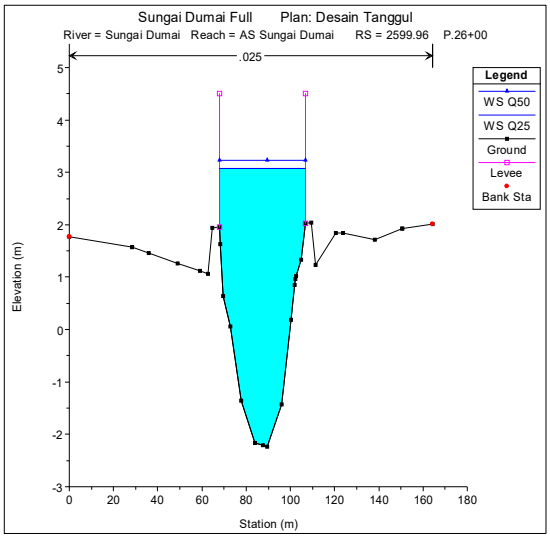
P. 24+84 (Jembatan Jl. Simpang Tetap / Belimbing)



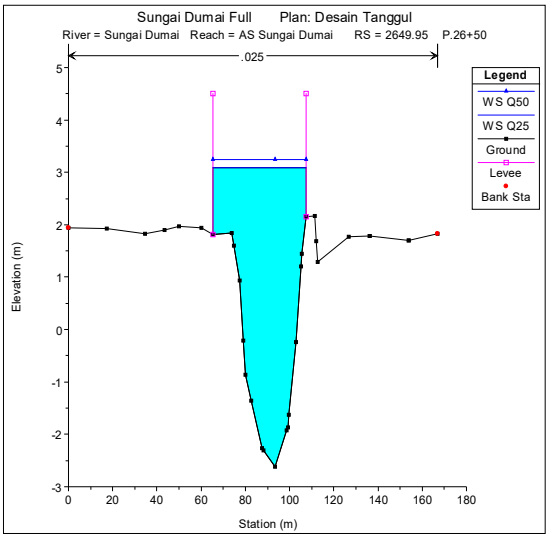
P. 25+00



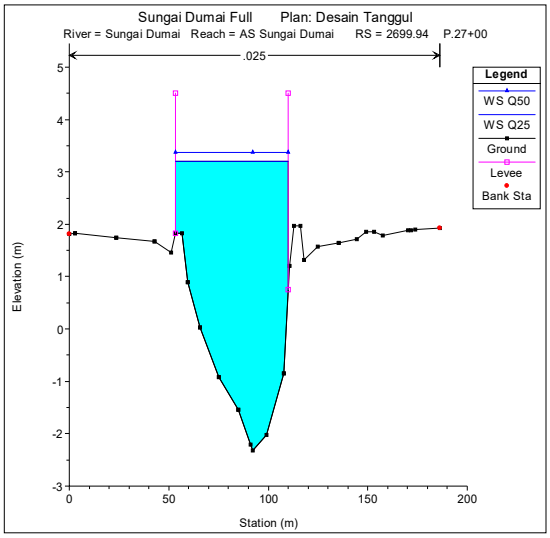
P. 25+50



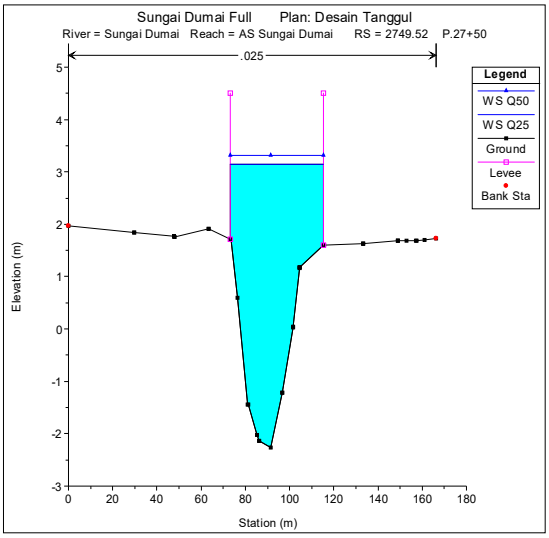
P. 26+00



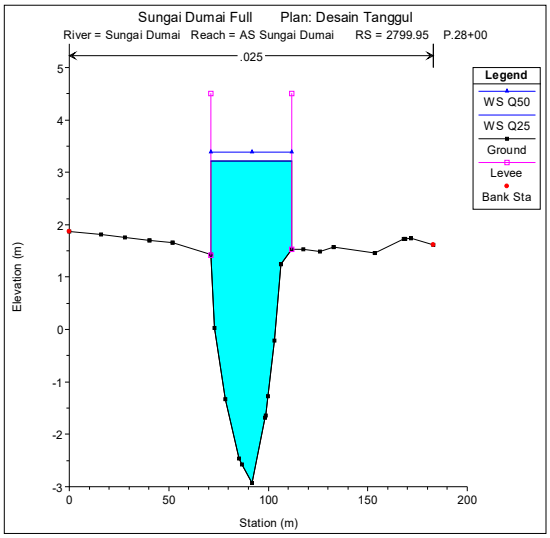
P. 26+50



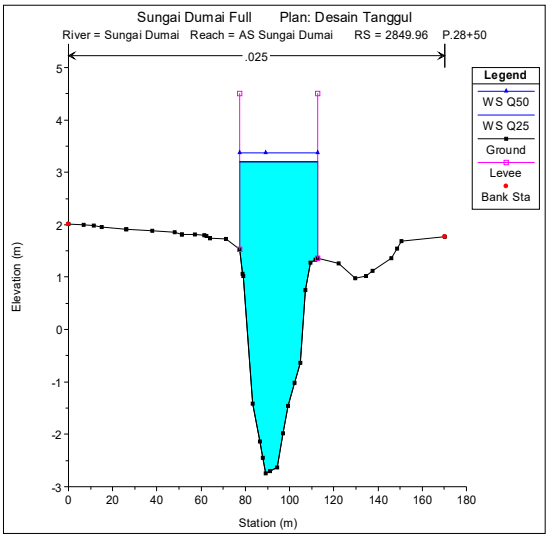
P. 27+00



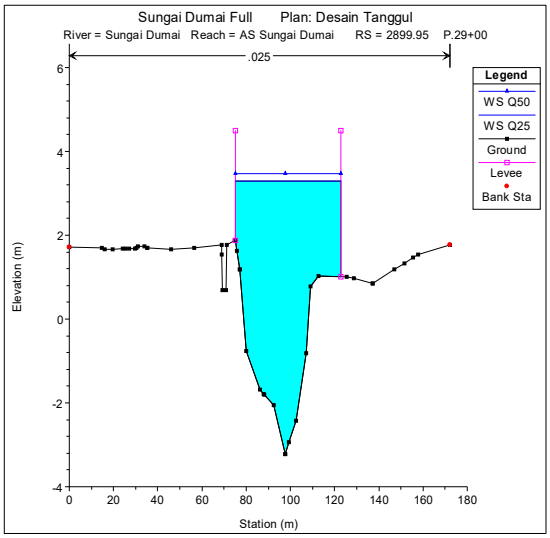
P. 27+50



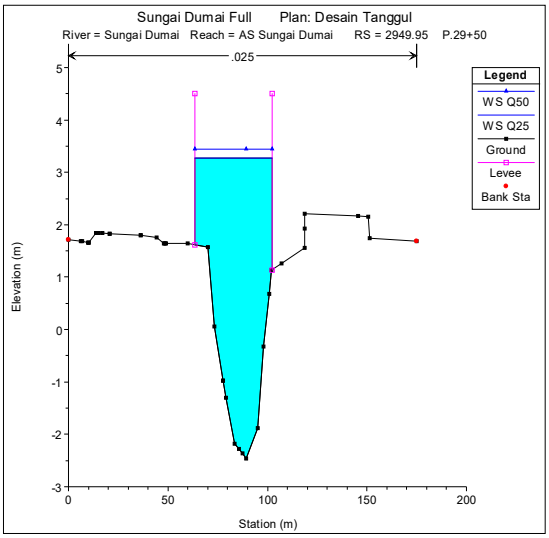
P. 28+00



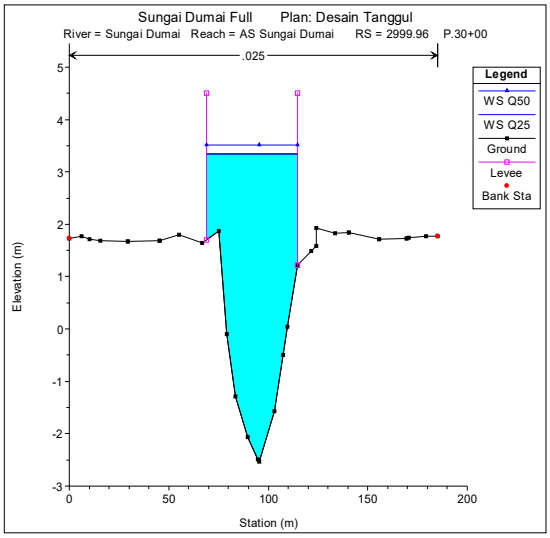
P. 28+50



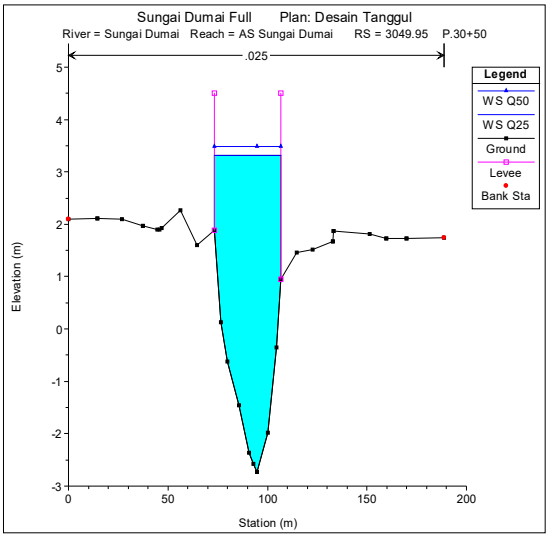
P. 29+00



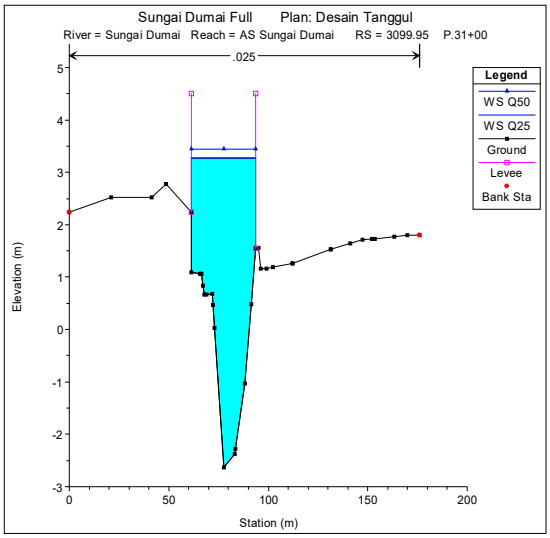
P. 29+50



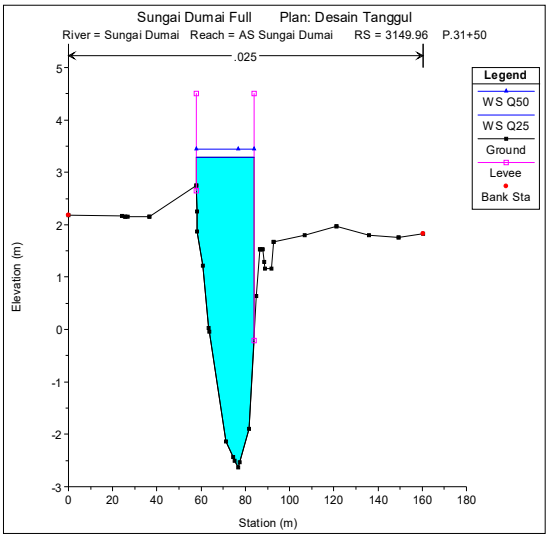
P. 30+00



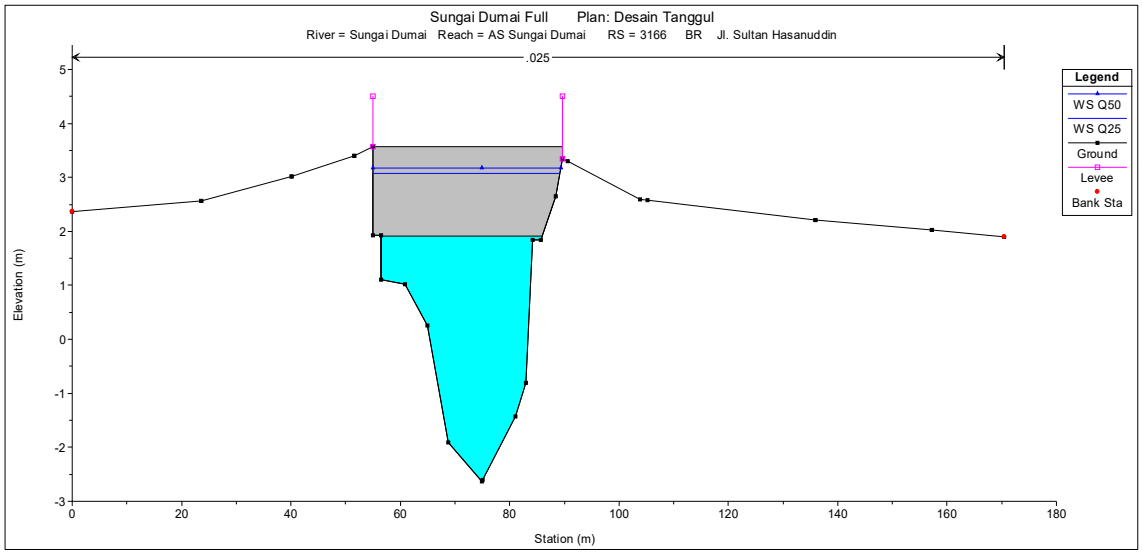
P. 30+50



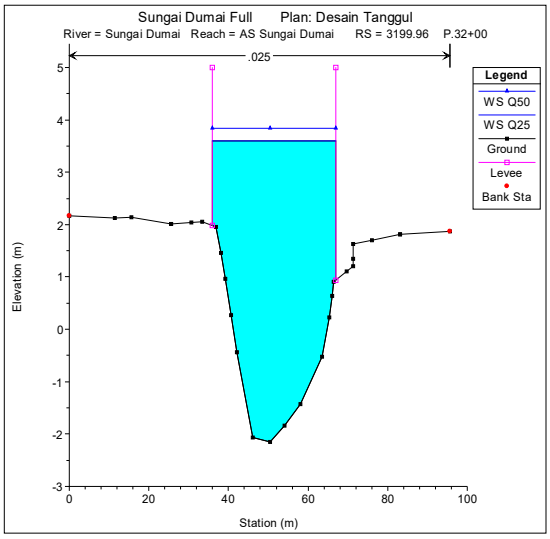
P. 31+00



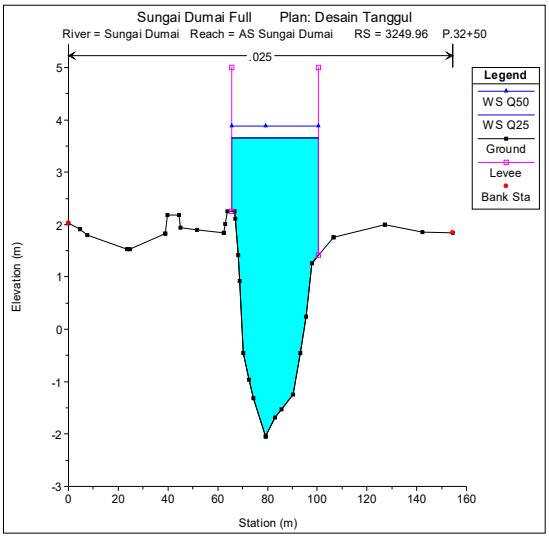
P. 31+50



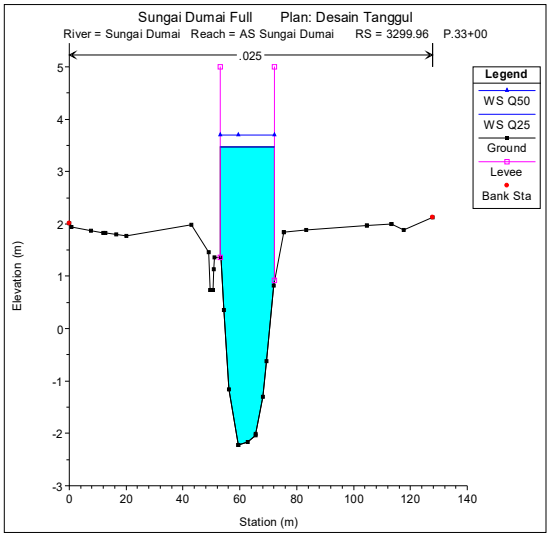
P. 31+66 (Jembatan Jl. Sultan Hasanuddin)



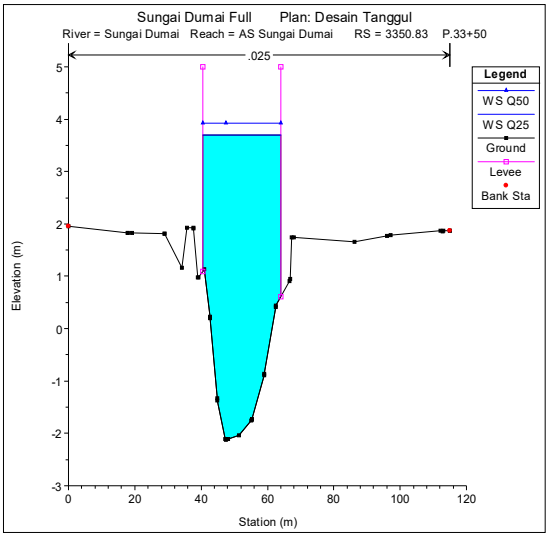
P. 32+00



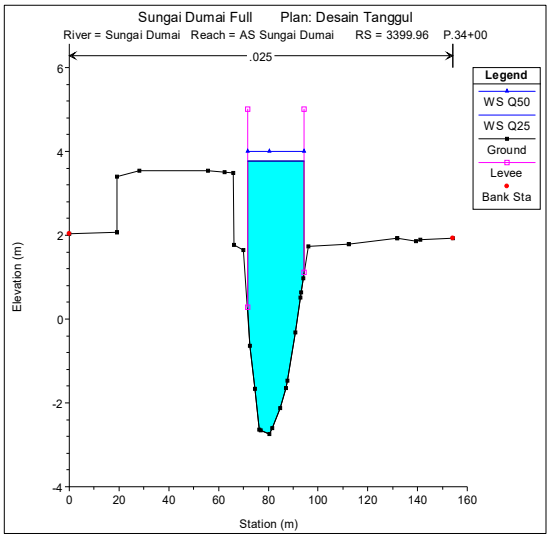
P. 32+50



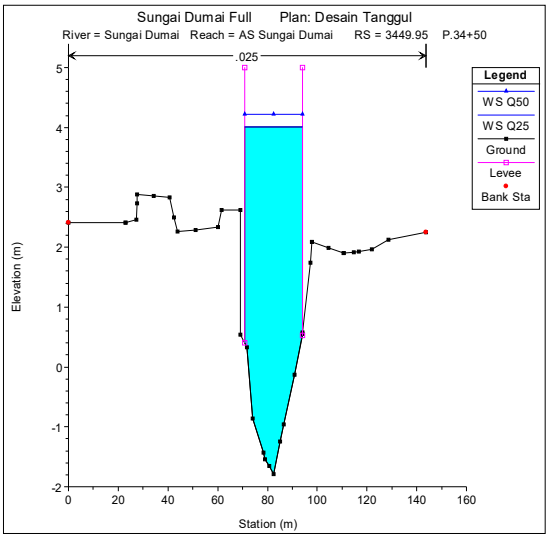
P. 33+00



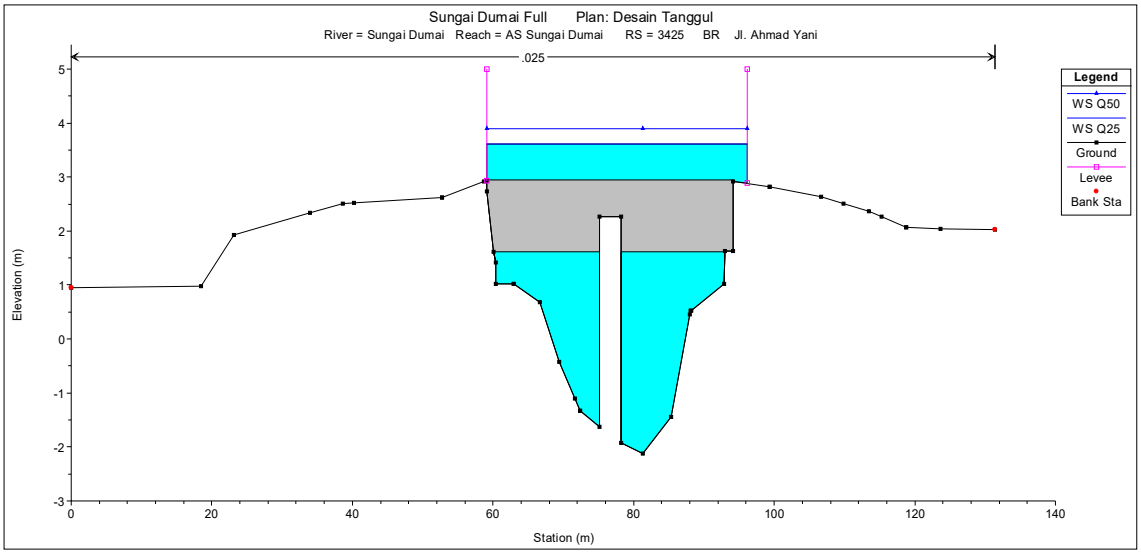
P. 33+50



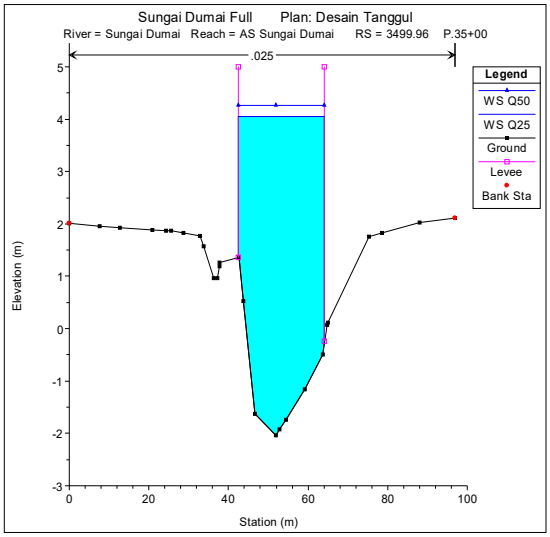
P. 34+00



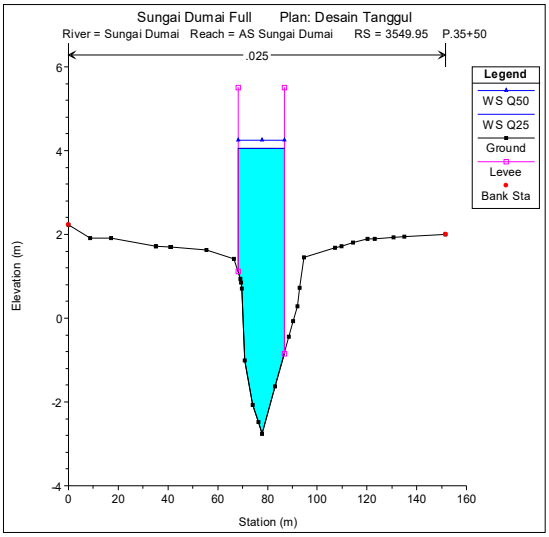
P. 34+50



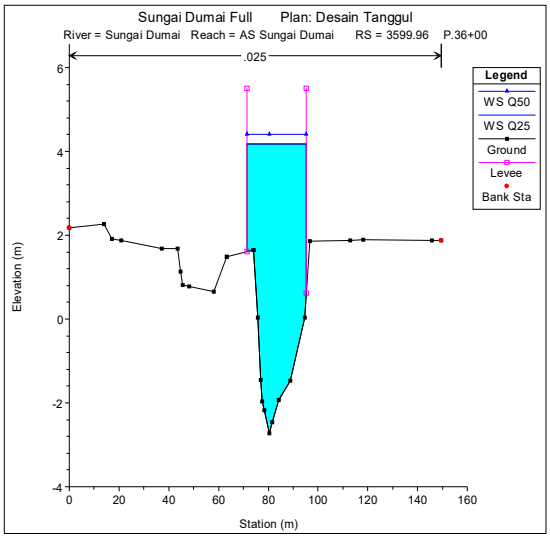
P. 35+50 (Jembatan Jl. Ahmad Yani)



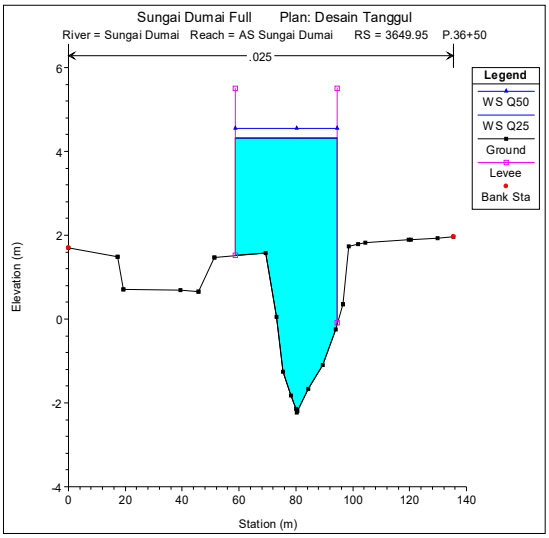
P. 35+00



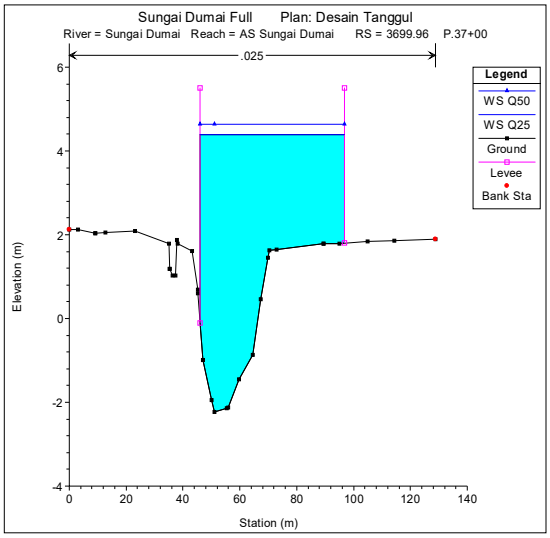
P. 35+50



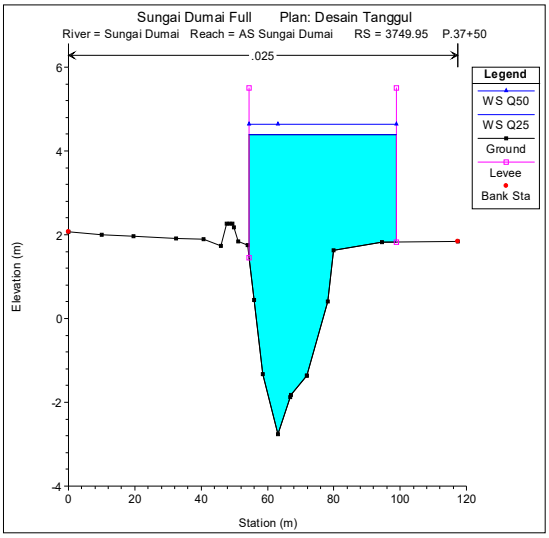
P. 36+00



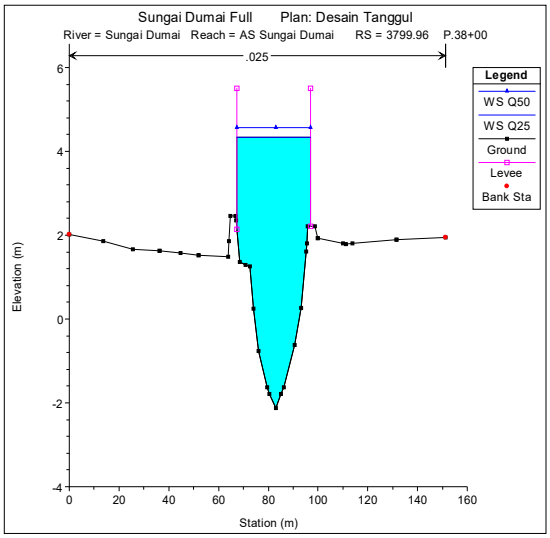
P. 36+50



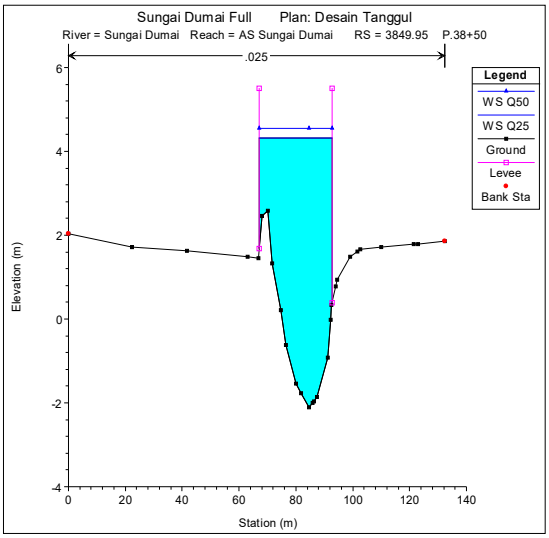
P. 37+00



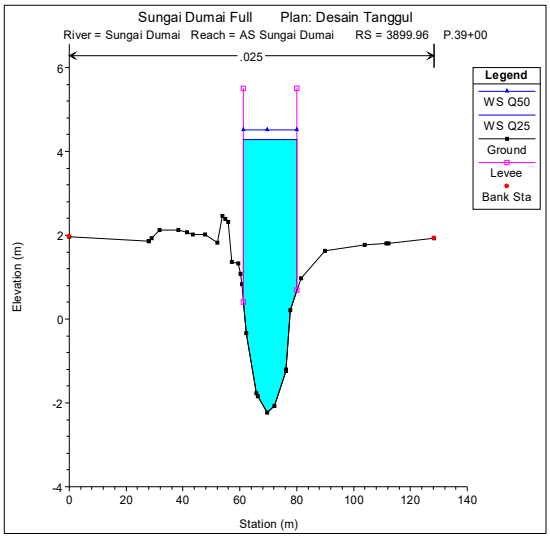
P. 37+50



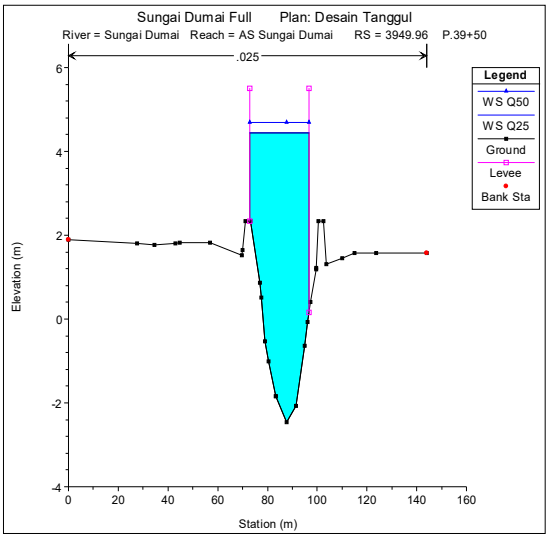
P. 38+00



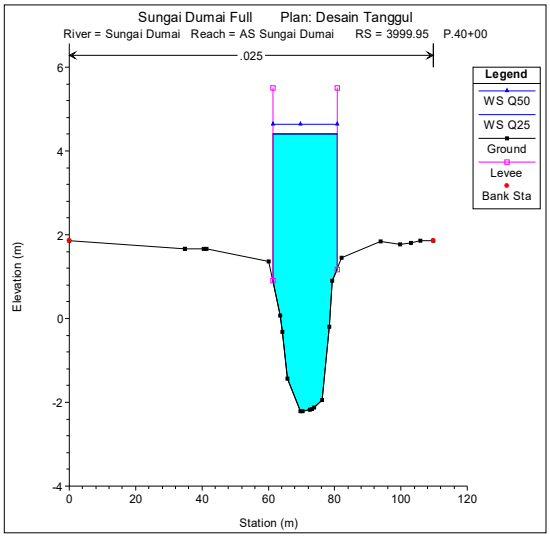
P. 38+50



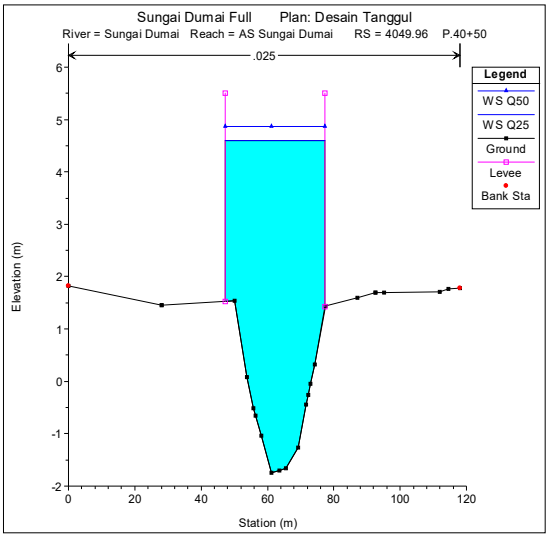
P. 39+00



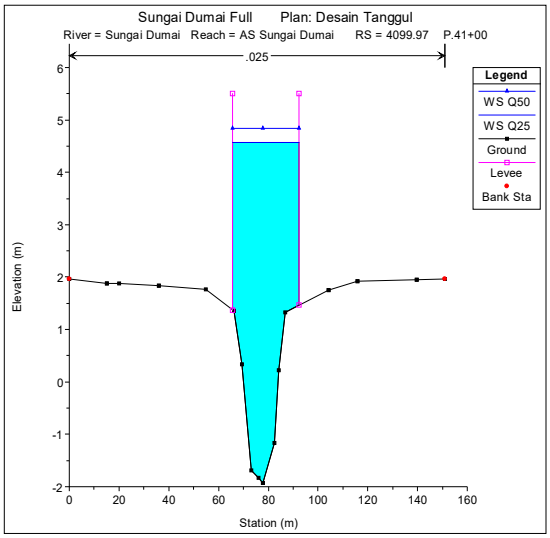
P. 39+50



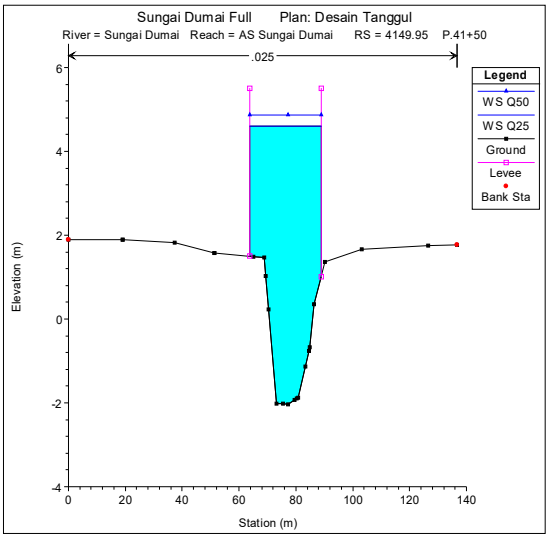
P. 40+00



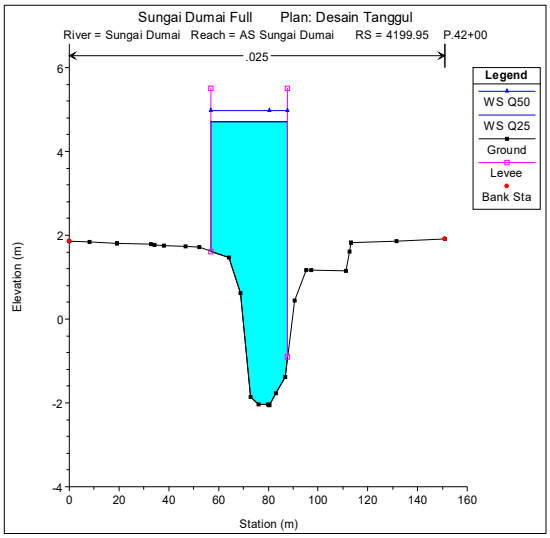
P. 40+50



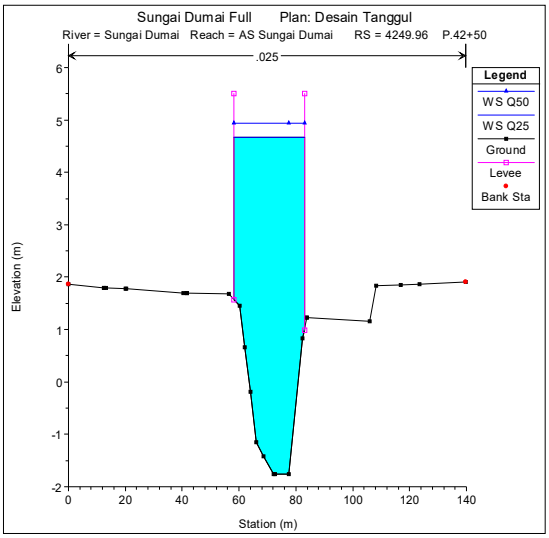
P. 41+00



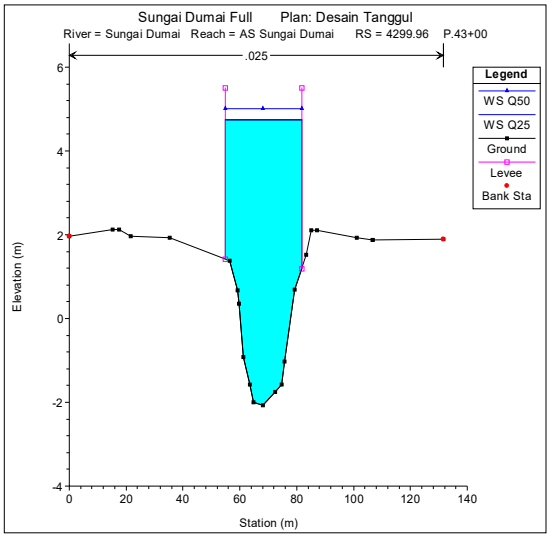
P. 41+50



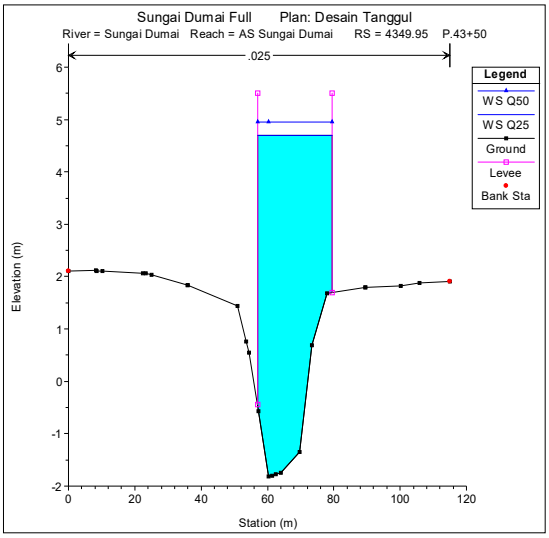
P. 42+00



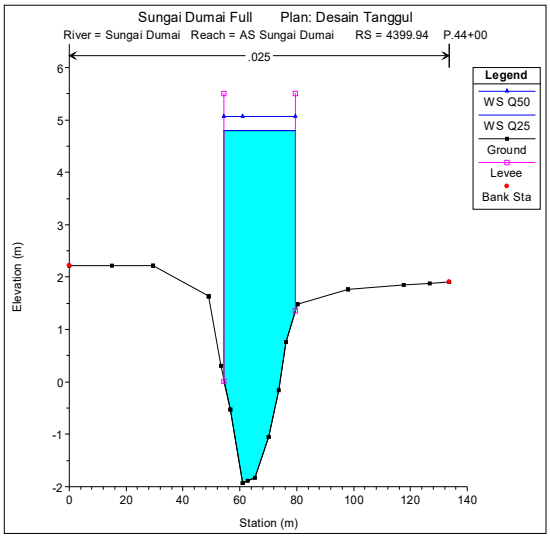
P. 42+50



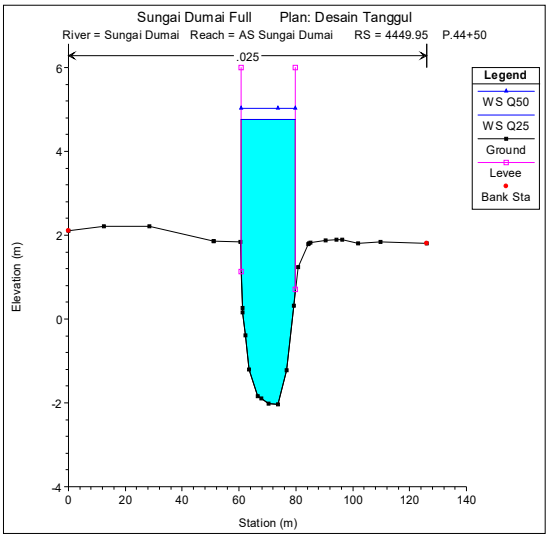
P. 43+00



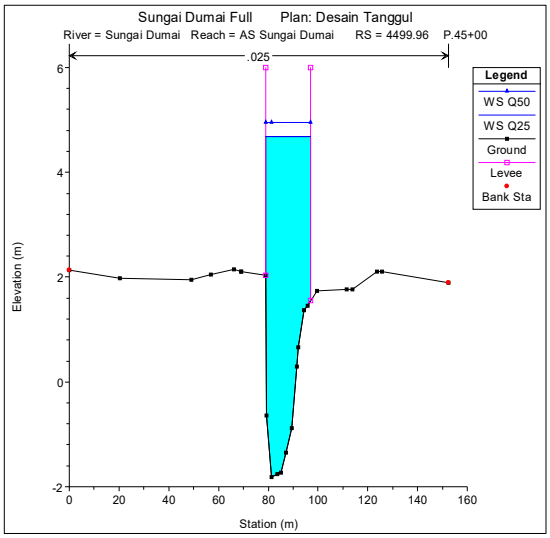
P. 43+50



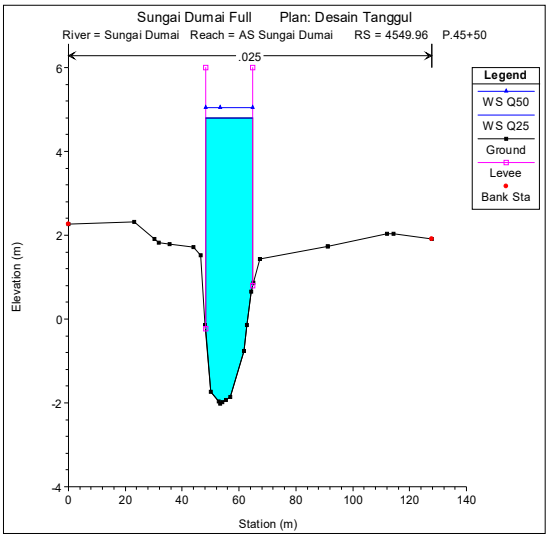
P. 44+00



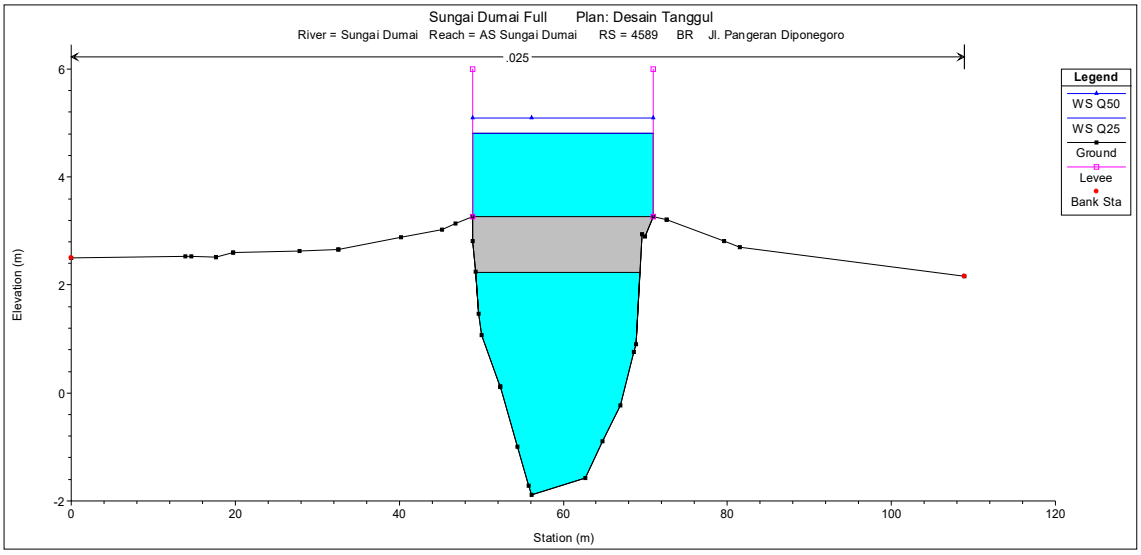
P. 44+50



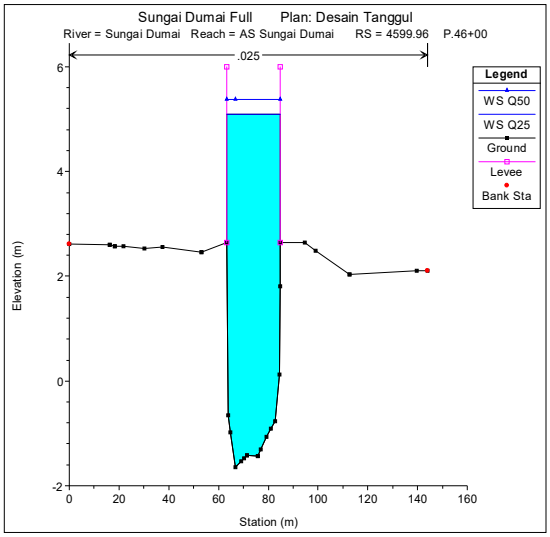
P. 45+00



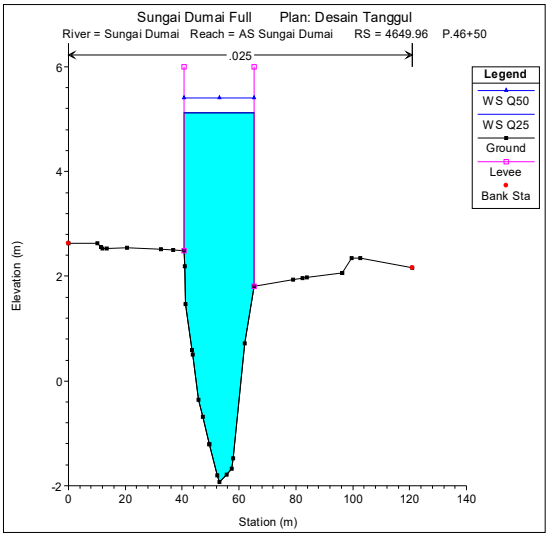
P. 45+50



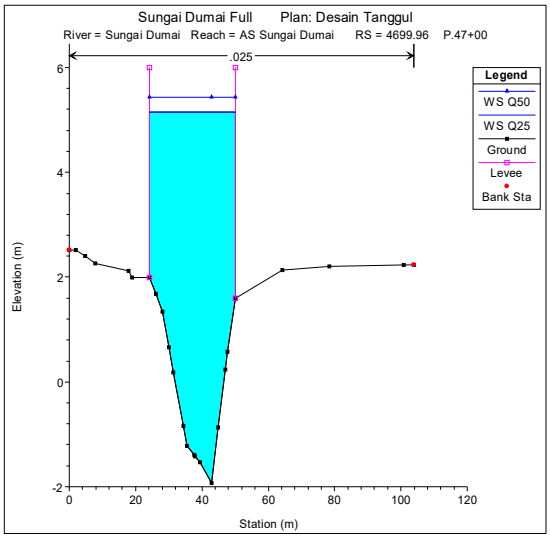
P. 45+89 (Jembatan Jl. Pangeran Diponegoro)



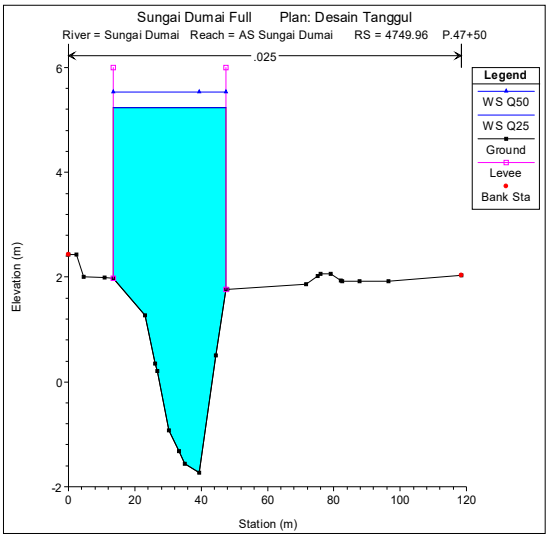
P. 46+00



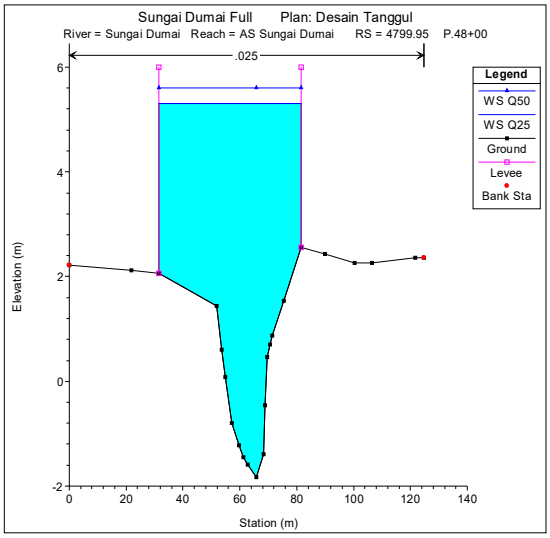
P. 46+50



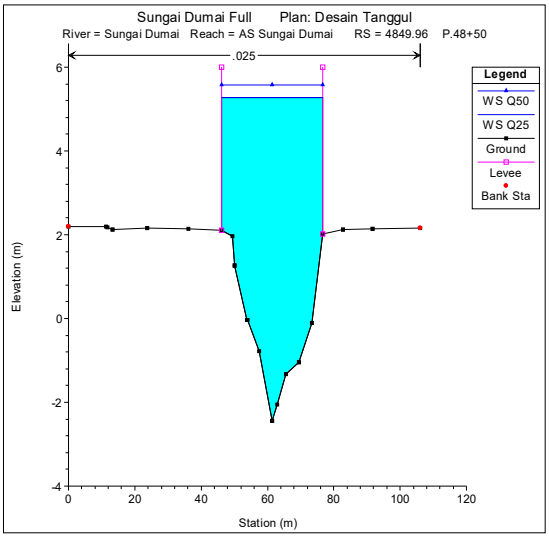
P. 47+00



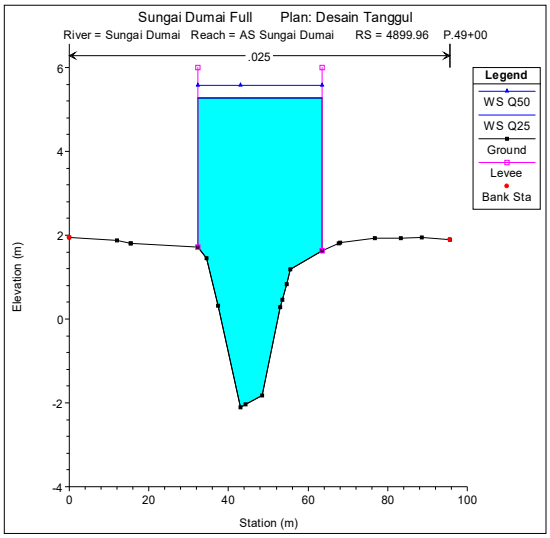
P. 47+50



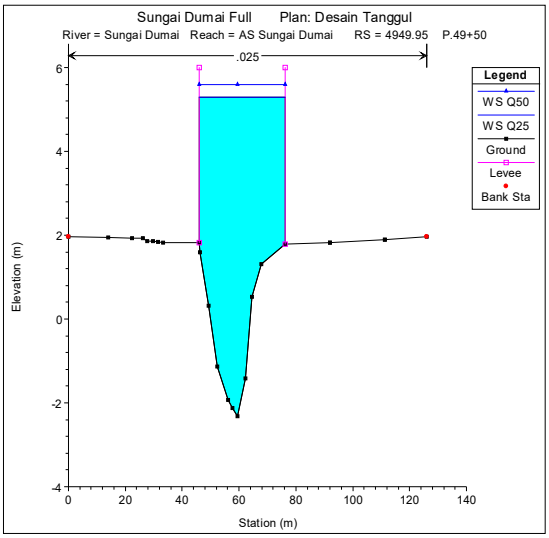
P. 48+00



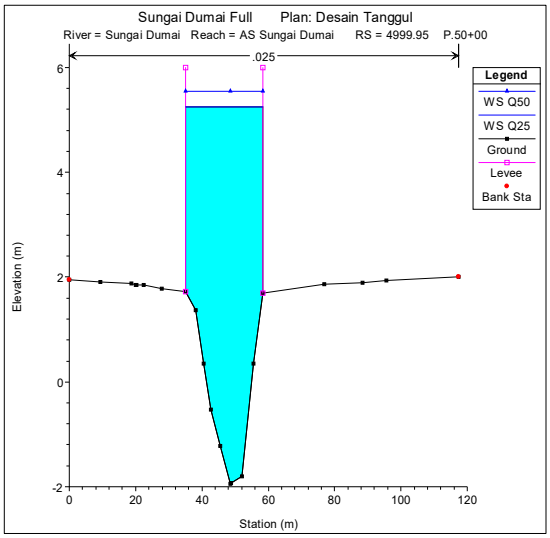
P. 48+50



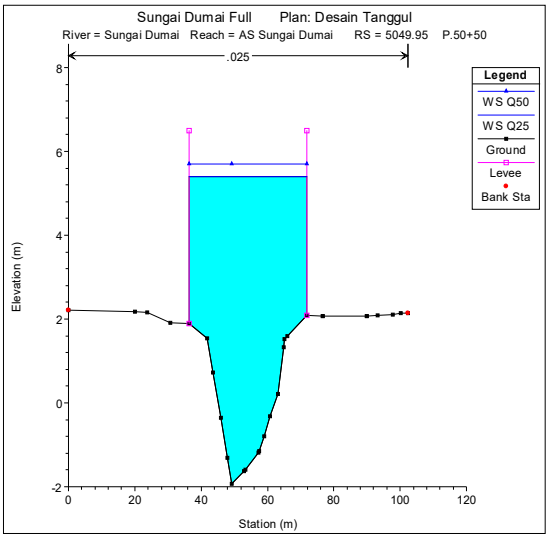
P. 49+00



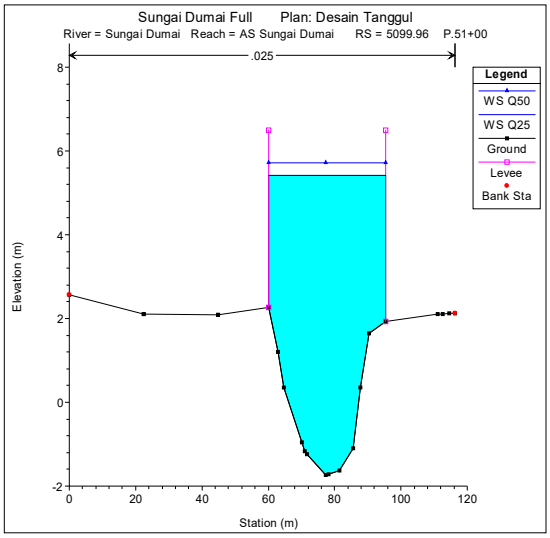
P. 49+50



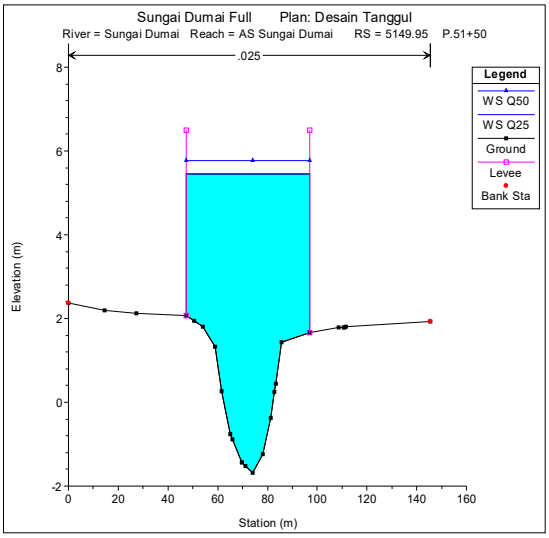
P. 50+00



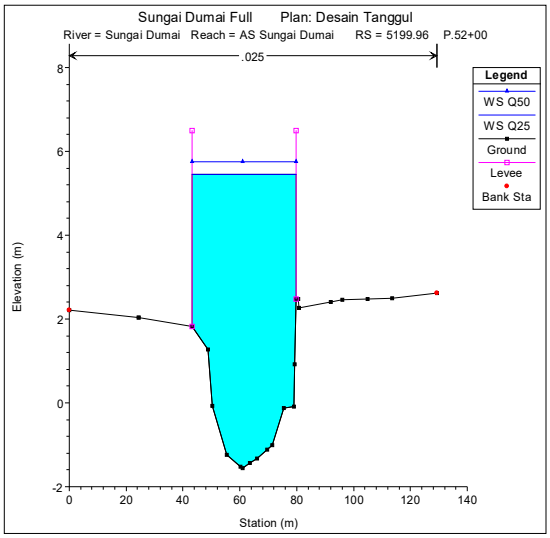
P. 50+50



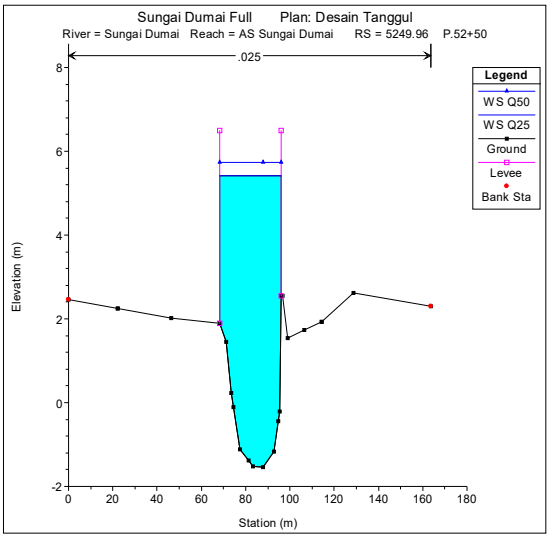
P. 51+00



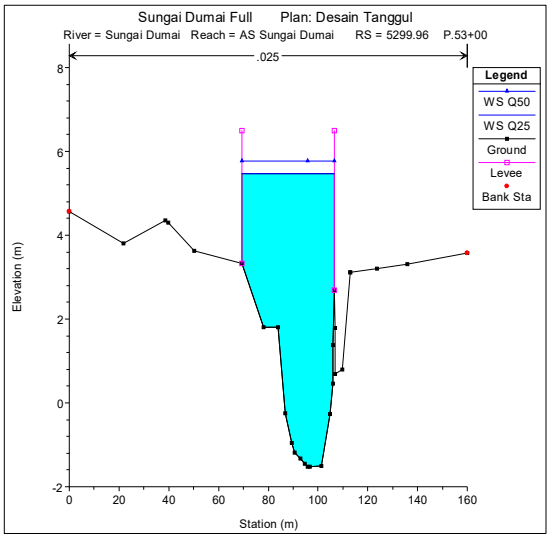
P. 51+50



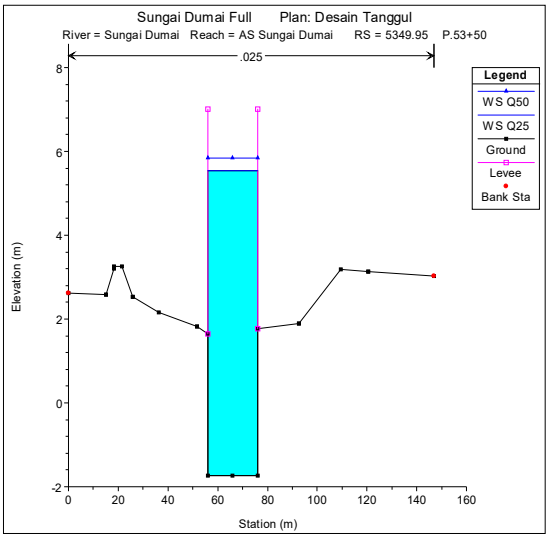
P. 52+00



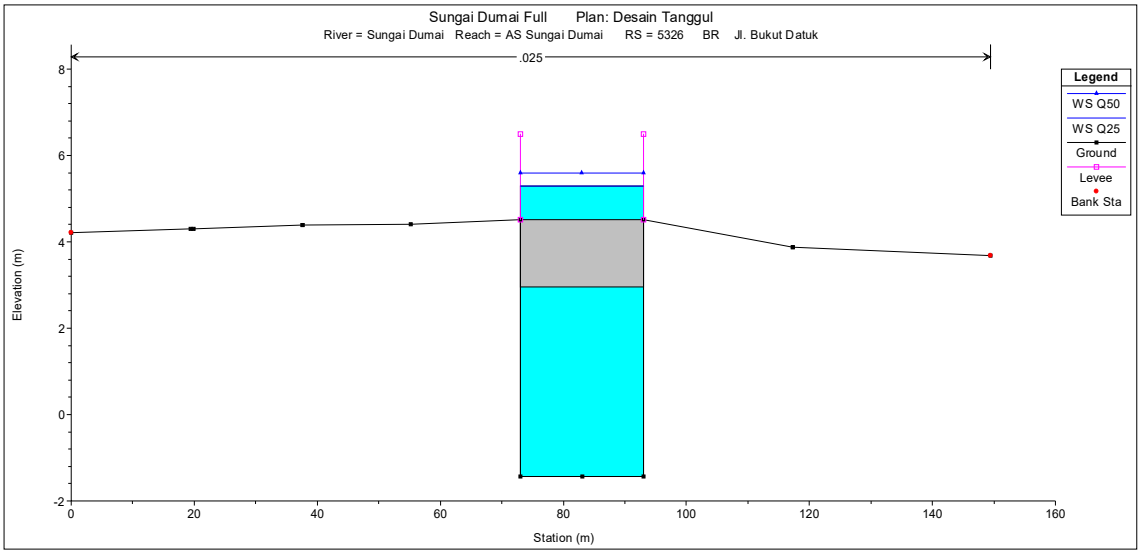
P. 5 2+50



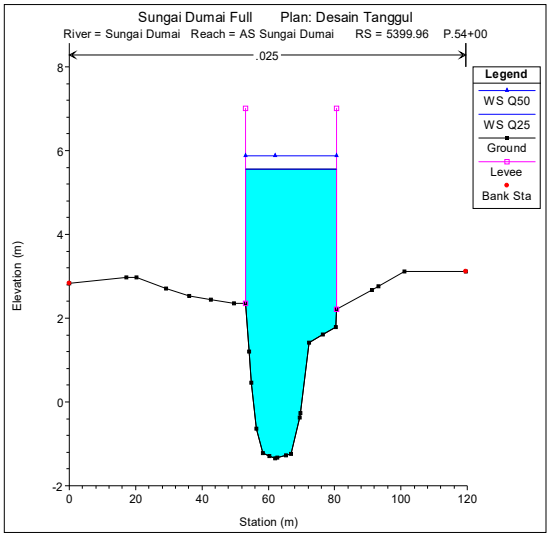
P. 53+00



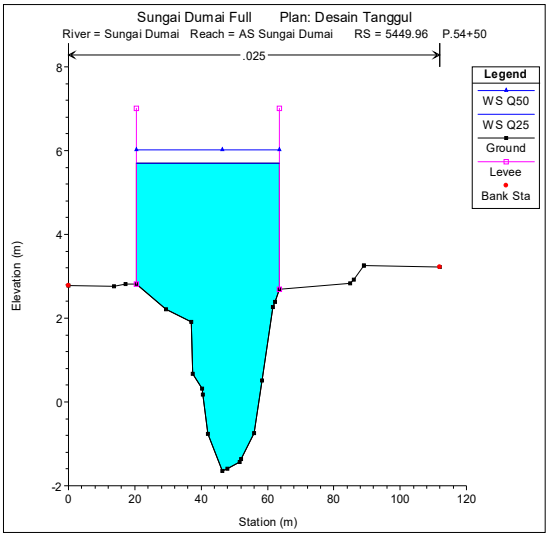
P. 53+50



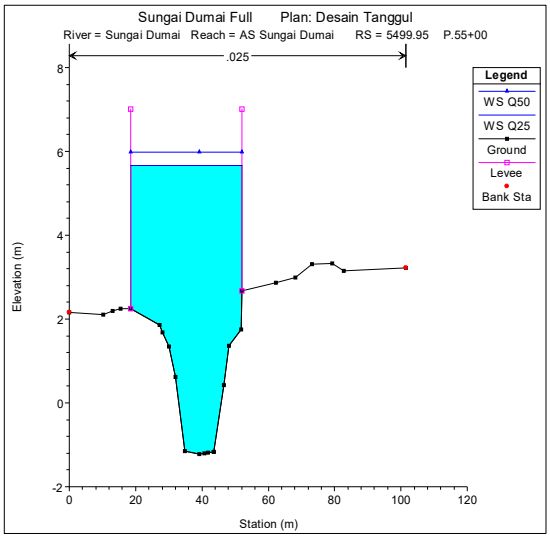
P. 53+26 (Jembatan Jl. Bukit Datuk)



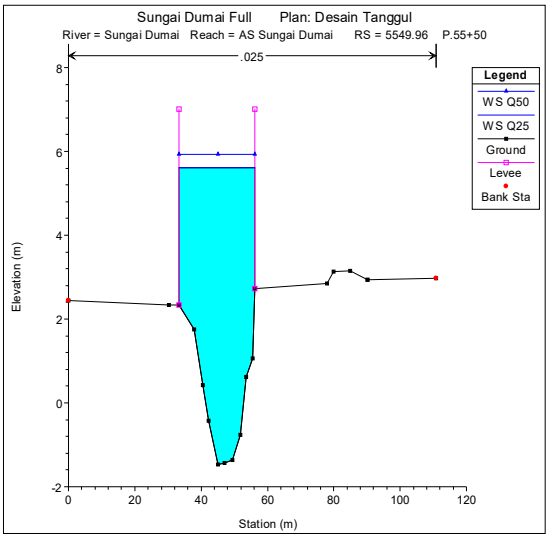
P. 54+00



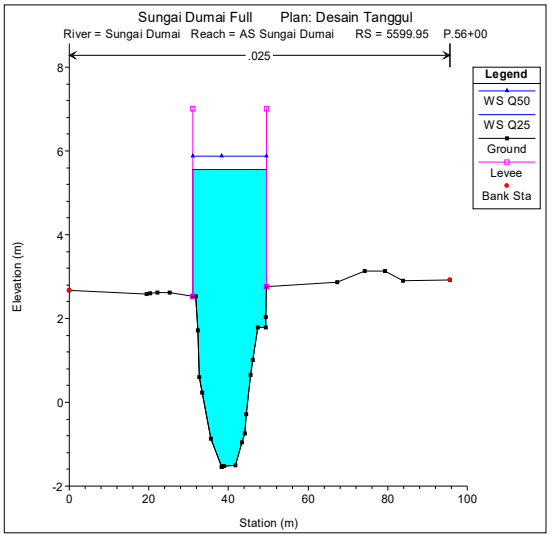
P. 54+50



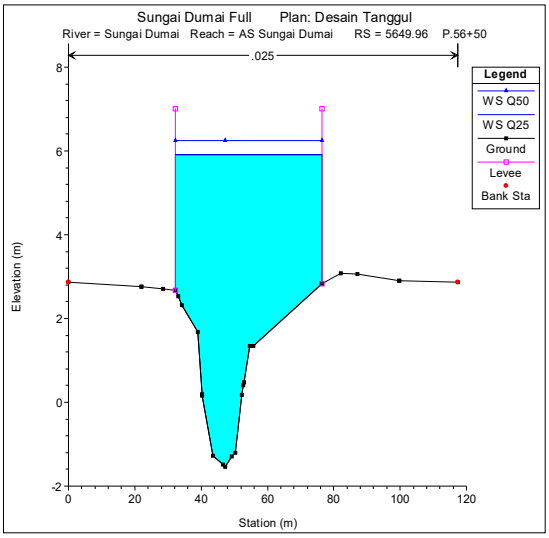
P. 55+00



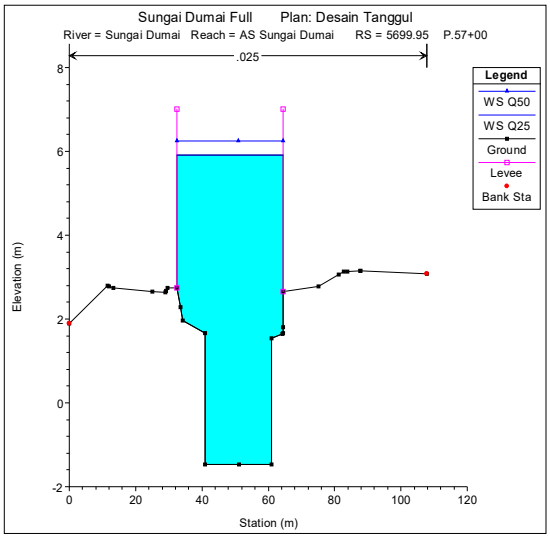
P. 55+50



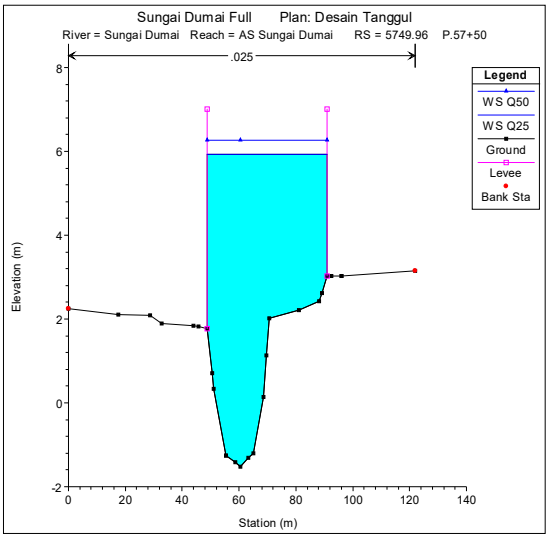
P. 56+00



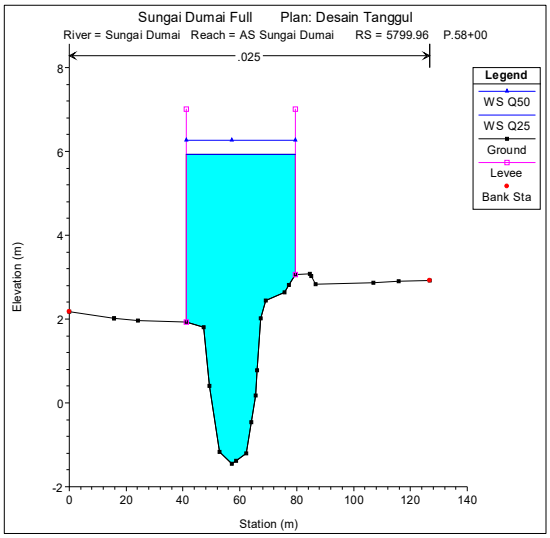
P. 56+50



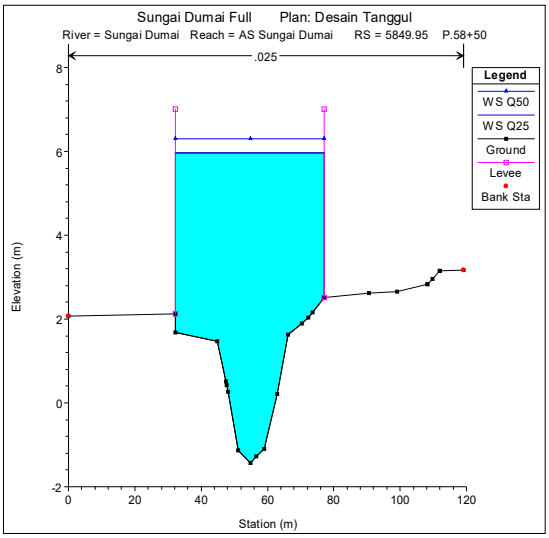
P. 57+00



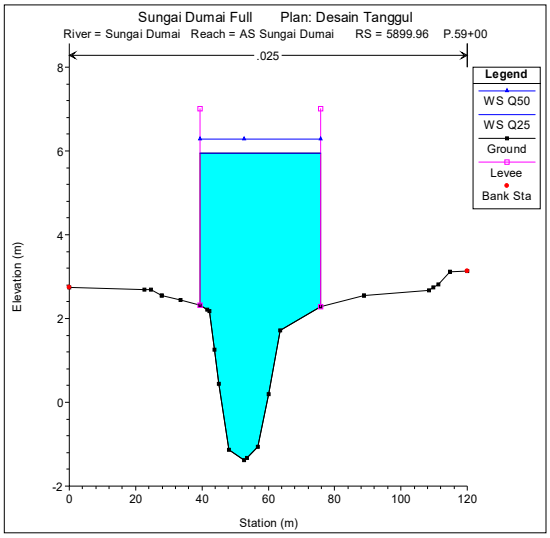
P. 57+50



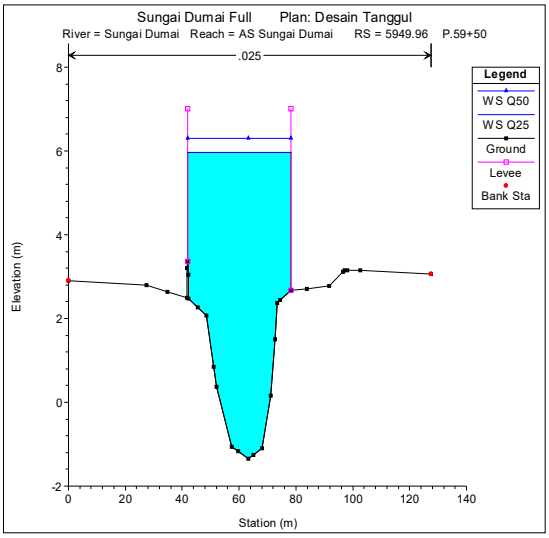
P. 58+00



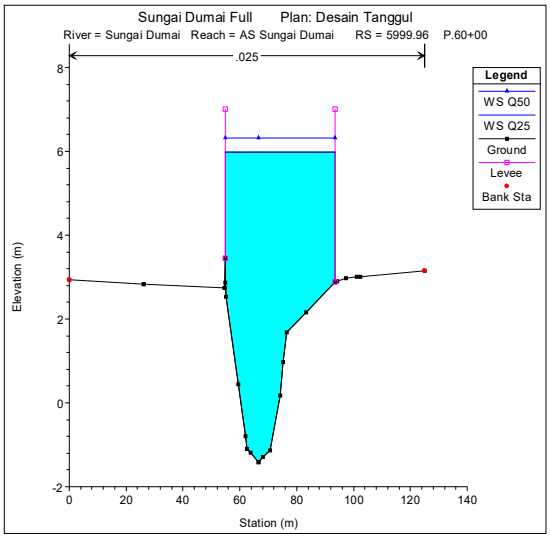
P. 58+50



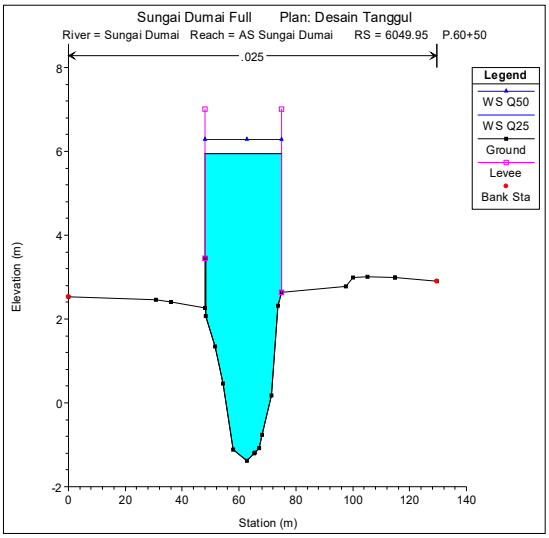
P. 59+00



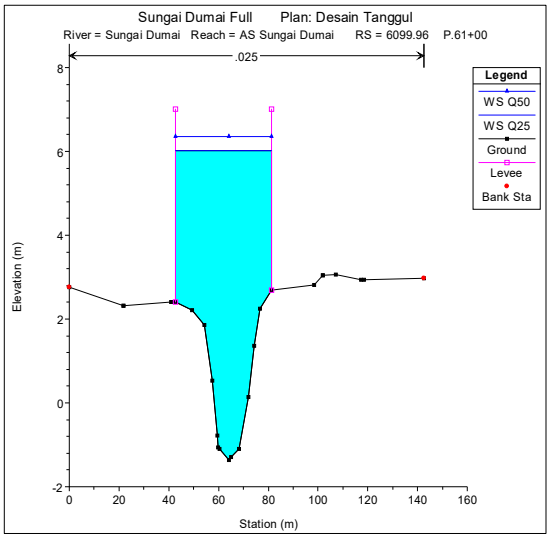
P. 59+50



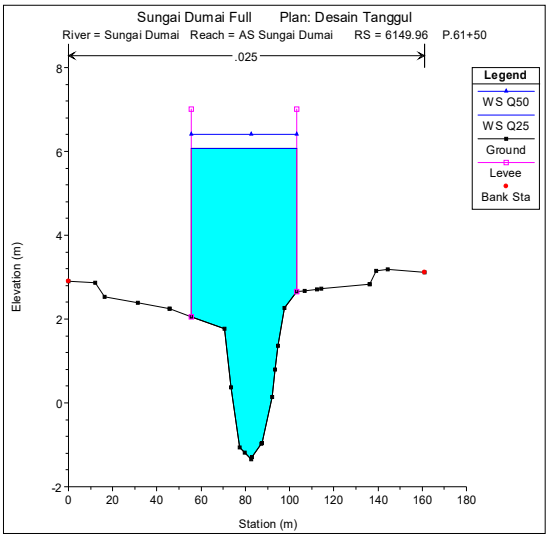
P. 60+00



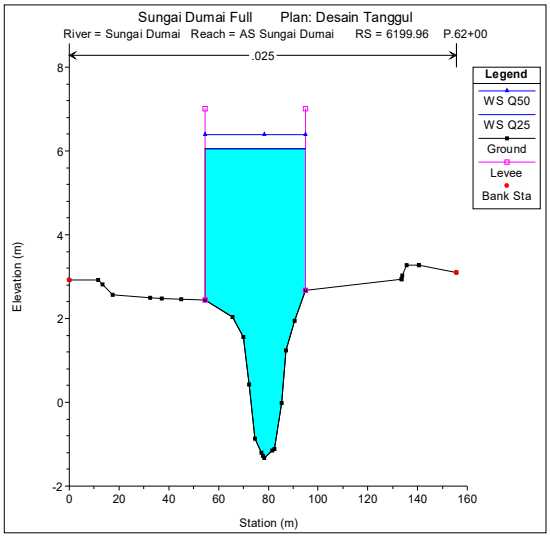
P. 60+50



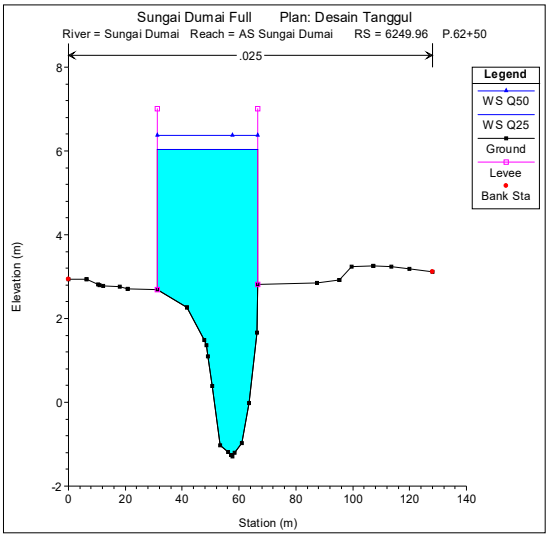
P. 61+00



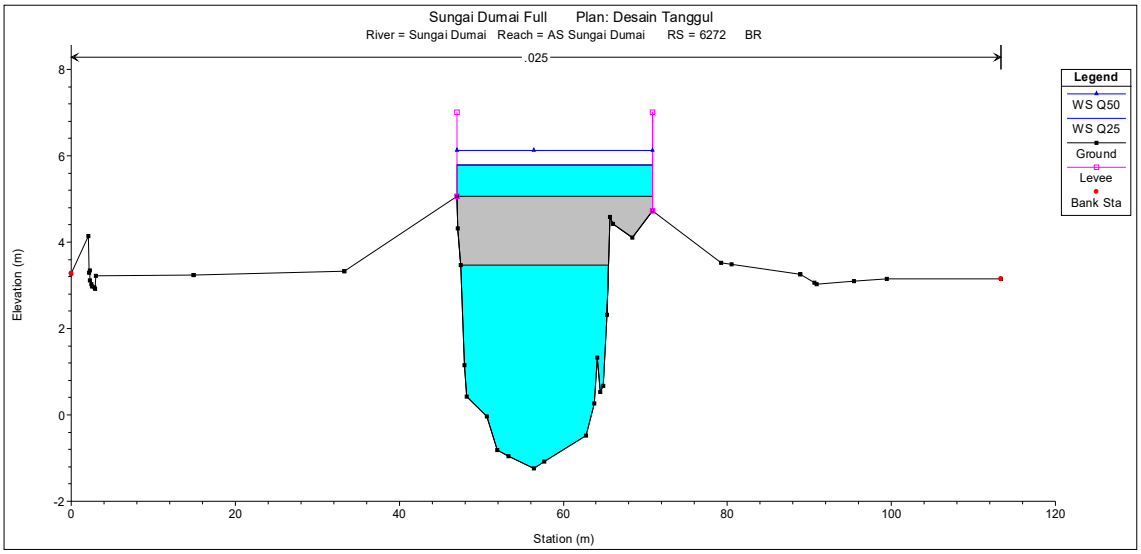
P. 61+50



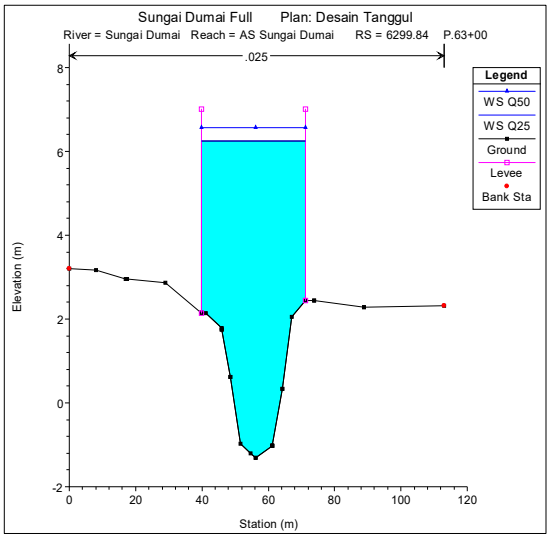
P. 62+00



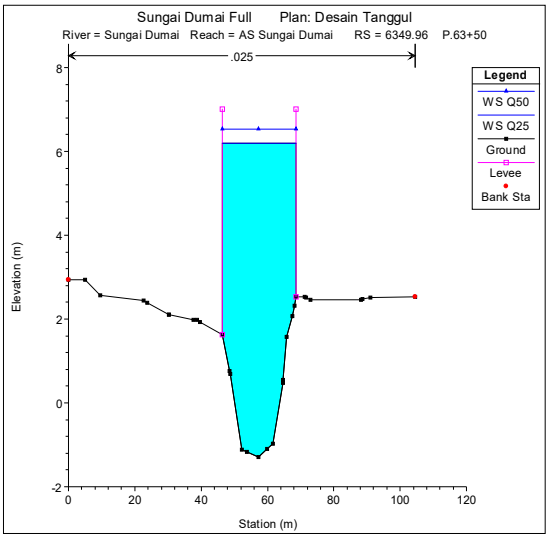
P. 62+50



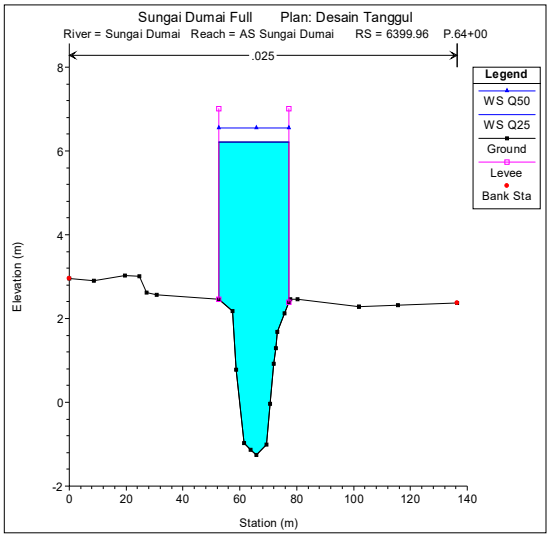
P. 62+72 (Jembatan Jl. Bumi Ayu)



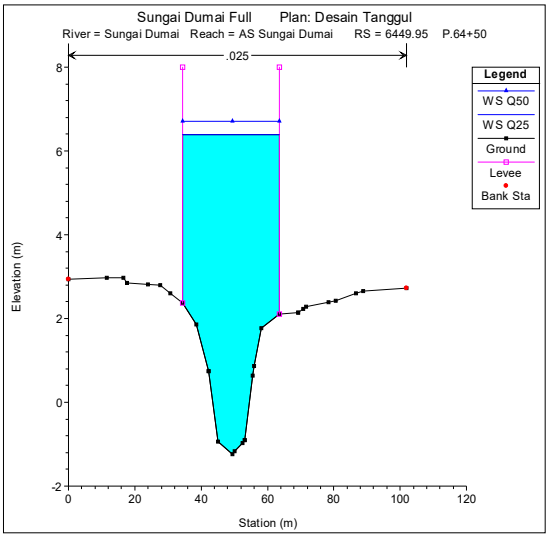
P. 63+00



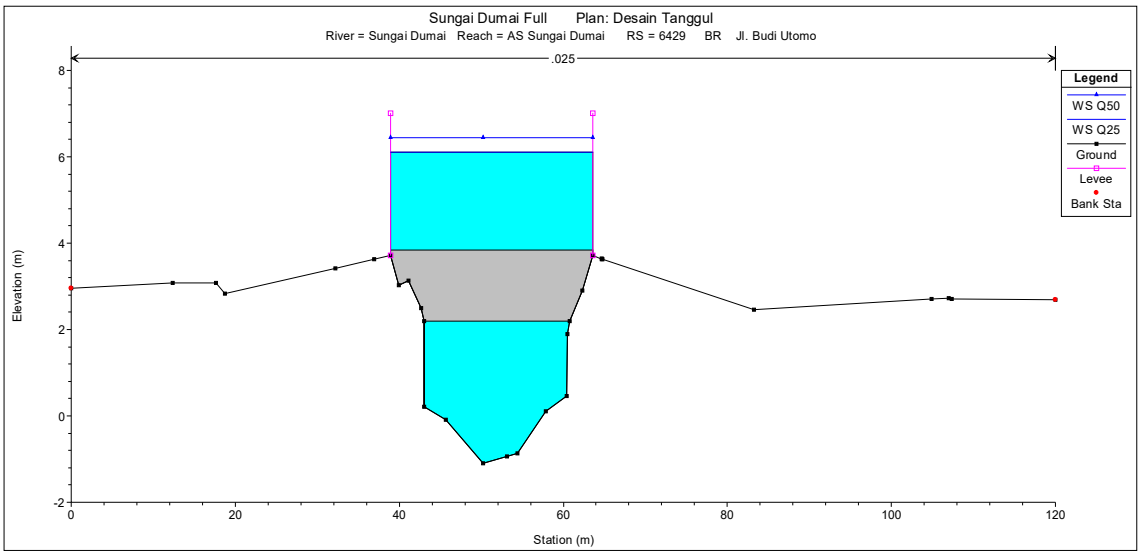
P. 63+50



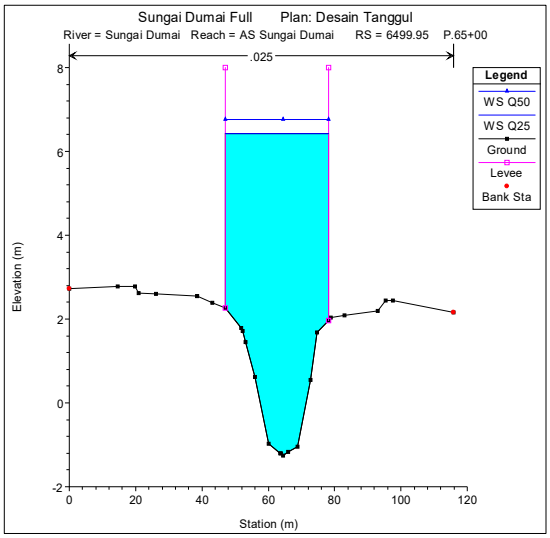
P. 64+00



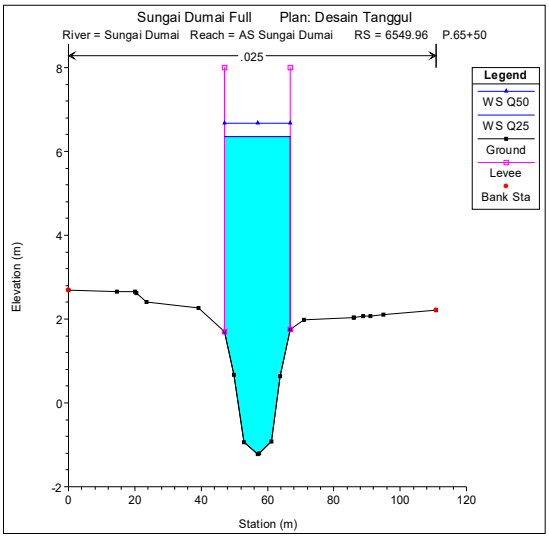
P. 64+50



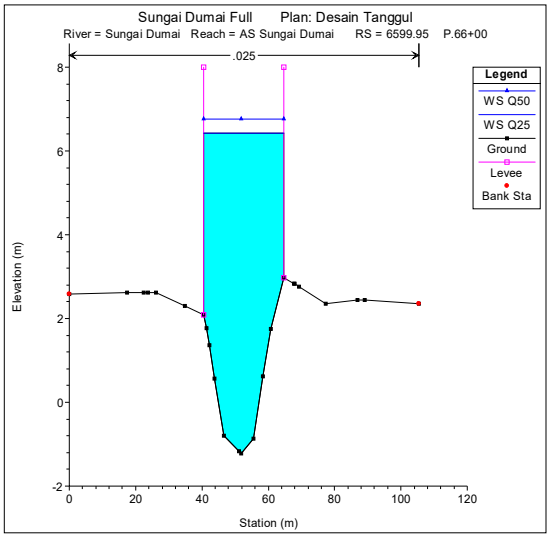
P. 64+29 (Jembatan Jl. Budi Utomo)



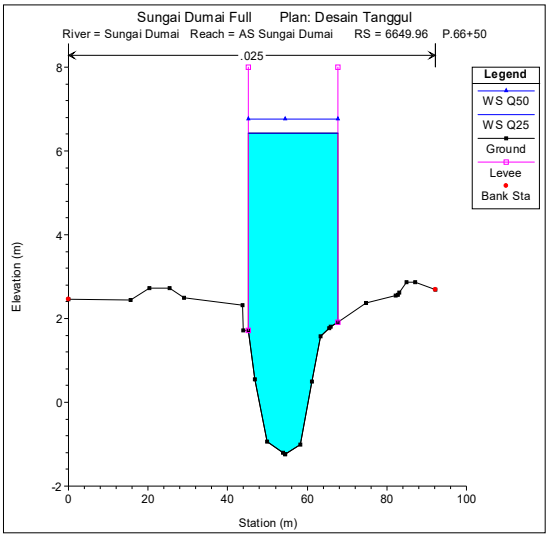
P. 65+00



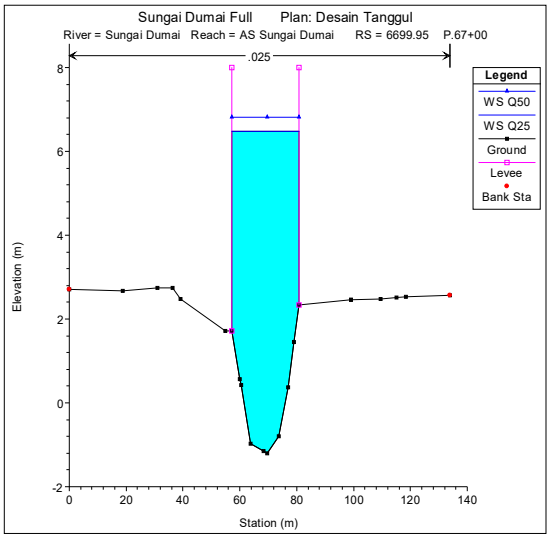
P. 65+50



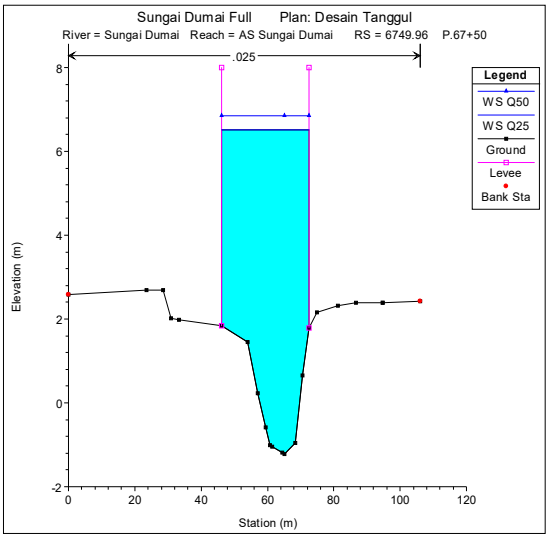
P. 66+00



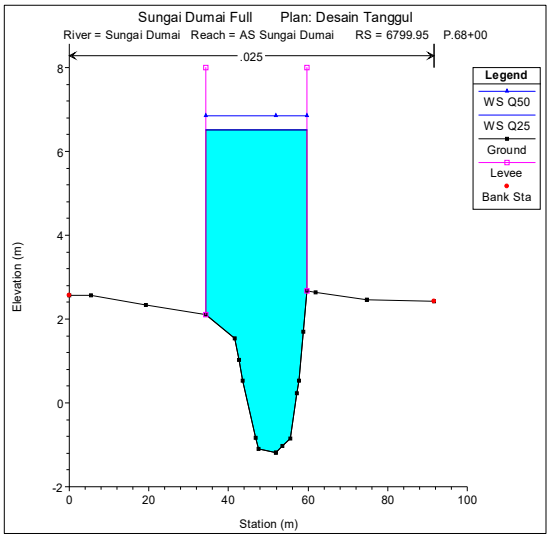
P. 66+50



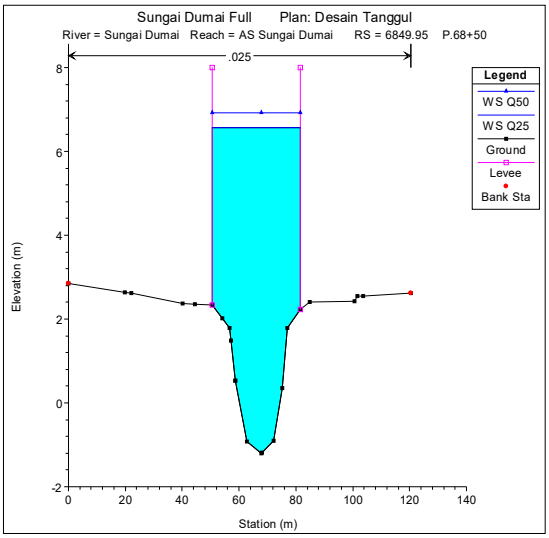
P. 67+00



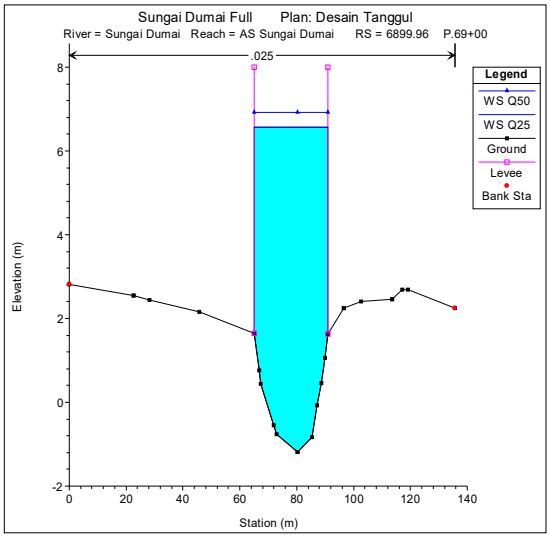
P. 67+50



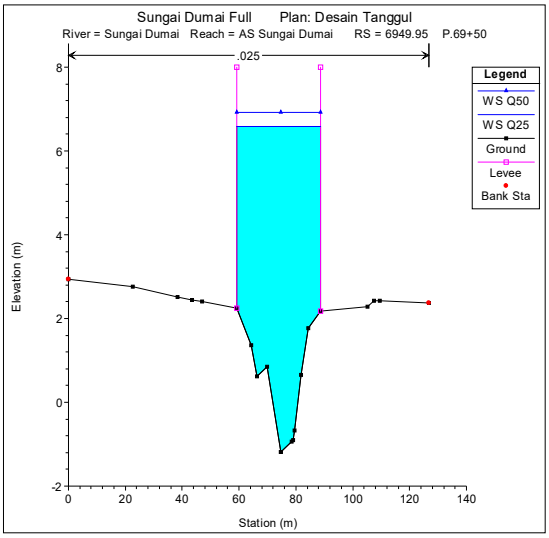
P. 68+00



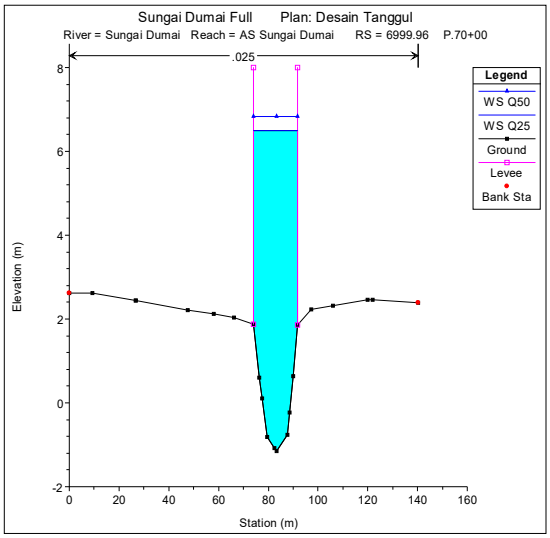
P. 68+50



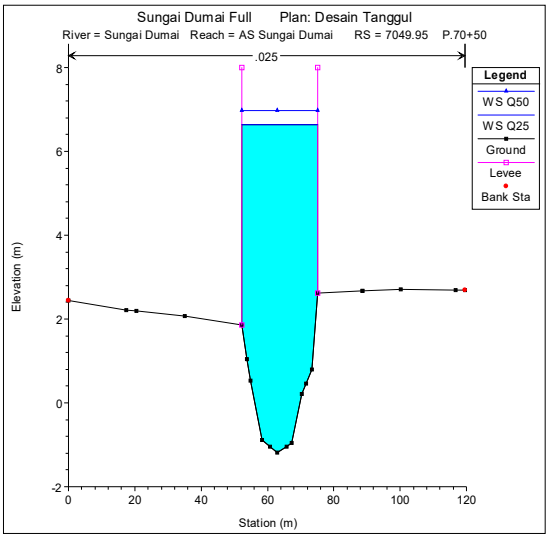
P. 69+00



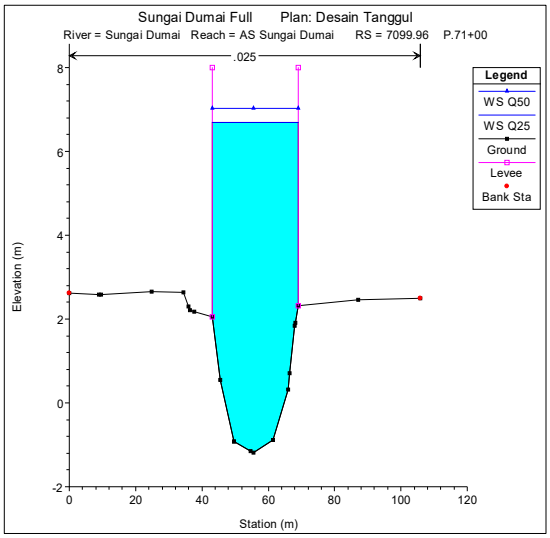
P. 69+50



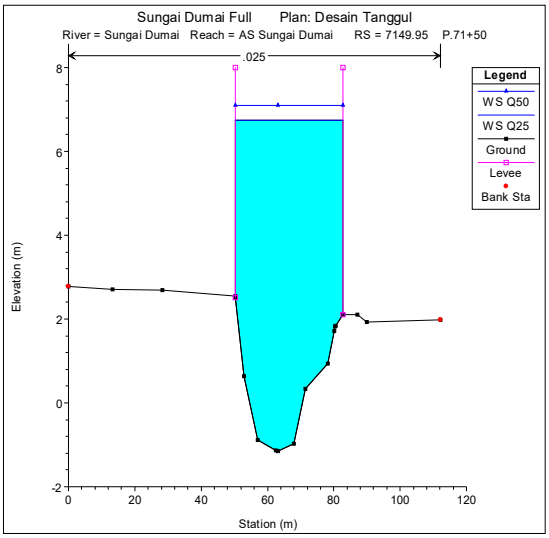
P. 70+00



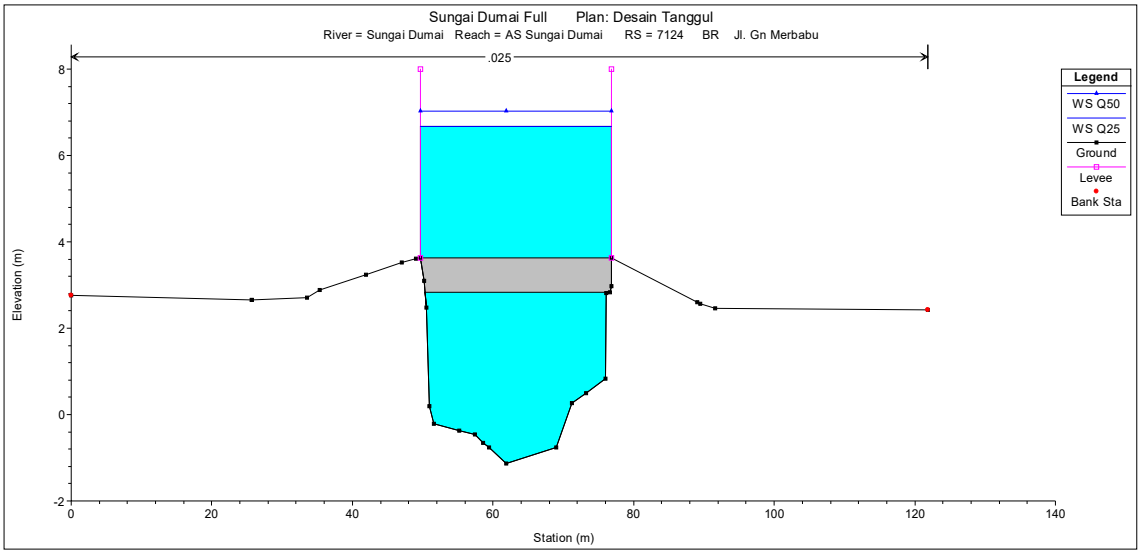
P. 70+50



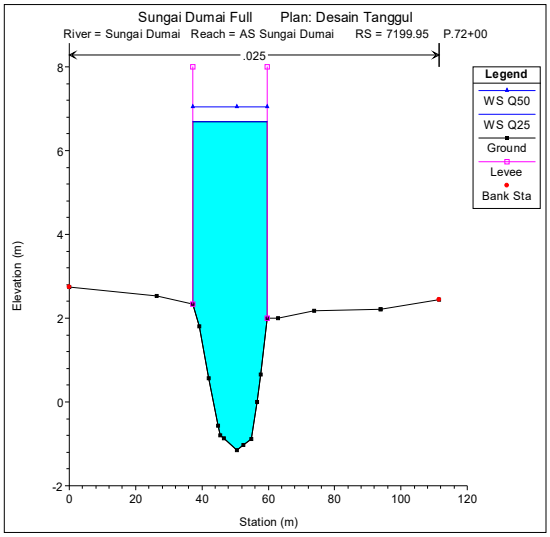
P. 71+00



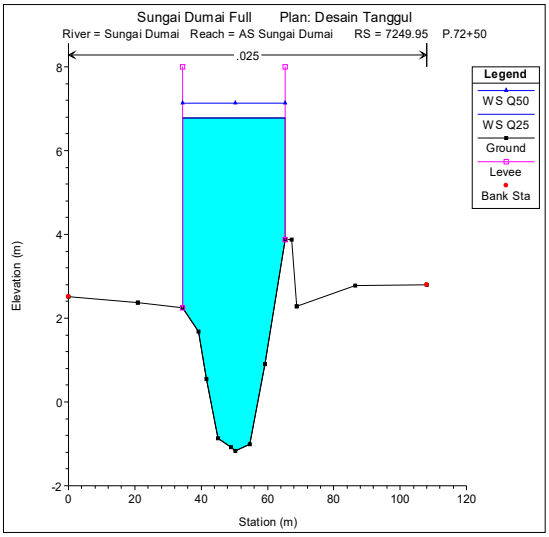
P. 71+50



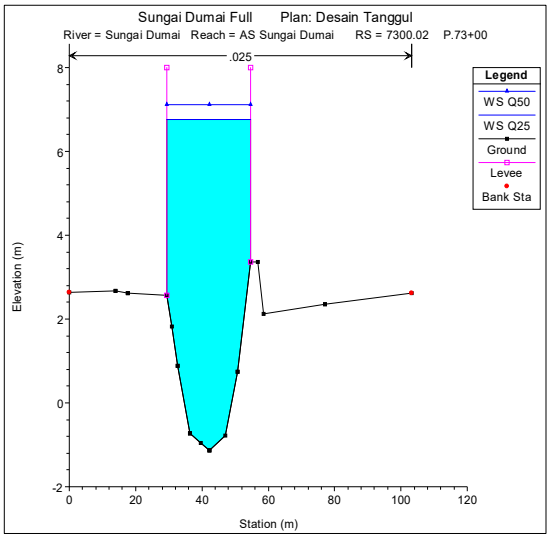
P. 71+24 (Jembatan Jl. Gn Merbabu)



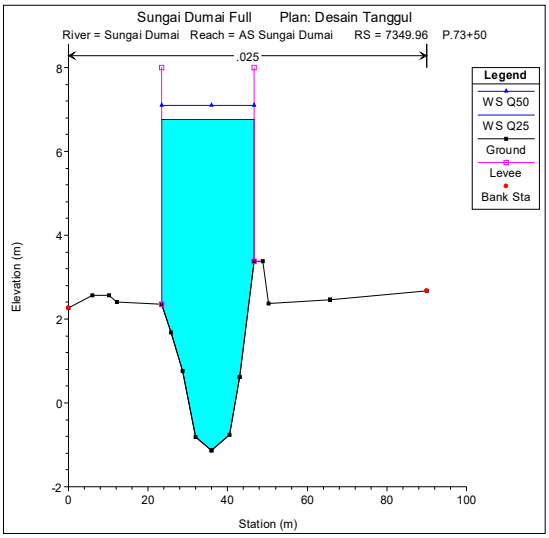
P. 72+00



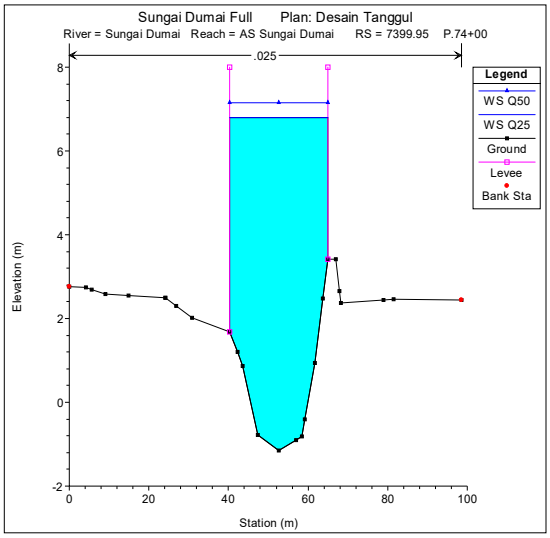
P. 72+50



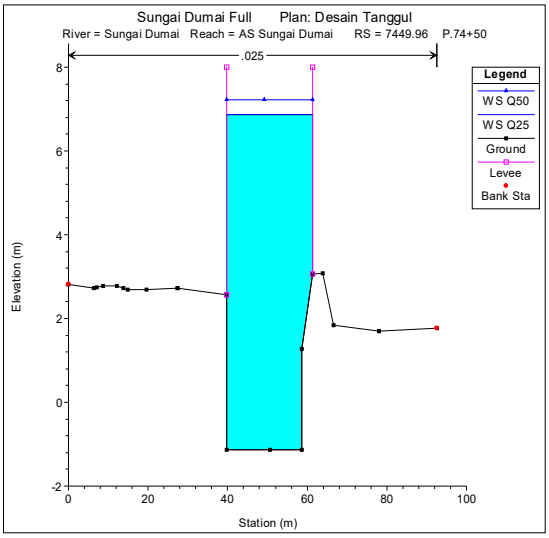
P. 73+00



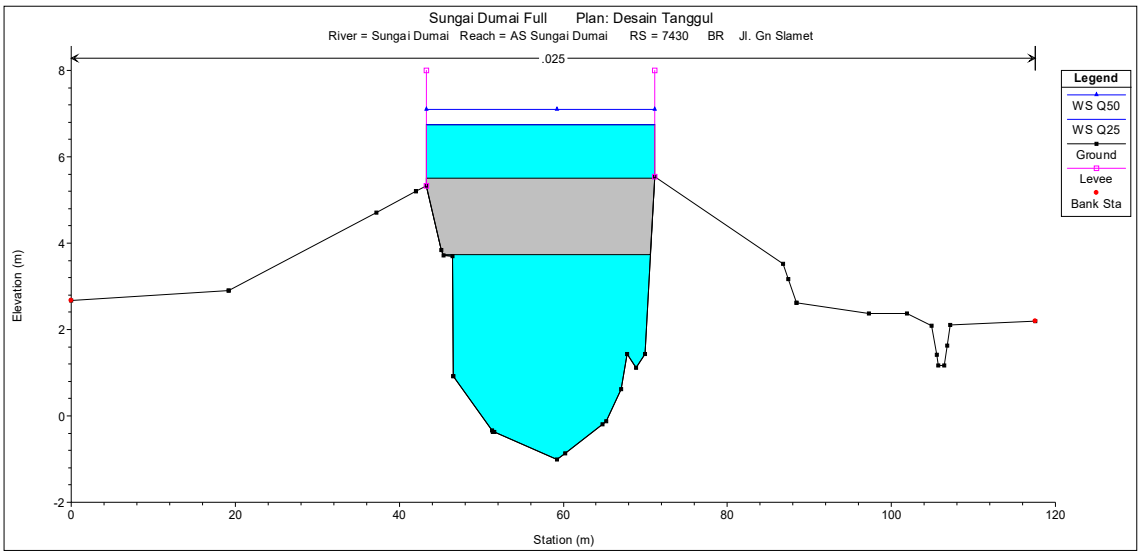
P. 73+50



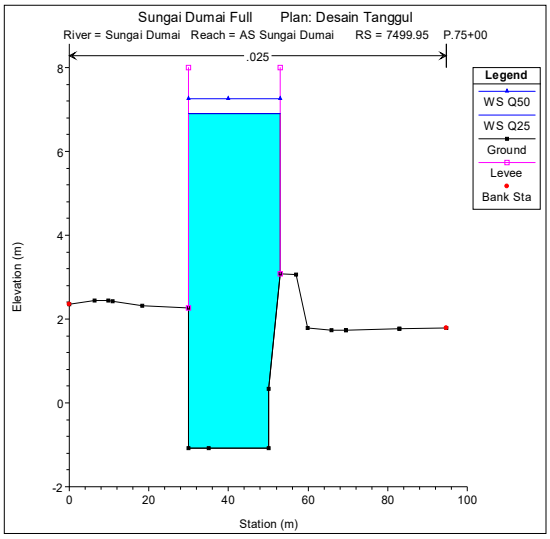
P. 74+00



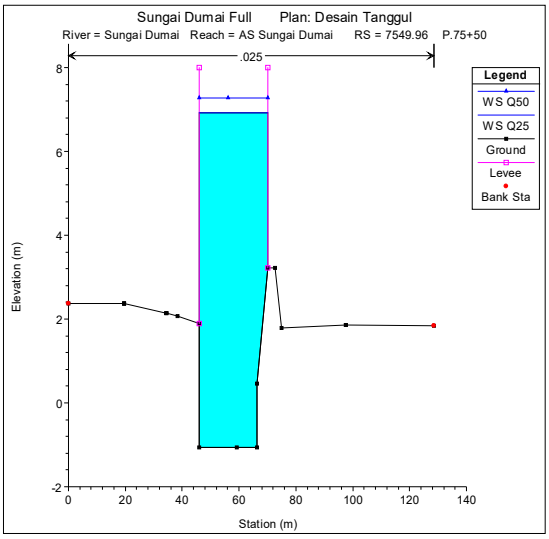
P. 74+50



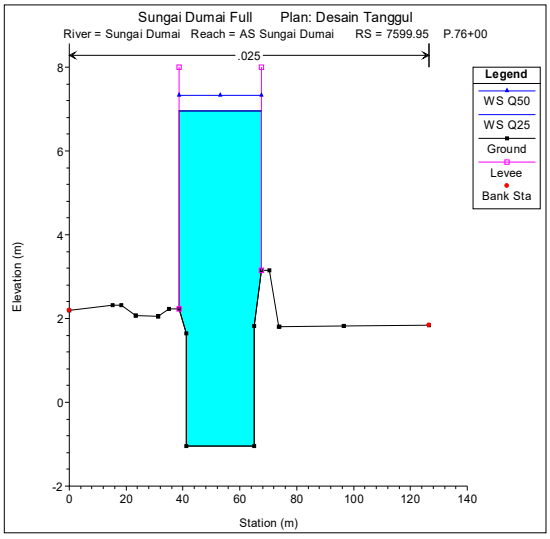
P. 74+30 (Jembatan Jl. Gn Slamet)



P. 75+00



P. 75+50



P. 76+00

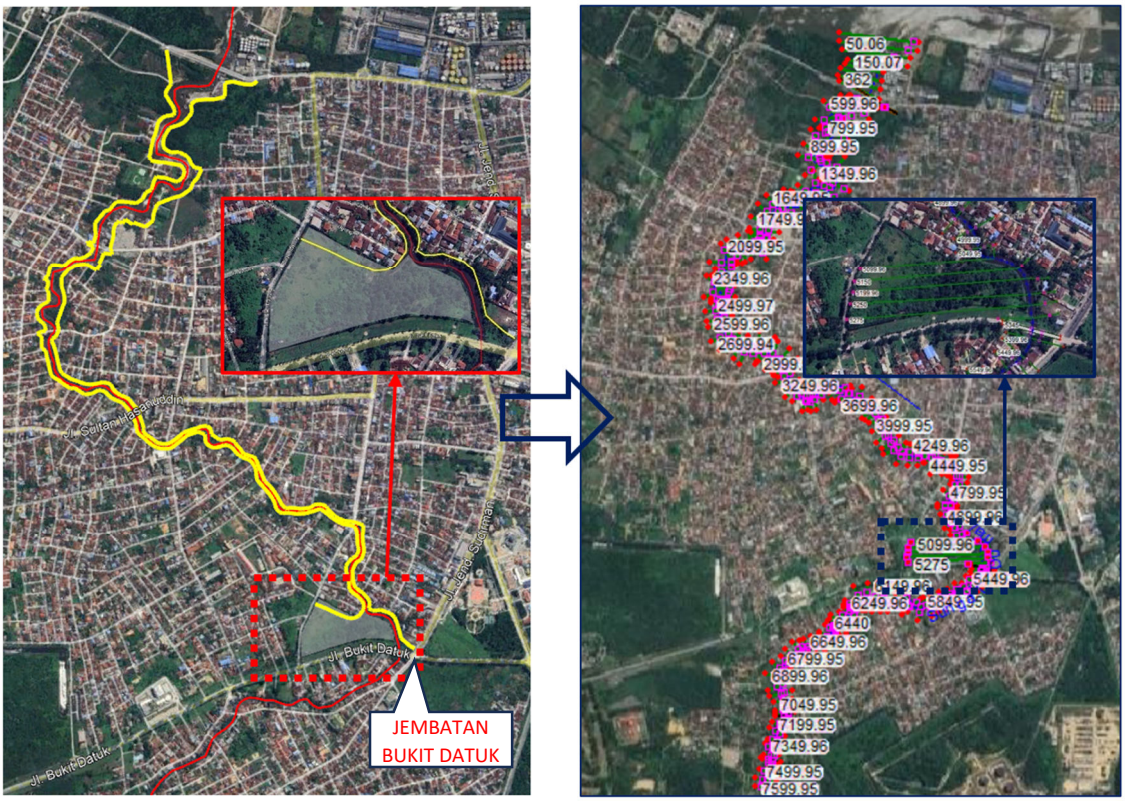
12.2.3.2 HASIL SIMULASI PEMBUATAN TANGGUL DENGAN PENAMBAHAN TINGGI JAGAAN

Hasil pada simulasi dengan tanggul didapatkan untuk lokasi hulu jembatan Bukit Datuk, Gambar 12.11 menunjukkan setelah dilakukan penambahan konstruksi tanggul, maka sungai mampu menampung debit banjir 50 tahunan. Garis ungu merupakan rencana tanggul dengan elevasi tanggul yaitu penambahan tinggi jagaan 0,8 m dari elevasi Muka Air Banjir (MAB) 50 tahunan.

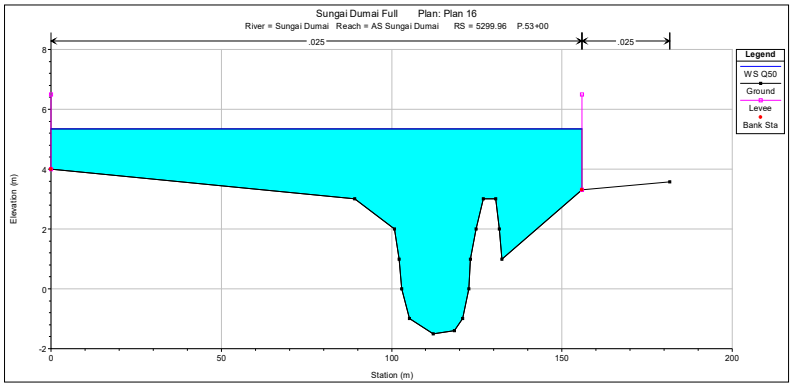
Untuk lokasi di hulu jembatan Bukit Datuk, berdasarkan hasil simulasi model dengan penanganan penambahan tanggul, elevasi tanggul yang diperlukan terlalu tinggi dibandingkan dengan elevasi rumah di sekitar kiri-kanan sungai, sehingga diperlukan penambahan penanganan agar elevasi tanggul tidak terlalu tinggi.

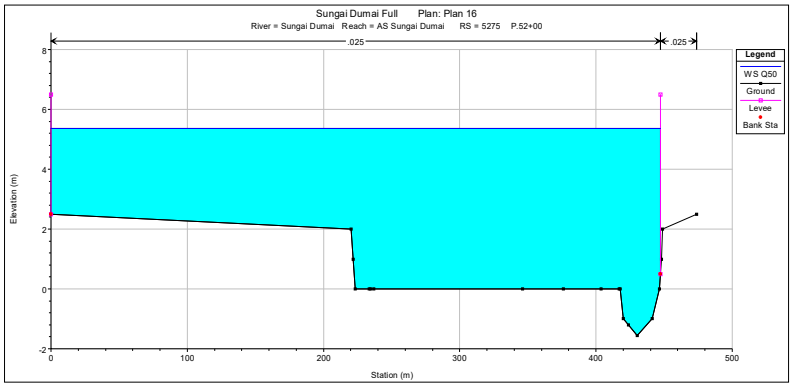
12.2.3.3 HASIL SIMULASI PENAMBAHAN KOLAM RETENSI DI HILIR JEMBATAN BUKIT DATUK & PELEBARAN SUNGAI DI BAWAH JEMBATAN BUKIT DATUK

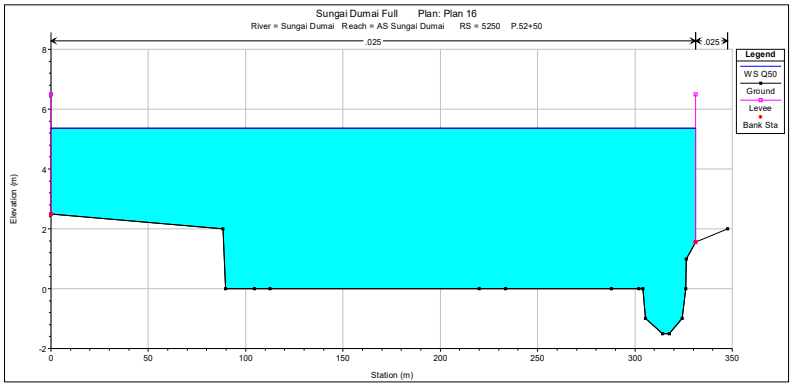
Berdasarkan kondisi di lapangan pada sisi hilir Jembatan Bukit Datuk terdapat lahan kosong yang cukup luas yaitu ±6,26 ha (Gambar 12.13). Lokasi ini dapat dimanfaatkan menjadi area genangan. Penambahan area genangan diharapkan dapat mengurangi tinggi elevasi tinggi genangan secara signifikan. Pada area genangan tersebut memiliki elevasi sekitar +0,00 sampai dengan +2,00. Simulasi dengan penambahan area genangan dilakukan dengan membuat lahan tersebut menjadi area genangan yang berelevasi +0,00 secara keseluruhan agar mampu menampung luapan air banjir dari sungai lebih banyak, yaitu pada lokasi cross P. 51+00 sampai dengan lokasi cross P. 53+00, seperti pada Gambar 12.14.

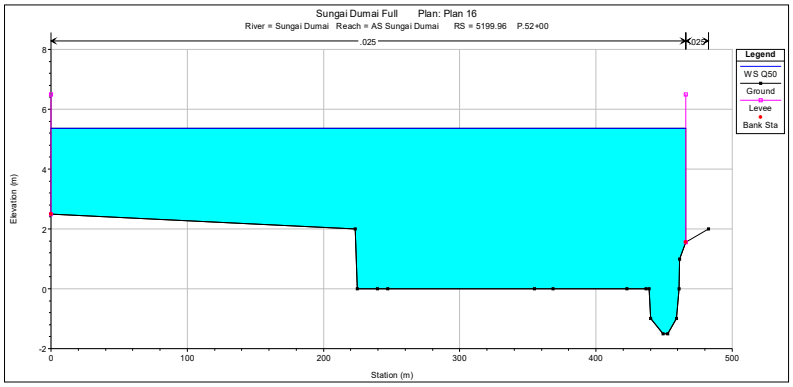


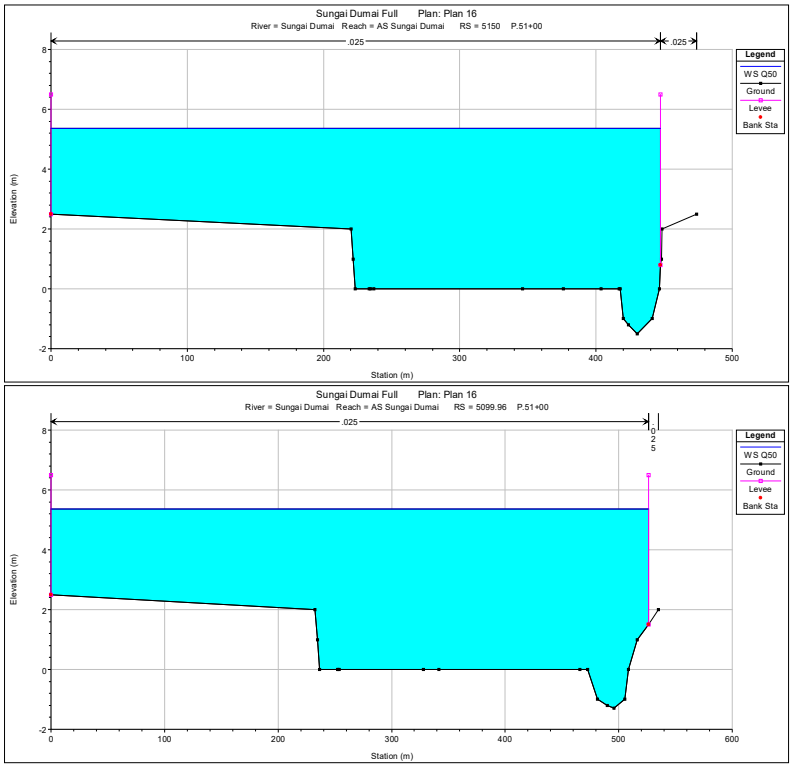
Gambar 12.13 Pemanfaatan Area Terbuka sebagai Tampungan Air saat Banjir


Sungai Dumai Full Plan: Plan 16
River = Sungai Dumai Reach = AS Sungai Dumai RS = 5299.96 P.53+00
.025
.025
Legend
WS Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sungai Dumai Full Plan: Plan 16
River = Sungai Dumai Reach = AS Sungai Dumai RS = 5275 P.52+00
.025
.025
Legend
WS Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sungai Dumai Full Plan: Plan 16
River = Sungai Dumai Reach = AS Sungai Dumai RS = 5250 P.52+50
.025
.025
Legend
WS Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Sungai Dumai Full Plan: Plan 16
River = Sungai Dumai Reach = AS Sungai Dumai RS = 5199.96 P.52+00
.025
.022
Legend
WS Q50
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

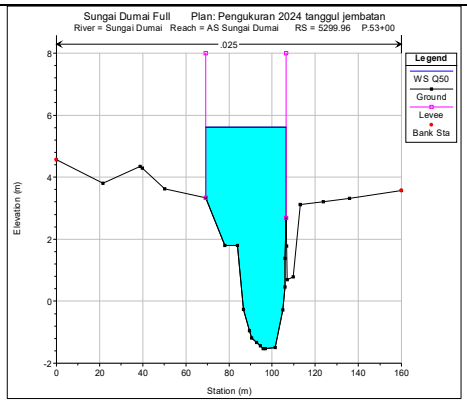
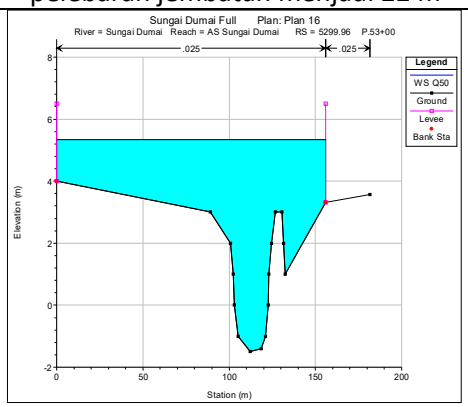


Gambar 12.14 Hasil Simulasi di daerah Kolam Retensi di Hilir Jembatan Bukit Datuk (P.51+00 – P.53+00)

Hasil dari pemanfaatan kolam retensi di hilir Jembatan Bukit Datuk menjadi area tergenang saat banjir /kolam retensi serta pelebaran Sungai Dumai di lokasi Jembatan Bukit Datuk (yang semula 14 m menjadi 29 m), berada pada P. 51+00 sd P. 53+00, dengan debit kala ulang 50 tahunan (258,8 m³/dt) elevasi air pada lokasi P. 53+00 dari sebelumnya +5,6 menjadi +5,3 mengalami penurunan sebesar 30 cm.

Gambar 12.15 Kolam Retensi Hilir Jembatan Bukit Datuk dan Hulu Jembatan Bukit Datuk

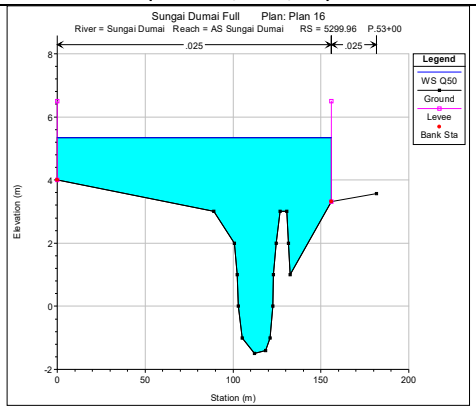
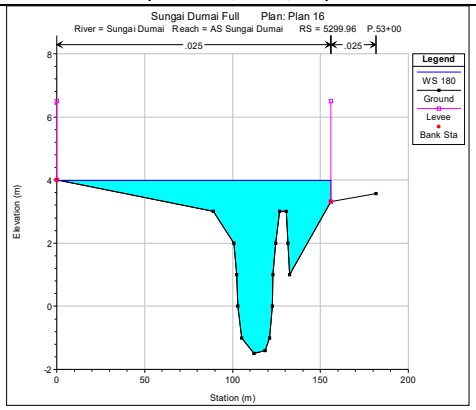
Tabel 12.4. Perbandingan Sebelum dan Sesudah adanya Kolam Retensi

Peninggian tanggul sesuai lebar sungai	Pemanfaatan area sebagai kolam retensi dan pelebaran jembatan menjadi 22 m
 P. 53+00 MAB +5,6 m	 P. 53+00 dengan kolam retensi MAB +5,3 m

12.2.3.4 HASIL SIMULASI DENGAN PENAMBAHAN EMBUNG

Setelah dilakukan pelebaran jembatan serta penambahan kolam retensi, tinggi genangan air tidak berkurang secara signifikan. Maka cara yang perlu dilakukan adalah mengurangi besaran debit banjirnya dengan cara menahan sementara debit banjir di sisi hulu dengan mensimulasikan penambahan embung. Penambahan embung yang disimulasikan terdapat 4 Embung eksisting diantaranya 3 embung kecil di daerah Bukit Timah (embung 1, 2 dan 3) dan 1 embung di Bunga Tujuh serta usulan penambahan 1 embung di hulu Jembatan Bukit Datuk. Diharapkan dengan penambahan embung tersebut di dapatkan penurunan debit yang cukup signifikan, yaitu dari 258,8m³/dt menjadi **180,6 m**³/dt (pengurangan debit banjir sebesar 61%). Berikut adalah hasil simulasi sebelum penambahan embung dan sesudahnya.

Tabel 12.5. Perbandingan Sebelum dan Sesudah adanya Embung

Sebelum ditambahkan embung (Q: 258,8m³/dt)	Setelah ditambahkan embung (Q: 180,6m³/dt)
 P. 53+00 MAB +5,3 m	 P. 53+00 MAB +3,98 m

Dari hasil perbandingan diatas dapat disimpulkan penurunan elevasi muka air yang sangat signifikan dari elevasi +5,3 menjadi +3,98.

Tabel 12.6. Rekap Elevasi Muka Air pada Lokasi Jembatan

Lokasi Jembatan	Elevasi Jalan	Elevasi Deck Bawah	Elevasi Muka Air Dengan Q50th			
			Tanggul	+Pelebaran Jembatan Bukit Datuk	+Kolam Retensi	+Embung (Bunga 7, & Embung 1,2,3)
P. 3+60 Jl. Bahtera	+4,23	+2,58	+2,00	+2,00	+2,00	+1,98
P. 18+45 Jl. Syech Umar	+4,26	+3,19	+2,61	+2,61	+2,61	+2,21
P. 24+84 Jl. Simpang Tetap	+3,5	+2,16	+3,23	+3,25	+3,22	+2,54
P. 31+66 Jl. Hasanuddin	+3,57	+1,92	+3,80	+3,80	+3,76	+2,65
P. 34+25 Jl. Ahmad Yani	+2,94	+1,62	+4,30	+4,27	+4,25	+2,81
P. 45+89 Jl. Diponegoro	+3,27	+2,24	+5,31	+5,12	+5,14	+3,69
P. 53+26 Jl. Bukit Datuk	+4,51	+2,96	+5,82	+5,67	+5,65	+4,18
P. 62+72 Jl. Bumi Ayu	+5,06	+3,47	+6,43	+6,32	+6,28	+4,48
P. 64+29 Jl.Budi Utomo	+3,84	+2,20	+6,65	+6,56	+6,52	+4,65
P. 71+24 Jl. Gn Merbabu	+3,62	+2,83	+7,07	+6,99	+6,96	+5,22
P. 74+30 Jl. Gn Slamet	+5,51	+3,73	+7,23	+7,16	+7,14	+5,26

Ket: arsiran coklat = meluap (di atas elevasi jalan)

Berdasarkan hasil rekap Tabel 12.6 dengan penanganan sampai dengan ditambahkan embung, maka terdapat 4 lokasi jembatan yang harus ditinggikan sesuai elevasi MAB dengan ditambahkan jagaan setinggi 1m yaitu

P. 45+89 (Jl. Diponegoro) dengan elevasi +4,69

P. 64+29 (Jl.Budi Utomo) dengan elevasi +5,65

P. 71+24 (Jl. Gn Merbabu) dengan elevasi +6,22

P. 74+30 (Jl. Gn Slamet) dengan elevasi +6,26

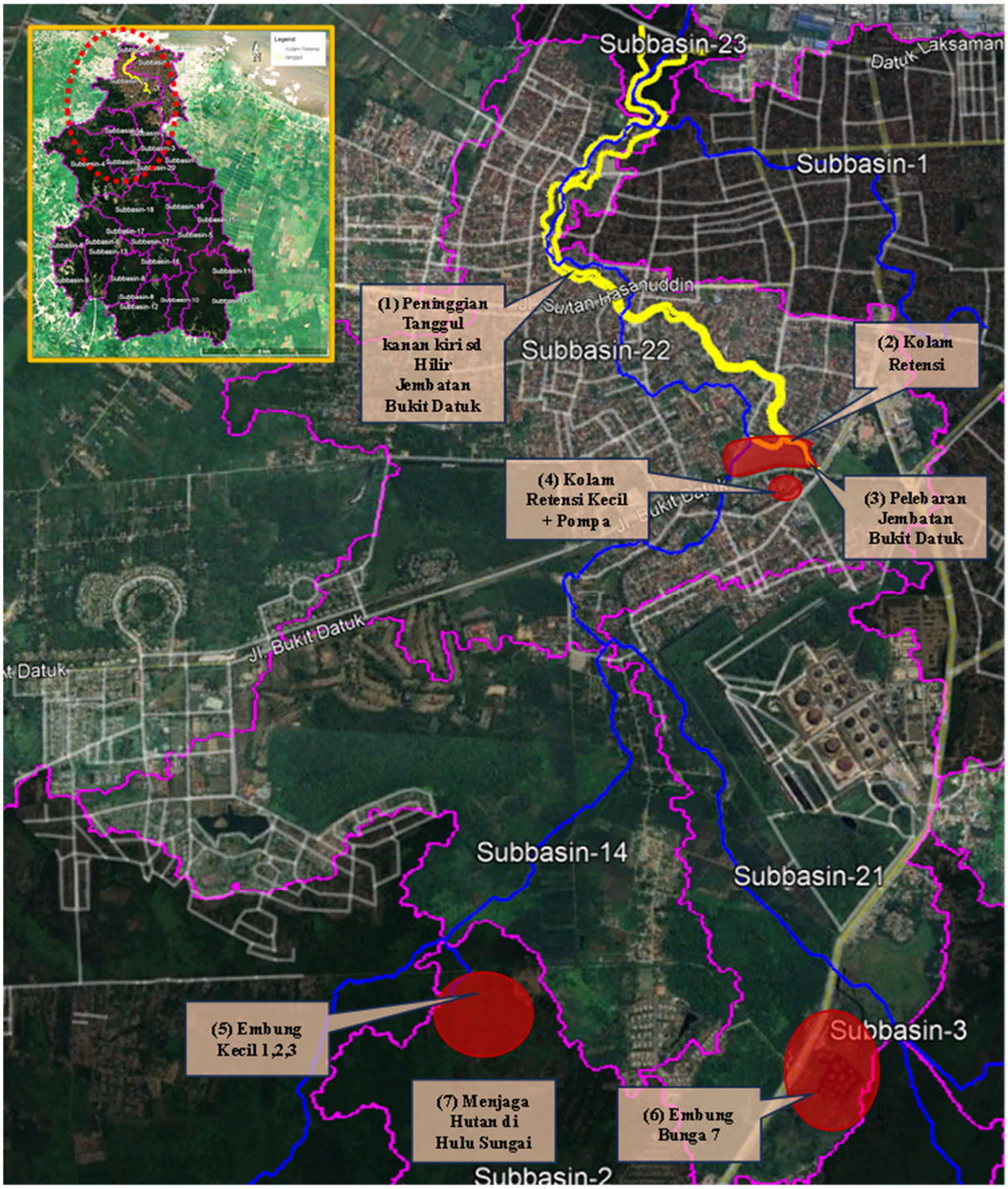
12.3 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

1. Kapasitas Sungai Dumai tidak mencukupi untuk dilalui debit banjir dengan kala ulang 50 tahunan (258,8m³/dt) yang terjadi bersamaan dengan pasang keling
2. Untuk elevasi Muka air banjir dan tanggul di antara sta
   a. P. 4+00 sd P.5+50, elevasi tanggul +3,00 elevasi MAB +2,00
   b. P. 6+00 sd P.21+50, elevasi tanggul +3,50 elevasi MAB +2,50
   c. P. 22+00 sd P.34+00, elevasi tanggul +4,00 elevasi MAB +3,00
   d. P. 34+50 sd P.41+00, elevasi tanggul +4,50 elevasi MAB +3,50
   e. P. 41+50 sd P.47+00, elevasi tanggul +5,00 elevasi MAB +4,00
   f. P. 47+50 sd P.60+50, elevasi tanggul +5,50 elevasi MAB +4,50
   g. P. 61+00 sd P.65+50, elevasi tanggul +6,00 elevasi MAB +5,00
   h. P. 67+00 sd P.76+00, elevasi tanggul +6,50 elevasi MAB +5,50
3. Kapasitas sungai Dumai berdasarkan dimensi dan elevasi gelagar bawah jembatan di Bukit Datuk, hanya mampu menahan debit sebesar 110 m³/dt.
4. Untuk di daerah di hulu jembatan Bukit Datuk, usulan penanganan yang ditawarkan hanya mampu menurunkan debit banjir 50 tahunan dari 258,8m³/dt menjadi 180,6 m³/dt, diantaranya:
   a. Pembuatan tanggul di sisi kanan dan kiri sungai,
   b. Pemanfaatan kolam retensi hilir jembatan Bukit Datuk seluas 6,26 ha dengan elevasi +0,00,
   c. Pelebaran jembatan Bukit Datuk dari 14 m menjadi 22 m,
   d. Penambahan pompa dan kolam retensi kecil di hulu Jalan Bukit Datuk untuk drainase lingkungan,
   e. Pembuatan embung kecil di daerah sebanyak 3 embung :
      i. Embung I dengan luas 14 ha kedalaman 1,5 m
      ii. Embung I dengan luas 14 ha kedalaman 1,5 m
      iii. Embung I dengan luas 6 ha kedalaman 1,5 m
   f. Pemanfaatan Kolam retensi Bunga Tujuh dengan luas 119 ha kedalaman 3 m.
   g. Menjaga kelestarian hutan hulu sungai Bukit Datuk.
5. Dengan mengacu pada penanganan secara menyeluruh, terdapat 4 jembatan yang harus ditinggikan yaitu:
   a. P. 45+89 (Jl. Diponegoro) dengan elevasi dasar (gelagar) jembatan di +4,69

b. P. 64+29 (Jl. Budi Utomo) dengan elevasi dasar (gelagar) jembatan di +5,65

c. P. 71+24 (Jl. Gn Merbabu) dengan elevasi dasar (gelagar) jembatan di +6,22

d. P. 74+30 (Jl. Gn Slamet) dengan elevasi dasar (gelagar) jembatan di +6,26



Gambar 12.16. Rekomendasi Penanganan Secara Menyeluruh untuk Sungai Dumai

BAB 13
KONSEP MASTERPLAN PENGENDALIAN BANJIR

13.1 PENDAHULUAN

Masalah banjir yang sering terjadi di areal perkotaan di pesisir mempunyai sejumlah akar permasalahan. Hal ini termasuk:

- Penurunan muka tanah (ambles);
- Kenaikan muka air laut;
- Penggundulan hutan dan perubahan karakteristik puncak limpasan hujan;
- Kapasitas terbatas dan pemeliharaan dari pra-sarana drainasi yang ada saat ini.

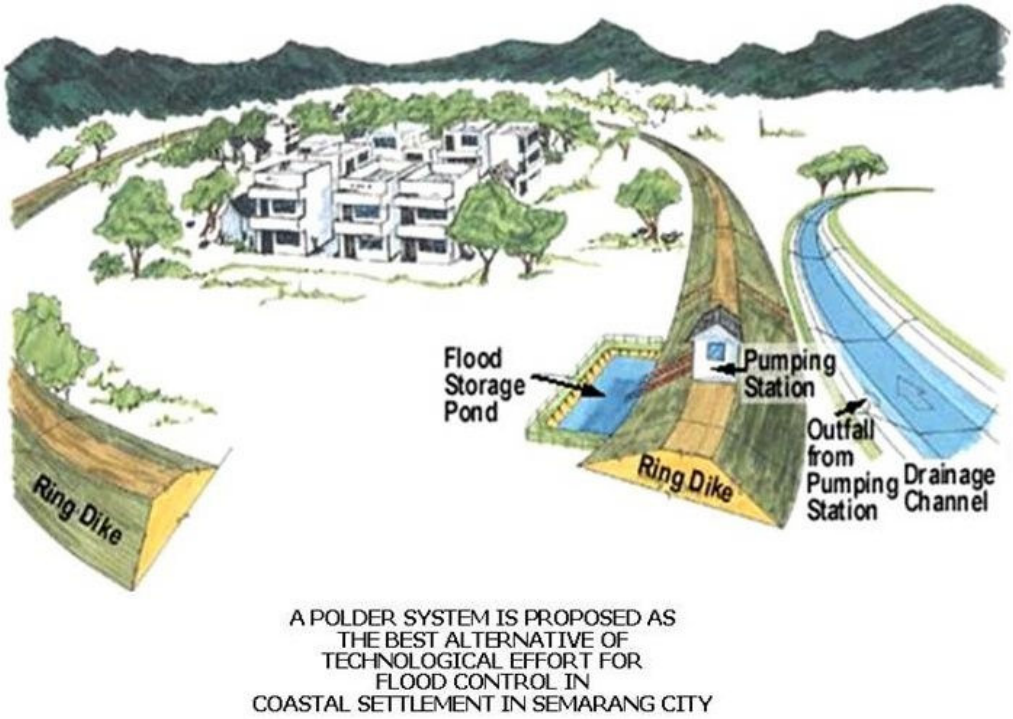
Kejadian banjir yang ada di Dumai disebabkan oleh fenomena *land subsidence* (penurunan muka tanah) di kawasan pesisir yang terbentuk dari gambut. Gambut terbentuk tatkala bagian-bagian tumbuhan yang luruh terhambat pembusukannya, biasanya di lahan-lahan berawa, karena kadar keasaman yang tinggi atau kondisi anaerob di perairan setempat. (Gambut - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas). Lapisan gambut akan memungkinkan mengalami kompaksi (menyusut/pemadatan) secara alamiah sehingga tanah akan mengalami *land subsidence* (penurunan muka tanah). Penurunan ini dipercepat dengan pengambilan air tanah dan beban yang di atasnya. Ketika elevasi muka tanah lebih rendah daripada muka air laut (terutama pada saat pasang keling), maka pasang air laut akan dapat menggenangi daratan.kasus di Dumai, selain limpasan air laut lewat daratan yang rendah, air laut dapat juga masuk lewat saluran-saluran drainase sehigga air laut dapat menggenangi tengah-tengah kota.

Banjir karena air laut ini disebut banjir rob. Di Dumai banjir rob akan terjadi terutama saat pasang besar yakni pasang keling. Kota Dumai mempunyai pasang surut yang besar yakni mencapai 3,5 m.

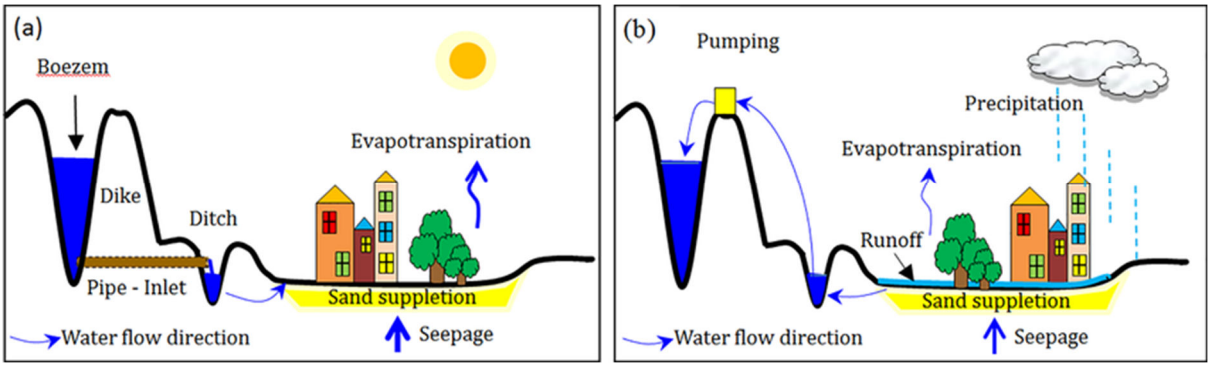
Untuk itu penanganan banjirnya adalah mencegah air laut masuk ke daratan dengan menggunakan tanggul. Di saluran, pencegahan masuknya air laut dapat dibuat pintu sehingga saat air laut pasang, pintu akan ditutup sedangkan saat surut pintu dapat dibuka karena air dapat mengalir secara gravitasi. Tanggul dapat terbuat dari sheet pile, urugan tanah, parapet dan sebagainya melihat kondisi setempat dan biaya. Akibat adanya tanggul, maka air hujan terjebak dI saluran. Untuk mengeluarkan air di saluran saat pasang air laut, maka diperlukan pompa, karena pintu air ditutup. Kapasitas pompa dapat diperkecil dengan memperbanyak tampungan

(*storage*) baik berupa kolam (*detention pond*) ataupun memperbesar saluran drainase (*long storage*).

Saat ini Kementerian PU dan para ahli banjir sudah mengenalkan konsep ΔQ = 0. Maksudnya adalah bagi pengembangan kawasan yang baru, jangan sampai debit luapan aliran permukaannya terutama saat hujan akan membebani saluran drainase yang ada. Untuk ini diperlukan embung-embung yang berfungsi sebagai kolam retensi di lokasi pengembangan tersebut, misalnya di kawasan perumahan , kawasan pabrik, dan kawasan reklamasi.



Gambar 13.1. Tata Letak Skematik Suatu Polder Perkotaan
(sumber : Pedoman Polder Perkotaan Volume 3: Aspek Teknik, 2009)



Gambar 13.2. Ilustrasi Sederhana Penggunaan Tanggul dan Pompa dalam Sistem Drainase

Akibat saluran drainase berada di bawah muka air laut saat pasang, maka diperlukan pompa untuk mengeluarkan air di saluran terutama saat hujan

13.2 STRATEGI PENGENDALIAN BANJIR KOTA DUMAI

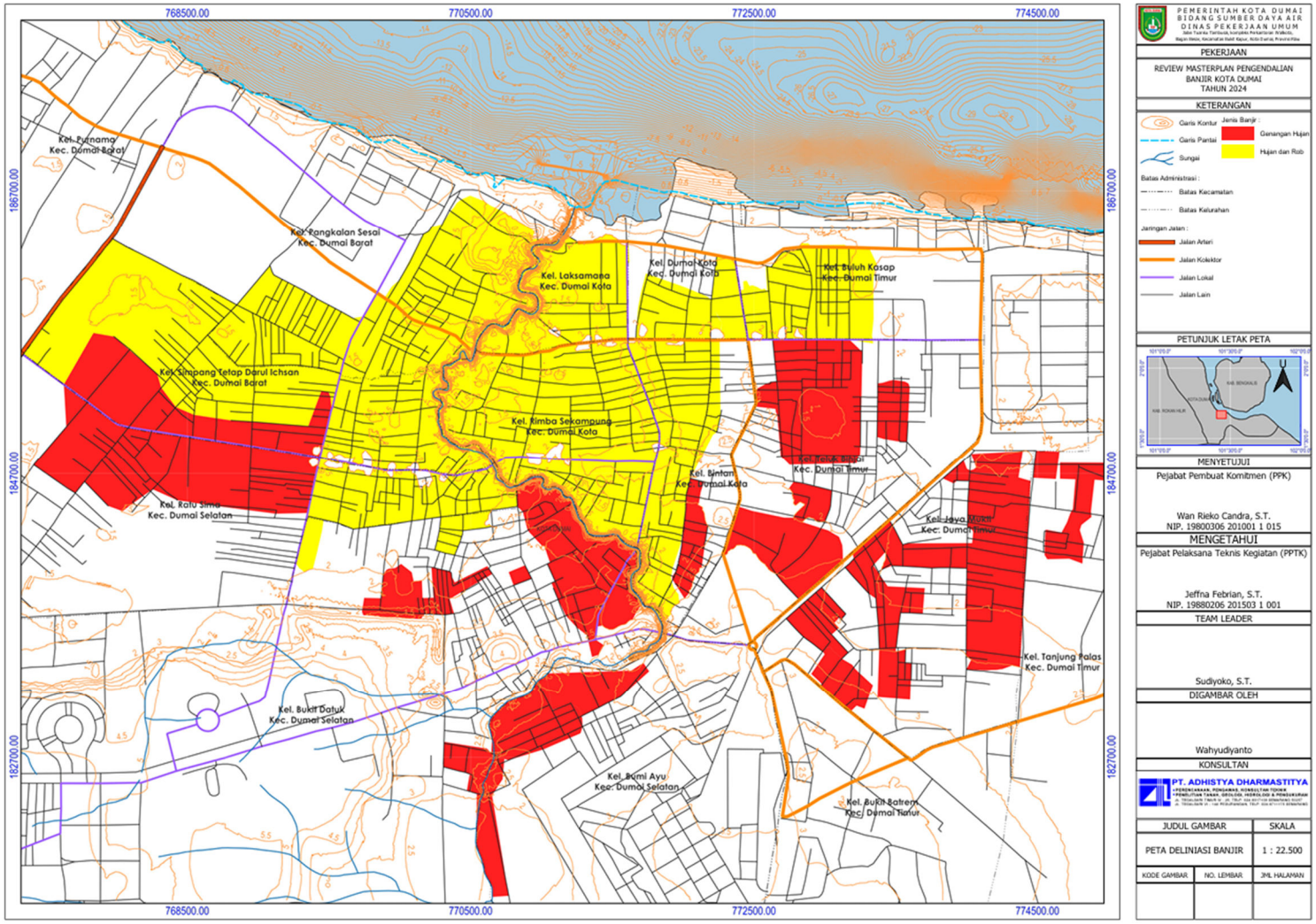
Terdapat 2 tipikal banjir di kota Dumai :

a) Banjir karena air hujan disebabkan oleh lokasi tidak tergenang pasang keling tetapi instrusi air laut sampai ke hulu sungai sehingga sebagian besar kapasitas sungai ini sudah terisi air pasang, sehingga saat hujan tidak mampu menampung luapan aliran permukaan. Untuk itu diupayakan tanggul sungai tidak terlalu tinggi agar air masuk ke sistem sungai tidak sulit. Yang diperlukan adalah mengurangi debit banjir yang masuk ke sungai Dumai dengan cara membuat tampungan di hulu sungai

b) Banjir yang disebabkan oleh air laut dan diperparah jika bersamaan dengan hujan. Hal ini disebabkan dimana mayoritas lokasi banyak penduduk dan pusat ekonominya berada, elevasi permukaan tanahnya relatif lebih rendah dari muka air laut terutama jika air lautnya pasang tinggi (atau biasanya masyarakat menyebutnya pasang keling dimana elevasi muka air pasangnya + 1,98 MSL).

   Untuk menangani daerah ini diperlukan sistem polder yakni daerah dimana sistem drainasenya dibuat eksklusif (air drainase yang dikendalikan adalah di area polder tersebut saja). Untuk melengkapi sistem polder diperlukan pintu air, tampungan (storage) baik di saluran atau di kolam retensi, tanggul sebagai pembatas area polder serta pompa untuk mengeluarkan air yang terjebak di area polder akibat area drainasenya dibatasi tanggul. Pompa akan bekerja terutama saat musim hujan yang bersamaan dengan pasang tinggi.

   Sistem polder ini tersebut perlu dukungan masyarakat, yakni dengan tidak membuang sampah sembarangan terutama di saluran. Kanstin-kanstin (trotoar) harus ada lubang dengan jarak tertentu agar air hujan yang jatuh di jalan bisa masuk kedalam saluran. Partisipasi masyarakat lainnya adalah dengan tidak membuat rumah di bantaran sungai dan di atas saluran drainase. Pengembangan kawasan dengan cara reklamasi, sebaiknya tidak merubah tatanan sistem drainase yang ada, karena secara prinsip, fungsi drainase adalah mempercepat pembuangan air ke sungai atau ke lautan.

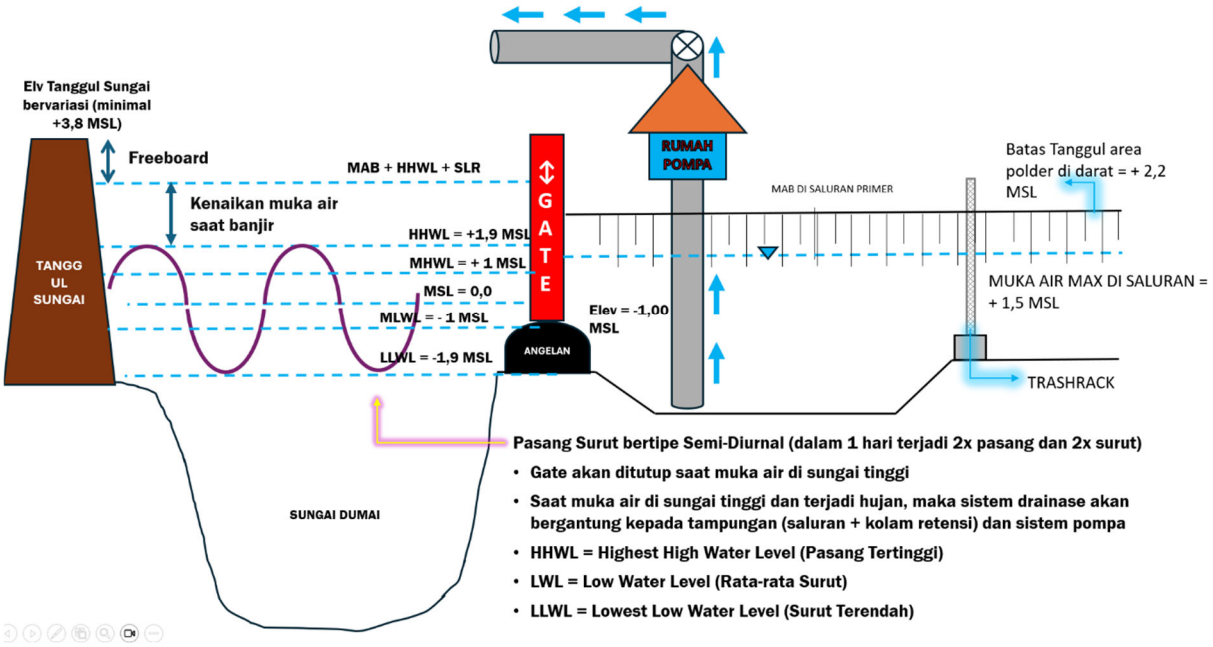


Gambar 13.3. Daerah Genangan Banjir Rob Diperparah dengan Air Hujan Serta Daerah Genangan Banjir yang Hanya Disebabkan oleh Air Hujan

Pasang surut dekat perairan laut di sekitar kota Dumai adalah semi diurnal (yakni dalam satu hari / 24 jam mengalami dua kali pasang dan dua kali surut). Agar air laut tidak melimpas ke daratan yang rendah dan masuk ke saluran drainase, maka diperlukan tanggul di sepanjang kedua sisi sungai dan bagian utara kota Dumai yang berhubungan dengan laut. Di lokasi-lokasi yang mempunyai potensi sebagai kolam retensi, akan diletakkan pintu air dan pompa. Fungsi kolam retensi adalah dapat menampung air sementara sehingga akan menambah volume tampungan selain saluran drainase. Semakin besar tampungan (gabungan dari saluran drainase dan kolam retensi) maka semakin kecil kapasitas pompa yang diperlukan. Salah satu hal yang diperlukan dalam sistem polder adalah luapan aliran permukaan yang masuk ke daerah tangkapan air sistem polder harus dibatasi (dengan kata lain harus eksklusif). Dengan demikian kapasitas pompa dapat dihitung berdasarkan hidrograf aliran dan fungsi tampungan (baik di saluran atau di kolam retensi) selama pintu air ditutup saat pasang air laut.

Gambar 13.4. Ilustrasi Sistem Polder yang Terdiri dari Tanggul, Kolam Retensi, Pintu Air dan Pompa

Berikut adalah gambaran umum konsep dari Usulan Sistem Drainase Polder kota Dumai untuk daerah hilir yang terkena genangan rob, (dimulai dari jembatan bukit Datuk sampai dengan jembatan Jalan Bahtera/ Jalan Datuk Laksamana)



Gambar 13.5. Ilustrasi Konsep Sistem Drainase yang Akan Diaplikasikan di Kota Dumai

a. Pengaruh air pasang dicegah agar tidak masuk ke daratan. Untuk itu di sepanjang sungai Dumai harus ditanggul dan akses masuk air laut dari kawasan Pelindo juga harus dicegah dengan mematikan saluran yang ke Pelindo.

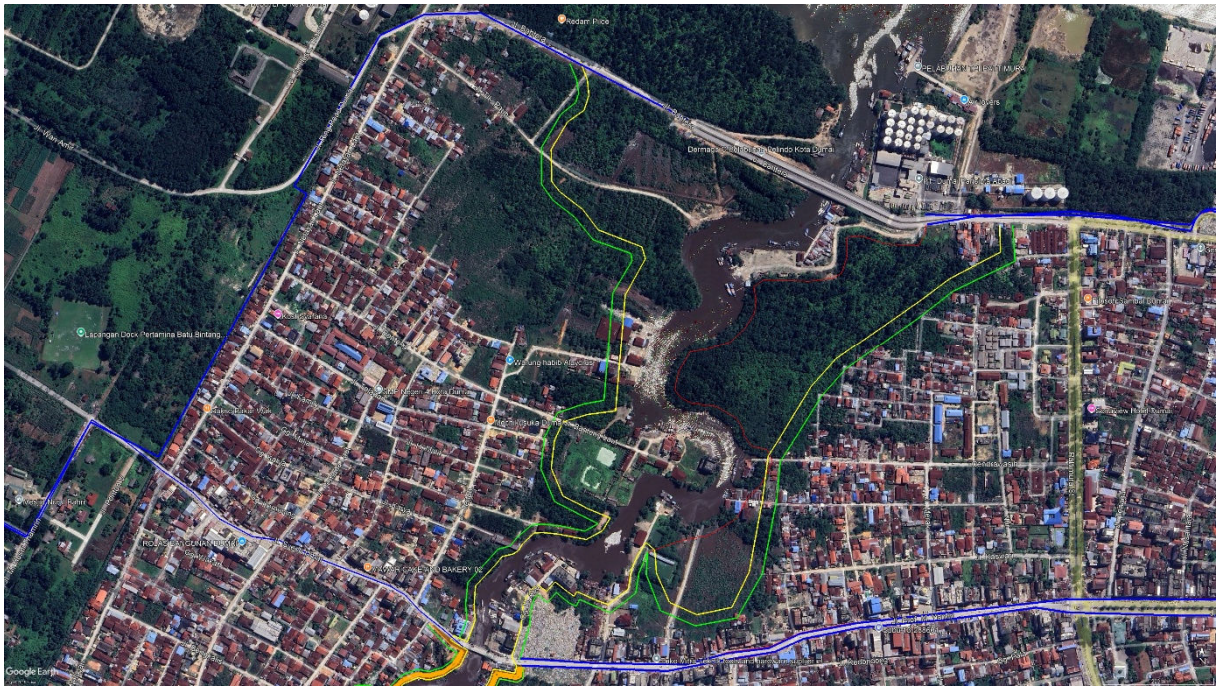
b. Tanggul *sheet pile* sepanjang Sungai Dumai yang telah di tentukan delinasinya. Di belakang tanggul sheet pile diberi urugan tanah yang dipadatkan dengan lapisan atas dari beton yang difungsikan juga sebagai jalan inspeksi sehingga akan memudahkan saat konstruksi dan pemeliharaan. Agar tidak mudah mengalami penurunan akibat berat sendiri tanah urugan dan beban yang berkeja di atasnya, maka di bawah urugan tanah diberi rakit kayu dolken dan cercuk kayu dolken. Diatas rakit kayu dolken akan diberi lembaran geotekxtile non woven.

   Tanggul akan berada di belakang mangrove, sehingga mangrove bisa tetap hidup karena tetap berada di badan sungai sehingga tetap akan terkena pengaruh pasang surut air laut. Dengan demikian mangrove akan tetap sehat hidup karena mendapat suplai air tawar dan air asin secara bergantian saat pasang-surut serta mendapat suplai sedimen lumpur. Demikian pula mangrove di daerah zona HPT, tanggul sheetpile tetap akan berada di belakang area mangrove tersebut.

   Kondisi saat ini, di sisi kiri-kanan sungai sudah banyak penduduk dan ada juga aktivitas ekonomi warga yang masuk ke bantaran sungai (ini diperkirakan ilegal). Kondisi ini menyulitkan pelaksanaan pembangunan tanggul dan pemeliharaan tanggul dimasa yang

akan datang. Untuk itu perlu di relokasi dimana diperlukan kegiatan sosialisasi sebelum direlokasi atau diganti untung. Untuk yang bersertifikat secara legal dan pemanfaatan secara ilegal akan berbeda penanganan ganti untungnya.

Untuk daerah rendah yang berupa anak sungai/rawa di sisi kiri-kanan tanggul sungai yang belum ada rumah/bangunan permanen, dapat dijadikan sebagai kolam retensi. Kapasitas kolam retensi dapat ditambah dengan melakukan penggalian harus tidak boleh lebih dari 2 m disebabkan daerah tersebut daerah gambut (atau melihat karakteristik tanah setempat melalui survei investigasi tanah).



Gambar 13.6. Delinasi tanggul di hilir sungai Dumai berada di luar HPT. Beberapa area yang sudah ada rumah di dalam HPT dianggap legal sehingga tanggul berada di luar kawasan perumahan tersebut

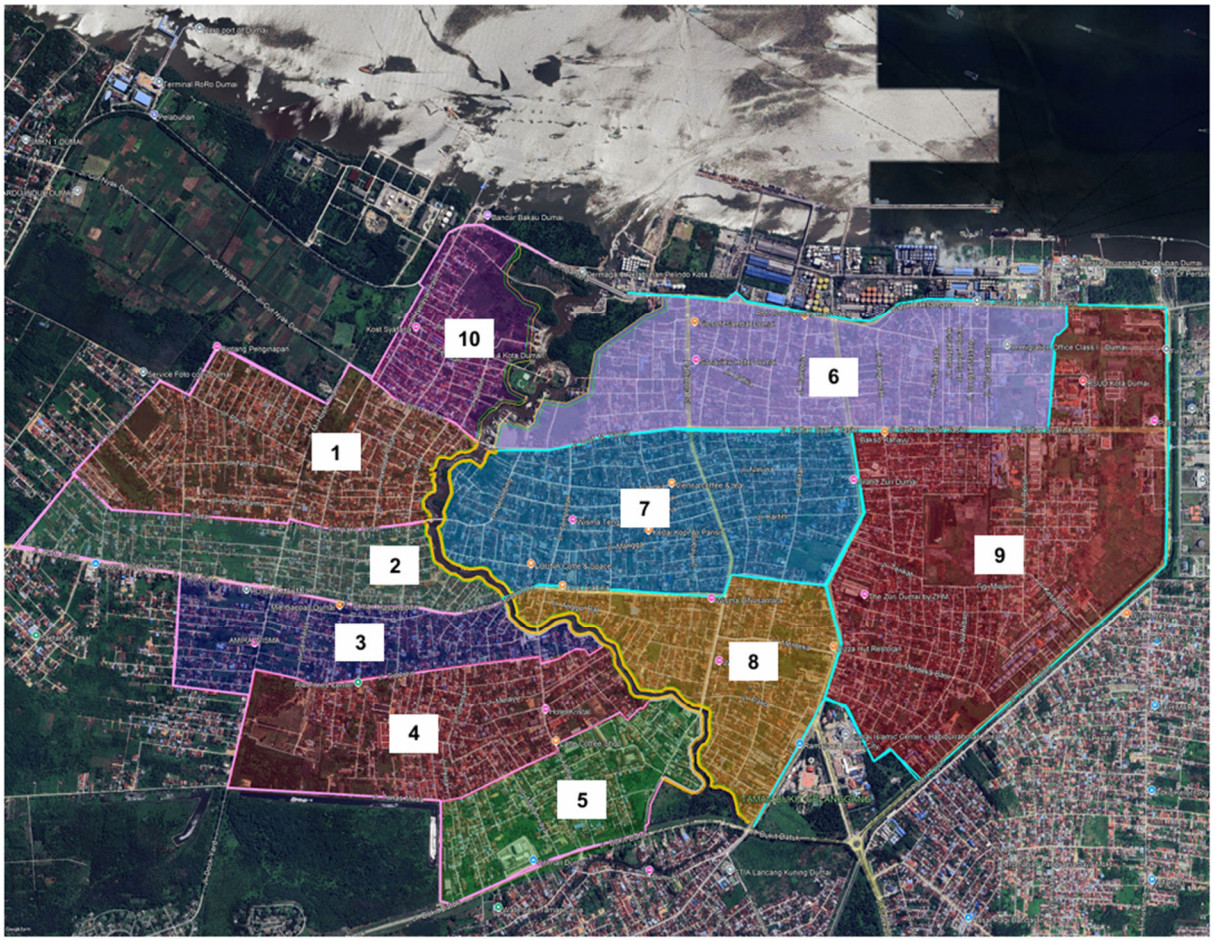
c. Untuk menambah tampungan dan menampung berbagai aliran yang liar yang menuju ke Sungai Dumai, maka di sepanjang kaki jalan inspeksi dibuat saluran gendong (dengan dimensi 1,5 m x 1,5 m). Saluran gendong ini juga berfungsi sebagai saluran pengarah ke kolam retensi dan sebagai *long storage* (tampungan memanjang), sehingga akan meringankan fungsi pompa.

d. Sistem polder dilengkapi dengan pintu air yang dapat diatur, dimana dibuka saat air di sungai Dumai surut, sehingga air yang ditahan di saluran dan kolam dapat dialirkan ke sungai secara gravitasi dan pintu ditutup saat terjadi air laut pasang. Skenario terburuk yang harus diperhitungkan adalah saat air laut pasang terjadi pula hujan lebat yang terjebak di

daratan. Sehingga saat seperti ini peran pompa akan bekerja lebih ekstra. Perhitungan pompa akan disesuaikan dengan kondisi terburuk ini.

e. Pompa sangat diperlukan untuk mengeluarkan air drainase terutama saat musim hujan. Kapasitas pompa akan dihitung berdasarkan hidrograf banjir aliran, potensi tampungan (di saluran/long *storage* dan di kolam) serta kemungkinan dapat mengatur bukaan pintu air saat air sungai Dumai surut.

f. Untuk itu pusat kota Dumai akan menjadi 10 sistem polder dengan pompa yang tidak besar, dimana masing-masing polder akan memiliki Daerah Tangkapan Air, panjang saluran gendong, jumlah dan kapasitas pompa serta pintu yang berbeda-beda.



Gambar 13.7. Pembagian 10 Sistem Polder di Sekitar Sungai Dumai

13.3 PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI DUMAI

Sungai Dumai menjadi lokasi masuknya air rob ke daratan Dumai. Daerah genangan di daratan dibagi atas 2 :

- Segmen antara jembatan Bukit Datuk sampai ke muara sungai (jembatan Bahtera), untuk menentukan tanggul sungai harus di disimulasi genangan banjir disebabkan oleh banjir kala ulang 50 tahun yang terjadi saat air pasang. Secara umum tanggul diletakkan di kontur + 1,00 MSL dimana lokasi tersebut adalah rerata muka air laut saat pasang. Beberapa jembatan mempunyai gelagar yang rendah dimana saat debit banjir kala ulang 50 tahun, air banjir menabrak gelagar sehingga meluap ke jembatan. Hasil simulasi (seperti yang di sampaikan di Bab Hidraulika), direkap dalam tabel berikut ini:

Hasil Simulasi elevasi muka air banjir di masing-masing Jembatan dalam berbagai skenario mitigasi pengurangan MAB

Lokasi Jembatan	**Elevasi Jalan**	**Elevasi Deck Bawah**	**Elevasi Muka Air Dengan Q50th**				
			Tanggul	**+Pelebaran Jembatan Bukit Datuk**	**+Kolam Retensi**	**+Embung (Bunga 7, & Embung 1,2,3)**	**+Embung (Hulu Jembatan Bukit Datuk)**
P. 3+60 Jl. Bahtera	+4,23	+2,58	+2,00	+2,00	+2,00	+1,98	+1,98
P. 18+45 Jl. Syeikh Umar	+4,26	+3,19	+2,61	+2,61	+2,61	+2,21	+2,07
P. 24+84 Jl. Simpang Tetap	+3,5	+2,16	+3,23	+3,25	+3,22	+2,54	+2,23
P. 31+66 Jl. Hasanuddin	+3,57	+1,92	+3,80	+3,80	+3,76	+2,65	+2,30
P. 34+25 Jl. Ahmad Yani	+2,94	+1,62	+4,30	+4,27	+4,25	+2,81	+2,38
P. 45+89 Jl. Diponegoro	+3,27	+2,24	+5,31	+5,12	+5,14	+3,69	+2,84
P. 53+26 Jl. Bukit Datuk	+4,51	+2,96	+5,82	+5,67	+5,65	+4,18	+3,13
P. 62+72 Jl. Bumi Ayu	+5,06	+3,47	+6,43	+6,32	+6,28	+4,48	+3,46
P. 64+29 Jl.Budi Utomo	+3,84	+2,20	+6,65	+6,56	+6,52	+4,65	+3,44
P. 71+24 Jl. Gn Merbabu	+3,62	+2,83	+7,07	+6,99	+6,96	+5,22	+3,89
P. 74+30 Jl. Gn Slamet	+5,51	+3,73	+7,23	+7,16	+7,14	+5,26	+3,98

Keterangan : arsiran coklat = meluap (di atas elevasi jalan)

6. Kapasitas Sungai Dumai tidak mencukupi untuk dilalui debit banjir dengan kala ulang 50 tahunan (258,8 m³/dt) yang terjadi bersamaan dengan pasang keling
7. Untuk elevasi Muka air banjir dan tanggul di antara sta berikut:
   a. Di antara jembatan Jl. Bahtera (3+60) dengan Jembatan Jl. Syeikh Umar (18+45)
      i. P. 4+00 s.d. P.18+35, elevasi tanggul +2,80 elevasi MAB +2,07
   b. Di antara jembatan Jl. Syeikh Umar (18+45) dengan Jembatan Jl. Simpang Tetap /Belimbing (24+84)
      i. P. 18+50 s.d P.24+75, elevasi tanggul +3,00 elevasi MAB +2,23
   c. Di antara jembatan Jl. Simpang Tetap /Belimbing (24+84) dengan Jembatan Jl. Sultan Hasanuddin (31+66)
      i. P. 24+85 sd P.31+55, elevasi tanggul +3,10 elevasi MAB +2,31
   d. Di antara jembatan Jl. Sultan Hasanuddin (31+66) dengan Jembatan Jl. Ahmad Yani (34+25)
      i. P. 32+00 s.d. P.34+00, elevasi tanggul +3,20 elevasi MAB +2,41
   e. Di antara jembatan Jl. Ahmad Yani (34+25) dengan Jembatan Jl. Pangeran Diponegoro (45+89)
      i. P. 34+50 s.d. P.35+00, elevasi tanggul +3,70 elevasi MAB +2,86
      ii. P. 35+50 s.d. P.38+00, elevasi tanggul +3,60 elevasi MAB +2,79
      iii. P. 38+50 s.d. P.41+00, elevasi tanggul +3,50 elevasi MAB +2,66
      iv. P. 41+50 s.d. P.43+50, elevasi tanggul +3,40 elevasi MAB +2,60
      v. P. 44+00 s.d. P.45+50, elevasi tanggul +3,30 elevasi MAB +2,49
   f. Di antara jembatan Jl. Pangeran Diponegoro (45+89) dengan Jembatan Jl. Bukit Datuk (53+26)
      i. P.46+00 s.d. P.47+50, elevasi tanggul +3,80 elevasi MAB +3,00
      ii. P.48+00 s.d. P.53+00, elevasi tanggul +4,00 elevasi MAB +3,12
   g. Di antara jembatan Jl. Bukit Datuk (53+26) dengan Jembatan Jl. Bumi Ayu (62+72)
      i. P. 53+50 s.d. P.62+50, elevasi tanggul +4,30 elevasi MAB +3,45
   h. Di antara jembatan Jl. Bumi Ayu (62+72) dengan Jembatan Jl. Budi Utomo (64+29)
      i. P. 63+00 s.d. P.64+00, elevasi tanggul +4,30 elevasi MAB +3,54
   i. Di antara jembatan Jl. Budi Utomo (64+29) dengan Jembatan Jalan Gunung Merbabu (71+24)
      i. P. 64+50 s.d. P.65+50, elevasi tanggul +4,50 elevasi MAB +3,69

ii. P. 66+00 s.d.P.69+50, elevasi tanggul +4,60 elevasi MAB +3,80

iii. P. 70+50 s.d. P.71+00, elevasi tanggul +4,70 elevasi MAB +3,90

j. Diantara jembatan Jalan Gunung Merbabu (71+24) dengan Jembatan Jalan Gunung Slamet (74+30)

i. P.71+50 s.d. P.74+00, elevasi tanggul +4,80 elevasi MAB +3,98

ii. P.74+50 s.d. P.76+00, elevasi tanggul +4,80 elevasi MAB +4,04

Tabel Rekap nilai elevasi tanggul maksimal antar segmen jembatan

NO	DIANTARA JEMBATAN		ELEVASI TANGGUL (msl)
	HILIR	HULU	
1	Jl. Bahtera (sta 3+60)	Jl. Syeikh Umar (sta 18+45)	+ 2,80
2	Jl. Syeikh Umar (sta 18+45)	Jl. Simpang Tetap (sta 24+84)	+ 3,00
3	Jl. Simpang Tetap (sta 24+84)	Jl. Sultan Hasanuddin (sta 31+66)	+ 3,10
4	Jl. Sultan Hasanuddin (sta 31+66)	Jl. Ahmad Yani (sta 34+25)	+ 3,80
5	Jl. Ahmad Yani (sta 34+25)	Pangeran Diponegoro (sta 45+89)	+ 3,80
	Pangeran Diponegoro (sta 45+89)	Jl. Bukit Datuk (sta 53+26)	+ 4,00
6	Jl. Bukit Datuk (sta 53+26)	Jl. Bumi Ayu (sta 62+72)	+4,30
7	Jl. Bumi Ayu (sta 62+72)	Jl. Budi Utomo (sta 64+29)	+4,30
8	Jl. Budi Utomo (sta 64+29)	Jl. Gunung Merbabu (sta 71+24)	+4,70
9	Jl. Gunung Merbabu (sta 71+24)	Jl. Gunung Slamet (sta 74+30)	+ 4,80

8. Kapasitas sungai Dumai berdasarkan dimensi dan elevasi gelagar bawah jembatan di Bukit Datuk, hanya mampu menahan debit sebesar 110 m^3/dt.
9. Dari tabel di atas, maka di rasakan masih tinggi elevasi muka air banjir terutama di segmen di hulu Jembatan Bukit Datuk. Untuk di daerah di hulu jembatan Bukit Datuk, usulan penanganan yang ditawarkan mampu menurunkan debit banjir 50 tahunan dari 258,8 m^3/dt menjadi 110 m^3/dt, diantaranya:

a. Pembuatan tanggul di sisi kanan dan kiri sungai,
b. Pemanfaatan kolam retensi hilir jembatan Bukit Datuk seluas 6,26 ha dengan elevasi +0,00,
c. Pelebaran jembatan Bukit Datuk dari 14 m menjadi 22 m,

Penampang sungai mengecil di Jembatan Bukit Datuk sehingga efek bottle neck ini mengakibatkan backwater yang akhirnya terjadi luapan aliran ke kiri-kanan Sungai.

Akibat adanya penggalian sungai, tanah gambut di pinggir Sungai ikut bergerak, sehingga berdampak pada keretakkan rumah yang ada di sempadan sungai akibat ikut bergerak pondasinya

d. Penambahan pompa dan kolam retensi kecil di hulu Jalan Bukit Datuk untuk drainase lingkungan,

e. Pembuatan embung kecil di daerah sebanyak 3 embung :

   i. Embung I dengan luas 14 ha kedalaman 1,5 m

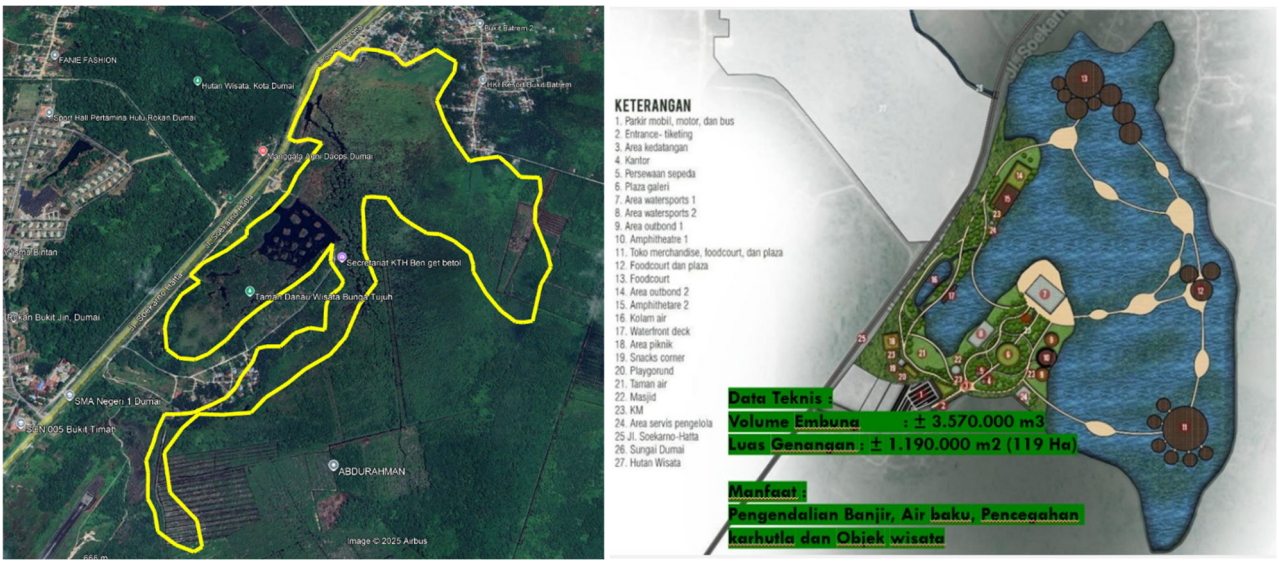
   ii. Embung II dengan luas 14 ha kedalaman 1,5 m

   iii. Embung III dengan luas 6 ha kedalaman 1,5 m

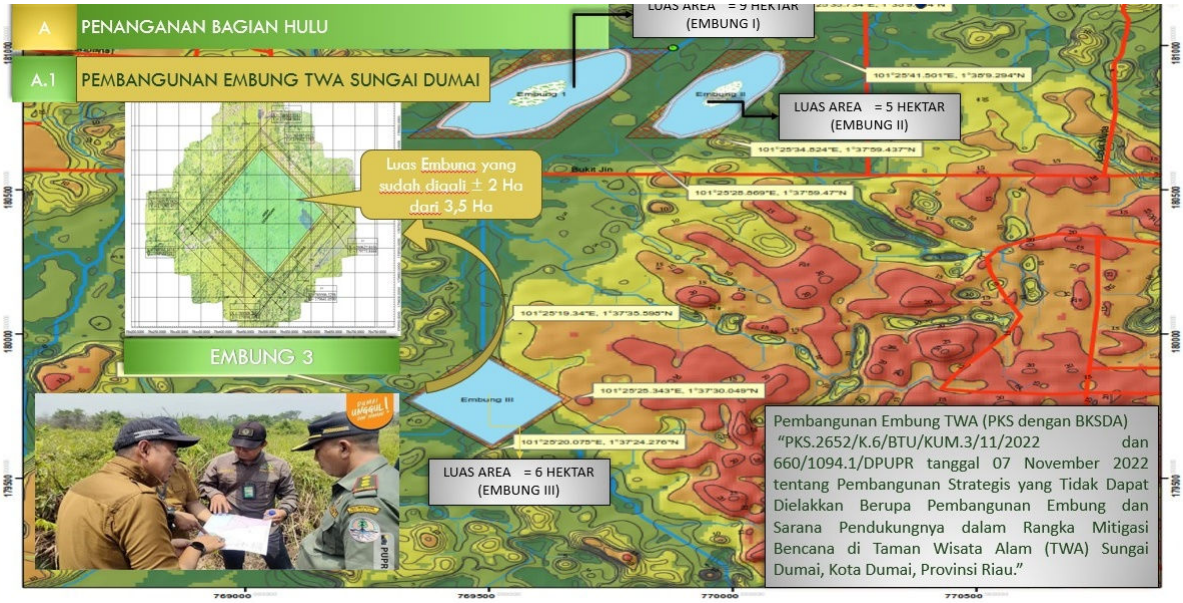
   iv. Embung IV dengan luas 120 ha kedalaman 1,5 m

f. Pemanfaatan kolam retensi Bunga Tujuh dengan luas 119 ha kedalaman 3 m.

g. Menjaga kelestarian hutan hulu sungai Bukit Datuk.

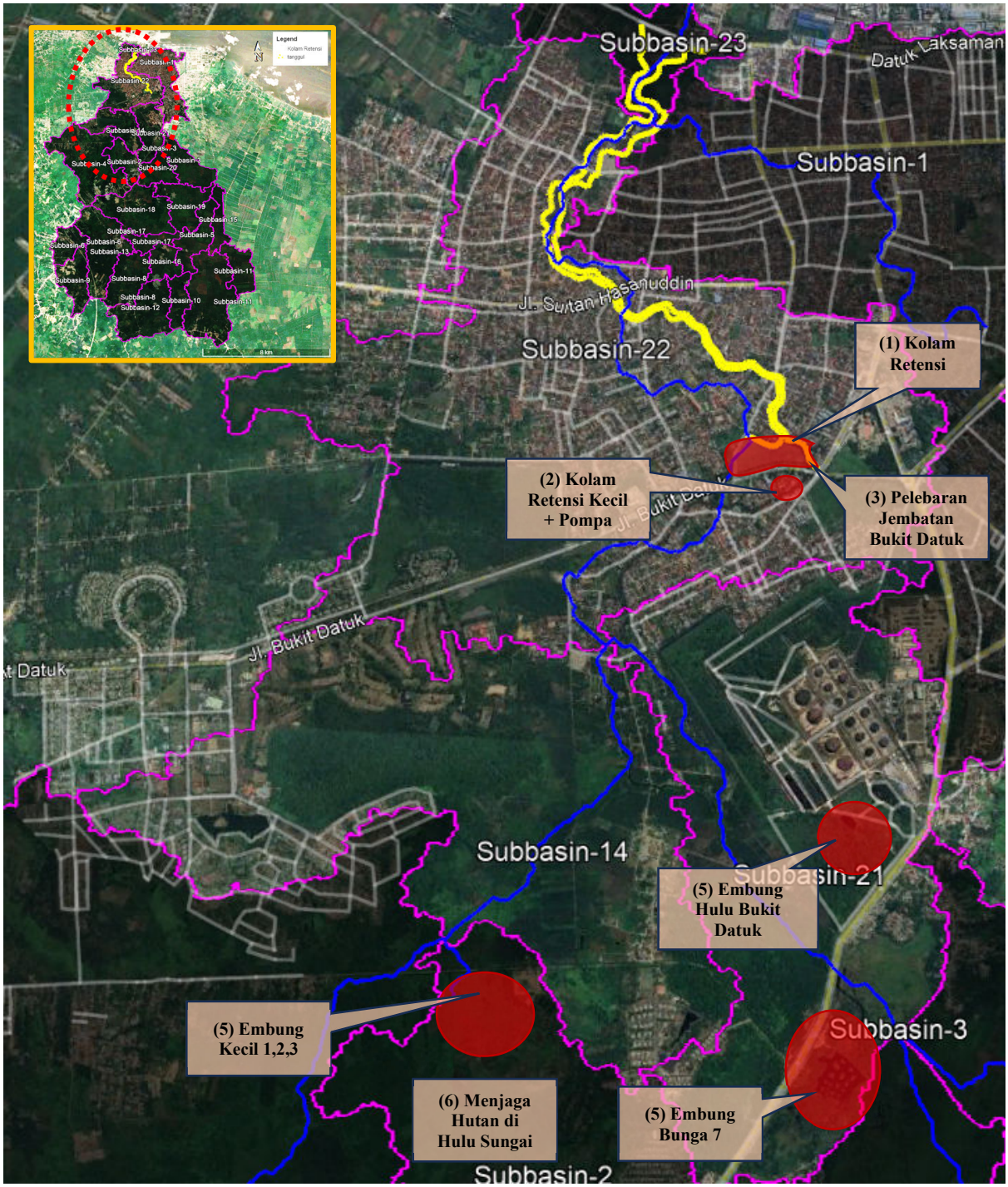


Gambar 13.8. Daerah Genangan Danau Wisata Bunga Tujuh Seluas 87,63 Ha (sumber : RTRW Kota Dumai)



Gambar 13.9. Rencana Pembuatan embung 1, embung 2, dan embung 3 di Taman Wisata Alam Dumai

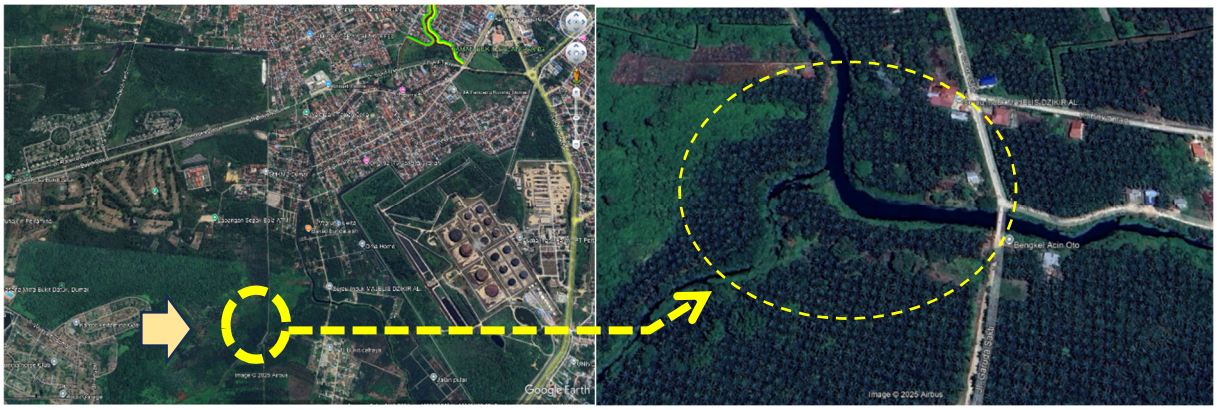
10. Dengan mengacu pada penanganan secara menyeluruh, terdapat 1 jembatan yang harus ditinggikan yaitu: P. 71+24 (Jalan Gunung Merbabu) dengan elevasi dasar (gelagar) jembatan di +4,69 dari MAB +3,89.
11. ke hulu sungai dari jembatan Bukit Datuk, tidak ada luapan air laut ke daratan. Akan tetapi instrusi air laut sampai ke hulu, sehingga kapasitas penampang sungai sebagian besar terisi air laut. Hal ini berakibat saat hujan lebat, aliran air permukaan tidak tertampung lagi di sungai. Hal ini diperparah dengan adanya *bottleneck* di jembatan Bukit Datuk, yakni yang semula sungai mempunyai lebar 20-22 m, menyempit menjadi 14 m. Untuk itu diperlukan pelebaran jembatan Bukit Datuk agar tidak terjadi *backwater*/ aliran balik ke hulu sungai (dari titik jembatan Bukit Datuk) akibat *bottleneck* ini.



Gambar 13.10. Rekomendasi Penanganan Secara Menyeluruh untuk Sungai Dumai

Tabel 13.1. Hasil Simulasi Hidrologi Penambahan Embung Untuk Reduksi Debit Banjir Sungai Dumai dari 258,8 m³/dt menjadi 110 m³/dt

Embung	Inflow (m^3/s)				Outflow (m^3/s)			
	Q5	Q10	Q25	Q50	Q5	Q10	Q25	Q50
Rencana Embung I & II	45,6	51,0	60,4	66,3	42,5	48,3	58,1	64,0
Rencana Embung III	3,5	3,9	4,7	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Rencana Embung Bunga Tujuh	170,8	192,7	231,6	255,8	67,6	89,6	128,9	152,9
Rencana Embung Hulu Jembatan Bukit Datuk	79,4	105,0	151,2	180,9	28,7	47,5	85,0	109,7



Gambar 13.11. Intrusi air laut saat pasang keling bisa mencapai daerah dekat Surau Majelis Dzikir, dan tempat pertemuan anak sungai dan Sungai Dumai bisa dijadikan untuk embung yang dapat mengerem laju aliran Sungai Dumai.

Lokasi embung tersebut merupakan daerah gambut, sehingga embung ini tidak dapat digali terlalu dalam. Maksimal adalah 2,5 m dan memerlukan perkuatan tebing embung tersebut. Selain itu, jika digali terlalu dalam, dikawatirkan stabilitas tebing embung mudah mengalami longsoran akibat sliding. Dampak negatif yang kedua adalah, air yang terkandung di gambut di sekitar embung akan mudah terpatus keluar dari gambut lalu masuk ke embung tersebut (air di kandungan gambut keluar dari sela-sela di antara gambut). Akibatnya adalah menjadi ruang udara dimana jika ada beban (baik beban gambut sendiri atau beban lainnya seperti tanggul) akan menurunkan permukaan tanah di sekitar embung tersebut.

13.4 POLDER 1 : SYEIKH UMAR – SIMPANG TETAP

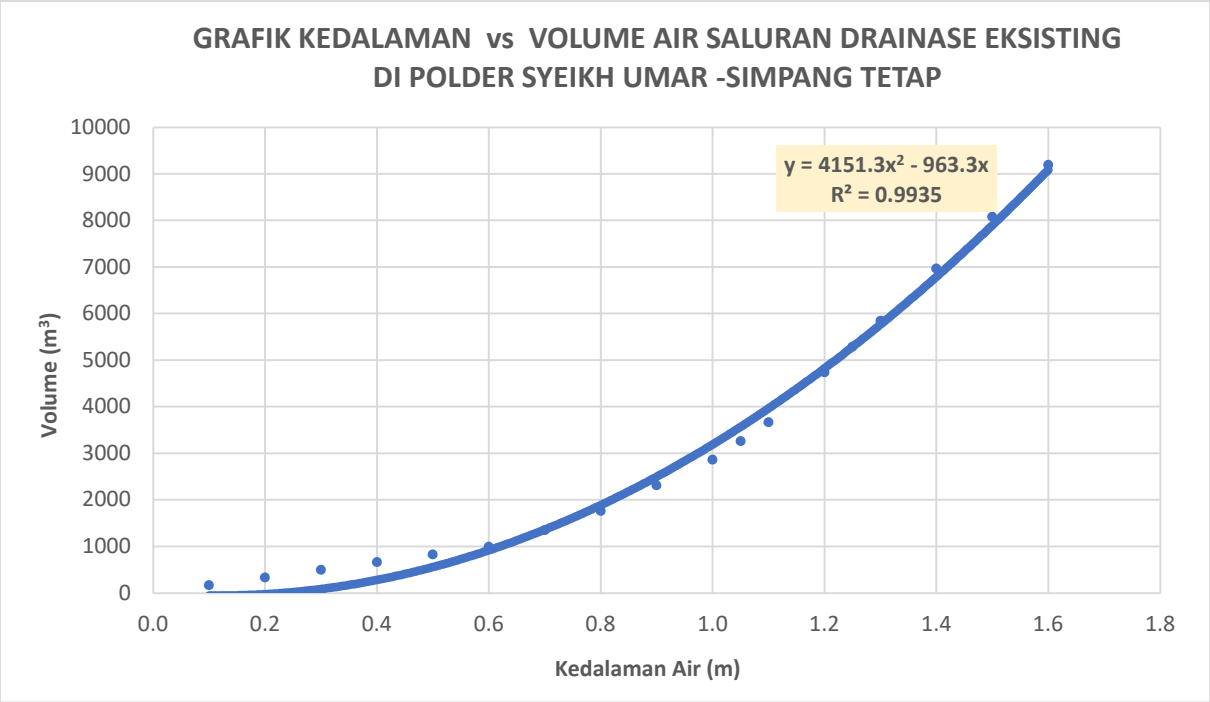
Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Syeikh Umar – Simpang Tetap

Gambar 13.12. Batasan polder Syeikh Umar – Simpang Tetap

Adapun batas polder Syeikh Umar – Simpang Tetap adalah sebagai berikut :

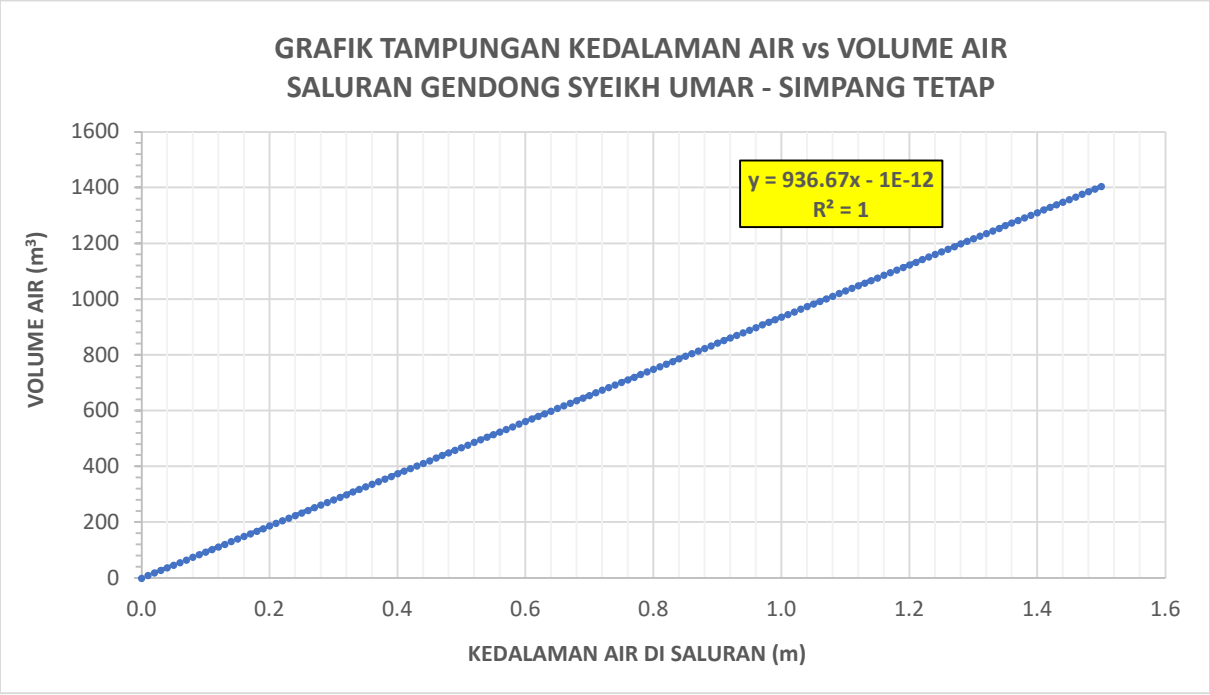
- Utara : Jalan Pemuda Laut, Nelayan Laut, Lapangan Dock Pertamina Batu Bintang
- Timur : Sungai Dumai
- Barat : Jalan Kenari 1
- Selatan : Jalan BTN Asri, Jalan Semangka, Jalan M. Husni Thamrin, Jalan Sei Teras, Jalan Pangkalan Sena

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan kapasitas tampungannya disampaikan dalam lampiran. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini. Kapasitas saluran drainase ini di jadikan sebagai tampungan memanjang air (*long storage*) pada saat hujan sehingga akan mengurangi kapasitas pompa yang direncanakan.



Gambar 13.13. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap

Panjang *long storage* (yang berupa saluran gendong dengan dimensi 1,5 x 1,5 m) di polder Syeikh Umar – Simpang Tetap adalah 624 m. Dengan demikian volume tampungan di saluran gendong di setiap kedalaman alirnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 13.14. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap

Kedua saluran tersebut (drainase eksisting dan saluran gendong) dijadikan sebagai potensi tampungan memanjang dalam sistem polder di area ini.

Untuk menghitung potensi banjir, maka diperlukan hydrograph banjir. Yang dipilih adalah metode Nakayasu. Berikut adalah input perhitungannya :

- Hujan rancangan kala ulang 5 tahun : 120,04 mm/hari
- Total luasan kawasan polder : 124,6 Ha
- Perhitungan koefisien limpasan :

Tabel 13.2. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap

No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	100.00	0.80	0.90	0.72
2	RTH	25.00	0.20	0.30	0.06
	Jumlah	125.00	1.00		0.78

- Perhitungan parameter Nakayasu

Tp = 0,66

tg = 0,41

tr = 0,31

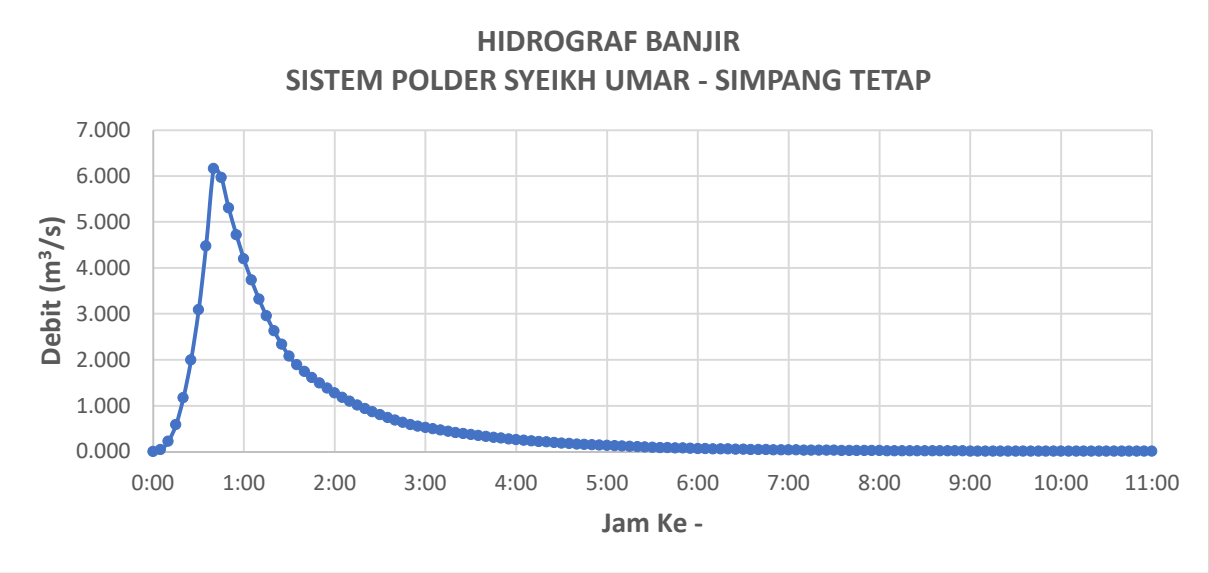
$T_{0,3}$ (a = 2) = 0,82 pada daerah pengaliran biasa

Ro = 26,41

Qp = 7,55 m^3/det

$Tp+T_{0,3}$ = 1,48

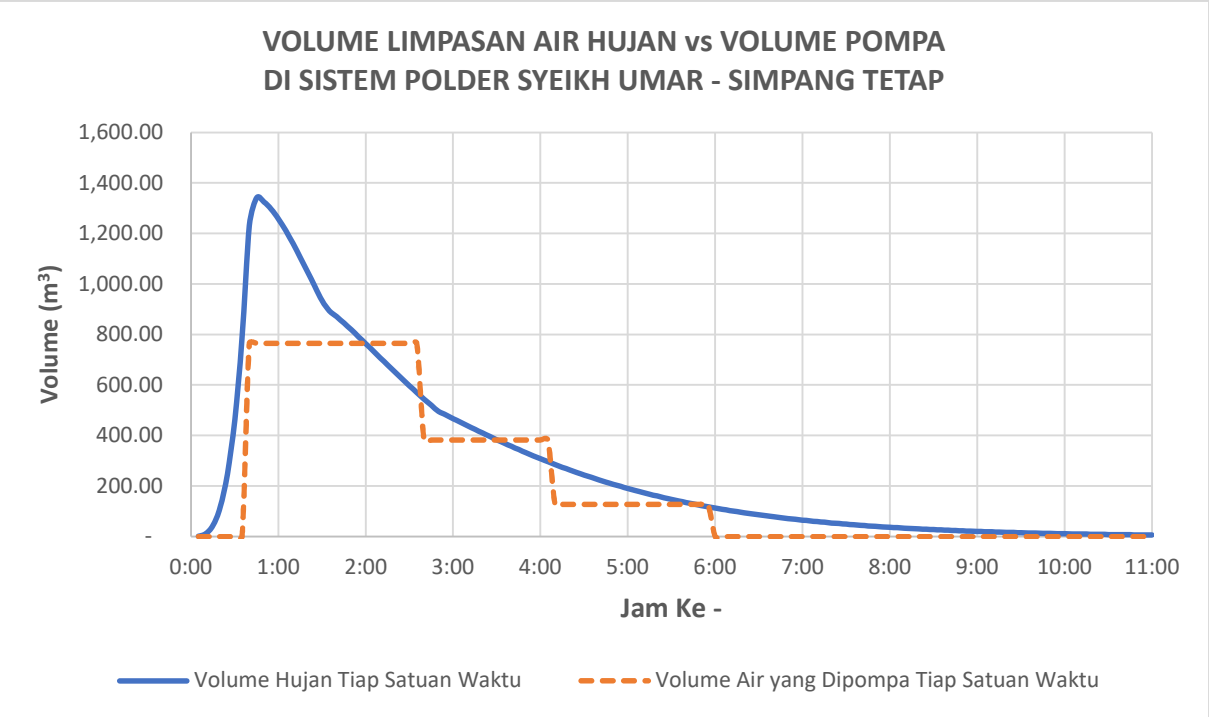
$Tp+T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$ = 2,71



Gambar 13.15. Hydrograph Banjir di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap (Metode Nakayasu)

Tabel 13.3. Simulasi perhitungan kebutuhan Pompa di DTA Polder Syeikh Umar - Simpang Tetap

	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.042	1.05	1.05	0.05	0.05	26.48	35.90	1.05	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:35	4.468	781.90	1,666.50	0.65	0.65	941.47	483.56	1666.50	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:40	6.156	1,231.18	2,897.68	0.81	0.81	1631.60	610.38	2897.68	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	929.82	5.00	Ditutup + Pompa
0:45	5.962	1,341.49	3,474.17	0.88	0.88	1956.21	660.42	3474.17	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	1,506.31	5.00	Ditutup + Pompa
0:50	5.302	1,325.48	4,034.66	0.94	0.94	2272.38	705.27	4034.66	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	2,066.79	5.00	Ditutup + Pompa
0:55	4.715	1,296.56	4,566.22	0.99	0.99	2572.67	745.05	4566.22	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	2,598.36	5.00	Ditutup + Pompa
1:00	4.193	1,257.80	5,059.02	1.04	1.04	2851.38	779.92	5059.02	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	3,091.15	5.00	Ditutup + Pompa
1:05	3.728	1,211.71	5,505.73	1.08	1.08	3104.24	810.11	5505.73	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	3,537.87	5.00	Ditutup + Pompa
1:10	3.315	1,160.41	5,901.14	1.12	1.12	3328.22	835.84	5901.14	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	3,933.28	5.00	Ditutup + Pompa
1:15	2.948	1,105.61	6,241.76	1.14	1.14	3521.26	857.32	6241.76	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,273.89	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	2.622	1,048.72	6,525.48	1.17	1.17	3682.13	874.78	6525.48	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,557.61	5.00	Ditutup + Pompa
1:25	2.331	990.87	6,751.35	1.19	1.19	3810.23	888.40	6751.35	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,783.48	5.00	Ditutup + Pompa
1:30	2.073	932.97	6,919.32	1.20	1.20	3905.53	898.39	6919.32	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,951.45	5.00	Ditutup + Pompa
1:35	1.883	894.28	7,048.60	1.21	1.21	3978.88	906.00	7048.60	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,080.74	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	1.741	870.50	7,154.10	1.22	1.22	4038.75	912.16	7154.10	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,186.24	5.00	Ditutup + Pompa
1:45	1.610	845.23	7,234.33	1.22	1.22	4084.29	916.81	7234.33	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,266.47	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	1.489	818.84	7,288.17	1.23	1.23	4114.84	919.91	7288.17	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,320.31	5.00	Ditutup + Pompa
1:55	1.377	791.63	7,314.80	1.23	1.23	4129.96	921.45	7314.80	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,346.94	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	1.273	763.88	7,313.68	1.23	1.23	4129.32	921.38	7313.68	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,345.82	5.00	Ditutup + Pompa
2:05	1.177	735.82	7,284.50	1.23	1.23	4112.76	919.70	7284.50	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,316.64	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	1.089	707.66	7,227.16	1.22	1.22	4080.21	916.39	7227.16	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,259.29	5.00	Ditutup + Pompa
2:15	1.007	679.57	7,141.72	1.22	1.22	4031.73	911.44	7141.72	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,173.86	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	0.931	651.70	7,028.42	1.21	1.21	3967.43	904.82	7028.42	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,060.55	5.00	Ditutup + Pompa
2:25	0.861	624.17	6,887.59	1.20	1.20	3887.52	896.51	6887.59	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,919.72	5.00	Ditutup + Pompa
2:30	0.796	597.10	6,719.69	1.18	1.18	3792.27	886.51	6719.69	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,751.82	5.00	Ditutup + Pompa
2:35	0.736	570.56	6,525.25	1.17	1.17	3682.00	874.76	6525.25	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,557.39	5.00	Ditutup + Pompa
2:40	0.681	544.64	6,304.89	1.15	1.15	3557.05	861.24	6304.89	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,337.03	5.00	Ditutup + Pompa
2:45	0.630	519.39	6,441.78	1.16	1.16	3634.66	869.67	6441.78	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,473.92	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	0.584	496.29	6,555.57	1.17	1.17	3699.19	876.60	6555.57	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,587.71	5.00	Ditutup + Pompa
2:55	0.551	481.77	6,654.84	1.18	1.18	3755.49	882.61	6654.84	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,686.98	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	0.519	467.29	6,739.63	1.18	1.18	3803.59	887.70	6739.63	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,771.77	5.00	Ditutup + Pompa
3:05	0.490	452.90	6,810.03	1.19	1.19	3843.52	891.91	6810.03	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,842.16	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	0.462	438.63	6,866.16	1.19	1.19	3875.36	895.24	6866.16	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,898.29	5.00	Ditutup + Pompa
3:15	0.435	424.51	6,908.17	1.20	1.20	3899.20	897.73	6908.17	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,940.31	5.00	Ditutup + Pompa
3:55	0.272	319.92	6,762.65	1.19	1.19	3816.65	889.08	6762.65	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,794.79	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.257	308.10	6,688.25	1.18	1.18	3774.44	884.62	6688.25	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,720.39	5.00	Ditutup + Pompa
4:05	0.242	296.59	6,602.34	1.17	1.17	3725.72	879.44	6602.34	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,634.48	5.00	Ditutup + Pompa
4:10	0.228	285.40	6,505.24	1.17	1.17	3670.65	873.54	6505.24	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,537.38	5.00	Ditutup + Pompa
4:15	0.215	274.51	6,652.25	1.18	1.18	3754.03	882.45	6652.25	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,684.39	5.00	Ditutup + Pompa
4:55	0.135	198.59	7,473.87	1.24	1.24	4220.25	930.54	7473.87	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,506.00	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.127	190.44	7,536.81	1.25	1.25	4255.99	934.12	7536.81	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,568.95	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.063	113.01	7,753.77	1.26	1.26	4379.18	946.32	7753.77	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	5,785.90	0.00	Dibuka
6:05	0.059	108.05	108.05	0.17	0.17	19.77	125.29	108.05	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
7:00	0.031	65.20	65.20	0.14	0.14	13.58	107.51	65.20	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.015	36.85	36.85	0.08	0.08	16.56	56.48	36.85	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.008	20.50	20.50	0.06	0.06	20.18	47.69	20.50	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.004	11.26	11.26	0.06	0.06	22.86	42.31	11.26	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.002	6.13	6.13	0.05	0.05	24.58	39.15	6.13	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



Gambar 13.16. Volume limpasan Air Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Syeikh Umar – Simpang Tetap

Tabel 13.4. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Syeikh Umar – Simpang Tetap

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Durasi Beroperasi (menit)	Total Durasi Beroperasi (menit)
1	2	120	210
	1	90	
0.5	2	120	320
	1	200	

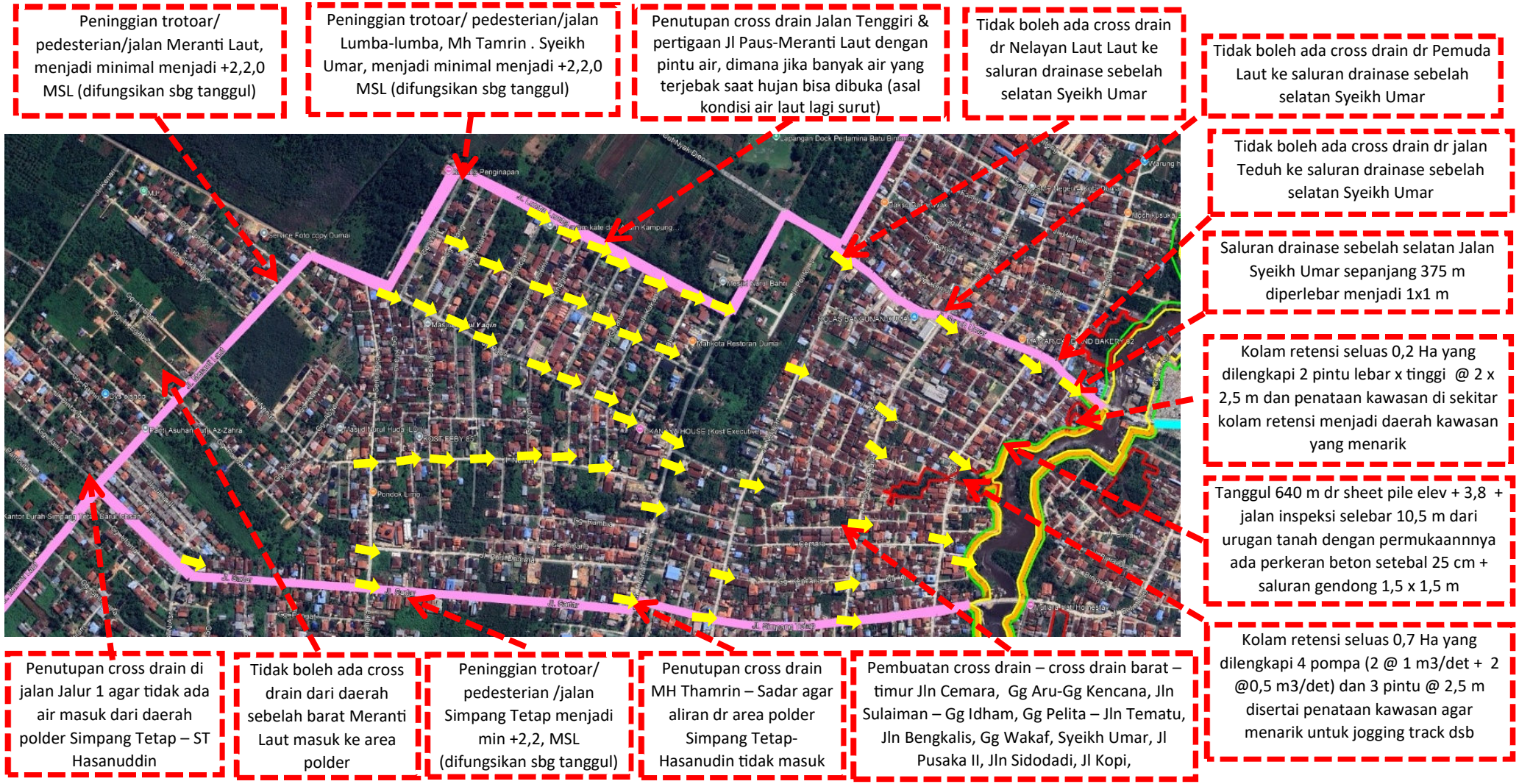
Sehingga untuk polder Syeikh Umar – Simpang Tetap dibutuhkan 4 pompa:

- 2 buah kapasitas 1000 l/det
- 2 buah kapasitas 500 l/det

Berikut adalah gambaran yang harus di lakukan di polder Syeikh Umar - Simpang Tetap antara lain :

- Semua aliran drainase di arahkan ke timur yakni saluran gendong rencana yang berada di sepanjang tanggul sungai dan berakhir ke kolam retensi.
- kolam retensi ada 2 yakni anak sungai Dumai dekat jalan Siak (yang dilengkapi 2 buah pompa kapasitas 1000 l/det dan 2 buah pompa 500 l/det, 3 pintu air selebar 2,0 m) dan kolam retensi di rawa dekat jembatan Simpang Tetap (dengan 1 pompa kapasitas 500 l/det dan 2 pintu selebar 2,0 m).

- Tanggul sepanjang 640 m dari sheetpile dan jalan inspeksinya dari urugan tanah yang diberi perkerasan beton bertulang setebal 30 cm. Di samping sheetpile akan diberi pedesterian selebar 2 m dan lampu penerangan.
- Penataan landscape di sekitar kedua kolam retensi untuk meningkatkan keindahan sekitar kolam retensi, sehingga tidak terkesan jorok dan kota akan terkesan lebih humanis.
- Peninggian jalan / trotoar / pedesterian menjadi elevasi +2,2 MSL (yang berada di Jalan Lumba-Lumba, Syeikh Umar, MH Thamrin, Meranti Laut, Simpang Tetap) sebagai batas daerah di sekeling polder agar aliran drainase/ luapan permukaan dari luar daerah polder tidak masuk ke kawasan polder.
- Penutupan cross drain di jalan Tenggiri dan jalan Paus dengan pintu, sementara untuk Jalan Jalur 1 dan Jalan Thamrin - Sadar penutupan bisa dilakukan dengan permanen. Baik dengan pintu dan permanen harus tidak ada kebocoran aliran dari luar area masuk ke area polder.
- Pembersihan saluran-saluran drainase eksisting dari sampah dan sedimen sehingga akan memperlancar aliran terutama saat di pompa.
- Untuk lapak atau rumah yang berada di atas saluran sebaiknya di bongkar agar saluran bisa diperlihara dan tidak cepat kotor oleh sampah.
- Untuk saluran di Syeikh Umar perlu diubah dimensinya menjadi 1 x 1 m sepanjang 375 m.
- Perlu di buat cross drain – cross drain agar aliran lancar menuju ke saluran gendong yang berada di sisi Sungai Dumai.
- Memperbaiki dan memperbesar dimensi minimal lebar 60 dan kedalaman 75 cm untuk saluran yang telah rusak. Tidak boleh ada penutupan saluran dengan beton karena akan sulit dalam pembersihan saluran. Untuk penutupan saluran dapat menggunakan grill besi atau ada manhole untuk proses perawatan saluran.
- Mengusahakan dikemudian hari jika terdapat proyek drainase, agar saluran dapat dibuat dengan kemiringan saluran menuju ke arah Sungai Dumai



Gambar 13.17. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Syeikh Umar – Simpang Tetap

Gambar 13.18. Berbagai dokumentasi dari sisi sungai mengenai beberapa saluran drainase eksisting yang langsung menuju ke Sungai Dumai

13.5 POLDER 2 : SIMPANG TETAP – SULTAN HASANUDIN

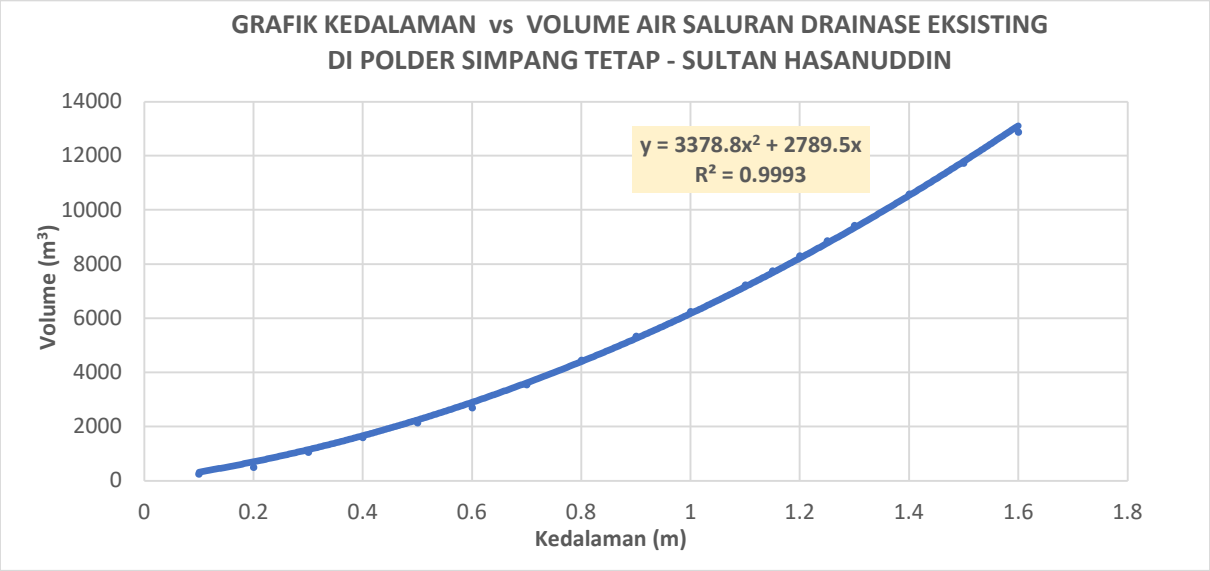
Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Simpang Tetap – Sultan Hasanudin

Gambar 13.19. Batasan Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanudin

Adapun batas polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin adalah sebagai berikut :

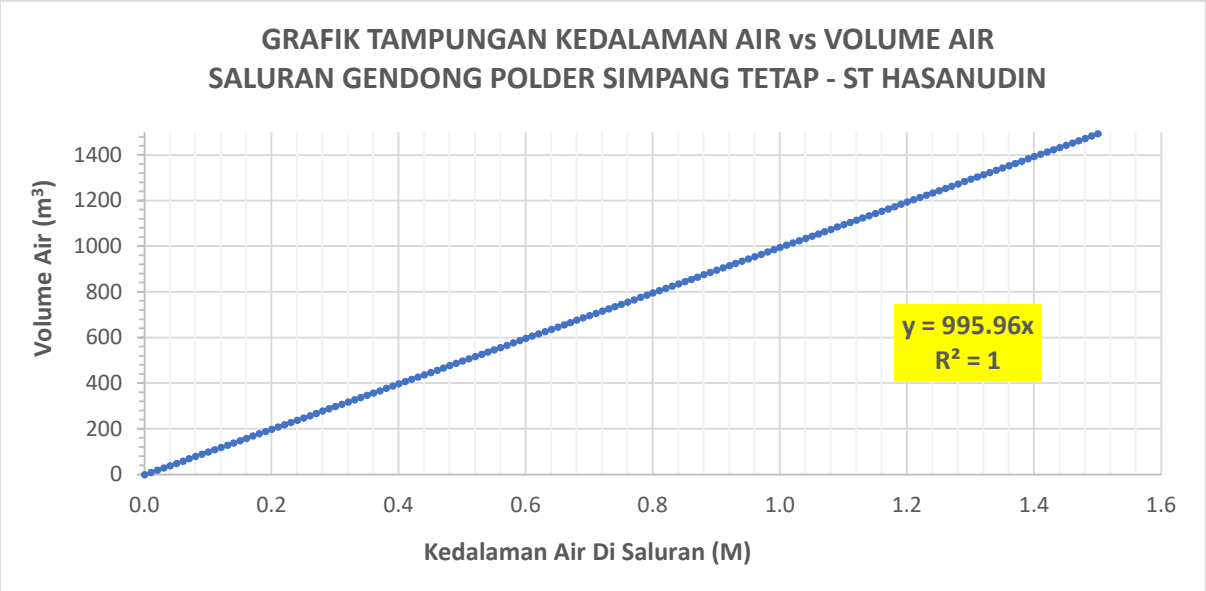
- Utara : Jalan. Siak, Jalan. Pemuda Darat, Jalan. Nelayan, Jalan. Budi Dharma
- Timur : Sungai Dumai
- Barat : Jalan. Kenari 1
- Selatan : Jalan Said Umar, Jalan Markisa, Jalan Melati

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan kapasitas tampungannya disampaikan dalam lampiran terpisah. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini. Kapasitas saluran drainase ini di jadikan sebagai tampungan memanjang air (*long storage*) pada saat hujan sehingga akan mengurangi kapasitas pompa yang direncanakan.



Gambar 13.20. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin

Panjang *long storage* (yang berupa saluran gendong dengan dimensi 1,5 x 1,5 m) di polder Syeikh Umar – Simpang Tetap adalah 664 m. Dengan demikian volume tampungan di saluran gendong di setiap kedalaman alirnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 13.21. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin

Kedua saluran tersebut (drainase eksisting dan di saluran gendong) dijadikan sebagai potensi tampungan dalam sistem polder di area ini.

Untuk menghitung potensi banjir, maka diperlukan hydrograph banjir. Yang dipilih adalah metode Nakayasu. Berikut adalah input perhitungannya :

- Hujan rancangan kala ulang 5 tahun = 120,04 mm/hari
- Total luasan kawasan polder : 60,57 Ha
- Perhitungan koefisien limpasan

Tabel 13.5. perhitungan koefisien limpasan di area polder Simpang Tetap – St Hasanuddin

No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	48.48	0.80	0.90	0.72
2	RTH	12.12	0.20	0.30	0.06
	Jumlah	60.60	1.00		0.78

- Perhitugan parameter Nakayasu

  tg = 0,44

  Tp = 0,70

  tr = 0,33

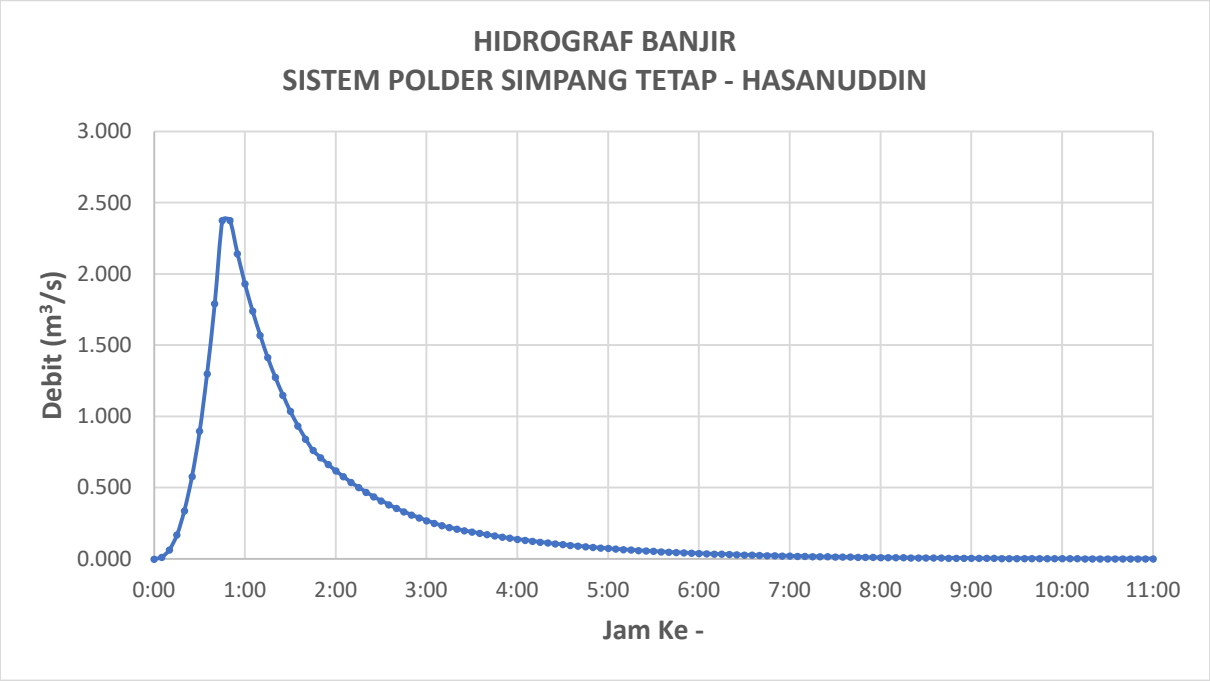
T0,3 (a = 2) = 0,88 pada daerah pengaliran biasa

Ro = 25,09

Qp = 3,25

Tp+T0,3 = 1,58

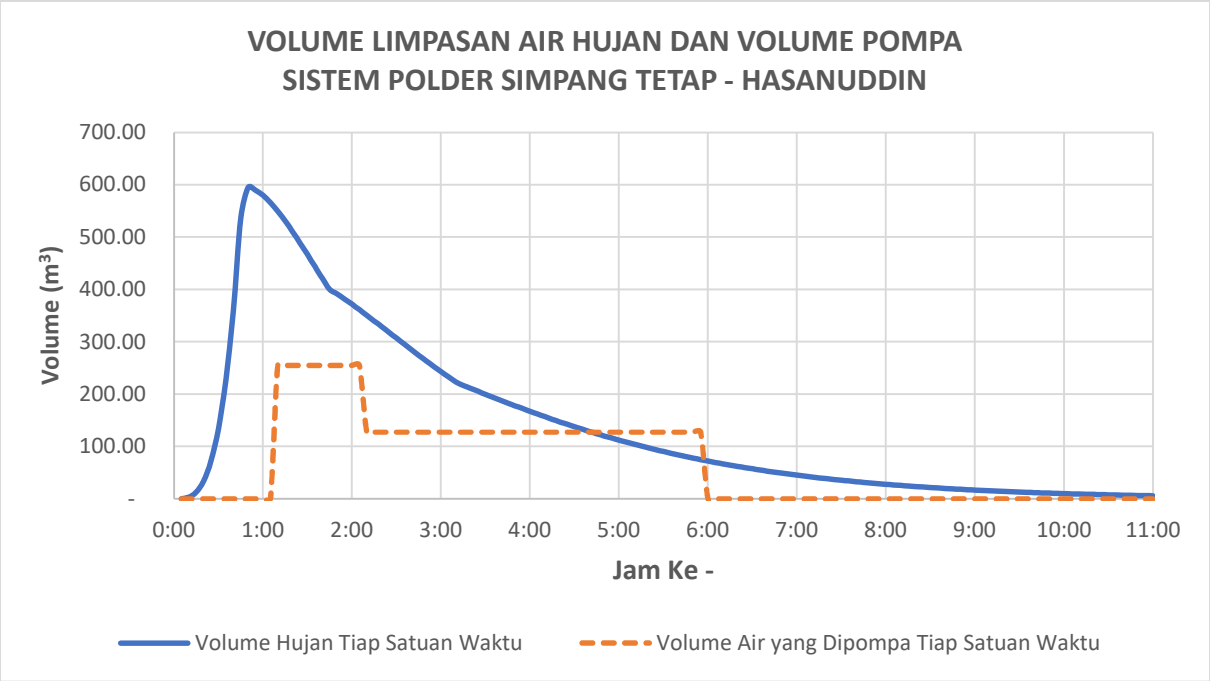
Tp+T0,3 + 1,5T0,3 = 2,90



Gambar 13.22. Hydrograph Banjir di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin (Metode Nakayasu)

Tabel 13.6. Simulasi perhitungan kebutuhan Pompa di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin

Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu Air
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.012	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:00	1.933	579.82	3,142.55	0.56	0.56	2121.99	449.91	3142.55	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:05	1.742	566.24	3,708.79	0.63	0.63	2495.96	504.39	3708.79	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:10	1.571	549.70	4,258.49	0.70	0.70	2857.96	553.94	4258.49	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	466.75	5.00	Ditutup + Pompa
1:15	1.416	530.93	4,534.42	0.73	0.73	3039.33	577.74	4534.42	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	742.68	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	1.276	510.51	4,789.93	0.75	0.75	3207.11	599.22	4789.93	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	998.20	5.00	Ditutup + Pompa
1:25	1.151	488.97	5,023.90	0.78	0.78	3360.60	618.44	5023.90	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	1,232.17	5.00	Ditutup + Pompa
1:30	1.037	466.71	5,235.61	0.80	0.80	3499.38	635.49	5235.61	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	1,443.88	5.00	Ditutup + Pompa
1:35	0.935	444.09	5,424.71	0.82	0.82	3623.25	650.45	5424.71	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	1,632.97	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	0.843	421.40	5,591.11	0.83	0.83	3732.19	663.43	5591.11	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	1,799.37	5.00	Ditutup + Pompa
1:45	0.763	400.40	5,736.51	0.85	0.85	3827.34	674.63	5736.51	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	1,944.77	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	0.712	391.43	5,872.94	0.86	0.86	3916.59	685.02	5872.94	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	2,081.21	5.00	Ditutup + Pompa
1:55	0.664	381.88	5,999.82	0.87	0.87	3999.55	694.58	5999.82	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	2,208.08	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	0.620	371.85	6,116.67	0.88	0.88	4075.93	703.31	6116.67	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	2,324.94	5.00	Ditutup + Pompa
2:05	0.578	361.46	6,223.14	0.89	0.89	4145.50	711.19	6223.14	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	2,431.40	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	0.540	350.80	6,318.94	0.90	0.90	4208.09	718.23	6318.94	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	2,527.20	5.00	Ditutup + Pompa
2:15	0.504	339.95	6,531.39	0.92	0.92	4346.83	733.68	6531.39	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	2,739.65	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	0.470	328.98	6,732.87	0.94	0.94	4478.34	748.11	6732.87	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	2,941.13	5.00	Ditutup + Pompa
2:25	0.439	317.96	6,923.33	0.96	0.96	4602.60	761.58	6923.33	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,131.59	5.00	Ditutup + Pompa
2:45	0.333	274.37	7,575.74	1.01	1.01	5027.84	806.45	7575.74	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,784.00	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	0.310	263.80	7,712.04	1.02	1.02	5116.61	815.59	7712.04	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,920.30	5.00	Ditutup + Pompa
2:55	0.290	253.41	7,837.94	1.03	1.03	5198.59	823.97	7837.94	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,046.21	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	0.270	243.23	7,953.68	1.04	1.04	5273.92	831.62	7953.68	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,161.94	5.00	Ditutup + Pompa
3:05	0.252	233.28	8,059.46	1.05	1.05	5342.77	838.57	8059.46	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,267.72	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	0.235	223.58	8,155.53	1.06	1.06	5405.29	844.84	8155.53	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,363.80	5.00	Ditutup + Pompa
3:15	0.222	216.74	8,244.78	1.07	1.07	5463.35	850.63	8244.78	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,453.04	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	0.211	211.06	8,328.34	1.07	1.07	5517.71	856.03	8328.34	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,536.61	5.00	Ditutup + Pompa
3:25	0.200	205.41	8,406.25	1.08	1.08	5568.38	861.04	8406.25	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,614.51	5.00	Ditutup + Pompa
3:45	0.163	183.20	8,662.09	1.10	1.10	5734.73	877.35	8662.09	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,870.36	5.00	Ditutup + Pompa
3:50	0.155	177.81	8,712.40	1.11	1.11	5767.43	880.53	8712.40	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,920.66	5.00	Ditutup + Pompa
3:55	0.147	172.49	8,757.39	1.11	1.11	5796.68	883.37	8757.39	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,965.65	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.139	167.25	8,797.14	1.11	1.11	5822.51	885.87	8797.14	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,005.40	5.00	Ditutup + Pompa
4:05	0.132	162.11	8,831.75	1.11	1.11	5845.00	888.04	8831.75	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,040.01	5.00	Ditutup + Pompa
4:10	0.126	157.05	8,861.30	1.12	1.12	5864.21	889.89	8861.30	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,069.56	5.00	Ditutup + Pompa
4:15	0.119	152.10	8,885.90	1.12	1.12	5880.19	891.43	8885.90	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,094.16	5.00	Ditutup + Pompa
4:20	0.113	147.24	8,905.64	1.12	1.12	5893.02	892.66	8905.64	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,113.90	5.00	Ditutup + Pompa
4:25	0.108	142.49	8,920.62	1.12	1.12	5902.76	893.60	8920.62	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,128.89	5.00	Ditutup + Pompa
4:45	0.087	124.53	8,935.13	1.12	1.12	5912.19	894.50	8935.13	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,143.39	5.00	Ditutup + Pompa
4:50	0.083	120.30	8,927.93	1.12	1.12	5907.51	894.05	8927.93	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,136.20	5.00	Ditutup + Pompa
4:55	0.079	116.19	8,916.62	1.12	1.12	5900.16	893.35	8916.62	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,124.89	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.075	112.19	8,901.31	1.12	1.12	5890.21	892.39	8901.31	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,109.58	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.042	75.03	8,498.79	1.09	1.09	5628.56	866.97	8498.79	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,707.05	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.040	72.24	8,443.53	1.08	1.08	5592.62	863.44	8443.53	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	4,651.79	0.00	Dibuka
7:00	0.022	45.23	45.23	0.01	0.01	32.04	11.25	45.23	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.012	27.74	27.74	0.01	0.01	19.67	6.95	27.74	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.006	16.75	16.75	0.01	0.01	11.88	4.21	16.75	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.003	9.98	9.98	0.00	0.00	7.09	2.52	9.98	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.002	5.89	5.89	0.00	0.00	4.18	1.49	5.89	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



Tabel 13.7. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanudin

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Durasi Beroperasi (menit)	Total Durasi Beroperasi (menit)
0.5	2	60	290
	1	230	

Tabel Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin

Sehingga untuk DTA ini dibutuhkan 2 pompa:

- 2 buah kapasitas 500 l/det

Berikut adalah gambaran yang harus dilakukan di polder Simpang Tetap – Sultan Hasanuddin antara lain :

- Semua aliran drainase di arahkan ke timur yakni ke saluran gendong rencana yang berada di sepanjang tanggul sungai dan berakhir ke kolam retensi.
- kolam retensi ada 1 yakni daerah rawa yang belum terbangun (yang dilengkapi 2 buah pompa 500 l/det, 3 pintu air selebar 2,5 m).
- Tanggul sepanjang 664 m dari sheetpile dan jalan inspeksinya dari urugan tanah yang diberi perkerasan beton bertulang setebal 30 cm. Di samping sheetpile akan diberi pedesterian selebar 2 m dan lampu penerangan.

- Penataan landscape di sekitar kedua kolam retensi untuk meningkatkan keindahan sekitar kolam retensi, sehingga tidak terkesan jorok dan kota akan terkesan lebih humanis.
- Peninggian jalan / trotoar / pedesterian menjadi elevasi +2,2 MSL (yang berada di Jalan Simpang Tetap, Jalan Sadar, Jalan Meranti Laut, Jln Ratu Sima, Jalan Sultan Hasanudin) sebagai batas daerah di sekeling polder agar aliran drainase/ luapan permukaan dari luar daerah polder tidak masuk ke kawasan polder.
- Penutupan cross drain di jalan Markisa – Ratu Sima, Jalan Ratu Sima – Sultan Hasanudin, Jalan Sei Teras – Sultan Hasanudin dengan pintu.
- Pembersihan saluran-saluran drainase eksisting dari sampah dan sedimen sehingga akan memperlancar aliran terutama saat di pompa.
- Untuk lapak atau rumah yang berada di atas saluran sebaiknya di bongkar agar saluran bisa diperlihara dan tidak cepat kotor oleh sampah.
- Memperbaiki dan memperbesar dimensi minimal lebar 60 dan kedalaman 75 cm untuk saluran yang telah rusak. Tidak boleh ada penutupan saluran dengan beton karena akan sulit dalam pembersihan saluran. Untuk penutupan saluran dapat menggunakan grill besi atau ada manhole untuk proses perawatan saluran.
- Mengusahakan dikemudian hari jika terdapat proyek drainase, agar saluran dapat dibuat dengan kemiringan saluran menuju ke arah Sungai Dumai.
- Membuat saluran drainase di Gang Sakinah, Gang Sederhana, Gang Sepakat, Gang Setia , Gang Mulia 1, Gang Mulia 2, Gang Trisna 2 menjadi minimal memiliki dimensi 1 x 1 m2 dengan kemiringan saluran menuju ke sungai Dumai.
- Perlu di buat cross drain – cross drain agar aliran lancar menuju ke saluran gendong yang berada di sisi Sungai Dumai. Dimensi cross drain menyesuaikan dimensi saluran yang terbesar di antara hulu/kilirnya cross drain. Jika kecil, maka sebaiknya cross drain di buat minimal b = 1 m dan h = 1 m agar mudah dalam perawatan dan diberi man hole.
- Memperbaiki dan memperbesar dimensi minimal lebar 60 dan kedalaman 75 cm untuk saluran yang telah rusak. Tidak boleh ada penutupan saluran dengan beton karena akan sulit dalam pembersihan saluran. Untuk penutupan saluran dapat menggunakan grill besi atau ada manhole untuk proses perawatan saluran.

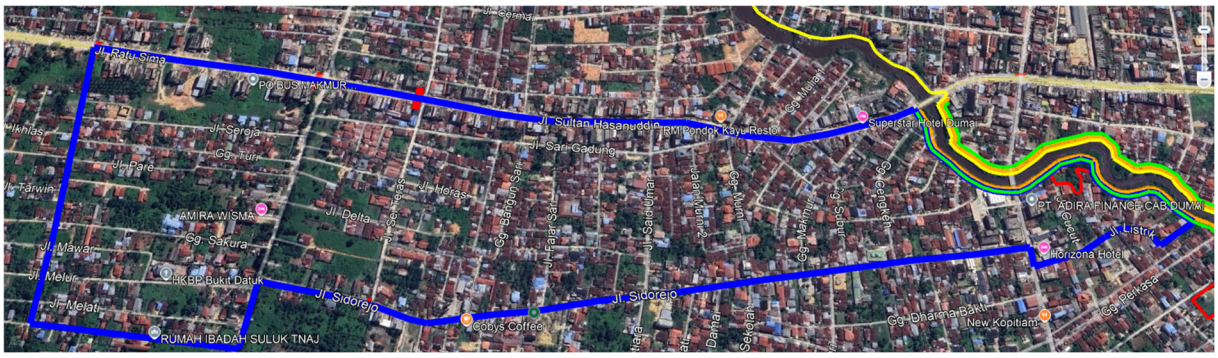
  agar saluran dapat dibuat dengan kemiringan saluran menuju ke arah Sungai Dumai

Gambar 13.23. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Simpang Tetap – Sultan Hasanudin

Gambar 13.24. Contoh Bangunan ilegal di atas saluran drainase jalan Rumbia, Hasanah, Serai – MH Thamrin yang sebaiknya di tertibkan agar menjaga kebersihan dan keutuhan saluran

13.6 POLDER 3: SULTAN HASANUDDIN – SIDOREJO

Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Sultan Hasanudin – Sidorejo

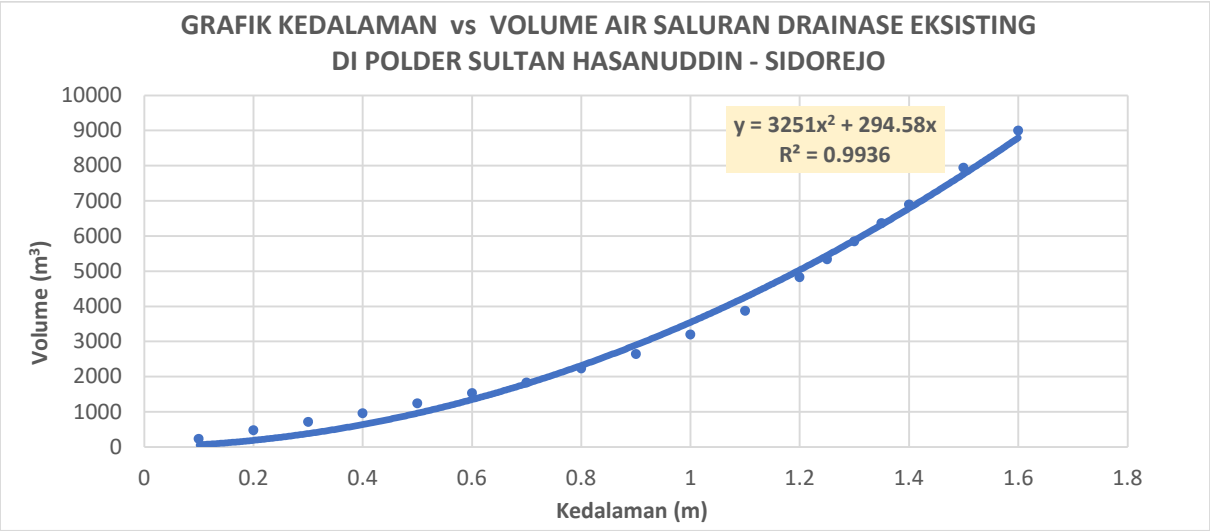


Gambar 13.25. Batasan polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo

Adapun batas polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo adalah sebagai berikut :

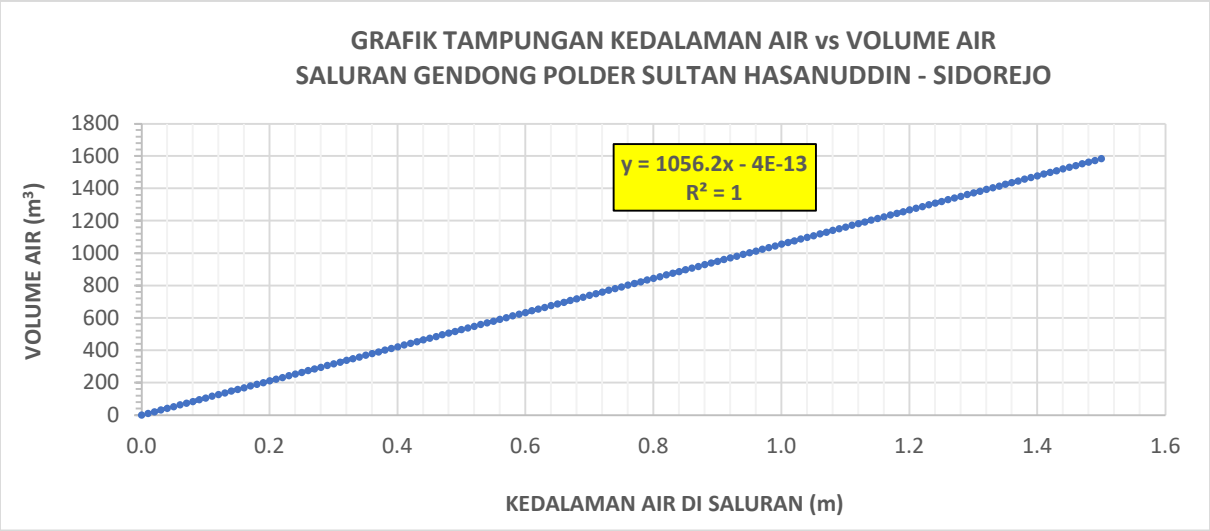
- Utara : Jl. Pangkalan Sena, Jl. Cermai, Jl. Semangka
- Timur : Sungai Dumai
- Barat : Jl. Pinang, Jl. Melur
- Selatan : Gg. Mutiara, Jl. Sukosari, Gg. Perkasa

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan kapasitas tampungannya disampaikan dalam lampiran. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini. Kapasitas saluran drainase ini di jadikan sebagai tampungan memanjang air (*long storage*) pada saat hujan sehingga akan mengurangi kapasitas pompa yang direncanakan.



Gambar 13.26. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo

Panjang *long storage* (yang berupa saluran gendong dengan dimensi 1,5 x 1,5 m) di polder Sultan Hasanudin – Sidorejo adalah 704 m. Dengan demikian volume tampungan di saluran gendong di setiap kedalaman alirnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 13.27. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo

Kedua saluran tersebut (drainase eksisting dan di saluran gendong) dijadikan sebagai potensi tampungan dalam sistem polder di area ini.

Untuk menghitung potensi banjir, maka diperlukan hydrograph banjir. Yang dipilih adalah metode Nakayasu. Berikut adalah input perhitungannya :

- Hujan rancangan kala ulang 5 tahun = 120,04 mm/hari
- Total luasan kawasan polder : 79,3 Ha
- Perhitungan koefisien limpasan :

Tabel 13.8. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sultan Hasanuddin - Sidorejo

No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	71.37	0.90	0.90	0.81
2	RTH	7.93	0.10	0.30	0.03
	Jumlah	79.30	1.00		0.84

- Perhitungan parameter Nakayasu

Tp = 0,63

tg = 0,39

tr = 0,29

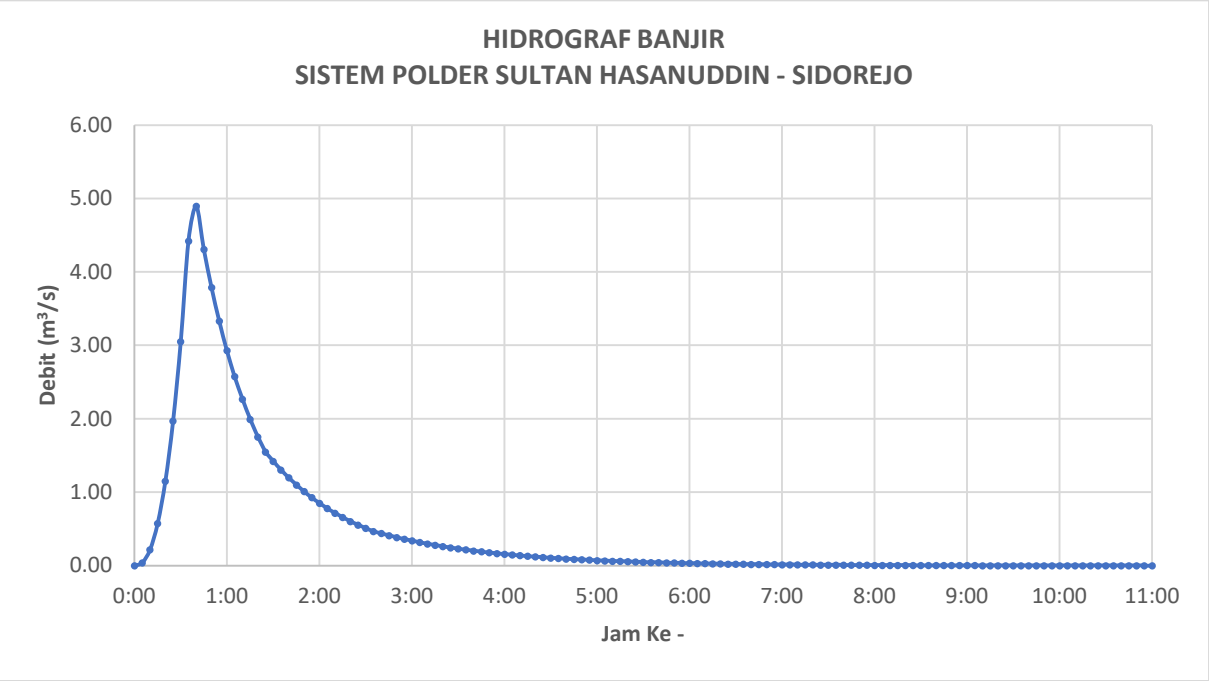
$T_{0,3}$ (a = 2) = 0,59 pada daerah pengaliran biasa

Ro = 27,35

Qp = 5,22 m^3/det

Tp+$T_{0,3}$ = 1,41

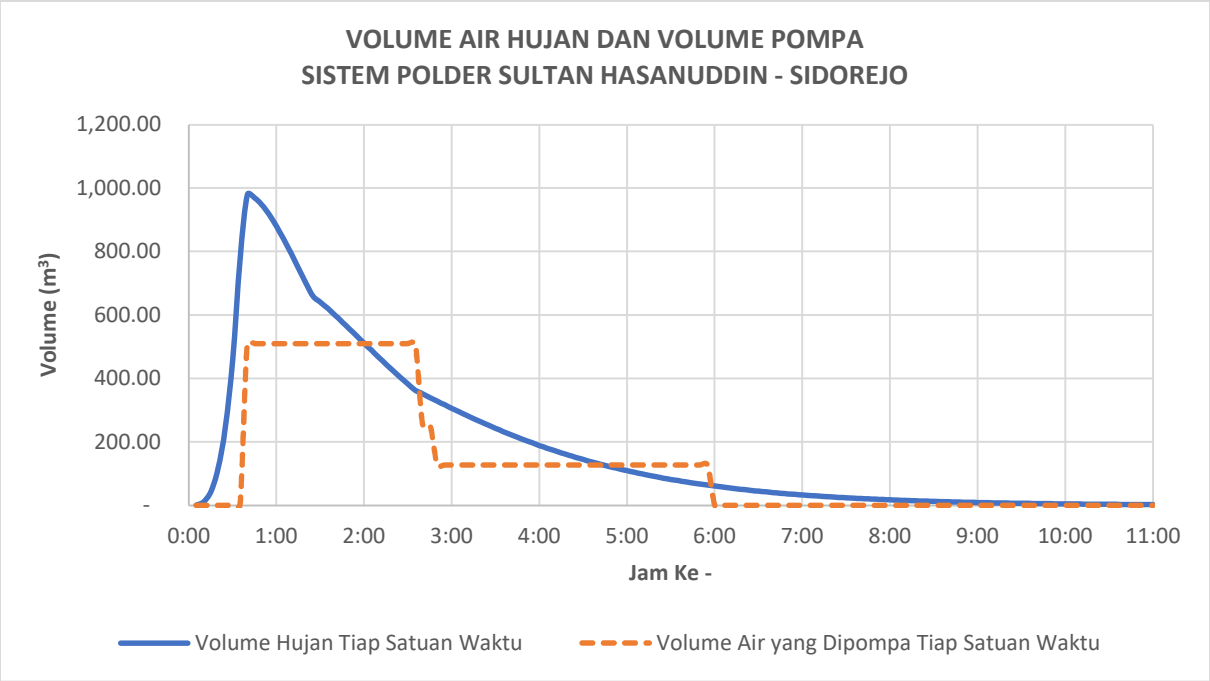
$Tp+T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = \quad 2,58$



Gambar 13.28. Hydrograph Banjir di DTA Polder Sultan Hasanuddin - Sidorejo (Metode Nakayasu)

Tabel 13.9. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sultan Hasanuddin - Sidorejo

Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.041	1.04	1.04	0.00	0.00	0.68	2.38	1.04	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:35	4.423	774.00	1,649.67	0.56	0.56	932.21	469.04	1649.67	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:40	4.900	979.98	2,629.64	0.71	0.71	1479.00	600.05	2629.64	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	356.23	5.00	Ditutup + Pompa
0:45	4.310	969.64	3,089.29	0.77	0.77	1735.06	652.92	3089.29	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	815.87	5.00	Ditutup + Pompa
0:50	3.790	947.57	3,526.86	0.83	0.83	1978.66	699.71	3526.86	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	1,253.44	5.00	Ditutup + Pompa
0:55	3.334	916.75	3,933.61	0.88	0.88	2204.97	740.67	3933.61	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	1,660.19	5.00	Ditutup + Pompa
1:00	2.932	879.59	4,303.20	0.92	0.92	2410.53	776.08	4303.20	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	2,029.78	5.00	Ditutup + Pompa
1:05	2.579	838.08	4,631.28	0.95	0.95	2592.94	806.27	4631.28	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	2,357.86	5.00	Ditutup + Pompa
1:10	2.268	793.81	4,915.09	0.98	0.98	2750.69	831.53	4915.09	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	2,641.67	5.00	Ditutup + Pompa
1:15	1.995	748.03	5,153.12	1.01	1.01	2882.98	852.16	5153.12	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	2,879.70	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	1.754	701.77	5,344.89	1.03	1.03	2989.53	868.44	5344.89	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,071.47	5.00	Ditutup + Pompa
1:25	1.551	659.16	5,494.05	1.04	1.04	3072.41	880.90	5494.05	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,220.63	5.00	Ditutup + Pompa
1:45	1.101	578.20	5,893.61	1.08	1.08	3294.36	913.46	5893.61	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,620.20	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	1.011	556.05	5,939.66	1.09	1.09	3319.94	917.14	5939.66	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,666.24	5.00	Ditutup + Pompa
1:55	0.928	533.64	5,963.30	1.09	1.09	3333.07	919.03	5963.30	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,689.88	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	0.852	511.16	5,964.46	1.09	1.09	3333.71	919.12	5964.46	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,691.04	5.00	Ditutup + Pompa
2:05	0.782	488.78	5,943.24	1.09	1.09	3321.93	917.43	5943.24	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,669.82	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	0.718	466.63	5,899.87	1.08	1.08	3297.84	913.96	5899.87	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,626.46	5.00	Ditutup + Pompa
2:15	0.659	444.83	5,834.71	1.08	1.08	3261.64	908.73	5834.71	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,561.29	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	0.605	423.47	5,748.17	1.07	1.07	3213.58	901.74	5748.17	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,474.76	5.00	Ditutup + Pompa
2:25	0.555	402.61	5,640.79	1.06	1.06	3153.93	892.99	5640.79	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,367.37	5.00	Ditutup + Pompa
2:45	0.412	339.94	5,292.63	1.02	1.02	2960.50	864.03	5292.63	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	3,019.21	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	0.386	328.46	5,366.09	1.03	1.03	3001.31	870.22	5366.09	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,092.67	5.00	Ditutup + Pompa
2:55	0.362	317.10	5,555.69	1.05	1.05	3106.65	885.99	5555.69	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,282.27	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	0.340	305.88	5,734.07	1.07	1.07	3205.74	900.59	5734.07	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,460.65	5.00	Ditutup + Pompa
3:05	0.319	294.83	5,901.40	1.08	1.08	3298.69	914.09	5901.40	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,627.98	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	0.299	283.97	6,057.87	1.10	1.10	3385.59	926.53	6057.87	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,784.45	5.00	Ditutup + Pompa
3:15	0.280	273.32	6,203.70	1.11	1.11	3466.58	937.98	6203.70	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,930.28	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	0.263	262.90	6,339.10	1.12	1.12	3541.77	948.50	6339.10	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,065.68	5.00	Ditutup + Pompa
3:25	0.247	252.72	6,464.32	1.13	1.13	3611.30	958.12	6464.32	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,190.90	5.00	Ditutup + Pompa
3:45	0.191	214.56	6,868.49	1.17	1.17	3835.70	988.57	6868.49	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,595.08	5.00	Ditutup + Pompa
3:50	0.179	205.70	6,946.69	1.18	1.18	3879.11	994.35	6946.69	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,673.27	5.00	Ditutup + Pompa
3:55	0.168	197.10	7,016.29	1.18	1.18	3917.75	999.48	7016.29	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,742.87	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.157	188.78	7,077.57	1.19	1.19	3951.76	1003.97	7077.57	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,804.15	5.00	Ditutup + Pompa
4:05	0.148	180.73	7,130.80	1.19	1.19	3981.31	1007.85	7130.80	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,857.38	5.00	Ditutup + Pompa
4:10	0.138	172.95	7,176.25	1.20	1.20	4006.54	1011.16	7176.25	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,902.83	5.00	Ditutup + Pompa
4:15	0.130	165.44	7,214.19	1.20	1.20	4027.60	1013.91	7214.19	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,940.77	5.00	Ditutup + Pompa
4:20	0.122	158.20	7,244.89	1.20	1.20	4044.64	1016.13	7244.89	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,971.47	5.00	Ditutup + Pompa
4:25	0.114	151.21	7,268.60	1.20	1.20	4057.80	1017.84	7268.60	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,995.18	5.00	Ditutup + Pompa
4:45	0.088	125.80	7,298.69	1.21	1.21	4074.50	1020.01	7298.69	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,025.27	5.00	Ditutup + Pompa
4:50	0.083	120.05	7,291.24	1.21	1.21	4070.36	1019.47	7291.24	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,017.82	5.00	Ditutup + Pompa
4:55	0.078	114.53	7,278.26	1.21	1.21	4063.16	1018.54	7278.26	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,004.85	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.073	109.22	7,259.99	1.20	1.20	4053.02	1017.22	7259.99	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,986.57	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.036	63.79	6,766.43	1.16	1.16	3779.04	980.97	6766.43	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,493.02	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.034	60.67	6,699.60	1.16	1.16	3741.94	975.96	6699.60	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	4,426.18	0.00	Dibuka
7:00	0.016	32.76	32.76	0.05	0.05	20.22	45.49	32.76	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.007	17.33	17.33	0.03	0.03	10.91	28.50	17.33	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.003	9.02	9.02	0.02	0.02	5.78	16.97	9.02	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.002	4.64	4.64	0.01	0.01	3.01	9.60	4.64	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.001	2.36	2.36	0.01	0.01	1.55	5.20	2.36	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



Gambar 13.29. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo

Tabel 13.10. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Durasi Beroperasi (menit)	Total Durasi Beroperasi (menit)
1	1	120	120
0.5	1	190	320
	2	130	

Sehingga untuk polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo dibutuhkan 3 pompa:

- 1 buah kapasitas 1000 l/det
- 2 buah kapasitas 500 l/det

Berikut adalah gambaran yang harus di lakukan di polder Sultan Hasanuddin – Sidorejo antara lain :

- Semua aliran drainase di arahkan ke timur yakni saluran gendong rencana yang berada di sepanjang tanggul sungai dan berakhir ke kolam retensi.
- kolam retensi ada 1 yakni di daerah rawa dekat jalan Cucut (yang dilengkapi 1 buah pompa kapasitas 1000 l/det dan 2 buah pompa 500 l/det, 3 pintu air selebar 2,0 m).

- Tanggul sepanjang 704 m dari sheetpile dan jalan inspeksinya dari urugan tanah yang diberi perkerasan beton bertulang setebal 30 cm. Di samping sheetpile akan diberi pedesterian selebar 2 m dan lampu penerangan.
- Penataan landscape di sekitar kedua kolam retensi untuk meningkatkan keindahan sekitar kolam retensi, sehingga tidak terkesan jorok dan kota akan terkesan lebih humanis.
- Peninggian jalan / trotoar / pedesterian menjadi elevasi +2,2 MSL (yang berada di Jalan Sultan Hasanudin, Jalan Ratu Sima, Jalan Markisa, Jalan MH Thamrin, Jalan Sidorejo, Jalan Listrik) sebagai batas daerah di sekeling polder agar aliran drainase/ luapan permukaan dari luar daerah polder tidak masuk ke kawasan polder.
- Penutupan cross drain di jalan Sei Teras - jalan Sidorejo, Jln Sei Teras – Jalan Sultan Hasanudin, Jln _ M Husni Thamrin – Jalan Ratu Sima, Jalan Semangka – Jalan Ratu Sima, dengan pintu, sementara untuk Jalan Jalur 1 dan Jalan Thamrin - Sadar penutupan bisa dilakukan dengan permanen. Baik dengan pintu dan permanen harus tidak ada kebocoran aliran dari luar area masuk ke area polder.
- Pembersihan saluran-saluran drainase eksisting dari sampah dan sedimen sehingga akan memperlancar aliran terutama saat di pompa.
- Untuk lapak atau rumah yang berada di atas saluran sebaiknya di bongkar agar saluran bisa diperlihara dan tidak cepat kotor oleh sampah.
- Untuk saluran di jalan Cengkeh II, jalan Cucut, Jalan Ahmad Yani (kiri & kanan), perlu diubah dimensinya menjadi 1 x 1 m.
- Perlu di buat cross drain – cross drain agar aliran lancar menuju ke saluran gendong yang berada di sisi Sungai Dumai.
- Memperbaiki dan memperbesar dimensi minimal lebar 60 dan kedalaman 75 cm untuk saluran yang telah rusak. Tidak boleh ada penutupan saluran dengan beton karena akan sulit dalam pembersihan saluran. Untuk penutupan saluran dapat menggunakan grill besi atau ada manhole untuk proses perawatan saluran.
- Mengusahakan dikemudian hari jika terdapat proyek drainase, agar saluran dapat dibuat dengan kemiringan saluran menuju ke arah Sungai Dumai

Gambar 13.30. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Syeikh Umar – Simpang Tetap

13.7 POLDER 4: SIDOREJO – TUNAS MUDA

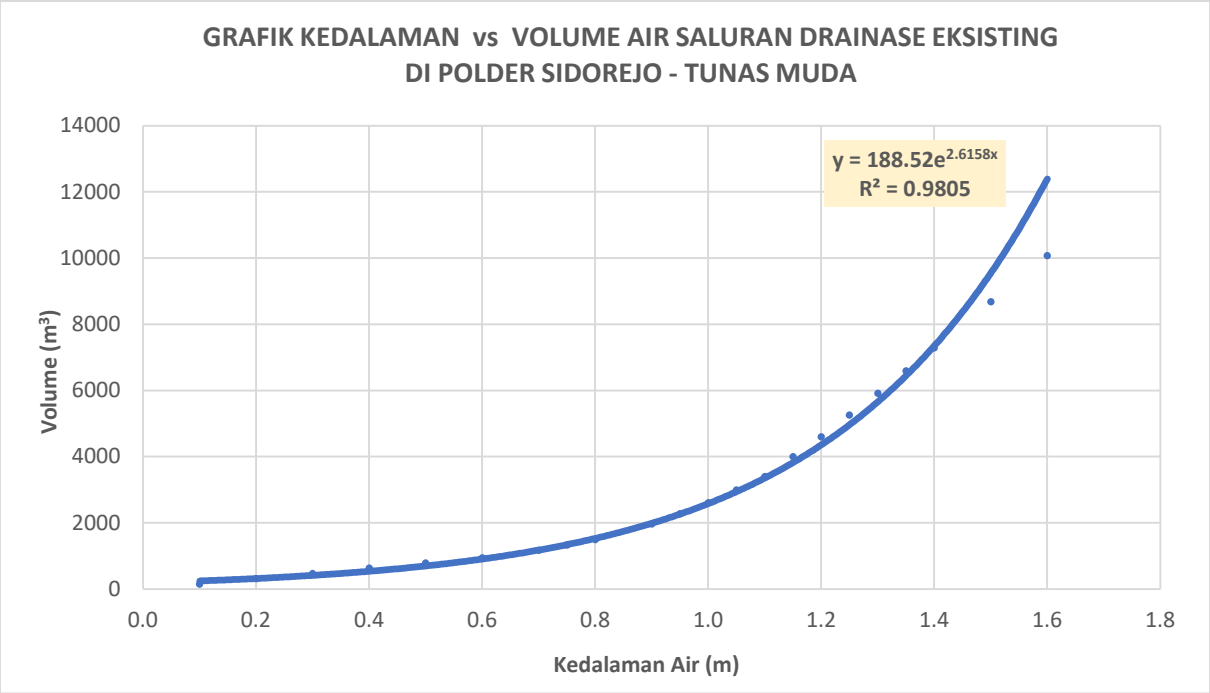
Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Sidorejo – Tunas Muda

Gambar 13.31. Batasan Polder Sidorejo-Tunas Muda

Adapun batas polder Sidorejo – Tunas Muda adalah sebagai berikut :

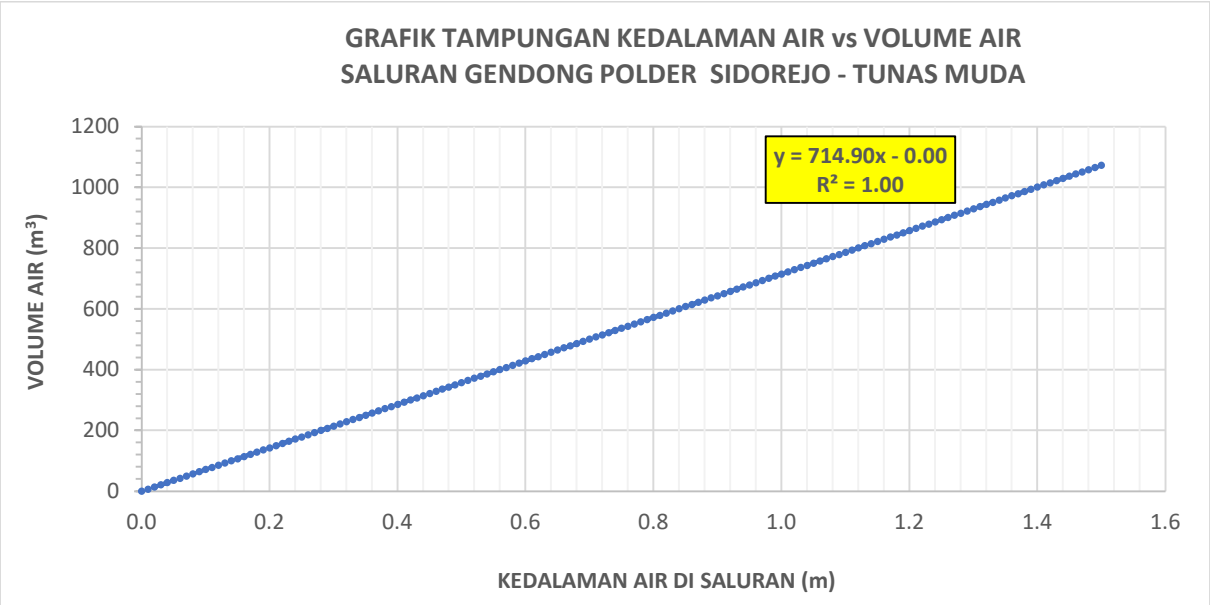
- Utara : Jalan Listrik, Jalan Sidorejo
- Timur : Sungai Dumai
- Barat : Jalan Husni Thamrin
- Selatan : jalan Tunas Muda, Gg. Surau, Gg. Permai

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan kapasitas tampungannya disampaikan dalam lampiran. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini. Kapasitas saluran drainase ini di jadikan sebagai tampungan memanjang air (*long storage*) pada saat hujan sehingga akan mengurangi kapasitas pompa yang direncanakan.



Gambar 13.32. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda

Panjang *long storage* (yang berupa saluran gendong dengan dimensi 1,5 x 1,5 m) di polder Sidorejo – Tunas Muda adalah 476,6 m. Dengan demikian volume tampungan di saluran gendong di setiap kedalaman alirnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 13.33. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Gendong Rencana di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda

Kedua saluran tersebut (drainase eksisting dan saluran gendong) dijadikan sebagai potensi tampungan memanjang dalam sistem polder di area ini.

Untuk menghitung potensi banjir, maka diperlukan hydrograph banjir. Yang dipilih adalah metode Nakayasu. Berikut adalah input perhitungannya :

- Hujan rancangan kala ulang 5 tahun = 120,04 mm/hari
- Total luasan kawasan polder : 114,9 Ha
- Perhitungan koefisien limpasan :

Tabel 13.11. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sidorejo – Tunas Muda

No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	100.80	0.84	0.90	0.76
2	RTH	19.20	0.16	0.30	0.05
	Jumlah	120.00	1.00		0.80

- Perhitungan parameter Nakayasu

Tp = 0,66

tg = 0,41

tr = 0,31

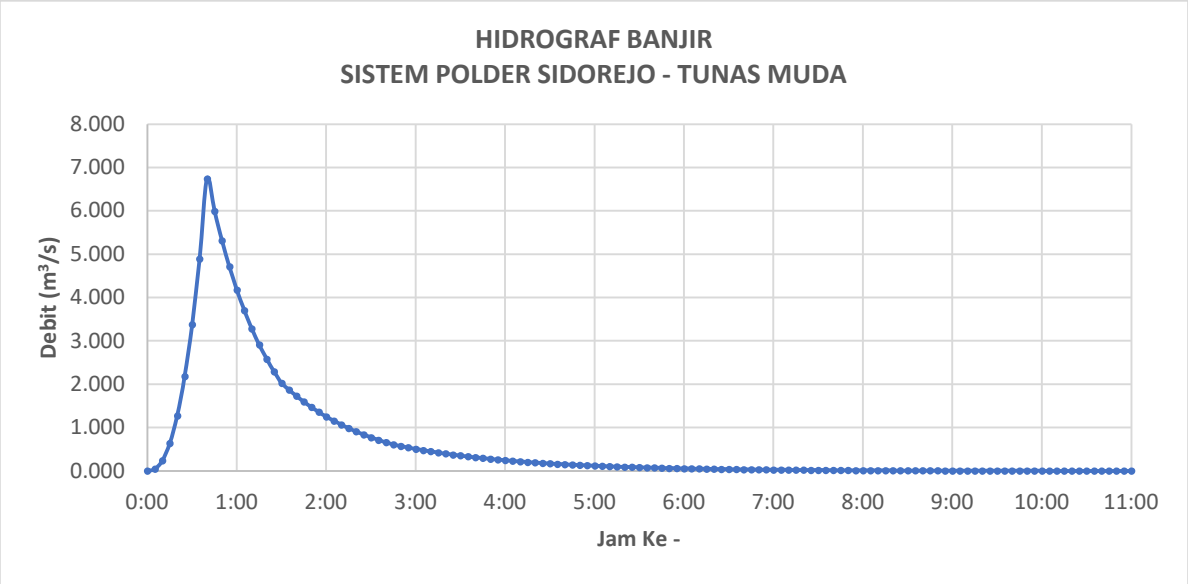
$T_{0,3}$ (a = 2) = 0,82 pada daerah pengaliran biasa

Ro = 26,41

Qp = 7,55 m^3/det

$Tp+T_{0,3}$ = 1,48

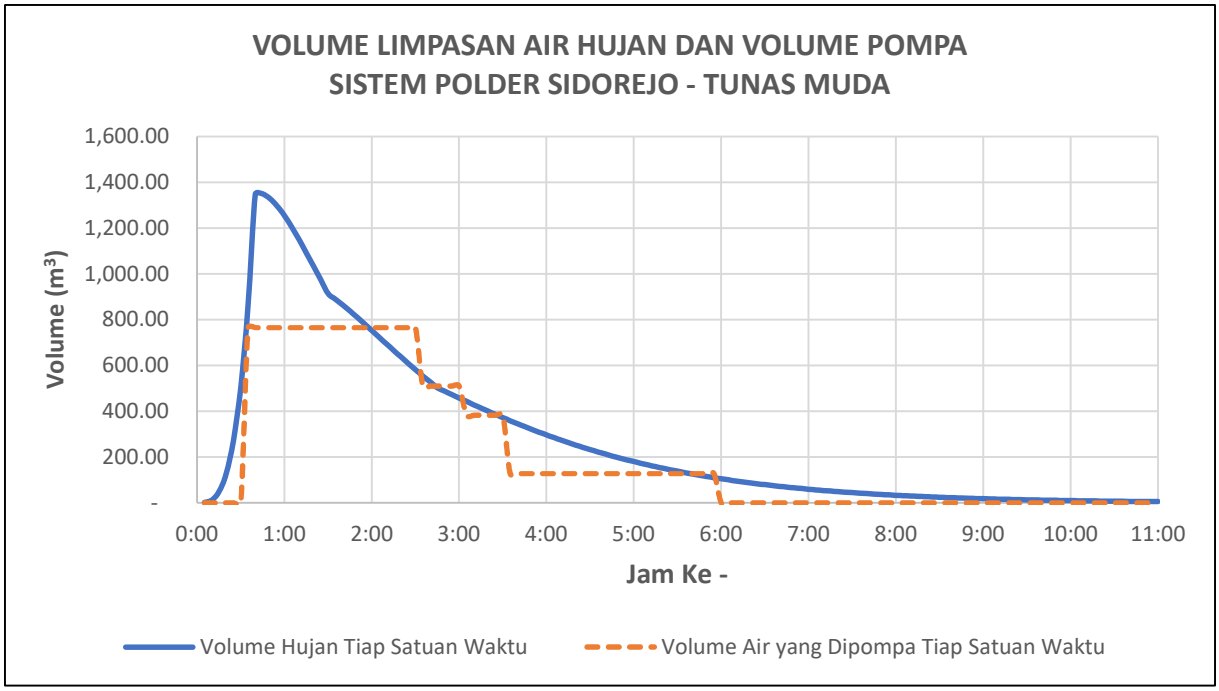
$Tp+T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$ = 2,71



Gambar 13.34. Hydrograph Banjir di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda (Metode Nakayasu)

Tabel 13.12. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Sidorejo – Tunas Muda

Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.046	1.15	1.15	-	-	0.00	0.00	1.15	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:30	3.380	506.96	968.71	0.64	0.64	806.67	458.29	968.71	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:35	4.893	856.24	1,824.95	0.86	0.86	1415.74	612.01	1824.95	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	323.33	5.00	Ditutup + Pompa
0:40	6.741	1,348.24	2,408.19	0.95	0.95	1811.13	679.33	2408.19	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	906.58	5.00	Ditutup + Pompa
0:45	5.997	1,349.25	2,992.44	1.02	1.02	2196.49	732.05	2992.44	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	1,490.82	5.00	Ditutup + Pompa
0:50	5.317	1,329.26	3,556.70	1.08	1.08	2560.70	773.98	3556.70	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	2,055.09	5.00	Ditutup + Pompa
0:55	4.714	1,296.48	4,088.18	1.13	1.13	2897.84	807.78	4088.18	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	2,586.57	5.00	Ditutup + Pompa
1:00	4.180	1,254.06	4,577.24	1.17	1.17	3203.74	835.21	4577.24	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	3,075.63	5.00	Ditutup + Pompa
1:05	3.706	1,204.60	5,016.84	1.20	1.20	3475.59	857.47	5016.84	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	3,515.22	5.00	Ditutup + Pompa
1:10	3.286	1,150.24	5,402.08	1.22	1.22	3711.63	875.43	5402.08	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	3,900.47	5.00	Ditutup + Pompa
1:15	2.914	1,092.74	5,729.82	1.24	1.24	3910.95	889.72	5729.82	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,228.20	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	1.729	864.55	6,580.46	1.29	1.29	4422.55	923.32	6580.46	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,078.85	5.00	Ditutup + Pompa
1:45	1.596	837.82	6,653.29	1.30	1.30	4465.99	925.99	6653.29	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,151.67	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	1.473	810.09	6,698.38	1.30	1.30	4492.86	927.63	6698.38	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,196.76	5.00	Ditutup + Pompa
1:55	1.359	781.65	6,715.02	1.30	1.30	4502.78	928.24	6715.02	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,213.41	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	1.255	752.78	6,702.81	1.30	1.30	4495.50	927.79	6702.81	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,201.19	5.00	Ditutup + Pompa
2:05	1.158	723.73	6,661.53	1.30	1.30	4470.91	926.29	6661.53	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,159.92	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	1.069	694.68	6,591.21	1.29	1.29	4428.97	923.72	6591.21	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,089.60	5.00	Ditutup + Pompa
2:15	0.986	665.81	6,492.02	1.29	1.29	4369.72	920.04	6492.02	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,990.40	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	0.910	637.26	6,364.28	1.28	1.28	4293.27	915.21	6364.28	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,862.66	5.00	Ditutup + Pompa
2:25	0.840	609.16	6,208.44	1.27	1.27	4199.78	909.20	6208.44	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,706.82	5.00	Ditutup + Pompa
2:30	0.775	581.61	6,025.05	1.26	1.26	4089.42	901.92	6025.05	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,523.43	5.00	Ditutup + Pompa
2:35	0.716	554.68	5,814.73	1.25	1.25	3962.39	893.29	5814.73	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	4,313.11	5.00	Ditutup + Pompa
2:40	0.661	528.46	5,833.19	1.25	1.25	3973.55	894.06	5833.19	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	4,331.57	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	0.574	487.66	5,803.82	1.25	1.25	3955.78	892.84	5803.82	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	4,302.21	5.00	Ditutup + Pompa
2:55	0.540	472.70	5,766.52	1.25	1.25	3933.20	891.27	5766.52	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	4,264.91	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	0.509	457.83	5,714.35	1.24	1.24	3901.58	889.07	5714.35	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	4,212.74	5.00	Ditutup + Pompa
3:05	0.479	443.08	5,647.43	1.24	1.24	3860.97	886.21	5647.43	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,145.82	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	0.451	428.50	5,693.43	1.24	1.24	3888.89	888.18	5693.43	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,191.82	5.00	Ditutup + Pompa
3:15	0.425	414.10	5,725.03	1.24	1.24	3908.06	889.52	5725.03	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,223.42	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	0.400	399.93	5,742.47	1.25	1.25	3918.62	890.26	5742.47	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,240.85	5.00	Ditutup + Pompa
3:25	0.377	386.00	5,745.97	1.25	1.25	3920.74	890.41	5745.97	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,244.35	5.00	Ditutup + Pompa
3:30	0.355	372.34	5,735.81	1.24	1.24	3914.59	889.98	5735.81	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	4,234.19	5.00	Ditutup + Pompa
3:35	0.334	358.95	5,712.26	1.24	1.24	3900.31	888.98	5712.26	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,210.65	5.00	Ditutup + Pompa
3:40	0.314	345.86	5,930.62	1.26	1.26	4032.45	898.08	5930.62	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,429.01	5.00	Ditutup + Pompa
3:50	0.279	320.61	6,329.31	1.28	1.28	4272.32	913.88	6329.31	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,827.69	5.00	Ditutup + Pompa
3:55	0.263	308.46	6,510.26	1.29	1.29	4380.62	920.72	6510.26	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,008.65	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.247	296.63	6,679.39	1.30	1.30	4481.55	926.94	6679.39	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	5,177.78	5.00	Ditutup + Pompa
4:55	0.128	188.16	7,853.49	1.35	1.35	5174.71	966.25	7853.49	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	6,351.87	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.120	180.18	7,906.17	1.35	1.35	5205.53	967.87	7906.17	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	6,404.55	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.062	110.03	8,037.06	1.36	1.36	5282.00	971.86	8037.06	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	6,535.45	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.058	105.07	8,014.63	1.36	1.36	5268.90	971.18	8014.63	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	6,513.01	0.00	Dibuka
7:00	0.028	59.56	59.56	-	-	0.00	0.00	59.56	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.014	33.08	33.08	-	-	0.00	0.00	33.08	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.007	18.08	18.08	-	-	0.00	0.00	18.08	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.003	9.76	9.76	-	-	0.00	0.00	9.76	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.002	5.22	5.22	-	-	0.00	0.00	5.22	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



Gambar 13.35. Volume Limpasan Air Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Sidorejo – Tunas Muda

Tabel 13.13. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Sidorejo – Tunas Muda

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Durasi Beroperasi (menit)	Total Durasi Beroperasi (menit)
1	2	120	180
	1	60	
0.5	2	175	325
	1	175	

Sehingga untuk polder Sidorejo – Tunas Muda dibutuhkan 4 pompa:

- 2 buah kapasitas 1000 l/det
- 2 buah kapasitas 500 l/det

Berikut adalah gambaran yang harus di lakukan di polder Sidorejo – Tunas Muda antara lain :

- Semua aliran drainase di arahkan ke timur yakni saluran gendong rencana yang berada di sepanjang tanggul sungai dan berakhir ke kolam retensi.
- kolam retensi ada 1 yakni di daerah rawa dekat jalan Sidomulyo (yang dilengkapi 2 buah pompa kapasitas 1000 l/det dan 2 buah pompa 500 l/det, 3 pintu air selebar 2,0 m)

- Tanggul sepanjang 476,6 m dari sheetpile dan jalan inspeksinya dari urugan tanah yang diberi perkerasan beton bertulang setebal 30 cm. Di samping sheetpile akan diberi pedesterian selebar 2 m dan lampu penerangan.
- Penataan landscape di sekitar kedua kolam retensi untuk meningkatkan keindahan sekitar kolam retensi, sehingga tidak terkesan jorok dan kota akan terkesan lebih humanis.
- Peninggian jalan / trotoar / pedesterian menjadi elevasi +2,2 MSL (yang berada di Jalan Listrik, Sidorejo, MH Thamrin, Tunas Muda, Gg. Surau, Gg. Cermai) sebagai batas daerah di sekeliling polder agar aliran drainase/ luapan permukaan dari luar daerah polder tidak masuk ke kawasan polder.
- Penutupan cross drain di jalan Sei Teras - jalan Sidorejo dengan pintu agar tidak ada kebocoran aliran dari luar area masuk ke area polder.
- Pembersihan saluran-saluran drainase eksisting dari sampah dan sedimen sehingga akan memperlancar aliran terutama saat di pompa. Untuk lapak atau rumah yang berada di atas saluran sebaiknya di bongkar agar saluran bisa diperlihara dan tidak cepat kotor oleh sampah.
- Memperpanjang saluran dengan dimensi b = 0,6 & h = 1 m^2, di utara Gg. Permai (L = 80 m) utara saluran Gg. Lega Jaya (L = 70 m), & di utara Jalan Listrik (L = 162 m) agar ketemu saluran Gendong,
- Pembuatan saluran drainase baru Selatan Gg Lega Jaya (L = 140 m, b = 0,6 & h = 1 m)
- Membuat saluran di tengah-tengah jalan Perkasa (L= 415 m , b =1 x h = 1,2 m). Karena di tengah, maka di setiap 4 m, di beri *manhole* untuk memudahkan perawatan kebersihan saluran dari sedimentasi.
- Perlu di buat cross drain – cross drain agar aliran lancar menuju ke saluran gendong yang berada di sisi Sungai Dumai. Dimensi cross drain menyesuaikan dimensi saluran yang terbesar di antara hulu/kilirnya cross drain. Jika kecil, maka sebaiknya cross drain di buat minimal b = 1 m dan h = 1 m agar mudah dalam perawatan dan diberi man hole.
- Memperbaiki dan memperbesar dimensi minimal lebar 60 dan kedalaman 75 cm untuk saluran yang telah rusak. Tidak boleh ada penutupan saluran dengan beton karena akan sulit dalam pembersihan saluran. Untuk penutupan saluran dapat menggunakan grill besi atau ada manhole untuk proses perawatan saluran.
- agar saluran dapat dibuat dengan kemiringan saluran menuju ke arah Sungai Dumai

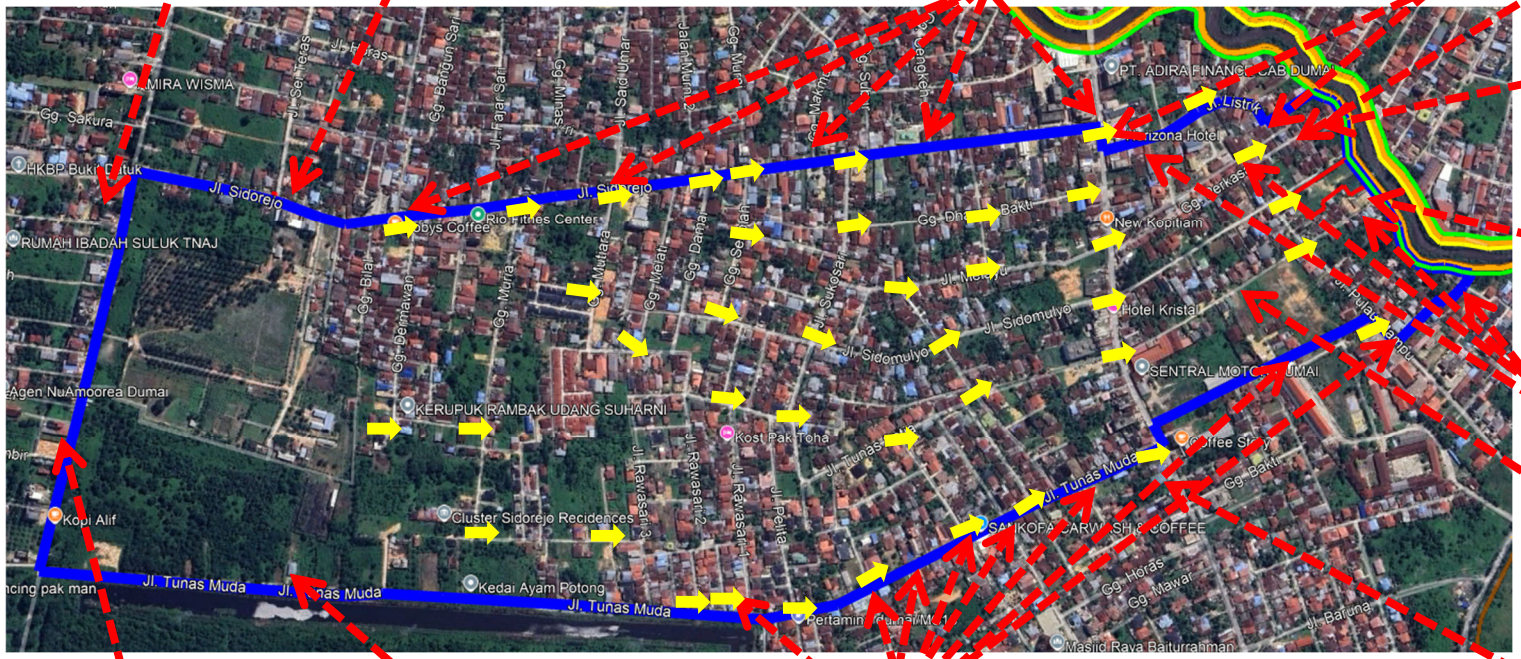
Peninggian trotoar/ pedesterian/jalan MH. Thamrin, menjadi minimal menjadi +2,2,0 MSL (difungsikan sbg tanggul)

Penutupan cross drain Jln Sei Teras - Sidorejo dengan pintu air, dimana jika banyak air yang terjebak saat hujan bisa dibuka (asal kondisi air laut lagi surut)

Tidak boleh ada cross drain dr jalan Gg Amal, Gg Masjid, Jln Fajar Sari, Jln Said Umar, Gg Makmur, Gg. Subur, Gg. Cengkeh, Jl Cucut, Jl Ahmad Yani ke selatan saluran jalan SIdorejo

Peninggian trotoar/ pedesterian/jalan Jln Sidorejo & Jln Listrik, menjadi minimal menjadi +2,2,0 MSL (difungsikan sbg tanggul)

Pembuatan drainase di tengah-tengah jalan Perkasa (L= 415 m , b =1 x h = 1,2 m)



Kolam retensi seluas 0,43 Ha yang dilengkapi 4 pompa (2 @ 1 m3/det + 2 @0,5 m3/det) dan 3 pintu @ 2 m disertai penataan kawasan agar menarik untuk jogging track dsb

Tanggul 476,6 m dr sheet pile elev + 3,8 + jalan inspeksi selebar 10,5 m dari urugan tanah dengan permukaannnya ada perkeran beton setebal 25 cm + saluran gendong 1,5 x 1,5 m

Memperpanjang Saluran drainase b = 0,6 m & h = 1m Gg Permai (L = 80 m), utara saluran Gg. Lega Jaya (L = 70 m), & di utara Jalan Listrik (L = 162 m

Pembuatan drainase Gg Lega Jaya (L = 140 m, b = 0,6 & h = 1 m),

Tidak boleh ada cross drain yang melewati jln Markisa menuju ke sebelah timur saluran Jln Markisa

Peninggian trotoar/ pedesterian /jalan Tunas Muda, Gg. Surau, Gg. Cermaimenjadi min +2,2, MSL (difungsikan sbg tanggul)

Tidak boleh ada cross drain dari daerah sebelah selatan daerah ponder (jln Tunas Makmur, Jln Tunas Muda, Jl Tunas Mulai, Jln Maarlan Jaya, Jln Ahmad Yani (dr sistem polder Tunas Muda- Bukit Datuk) , Jln Sekolah, Jl Pulau Mampu, Jln Indusrti masuk ke sistem polder Tunas Muda-Sidorejo

Pembuatan cross drain – cross drain dengan arah aliran dari barat ke timur (ke Sungai Dumai) di GG Martimbang – Gg Lega Jaya, Jln Sidomulyo – Sukasari , Jln Melayu - Gg Damai, GG Dharbakti – GG. Suko Indah, dll

Gambar 13.36. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Sidorejo – Tunas Muda

13.8 POLDER 5 : TUNAS MUDA – BUKIT DATUK

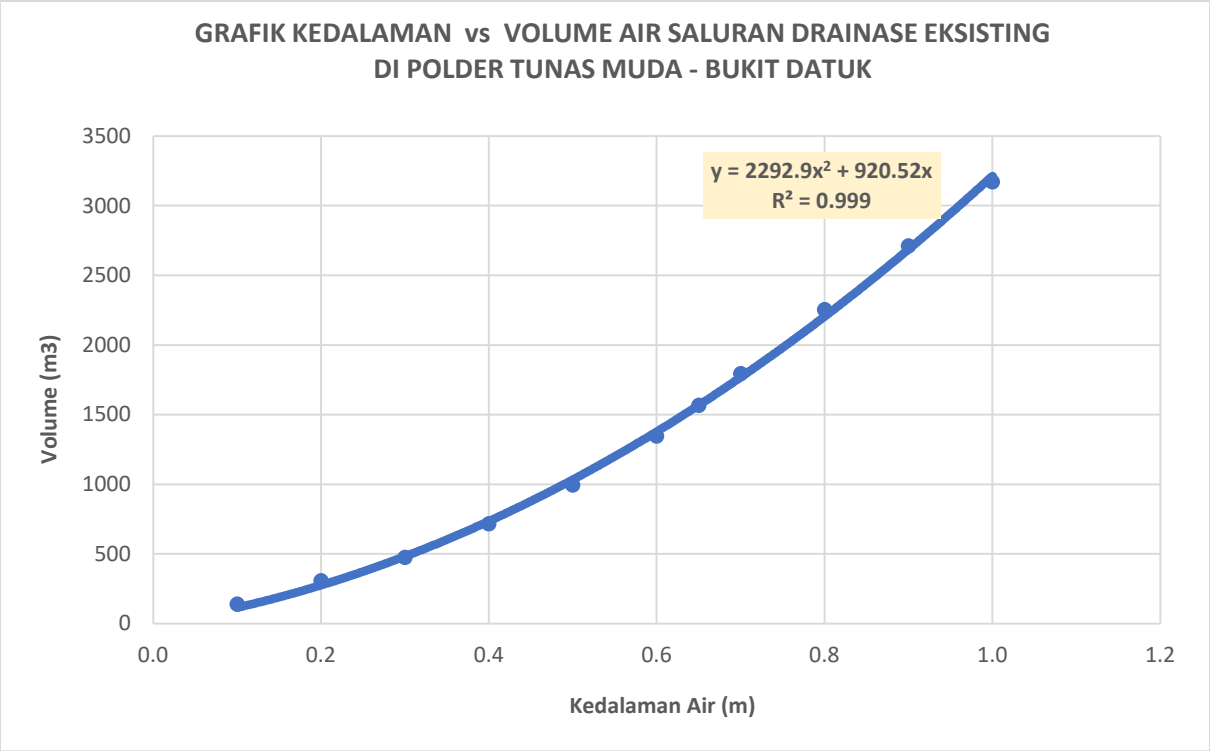
Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Tunas Muda – Bukit Datuk

Gambar 13.37. Batasan polder Tunas Muda – Bukit Datuk

Adapun batas polder Tunas Muda – Bukit Datuk adalah sebagai berikut :

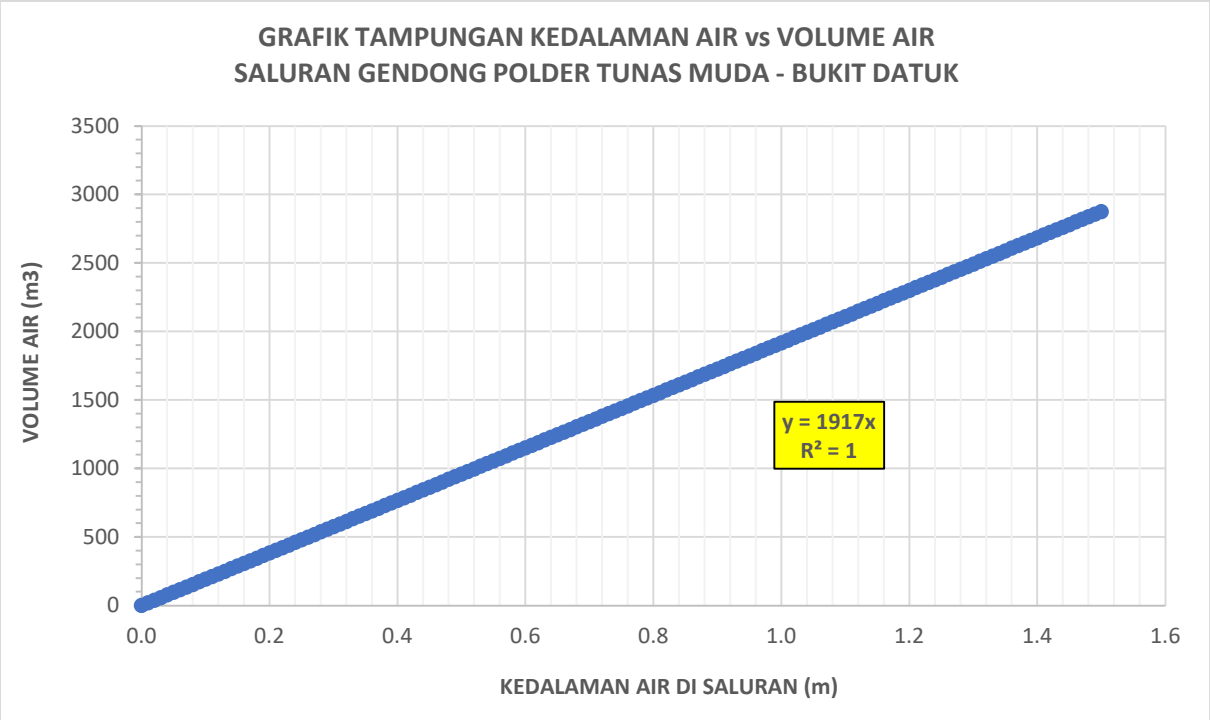
- Utara : Jl. Tunas Setia, Jl. Sidomulyo
- Timur : Sungai Dumai
- Barat : Perumahan Pertamina
- Selatan : Jl. Bukit Datuk Lama, Jl. Bumi Ayu

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan kapasitas tampungannya disampaikan dalam lampiran. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini. Kapasitas saluran drainase ini di jadikan sebagai tampungan memanjang air (*long storage*) pada saat hujan sehingga akan mengurangi kapasitas pompa yang direncanakan.



Gambar 13.38. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk

Panjang *long storage* (yang berupa saluran gendong dengan dimensi 1,5 x 1,5 m) di polder Tunas Muda – Bukit Datuk adalah 825,43 m. Dengan demikian volume tampungan di saluran gendong di setiap kedalaman alirnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 13.39. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk

Kedua saluran tersebut (drainase eksisting dan saluran gendong) dijadikan sebagai potensi tampungan memanjang dalam sistem polder di area ini.

Untuk menghitung potensi banjir, maka diperlukan hydrograph banjir. Yang dipilih adalah metode Nakayasu. Berikut adalah input perhitungannya :

- Hujan rancangan kala ulang 5 tahun = 120,04 mm/hari
- Total luasan kawasan polder : 77,13 Ha
- Perhitungan koefisien limpasan :

Tabel 13.14. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Tunas Muda – Bukit Datuk

No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	69.39	0.90	0.90	0.81
2	RTH	7.74	0.10	0.30	0.03
	Jumlah	77.13	1.00		0.84

- Perhitungan parameter Nakayasu

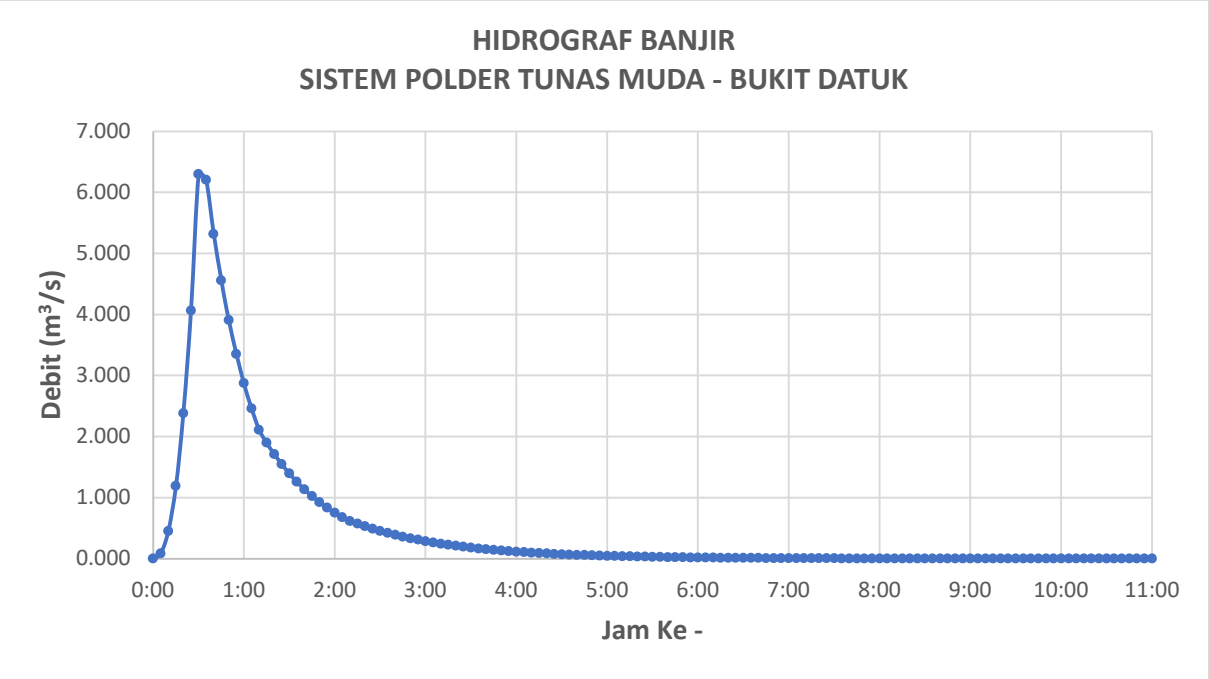
Tp = 0,66

tg = 0,41

tr = 0,31

$T_{0,3}$ (a = 2) = 0,82 pada daerah pengaliran biasa

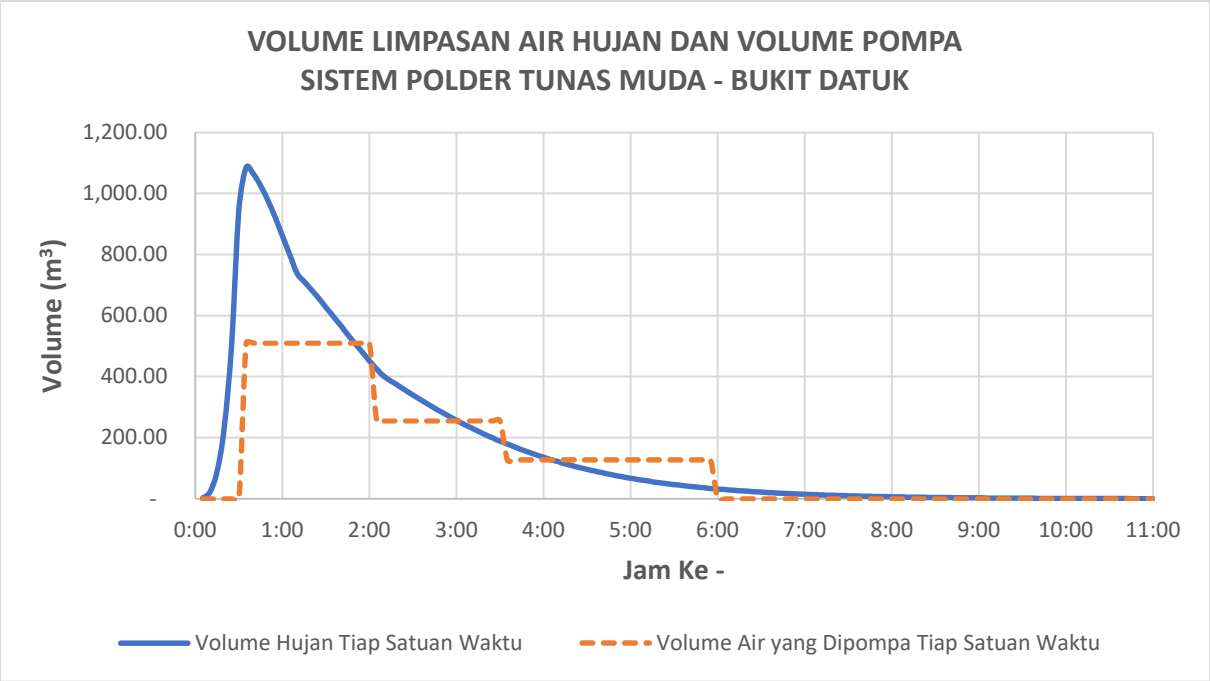
Ro	=	26,41	
Qp	=	7,55	m^3/det
$Tp+T_{0,3}$	=	1,48	
$Tp+T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$	=	2,71	



Gambar 13.40. Hydrograph Banjir di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk (Metode Nakayasu)

Tabel 13.15. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Tunas Muda – Bukit Datuk

Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.085	2.14	2.14	0.00	0.00	1.48	3.07	2.14	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:30	6.299	944.78	1,805.28	0.56	0.56	997.73	864.35	1805.28	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:35	6.205	1,085.96	2,891.24	0.74	0.74	1562.17	1140.52	2891.24	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	156.92	5.00	Ditutup + Pompa
0:40	5.320	1,063.97	3,445.21	0.82	0.82	1847.20	1261.62	3445.21	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	710.90	5.00	Ditutup + Pompa
0:45	4.561	1,026.14	3,961.35	0.89	0.89	2111.54	1366.12	3961.35	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	1,227.04	5.00	Ditutup + Pompa
0:50	3.910	977.44	4,428.79	0.95	0.95	2350.11	1455.12	4428.79	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	1,694.47	5.00	Ditutup + Pompa
0:55	3.352	921.73	4,840.52	1.00	1.00	2559.70	1529.75	4840.52	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	2,106.21	5.00	Ditutup + Pompa
1:00	2.873	862.02	5,192.54	1.04	1.04	2738.53	1591.12	5192.54	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	2,458.23	5.00	Ditutup + Pompa
1:10	2.112	739.12	5,712.24	1.09	1.09	3002.02	1678.08	5712.24	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	2,977.92	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	1.713	685.33	6,089.52	1.13	1.13	3192.94	1738.79	6089.52	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,355.20	5.00	Ditutup + Pompa
1:30	1.395	627.89	6,354.52	1.16	1.16	3326.89	1780.32	6354.52	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,620.20	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	1.136	568.16	6,500.79	1.18	1.18	3400.76	1802.88	6500.79	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,766.47	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	0.925	508.97	6,528.13	1.18	1.18	3414.57	1807.07	6528.13	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,793.81	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	0.754	452.19	6,440.51	1.17	1.17	3370.32	1793.61	6440.51	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	3,706.19	5.00	Ditutup + Pompa
2:05	0.680	425.07	6,355.58	1.16	1.16	3327.42	1780.49	6355.58	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	3,621.26	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	0.617	400.98	6,501.56	1.18	1.18	3401.15	1803.00	6501.56	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	3,767.24	5.00	Ditutup + Pompa
2:15	0.571	385.55	6,632.10	1.19	1.19	3467.06	1822.92	6632.10	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	3,897.78	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	0.529	370.20	6,747.30	1.20	1.20	3525.19	1840.34	6747.30	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,012.98	5.00	Ditutup + Pompa
2:25	0.490	355.00	6,847.30	1.21	1.21	3575.64	1855.34	6847.30	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,112.99	5.00	Ditutup + Pompa
2:30	0.453	340.03	6,932.33	1.22	1.22	3618.52	1868.02	6932.33	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,198.02	5.00	Ditutup + Pompa
2:40	0.389	310.94	7,058.60	1.23	1.23	3682.18	1886.69	7058.60	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,324.28	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	0.333	283.22	7,128.71	1.24	1.24	3717.51	1896.99	7128.71	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,394.39	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	0.286	257.08	7,145.74	1.24	1.24	3726.09	1899.48	7145.74	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,411.42	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	0.245	232.64	7,113.02	1.24	1.24	3709.60	1894.69	7113.02	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,378.70	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	0.210	209.93	7,034.01	1.23	1.23	3669.78	1883.07	7034.01	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,299.70	5.00	Ditutup + Pompa
3:30	0.180	188.97	6,912.22	1.22	1.22	3608.38	1865.02	6912.22	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	4,177.90	5.00	Ditutup + Pompa
3:40	0.154	169.71	6,878.56	1.21	1.21	3591.40	1860.01	6878.56	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,144.25	5.00	Ditutup + Pompa
3:50	0.132	152.11	6,936.38	1.22	1.22	3620.56	1868.62	6936.38	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,202.06	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.113	136.07	6,961.34	1.22	1.22	3633.15	1872.32	6961.34	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,227.03	5.00	Ditutup + Pompa
4:10	0.097	121.51	6,956.46	1.22	1.22	3630.68	1871.60	6956.46	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,222.14	5.00	Ditutup + Pompa
4:20	0.083	108.33	6,924.55	1.22	1.22	3614.59	1866.86	6924.55	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,190.23	5.00	Ditutup + Pompa
4:30	0.071	96.44	6,868.23	1.21	1.21	3586.19	1858.47	6868.23	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,133.91	5.00	Ditutup + Pompa
4:40	0.061	85.74	6,789.92	1.20	1.20	3546.69	1846.75	6789.92	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	4,055.61	5.00	Ditutup + Pompa
4:50	0.053	76.13	6,691.86	1.19	1.19	3497.22	1831.98	6691.86	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,957.54	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.045	67.52	6,576.08	1.18	1.18	3438.78	1814.40	6576.08	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,841.77	5.00	Ditutup + Pompa
5:10	0.039	59.81	6,444.45	1.17	1.17	3372.31	1794.22	6444.45	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,710.13	5.00	Ditutup + Pompa
5:20	0.033	52.93	6,298.65	1.16	1.16	3298.66	1771.64	6298.65	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,564.33	5.00	Ditutup + Pompa
5:30	0.028	46.79	6,140.21	1.14	1.14	3218.58	1746.80	6140.21	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,405.89	5.00	Ditutup + Pompa
5:40	0.024	41.33	5,970.52	1.12	1.12	3132.75	1719.85	5970.52	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,236.20	5.00	Ditutup + Pompa
5:50	0.021	36.47	5,790.82	1.10	1.10	3041.81	1690.89	5790.82	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	3,056.51	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.019	34.25	5,697.58	1.09	1.09	2994.59	1675.68	5697.58	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	2,963.26	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.018	32.16	5,602.24	1.08	1.08	2946.30	1660.01	5602.24	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	2,867.92	0.00	Dibuka
7:00	0.007	14.89	14.89	0.01	0.01	10.20	20.56	14.89	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.003	6.76	6.76	0.01	0.01	4.66	9.56	6.76	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.001	3.02	3.02	0.00	0.00	2.09	4.32	3.02	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.000	1.33	1.33	0.00	0.00	0.92	1.92	1.33	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.000	0.58	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



Gambar 13.41. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Tunas Muda – Bukit Datuk

Tabel 13.16. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Tunas Muda – Bukit Datuk

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Durasi Beroperasi (menit)	Total Durasi Beroperasi (menit)
1	1	90	90
0.5	2	180	325
	1	145	

Sehingga untuk polder Tunas Muda – Bukit Datuk dibutuhkan 3 pompa:

- 1 buah kapasitas 1000 l/det
- 2 buah kapasitas 500 l/det

Berikut adalah gambaran yang harus di lakukan di polder Tunas Muda – Bukit Datuk antara lain :

- Semua aliran drainase di arahkan ke timur yakni saluran gendong rencana yang berada di sepanjang tanggul sungai dan berakhir ke kolam retensi.
- kolam retensi ada 1 yakni di daerah rawa dekat jalan Sidomulyo (yang dilengkapi 1 buah pompa kapasitas 1000 l/det dan 2 buah pompa 500 l/det, 3 pintu air selebar 2,0 m)

- Tanggul sepanjang 823,45 m dari sheetpile dan jalan inspeksinya dari urugan tanah yang diberi perkerasan beton bertulang setebal 30 cm. Di samping sheetpile akan diberi pedesterian selebar 2 m dan lampu penerangan.
- Penataan landscape di sekitar kedua kolam retensi untuk meningkatkan keindahan sekitar kolam retensi, sehingga tidak terkesan jorok dan kota akan terkesan lebih humanis.
- Peninggian jalan / trotoar / pedesterian menjadi elevasi +2,2 MSL (yang berada di Jalan Gg. Permai, Gg Surau, Jln Tunas muda, Jln Tunas Makur, Jln Bukit Datuk, Jln Pulau Payung) sebagai batas daerah di sekeliling polder agar aliran drainase/ luapan permukaan dari luar daerah polder tidak masuk ke kawasan polder.
- Pembersihan saluran-saluran drainase eksisting dari sampah dan sedimen sehingga akan memperlancar aliran terutama saat di pompa. Untuk lapak atau rumah yang berada di atas saluran sebaiknya di bongkar agar saluran bisa diperlihara dan tidak cepat kotor oleh sampah.
- Memperpanjang saluran dengan dimensi b = 0,6 & h = 1 m^2, di utara Gg. Permai (L = 80 m) utara saluran Gg. Lega Jaya (L = 70 m), & di utara Jalan Listrik (L = 162 m) agar ketemu saluran Gendong,
- Pembuatan saluran drainase baru Selatan Gg Lega Jaya (L = 140 m, b = 0,6 & h = 1 m)
- Membuat saluran di tengah-tengah jalan Perkasa (L= 415 m , b =1 x h = 1,2 m). Karena di tengah, maka di setiap 4 m, di beri *manhole* untuk memudahkan perawatan kebersihan saluran dari sedimentasi.
- Perlu di buat cross drain – cross drain agar aliran lancar menuju ke saluran gendong yang berada di sisi Sungai Dumai. Dimensi cross drain menyesuaikan dimensi saluran yang terbesar di antara hulu/kilirnya cross drain. Jika kecil, maka sebaiknya cross drain di buat minimal b = 1 m dan h = 1 m agar mudah dalam perawatan dan diberi man hole.
- Memperbaiki dan memperbesar dimensi minimal lebar 60 dan kedalaman 75 cm untuk saluran yang telah rusak. Tidak boleh ada penutupan saluran dengan beton karena akan sulit dalam pembersihan saluran. Untuk penutupan saluran dapat menggunakan grill besi atau ada manhole untuk proses perawatan saluran.

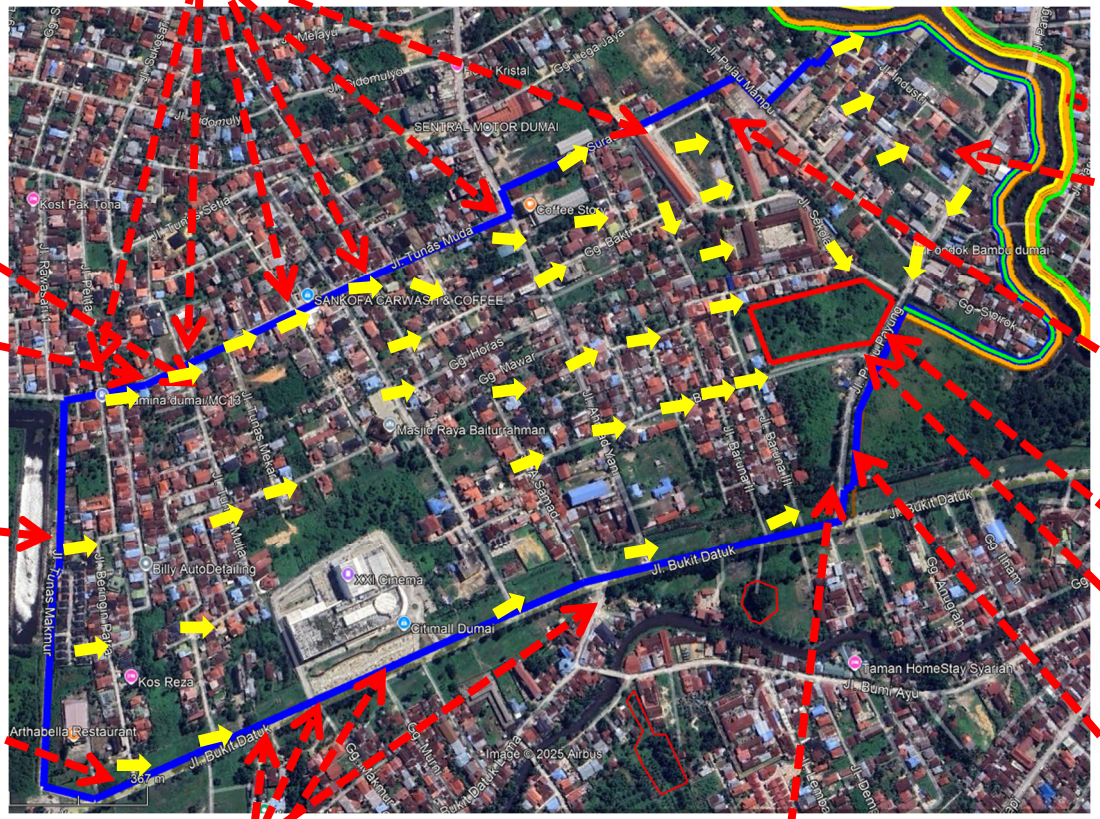
Tidak boleh ada cross drain dr jalan Husni Thamrin, Sei Teras, Jl Fajar Sari, Jln Said Umar, Gg Makmur, gg Sub ur, Gg Cengkeh, Gg Cucut

Pembuatan cross drain agar air lancar ke saluran gendong dan kolam retensi

Peninggian trotoar/ pedesterian /jalan Tunas Muda, Gg Surau, Gg Permai menjadi min +2,2, MSL (difungsikan sbg tanggul)

Tidak boleh ada cross drain yang melewati jln Tunas Makmur menuju ke sebelah timur saluran Jln Tunas Makmur

Peninggian trotoar/ pedesterian /jalan Bukit Datuk menjadi min +2,2, MSL (difungsikan sbg tanggul)



Tanggul 476,6 m dr sheet pile elev + 3,8 + jalan inspeksi selebar 10,5 m dari urugan tanah dengan permukaannnya ada perkeran beton setebal 25 cm + saluran gendong 1,5 x 1,5 m

Memperpanjang Saluran drainase b = 0,6 m & h = 1m Gg Permai (L = 80 m), utara saluran Gg. Lega Jaya (L = 70 m), & di utara Jalan Listrik (L = 162 m

Kolam retensi seluas 1,47 Ha yang dilengkapi 3 pompa (1 @ 1 m3/det + 2 @0,5 m3/det) dan 3 pintu @ 2 m disertai penataan kawasan agar menarik untuk jogging track dsb

Pembuatan cross drain – cross drain agar air lancar ke saluran gendong dan kolam retensi

Tidak boleh ada cross drain dari daerah sebelah selatan daerah ponder (jln Jacolin, , Gg Makmur, Gg. Murni, Jln Ahmad Bukit Datuk Lama

Peninggian Jalan Pulau Payung menjadi minimal elevasi + 3 yang dapat difungsikan sebagai tanggul sekaligus jalan inspeksi

tanggul sheetpile dengan elevasi + MSL

Gambar 13.42. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Tunas Muda – Bukit Datuk

13.9 POLDER 6 : DATUK LAKSAMANA – SULTAN SYARIF KASIM

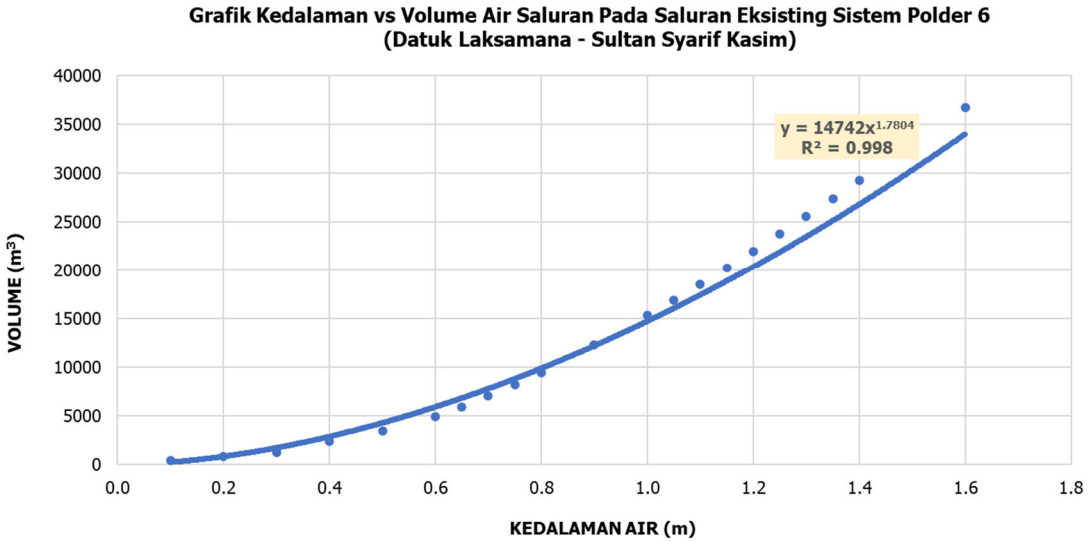
Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim

Gambar 13.43. Batasan polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim

Adapun batas polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim adalah sebagai berikut :

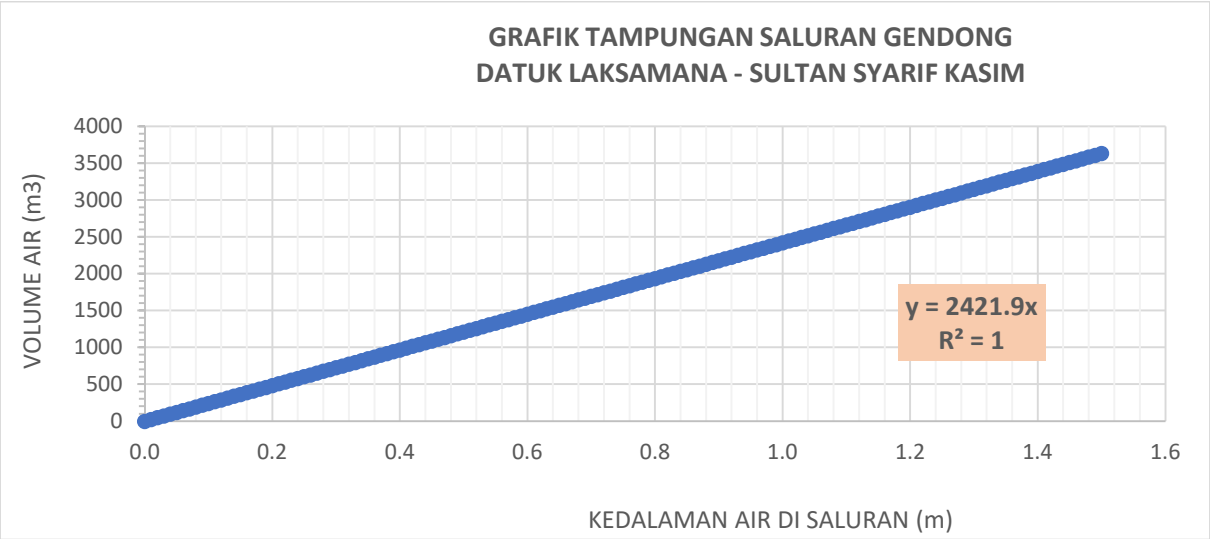
- Utara : PT PELINDO, PT Wilmar, Terminal Penumpang Pelabuhan Dumai
- Timur : Pertamina Refinery Unit II
- Barat : Sungai Dumai
- Selatan :Jl. Pangeran Diponegoro, Jl. Belimbing, Jl. Cempedak

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan kapasitas tampungannya disampaikan dalam lampiran. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini. Kapasitas saluran drainase ini di jadikan sebagai tampungan memanjang air (*long storage*) pada saat hujan sehingga akan mengurangi kapasitas pompa yang direncanakan.



Gambar 13.44. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim

Panjang *long storage* (yang berupa saluran gendong dengan dimensi 1,5 x 1,5 m) di polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim adalah 624 m. Dengan demikian volume tampungan di saluran gendong di setiap kedalaman alirnya dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 13.45. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim

Kedua saluran tersebut (drainase eksisting dan saluran gendong) dijadikan sebagai potensi tampungan memanjang dalam sistem polder di area ini.

Untuk menghitung potensi banjir, maka diperlukan hydrograph banjir. Yang dipilih adalah metode Nakayasu. Berikut adalah input perhitungannya :

- Hujan rancangan kala ulang 5 tahun : 120,04 mm/hari
- Total luasan kawasan polder : 124,6 Ha
- Perhitungan koefisien limpasan :

Tabel 13.17. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim

No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	173.13	0.87	0.90	0.78
2	RTH	25.87	0.13	0.30	0.04
	Jumlah	165.00	1.00		0.82

- Perhitungan parameter Nakayasu

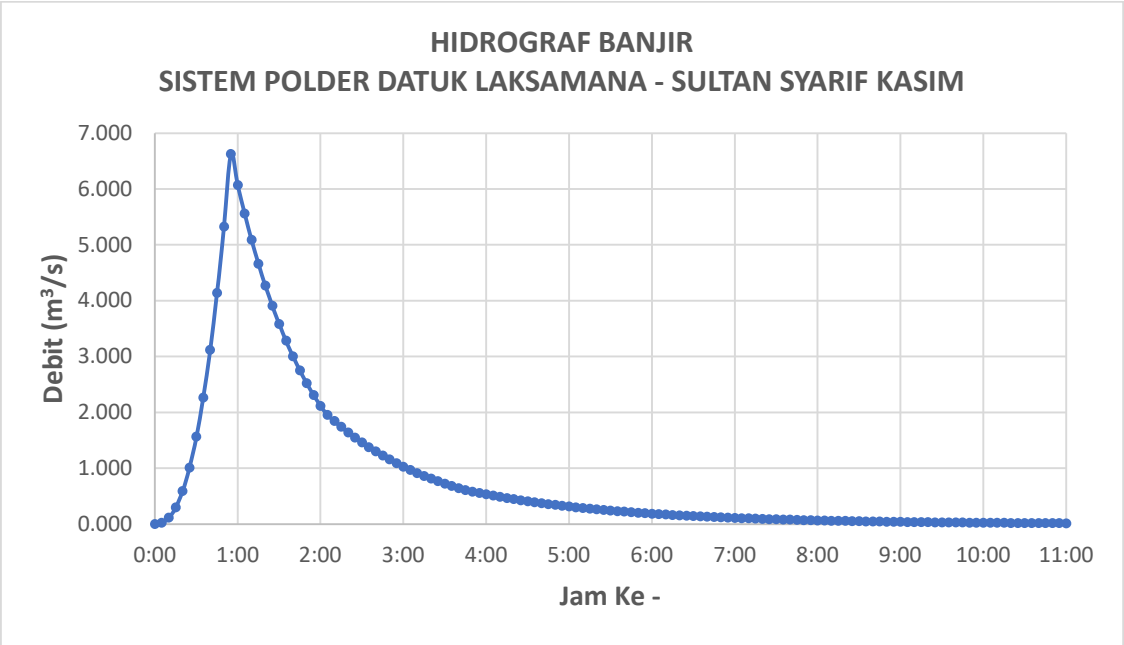
Tp = 0,66

tg = 0,41

tr = 0,31

$T_{0,3}$ (a = 2) = 0,82 pada daerah pengaliran biasa

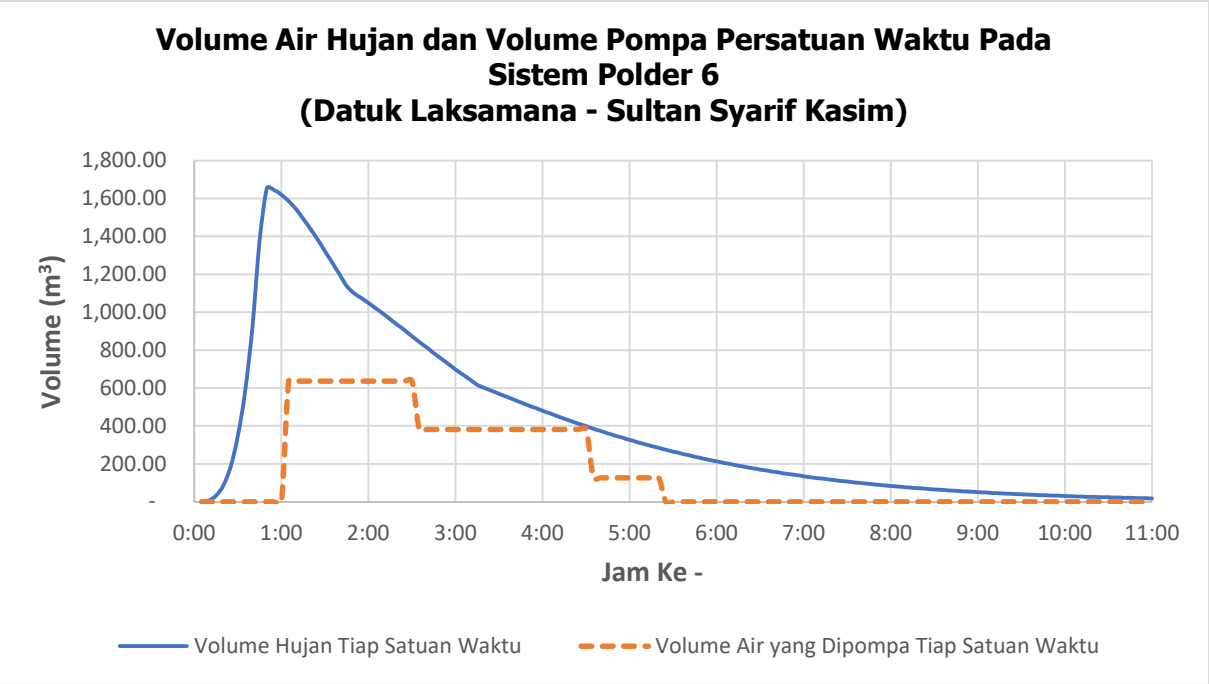
Ro	=	26,41	
Qp	=	7,55	m^3/det
$Tp+T_{0,3}$	=	1,48	
$Tp+T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$	=	2,71	



Gambar 13.46. Hydrograph Banjir di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim (Metode Nakayasu)

Tabel 13.18. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim

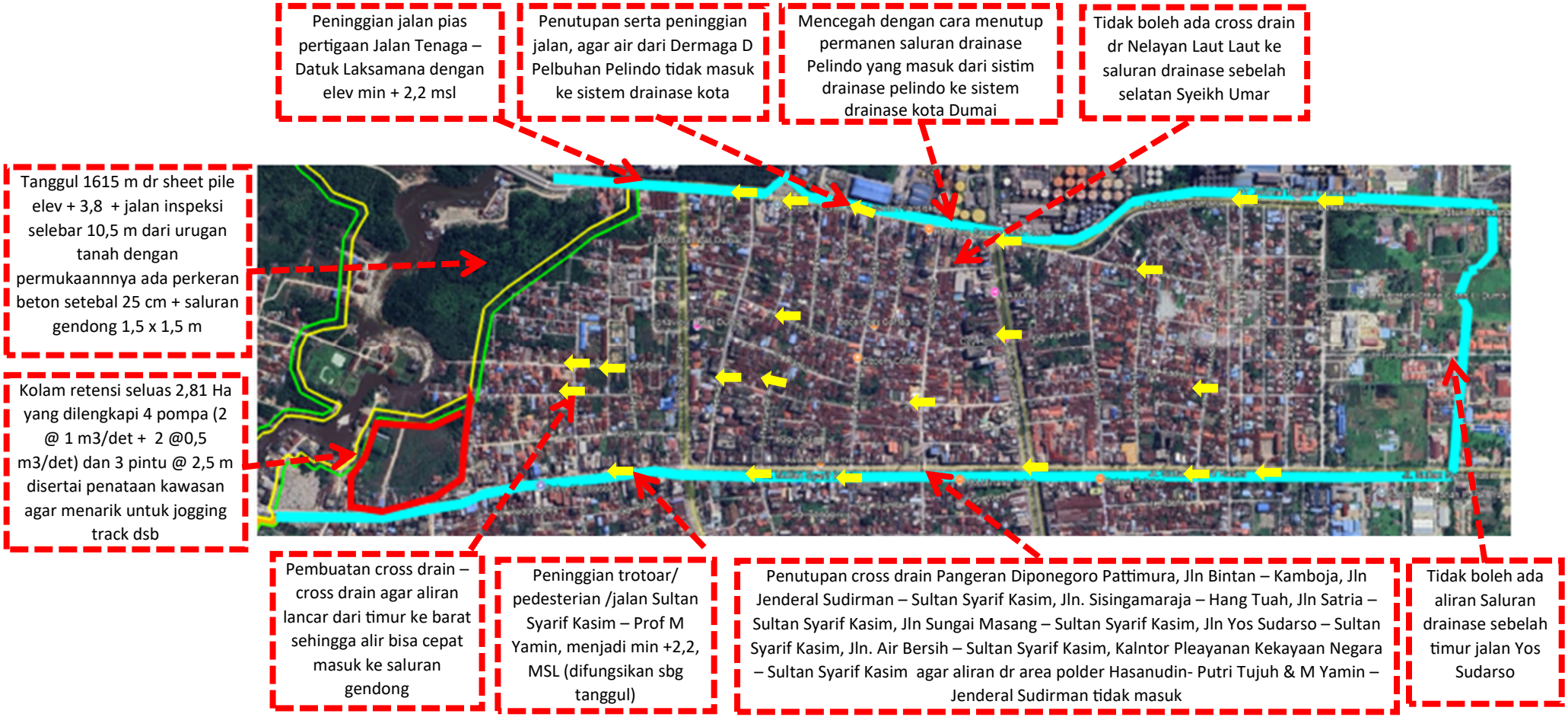
Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.021	0.53	0.53	0.00	0.00	0.48	2.62	0.53	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:00	6.066	1,819.85	7,369.13	0.67	0.67	6136.79	1632.07	7369.13	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:10	5.089	1,781.12	10,190.98	0.80	0.80	8481.48	1925.63	10190.98	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	1,172.80	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	4.269	1,707.63	12,116.49	0.87	0.87	10081.03	2102.96	12116.49	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	3,098.31	5.00	Ditutup + Pompa
1:30	3.581	1,611.60	13,859.89	0.93	0.93	11529.12	2251.69	13859.89	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,841.71	5.00	Ditutup + Pompa
1:35	3.280	1,558.10	14,652.99	0.96	0.96	12187.82	2316.24	14652.99	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,634.81	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	3.004	1,502.20	15,390.19	0.98	0.98	12800.07	2374.69	15390.19	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	6,372.01	5.00	Ditutup + Pompa
1:45	2.752	1,444.68	16,069.86	1.00	1.00	13364.54	2427.35	16069.86	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	7,051.68	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	2.520	1,386.21	16,691.08	1.02	1.02	13880.43	2474.52	16691.08	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	7,672.90	5.00	Ditutup + Pompa
1:55	2.308	1,327.36	17,253.44	1.04	1.04	14347.44	2516.47	17253.44	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	8,235.26	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	2.114	1,268.61	17,757.05	1.05	1.05	14765.65	2553.46	17757.05	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	8,738.87	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	1.844	1,198.56	18,647.58	1.08	1.08	15505.14	2617.60	18647.58	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	9,629.40	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	1.640	1,148.12	19,439.57	1.10	1.10	16162.79	2673.38	19439.57	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	10,421.39	5.00	Ditutup + Pompa
2:30	1.459	1,094.18	20,125.25	1.12	1.12	16732.14	2720.75	20125.25	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	11,107.07	5.00	Ditutup + Pompa
2:35	1.376	1,066.35	20,426.61	1.13	1.13	16982.36	2741.32	20426.61	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	11,408.43	5.00	Ditutup + Pompa
2:40	1.298	1,038.15	20,699.75	1.14	1.14	17209.17	2759.83	20699.75	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	11,681.57	5.00	Ditutup + Pompa
2:45	1.224	1,009.70	20,944.46	1.15	1.15	17412.35	2776.31	20944.46	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	11,926.28	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	1.154	981.14	21,160.59	1.15	1.15	17591.81	2790.78	21160.59	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	12,142.41	5.00	Ditutup + Pompa
2:55	1.089	952.55	21,348.14	1.16	1.16	17747.54	2803.28	21348.14	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	12,329.96	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	1.027	924.04	21,507.19	1.16	1.16	17879.59	2813.84	21507.19	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	12,489.01	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	0.913	867.59	21,995.48	1.18	1.18	18285.02	2846.01	21995.48	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	12,977.30	5.00	Ditutup + Pompa
3:15	0.861	839.78	22,325.26	1.18	1.18	18558.83	2867.54	22325.26	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	13,307.08	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	0.812	812.33	22,627.59	1.19	1.19	18809.85	2887.14	22627.59	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	13,609.41	5.00	Ditutup + Pompa
3:30	0.723	758.68	23,151.55	1.21	1.21	19244.89	2920.79	23151.55	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	14,133.37	5.00	Ditutup + Pompa
3:35	0.681	732.57	23,374.12	1.21	1.21	19429.68	2934.97	23374.12	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	14,355.94	5.00	Ditutup + Pompa
3:40	0.643	706.98	23,571.10	1.22	1.22	19593.22	2947.47	23571.10	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	14,552.92	5.00	Ditutup + Pompa
3:45	0.606	681.92	23,743.02	1.22	1.22	19735.96	2958.33	23743.02	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	14,724.84	5.00	Ditutup + Pompa
3:50	0.578	664.83	23,897.85	1.23	1.23	19864.51	2968.08	23897.85	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	14,879.67	5.00	Ditutup + Pompa
3:55	0.553	650.10	24,037.95	1.23	1.23	19980.82	2976.87	24037.95	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	15,019.77	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.530	635.40	24,163.35	1.23	1.23	20084.94	2984.72	24163.35	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	15,145.17	5.00	Ditutup + Pompa
4:05	0.507	620.77	24,274.12	1.24	1.24	20176.90	2991.64	24274.12	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	15,255.94	5.00	Ditutup + Pompa
4:10	0.485	606.22	24,752.84	1.25	1.25	20574.36	3021.35	24752.84	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	15,734.66	5.00	Ditutup + Pompa
4:20	0.444	577.46	25,667.08	1.27	1.27	21333.38	3077.31	25667.08	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	16,648.90	5.00	Ditutup + Pompa
4:30	0.407	549.25	26,524.60	1.29	1.29	22045.31	3128.90	26524.60	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	17,506.42	5.00	Ditutup + Pompa
4:40	0.373	521.69	27,326.68	1.31	1.31	22711.19	3176.40	27326.68	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	18,308.50	5.00	Ditutup + Pompa
4:50	0.341	494.89	28,074.77	1.33	1.33	23332.23	3220.08	28074.77	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	19,056.59	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.313	468.91	28,770.48	1.35	1.35	23909.79	3260.18	28770.48	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	19,752.30	5.00	Ditutup + Pompa
5:10	0.286	443.80	29,415.52	1.36	1.36	24445.28	3296.93	29415.52	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	20,397.34	5.00	Ditutup + Pompa
5:20	0.262	419.59	30,011.70	1.38	1.38	24940.19	3330.54	30011.70	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	20,993.52	5.00	Ditutup + Pompa
5:30	0.240	396.32	30,560.86	1.39	1.39	25396.07	3361.21	30560.86	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	21,542.68	5.00	Ditutup + Pompa
5:40	0.220	374.00	31,064.90	1.40	1.40	25814.49	3389.11	31064.90	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	22,046.72	5.00	Ditutup + Pompa
5:50	0.202	352.63	31,525.72	1.41	1.41	26197.03	3414.42	31525.72	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	22,507.54	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.193	342.30	31,740.51	1.41	1.41	26375.34	3426.16	31740.51	0.00	Ya	0	-	1	127.50	127.50	22,722.33	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.185	332.20	31,945.22	1.42	1.42	26545.27	3437.31	31945.22	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	22,927.04	0.00	Dibuka
7:00	0.109	228.81	228.81	0.11	0.11	193.86	259.46	228.81	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.064	154.39	154.39	0.09	0.09	131.32	207.45	154.39	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.038	102.54	102.54	0.07	0.07	87.63	163.38	102.54	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.022	67.26	67.26	0.05	0.05	57.79	126.76	67.26	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.013	43.68	43.68	0.04	0.04	37.76	96.79	43.68	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



Gambar 13.47. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif Kasim

Tabel 13.19. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Datuk Laksamana - Sultan Syarif Kasim

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Durasi Beroperasi (menit)	Total Durasi Beroperasi (menit)
1	2	90	210
	1	120	
0.5	2	0	260
	1	260	



Gambar 13.48. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Datuk Laksamana – Sultan Syarif kasim

MALAYSI
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

MALA
Pelabuhan
Google

MALAYSIA
Terminal Pe
Pelabuh
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

MALAYSIA
Terminal Pe
Pelabuh
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google
PELINDO
PELINDO

MALAYSIA
Terminal Pe
Relabuh
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

MALAYSIA
Terminal Pe
Relabuh
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

MALAYSI
Terminal P
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

MALAYSI
Terminal P
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

MALAYSI
Terminal P
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

MALAYSI
Terminal P
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

Pokala
MALAYSI
Terminal P
Pelabu
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

Pokala
MALAYSI
Terminal P
Pelabu
Pelabuhan
Datuk Laksamana
Google

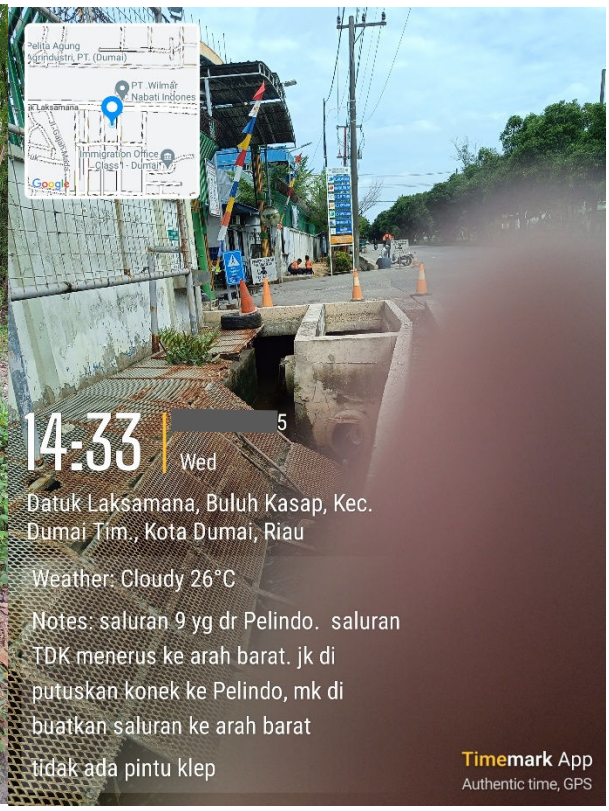
sawit
Gereja Katolik Fransiskus
M Moro Senang Ikan Bakar
December Coffee
14:15
29 Jan 2025
Wed
Dumai Kota, Dumai Timur, Dumai City, Riau
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 3 yg dr Pelindo
dekat kuburan. saluran belum d tutup
Timemark App
Authentic time, GPS

PT. KLK Dumai
Santana Hotel Dumai
City Hotel
14:18
29 Jan 2025
Wed
Datuk Laksamana, Dumai Kota, Kec. Dumai Tim., Kota Dumai, Riau 28811
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 4 yg dr Pelindo
dekat kuburan. Gang mawar saluran
belum d tutup. tembok nya juga perlu di
tutup agar tidak melimpah k jalan Datuk
Laksamana
Timemark App
Authentic time, GPS

14:22
Wed
Dumai Tim, Dumai Kota, Dumai City, Riau
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 5 yg dr Pelindo
perlu di tutup termasuk pagar
ditinggikan agar tidak melimpah k jalan
Datuk Laksamana
Timemark App
Authentic time, GPS

14:23
Wed
Datuk Laksamana, Dumai Kota, Kec.
Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 6 yg dr Pelindo
perlu di tutup termasuk pagar
ditinggikan agar tidak melimpah k jalan
Datuk Laksamana
Timemark App
Authentic time, GPS

14:26
Wed
Datuk Laksamana, Buluh Kasap, Kec.
Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 7 yg dr Pelindo
perlu di tutup termasuk pagar
ditinggikan agar tidak melimpah k jalan
Datuk Laksamana
Timemark App
Authentic time, GPS


14:33
Wed
Datuk Laksamana, Buluh Kasap, Kec.
Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 9 yg dr Pelindo. saluran
TDK menerus ke arah barat. jk di
putuskan konek ke Pelindo, mk di
buatkan saluran ke arah barat
tidak ada pintu klep
Timemark App
Authentic time, GPS

14:29
Wed
Datuk Laksamana No.70, Buluh Kasap, Kec. Dumai Kota, Kota Dumai, Riau 28826
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 8 yg dr Pelindo
ada pintu klep, tp tidak rapat. Perlu di tutup termasuk pagar ditinggikan agar tidak melimpah k jalan Datuk Laksamana
Timemark App

14:30
Wed
Datuk Laksamana, Buluh Kasap, Kec. Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Cloudy 26°C
Notes: saluran 9 yg dr Pelindo
ada pintu klep, tp tidak rapat. Perlu di tutup termasuk pagar ditinggikan agar tidak melimpah k jalan Datuk Laksamana
Timemark App

14:35
29 Jan 2026
Wed
Datuk Laksamana, Buluh Kasap, Kec. Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Cloudy 25°C
Notes: saluran 9 yg dr Pelindo. saluran TDK menerus ke arah barat. jk di putuskan konek ke Pelindo, mk di buatkan saluran ke arah barat
pintu klep tdk berfungsi
Timemark App

14:38
Wed
Jl. Pelabuhan, Buluh Kasap, Kec. Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Cloudy 25°C
Notes: saluran 10 yg dr Pelindo. saluran ke arah barat kemudian membelok ke arah Pelindo (saluran 9 dekat pintu masuk Pelindo)
tidak ada pintu klep
Timemark App
Authentic time, GPS

14:41
Wed
Datuk Laksamana, Buluh Kasap, Kec. Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Rain 25°C
Notes: saluran 11 yg dr Pelindo. dekat pintu gerbang masuk Pelindo
tidak ada pintu klep
Timemark App
Authentic time, GPS

14:41
29 Jan 2025
Wed
Datuk Laksamana, Buluh Kasap, Kec. Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Rain 25°C
Notes: saluran 12 yg dr Pelindo. dekat pintu gerbang masuk Pelindo
tidak ada pintu klep
Timemark App
Authentic time, GPS

14:42
29 Jan 2025
Wed
Datuk Laksamana, Buluh Kasap, Kec. Dumai Tim., Kota Dumai, Riau
Weather: Rain 25°C
Notes: saluran 12 yg dr Pelindo. dekat pintu gerbang masuk Pelindo
tidak ada pintu klep
Timemark App
Authentic time, GPS

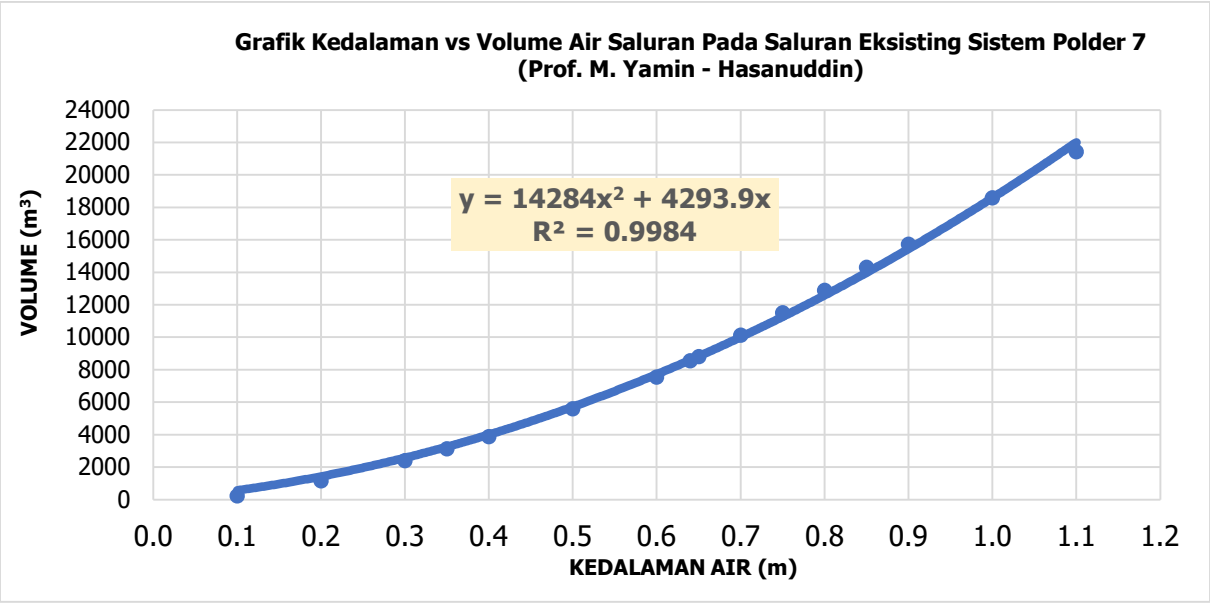
13.10 POLDER 7: PROF. M. YAMIN – SULTAN HASANUDIN

Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Prof. M. Yamin – Sultan Hasanudin

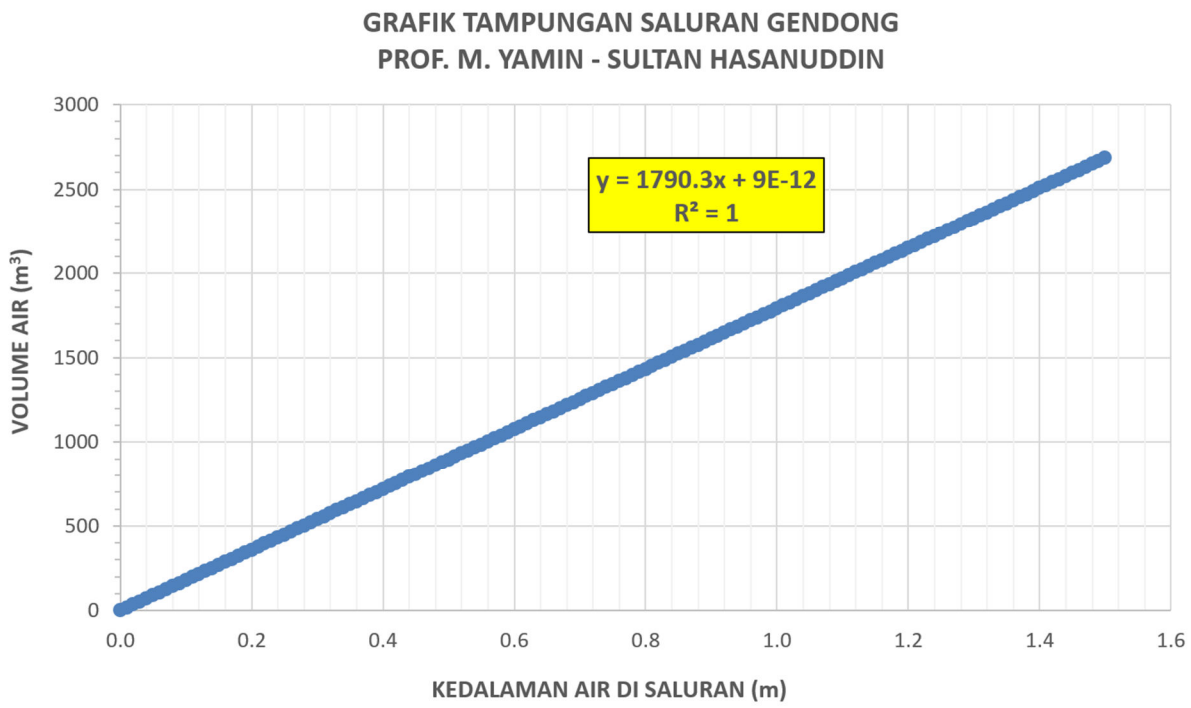
Gambar 13.49. Batasan polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanudin

Adapun batas polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanudin adalah sebagai berikut :

- Utara : Patra Dumai Hotel, Kejaksaan Negeri Dumai, Jl. Pattimura
- Timur : Jenderal Sudirman
- Barat : Sungai Dumai
- Selatan : Jl. Ahmad Yani



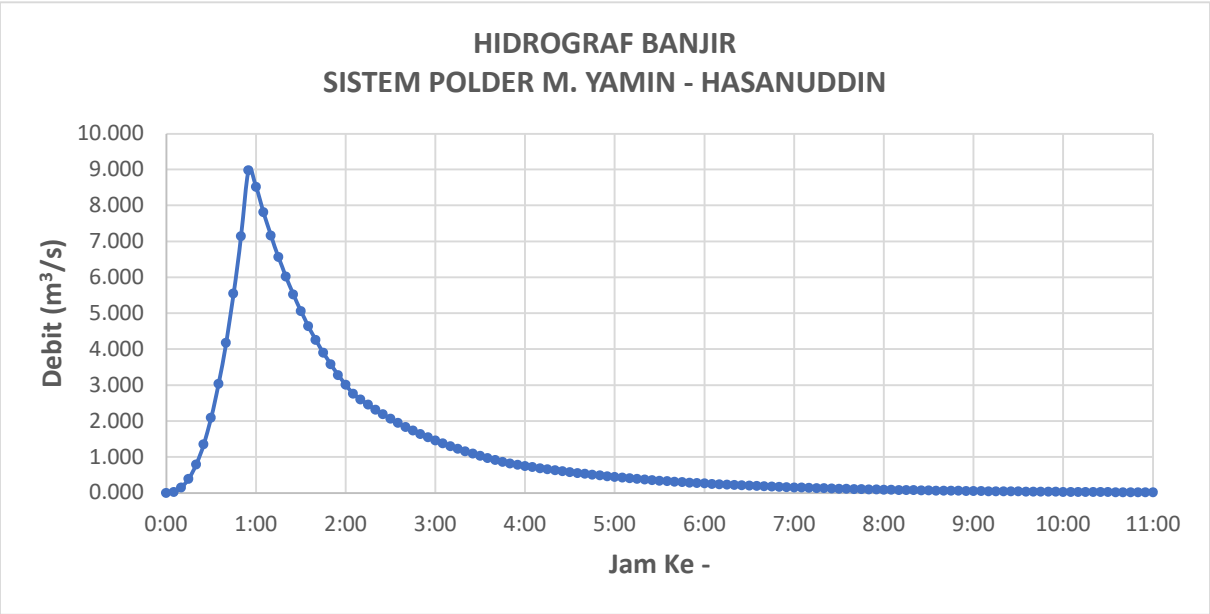
Gambar 13.50. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin



Gambar 13.51. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin

Tabel 13.20. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin

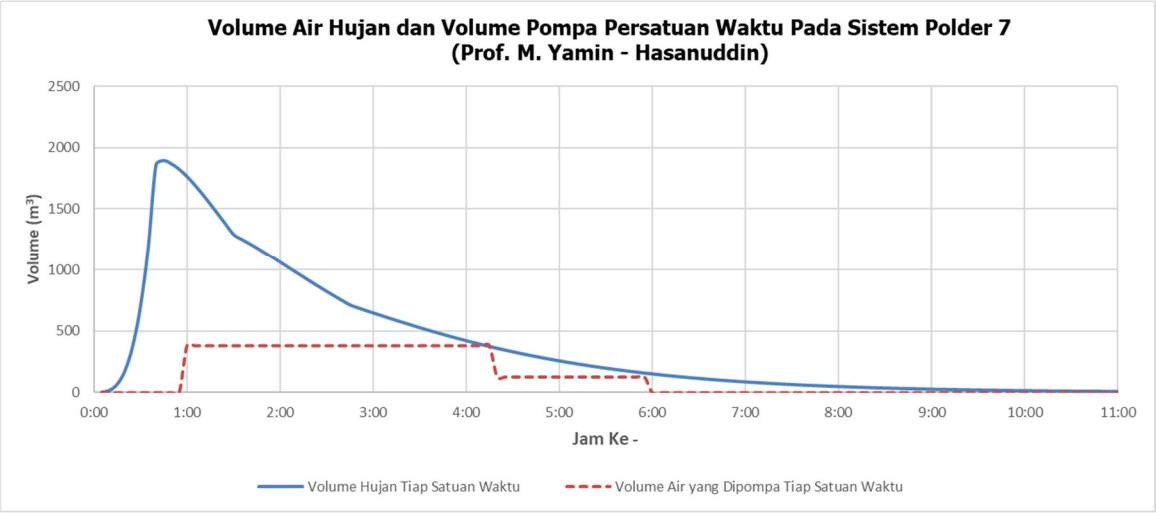
No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	145.80	0.90	0.90	0.81
2	RTH	16.20	0.10	0.30	0.03
	Jumlah	162.00	1.00		0.84



Gambar 13.52. Hydrograph Banjir di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin (Metode Nakayasu)

Tabel 13.21. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin

Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.028	0.71	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:00	8.521	2,556.24	10,032.97	0.66	0.66	9177.32	941.59	10032.97	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:05	7.813	2,539.31	12,572.27	0.74	0.74	11489.39	1066.03	12572.27	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:10	7.164	2,507.55	15,079.83	0.82	0.82	13771.46	1177.17	15079.83	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	2,355.78	5.00	Ditutup + Pompa
1:15	6.570	2,463.57	16,778.39	0.87	0.87	15316.80	1247.31	16778.39	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,054.34	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	6.024	2,409.59	18,422.99	0.92	0.92	16812.72	1311.92	18422.99	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	5,698.94	5.00	Ditutup + Pompa
1:25	5.524	2,347.60	20,005.59	0.96	0.96	18252.01	1371.45	20005.59	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	7,281.54	5.00	Ditutup + Pompa
1:30	5.065	2,279.28	21,519.87	1.00	1.00	19628.97	1426.25	21519.87	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	8,795.82	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	4.259	2,129.40	24,325.39	1.06	1.06	22179.61	1522.93	24325.39	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	11,601.34	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	3.581	1,969.48	26,815.08	1.12	1.12	24442.68	1604.17	26815.08	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	14,091.03	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	3.011	1,806.52	28,979.62	1.17	1.17	26409.92	1671.80	28979.62	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	16,255.57	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	2.606	1,693.84	30,869.04	1.21	1.21	28126.93	1728.80	30869.04	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	18,144.99	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	2.321	1,625.01	32,624.26	1.24	1.24	29721.83	1780.21	32624.26	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	19,900.21	5.00	Ditutup + Pompa
2:30	2.068	1,551.03	34,233.83	1.28	1.28	31184.28	1826.16	34233.83	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	21,509.78	5.00	Ditutup + Pompa
2:40	1.842	1,473.84	35,690.40	1.30	1.30	32507.64	1866.82	35690.40	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	22,966.35	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	1.641	1,395.02	36,989.97	1.33	1.33	33688.28	1902.41	36989.97	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	24,265.92	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	1.462	1,315.85	38,131.23	1.35	1.35	34725.05	1933.15	38131.23	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	25,407.18	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	1.302	1,237.34	39,115.02	1.37	1.37	35618.73	1959.28	39115.02	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	26,390.97	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	1.160	1,160.29	39,943.90	1.38	1.38	36371.67	1981.05	39943.90	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	27,219.85	5.00	Ditutup + Pompa
3:30	1.034	1,085.31	40,621.72	1.40	1.40	36987.37	1998.68	40621.72	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	27,897.67	5.00	Ditutup + Pompa
3:40	0.921	1,012.88	41,153.36	1.41	1.41	37470.29	2012.40	41153.36	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	28,429.31	5.00	Ditutup + Pompa
3:50	0.822	945.64	41,546.74	1.41	1.41	37827.60	2022.50	41546.74	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	28,822.69	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.754	904.82	41,846.77	1.42	1.42	38100.12	2030.17	41846.77	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	29,122.72	5.00	Ditutup + Pompa
4:10	0.691	864.25	42,065.51	1.42	1.42	38298.81	2035.75	42065.51	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	29,341.46	5.00	Ditutup + Pompa
4:20	0.634	824.19	42,458.84	1.43	1.43	38656.07	2045.74	42458.84	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	29,734.79	5.00	Ditutup + Pompa
4:25	0.607	804.40	42,625.74	1.43	1.43	38807.66	2049.96	42625.74	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	29,901.69	5.00	Ditutup + Pompa
4:30	0.581	784.81	42,773.05	1.43	1.43	38941.46	2053.69	42773.05	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,049.00	5.00	Ditutup + Pompa
4:35	0.557	765.44	42,900.99	1.44	1.44	39057.67	2056.91	42900.99	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,176.94	5.00	Ditutup + Pompa
4:40	0.533	746.30	43,009.78	1.44	1.44	39156.49	2059.65	43009.78	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,285.73	5.00	Ditutup + Pompa
4:45	0.510	727.40	43,099.68	1.44	1.44	39238.14	2061.92	43099.68	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,375.63	5.00	Ditutup + Pompa
4:50	0.489	708.76	43,170.95	1.44	1.44	39302.87	2063.71	43170.95	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,446.90	5.00	Ditutup + Pompa
4:55	0.468	690.40	43,223.85	1.44	1.44	39350.92	2065.04	43223.85	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,499.80	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.448	672.32	43,258.67	1.44	1.44	39382.54	2065.91	43258.67	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,534.62	5.00	Ditutup + Pompa
5:05	0.429	654.53	43,275.70	1.44	1.44	39398.01	2066.34	43275.70	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,551.65	5.00	Ditutup + Pompa
5:10	0.411	637.04	43,275.24	1.44	1.44	39397.59	2066.33	43275.24	0.00	Ya	2	510.00	1	127.50	637.50	30,551.19	5.00	Ditutup + Pompa
5:20	0.377	602.98	43,223.08	1.44	1.44	39350.22	2065.02	43223.08	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	30,499.03	5.00	Ditutup + Pompa
5:25	0.361	586.43	43,427.01	1.45	1.45	39535.44	2070.13	43427.01	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	30,702.96	5.00	Ditutup + Pompa
5:30	0.346	570.19	43,614.70	1.45	1.45	39705.91	2074.83	43614.70	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	30,890.65	5.00	Ditutup + Pompa
5:35	0.331	554.28	43,786.48	1.45	1.45	39861.93	2079.12	43786.48	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	31,062.43	5.00	Ditutup + Pompa
5:40	0.317	538.69	43,942.67	1.45	1.45	40003.79	2083.01	43942.67	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	31,218.62	5.00	Ditutup + Pompa
5:45	0.303	523.42	44,083.59	1.46	1.46	40131.78	2086.52	44083.59	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	31,359.54	5.00	Ditutup + Pompa
5:50	0.291	508.48	44,209.57	1.46	1.46	40246.21	2089.65	44209.57	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	31,485.52	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.278	493.87	44,320.94	1.46	1.46	40347.36	2092.42	44320.94	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	31,596.89	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.266	479.58	44,418.02	1.46	1.46	40435.53	2094.82	44418.02	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	31,693.97	0.00	Dibuka
7:00	0.158	332.59	332.59	0.08	0.08	311.55	109.31	332.59	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.094	225.95	225.95	0.06	0.06	212.30	81.13	225.95	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.056	151.10	151.10	0.04	0.04	142.38	58.59	151.10	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.033	99.80	99.80	0.03	0.03	94.28	41.24	99.80	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.020	65.26	65.26	0.02	0.02	61.77	28.35	65.26	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



Gambar 13.53. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin

Tabel 13.22. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Prof. M. Yamin – Sultan Hasanuddin

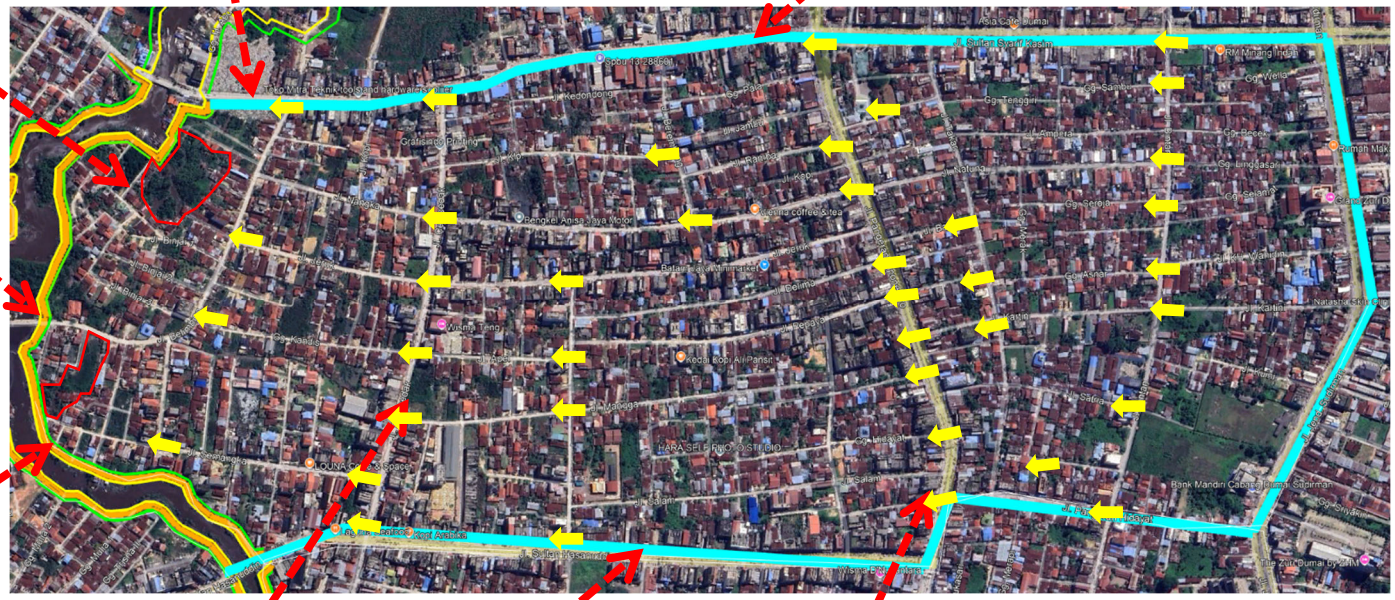
Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Lama Beroperasi (menit)	Total Lama Beroperasi (menit)
1	2	0	200
	1	200	
0.5	2	0	300
	1	300	

Kolam retensi seluas 0,87 Ha yang dilengkapi 1 pompa @ 0,5 m3/det) dan 2 pintu @ 2 m disertai penataan kawasan agar menarik untuk jogging track dsb

Peninggian jalan / trotoar pias Sultan Syarif Kasim elev min + 2,2 msl

Penutupan cross drain Pangeran Diponegoro Pattimura, Jln Bintan – Kamboja, Jln Jenderal Sudirman – Sultan Syarif Kasim, Jln. Sisingamaraja – Hang Tuah, Jln Satria – Sultan Syarif Kasim, Jln Sungai Masang – Sultan Syarif Kasim, Jln Yos Sudarso – Sultan Syarif Kasim, Jln. Air Bersih – Sultan Syarif Kasim, Kalntor Pleayanan Kekayaan Negara – Sultan Syarif Kasim agar aliran dr area polder Hasanudin- Putri Tujuh & M Yamin – Jenderal Sudirman tidak masuk

Tanggul 640 m dr sheet pile elev + 3,8 + jalan inspeksi selebar 10,5 m dari urugan tanah dengan permukaannnya ada perkeran beton setebal 25 cm + saluran gendong 1,5 x 1,5 m



Kolam retensi seluas 0,52 Ha yang dilengkapi 1 pompa @ 1 m3/det dan 2 pintu @ 2 m disertai penataan kawasan agar menarik untuk jogging track dsb

Pembuatan cross drain – cross drain agar aliran lancar dari timur ke barat sehingga alir bisa cepat masuk ke saluran gendong

Peninggian trotoar/ pedesterian /jalan Sultan Sultan Hasanudin , menjadi min +2,2, MSL (difungsikan sbg tanggul)

Penutupan cross drain Sultan Hasanudin - Pangeran Diponegoro agar aliran dr area polder Hasanudin- Pangeran Diponegoro tidak masuk ke sistem polder Sultan Syarif Kasim - Hasanudin

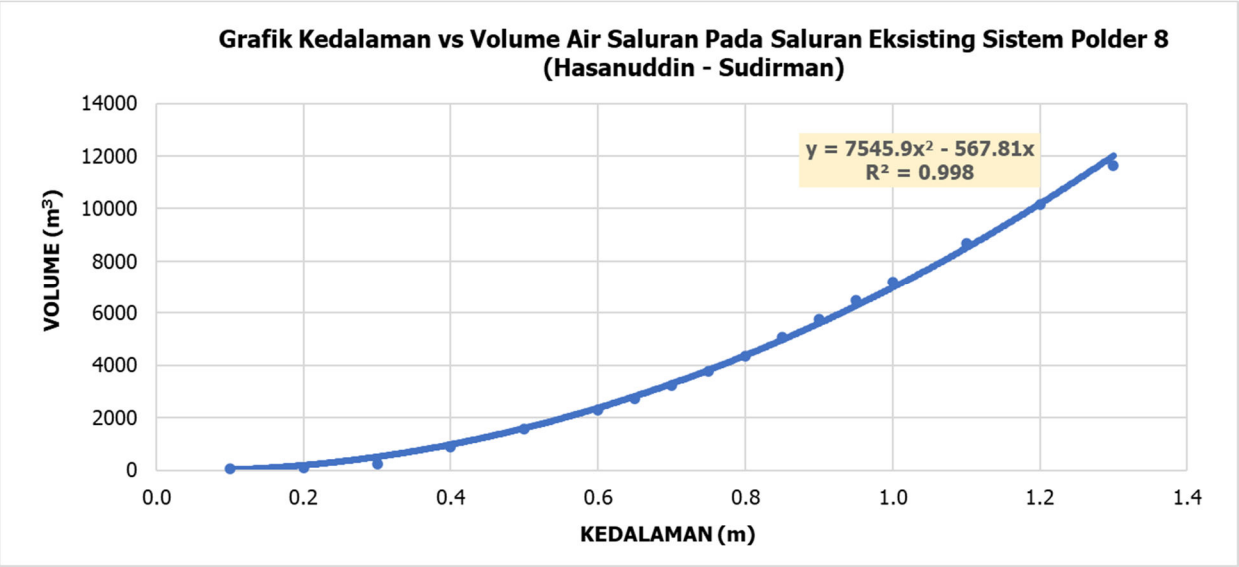
13.11 POLDER 8: SULTAN HASANUDIN – JENDERAL SUDIRMAN

Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Sultan Hasanudin – Jenderal Sudirman :

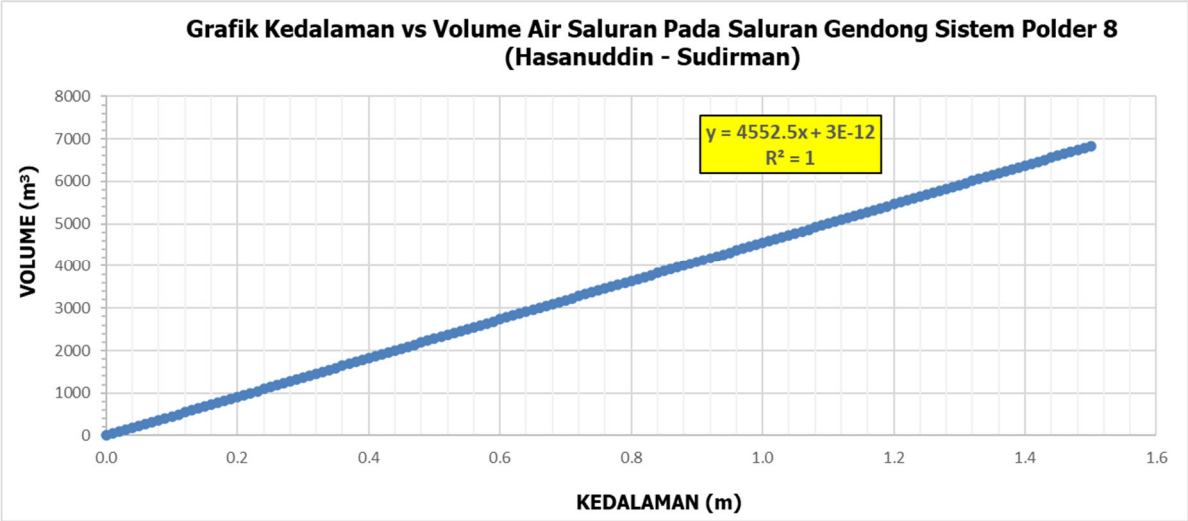
Gambar 13.54. Batasan polder Sultan Hasanudin – Jenderal Sudirman

Adapun batas polder Sultan Hasanudin – Jenderal Sudirman adalah sebagai berikut :

- Utara : Kopi Arabika, Jl. Rambutan, Jl. Takari, GKPS Dumai
- Timur : Jl. Jenderal Sudirman
- Barat : Sungai Dumai
- Selatan : Taman Bukit Gelanggang, *Dumai Islamic Centre*, Jl. Jenderal Sudirman



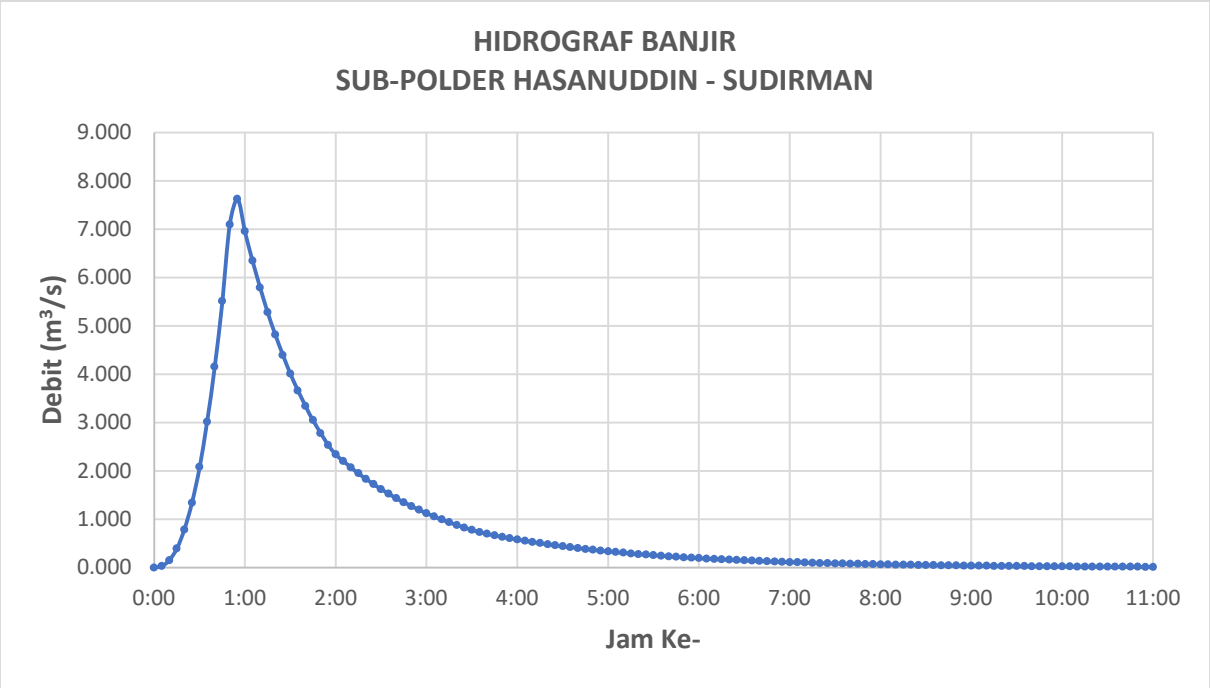
Gambar 13.55. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman



Gambar 13.56. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman

Tabel 13.23. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman

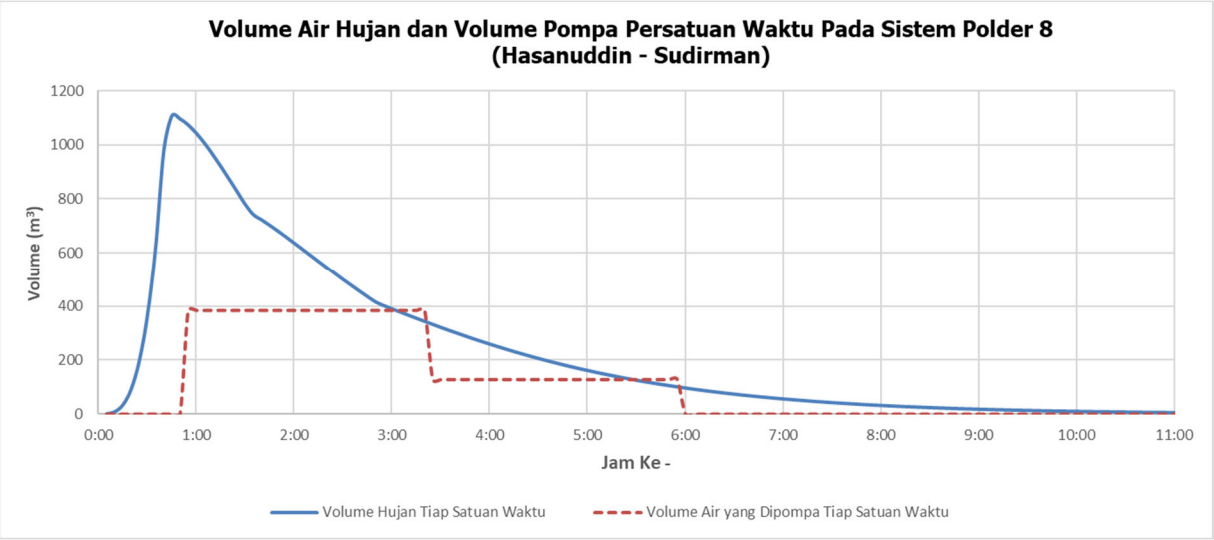
No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	86.94	0.90	0.90	0.81
2	RTH	9.66	0.10	0.30	0.03
	Jumlah	96.60	1.00		0.84



Gambar 13.57. Hydrograph Banjir di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman (Metode Nakayasu)

Tabel 13.24. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman

Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.028	0.71	0.71	0.03	0.03	93.02	70.93	0.71	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:00	6.956	2,086.89	9,152.96	0.87	0.87	12171.07	2165.22	9152.96	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
1:10	5.790	2,026.67	13,242.30	0.99	0.99	15479.34	2474.05	13242.30	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	1,936.80	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	4.820	1,928.01	15,621.44	1.05	1.05	17252.52	2626.11	15621.44	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,315.94	5.00	Ditutup + Pompa
1:30	4.012	1,805.50	17,765.93	1.10	1.10	18779.27	2750.93	17765.93	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	6,460.43	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	3.340	1,669.91	19,644.63	1.14	1.14	20070.03	2852.59	19644.63	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	8,339.13	5.00	Ditutup + Pompa
1:50	2.780	1,529.05	21,243.41	1.17	1.17	21138.49	2934.32	21243.41	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	9,937.91	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	2.341	1,404.35	22,576.22	1.20	1.20	22010.26	2999.49	22576.22	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	11,270.72	5.00	Ditutup + Pompa
2:10	2.071	1,346.25	23,768.56	1.22	1.22	22776.74	3055.74	23768.56	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	12,463.06	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	1.833	1,282.93	24,836.60	1.24	1.24	23453.30	3104.61	24836.60	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	13,531.10	5.00	Ditutup + Pompa
2:30	1.622	1,216.34	25,772.88	1.26	1.26	24039.04	3146.36	25772.88	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	14,467.38	5.00	Ditutup + Pompa
2:40	1.435	1,148.09	26,573.30	1.27	1.27	24534.61	3181.29	26573.30	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	15,267.80	5.00	Ditutup + Pompa
2:50	1.270	1,079.43	27,236.47	1.28	1.28	24941.74	3209.73	27236.47	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	15,930.97	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	1.124	1,011.37	27,763.11	1.29	1.29	25262.88	3232.00	27763.11	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	16,457.61	5.00	Ditutup + Pompa
3:05	1.057	977.81	27,975.92	1.30	1.30	25392.12	3240.92	27975.92	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	16,670.42	5.00	Ditutup + Pompa
3:10	0.994	944.67	28,155.59	1.30	1.30	25501.00	3248.42	28155.59	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	16,850.09	5.00	Ditutup + Pompa
3:15	0.935	912.03	28,557.62	1.31	1.31	25743.85	3265.09	28557.62	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	17,252.12	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	0.880	879.93	28,927.55	1.31	1.31	25966.39	3280.29	28927.55	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	17,622.05	5.00	Ditutup + Pompa
3:25	0.828	848.43	29,265.98	1.32	1.32	26169.22	3294.09	29265.98	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	17,960.48	5.00	Ditutup + Pompa
3:30	0.779	817.58	29,573.56	1.32	1.32	26352.93	3306.55	29573.56	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	18,268.06	5.00	Ditutup + Pompa
3:35	0.732	787.39	29,850.95	1.33	1.33	26518.11	3317.71	29850.95	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	18,545.45	5.00	Ditutup + Pompa
3:40	0.696	765.84	30,106.79	1.33	1.33	26670.05	3327.95	30106.79	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	18,801.29	5.00	Ditutup + Pompa
3:45	0.665	748.14	30,344.93	1.33	1.33	26811.11	3337.43	30344.93	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	19,039.43	5.00	Ditutup + Pompa
3:50	0.635	730.49	30,565.42	1.34	1.34	26941.42	3346.16	30565.42	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	19,259.92	5.00	Ditutup + Pompa
3:55	0.607	712.91	30,768.34	1.34	1.34	27061.09	3354.17	30768.34	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	19,462.84	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.580	695.45	30,953.78	1.34	1.34	27170.24	3361.45	30953.78	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	19,648.28	5.00	Ditutup + Pompa
4:05	0.554	678.11	31,121.90	1.35	1.35	27269.02	3368.03	31121.90	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	19,816.40	5.00	Ditutup + Pompa
4:10	0.529	660.94	31,272.84	1.35	1.35	27357.57	3373.92	31272.84	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	19,967.34	5.00	Ditutup + Pompa
4:15	0.505	643.94	31,661.78	1.35	1.35	27585.15	3389.00	31661.78	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	20,356.28	5.00	Ditutup + Pompa
4:20	0.482	627.14	32,033.91	1.36	1.36	27802.09	3403.33	32033.91	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	20,728.41	5.00	Ditutup + Pompa
4:25	0.461	610.55	32,389.46	1.37	1.37	28008.64	3416.92	32389.46	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	21,083.96	5.00	Ditutup + Pompa
4:30	0.440	594.18	32,728.64	1.37	1.37	28205.05	3429.79	32728.64	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	21,423.14	5.00	Ditutup + Pompa
4:40	0.402	562.19	33,358.90	1.38	1.38	28568.35	3453.49	33358.90	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	22,053.40	5.00	Ditutup + Pompa
4:50	0.366	531.24	33,926.72	1.39	1.39	28893.87	3474.60	33926.72	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	22,621.22	5.00	Ditutup + Pompa
4:55	0.350	516.18	34,187.89	1.39	1.39	29043.04	3484.23	34187.89	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	22,882.39	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.334	501.40	34,434.29	1.40	1.40	29183.45	3493.27	34434.29	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	23,128.79	5.00	Ditutup + Pompa
5:10	0.305	472.71	34,883.90	1.40	1.40	29438.87	3509.67	34883.90	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	23,578.40	5.00	Ditutup + Pompa
5:15	0.291	458.80	35,087.70	1.41	1.41	29554.32	3517.06	35087.70	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	23,782.20	5.00	Ditutup + Pompa
5:20	0.278	445.19	35,277.89	1.41	1.41	29661.87	3523.93	35277.89	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	23,972.39	5.00	Ditutup + Pompa
5:30	0.254	418.87	35,618.65	1.41	1.41	29854.13	3536.18	35618.65	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	24,313.15	5.00	Ditutup + Pompa
5:40	0.232	393.74	35,908.54	1.42	1.42	30017.25	3546.54	35908.54	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	24,603.04	5.00	Ditutup + Pompa
5:50	0.211	369.80	36,149.97	1.42	1.42	30152.79	3555.13	36149.97	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	24,844.47	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.202	358.27	36,253.24	1.42	1.42	30210.69	3558.80	36253.24	0.00	Ya	0	-	2	255.00	255.00	24,947.74	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.193	347.03	36,345.28	1.42	1.42	30262.24	3562.06	36345.28	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	25,039.78	0.00	Dibuka
7:00	0.111	233.52	233.52	0.23	0.23	1353.62	575.90	233.52	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.064	153.93	153.93	0.20	0.20	1082.53	495.45	153.93	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.037	99.88	99.88	0.17	0.17	863.57	423.83	99.88	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.021	64.01	64.01	0.14	0.14	688.71	360.94	64.01	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.012	40.61	40.61	0.12	0.12	549.93	306.27	40.61	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



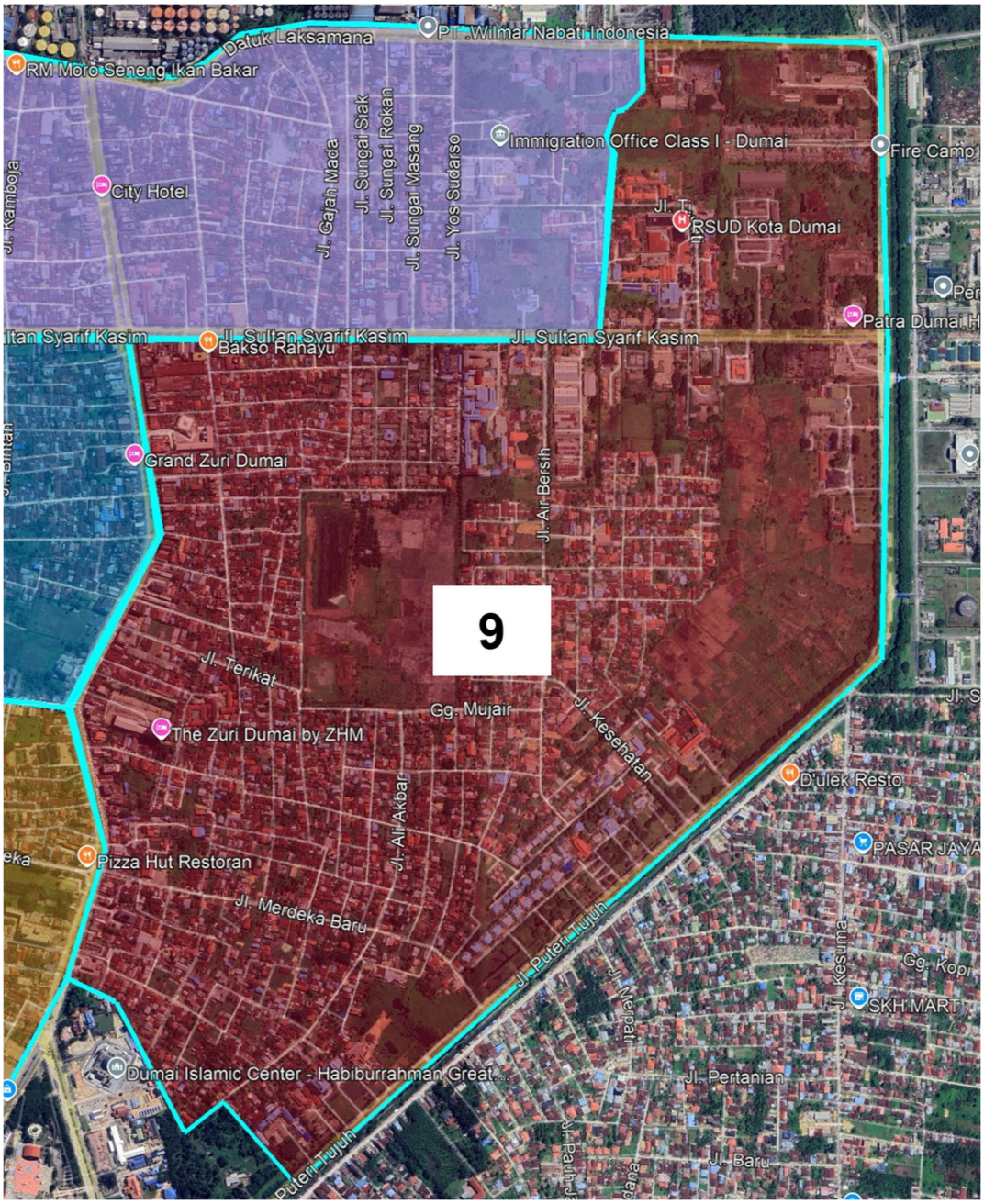
Gambar 13.58. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman

Tabel 13.25. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Lama Beroperasi (menit)	Total Lama Beroperasi (menit)
1	2	0	150
	1	150	
0.5	2	0	305
	1	305	

Gambar 13.59. Berbagai hal yang harus dilakukan untuk menunjang sistem polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman

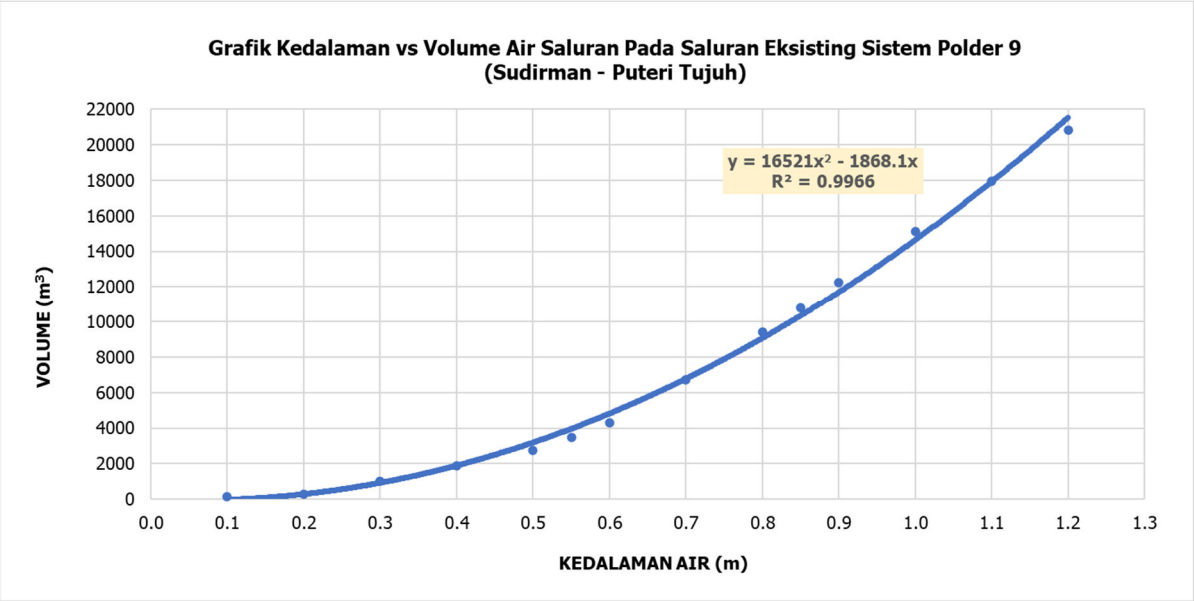
13.12 POLDER 9 : JENDERAL SUDIRMAN – PUTRI TUJUH



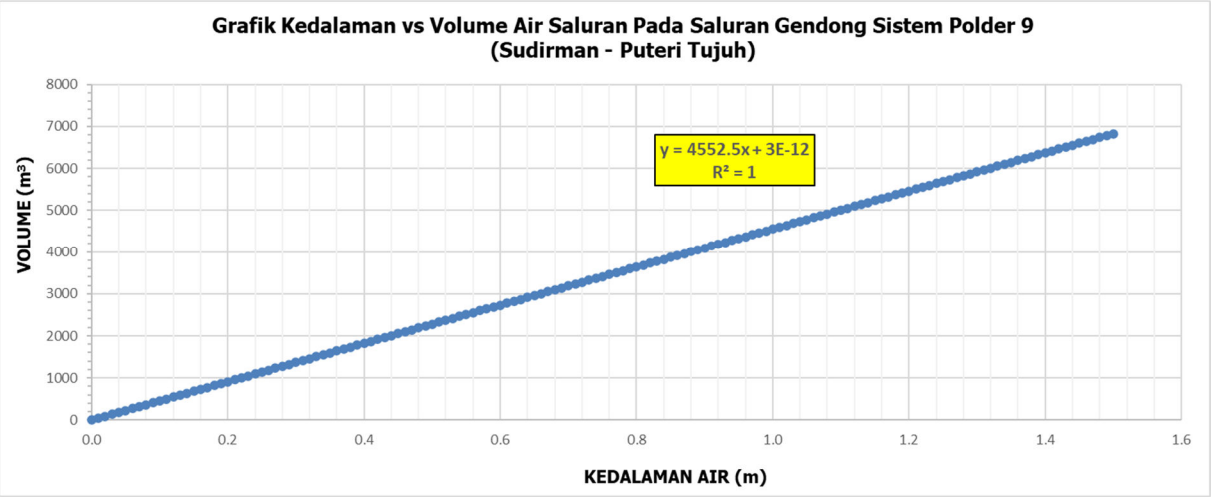
Gambar 13.60. Batasan Polder Jendral Sudirman – Puteri Tujuh

Adapun batas polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh adalah sebagai berikut :

- Utara : Pelabuhan Penumpang Dumai
- Timur : Pertamina Refinery Unit II, Kelurahan Jaya Mukti
- Barat : Kelurahan Bintan
- Selatan : Kelurahan Bumi Ayu, Kelurahan Bukit Batrem



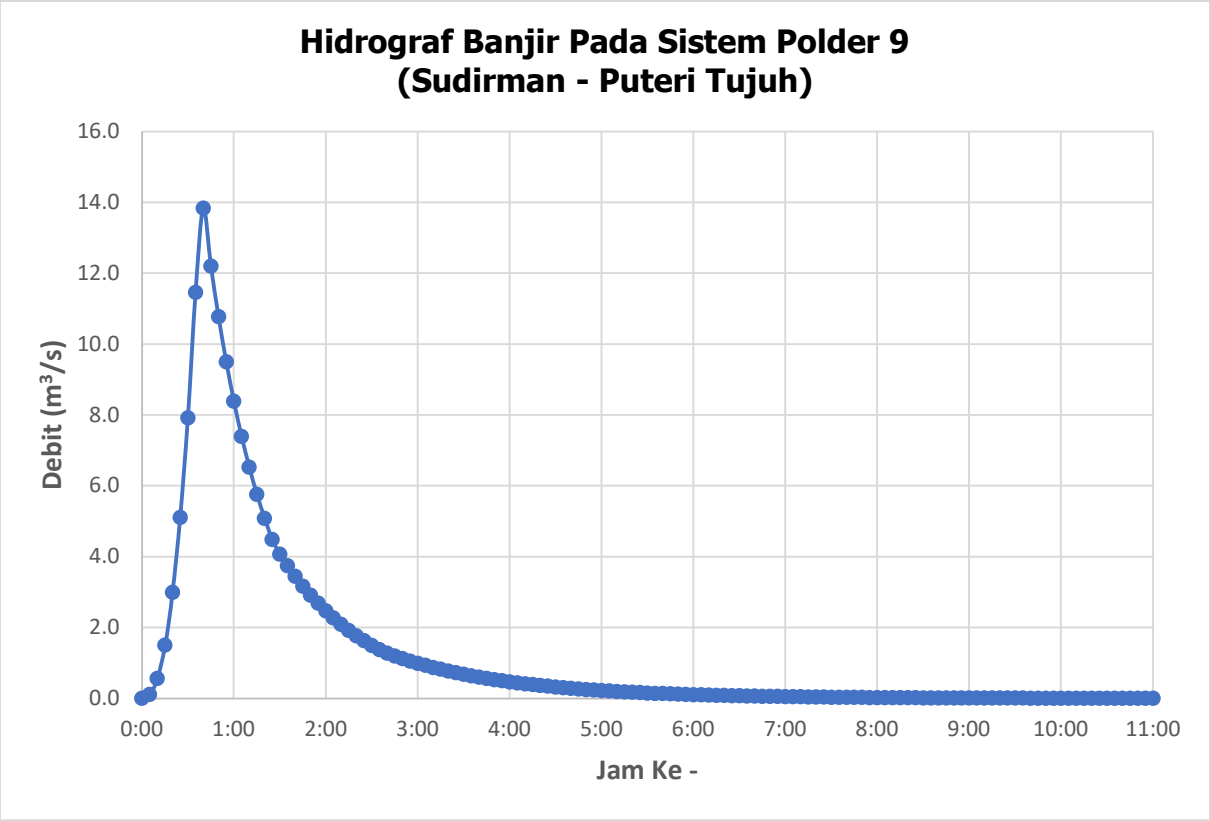
Gambar 13.61. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Saluran Drainase Eksisting di DTA Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh



Gambar 13.62. Fungsi Kedalaman Air vs Volume Tampungan Pada Rencana Saluran Gendong di DTA Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh

Tabel 13.26. Perhitungan Koefisien Limpasan di Area Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh

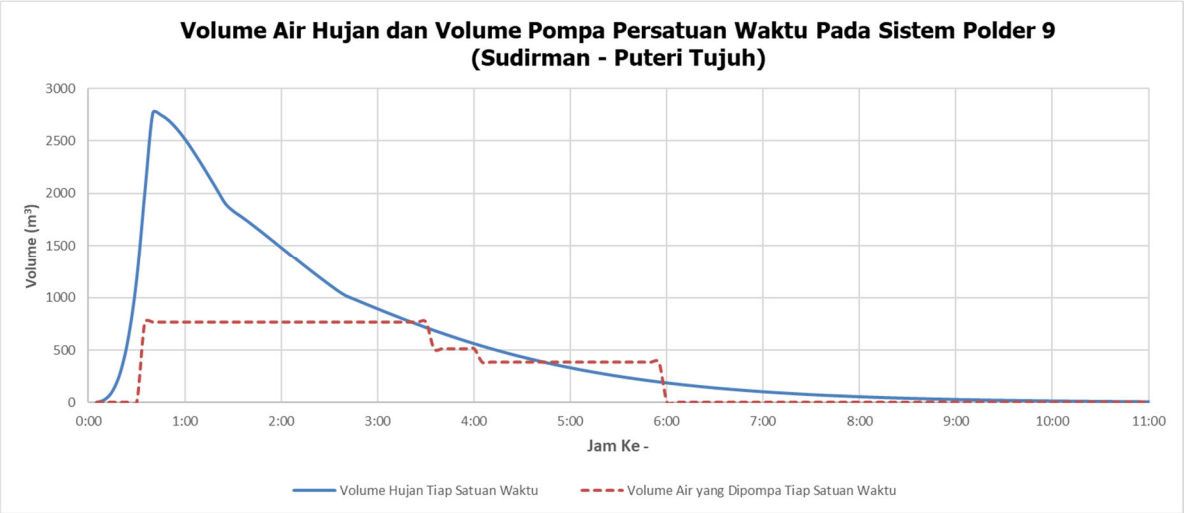
No	Land Use	Luas (ha)	Prosentase	C	Proporsi C
1	Pemukiman	186.20	0.70	0.90	0.63
2	RTH	79.80	0.30	0.30	0.09
	Jumlah	266.00	1.00		0.72



Gambar 13.63. Hydrograph Banjir di DTA Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh (Metode Nakayasu)

Tabel 13.27. Simulasi Perhitungan Kebutuhan Pompa di DTA Polder Sultan Hasanuddin – Jenderal Sudirman

Waktu	Debit	Volume Tiap Waktu	Vol Akumulasi Air Banjir	Elevasi Air		Volume Saluran		Volume Air Total di Tampungan	Estimasi Volume Banjir	Butuh Pompa?	Kapasitas Pompa (m3/det)				Vol yg Dipompa	Selisih Volume ($V_{air\ total}$ - $V_{H=0.75m}$)	Perkiraan Lama Pompa	Kondisi Pintu
				Sal. Eksisting	Gendong	Sal. Eksisting	Gendong				Jml	1	Jml	0.5				
(Jam)	(m3/det)	(m3)	(m3)	m	m	Vol (m3)	Vol (m3)	(m3)	(m3)	Ya/Tidak	buah	m3/det	buah	m3/det	(m3)	(m3)	(Menit)	
0:00	0.000																	
0:05	0.107	2.68	2.68	0.13	0.13	23.78	463.32	2.68	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:10	0.567	28.34	31.02	0.14	0.14	54.21	517.04	31.02	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:15	1.500	112.47	143.49	0.18	0.18	172.26	669.89	143.49	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:20	2.991	299.12	442.61	0.26	0.26	479.53	929.54	442.61	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:25	5.110	638.75	1,081.36	0.35	0.35	1126.78	1289.06	1081.36	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:30	7.915	1,187.27	2,268.63	0.48	0.48	2320.21	1745.69	2268.63	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Ditutup
0:35	11.459	2,005.25	4,273.88	0.63	0.63	4325.96	2299.68	4273.88	0.00	Tidak	2	510.00	2	255.00	765.00	0.00	0.00	Ditutup
0:40	13.835	2,766.99	6,275.87	0.75	0.75	6323.01	2733.37	6275.87	0.00	Tidak	2	510.00	2	255.00	765.00	0.00	0.00	Ditutup
0:45	12.207	2,746.57	8,257.44	0.85	0.85	8296.79	3098.82	8257.44	0.00	Tidak	2	510.00	2	255.00	765.00	0.00	0.00	Ditutup
0:50	10.771	2,692.65	10,185.09	0.94	0.94	10215.02	3414.34	10185.09	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	1,140.00	5.00	Ditutup + Pompa
0:55	9.503	2,613.38	12,033.48	1.01	1.01	12053.16	3689.98	12033.48	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	2,988.39	5.00	Ditutup + Pompa
1:00	8.385	2,515.49	13,783.97	1.08	1.08	13793.08	3932.15	13783.97	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	4,738.88	5.00	Ditutup + Pompa
1:20	5.082	2,032.75	19,605.74	1.27	1.27	19575.39	4643.02	19605.74	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	10,560.65	5.00	Ditutup + Pompa
1:40	3.446	1,722.87	23,785.71	1.40	1.40	23724.12	5089.71	23785.71	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	14,740.62	5.00	Ditutup + Pompa
2:00	2.468	1,480.64	27,016.77	1.49	1.49	26929.84	5408.67	27016.77	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	17,971.68	5.00	Ditutup + Pompa
2:20	1.767	1,237.12	29,266.93	1.50	1.50	27496.08	5463.00	29266.93	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	20,221.84	5.00	Ditutup + Pompa
2:40	1.273	1,018.13	30,591.78	1.50	1.50	27496.08	5463.00	30591.78	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	21,546.69	5.00	Ditutup + Pompa
3:00	0.991	891.70	31,287.13	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31287.13	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	22,242.04	5.00	Ditutup + Pompa
3:20	0.771	771.33	31,490.42	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31490.42	0.00	Ya	2	510.00	2	255.00	765.00	22,445.33	5.00	Ditutup + Pompa
3:40	0.600	660.53	31,490.40	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31490.40	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	22,445.31	5.00	Ditutup + Pompa
4:00	0.467	560.97	31,839.99	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31839.99	0.00	Ya	1	255.00	2	255.00	510.00	22,794.90	5.00	Ditutup + Pompa
4:20	0.364	473.12	32,203.10	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32203.10	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,158.01	5.00	Ditutup + Pompa
4:40	0.283	396.66	32,370.94	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32370.94	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,325.85	5.00	Ditutup + Pompa
4:45	0.266	379.24	32,367.68	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32367.68	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,322.59	5.00	Ditutup + Pompa
4:50	0.250	362.48	32,347.66	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32347.66	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,302.57	5.00	Ditutup + Pompa
4:55	0.235	346.36	32,311.52	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32311.52	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,266.43	5.00	Ditutup + Pompa
5:00	0.221	330.86	32,259.88	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32259.88	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,214.79	5.00	Ditutup + Pompa
5:05	0.207	315.96	32,193.34	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32193.34	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,148.25	5.00	Ditutup + Pompa
5:10	0.195	301.65	32,112.49	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32112.49	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	23,067.40	5.00	Ditutup + Pompa
5:15	0.183	287.92	32,017.91	1.50	1.50	27496.08	5463.00	32017.91	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	22,972.82	5.00	Ditutup + Pompa
5:20	0.172	274.74	31,910.16	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31910.16	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	22,865.07	5.00	Ditutup + Pompa
5:25	0.161	262.11	31,789.76	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31789.76	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	22,744.67	5.00	Ditutup + Pompa
5:30	0.152	249.99	31,657.25	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31657.25	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	22,612.16	5.00	Ditutup + Pompa
5:35	0.142	238.38	31,513.13	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31513.13	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	22,468.04	5.00	Ditutup + Pompa
5:40	0.134	227.26	31,357.89	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31357.89	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	22,312.80	5.00	Ditutup + Pompa
5:45	0.126	216.61	31,192.00	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31192.00	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	22,146.91	5.00	Ditutup + Pompa
5:50	0.118	206.41	31,015.91	1.50	1.50	27496.08	5463.00	31015.91	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	21,970.82	5.00	Ditutup + Pompa
5:55	0.111	196.66	30,830.07	1.50	1.50	27496.08	5463.00	30830.07	0.00	Ya	1	255.00	1	127.50	382.50	21,784.98	5.00	Ditutup + Pompa
6:00	0.104	187.33	30,634.90	1.50	1.50	27496.08	5463.00	30634.90	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	21,589.81	0.00	Dibuka
7:00	0.049	103.12	103.12	0.17	0.17	130.20	621.92	103.12	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
8:00	0.023	55.61	55.61	0.15	0.15	80.30	556.60	55.61	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
9:00	0.011	29.52	29.52	0.14	0.14	52.61	514.44	29.52	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
10:00	0.005	15.47	15.47	0.13	0.13	37.58	488.94	15.47	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka
11:00	0.002	8.03	8.03	0.13	0.13	29.56	474.36	8.03	0.00	Tidak	0	-	0	-	0.00	0.00	0.00	Dibuka



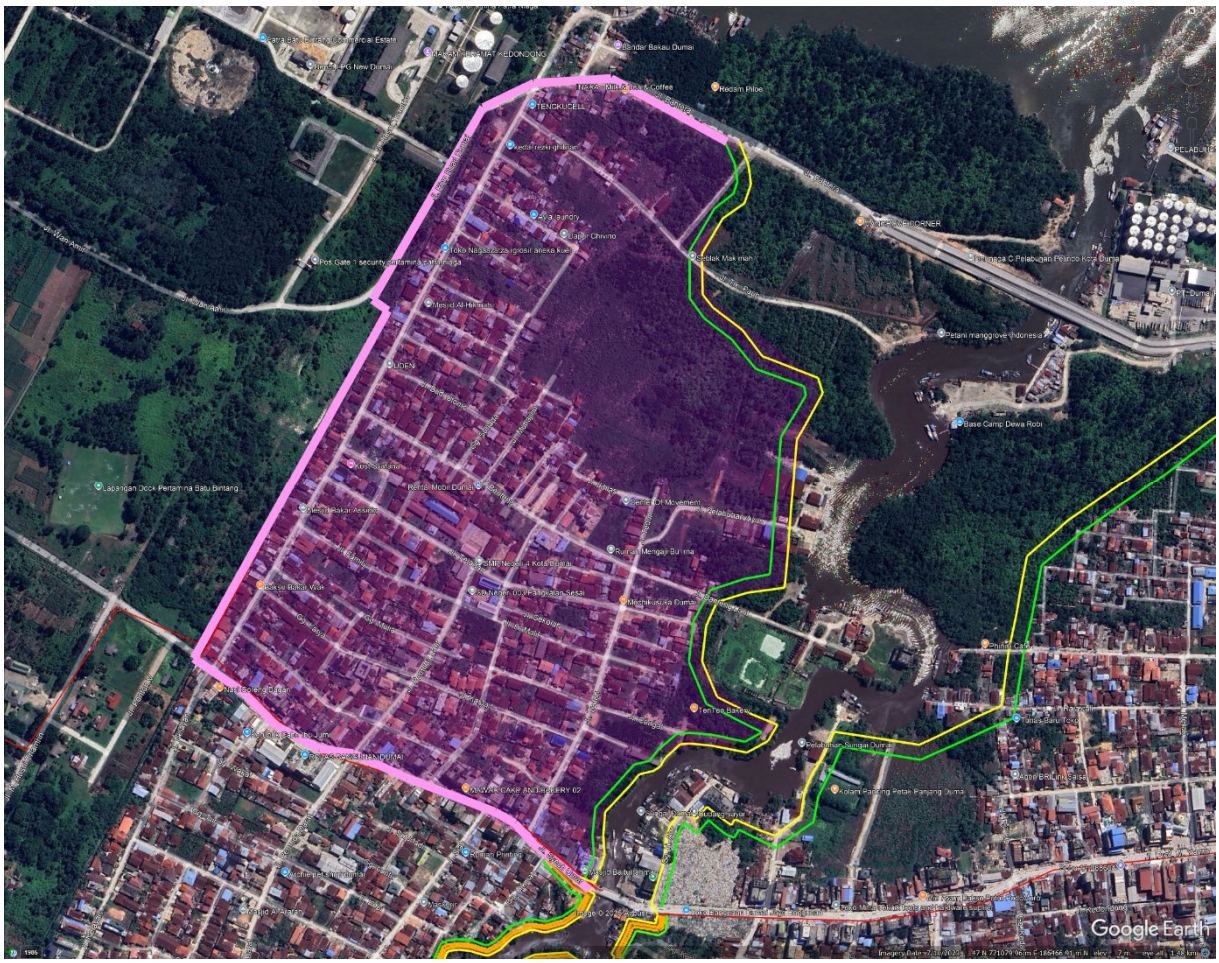
Gambar 13.64. Volume Hujan vs Volume Pompa Pada Sistem Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh

Tabel 13.28. Jumlah dan Durasi Operasi Pompa Berdasarkan Simulasi Pada Sistem Polder Jenderal Sudirman – Puteri Tujuh

Kapasitas Pompa (m^3/s)	Jumlah Pompa (buah)	Durasi Beroperasi (menit)	Total Durasi Beroperasi (menit)
1	2	180	325
	1	145	
0.5	2	210	325
	1	115	

13.13 POLDER 10 : BAHTERA – SYEIKH UMAR

Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Bahtera – Syeikh Umar



Gambar 13.65. Batasan Polder Bahtera - Syeikh Umar

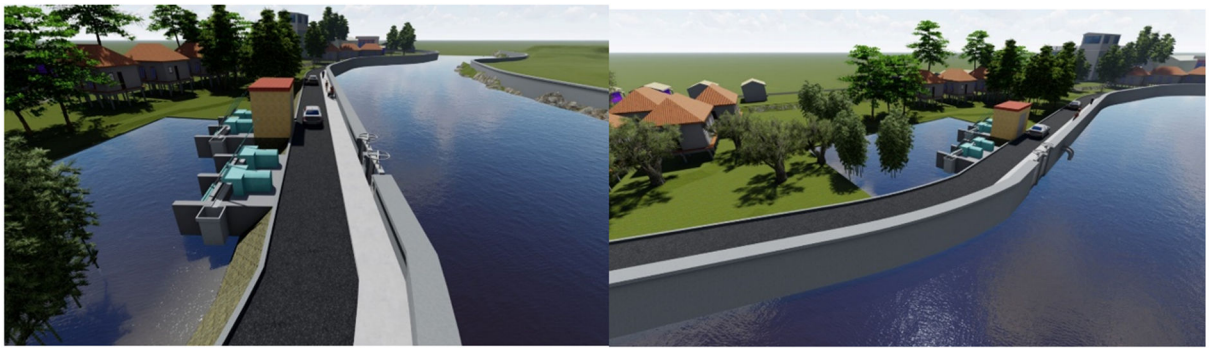
Adapun batas Polder Bahtera - Syeikh Umar adalah sebagai berikut :

- Utara : Hutan Bakau dan Depot LPG New Dumai
- Timur : Sungai Dumai
- Barat : Lapangan Dock Pertamina Batu Bintang Dumai dan Jalan. Cut Nyak Dien
- Selatan : Jalan. Siak, Jalan. Nelayan, Jalan. Pemuda Darat

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan tampungannya disampaikan dalam lampiran. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini.

13.14 PENGENDALIAN DAERAH TANJUNG PALAS

Gambar 13.66. Trase Tanggul pada Muara Sungai Dumai Versi Kedua



Gambar 13.67. Trase Tanggul pada Muara Sungai Dumai Versi Kedua

Gambar 13.68. Ilustrasi saat kolam retensi penuh dengan air, dimana rumah-rumah sekitar karena rumah panggung tidak terendam air

13.15 POLDER 1 : BAHTERA – SYEIKH UMAR

Berikut adalah gambaran batasan polder daerah Bahtera – Syeikh Umar

Gambar 13.69. Batasan Polder Bahtera - Syeikh Umar

Adapun batas Polder Bahtera - Syeikh Umar adalah sebagai berikut :

- Utara : Hutan Bakau dan Depot LPG New Dumai
- Timur : Sungai Dumai
- Barat : Lapangan Dock Pertamina Batu Bintang Dumai dan Jalan. Cut Nyak Dien
- Selatan : Jalan. Siak, Jalan. Nelayan, Jalan. Pemuda Darat

Di area polder ini memiliki saluran primer, sekunder serta tersier. Nama-nama saluran dan dimensi serta perhitungan tampungannya disampaikan dalam lampiran. Berikut adalah grafik hasil perhitungan total tampungan saluran primer dan sekunder yang ada di area polder ini.

BAB 14
ANALISIS SOSIAL

14.1 BANYAKNYA PEMUKIMAN DI SEKITAR SUNGAI DUMAI

Permukiman warga di daerah sempadan sungai Dumai menjadi masalah yang pelik yang harus di selesaikan. Pemukiman tidak hanya di bantaran sungai , tetapi beberapa pemukiman masuk menjorok ke badan sungai Dumai.

Sungai Dumai adalah sungai yang berada di tengah kota perkotaan di Kota Dumai. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015, pasal 4 ayat 2 huruf a menyatakan garis sempadan sungai dibagi berdasarkan beberapa kondisi dimana untuk Kota Dumai termasuk sungai tidak bertanggul di dalam kawasan perkotaan :Pasal tersebut lebih diperinci dalam Pasal 5 menyatakan bahwa Garis sempadan pada sungai tidak bertanggul di dalam kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (2) huruf a, ditentukan:

a. Paling sedikit berjarak 10 (sepuluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 (tiga) meter;
b. Paling sedikit berjarak 15 (lima belas) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 3 (tiga) meter sampai dengan 20 (dua puluh) meter; dan
c. Paling sedikit berjarak 30 (tiga puluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai lebih dari 20 (dua puluh) meter.

Menurut Pasal 10 Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015, Penentuan garis sempadan sungai yang terpengaruh pasang air laut sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (2) huruf e, dilakukan dengan cara yang sama dengan penentuan garis sempadan sungai sesuai Pasal 5, Pasal 6, Pasal 7, dan Pasal 8 yang diukur dari tepi muka air pasang rata-rata. Untuk kondisi Sungai Dumai yang mempunyai kedalaman sungai 3 m – 20 m, maka batas sempadan sungai dipilih 15 m yang dihitung dari MHWL.

Dalam Pasal 20, ayat 2 Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015 menyatakan bahwa sempadan sungai hanya dapat dimanfaatkan secara terbatas untuk :

a. Bangunan prasarana sumber daya air;
b. Fasilitas jembatan dan dermaga;
c. Jalur pipa gas dan air minum;
d. Rentangan kabel listrik dan telekomunikasi;
e. Kegiatan lain sepanjang tidak mengganggu fungsi sungai, antara lain kegiatan menanam tanaman sayur-mayur; dan bangunan ketenagalistrikan.

Sedangkan dalam Pasal 22 Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015, Pemanfaatan Daerah Sempadan Dalam hal di dalam sempadan sungai terdapat tanggul untuk kepentingan pengendali banjir, maka perlindungan badan tanggul dilakukan dengan larangan:

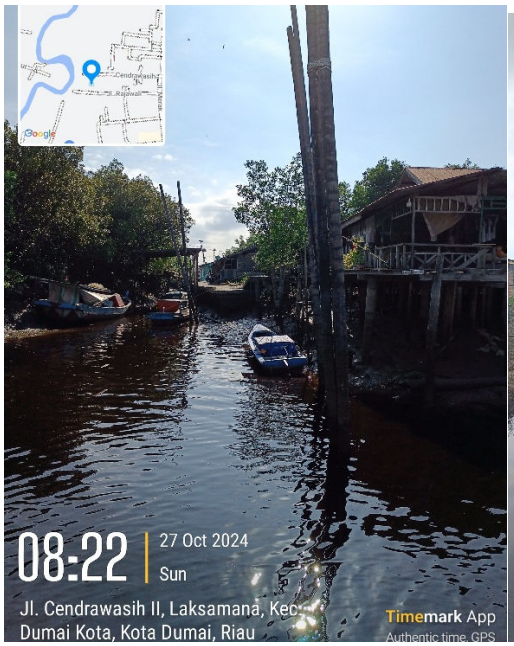
a. Menanam tanaman selain rumput;
b. Mendirikan bangunan; dan
c. Mengurangi dimensi tanggul.

Dengan demikian, selebar 15 m tidak boleh ada bangunan lain selain hal di atas. Untuk Sungai Dumai, direncanakan relokasi atau ganti rugi terhadap bangunan yang ada selebar 15 m di sepanjang Sungai Dumai dengan tujuan untuk kemudahan Pembangunan tanggul dari sheet pile dan jalan inspeksi nantinya setelah tanggul tersebut jadi.

Gambar 14.1. Ilustrasi kriteria penetapan garis sempadan sungaai berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015

Berdasarkan survey yang dilakukan dengan wawancara, ada beberapa kriteria terkait dengan pengguna lahan tersebut :

- Memang memiliki sertifikat hak milik
- Diijinkan pada waktu dulu untuk menggunakan lahan di bantaran sungai, akan tetapi tidak memiliki sertifikat hak milik
- Liar, hanya melihat ada kesempatan penggunaan lahan di sekitar sempadan bahkan masuk ke badan sungai dengan membuat rumah panggung dan sebagian dengan mereklamasi badan sungai.



Gambar 14.2. Gambar Beberapa contoh bangunan yang berada di daerah sempadan Sungai Dumai

Dengan padatnya rumah dipinggir sungai Dumai menyebabkan penanganan Sungai Dumai akan susah dilakukan. Untuk itu diperllukan dikembalikannya sempadan sungai Dumai yang nantinya dapat digunakan sebagai jalan akses saat proses pembangunan tanggul dan jalan inspeksi untuk perawatan tanggul tersebut setelah selesai dibangun.

Gambar 14.3. Warga menguruk badan Sungai untuk rumahnya

Gambar 14.4. Warga membangun rumahnya di badan Sungai Dumai

14.2 BANYAKNYA KEGIATAN PEREKONOMIAN DI SEKITAR SUNGAI DUMAI

Kegiatan perekonomian di sungai Dumai adalah sungai Dumai dijadikan sebagai dermaga beberapa kegiatan pengangkutan barang maupun orang. Destinasi menuju ke Pulau Rupat, memancing , penjemputan kru kapal yang turun ke darat (pesiar) karena suatu hal, perdagangan, dan lain-lain.

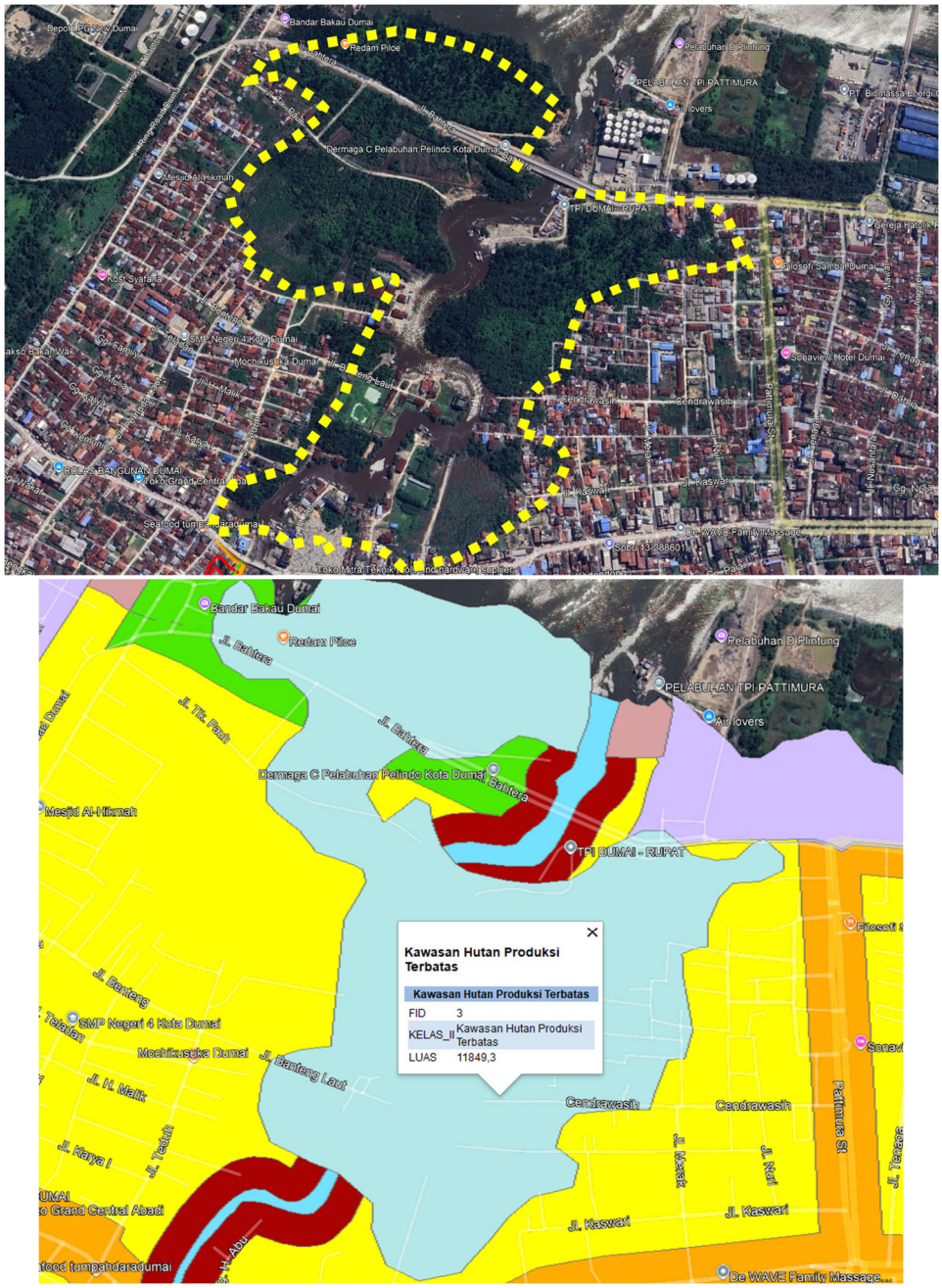
Kegiatan ini tidak menjadi masalah sepanjang penataan tata ruang sungai cukup baik sehingga tidak menjorok ke tengah sungai yang mengakibatkan mengganggu aliran sungai.

Gambar 14.5. Contoh kegiatan perekonomian yang ada di Sungai Dumai sebagai sarana tambat sarana transportasi laut untuk penumpang dan barang

Gambar 14.6. Banyak dermaga di Sungai Dumai untuk fasilitas tambat tranportasi air barang dan penumpang. Menurut PerMen PUPR RI Nomor 28/PRT/M/2015, dermaga boleh di sungai, yang tidak boleh adalah reklamasi yang menunjang kepelabuhanan yang masuk ke badan sungai

14.3 DAERAH MUARA TERDAPAT HPT (HUTAN PRODUKSI TERBATAS)

Sebagaimana dijelaskan di awal, maka dalam membuat sistem polder maka daerah daratan yang ingin dilindungi dari pengaruh genangan air laut harus di tanggul. Kondisi di Sungai Dumai bagian muara, terdapat Hutan Produksi Terbatas (HPT) dimana tanamannya adalah bakau. HPT ini berada di lahan milik Pelindo.



Gambar 14.7. Kawasan Hutan Produksi Terbatas di sekitar muara sungai

Gambar 14.8. Lahan HPT di sekitar muara Sungai Dumai milik Pelindo

Dengan kondisi ini, maka akan sulit untuk merencanakan tanggul berada di sepnjang Sungai Dumai. Ada 2 skenario penanggulan untuk lokasi ini :

1. Jika tanggul berada di sepanjang alur sungai Dumai, kemungkinan bakau yang berada di belakang tanggul akan mati karena tidak mendapat suplai air laut, dimana bakau mensyaratkan air laut sebagai bagian kebutuhannya.

Gambar 14.9. Lahan HPT di sekitar muara Sungai Dumai milik Pelindo

2. Jika tanggul menyusuri batas luar kawasan HPT, maka tanggul akan relatif panjang sehingga biaya konstruksi akan semakin mahal. Untuk kindisi ini, maka tanaman bakau eksisitong akan tetap hidup karena bakau akan mendapatkan suplai air asin yang masuk dari sungai Dumai.

Gambar 14.10. Lahan HPT di sekitar muara Sungai Dumai milik Pelindo

14.4 MASYARAKAT MEMBUANG SAMPAH SEMBARANGAN

Masyarakat membang sampah sembarangan ke saluran maupun ke sungai. Membuang sampah sembarangan akan mengakibatkan pendangkalan di sungai maupun di saluran. Akibatnya adalah aliran tidak lancar sehingga kapasitas saluran maupun sungai akan berkurang atau tidak sesuai dengan kapasitas rencana. Untuk itu penting dilakukan kegiatan :

- Melakukan edukasi pada masyarakat agar tidak membuang sampah sembarangan. Edukasi ini perlu dilakukan sejak dibangku sekolah dasar.
- Membuat peraturan perlunya denda bagi masyarakat yang kedapatan membuang sampah sembarangan.

- Perlu diaktifkan semangat gotong royong di setiap lingkungan pemukiman untuk bisa membersihkan saluran. Apabila di perumahan dapat dibuat semacam iuran tetap untuk permasalahan sampah ini.
- Membuat peraturan untuk setiap mall atau mini market tidak menyediakan kantong belanja. Konsumen harus membawa kantong belanjanya sendiri aga rdapat mengurangi sampah.
- Tempat sampah diperlukan secara masif diletakkan di berbagai tempat keramaian sehingga masyarakat mudah membuang sampah pada tempatnya.
- Dinas yang terkait dengan kebersihan kota harus secara reguler dapat mengambil sampah di TPS (Tempat Penampungan Sementara) untuk dibuang ke TPA (tempat Pembuangan Akhir).
- Dinas terkait harus secara reguler membersihkan saluran drainase yang ada.

Gambar 14.11. Sampah di buang sembarangan di Sungai Dumai

Gambar 14.12. Masyarakat membuang sampah di saluran drainase dan saluran ada kabel dsb

14.5 KETERSEDIAAN DATA

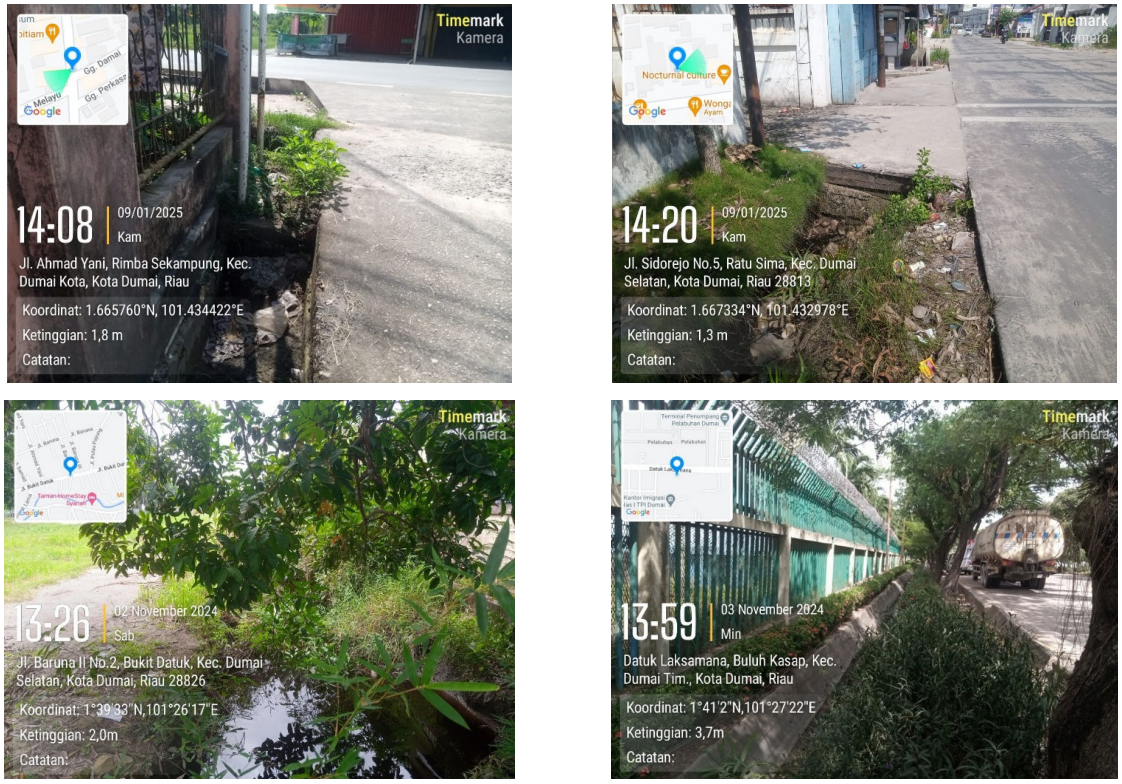
Masyarakat terutama di jalan-jalan protokol menutup saluran yang semula terbuka dengan tutup permanen menyebabkan aliran permukaan tidak masuk ke saluran dengan bebas.

Gambar 14.13. Drainase Primer Jalan Sudirman dan Diponegoro ditutup cor-coran oleh masyarakat sehingga air hujan dari jalan tidak bisa masuk

Kemungkinan penutupan dengan cor beton ini dimaksudkan agar air saat pasang keling tidak meluap secara langsung melalui saluran drainase di depan rumah/ toko/ warungnya. Disamping itu, mereka membuat dak di atas saluran dimaksudkan untuk bisa memanfaatkan memperluas ruang usaha atau memperluas lokasi parkir. Penutupan saluran ini dengan dak cor-coran akan mempersulit proses pembersihan saluran dari sampah dan sedimen. Untuk itu sebaiknya ada man-hole (lubang kontrol) dengan jarak tertentu agar kegiatan pemeliharaan saluran dapat dilakukan tanpa terkendala dengan penutupan saluran yang masif.

14.6 KESADARAN MASYARAKAT MEMBERSIHKAN SEMAK BELUKAR DI SALURAN

Saluran penuh dengan semak /tanaman bisa mengakibatkan saluran tidak lancar pula. Proses tanaman bisa tumbuh di saluran akibat adanya sedimentasi material tanah. Kemudian bibit (atau bagian tanaman yang menjadi kandidat tanaman tersebut tumbuh seperti biji-bijian) terendap di lokasi sedimentasi tersebut. Jika lingkungannya sesuai dengan bakal tanaman tersebut, maka akan bisa tumbuh dengan subur. Tanaman ini akan mengakibatkan aliran tidak lancar dan jika akarnya membesar, maka bisa merusak saluran.



Gambar 14.14. Gambar Saluran Drainase tumbuh vegetasi (baik semak maupun pohon kecil)

Untuk itu diperlukan petugas kebersihan yang secara reguler membersihkan tanaman yang ada di saluran. Akan lebih baik lagi jika masyarakat bisa di edukasi dan diberdasayakan untuk memelihara saluran di sekitar lingkungan mereka sendiri.

BAB 15
ANALISIS GEOTEKNIK

15.1 MORFOLOGI DAN GEOLOGI KOTA DUMAI

15.1.1 REGIONAL

Secara regional geomorfologi Kota Dumai merupakan satuan Dataran Pantai. Satuan ini menyebar secara lateral mulai dari bagian barat sampai timur sepanjang pantai dengan lebar berkisar 3.000 m hingga 4.000 m. Sebagian besar satuan ini digunakan sebagai kawasan perumahan, perdagangan pelabuhan dan industri. Kota Dumai sangat dipengaruhi oleh proses pasang surut, elevasi satuan ini berkisar dari -0.80 m – 15.0 m dengan kelerengan kurang dari 3.0 %.

15.1.2 STRATIGRAFI

Berdasarkan Peta Geologi Bersistem Lembar Dumai dan Bagansiapiapi, Sumatra, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung, oleh N.R. Cameron, W. Kartawa dan S.J. Thompson (1982), tatanan stratigrafi daerah Kota Dumai dan sekitarnya secara umum berupa batuan sedimen, terdiri dari bebarapa formasi, yaitu :

a. Formasi Endapan Permukaan Muda (Qh)

   Formasi ini terdiri dari perselingan : lempung, lanau dan kerikil licin, sisa-sisa tumbuhan dan rawa gambut. Formasi ini terleatak sebelah timur dan sebelah barat kota Dumai dan sebagian kecil pada daerah kota Dumai

b. Formasi Minas (Qpmi)

   Formasi ini terdiri dari : batu lumpur lunak terkaolinkan dan terurat limonitkan, batulanau, pasir dan krikil. Hampir seluruh kota Dumai menempati formasi Minas.

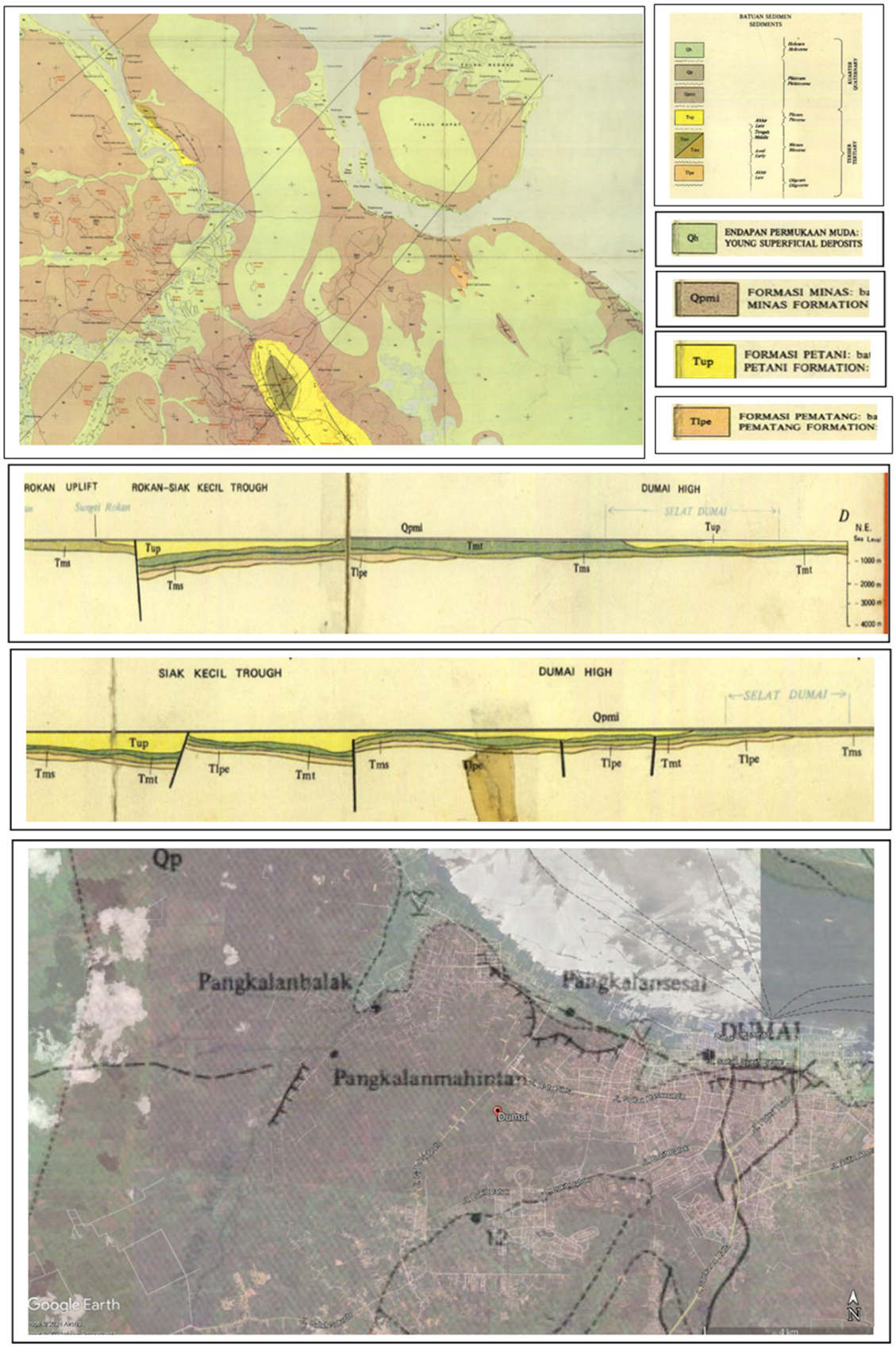
c. Formasi Petani (Tup)

   Formasi ini terdiri dari : batulumpur kelabu karbonan terbioturbasikan, sedikit batulanau dan batupasir halus. Satuan ini teletak sebelah selatan kota Dumai (Dumai - Duri) atau disekitar Pematang.

d. Formasi Pematang (Qlpe)

   Formasi ini terdiri dari : batulumpur barik ungu sampai jingga dan konglomerat breksian, serpih coklat karbonan. Satuan formasi pematang berada disebelah timur kota Dumai.

Untuk jelasnya Peta Geologi Kota Dumai dapat dilihat pada Gambar 15.1.



Gambar 15.1. Peta Geologi Kota Dumai

15.2 KAJIAN GEOTEKNIK

15.2.1 TEORI KAPASITAS DAYA DUKUNG TANAH DASAR

Permasalahan timbunan yang akan dihadapi diatas lapisan tanah lunak daerah persawahan adalah stabilitas timbunan seperti : sliding/longsor, spreading, dan sinking akibat terjadinya penurunan (*settlement*) pada lapisan tanah lunak akibat beban yang berlebihan.

Untuk mengkaji hal tersebut diatas, terutama analisa stabilitas timbunan, diperlukan adanya faktor keamanan (FK) terhadap keruntuhan yang terjadi, nilai SF (safety factor) secara textbook pada umumnya diambil FK ≥ 1,20.

Untuk mencegah terjadinya spreading (jembulan tanah) disekitar timbunan, maka perlu mengetahui keruntuhan daya dukung tanah dasar akibat timbunan tanah, hal yang paling mudah adalah dengan memperhitungkan tinggi timbunan kritis (Hcr.).

$$Hcr = Cu \times Nc / \gamma_{timbunan}$$

$$H_{IjinTimba} = \frac{Hcr}{SF}$$

Dimana :

Hcr : tinggi timbunan kritis (m)

H-ijin : tinggi timbunan tanpa mengakibatkan keruntuhan

Cu : kohesi undrained (Cu = qc/(15-25)) → konus resistance (qc), kg/cm2.

Nc : faktor daya dukung tanah → 4,0 - 5,14

γtimb : berat isi timbunan tanah (t/m3)

FK : faktor keamanan (2.0 – 3.0)

Bilamana tinggi timbunan yang direncanakan lebih kecil dari H-ijin timbunan, maka timbunan tidak akan terjadi keruntuhan atau spreading disekitar timbunan, akan tetapi proses penurunan tanah dibawah timbunan masih akan tetap terjadi.

Lapisan tanah lunak bila mendapat tambahan beban timbunan dengan bejalannya waktu akan mengalami peristiwa konsolidasi (keluarnya air pori) dan akan terjadi penurunan tanah. Akibat keluarnya air dan penurunan tanah dasar tersebut maka kuat geser tanah dasar akan meningkat sebanding dengan beban timbunan yang terjadi

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh LADD dkk. 1977 dan MESRI 1975 menunjukkan bahwa tanah yang mengalami konsolidasi normal akan merngalami peningkatan kuat geser tanah sesuai tambahan beban yang terjadi, sebagai berikut :

$$\Delta Cu = (0.20 – 0.30)\ \Delta\sigma v'$$

Dimana : ΔCu : tambahan kuat geser tanah (kg/cm2)

$\Delta \sigma v'$: tambahan tegangan tanah vertikal efektif

15.2.2 TEORI PENURUNAN (SETTLEMENT) TIMBUNAN PADA KAWASAN

Akibat adanya tambahan beban timbunan badan jalan, maka masa tanah timbunan tersebut akan membebani lapisan tanah lempung sangat lunak (compressible), sehingga terjadi proses konsolidasi yang mengakibatkan berkurangnya ketebalan lapisan tanah karena berkurangnya kadar air (w) dan mampatnya mineral-mineral tanah. Besarnya penurunan total (Total settlement) dengan anggapan pada tanah lunak normally consolidated, dapat dihitung berdasarkan rumus sederhana sebagai berikut :

$$S = H \times Cc / (1+eo) \times Log (P1 + P2 / P1)$$

Dimana :

S : Besarnya penurunan (Cm) atau (m)

Cc : Indeks kompresi tanah

H : Tebal lapisan lanah yang mengalami penurunan (cm) atau m

eo : Angka pori asli (%)

P1 : Besarnya tegangan efektif semula pada tanah

P2 : Besarnya tegangan akibat penambahan beban konstruksi.

Dari data yang dihasilkan dari pemeriksaan konsolidasi di laboratorium terhadap contoh tanah undisturb yang diambil dari hasil pemboran akan dapat diperoleh besarnya penurunan total yang terjadi akibat timbunan tanah badan jalan.

Waktu penurunan total tersebut dapat berlangsung lama atau cepat tergantung dari jenis tanah yang mempengaruhi proses keluarnya air, umumnya mampatnya partikel-partikel mineral tanah berlangsung lambat atau dengan kata lain (koefisien konsolidasi) dari lapisan tersebut sangatlah kecil. Prediksi waktu penurunan tersebut dihitung berdasarkan rumus di bawah ini :

$$t = H^2 / Cv \times Tv$$

Dimana :

t : waktu yang diperlukan untuk penurunan timbunan (tahun atau bulan)

Cv : Koefisien konsolidasi arah vertikal (cm^2/det)

Tv :Time faktor yang besarnya tergantung pada derajat penurunan yang terjadi

Secara sederhana dan mudah perhitungan besarnya penurunan total (S-tot) tanah dasar akibat tambahan beban diatasnya dapat dihitung secara empirik dengan data sondir

menggunakan nilai tahanan konus (qc), seperti yang diusulkan oleh Sanglerat (1972ormula sebagai berikut :

$S = mv .H .\Delta P$

Dimana :

mv = (1/α.qc) Coef. of volume compressibility, nilai α dapat ditentukan dari nilai pada Tabel 15.1.

ΔP = Penambahan tegangan pada tengah lapisan tanah yang ditinjau

Tabel 15.1. Data dan Sumber Data

Jenis Tanah	qc (kg/cm2)	α
* Clay of Low Plasticity (CL)	qc < 7	3 < α < 8
	7 < qc < 20	2 < α < 5
	qc > 20	1 < α < 2.5
* Silt of Low Plasticity (ML)	qc < 20	3 < α < 6
	qc > 20	1 < α < 3
* Highly Plastic Silt and Clay(MH,	qc < 20	2 < α < 6
	qc > 20	1 < α < 2
* Organic Silt	qc < 12	2 < α < 8

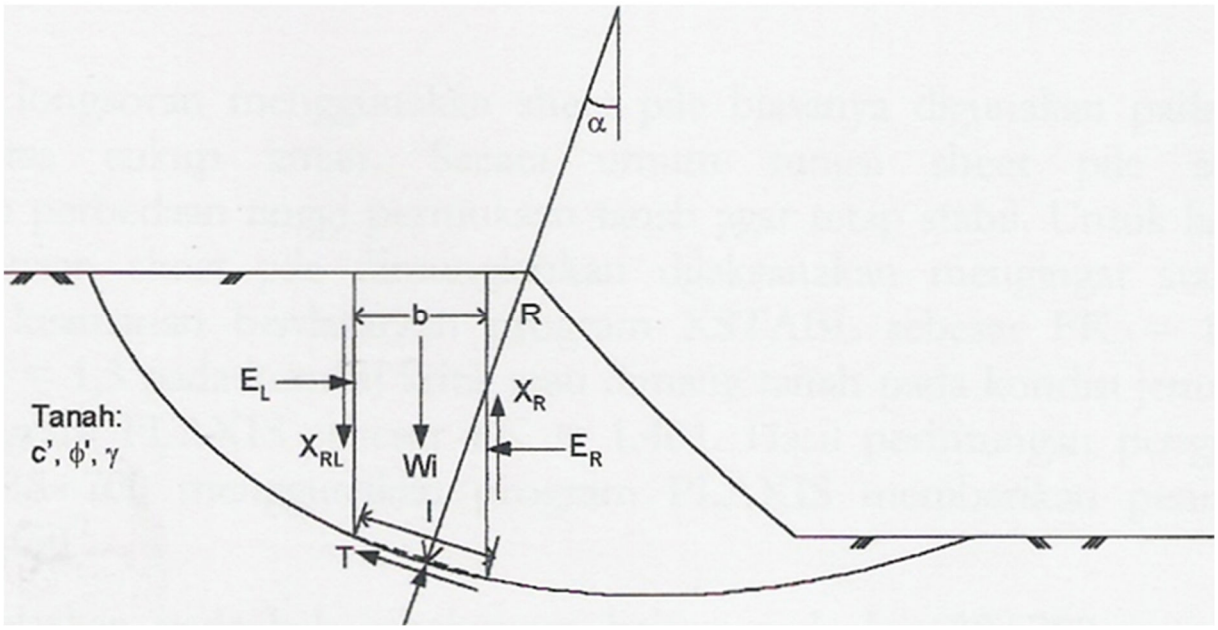
15.2.3 TEORI STABILITAS TIMBUNAN BADAN JALAN

Metode-metode yang dapat dilakukan untuk pendekatan ini adalah: relokasi jalan atau struktur untuk menghindari daerah yang tidak stabil, membuang massa tanah yang mengalami kelongsoran secara keseluruhan; atau membuat jembatan melewati daerah yang tidak stabil.

Metoda yang biasanya dipakai untuk mencari faktor keamanan adalah antara lain Fellenius (1936), Bishop (1955), Janbu (1956), Spencer (1967) atau metode-metode lainnya. Metodemetode yang lebih teliti (Spencer, Morgenstern-Price,, Generalized Limit Equilibrium) akan memberikan perbedaan faktor keamanan yang marjinal terhadap metode simplified Bishop (Espinoza et al., 1992) sehingga untuk keperluan praktis metode tersebut dapat diterima. Mempertimbangkan hal-hal tersebut, pada laporan ini hanya metode simplified Bishop yang akan digunakan dalam analisis.

Pada perhitungan stabilitas suatu lereng, tegangan efektif yang bekerja sepanjang bidang gelincir (sap swface) harus diketahui sebagai syarat untuk kelengkapan analisis. Hal ini dapat dilakukan dengan membagi-bagi massa tanah yang mengalami keruntuhan ke dalam potongan-potongan (slices) yang representatif. Metode simplified Bishop mengasumsikan gayagaya geser yang bekerja pada bidang pertemuan antar potongan dapat diabaikan sehingga hanya gaya-gaya horizontal yang dihitung. Selain itu, pada metode ini bidang gelincir berbentuk

silinder lingkaran. Dengan mengambil momen kesetimbangan keseluruhan di sekitar 0 (lihat Gambar 15.2) persamaan yang menghasilkan suatu faktor keamanan dapat diperoleh.



Gambar 15.2. Suatu Potongan Pada Metode *Simplified Bishop*

Persamaan akhir dari metode ini adalah :

$$F = \frac{\sum(c'l + (N - ul)\tan\varphi'}{\sum W \, Sin\, \alpha} \qquad \ldots\ldots \qquad (1)$$

sedangkan :

$$N = \frac{\left(W - \frac{1}{F}(c' + \sin\alpha - ul\tan\varphi'\sin\alpha)\right)}{m_a}$$

$$m_a = \cos\alpha\left(1 + \tan\alpha\frac{\tan\alpha'}{F}\right) \qquad \ldots\ldots. \qquad (2)$$

Dimana:

c' = kohesi tanah

1 = panjang bidang gelincir

N = gaya normal pada dasar bidang gelincir

U = tekanan air pori pada dasar bidang gelincir

φ' = sudut geser dalam tanah

F = faktor keamana (FK)

W = berat massa tanah

Karena substitusi persamaan (2) ke (1) akan menghasilkan suatu persamaan yang mengandung konstanta F pada kedua sisi maka persamaan tersebut harus diselesaikan melalui iterasi. Untuk mencapai konvergensi, iterasi yang dilakukan biasanya tidak terlalu banyak

sehingga metode ini cocok untuk dilakukan baik secara manual maupun dengan pemrograman komputer.

15.2.4 TEORI DASAR ALTENATIF PENANGANAN KELONGSARAN TIMBUNAN TANAH

Gaya-gaya yang bekerja pada suatu lereng terdiri dari gaya pendorong dan gaya penahan. Gaya pendorong merupakan gaya tangensial dari berat masa tanah, sedangkan gaya penahan berupa tahanan geser tanah. Analisis stabilitas/kemantapan suatu lereng harus dilakukan dengan memperhitungkan besarnya gaya pendorong dan gaya penahan. Beberapa pendekatan yang biasa diterapkan dalam menangani longsoran jalan, dengan menaikkan angka faktor keamanan (berdasarkan Highway Research Board, 1958), yaitu:

1. **Menaikkan gaya-gaya penahan**

   Beberapa metode yang dapat diterapkan antara lain : pemasangan subdrain untuk menaikkan kuat geser tanah menghilangkan zone-zone lemah atau bidang gelincir dengan membuat konstruksi bertangga (benching) pada permukaannya yang licin konstruksi sebagai penahan seperti tiang dinding penahan tanah, atau timbunan pada kaki (toe) lereng; dan pemadatan material berbutir kasar.

2. **Mengurangi gaya-gaya pendorong**

   Pengurangan gaya-gaya pendorong bisa dicapai dengan melakukan hal-hal berikut ini: membuang material dari bagian lereng yang menyebabkan timbulnya gaya-gaya pendorong yang mengakibatkan adanya pergerakan; pemasangan subdrain dapat menghilangkan gaya hidrostatik dan/atau mengurangi berat massa tanah dengan pengurangan kadar air. Metode yang disebutkan terakhir sebenarnya lebih berpengaruh di dalam menaikkan. gaya-gaya penahan dengan menaikkan kuat geser tanah dibandingkan mengurangi gaya-gaya pendorong.

3. **Menghindari atau menghilangkan longsoran tanah**

   Metode-metode yang dapat dilakukan untuk pendekatan ini adalah: relokasi jalan atau struktur untuk menghindari daerah yang tidak stabil, membuang massa tanah yang mengalami kelongsoran secara keseluruhan; atau membuat jembatan melewati daerah yang tidak stabil.

15.3 HASIL PENYELIDIKAN TANAH (SONDIR)

Hasil uji sondir akan didapat nilai Conus Resistance (qc), Total Frction (TF) dan Friction Ratio (FR), sedangkan dari hasil test bor mesin akan didapat nilai standart Penetration Test (Nspt). Nilai konus resistance (qc) dan besarnya nilai Friction Ratio (FR) dapat digunakan untuk mengetahui jenis perlapisan tanah pada kedalaman tertentu.

Insitu test dari hasil test sondir (qc & JHP) dan standart penetration test (Nspt) dimaksudkan untuk mengevaluasi daya dukung pondasi dangkal, timbunan kritis (H-cr), daya dukung cerucuk, daya dukung pondasi dalam, besarnya prediksi penurunan tanah dasar yang akan terjadi dan stabilitas timbunan pada tanggul sungai atau area reklamasi.

Tabel 15.2. Hubungan Konsistensi Tanah Lempung dengan data qc dan Nspt

Konsistensi	Conus Resistance qc (kg/cm^2)	N_{spt} (blow/30 cm)	Cu (t/ m^2)
Very soft	< 3	< 2	< 1,25
Soft	3 – 8	2 – 4	1,2 – 2,5
Medium Stiff	8 – 20	4 – 8	2,5 – 5,0
Stiff	20 – 40	8 – 15	5,0 – 10,0
Very Stiff	40 – 80	15 – 30	10,0 – 20,0
Hard	> 80	> 30	> 20,0

Hasil nilai konus resistance (qc) dari data sondir dan Nspt dari boring dapat dikorelasikan terhadap nilai konsistensi lapisan tanah lempung (berbutir halus) yangg diusulkan oleh Begemann (1965) dan Schmertmann (1969), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 15.2 diatas.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Dumai, dapat disimpulkan bahwa Kota Dumai sebahagian besar terdiri dari dataran rendah di bagian utara dan sebahagian dataran tinggi di sebelah selatan. Pada umumnya struktur tanah terdiri dari tanah podsolik merah kuning dari batuan endapan, aluvial, dan tanah organosol dan glei humus dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah.

Mengacu Review Masterplan dan Detail Engineering Design (DED) Banjir Kota Dumai tahun 2018 telah dilakukan uji sondir 12 (dua belas) titik yang tersebar di wilayah perencanaan, maka dihasilkan nilai perlawanan ujung konus pada kedalaman tertentu pada setiap titik sondir yang ditentukan. Tabel 15.3 menunjukkan kedalaman, nilai tahanan kanus (qc) dan jumlah hambatan pelekat (JHP) dari 12 (dua belas) titik di wilayah perencanaan.

Tabel 15.3. Hasil Penyelidikan Tanah (Sondir) Tahun 2018

No. Test (No)	Kedalaman Meter	Qc/Cr Kg/cm2	JHP / TSF Kg/cm
S1	20.40	75	653.37
S2	19.20	85	738.66
S3	22.00	96	1583.54
S4	23.20	95	1562.62
S5	23.00	112	1173.17
S6	23.40	110	1594.81
S7	21.20	110	1142.60
S8	19.80	92	1322.84
S9	18.60	98	719.35
S10	13.40	121	529.46
S11	7.40	205	119.09
S12	13.40	185	251.05

Adapun uji sondir yang dilakukan pada tahun 2024 dapat dilihat pada Tabel 15.4 berikut :

Tabel 15.4. Hasil Penyelidikan Tanah (Sondir) Tahun 2018

No.	Lokasi	Kedalaman (m)	Qc (Kg/cm2)	JHP (Kg/cm')
S.1.	Jl. Budi Kemuliaan, Dumai Barat	21.50	50	
S.2.	Jl. Belimbing D. Ihsan, Dumai Barat	21.00	250	
S.3.	Jl. Sultan Hasanuddin, Dumai Barat	26.60	25	
S.4.	Jl. Cucut, Ratu Sima - Dumai Selatan	22.60	35	
S.5.	Jl. Industri B. Datuk – Dumai Selatan	25.40	35	

Sebaran nilai tahanan konus (qc) dengan interval 1.0 m pada masing-masing lokasi titik sondir atau masing-masing lokasi ruas jalan yang terwakili pada masa Review Masterplan dan Detail Engineering Design (DED) Banjir Kota Dumai tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 15.5 dan Tabel 15.6.

Tabel 15.5. Sebaran Hasil Uji Sondir Tahun 2018 Bagian 1

Lokasi Uji Sondir / Nilai Konus (kg/cm2)	Jl. Patimura (TPI Lama)	Jl. Jawa I Kel. Dumai Kota	Jl. Akmad Nazir, Pangkalan Sesai	Jl. Bengkalis, Pangkalan Sesai	Jl. Binjai Gg. Binjai Kel. Rimba	Jl. Panam Jaya, Kel. Teluk Binjai
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-1.00	2.6	1.2	6.0	2.8	3.0	2.0
-2.00	2.2	1.6	3.6	1.8	2.2	2.4
-3.00	2.6	2.2	2.2	2.4	2.8	2.2
-4.00	2.8	1.4	2.0	2.6	3.8	2.2
-5.00	4.0	2.6	3.0	2.6	3.8	2.2
-6.00	4.8	2.8	2.4	6.2	6.6	3.6
-7.00	6.4	3.8	3.0	14.2	6.4	6.0
-8.00	6.6	4.2	5.0	15.0	6.0	10.4
-9.00	10.4	8.6	10.4	13.4	10.8	9.0
-10.00	13.2	15.4	14.0	16.4	14.8	13.4
-11.00	11.2	13.8	13.4	21.8	14.2	30.0
-12.00	13.4	20.4	11.6	25.4	15.8	29.4
-13.00	20.2	22.6	19.8	19.8	18.2	25.8
-14.00	22.0	25.8	23.0	31.0	23.2	25.8
-15.00	29.6	29.8	33.6	27.2	28.0	31.0
-16.00	38.2	38.4	39.2	39.4	31.6	48.0
-17.00	35.0	46.8	51.2	58.4	37.4	71.6
-18.00	45.8	50.0	48.8	64.2	40.8	86.4
-19.00	50.6	75.0	61.6	45.2	38.2	53.8
-20.00	63.8		73.8	52.8	66.8	75.8
-21.00			81.6		84.4	89.4
-22.00			94.0		85.8	86.6
-23.00					112.0	106.8

Tabel 15.6. Sebaran Hasil Uji Sondir Tahun 2018 Bagian 2

Lokasi Uji Sondir / Nilai Konus (kg/cm2)	Jl. Tunas Muda, Kel. Ratu Sima	Jl. Bunga Tanjung, Kel. Ratu Sima	Jl. Gn. Bromo, Kel. Bumi Ayu	Jl. Gn. Bromo Ujung, Kel. B. Ayu	Jl. Sukarno Hatta, Kel. Bukit Batrem	Danau Bunga Tujuh-Dumai
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-1.00	2.0	2.2	3.8	3.8	4.6	7.6
-2.00	1.4	1.4	3.4	2.4	4.2	13.4
-3.00	1.4	1.2	3.6	2.4	3.4	16.4
-4.00	3.0	1.4	2.4	3.4	12.2	8.6
-5.00	4.0	1.6	3.2	11.2	40.2	9.2
-6.00	8.2	8.4	3.4	6.2	28.6	16.6
-7.00	8.2	35.2	3.6	15.2	63.0	27.6
-8.00	5.0	23.6	10.2	21.6	74.8	32.8
-9.00	14.6	18.2	13.0	24.4		36.2
-10.00	34.2	27.4	15.4	29.6		29.2
-11.00	6.2	9.2	16.0	36.8		36.5
-12.00	5.0	11.2	17.0	54.0		98.2
-13.00	6.8	22.0	12.4	95.2		160.2
-14.00	10.6	28.6	15.4			
-15.00	17.0	22.4	19.2			
-16.00	29.0	20.2	29.2			
-17.00	35.2	33.6	45.4			
-18.00	54.2	36.0	53.0			
-19.00	83.0	68.0	98.0			
-20.00	85.0	78.5				
-21.00	89.0					

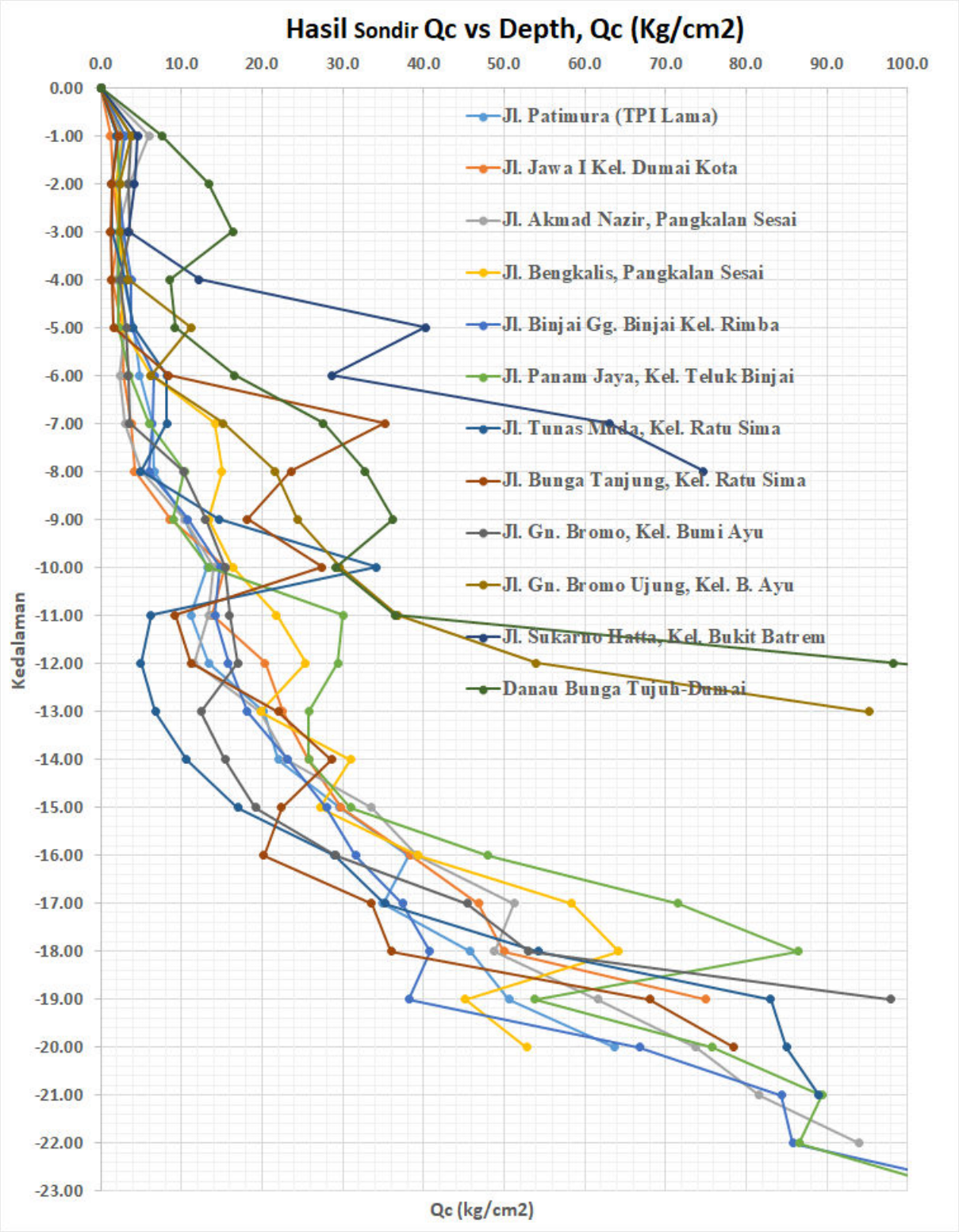
Mengacu Tabel 15.5 dan Tabel 15.6 diatas : secara umum lapisan lempung sangat lunak sampai lunak dengan anilai (qc) : 1.20 kg/cm2 sampai 10.0 kg/cm2 mencapai kedalaman -10,0 m sampai -12.0 m, dimana semakin arah barat atau selatan/daratan kota dumai lempung lunak semakin dangkal. Lapisan lempung dengan konsistensi teguh sampai kaku dengan nilai konus qc : 10 kg/cm2 sampai 25 kg/cm2 mencapai kedalaman -10 m sampai -16.0 m dan lapisan lempung dengan konsistesi kaku sampai -15.0 m sampai -22.0 m.

Hasil sondir pada Lokasi yang selalu mengalami banjir air laut pasang dapat dilihat pada tabel-8. Secara umum lapisan lempung sangat lunak sampai lunak dengan nilai (qc) : 1.00 kg/cm2 sampai 10.0 kg/cm2 mencapai kedalaman -14,0 m sampai -23.0 m, dan lapisan lempung dengan konsistensi teguh sampai kaku dengan nilai konus qc : 10 kg/cm2 sampai 25 kg/cm2 mencapai kedalaman -18 m sampai > -25.0 m, hal ini menunjukkan lapisan tanah pada lokasi yang sering mengalami banjir air laut pasang lapisan tanah dasar dengan konsistensi lunak semakin dalam.

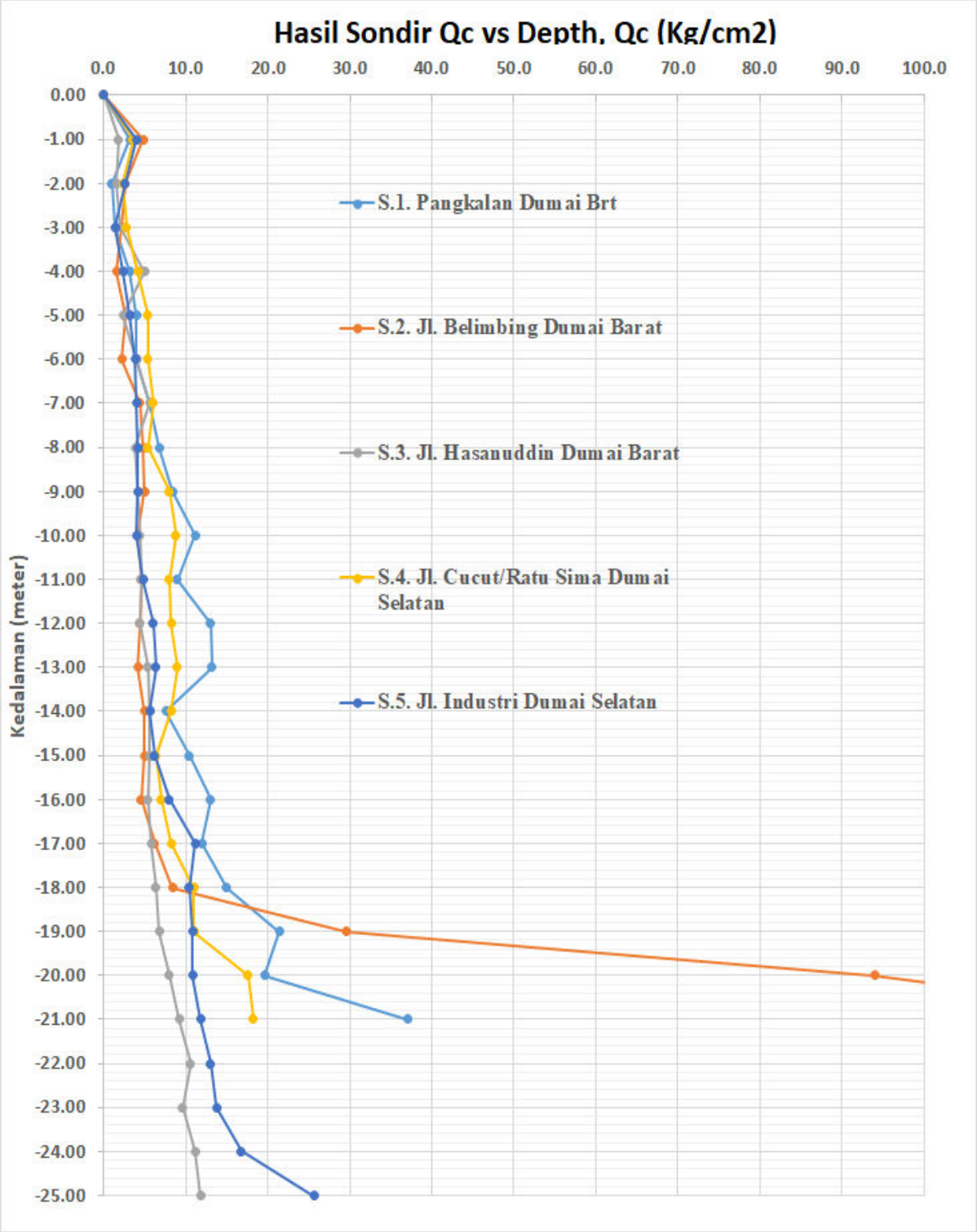
Tabel 15.7. Sebaran Hasil Uji Sondir Tahun 2024

Lokasi Uji Sondir Nilai Konus (kg/cm2)	S.1. Pangkalan Dumai Brt	S.2. Jl. Belimbing Dumai Barat	S.3. Jl. Hasanuddin Dumai Barat	S.4. Jl. Cucut/Ratu Sima Dumai Selatan	S.5. Jl. Industri Dumai Selatan
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-1.00	3.2	4.8	1.8	3.6	4.0
-2.00	1.0	2.6	1.6	2.4	2.6
-3.00	1.4	2.2	2.0	2.8	1.4
-4.00	3.2	1.6	5.0	4.2	2.4
-5.00	4.0	2.6	2.4	5.4	3.2
-6.00	4.0	2.2	4.0	5.4	3.8
-7.00	5.6	4.4	5.6	6.0	4.0
-8.00	6.8	4.8	3.8	5.4	4.2
-9.00	8.4	5.0	4.2	8.0	4.2
-10.00	11.2	4.2	4.4	8.8	4.0
-11.00	9.0	4.6	4.6	8.0	4.8
-12.00	13.0	4.4	4.4	8.2	6.0
-13.00	13.2	4.2	5.4	9.0	6.4
-14.00	7.6	5.0	5.6	8.2	5.6
-15.00	10.4	5.0	5.6	6.4	6.2
-16.00	13.0	4.6	5.4	7.0	8.0
-17.00	12.0	6.2	5.8	8.2	11.2
-18.00	15.0	8.4	6.4	11.0	10.4
-19.00	21.4	29.6	6.8	11.0	10.8
-20.00	19.6	94.0	8.0	17.6	10.8
-21.00	37.0	135.0	9.2	18.2	11.8
-22.00			10.6		13.0
-23.00			9.6		13.8
-24.00			11.2		16.8
-25.00			11.8		25.6

Untuk lebih jelas nya sebaran ketebalan lempung lunak dari ke-17 titik sondir dapat dilihat pada Gambar 15.3 dan Gambar 15.4.



Gambar 15.3. Sebaran Stratifikasi Tanah Penyelidikan Sondir Tahun 2018 Bedasarkan Nilai qc (kg/cm2) Kota Dumai



Gambar 15.4. Sebaran Stratifikasi Tanah Penyelidikan Sondir Tahun 2024 Bedasarkan Nilai qc (kg/cm2) Kota Dumai

15.4 ANALISA TINGGI TIMBUNAN DAN PREDIKSI PENURUNAN TANAH

15.4.1 HASIL ANALISA TIMBUNAN H-KRITIS (H-CR) DAN TINGGI TIMBUNAN IJIN

Berdasarkan hasil data sondir maka dapat dilakukan analisa tinggi timbunan kritis (H-cr.) secara empiric untuk penuinggian tanggul seungai, dengan faktor keamanan (FK) : 1.50 (minimal) maka tinggi timbunan rencana (H-timb.) dapat ditentukan sebagai dasar penentuan tinggi timbunan yang tidak boleh terlewati untuk peniggian tanggul sungai atau beda tinggi penggalian untuk bangunan polder.

Pada Tabel 15.8 dan Tabel 15.9 menunjukkan untuk lokasi daerah datar tinggi timbunan kritis (H-cr.) : 2.60 m sampai 5.30 m sehingga dengan angka keamanan (FK) : 1.50 tinggi timbunan/galian ijin cukup rendah (H-timb. Ijin) : 1.70 m sampai 3.50 m.

Tabel 15.8. Sebaran Nilai qc, Cu, H-cr, dan H-ijin dengan FK = 1,5 berdasarkan data sondir Tahun 2018 Bagian 1

Lokasi Uji Sondir / Nilai Konus (kg/cm2)	Jl. Patimura (TPI Lama)	Jl. Jawa I Kel. Dumai Kota	Jl. Akmad Nazir, Pangkalan Sesai	Jl. Bengkalis, Pangkalan Sesai	Jl. Binjai Gg. Binjai Kel. Rimba	Jl. Panam Jaya, Kel. Teluk Binjai
qc- tanah dasar (kg/cm2)	2.65	1.65	3.75	2.40	3.05	2.30
Cu : qc/20 (kg/cm2)	0.13	0.08	0.19	0.12	0.15	0.12
H-cr. : 5.14*Cu/γ-timb. (meter)	4.13	2.57	5.84	3.74	4.75	3.58
H-ijin : H-cr./FK=1.5 (meter)	2.75	1.71	3.89	2.49	3.17	2.39

Tabel 15.9. Sebaran Nilai qc, Cu, H-cr, dan H-ijin dengan FK = 1,5 berdasarkan data sondir Tahun 2018 Bagian 2

Lokasi Uji Sondir / Nilai Konus (kg/cm2)	Jl. Tunas Muda, Kel. Ratu Sima	Jl. Bunga Tanjung, Kel. Ratu Sima	Jl. Gn. Bromo, Kel. Bumi Ayu	Jl. Gn. Bromo Ujung, Kel. B. Ayu	Jl. Sukarno Hatta, Kel. Bukit Batrem	Danau Bunga Tujuh-Dumai
qc- tanah dasar (kg/cm2)	2.05	1.70	3.40	3.05	4.55	11.40
Cu : qc/20 (kg/cm2)	0.10	0.09	0.17	0.15	0.23	0.57
H-cr. : 5.14*Cu/γ-timb. (meter)	3.19	2.65	5.30	4.75	7.09	17.76
H-ijin : H-cr./FK=1.5 (meter)	2.13	1.77	3.53	3.17	4.72	11.84

Tabel 15.10 berdasarkan hasil sondir baru pada lokasi yang sering mengalami banjir laut pasang menunjukkan tinggi timbunan kritis (H-cr.) : 3.20 m sampai 4.50 m sehingga dengan angka keamanan (FK) : 1.50 tinggi timbunan/galian ijin cukup rendah (H-timb. Ijin) : 2.10 m sampai 3.00 m.

Tabel 15.10. Sebaran Nilai qc, Cu, H-cr, dan H-ijin dengan FK = 1,5 berdasarkan data sondir Tahun 2024

Lokasi Uji Sondir Nilai Konus (kg/cm2)	S.1. Pangkalan Dumai Brt	S.2. Jl. Belimbing Dumai Barat	S.3. Jl. Hasanuddin Dumai Barat	S.4. Jl. Cucut/Ratu Sima Dumai Selatan	S.5. Jl. Industri Dumai Selatan
qc- tanah dasar (kg/cm2)	2.05	3.05	2.05	2.95	2.50
Cu : qc/20 (kg/cm2)	0.10	0.15	0.10	0.15	0.13
H-cr. : 5.14*Cu/γ-timb. (meter)	3.19	4.75	3.19	4.59	3.89
H-ijin : H-cr./FK=1.5 (meter)	2.13	3.17	2.13	3.06	2.60

15.4.2 HASIL ANALISA PREDIKSI PENURUNAN DI KOTA DUMAI

Berdasarkan hasil sondir dapat diprediksi besaran penurunan yang akan terjadi bilamana dilakukan dilakukan penimbunan pada area kawasan atau pada penimbunan tanggul sungai. Prediksi penurunan tanah akibat penimbunan 2.0 m, 3.0 m dan 4.0 m berdasarkan data sondir 2018 dapat dilihat pada Tabel 15.11 sampai Tabel 15.18, Gambar 15.5, dan Gambar 15.6.

Tabel 15.11. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 2 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1

Lokasi Uji Sondir	Jl. Patimura (TPI Lama)	Jl. Jawa I Kel. Dumai Kota	Jl. Akmad Nazir, Pangkalan Sesai	Jl. Bengkalis, Pangkalan Sesai	Jl. Binjai Gg. Binjai Kel. Rimba	Jl. Panam Jaya, Kel. Teluk Binjai
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	5.05	3.98	4.69	7.04	5.47	4.85
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.07	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	40.39	51.27	43.52	29.02	37.31	42.06
Tebal Layer Tanah-2 (m)	5.00	5.00	5.00	5.00	7.00	4.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	19.28	22.48	20.28	25.04	19.88	27.75
alfa (a)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
H-tanah terkompressi (cm)	500.00	500.00	500.00	500.00	700.00	400.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	7.94	6.81	7.55	6.12	10.78	4.41
Penurnan total S-tot (cm)	48.33	58.09	51.07	35.13	48.09	46.47

Tabel 15.12. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 3 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1

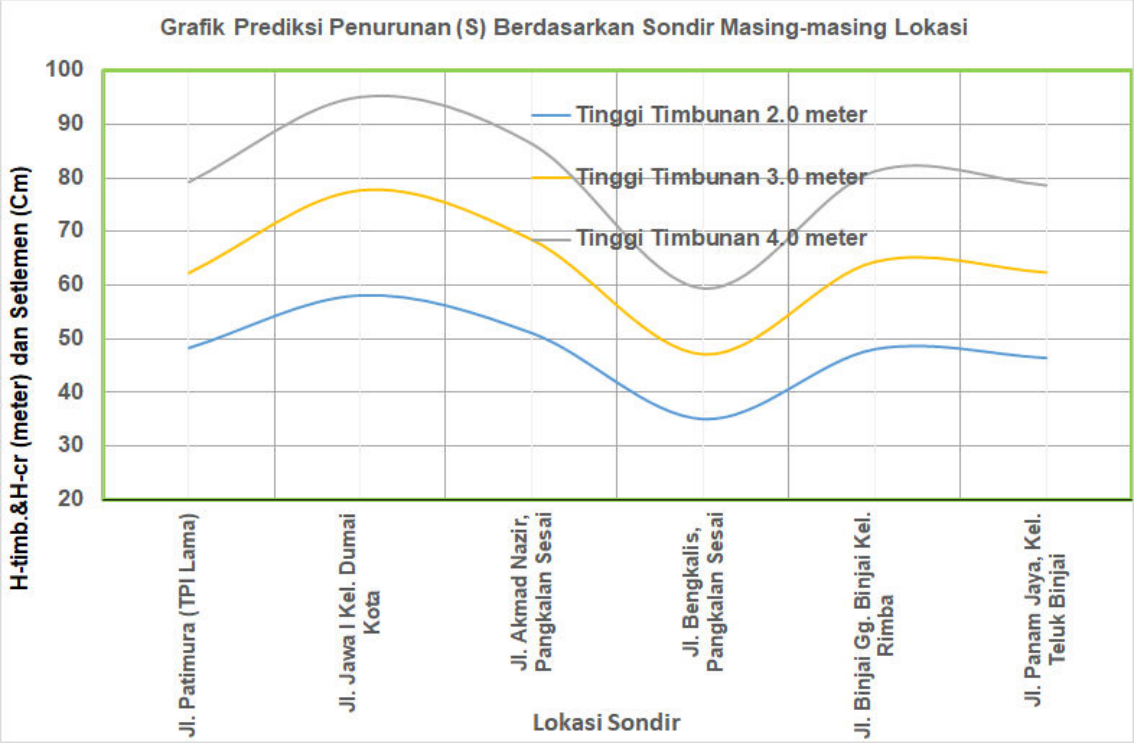
Lokasi Uji Sondir	Jl. Patimura (TPI Lama)	Jl. Jawa I Kel. Dumai Kota	Jl. Akmad Nazir, Pangkalan Sesai	Jl. Bengkalis, Pangkalan Sesai	Jl. Binjai Gg. Binjai Kel. Rimba	Jl. Panam Jaya, Kel. Teluk Binjai
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	5.05	3.98	4.69	7.04	5.47	4.85
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.07	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.63	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	51.93	69.06	58.62	39.08	50.25	56.65
Tebal Layer Tanah-2 (m)	5.00	5.00	5.00	5.00	7.00	4.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	19.28	22.48	20.28	25.04	19.88	27.75
alfa (a)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
H-tanah terkompressi (cm)	500.00	500.00	500.00	500.00	700.00	400.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.65	0.63	0.65	0.65	0.65	0.65
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	10.45	8.76	9.94	8.05	14.19	5.81
Penurnan total S-tot (cm)	62.39	77.82	68.56	47.13	64.44	62.46

Tabel 15.13. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1

Lokasi Uji Sondir	Jl. Patimura (TPI Lama)	Jl. Jawa I Kel. Dumai Kota	Jl. Akmad Nazir, Pangkalan Sesai	Jl. Bengkalis, Pangkalan Sesai	Jl. Binjai Gg. Binjai Kel. Rimba	Jl. Panam Jaya, Kel. Teluk Binjai
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	5.05	3.98	4.69	7.04	5.47	4.85
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.07	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.80	0.80	0.83	0.83	0.83	0.83
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	65.95	83.71	73.72	49.15	63.19	71.24
Tebal Layer Tanah-2 (m)	5.00	5.00	5.00	5.00	7.00	4.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	19.28	22.48	20.28	25.04	19.88	27.75
alfa (a)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
H-tanah terkompressi (cm)	500.00	500.00	500.00	500.00	700.00	400.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	13.29	11.40	12.64	10.23	18.05	7.39
Penurnan total S-tot (cm)	79.24	95.11	86.36	59.38	81.24	78.63

Tabel 15.14. Prediksi Penurunan (dalam sentimeter) Akibat Timbunan 2, 3, dan 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1

Lokasi Uji Sondir	Jl. Patimura (TPI Lama)	Jl. Jawa I Kel. Dumai Kota	Jl. Akmad Nazir, Pangkalan Sesai	Jl. Bengkalis, Pangkalan Sesai	Jl. Binjai Gg. Binjai Kel. Rimba	Jl. Panam Jaya, Kel. Teluk Binjai
Tinggi Timbunan 2.0 meter	48.33	58.09	51.07	35.13	48.09	46.47
Tinggi Timbunan 3.0 meter	62.39	77.82	68.56	47.13	64.44	62.46
Tinggi Timbunan 4.0 meter	79.24	95.11	86.36	59.38	81.24	78.63



Gambar 15.5. Sebaran Prediksi Penurunan Tanah Dasar Bila Dilakukan Penimbunan 2, 3, dan 4 meter berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 1

Tabel 15.15. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 2 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2

Lokasi Uji Sondir	Jl. Tunas Muda, Kel. Ratu Sima	Jl. Bunga Tanjung, Kel. Ratu Sima	Jl. Gn. Bromo, Kel. Bumi Ayu	Jl. Gn. Bromo Ujung, Kel. B. Ayu	Jl. Sukarno Hatta, Kel. Bukit Batrem	Danau Bunga Tujuh-Dumai
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	6.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	7.45	10.96	5.64	10.93	13.31	17.96
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.04	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	600.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	27.39	18.62	36.22	18.68	13.80	17.05
Tebal Layer Tanah-2 (m)	6.00	7.00	6.00	0.00	0.00	0.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	12.43	18.93	18.20	0.00	0.00	0.00
alfa (a)	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
H-tanah terkompressi (cm)	600.00	700.00	600.00	0.00	0.00	0.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	14.78	11.32	10.10	0.00	0.00	0.00
Penurnan total S-tot (cm)	42.17	29.94	46.32	18.68	13.80	17.05

Tabel 15.16. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 3 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2

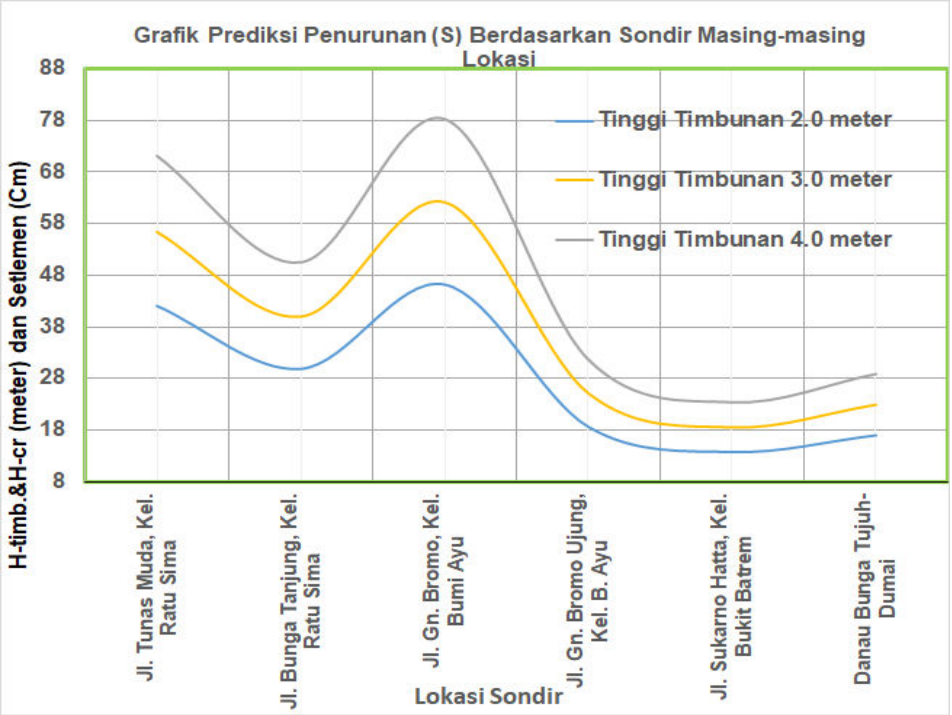
Lokasi Uji Sondir	Jl. Tunas Muda, Kel. Ratu Sima	Jl. Bunga Tanjung, Kel. Ratu Sima	Jl. Gn. Bromo, Kel. Bumi Ayu	Jl. Gn. Bromo Ujung, Kel. B. Ayu	Jl. Sukarno Hatta, Kel. Bukit Batrem	Danau Bunga Tujuh-Dumai
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	6.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	7.45	10.96	5.64	10.93	13.31	17.96
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.04	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	600.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	36.89	25.08	48.79	25.17	18.59	22.96
Tebal Layer Tanah-2 (m)	6.00	7.00	6.00	0.00	0.00	0.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	12.43	18.93	18.20	0.00	0.00	0.00
alfa (a)	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
H-tanah terkompressi (cm)	600.00	700.00	600.00	0.00	0.00	0.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	19.45	14.90	13.29	0.00	0.00	0.00
Penurnan total S-tot (cm)	56.34	39.99	62.08	25.17	18.59	22.96

Tabel 15.17. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2

Lokasi Uji Sondir	Jl. Tunas Muda, Kel. Ratu Sima	Jl. Bunga Tanjung, Kel. Ratu Sima	Jl. Gn. Bromo, Kel. Bumi Ayu	Jl. Gn. Bromo Ujung, Kel. B. Ayu	Jl. Sukarno Hatta, Kel. Bukit Batrem	Danau Bunga Tujuh-Dumai
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	6.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	7.45	10.96	5.64	10.93	13.31	17.96
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.04	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	600.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	46.39	31.54	61.36	31.65	23.38	28.88
Tebal Layer Tanah-2 (m)	6.00	7.00	6.00	0.00	0.00	0.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	12.43	18.93	18.20	0.00	0.00	0.00
alfa (a)	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
H-tanah terkompressi (cm)	600.00	700.00	600.00	0.00	0.00	0.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	24.73	18.95	16.90	0.00	0.00	0.00
Penurnan total S-tot (cm)	71.12	50.49	78.25	31.65	23.38	28.88

Tabel 15.18. Prediksi Penurunan (dalam sentimeter) Akibat Timbunan 2, 3, dan 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2

Lokasi Uji Sondir	Jl. Tunas Muda, Kel. Ratu Sima	Jl. Bunga Tanjung, Kel. Ratu Sima	Jl. Gn. Bromo, Kel. Bumi Ayu	Jl. Gn. Bromo Ujung, Kel. B. Ayu	Jl. Sukarno Hatta, Kel. Bukit Batrem	Danau Bunga Tujuh-Dumai
Tinggi Timbunan 2.0 meter	42.17	29.94	46.32	18.68	13.80	17.05
Tinggi Timbunan 3.0 meter	56.34	39.99	62.08	25.17	18.59	22.96
Tinggi Timbunan 4.0 meter	71.12	50.49	78.25	31.65	23.38	28.88



Gambar 15.6. Sebaran Prediksi Penurunan Tanah Dasar Bila Dilakukan Penimbunan 2, 3, dan 4 meter berdasarkan Data Sondir Tahun 2018 Bagian 2

Prediksi penurunan tanah akibat penimbunan 2.0 m, 3.0 m dan 4.0 m berdasarkan data sondir Tahun 2024 dapat dilihat pada Tabel 15.19 sampai Tabel 15.22 dan Gambar 15.7.

Tabel 15.19. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 2 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024

Lokasi Uji Sondir	S.1. Pangkalan Dumai Brt	S.2. Jl. Belimbing Dumai Barat	S.3. Jl. Hasanuddin Dumai Barat	S.4. Jl. Cucut/Ratu Sima Dumai Selatan	S.5. Jl. Industri Dumai Selatan
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	4.44	3.13	3.16	4.73	3.07
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.08	0.11	0.11	0.07	0.11
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	46.02	65.29	64.54	43.19	66.44
Tebal Layer Tanah-2 (m)	10.00	9.00	15.00	14.00	14.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	11.03	4.63	5.17	7.80	6.17
alfa (a)	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.05	0.07	0.06	0.04	0.05
H-tanah terkompressi (cm)	1200.00	1200.00	1500.00	1200.00	1500.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	33.31	52.88	59.27	31.41	49.66
Penurnan total S-tot (cm)	79.33	118.16	123.81	74.60	116.11

Tabel 15.20. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 3 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024

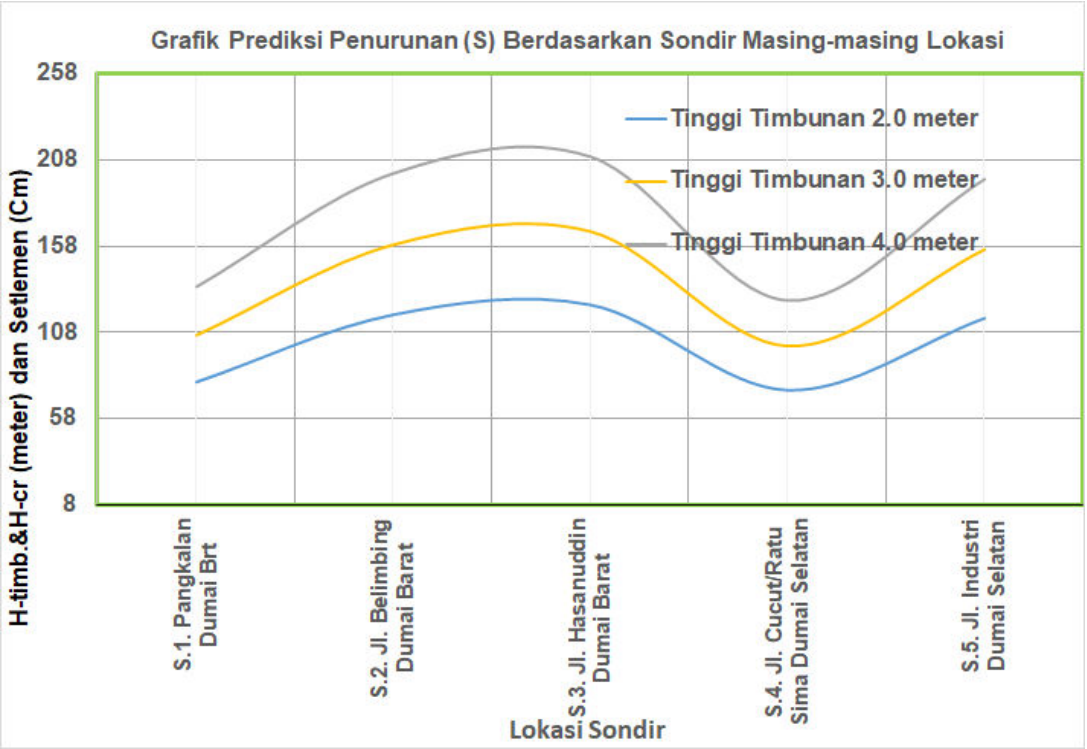
Lokasi Uji Sondir	S.1. Pangkalan Dumai Brt	S.2. Jl. Belimbing Dumai Barat	S.3. Jl. Hasanuddin Dumai Barat	S.4. Jl. Cucut/Ratu Sima Dumai Selatan	S.5. Jl. Industri Dumai Selatan
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	4.44	3.13	3.16	4.73	3.07
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.08	0.11	0.11	0.07	0.11
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	61.99	87.94	86.93	58.17	89.50
Tebal Layer Tanah-2 (m)	10.00	9.00	15.00	14.00	14.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	11.03	4.63	5.17	7.80	6.17
alfa (a)	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.05	0.07	0.06	0.04	0.05
H-tanah terkompressi (cm)	1200.00	1200.00	1500.00	1200.00	1500.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	44.86	71.22	79.84	42.31	66.89
Penurnan total S-tot (cm)	106.85	159.16	166.76	100.48	156.39

Tabel 15.21. Sebaran Prediksi Penurunan Bila Dilakukan Penimbunan dengan Tinggi 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024

Lokasi Uji Sondir	S.1. Pangkalan Dumai Brt	S.2. Jl. Belimbing Dumai Barat	S.3. Jl. Hasanuddin Dumai Barat	S.4. Jl. Cucut/Ratu Sima Dumai Selatan	S.5. Jl. Industri Dumai Selatan
Tebal Layer Tanah-1 (m)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	4.44	3.13	3.16	4.73	3.07
alfa (a)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.08	0.11	0.11	0.07	0.11
H-tanah terkompressi (cm)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
S-1=Mvxdelta-PxH (cm)	77.95	110.59	109.32	73.16	112.55
Tebal Layer Tanah-2 (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
qc-rerata (kg/cm2) terkomp.	11.03	4.63	5.17	7.80	6.17
alfa (a)	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mv = 1 / (qc x alpa) kg/cm2	0.05	0.07	0.06	0.04	0.05
H-tanah terkompressi (cm)	1200.00	1200.00	1500.00	1200.00	1500.00
delta P (kg/cm2)-timb.	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
S-2=Mvxdelta-PxH (cm)	56.42	89.57	100.40	53.21	84.12
Penurnan total S-tot (cm)	134.37	200.15	209.72	126.36	196.67

Tabel 15.22. Prediksi Penurunan (dalam sentimeter) Akibat Timbunan 2, 3, dan 4 meter Berdasarkan Data Sondir Tahun 2024

Lokasi Uji Sondir	S.1. Pangkalan Dumai Brt	S.2. Jl. Belimbing Dumai Barat	S.3. Jl. Hasanuddin Dumai Barat	S.4. Jl. Cucut/Ratu Sima Dumai Selatan	S.5. Jl. Industri Dumai Selatan
Tinggi Timbunan 2.0 meter	79.33	118.16	123.81	74.60	116.11
Tinggi Timbunan 3.0 meter	106.85	159.16	166.76	100.48	156.39
Tinggi Timbunan 4.0 meter	134.37	200.15	209.72	126.36	196.67



Gambar 15.7. Sebaran Prediksi Penurunan Tanah Dasar Bila Dilakukan Penimbunan 2, 3, dan 4 meter berdasarkan Data Sondir Tahun 2024

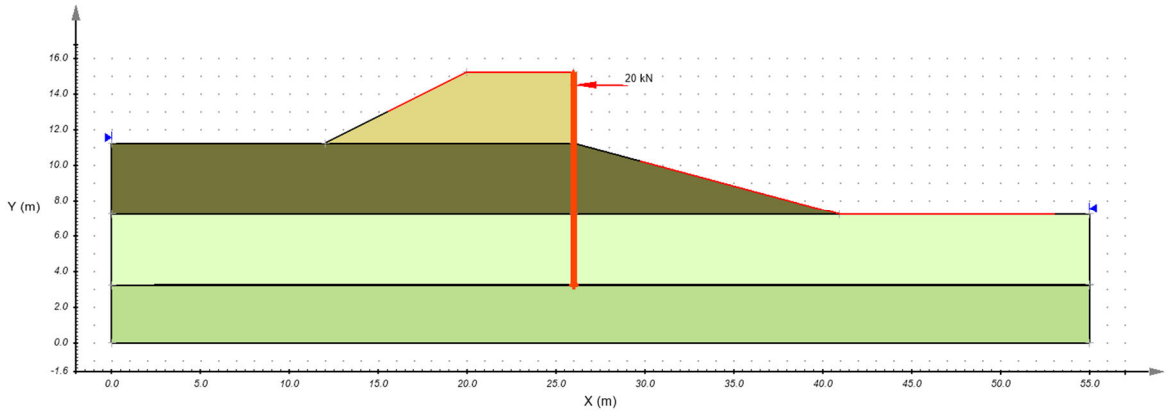
Berdasarkan ke-5 data sondir tahun 2024 prediksi penurunan tanah akibat penimbunan 2.0 m, 3.0 m dan 4.0 m cukup besar dengan kisaran setengah tinggi timbunan akan mengalami penurunan hal ini disebabkan kedalaman lampisan lempung lunak cukup dalam atau lebih dari 20.0 m, untuk hal tersebut peninggian tanggul Sungai Dumai bagian bawah atau tanggul untuk polder perlu dilakukan peninggian secara berkala setelah masa konstruksi.

15.5 ANALISA STABILITAS LERENG

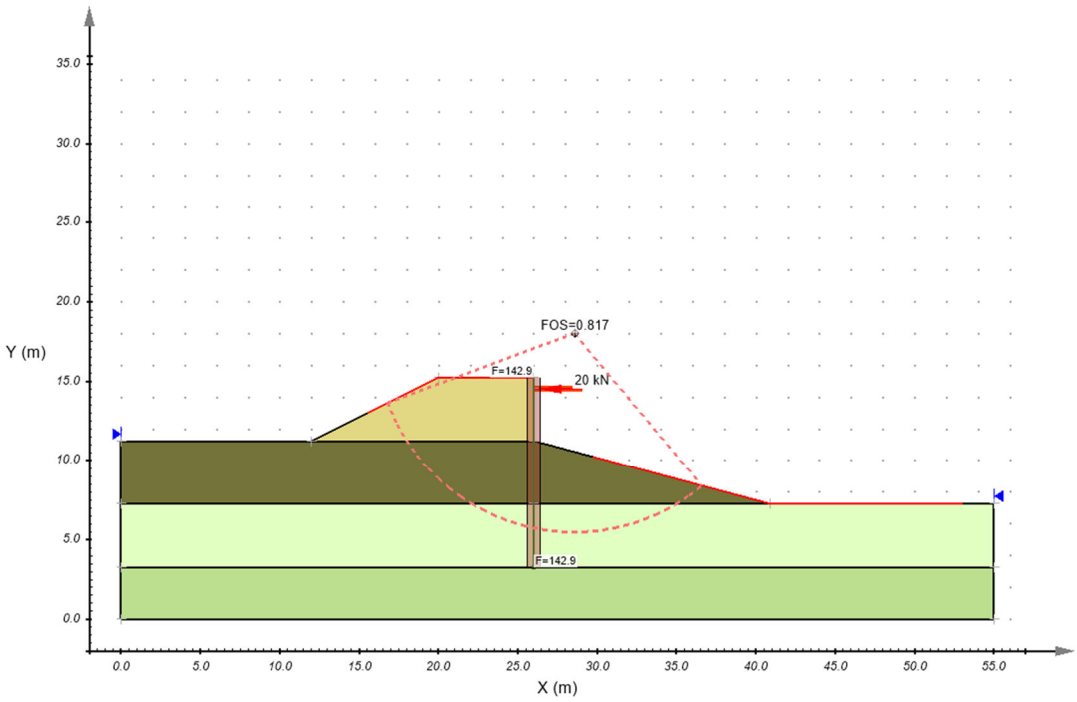
Berdasarkan data ke-5 titik sondir tahun 2024, dapat ditentukan nilai tahanan konus (qc) rerata pada ketebalan tanah ±0.0 m s/d -4.0 m, ketebalan -4.0 m sampai -8.0 m dan lapisan tanah dibawahnya, dari nilai qc-rerata tersebut dapat ditentukan parameter tanah seperti nilai kohesi (Cu), sudut geser tanah (ϕu), berat isis tanah (Y) dan modulus elastisitas tanah (E), dengan parameter tanah tersebut maka dapat dilakukan analisa stabilitas untuk mencari faktor keamanan (FK) yang aman dalam pelaksanaan rencana timbunan serta analisa perkuatan tanah dengan CCSP atau rekayasa perbaikan tanah dasar dengan cerucuk. Untuk analisa stabilitas lereng, kami menggunakan Software Plaxis LE dengan Metode Spencer. *Input* untuk pemodelan stabilitas lereng dapat dilihat pada Tabel 15.23, sementara hasil dari pemodelan dapat dilihat pada Gambar 15.8 - Gambar 15.15 dan Tabel 15.24.

Tabel 15.23. Properties Tanah yang Digunakan Untuk Pemodelan Stabilitas Lereng

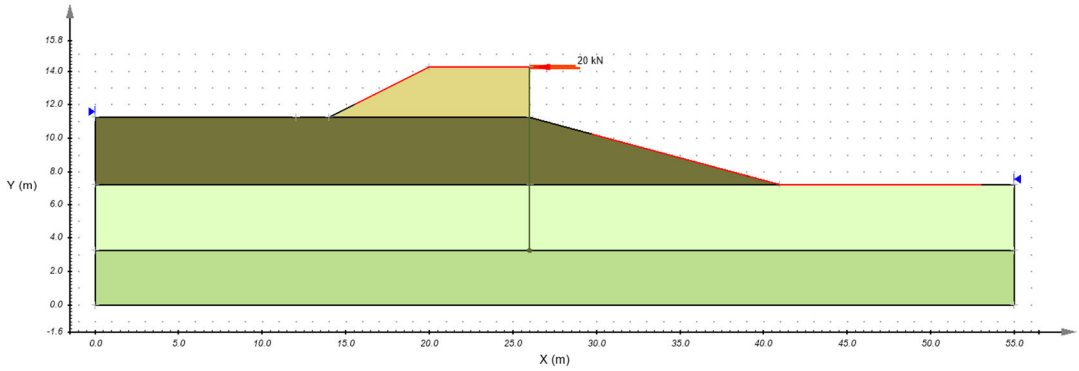
Layer	c kN/m^2	ϕ (degree)	γ_{unsat} kN/m^3	E kN/m^2
1	40	16	18	11500
2	13	0	16	5200
3	25	0	16	10000
4	33	0	16	13200



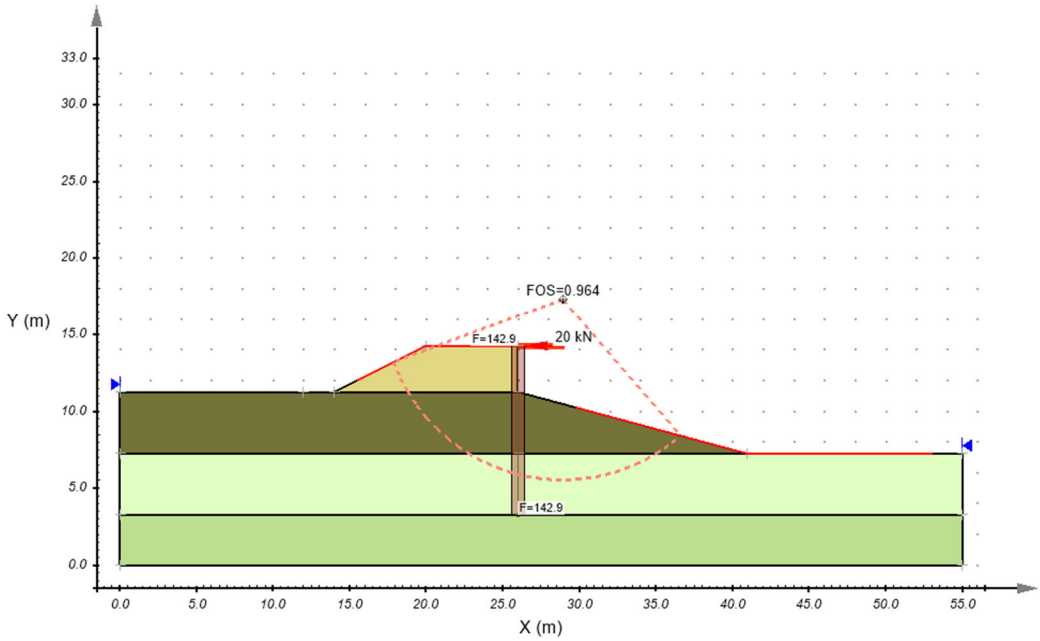
Gambar 15.8. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Tanpa Cerucuk



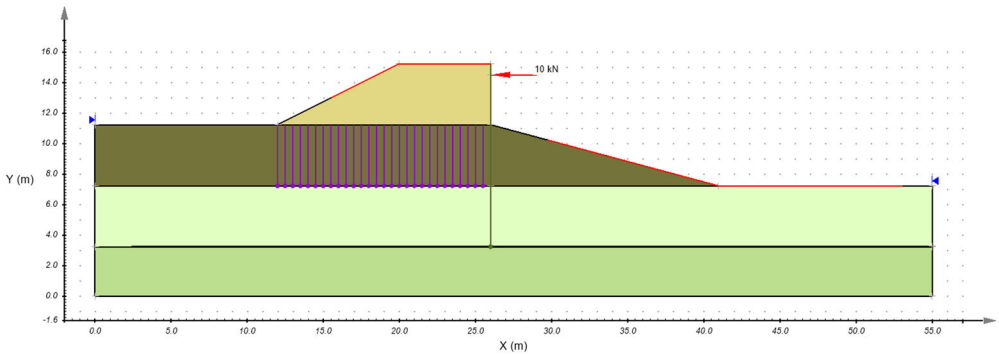
Gambar 15.9. Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Tanpa Cerucuk



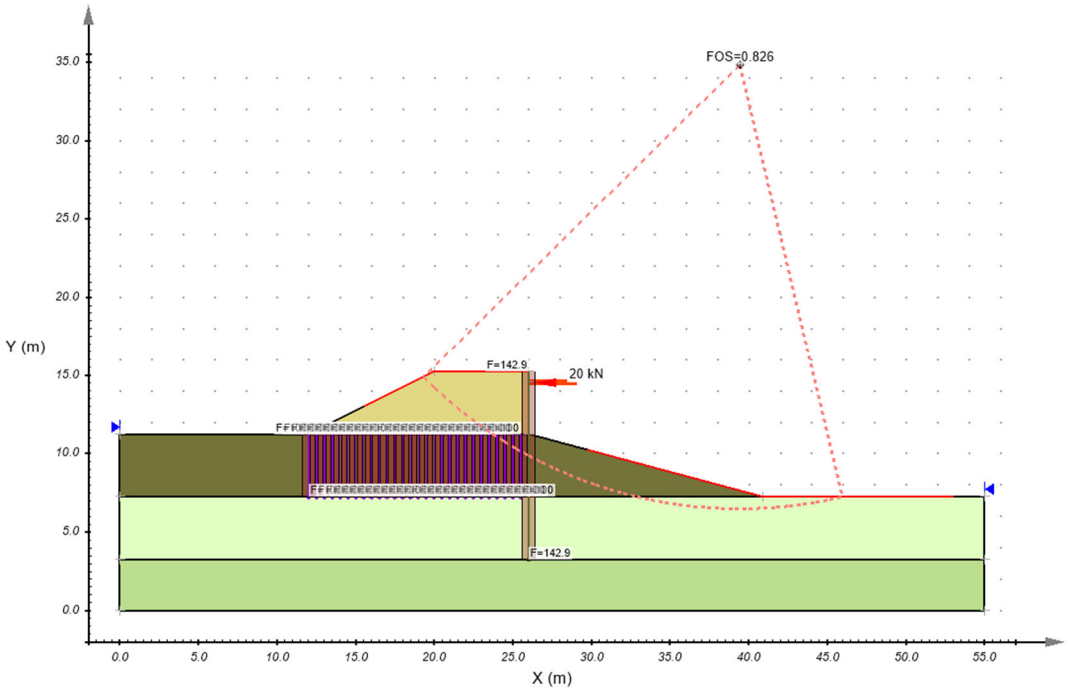
Gambar 15.10. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Tanpa Cerucuk



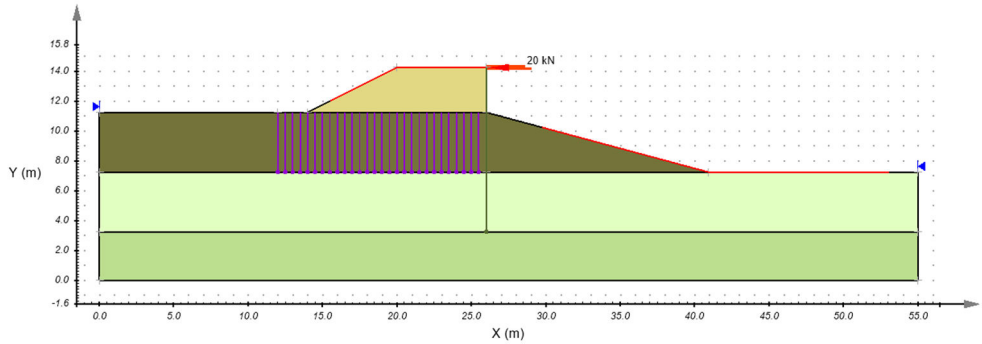
Gambar 15.11. Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Tanpa Cerucuk



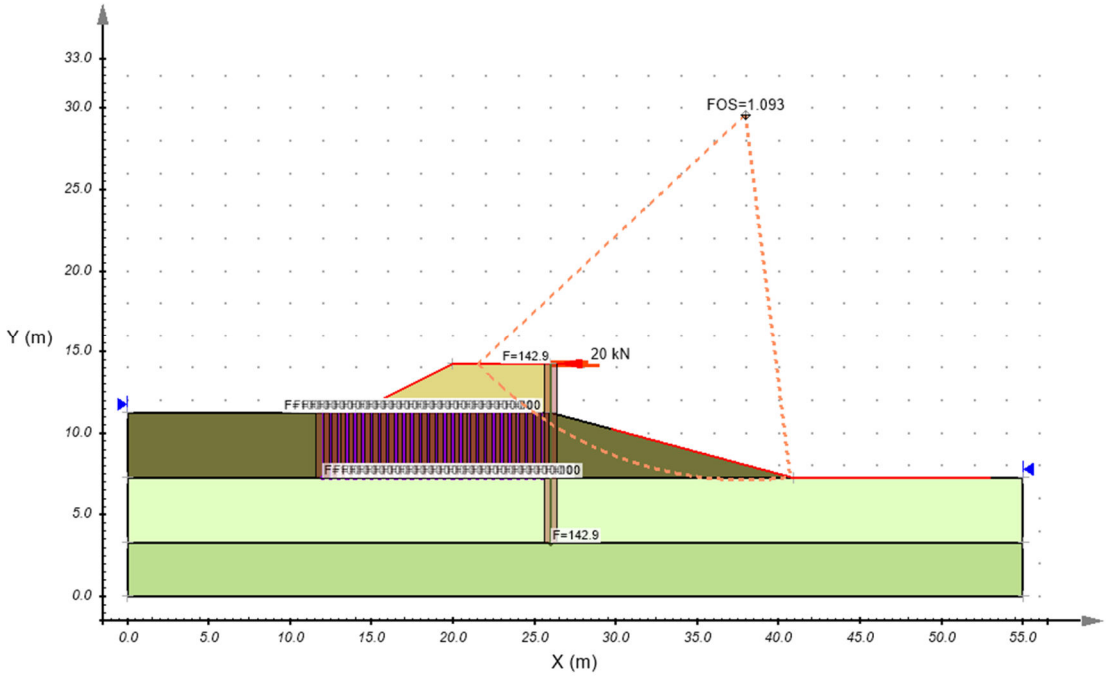
Gambar 15.12. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Dengan Cerucuk



Gambar 15.13. Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 4 meter dan Dengan Cerucuk



Gambar 15.14. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Dengan Cerucuk



Gambar 15.15. Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Plaxis dengan Ketinggian Lereng 3 meter dan Dengan Cerucuk

Tabel 15.24. Rekap Hasil Pemodelan Stabilitas Lereng Menggunakan Software Plaxis

No.	Tinggi Timbunan	Keterangan	FOS
1	4m	Tanpa cerucuk	0.817
2	4m	Dengan cerucuk	0.826
3	3m	Tanpa cerucuk	0.964
4	3m	Dengan cerucuk	1.093

15.6 ANALISA STABILITAS LERENG DENGAN PLAXIS

Berdasarkan data ke-5 titik sondir tahun 2024, dapat ditentukan nilai tahanan konus (qc) rerata pada ketebalan tanah ±0.0 m s/d -4.0 m, ketebalan -4.0 m sampai -8.0 m dan lapisan tanah dibawahnya, dari nalai qc-rerata (kg/cm2) tersebut dapat ditentukan parameter tanah cara moderat seperti nilai kohesi (Cu) : qc/10 (kg/cm2), sudut geser tanah (ϕu) : (2.5 qc)o, berat isis tanah (Y) dan modulus elastisitas tabnah (E), dengan parameter tanah tersebut maka dapat dilakukan analisa stabilitas untuk mencari factor keamanan (FK) yang aman dalam pelaksanaan rencana timbunan serta analisa perkuatan tanah dengan CCSP atau rekayasa perbaikan tanah dasar dengan cerucuk.

15.6.1 PARAMETER PEMODELAN

Permodelan dan perhitungan numerik menggunakan parameter langsung dan pendekatan, sehingga ditampilkan pada tabel-23. dan tebel-24 sebagi berikut :

Tabel 15.25. Parameter Tanah untuk Pemodelan

Parameter	Name	Very Soft Clay	Soft Clay	Stiff Clay	Embankment	Unit
Material Model		Hardening Soil Model	Hardening Soil Model	Hardening Soil Model	Mohr-Column	-
Drainage Type		Undrained	Undrained	Undrained	Drained	-
Soil unit weight above phreatic level	γ_{unsat}	16	16	16	18	kN/m^3
Soil unit weight below phreatic level	γ_{sat}	17	17.5	17.5	18.5	kN/m^3
Initial void ratio	e_{init}	1.30	1.10	0.50		
Modulus Elastic	E	4500	9000	15000	15000	kN/m^2
Cohesion (constant)	c'	5	10	20	40	kN/m^2
Friction angle	ϕ'	20	20	20	25	degree

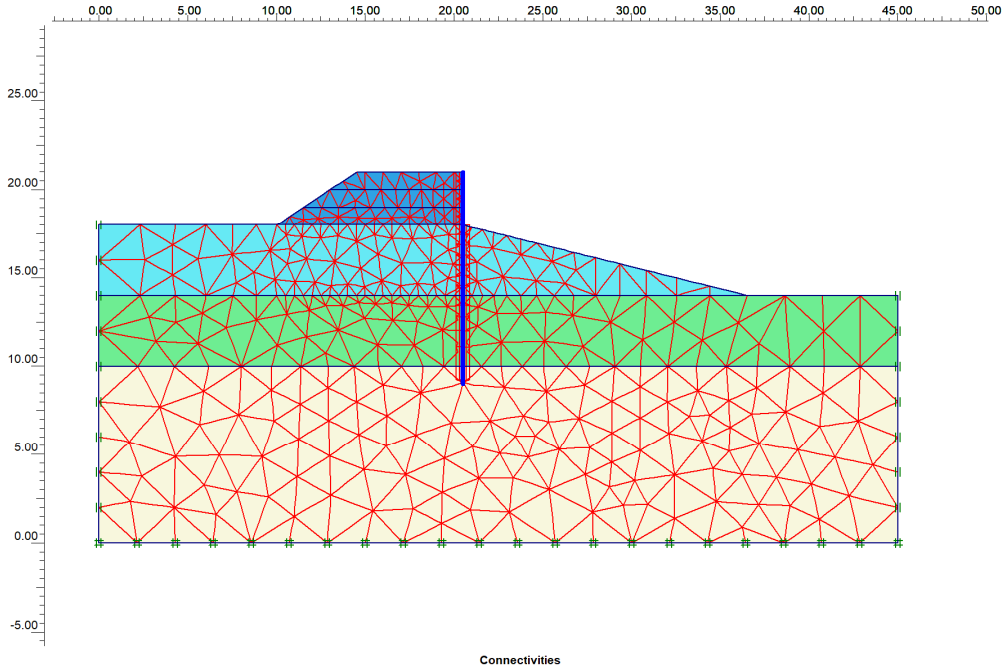
Tabel 15.26. Beam Data Sets Parameters Pile Elastic

No.	Identification	EA	EI	ν
		[kN/m]	[kNm²/m]	[-]
1	Sheet pile W-500	6755099.42	171802.838	0.20

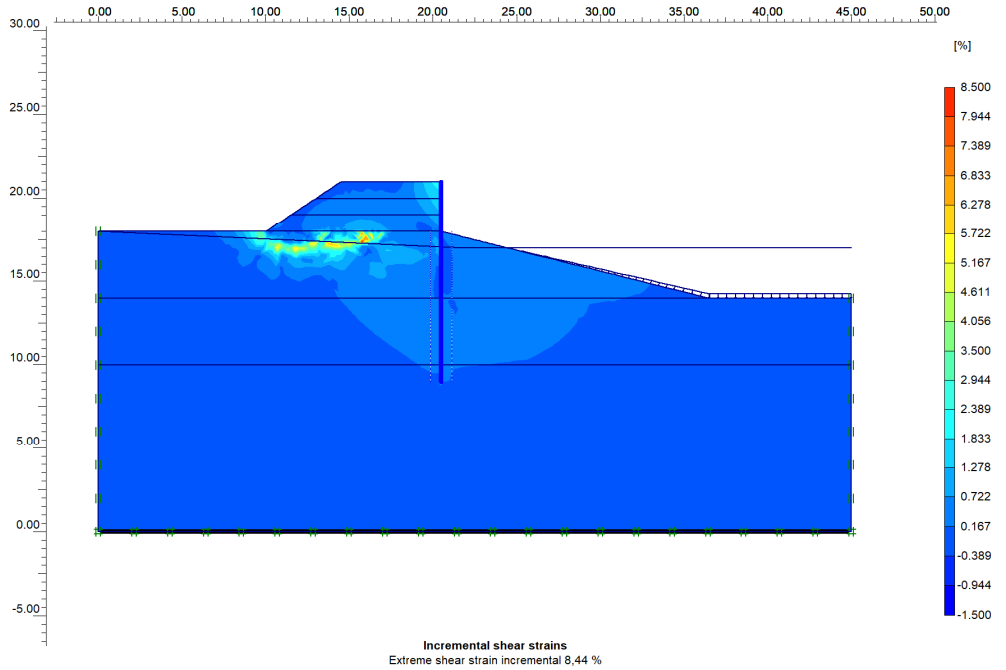
15.6.2 HASIL PEMODELAN

15.6.2.1 Pemodelan Timbunan dengan Sheetpile Tanpa Cerucuk (Model 1)

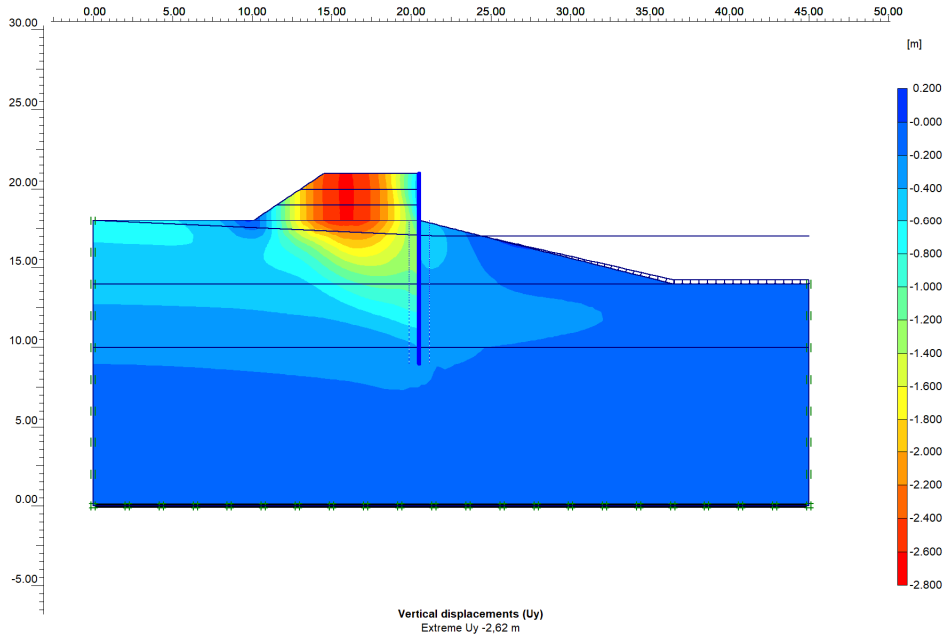
Pemodelan-1 tanah timbunan lempung dengan nilai CBR > 6.0 %, tanah dasar tidak diperkuat dengan cerucuk dan kedalaman CCSP : 14.0 m denghan hasil analisa sebagai berikut.



Gambar 15.16. Diskretisasi Elemen Hingga pada Model 1 (Perkuatan Sheetpile Tanpa Cerucuk)



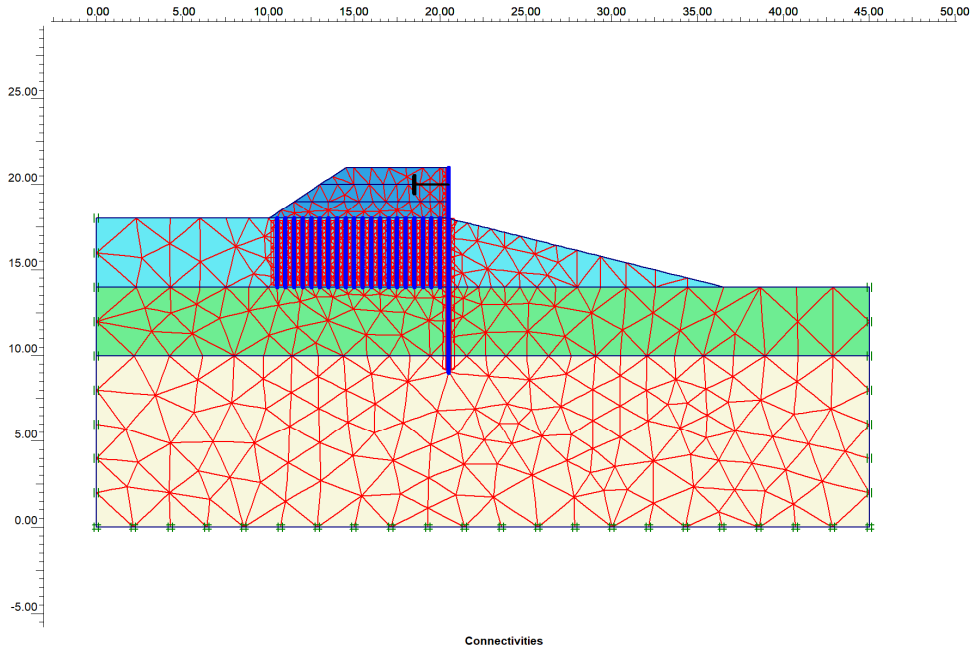
Gambar 15.17. Bidang Gelincir Model 1 (Sheetpile Tanpa Tanpa Cerucuk) Elastic Pile dengan SF = 1.000



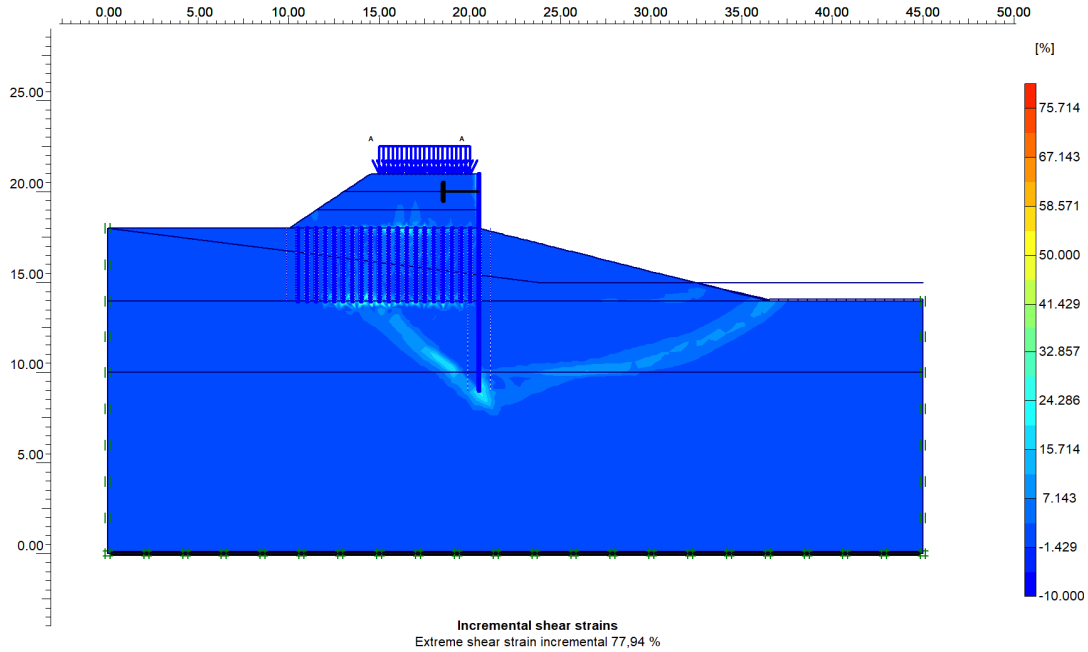
Gambar 15.18. Prediksi Penurunan Hasil Permodelan Model 1, Uy = 262.00 cm

15.6.2.2 Pemodelan Timbunan Dengan dengan Cerucuk & Sheet Pile (Model 2)

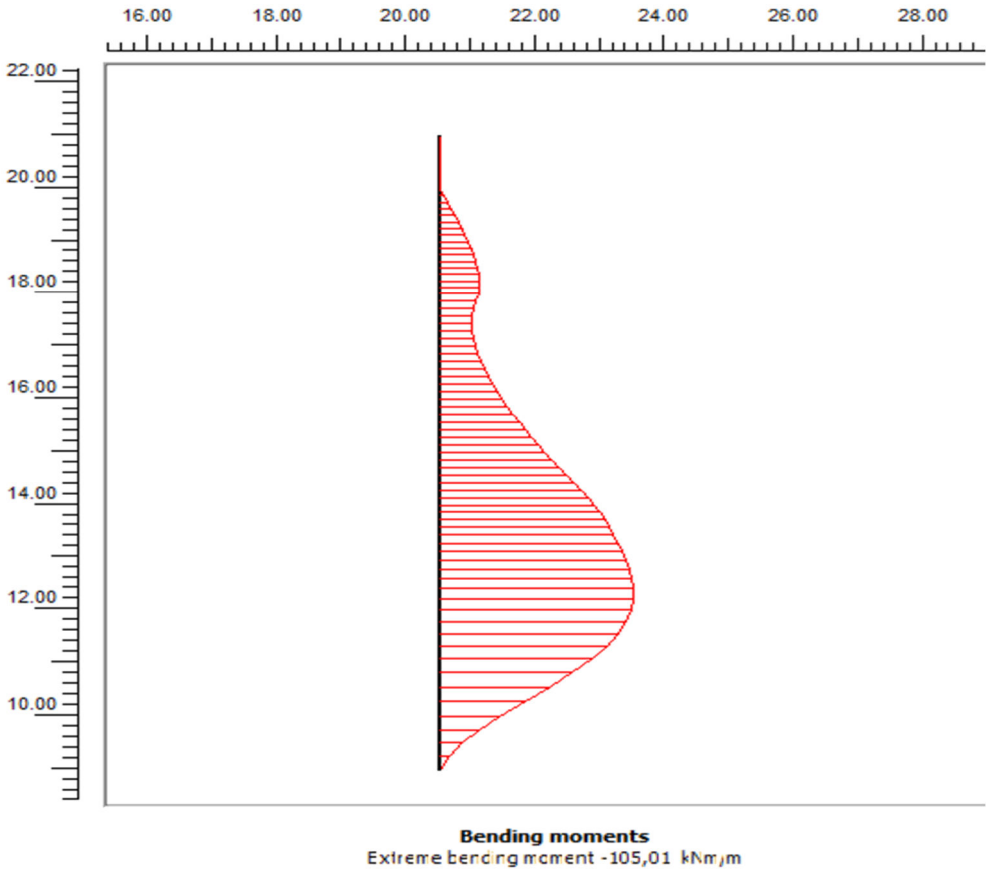
Pemodelan-2 tanah timbunan lempung dengan nilai CBR > 6.0 %, tanah dasar diperkuat dengan cerucuk, CCSP W-500 panjang L : 14.0 m dan bagian atas CCSP diberi gaya tarikan (Ph) b: 2.0 ton/m, hasil analisa sebagai berikut.



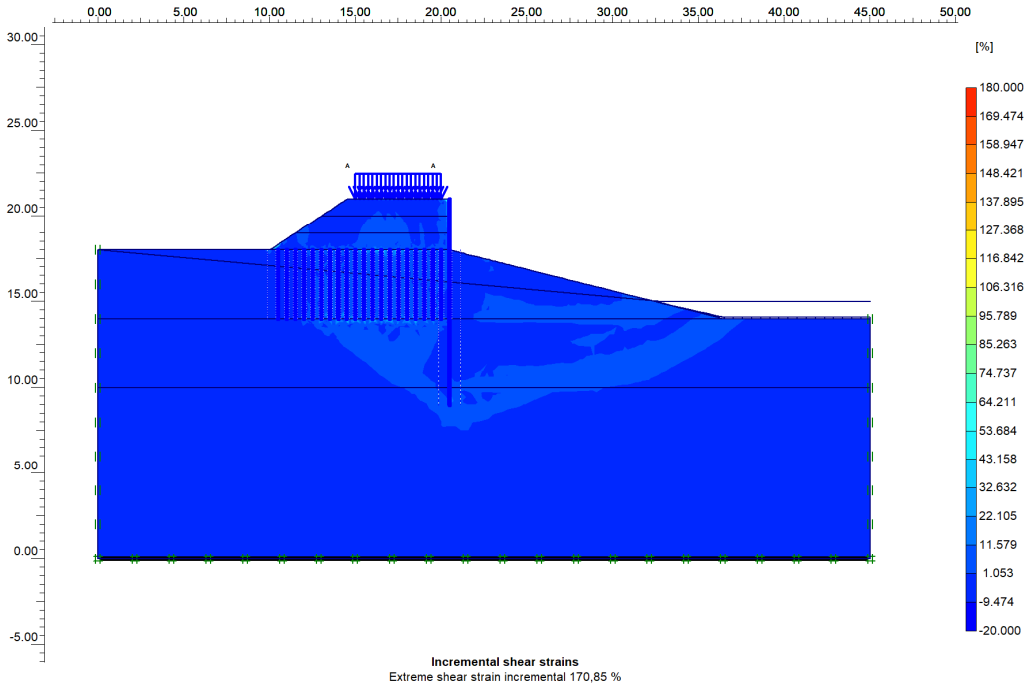
Gambar 15.19. Prediksi Penurunan Hasil Permodelan Model 1, Uy = 262.00 cm



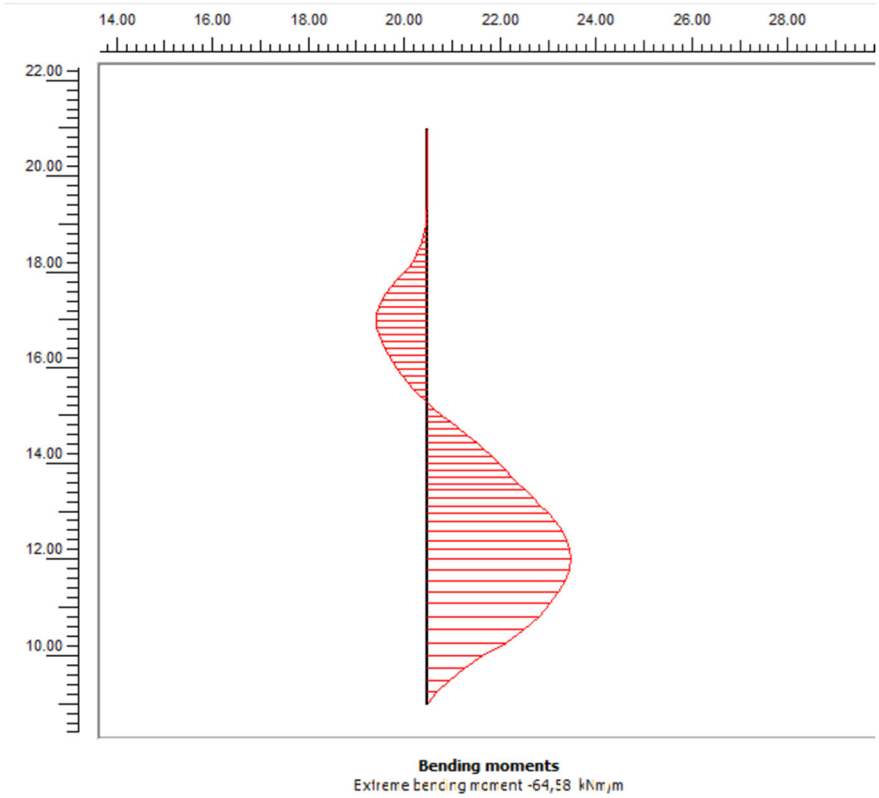
Gambar 15.20. Bidang Gelincir Model 1-1 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile dengan Tie Back) Elastic Pile dengan SF = 1.322



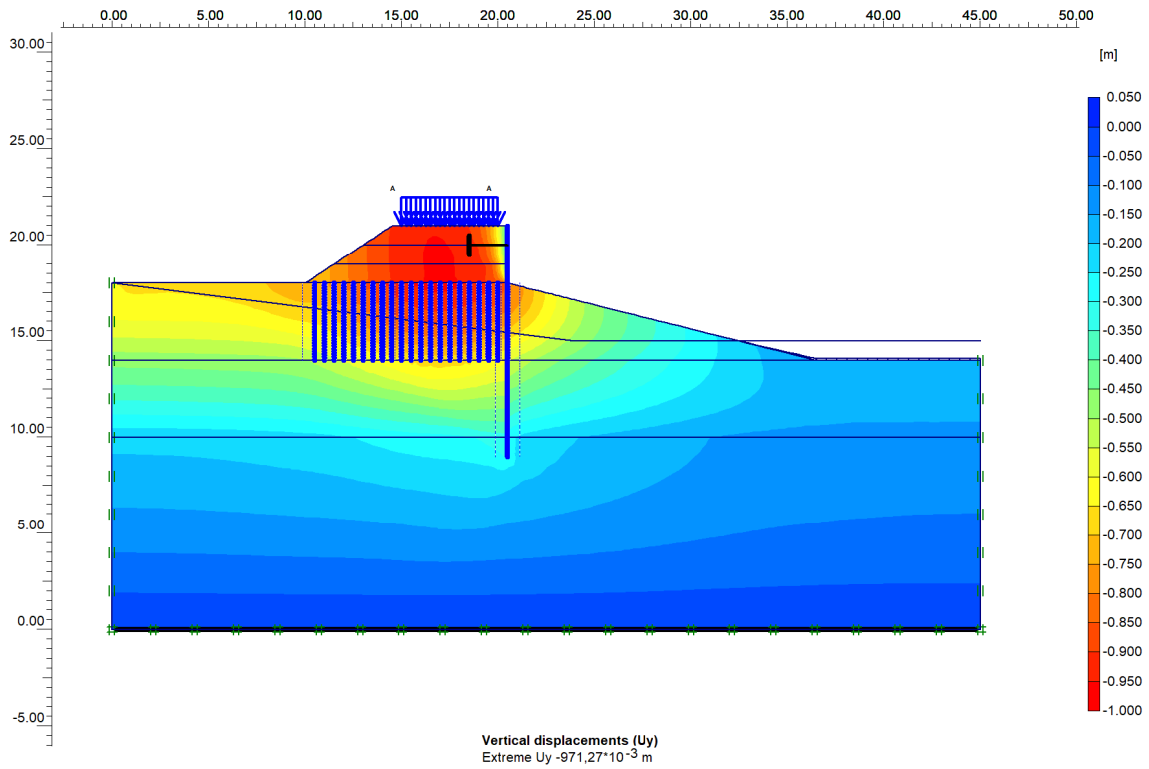
Gambar 15.21. Momen Sheetpile Model 1-1 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile dengan Angkur) dengan M = 105 kN.m/m



Gambar 15.22. Bidang Gelincir Model 1-2 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile Tanpa Tie Back) Elastic Pile dengan SF = 1.279



Gambar 15.23. Bidang Gelincir Model 1-2 (Kombinasi Cerucuk & Sheetpile Tanpa Tie Back) Elastic Pile dengan SF = 1.279



Gambar 15.24. Prediksi Penurunan Hasil Permodelan Model 1, Uy = 97.127 cm

Rekapitulasi Nilai SF berdasarkan Hasil Permodelan dengan pemograman dapat dilihat pada tabel-25 dan berikut :

Tabel 15.27. Rekapitulasi Angka Aman (SF) Berdasarkan Hasil Permodelan

No	Model	Metode Stabilisasi	SF	M (tm/m')
1.	Model 1	CCSP W-500 tanpa angkur L : 1.000	1.000	0
2.	Model 1-1	Cerucuk & CCSP W-500 dengan L : 14, dan angkur Ph. : 2 ton/m	1.279	6,50 tm/m'
3.	Model-2.2.	Cerucuk & CCSP W-500 dengan L : 14.0 m dan angkur Ph : 2 ton/m	1.322	10,50 tm/m'

15.7 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

15.7.1 KESIMPULAN

- Mengacu ke-11 titik yang tersebar dikota Dumai, secara umum lapisan lempung sangat lunak sampai lunak dengan nilai (qc) : 1.20 kg/cm2 sampai 10.0 kg/cm2 terdapat pada kedalaman -10,0 m sampai -12.0 m, dimana semakin arah barat atau selatan/daratan kota dumai lempung lunak semakin dangkal. Lapisan lempung dengan konsistensi teguh sampai

kaku dengan nilai konus qc : 10 kg/cm2 sampai 25 kg/cm2 pada kedalaman kedalaman -10 m sampai -16.0 m dan lapisan lempung dengan konsistesi kaku sampai -15.0 m sampai -22.0 m.

- Mengacu ke-5 titik sondir baru pada lokasi yang selalu mengalami banjir air laut pasang, secara umum lapisan lempung sangat lunak sampai lunak dengan nilai (qc) : 1.00 kg/cm2 sampai 10.0 kg/cm2 mencapai kedalaman -14,0 m sampai -23.0 m, dan lapisan lempung dengan konsistensi teguh sampai kaku dengan nilai konus qc : 10 kg/cm2 sampai 25 kg/cm2 mencapai kedalaman -18 m sampai > -25.0 m, hal ini menunjukkan lapisan tanah pada lokasi yang sering mengalami banjir air laut pasang lapisan tanah dasar dengan konsistensi sangat lunak sampai lunak semakin dalam.
- Dari 11 titik sondir yang tersebar dikota Dumai menunjukkan lapisan tanah dasar/asli mempunai kemampuan daya dukung atau tinggi timbunan kritis (H-cr.) : 2.60 m sampai 5.30 m, sehingga dengan angka keamanan (FK) : 1.50 tinggi timbunan/galian ijin cukup rendah (H-timb. Ijin)) : 1.70 m sampai 3.50 m.
- Berdasarkan ke-5 titik sondir baru pada lokasi yang sering mengalami banjir laut pasang menunjukkan tinggi timbunan kritis (H-cr.) : 3.20 m sampai 4.50 m, sehingga dengan angka keamanan (FK) : 1.50 tinggi timbunan/galian ijin cukup rendah (H-timb. Ijin)) : 2.10 m sampai 3.00 m.
- Berdasarkan hasil ke-11 titik sondir dikota Dumai dapat diprediksi besaran penurunan yang akan terjadi bilamana dilakukan penimbunan pada area kawasan atau pada penimbunan tanggul sungai, untuk tinggi timbunan (H-timb,) : 2.0 m → timbunan . Berdasarkan data sondir 2018 prediksi (S-tot.) : 35.0 cm s/d 58,0 cm; untuk (H-timb.) : 3.0 m → (S-tot) : 47.0 cm s/d 78.0 cm; dan untuk (H-timb.) : 4.0 m → (S-tot.) : 59.0 cm s/d 95.0 cm
- Berdasarkan sondir sondir bari tahun 2024 dapat diprediksi besaran penurunan yang akan terjadi bilamana dilakukan penimbunan pada area kawasan atau pada penimbunan tanggul sungai, untuk tinggi timbunan (H-timb,) : 2.0 m → timbunan . Berdasarkan data sondir 2018 prediksi (S-tot.) : 74.0 cm s/d 124,0 cm; untuk (H-timb.) : 3.0 m → (S-tot) : 101.0 cm s/d 147.0 cm; dan untuk (H-timb.) : 4.0 m → (S-tot.) : 126.0 cm s/d 126.0 cm
- Rekap hasil FOS metode Spencer, stabilitas timbunan dengan tinggi 3.0 m dan 4.0 m tanpa cerucuk dan dengan jarak cerucuk 0.50 m dan L : 4.0 m, belum aman, seperti dutujukkan pada tabel berikut

Tabel 15.28. Rekapitulasi Tinggi Timbunan dan FOS

No.	Tinggi Timbunan	Keterangan	FOS
1	4.0 m	Tanpa cerucuk	0.817
2	4.0 m	Dengan cerucuk	0.826
3	3.0 m	Tanpa cerucuk	0.964
4	3.0 m	Dengan cerucuk	1.093

- Rekap hasil FS dengan software/pemrograman stabilitas timbunan dengan tinggi 3.0 m dan 4.0 m tanpa cerucuk dan dengan jarak cerucuk 0.50 m dan L : 4.0 m, CCSP W-500, L : 14.0 m dan gaya angker 2.0 ton/m, seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 15.29. Rekap SF dengan Berbagai Metode Stabilisasi

No	Model	Metode Stabilisasi	SF	M (tm/m')
1.	Model 1	CCSP W-500 tanpa angkur L : 1.000	1.000	0
2.	Model 1-1	Cerucuk & CCSP W-500 tanpa angkur L : 14m, Ph. : 2 ton/m'	1.279	6,50 tm/m'
3.	Model-2.2.	Cerucuk & CCSP W-500 L : 14.0 m dengan angkur 2 ton/m'	1.322	10,50 tm/m'

- Penggunaan cerucuk (dia.) : 10 cm, L : 4.0 m, jarak : 0.50 m sebagai perbaikan dan perkuataan tanah dasar diatas tanah timbunan dan samping CCSP sebelum ditimbun sangat diperlukan.

15.7.2 REKOMENDASI

- Mengingat kondisi tanah dikota Dumai berupa lempung campur material organic dengan konsistensi sanngat lunak dan lunak cukup dalam, maka waktu pelaksanaan perlu dilakukan uji tanah ulang (sondir/boring) untuk konfirmasi ketebalan dan konsisteni lapisan tanah.
- Pada waktu atau masa pelaksanaan penimbunan tanah atau galian tanah perlu dilakukan pemasangan dan monitoring dengan patok geser atau inclinometer, untuk mengetahui sedini mungkin tanah timbunan akan mulai longsor atau stabil.
- Bilamana timbunan yang akan dilakukan lebih dari tinggi timbunan kritis (H-cr) maka perlu dilakukan penimbunan bertahap setelah mengalami penurunan (minimal 6.0 bulan).
- Methode dan skuwen pelaksanaan pekerjaan timbunan atau galian pada lapisan lempung lunak sangat menentukan keberhasilan pekerjaan/proyek

BAB 16
INDIKASI PROGRAM

Sebagaimana sudah di jelaskan dalam Bab 13 tentang rencana penanganan, maka secara umum akan terbagi 2. Yaitu penanganan banjir di daerah hulu dan penanganan banjir di daerah hilir

16.1 PENANGANAN BANJIR DI DAERAH HULU

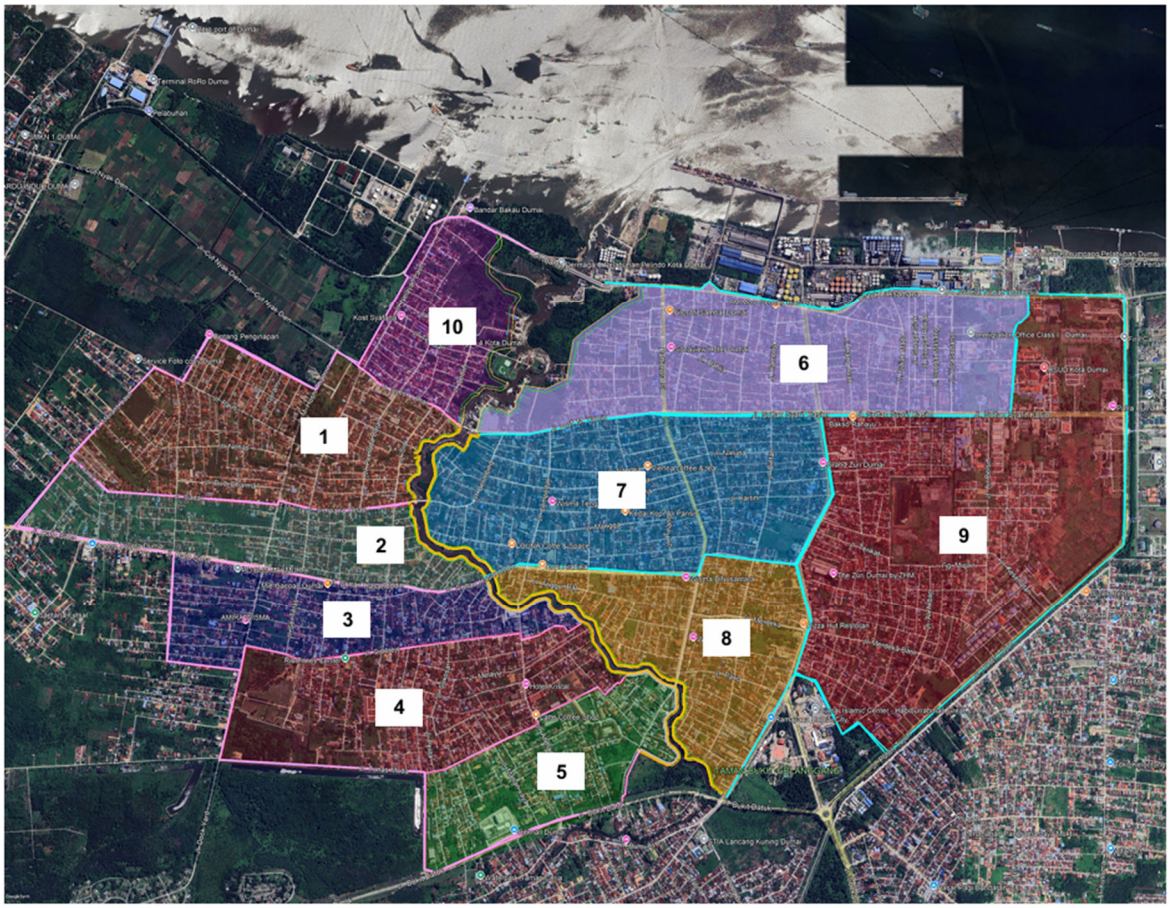
Asumsi hulu di sini untuk kejadian banjir yang berada di hulu Sungai Dumai di mulai dari jembatan bukit Datuk. Dengan penanganan berikut ini diharapkan tidak terjadi banjir lagi di daerah Bumi Ayu. Adapun tahapan prioritas pembangunannya adalah sebagai berikut :

1. Penyempurnaan embung Bunga Tujuh menjadi tampungan sumber air baku sekaligus kolam retensi yang dapat mengerem laju aliran ke Sungai Dumai, sehingga debit puncak di Sungai Dumai dapat dikurangi. Penyempurnaan berupa penambahan tanggul dari urugan tanah (untuk yang di lindungi dengan revetment, serta peluap dan pintu di
2. Penyempurnaan embung 1, 2 dan 3 dengan dibuat tanggul serta peluap yang dilengkapi pintu
3. Pembuatan kolam retensi baru yang dilengkapi dengan tanggul, serta peluap yang dilengkapi dengan pintu.
4. Pelebaran jembatan bukit datuk dari 14 meter menjadi 22 meter.
5. Penghijauan daerah hulu

16.2 PENANGANAN BANJIR DI DAERAH HILIR

1. Pembebasan tanah selebar 15 meter sepanjang 5 km dengan maksud mengembalikan sempadan Sungai Dumai yang pula kelak sebagai jalan akses pembangunan tanggul Sungai Dumai yang terbuat dari sheet pile.
2. Pembuatan tanggul Sungai Dumai dari sheet pile dengan elevasi tanggul bervariasi sesuai dengan segmen yang ada (dimana batasan segmen berada di antara jembatan yang melintas Sungai Dumai). Di belakang tanggul sheetpile akan dibuat pula jalan akses selebar 10-11 m yang terbuat dari urugan tanah terpilih dan dengan standart pemadatan, dimana di bawah urugan tanah diberi rekayasa geoteknik (berupa cerucuk kayu dolken sepanjang 4 m, rakit kayu dolken yang diatasnya di gelar geotekxtile woven).
3. Sebagai dinding penahan tanah di buat dari beton cyclop dan sebagai pembatas dari tanah yang di bebaskan diberi saluran gending yang difungsikan sebagai saluran drainase primer untuk mengumpulkan luapan air permukaan ke kolam retensi.

4. Di kolam retensi akan diberi pintu dan pompa dimana masing-masing segmen (yang disebut daerah polder) mempunyai jumlah yang berbeda-beda.
5. Berdasarkan hasil analisis hirarkhi proses untuk memilih prioritas penanganan, dengan mempertimbangkan :
   - Kemudahan dalam membebaskan tanah selebar 15 m untuk tanggul, sehingga dampak sosialnya minim.
   - Kesiapan saluran draianse kawasannya
   - Potensi mengurangi kerugian ekonomi jika daerah tersebut bisa dibebaskan dari banjir.
   - Potensi di daerah tersebut juga dapat dijadikan daerah wisata (atau membangkitkan daerah pertumbuhan ekonomi baru).



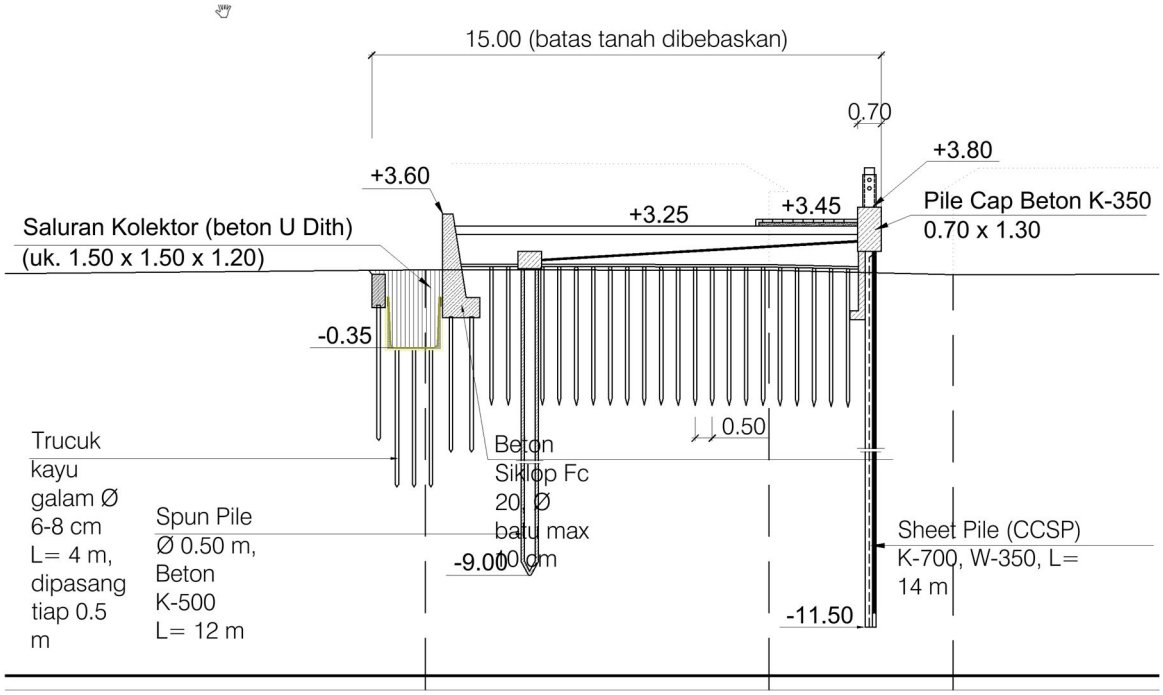
Gambar 16.1. Pembagian Segmen Daerah Polder di Sekitar Sungai Dumai

16.3 URUTAN PRIORITAS YANG HARUS DITANGANI

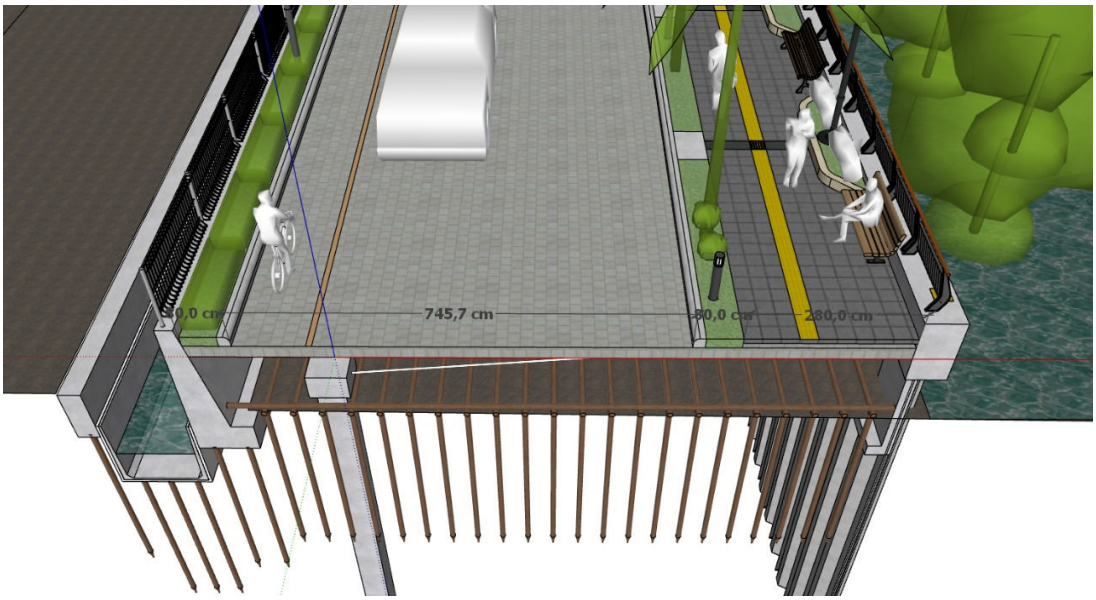
Maka berikut urutan prioritas yang harus di tangani :

- Segmen 1 (daerah sebelah barat antara Jembatan Syeikh Umar dan Jembatan Simpang Tetap).

- Segmen 2 (daerah sebelah barat antara Jembatan Jalan Simpang Tetap dan Jalan Sultan Hasanudin)
- Segmen 7 (daerah sebelah timur antara Jembatan Syeikh Umar dan Jembatan Sultan Hasanudin).
- Segmen 6 (daerah sebelah timur antara Jalan Datuk Laksamana dan Jalan M Yamin - Jalan Sultan Syarif Kasim).
- Segmen 8 (daerah sebelah timur antara Jalan Sultan Hasanudin dan Jalan Jenderal Sudirman).
- Segmen 4 (daerah sebelah barat antara Jalan Sidorejo – Jalan Tunas Muda).
- Segmen 5 (daerah sebelah barat antara Jalan Tunas Muda – jalan Bukit Datuk)
- Segmen 9 (sebelah timur antara Jalan Putri Tujuh – Jalan Jenderal Sudirman)
- Segmen 10 (sebelah barat antara Jalan Bahtera – Nelayan Laut dan Syeikh Umar)
- Daerah banjir Jaya Mukti - Tanjung Palas



Gambar 16.2. Tipikal Tanggul Sheetpile Beserta Urugan Tanah, dan Saluran Gendongnya



Gambar 16.3. Tiga Dimensi Penampang Melintang dari Tanggul

Gambar 16.4. Tiga Dimensi untuk Menggambarkan Kawasan Tanggul Juga Dipakai Sebagai Tempat Destinasi Warga untuk Berkumpul

BAB 17
PERKIRAAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

Berikut adalah perkiraan Rencana Anggaran Belanja (RAB) untuk sistem polder, embung serta pembuatan parapet di hulu sungai (hulu jembatan Bukit Datuk)

Tabel 17.1. Parameter Tanah untuk Pemodelan

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	SEGMEN I (JALAN SYEKH UMAR - JALAN SIMPANG TETAP)	88.081.311.338,50
II	SEGMEN II (JALAN SIMPANG TETAP - JALAN HASANUDDIN)	105.845.105.761,66
III	SEGMEN III (JALAN HASANUDDIN - JALAN SIDOREJO)	103.314.202.350,47
IV	SEGMEN IV (JALAN SIDOREJO - JALAN TUNAS MUDA)	89.966.024.839,26
V	SEGMEN V (JALAN TUNAS MUDA - JALAN BUKIT DATUK)	131.788.042.330,64
VI	SEGMEN VI (JALAN DATUK LAKSAMANA - JALAN PROF. MOH YAMIN)	130.800.280.593,46
VII	SEGMEN VII (JALAN PROF. MOH YAMIN - JALAN HASANUDDIN)	112.208.264.904,18
VIII	SEGMEN VIII (JALAN JALAN HASANUDDIN - JALAN SUDIRMAN)	170.820.940.731,59
IX	SEGMEN IX (JALAN PUTRI TUJUH) TIDAK ADA PEKERJAAN SUNGAI	
X	SEGMEN X (JALAN DATUK LAKSAMANA - JALAN SYEKH UMAR)	149.972.286.279,30
XI	PEMBUATAN EMBUNG BUNGA TUJUH	20.000.000.000,00
XII	PEMBUATAN EMBUNG BUKIT CAHAYA - 1	15.000.000.000,00
XIII	PEMBUATAN EMBUNG BUKIT CAHAYA - 2	15.000.000.000,00
XIV	PEMBUATAN PARAPET (DARI P.64+29 - P.71+24)	16.578.022.700,29
	JUMLAH (SUDAH TERMASUK PPn 11%)	1.132.796.459.129,05

LAMPIRAN 1
FORM INVENTARISASI SALURAN DRAINASE KOTA DUMAI

LAMPIRAN 2
TABEL HASIL SURVEI INVENTORI SALURAN DRAINASE KOTA DUMAI

LAMPIRAN 3
SIMPLIFIKASI JARINGAN SALURAN DRAINASE KOTA DUMAI

LAMPIRAN 4
DOKUMENTASI DRAINASE EKSISTING
KOTA DUMAI

LAMPIRAN 5
DOKUMENTASI SURVEI TOPOGRAFI – BATIMETRI KOTA DUMAI