

BUKU SAKU

Petunjuk Konstruksi Jalan



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL CIPTA KARYA
DIREKTORAT PENGEMBANGAN KAWASAN PERMUKIMAN

Kata Pengantar

Kegiatan Infrastruktur Berbasis Masyarakat Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman melalui kegiatan PISEW pada prinsipnya merupakan kegiatan pembangunan dan peningkatan kualitas infrastruktur dasar di kawasan perdesaan yang dilaksanakan oleh kelompok masyarakat melalui pendekatan partisipatif. Untuk memastikan tercapainya kualitas hasil pembangunan infrastruktur yang sesuai dengan standar teknis dan penyelenggaraan IBM berjalan dengan baik, maka disusun pedoman bagi seluruh pemangku kepentingan, melalui Surat Edaran Direktur Jenderal Cipta Karya Nomor: 05/SE/DC/2023 tentang Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan Infrastruktur Berbasis Masyarakat Direktorat Jenderal Cipta Karya yang tata kelola pelaksanaannya dirincikan ke dalam Petunjuk Teknis Pelaksanaan Kegiatan PISEW.

Selaras dengan pedoman teknis dan petunjuk teknis pelaksanaan tersebut, maka telah disusun pula kumpulan buku saku yang bertujuan untuk mendukung kelancaran dan kemudahan bagi tim pelaksana di lapangan. Buku saku tersebut berisi rincian terkait mekanisme pengendalian, perencanaan dan pembangunan fisik yang terdiri dari:

1. Buku Saku Pengendalian Kegiatan PISEW;
2. Buku Saku Petunjuk Umum Konstruksi;
3. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Jalan;
4. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Jembatan dan Tambatan Perahu;
5. Buku Saku Petunjuk Konstruksi Bangunan Sederhana;
6. Buku Saku KKAD;
7. Buku Saku Penentuan Capaian Luas Kawasan Terlayani Infrastruktur Terbangun;
8. Buku Saku Pemanfaatan dan Pemeliharaan Infrastruktur Desa;
9. Buku Saku Sistem Informasi Manajemen dan Sistem Informasi Laporan Keuangan dan Aset.

Diharapkan dengan adanya kumpulan buku saku ini dapat menjadi panduan praktis bagi para pelaku kegiatan IBM Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman di lapangan, mulai dari tahap persiapan, pelaksanaan

pembangunan dan pasca konstruksi terkait pemanfaatan dan pemeliharaan infrastruktur terbangun sesuai pedoman/standar yang telah ditetapkan, serta dapat memberikan kontribusi positif terhadap penerapan aturan/kaidah teknis pada pembangunan infrastruktur berbasis masyarakat. Namun demikian, tim penulis tetap mengharapkan saran dan masukkan dari seluruh pemakai buku saku ini untuk penyempurnaan lebih lanjut secara substansi.

Jakarta, Maret 2023

Tim Pelaksana Pengawasan dan Pengendalian Pusat
Kegiatan IBM Direktorat PKP

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	viii
I. PENGANTAR.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Sasaran	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Sasaran	2
1.3 Landasan dan Rujukan.....	2
II. PERENCANAAN JALAN.....	4
2.1 Standar Umum Perencanaan	4
2.1.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	4
2.1.2 Rural Access Index (RAI).....	6
2.2 Standar Teknis Perencanaan	10
2.2.1 Pemadatan/Compaction.....	10
2.2.2 Trase	14
2.2.3 Geometri.....	16
2.2.4 Super Elevasi.....	22
2.3 Bahan dan Material.....	23
2.3.1 Tanah Dasar.....	23
2.3.2 Agregat.....	23

2.3.3	Tanah Timbunan.....	25
2.3.4	Aspal	26
2.3.5	Semen	28
III.	JENIS-JENIS KONSTRUKSI JALAN.....	32
3.1	Jalan Perkerasan Lapis Pondasi Bawah.....	32
3.1.1	Perkerasan Batu Belah Telford/Makadam.....	32
3.1.2	Timbunan Pilihan	35
3.2	Jalan Lapis Penetrasi (Lapen)	39
3.3	Jalan Batu Beton (Paving Block).....	45
3.4	Jalan Perkerasan Beton.....	47
IV.	BANGUNAN PELENGKAP JALAN (SALURAN AIR JALAN & TALUD)	54
4.1	Saluran Air Jalan.....	54
4.1.1	Standar Umum Perencanaan	54
4.1.2	Standar Teknis Perencanaan	55
4.1.3	Konstruksi Saluran Air Jalan	60
4.2	Talud 69	
4.2.1	Standar Umum Perencanaan	69
4.2.2	Standar Teknis Perencanaan	71
4.2.3	Konstruksi Talud/Dinding Penahan.....	73
V.	FASILITAS PEJALAN KAKI	75
5.1	Jalur Pejalan Kaki (Trotoar)	75
5.1.1	Ketentuan Teknis Trotoar	75
5.1.2	Pelaksanaan Pekerjaan Trotoar	77
VI.	PENUTUP	80

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Ilustrasi Populasi di Kecamatan ABC	9
Gambar 2.2 Alur Kerja Perhitungan RAI.....	10
Gambar 2.3 Three Wheel Roller	12
Gambar 2.4 Tandem Roller.....	12
Gambar 2.5 Vibratory Roller.....	13
Gambar 2.6 Pneumatik Tired Roller.....	13
Gambar 2.7 (a) Stamper Kuda.....	13
Gambar 2.8 Alat Pemadat Tangan.....	14
Gambar 2.9 Alat Pemadat Silinder Beton	14
Gambar 2.10 Kendaraan Rencana Jalan Perdesaaan	16
Gambar 2.11 Lebar Jalan Perdesaaan	17
Gambar 2.12 Lebar Jalan	17
Gambar 2.13 Potongan Melintang pada Daerah/Lingkungan Perumahan/Hunian.....	18
Gambar 2.14 Potongan Melintang pada Daerah Timbunan	18
Gambar 2.15 Potongan Melintang pada Daerah Galian	18
Gambar 2.16 Potongan Melintang pada Daerah Galian dan Timbunan	18
Gambar 2.17 Lengkung Horizontal.....	19
Gambar 2.18 Tipikal Lengkung Cembung	19
Gambar 2.19 Tipikal Lengkung Cekung.....	20
Gambar 2.20 Bentuk Persimpangan dengan Kelas Jalan yang Lebih Tinggi	21
Gambar 2.21 Kemudahan Pandang di Persimpangan	21
Gambar 2.22 Kemudahan Pandang di Tikungan	21
Gambar 2.23 Pemasangan Rambu dan Perlengkapan Jalan	22
Gambar 2.24 Kategori dan Jenis Agregat	24
Gambar 2.25 Permukaan Agregat	25
Gambar 2.26 Survei Antar Patok Pekerjaan Jalan.....	29

Gambar 3.1 Bahan Perkerasan Jalan Telford.....	viii
Gambar 3.2 Peralatan Perkerasan Jalan Telford.....	34
Gambar 3.3 Cara Kerja Perkerasan Jalan Telford	35
Gambar 3.4 Bahan Timbunan Pilihan.....	36
Gambar 3.5 Peralatan Perkerasan Jalan Timbunan Pilihan.....	38
Gambar 3.6 Proses Pelaksanaan Jalan Timbunan Pilihan	39
Gambar 3.7 Bahan Perkerasan Jalan Lapen.....	40
Gambar 3.8 Peralatan Perkerasan Jalan Lapen.....	41
Gambar 3.9 Cara Kerja Perkerasan Jalan Lapen.....	42
Gambar 3.10 Pembersihan Permukaan Aspal	42
Gambar 3.11 Proses Penempatan Kaso.....	43
Gambar 3.12 Proses Penyebaran Batu Pokok.....	43
Gambar 3.13 Pengukuran Kemiringan.....	43
Gambar 3.14 Proses Pemadatan Aspal.....	43
Gambar 3.15 Pemanasan Aspal.....	44
Gambar 3.16 Penyitaman Aspal.....	44
Gambar 3.17 Penyiraman Aspal pada Batu Pengunci	44
Gambar 3.18 Peralatan Jalan Paving Block	46
Gambar 3.19 Susunan Pekerasan Jalan Paving Block	47
Gambar 3.20 Penghamparan Lapis Pondasi Agregat	48
Gambar 3.21 Pemdatan Lapis Pondasi Agregat	48
Gambar 3.22 Pemasangan Bekisting	49
Gambar 3.23 Pemasangan Membran.....	49
Gambar 3.24 Pemasangan Tiebar	49
Gambar 3.25 Pencampuran dan Pengecoran Beton.....	50
Gambar 3.26 Penghamparan dan Pemadatan Beton.....	50
Gambar 3.27 Perataan Permukaan Beton	50
Gambar 3.28 Penghalusan Permukaan Beton.....	51
Gambar 3.29 Pembuatan Tekstur Permukaan.....	51
Gambar 3.30 Curing Beton	52
Gambar 3.31 Cuting Beton	52

Gambar 3.32 Pengisian Joint Sealent	53
Gambar 5.1 Pelandaian Pada Tempat Penyeberangan Pejalan Kaki.....	79
Gambar 5.2 Jalan masuk dan pelandaian kerb yang tegak lurus.....	80
Gambar 5.3 Jalan masuk dan pelandaian kerb kombinasi.....	80
Gambar 5.4 Jalan masuk dan pelandaian kerb parallel	80
Gambar 5.5 Prinsip Perencanaan Jalur Pedestrian	69
Gambar 5.6 Penempatan Pohon, Rambu, dan Street Furniture	70
Gambar 5.7 Bangku Istirahat	70
Gambar 5.8 Prinsip Perencanaan Jalur Pemandu	74
Gambar 5.9 Tipe Tekstur Ubin Pemandu (Guiding Blocks).....	75
Gambar 5.10 Susunan Ubin Pemandu pada Belokan	75
Gambar 5.11 Susunan Ubin Pemandu pada Pintu Masuk	76
Gambar 5.12 Tipe Tekstur Ubin Pemandu (Guiding Blocks).....	76

Daftar Tabel

Tabel 3.1 Kebutuhan bahan Perkerasan Telford	32
Tabel 3.2 Kebutuhan bahan untuk konstruksi lapen.....	42
Tabel 4.1 Bentuk Saluran Berdasarkan Fungsinya	59
Tabel 4.2 Kriteria Konstruksi Saluran Air Jalan.....	60
Tabel 4.3 Kriteria Karakteristik Saluran.....	62
Tabel 4.4 Jenis dan Diameter Gorong-gorong	69
Tabel 5.1 Tabel Nilai N.....	76
Tabel 5.2 Persyaratan Teknis Jalan Masuk.....	80

*Ada tiga hal yang paling penting dalam
pembangunan jalan:
drainase, drainase, dan drainase.*

I. PENGANTAR

1.1 Latar Belakang

Dengan perkembangan dan kemajuan teknologi, sejalan dengan peningkatan ekonomi serta kebutuhan masyarakat terjadi pertumbuhan penduduk, maka penyebaran pemukimanpun tidak bisa di hindari yang melewati kota, baik ibukota provinsi maupun ibukota kabupaten/kota, kecamatan dan desa. Jalan sebagai sistem transportasi mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial, budaya dan lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai suatu keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah.

Jalan juga sebagai sistem prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian Jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, jalan lori, dan jalan kabel.

Berdasarkan fungsinya jalan umum dikelompokkan menjadi jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan. Mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, fungsi jalan dapat dikategorikan sebagai jalan lokal sekunder dan jalan lingkungan sekunder.

Pembangunan jalan yang ingin dicapai merupakan salah satu hal yang selalu beriringan dengan kemajuan teknologi dan pemikiran manusia yang menggunakannya, karena jalan merupakan fasilitas penting bagi manusia agar dapat mencapai suatu daerah yang ingin dicapai.

Dalam perencanaan pembangunan jalan harus memenuhi tata aturan, kaidah, serta hal-hal teknis yang dikeluarkan oleh pihak-pihak yang berkompeten terhadap pembangunan jalan.

Untuk memenuhi hal tersebut diatas, perlu disusun buku saku tentang perencanaan jalan yang sederhana, mudah dipahami, dan dilaksanakan serta memuat tentang aturan dan kaidah yang berlaku pada perencanaan jalan.

1.2 Tujuan dan Sasaran

1.2.1 Tujuan

Secara umum, tujuan dari Pembangunan Jalan yaitu untuk mendapatkan pembangunan jalan yang aman, nyaman, ekonomis serta sesuai dengan standar perencanaan yang telah ditetapkan. Sehingga memudahkan untuk mencapai suatu lokasi dan menghasilkan suatu tingkat kenyamanan dan keamanan yang tinggi bagi pengguna jalan tersebut.

1.2.2 Sasaran

Sasaran dari pembangunan jalan ini lebih dikhkususkan pada pembangunan jalan di wilayah permukiman.

1.3 Landasan dan Rujukan

Buku Saku Perencanaan Jalan disusun berlandaskan dan merujuk pada:

1. Pedoman Perancangan Pelaksanaan Perkerasaan Jalan Telford, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/SE/M/2016 tanggal 15 Maret 2016
2. Standar Teknis Jalan Pada Permukiman, Surat Edaran Dirjen Cipta Karya Nomor 16/SE/DC/2020 tanggal 17 April 2020
3. Spesifikasi Bahan Lapis Penetrasi Makadam (Lapan), SNI 6751:2016 untuk Tebal Lapan 5-8 cm.
4. Panduan Jalan Perdesaan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
5. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 30 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis Fasilitas Dan Aksesibilitas Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan
6. RSNI Tata Cara Perencanaan Jalan Beton Untuk Lalu Lintas Rendah
7. Pd T-05-2004-B Perkerasan beton semen
8. Pd T-11-2003 Perkerasan jalan Pendekat
9. Pd T-07-2005-B Studi Kelayakan Jalan dan Jembatan
10. Permen No. 15/PRT/M/2007 tentang Survey Jalan
11. Pt T-08-2002-B Geoteknik 1
12. Pt T-09-2002-B Geoteknik 2

13. Pt M-01-2002-B Geoteknik 3
14. Pt T-10-2002-B Geoteknik 4
15. SNI-03-1749-1990 Agregat Untuk Aduk Dan Beton
16. SNI-6388-2015 Spesifikasi Agregat untuk Lapis Pondasi, Lapis Pondasi Bawah dan Bahu Jalan
17. SNI-8157-2015 Pasir Laut Untuk Agregat Beraspal
18. SNI-8159-2015 Agregat Untuk Permukaan Jalan Tanpa Lapis Penutup

II. PERENCANAAN JALAN

2.1 Standar Umum Perencanaan

Metode yang dijadikan referensi dalam menyusun program pembangunan jalan daerah adalah Keputusan Dirjen Bina Marga No.77 Tahun 1990 tentang Petunjuk Teknis Perencanaan Jalan Kabupaten. Pedoman ini secara umum berisi pendekatan perencanaan berdasarkan perhitungan skala prioritas lalu lintas harian rata-rata (LHR), dan perhitungan nilai manfaat-biaya dalam bentuk *Net Present Value* (NPV) per km untuk menentukan urutan prioritas baik pada pembukaan jalan baru, peningkatan, pemeliharaan rutin, maupun periodik.

Metode lainnya yang dapat digunakan dalam perencanaan adalah *Rural Access Index* (RAI) sebagai alat untuk merumuskan kebijakan dan strategi dalam merencanakan jalan, membimbing dan mengelola investasi di sektor jalan, serta memantau efektivitas investasi di sektor jalan.

2.1.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata disingkat LHR adalah volume lalu lintas dua arah yang melalui suatu titik rata-rata dalam satu hari, biasanya dihitung sepanjang tahun. LHR adalah istilah yang baku digunakan dalam menghitung beban lalu lintas pada suatu ruas jalan dan merupakan dasar dalam proses perencanaan transportasi ataupun dalam pengukuran polusi yang diakibatkan oleh arus lalu lintas pada suatu ruas jalan.

Untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik lalu lintas maka diperlukan untuk mendapatkan berbagai informasi mengenai prasarana, lalu lintas yang bergerak diatasnya serta perilaku pengguna. Informasi tersebut dianalisis untuk memperoleh unjuk kerja lalu lintas, bila unjuk kerja berada di bawah standar pelayanan minimal, selanjutnya diusulkan perubahan geometrik atau pengaturan penggunaan ruang jalan. Langkah-langkah dalam melaksanakan dan menghitung LHR dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Survei inventarisasi prasarana jalan

Merupakan survei untuk mengumpulkan data mengenai dimensi dan geometrik jalan, terdiri dari antara lain:

1. Panjang Ruas Jalan;
2. Lebar Jalan;
3. Jumlah Lajur Lalu Lintas;
4. Lebar Bahu Jalan;
5. Lebar Median;
6. Lebar Trotoar;
7. Lebar Drainase;
8. Alinyemen Horisontal;
9. Alinyemen Vertikal.

b. Survei arus lalu lintas

Untuk mendapatkan informasi besaran arus lalu lintas perlu dilakukan survei untuk mendapatkan data yang representatif mengenai besaran arus lalu lintas. Besaran arus lalu lintas dipengaruhi oleh waktu, musim (musim hujan atau musim kemarau ataupun musim hari-hari besar keagamaan), hari pelaksanaan survei (hari pasar), pusat kegiatan, perumahan ataupun pada daerah wisata dan berbagai faktor lainnya; jenis kendaraan yang berlalu lintas (klasifikasi kendaraan);

c. Metoda pelaksanaan survei

Ada dua metode yang biasanya digunakan untuk melakukan survei, yaitu:

1. Survei manual dengan menggunakan tenaga surveyor untuk menghitung arus lalu lintas yang melalui suatu potong jalan, survei ini membutuhkan biaya tenaga kerja yang besar, tapi dapat dilakukan dengan mudah. Permasalahan yang ditemukan dengan survei yang dilakukan secara manual adalah keakuratan dari hasil survei yang sangat tergantung kepada motivasi surveyor yang melakukan survei.
2. Survei mekanis/elektronis, merupakan survei yang mempergunakan peralatan mekanis ataupun elektronis untuk mengukur jumlah kendaraan yang melewati suatu potong jalan ataupun kawasan di persimpangan. Peralatan survei yang digunakan berupa:

- 1) Tabung pneumatik, merupakan perangkat mekanis pengukur arus lalu lintas dengan menempatkan suatu pipa pneumatik ditempatkan memotong jalan, pengukuran dilakukan bila roda kendaraan yang menginjak tabung yang kemudian direkam;
 - 2) Loop induksi, merupakan perangkat elektronis yang bekerja atas dasar induksi dari mesin mobil pada saat melewati loop. Loop ditanam dibawah permukaan jalan;
 - 3) Gelombang infra merah/ultra sonik, merupakan perangkat elektronis yang bekerja dengan memancarkan gelombang infra merah ataupun ultrasonik ke kendaraan yang lewat. Dengan metode ini selain besar arus juga dapat diklasifikasi serta kecepatan lalu lintas;
 - 4) Kamera video, yang digunakan dengan mengubah data menjadi terukur dalam prosesor. Dengan metode ini selain besar arus juga dapat diklasifikasi serta kecepatan lalu lintas.
- d. Menghitung LHR (Lintas Harian Rata-Rata)

Komposisi Kendaraan awal umur rencana

a	Mobil penumpang (1+1)	=	1.850 kendaraan
b	Bus 8 ton (3+5)	=	385 kendaraan
c	Truk 2 as 10 ton (4+6)	=	75 kendaraan
d	Truk 2 as 13 ton (5+8)	=	35 kendaraan
e	Truk 2 as 13 ton (5+8)	=	25 kendaraan
LHR (a+b+c+d+e)		=	2.370 kendaraan

2.1.2 Rural Access Index (RAI)

RAI adalah sebuah metode pengukuran aksesibilitas masyarakat perdesaan yang tinggal dalam area dua kilometer (biasanya setara dengan berjalan 20-25 menit) dari jalan yang dapat dilalui kendaraan di semua-musim sebagai proporsi dari total penduduk perdesaan (World Bank, 2006). Nilai RAI rendah menandakan bahwa daerah tersebut sangat membutuhkan akses jalan.

Tabel di bawah ini menunjukkan referensi data yang diperlukan dalam melakukan perhitungan RAI, yaitu populasi, jarak tempuh, waktu tempuh dan kondisi akses jalan desa.

Tabel 2.1 Data Referensi RAI

Tabel 1. Data Referensi RAI

No	Data	Variabel	Keterangan
1	Populasi	Orang	Orang yang bermukim.
2	Jarak Tempuh	Km	Permukiman sejauh ±2 km dari Jalan Utama
3	Waktu Tempuh	Menit	Berjalan Kaki ke Jalan Utama
4	Kondisi Jalan Desa	Meter	Dapat Dilalui/Tidak Dapat Dilalui Kendaraan di Semua Musim

Sumber: World Bank, 2006



Perhitungan RAI dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu *Network Models* dan *Quick Accessibility Mapping*. Metode pertama adalah dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus fungsi aksesibilitas jalan, sedangkan metode kedua melakukan perhitungan dengan pendekatan sistem informasi geografis.

- Metode *Network Models* melakukan perhitungan menggunakan rumus fungsi aksesibilitas jalan (dapat disesuaikan dengan kebutuhan), sebagai berikut:

$$\text{Access} = f [(length \text{ of road network}) * (habitable land area) * (distribution of roads) * (distribution of population)]$$

Metode *Network Models* memerlukan data primer berupa hasil survei terhadap persepsi penduduk terkait aksesibilitas jalan dan sistem transportasi, sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data statistik kependudukan, sistem transportasi dan peta jaringan jalan (Robert et al. 2006).

- b. Metode kedua yaitu *Quick Accessibility Mapping* adalah dengan melakukan perhitungan dengan pendekatan sistem informasi geografis. Data yang diperlukan adalah data primer berupa survei terhadap persepsi penduduk terkait aksesibilitas jalan dan sistem transportasi, sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data statistik kependudukan, sistem transportasi dan peta jaringan jalan.

Untuk menghitung nilai indeks RAI maka perlu dilakukan pengklasifikasian data secara umum seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Klasifikasi Data RAI

No	Data	Variabel	Keterangan
1	Total Populasi	Orang	Jumlah Seluruh Populasi
2	Populasi Dengan Akses	Orang	Populasi yang memiliki jalan akses yang dapat dilalui kendaraan di semua musim dari permukiman ke jalan utama sejauh dua km atau setara berjalan selama 20-25 menit
3	Populasi Tanpa Akses	Orang	Populasi yang tidak memiliki jalan akses yang dapat dilalui kendaraan di semua musim dari permukiman ke jalan utama sejauh 2 km atau setara berjalan selama 20-25 menit

Sumber: *World Bank, 2006*

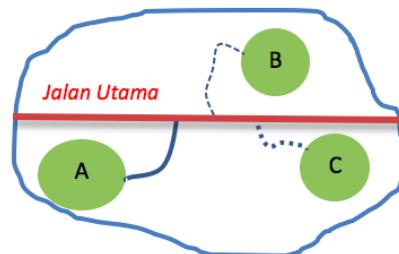
Data yang telah diklasifikasikan akan dihitung persentasenya antara populasi dengan akses dan populasi tanpa akses berbanding total seluruh populasi. Persentasi dari populasi dengan akses merupakan nilai dari RAI.

Ilustrasi Perhitungan RAI di Kecamatan ABC¹

Desa A merupakan desa yang telah memiliki jalan akses yang dapat dilalui kendaraan di semua musim dari permukiman ke jalan utama sejauh 2 km atau setara berjalan selama 20-25 menit.

¹ Penentuan Prioritas Pembangunan Jalan Desa Menggunakan Rural Access Index (Dimas Sigit Dewandaru)

Sedangkan desa B tidak memiliki jalan akses yang dapat dilalui kendaraan di semua-musim dari permukiman ke jalan utama dua km atau setara berjalan selama 20-25 menit.



Gambar 2.1 Ilustrasi Populasi di Kecamatan ABC

Untuk kasus desa C adalah sama dengan desa B yaitu tidak memiliki jalan akses, namun desa C terletak dibawah dua km atau setara berjalan kaki selama kurang dari 20 menit, sehingga desa C dimasukkan kepada kategori populasi yang tidak terlalu membutuhkan ketersediaan jalan akses yang dapat dilalui kendaraan di semua musim dari permukiman ke jalan utama. Kasus ini dalam metode perhitungan RAI dimasukkan kepada kategori Populasi Dengan Akses.

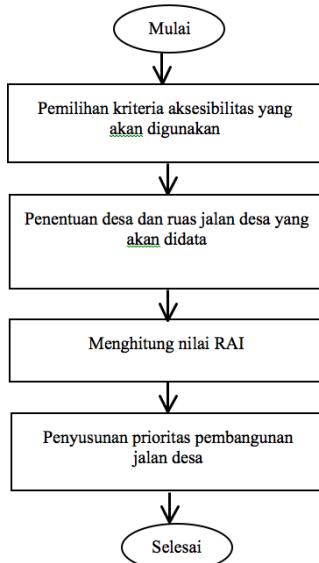
Tabel 2.3 Ilustrasi Populasi di Kecamatan ABC

No	Desa	Total Populasi	Populasi Dengan Akses	Populasi Tanpa Akses
1	A	400	400	
2	B	300		300
3	C	300	300	
Kecamatan ABC		1.000	700	300

Jika diasumsikan Kecamatan ABC memiliki total populasi 1.000 orang, dengan populasi yang memiliki permukiman sejauh ±2 km dari jalan utama atau 20-25 berjalan kaki ke jalan utama dengan akses jalan yang dapat dilalui kendaraan di semua musim adalah 700 orang, yaitu populasi Desa A dan Desa C, maka nilai indeks RAI Kecamatan ABC adalah 70%.

$$\text{Nilai RAI} = \frac{700}{1000} \times 100\% = 70\%$$

Alur kerja dalam perhitungan RAI dijelaskan dalam gambar berikut ini:



Gambar 2.2 Alur Kerja Perhitungan RAI

2.2 Standar Teknis Perencanaan

2.2.1 Pemadatan/Compaction

Kestabilan tanah merupakan syarat yang paling vital dalam suatu perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan konstruksi sipil karena telah diketahui bahwa perilaku suatu massa/beban konstruksi akan disalurkan secara aksial pada permukaan perkerasan yang kemudian diteruskan ke lapisan tanah di bawahnya, hal ini merupakan suatu tantangan dalam merencanakan pembangunan jalan, khususnya pada kasus dengan jenis tanah yang memiliki daya dukung yang lemah. Maka dari itu perlu dilakukan suatu rekayasa/*engineering* dalam meningkatkan daya dukung tanah sebagaimana yang distandarkan. Ada beberapa bentuk rekayasa geoteknik yang lazim diaplikasikan untuk meningkatkan daya dukung suatu tanah, namun yang paling utama dan secara sederhana yang dapat dilaksanakan oleh masyarakat di

perdesaan adalah dengan memaksimalkan teknologi pemedatan tanah.

Pemedatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis (menggilas/memukul/mengolah). Tanah yang dipakai untuk pembuatan tanah dasar pada jalan, tanggul/bendungan, tanahnya harus dipadatkan, hal ini dilakukan untuk:

- a. Menaikan kekuatannya.
- b. Memperkecil daya rembesan airnya.
- c. Memperkecil pengaruh air terhadap tanah tersebut.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan pemedatan adalah sebagai berikut:

- a. Tebal lapisan yang dipadatkan

Untuk mendapatkan suatu kepadatan tertentu makin tebal lapisan yang akan dipadatkan, maka diperlukan alat pemedat yang makin berat. Untuk mencapai kepadatan tertentu maka pemedatan harus dilaksanakan lapis demi lapis bergantung dari jenis tanah dan alat pemedat yang dipakai, misalnya untuk tanah lempung tebal lapisan 15 cm, sedangkan pasir dapat mencapai 40 cm.

- b. Kadar Air Tanah

Bila kadar air tanah rendah, tanah tersebut sukar dipadatkan, jika kadar air dinaikkan dengan menambah air, air tersebut seolah-olah sebagai pelumas antara butiran tanah sehingga mudah dipadatkan tetapi bila kadar air terlalu tinggi kepadatannya akan menurun. Jadi untuk memperoleh kepadatan maksimum, diperlukan kadar air yang optimum. Untuk mengetahui kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum diadakan percobaan pemedatan dilaboratorium yang dikenal dengan:

- a. *Standard Proctor Compaction Test*, dan
- b. *Modified Compaction Test*.

- c. Alat Pemedat

Pemilihan alat pemedat disesuaikan dengan kepadatan yang akan dicapai. Pada pelaksanaan dilapangan, tenaga pemedat tersebut diukur dalam jumlah lintasan alat pemedat dan berat alat pemedat itu sendiri. Alat pemedat maupun tanah yang akan dipadatkan bermacam-macam jenisnya, untuk itu pemilihan alat pemedat harus

disesuaikan dengan jenis tanah yang akan dipadatkan agar tujuan pemadatan dapat tercapai.

Macam-macam peralatan yang digunakan sehubungan dengan pekerjaan pemadatan lapis pondasi jalan umumnya ada dua jenis yaitu yang dilaksanakan secara mekanik dari manual dimana keduanya diuraikan sebagai berikut:

1. Peralatan Mekanik

Jenis peralatan ini digerakkan oleh tenaga mesin sehingga pekerjaan pemadatan dapat dilaksanakan lebih cepat dan lebih baik. Macam-macam tipe dari alat ini adalah sebagai berikut:

a) *Three Wheel Roller (TWR)*



Sumber:
www.steelindonesia.com

Gambar 2.3 *Three Wheel*

Penggilas tipe ini juga sering disebut penggilas Mac Adam, karena jenis ini sering dipergunakan dalam usaha-usaha pemadatan material berbutir kasar. Pemadat ini mempunyai 3 buah silinder baja, untuk menambah bobot dari pemadat jenis ini maka roda silinder dapat

diisi dengan zat cair (minyak/air) ataupun pasir. Pada umumnya berat penggilas ini berkisar antara 6 s/d 12 ton.



Sumber:
www.steelindonesia.com

Gambar 2.4 *Tandem*

b) *Tandem Roller*

Penggunaan dari alat ini umumnya untuk mendapatkan permukaan yang agak halus. Alat ini mempunyai 2 buah roda silinder baja dengan bobot 8 s/d 14 ton. Penambahan bobot dapat dilakukan dengan menambahkan zat cair.

c) *Vibratory Roller*

Alat ini bermanfaat untuk membuat permukaan tanah menjadi lebih solid dan optimal dimana butiran-butiran tanah akan saling mengisi bagian yang kosong. Berbagai pekerjaan yang memerlukan pemadatan biasanya akan menggunakan vibro roller. Maka dari itu, alat berat ini bisa digunakan baik untuk konstruksi berskala besar maupun kecil.



Sumber: www.arparts.id

Gambar 2.5 *Vibratory Roller*

d) *Pneumatic Tired Roller (PTR)*

Roda-roda penggilas ini terdiri dari roda-roda ban karet. Susunan dari roda muka dan belakang berselang-seling sehingga bagian dari roda yang tidak tergilas oleh roda bagian muka akan tergilas oleh roda bagian belakang. Tekanan yang diberikan roda terhadap permukaan tanah dapat diatur dengan cara mengubah tekanan ban. PTR ini sesuai digunakan untuk pekerjaan penggilasan bahan yang granular; juga baik digunakan pada tanah lempung dan pasir.



Sumber: www.directindustry.com

Gambar 2.6
Pneumatik Tired Roller

e) *Stamper*

Alat ini disebut juga dengan *tamping rammer* merupakan alat yang digunakan untuk proses pemadatan tanah skala kecil. Dengan menggunakan alat ini proses pemadatan menjadi lebih singkat. Beberapa jenis *stamper*



(a) (b)

Sumber: www.arpratama.co.id

Gambar 2.7
(a) *Stamper Kuda*
(b) *Stamper Kodok*

yang umum digunakan adalah jenis *stamper* kuda dan *stamper* kodok.

Dapat digunakan untuk memadatkan tanah timbun maupun tanah kohesif, namun umumnya digunakan dalam pekerjaan memadatkan jalanan, halaman dan pekerjaan pemasangan tanah timbun skala kecil lainnya.

2. Peralatan Manual

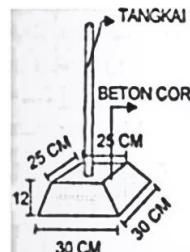
Jenis peralatan ini digerakkan dengan tenaga manusia/hewan sehingga pekerjaan pemasangan ditaksanakan lebih lambat dan hasil pemasangan kurang memuaskan tetapi sangat berguna untuk pelaksanaan pemasangan di daerah terpencil/ pedesaan dimana sulit untuk mendatangkan peralatan pemasangan mekanik karena biaya yang mahal. Ada 2 jenis alat pemasangan manual:

a) Alat Pemasang Tangan

Alat pemasang ini dibuat dari beton cor yang diberi tangki untuk menambahkan beban tersebut ke tanah yang akan dipadatkan.

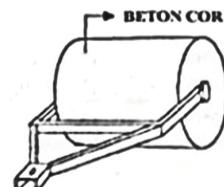
b) Alat pemasang silinder beton

Alat ini berupa roda yang berbentuk silinder terbuat dari beton cor. Cara melakukan pemasangannya adalah ditarik dengan hewan seperti kerbau atau lembu dan dapat juga mempergunakan kendaraan bermotor sebagai penariknya.



Sumber: ilmutekniksipil.com

Gambar 2.8 Alat Pemasang Tangan



Sumber: ilmutekniksipil.com

Gambar 2.9 Alat Pemasang Silinder Beton

2.2.2 Trase

Trase jalan adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Trase jalan terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur

lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan ataupun busur lingkaran saja. Penentuan Trase Jalan:

a. Faktor Topografi

Topografi merupakan dalam menentukan lokasi jalan dan pada umumnya mempengaruhi penentuan trase jalan, seperti: landai jalan, jarak pandang, penampang melintang dan lain-lain.

Bukit, lembah, sungai dan danau sering memberikan pembatas terhadap lokasi dan perencanaan trase jalan. Hal demikian perlu dikaitkan pula pada kondisi medan yang direncanakan.

Kondisi medan sangat diperlukan oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Tikungan

Jari-jari tikungan dan pelebaran perkerasan sedemikain rupa sehingga terjamin keamanan jalannya kendaraan-kendaraan dan pandangan bebas yang cukup luas.

2. Tanjakan

Adanya tanjakan yang cukup curam dapat merugikan kecepatan kendaraan dan kalau tenaga tariknya tidak cukup, maka berat muatan kendaraan harus dikurangi, yang berarti mengurangi kapasitas angkutan dan sangat merugikan.

Karena itu diusahakan supaya tanjakan dibuat landai sesuai dengan peraturan yang berlaku. Prosentase tanjakan yang ideal sesuai dengan keterangan berikut (*PPGJR No. 13/970/BM*):

Golongan Medan	Lereng melintang
- Darat (D)	: 0 sampai dengan 9,9 %
- Bukit (B)	: 10 sampai dengan 24,9 %
- Gunung (G)	: lebih besar dari 25%

b. Faktor Geologi

Kondisi geologi suatu daerah dapat mempengaruhi pemilihan suatu tressle jalan. Adanya daerah-daerah yang rawan secara geologis seperti daerah patahan atau daerah barkerak baik vertikal maupun horizontal akan merupakan daerah yang tidak baik untuk dibuat suatu trase jalan dan memaksa suatu rencana trase jalan untuk dirubah atau dipindahkan.

Keadaan tanah dasar dapat mempengaruhi lokasi dan bentuk geometrik jalan misalnya daya dukung tanah dasar dasar yang jarak dan muka air yang tinggi. Kondisi iklim juga dapat mempengaruhi penetapan lokasi dan bentuk geometrik jalan.

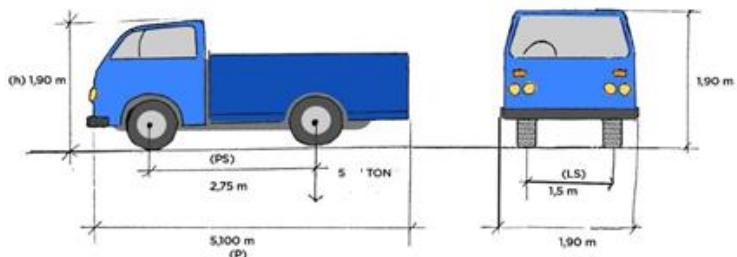
c. Faktor Lingkungan

Dalam beberapa tahun belakangan ini semakin terbukti bahwa banyak kegiatan produksi manusia mempunya pengaruh terhadap lingkungan. Pengaruh ini harus dipertimbangkan dalam kaitannya dengan kegiatan tersebut secara keseluruhan, salah satu kegiatan produktif ialah membangun sarana jalan. Oleh karena itu pembangunan jalan harus mempertimbangkan hasil studi Amdal (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan).

2.2.3 Geometri

a. Kendaraan Rencana

Kendaraan yang diizinkan melewati jalan perdesaan mempunyai berat dan dimensi tidak melebihi gambar berikut.



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.10 Kendaraan Rencana Jalan Perdesaan

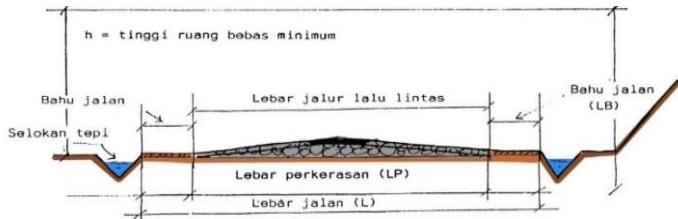
b. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana pada daerah datar adalah 40 km/jam, sementara untuk daerah perbukitan/pegunungan adalah 20 km/jam.

c. Lebar Jalan

1. Lebar jalan yang dimaksudkan terdiri dari jalur lalu lintas kendaraan (perkerasan jalan), bahu jalan kiri dan kanan.

a) Jalan Perdesaan



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

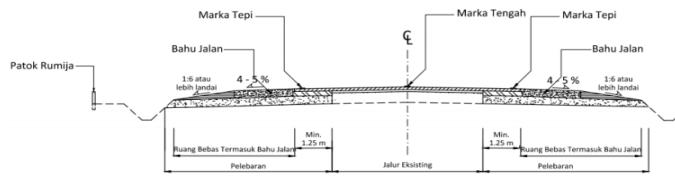
Gambar 2.11 Lebar Jalan Perdesaan

Rumija adalah ruang milik jalan yang mencakup ruang manfaat jalan ditambah daerah pengamanan jalan kaki kiri dan kanan. Lebar rumija disarankan 10 meter.

Lebar perkerasan (LP) untuk jalan perdesaan disarankan 4,0 meter dengan lebar bahu (LB) kiri dan kanan masing-masing 1,5 meter. Untuk kondisi khusus lebar perkerasan (LP) minimum 3,0 meter dengan lebar bahu (LB) kiri dan kanan masing-masing 1,5 meter. Kemiringan melintang perkerasan jalan 3% dan kemiringan melintang bahu jalan 5%.

b) Jalan Lingkungan Sekunder

Lebar perkerasan untuk jalan lingkungan sekunder disarankan minimal lebar efektif 1,5 meter dengan lebar Kemiringan melintang perkerasan jalan 3% dan kemiringan melintang bahu jalan 5%.

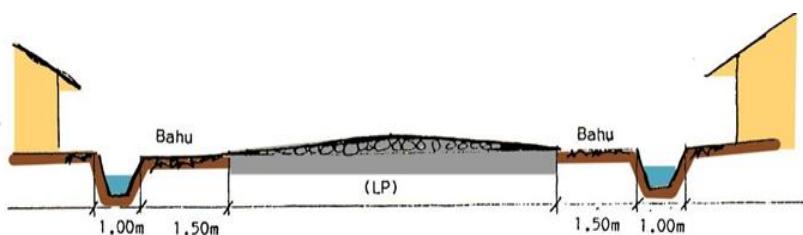


Sumber: SE Menteri PUPR No. 02/SE/M/2018

Gambar 2.12 Lebar Jalan

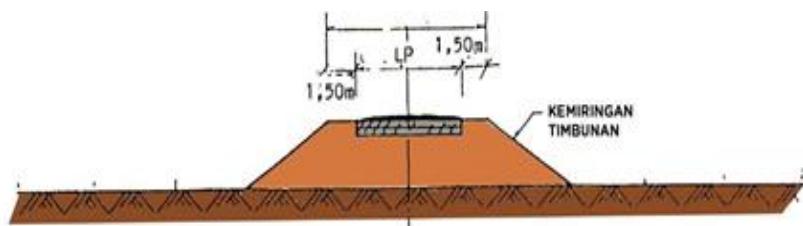
2. Tipikal potongan melintang jalan

Tipikal lebar jalan dan potongan melintang jalan pada berbagai kondisi lingkungan dapat dilihat pada gambar di bawah:



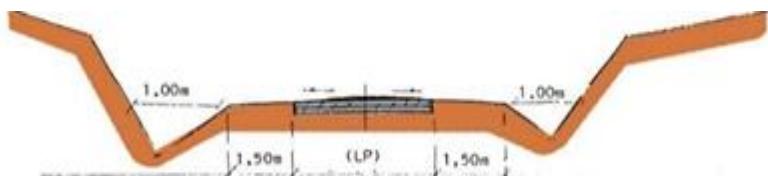
Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.13 Potongan Melintang pada Daerah/Lingkungan Perumahan/Hunian



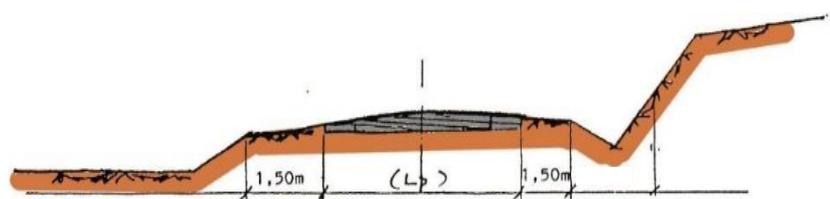
Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.14 Potongan Melintang pada Daerah Timbunan



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.15 Potongan Melintang pada Daerah Galian

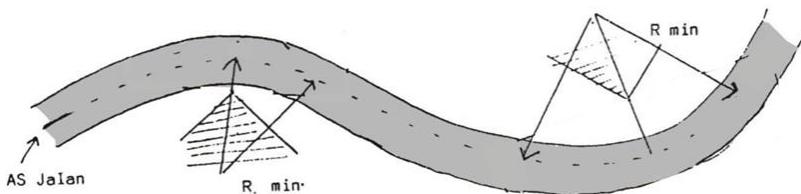


Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.16 Potongan Melintang pada Daerah Galian dan Timbunan

d. Lengkung Horizontal (Tikungan)

Untuk mendapatkan jari-jari lengkung horizontal pada jalan perdesaan hanya didasarkan kepada pendekatan variasi dua kecepatan rencana ($V = 20 \text{ km/jam}$, dan $V = 40 \text{ km/jam}$). Superelevasi/kemiringan pada tikungan maksimum (e) = 8 % dengan perubahan kemiringan melintang dari normal ke maksimum dibuat secara berangsur-angsur, dan sebaliknya sepanjang peralihan (ls).



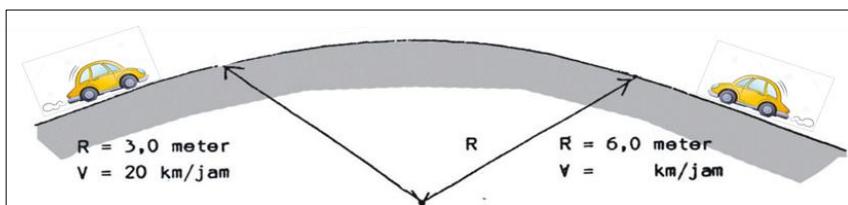
Kecepatan	$V = 20 \text{ km/jam}$	$V = 40 \text{ km/jam}$
Superelevasi	$e = 8 \%$	$e = 8 \%$
Jari-jari	$R_{\min} = 10 \text{ meter}$	$R_{\min} = 40 \text{ meter}$
Panjang peralihan	$ls = \text{Tidak perlu}$	$ls = 25 \text{ meter}$

Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.17 Lengkung Horizontal

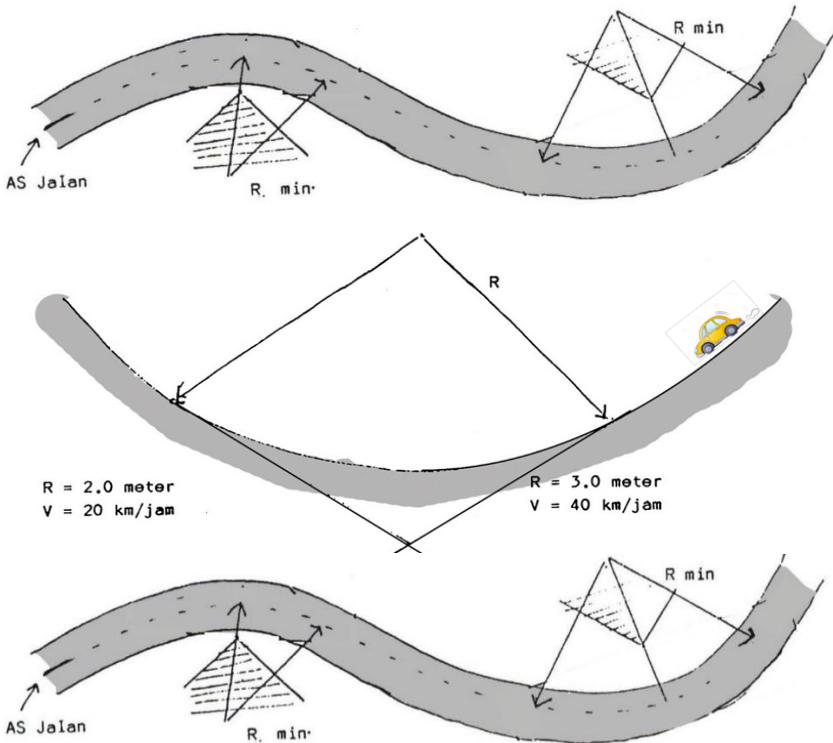
e. Lengkung Vertikal (Tanjakan-Turunan)

Tipikal lengkung vertikal (adanya perbedaan kelandaian) adalah berupa lengkung cembung dan lengkung cekung dan menyerupai bentuk lengkung parabola, agar dapat terpenuhi jarak pandangan henti minimum yang diperlukan.



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.18 Tipikal Lengkung Cembung



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.19 Tipikal Lengkung Cekung

f. Landai Maksimum

Landai maksimum adalah besaran kelandaian dan panjang kelandaian yang diperbolehkan.

Daerah datar

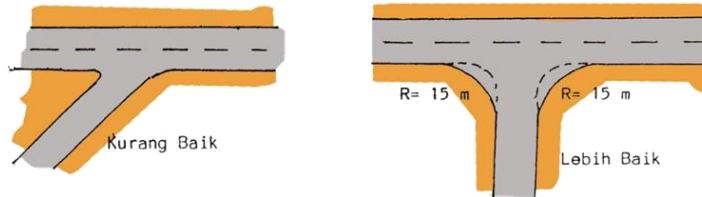
Landai Maks (%)	3	4	5	6	7	8	10	12
Panjang (m)	1200	990	750	600	510	450	400	375

Daerah perbukitan/pegunungan

Landai Maks (%)	-	-	10	12	14	16	18	20
Panjang (m)	-	-	500	450	400	350	300	250

g. Faktor Keselamatan Jalan

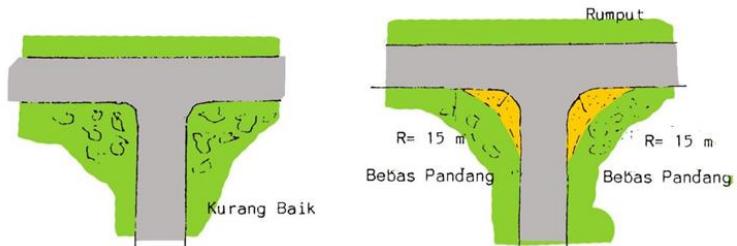
1. Bentuk persimpangan dengan kelas jalan yang lebih tinggi



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.20 Bentuk Persimpangan dengan Kelas Jalan yang Lebih Tinggi

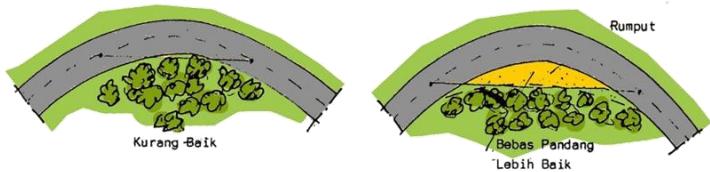
2. Kemudahan pandang di persimpangan



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.21 Kemudahan Pandang di Persimpangan

3. Kemudahan pandang di tikungan



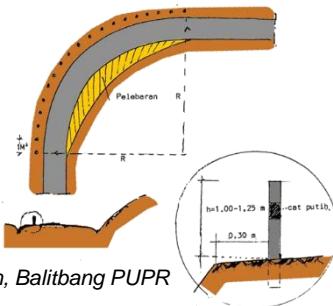
Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 2.22 Kemudahan Pandang di Tikungan

h. Pemasangan rambu dan perlengkapan jalan

Pemasangan rambu dan perlengkapan jalan lainnya disesuaikan dengan kondisi jalan, contoh pemasangan patok pengarah di daerah tikungan.

Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR



Gambar 2.23 Pemasangan Rambu dan Perlengkapan Jalan

2.2.4 Super Elevasi

Superelevasi adalah kemiringan melintang permukaan pada lengkung horizontal. Superelevasi bertujuan untuk memperoleh komponen berat kendaraan untuk mengimbangi gaya sentrifugal. Semakin besar superelevasi, semakin besar komponen berat kendaraan yang diperoleh.

Superelevasi maksimum yang dapat dipergunakan pada suatu jalan raya dibatasi oleh beberapa keadaan sebagai berikut:

- Keadaan cuaca;
- Jalan yang berada di daerah yang sering turun hujan;
- Keadaan medan, daerah datar nilai superelevasi lebih tinggi daripada daerah perbukitan;
- Keadaan lingkungan, perkotaan, atau luar kota (superelevasi maksimum sebaiknya lebih kecil di perkotaan daripada luar kota);
- Komposisi jenis kendaraan dari arus lalu lintas.

Nilai-nilai e maksimum:

- Untuk daerah licin atau berkabut, e maks = 8 % daerah perkotaan, e maks = 4-6 %.
- Di persimpangan, e maks sebaiknya rendah, bahkan tanpa superelevasi.
- AASHTO menganjurkan, e maks = 0,04; 0,06; 0,08; 0,10 dan 0,12.
- Bina Marga menganjurkan, jalan luar kota untuk V rencana= 30 km/jam e maks = 8 %, V rencana > 30 km/jam e maks = 10 %.
- Bina Marga menganjurkan, e maks untuk jalan di perkotaan = 6 %.

2.3 Bahan dan Material

2.3.1 Tanah Dasar

Struktur perkerasan jalan secara umum terdiri dari beberapa lapis perkerasan, antara lain: lapisan tanah dasar (*sub grade*), lapisan lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapisan lapis pondasi (*base course*), dan lapisan lapis permukaan/ penutup (*surface course*).

Tanah dasar atau *sub grade* adalah lapisan tanah paling bawah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya.

Tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika kondisinya baik. Ditinjau dari muka tanah asli, maka tanah dasar dibedakan atas:

- a. Tanah dasar, tanah galian;
- b. Tanah dasar, tanah urugan/timbunan; dan
- c. Tanah dasar, tanah asli.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah:

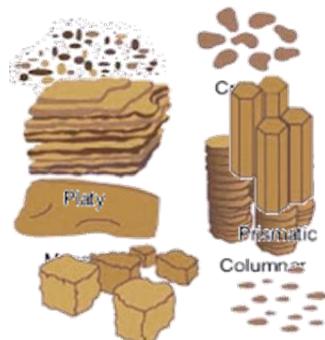
- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah pada lokasi yang berdekatan atau akibat kesalahan pelaksanaan yang mengakibatkan kepadatan yang kurang baik.

2.3.2 Agregat

Agregat tanah adalah sekelompok partikel primer tanah yang mengikat bersama satu sama lain membentuk partikel sekunder (agregat). Stabilitas agregat mengacu pada kemampuan agregat tanah untuk bertahan terhadap disintegrasi ketika ada gaya-gaya “penghancur” seperti pengolahan tanah dan air hujan atau erosi angin.

Ada tiga kategori agregat atau struktur tanah yaitu:

- a. *Single-grained*. tanah ini didominasi oleh partikel pasir dan tidak ada pembentukan agregat. Umumnya tanah tipe ini punya daya serap air yang cepat.
- b. *Massive*. tanah ini punya struktur yang sulit dilihat. Setelah kering tanah ini sulit untuk pecah dan punya daya porositas yang lambat.
- c. *Aggregated*. tanah ini berasosiasi dengan agregat yang berbeda satu sama lain.



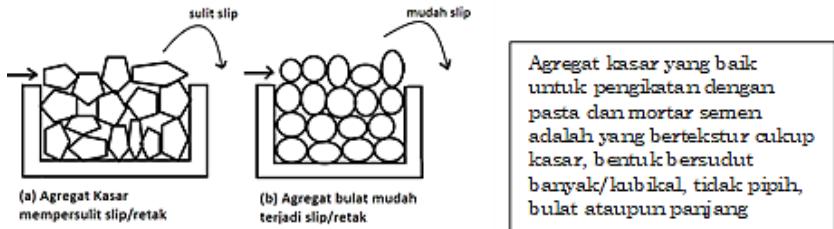
Sumber: ilmutekniksipil.com

Gambar 2.24 Kategori dan Jenis Agregat

Jenis agregat:

- a. *Spheroidal* atau *Granular*: Agregat tipe ini biasanya punya diameter 2 mm sampai 1 cm dengan bentuk bulat simpul. Biasanya ada pada tanah dengan kandungan organik yang tinggi dengan akar berlimpah. Infiltrasi tanah ini sangat besar.
- b. *Plate*: Agregat ini berbentuk seperti lempengan piringan tipis horizontal. Biasanya ada dalam tanah betipe padat atau tanah liat. Jenis tanah ini lambat menyerap air.
- c. *Block*: Agregat ini berbentuk block tidak teratur dari 1,5 - 10 cm seperti kubus atau kotak. Jenis struktur ini memiliki daya resapan sedang.
- d. *Prisma*: Agregat tanah ini berbentuk kolom vertikal seperti prisma atau sering juga disebut columnar. Kelompok ini biasa muncul pada horison B dengan tipe porositas.

Adapun kekuatan agregat sangat dipengaruhi kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut. Pada agregat berukuran besar luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan dengan pasta semen menjadi berkurang.



Sumber: Tjokrodimuljo (1996)

Gambar 2.25 Permukaan Agregat

2.3.3 Tanah Timbunan

Timbunan atau urugan dibagi dalam 2 macam sesuai dengan maksud penggunaannya yaitu:

- Timbunan biasa, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material *existing subgrade* yang tidak memenuhi syarat. Bahan timbunan biasa harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:
 - Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui oleh Pengawas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam pekerjaan permanen.
 - Bahan yang dipilih tidak termasuk tanah yang plastisitasnya tinggi, yang diklasifikasi sebagai A-7-6 dari persyaratan AASHTO M 145 atau sebagai CH dalam sistem klasifikasi "Unified atau Casagrande". Sebagai tambahan, urugan ini harus memiliki CBR yang tak kurang dari 6 %, bila diuji dengan AASHTO T 193.
 - Tanah yang pengembangannya tinggi yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 bila diuji dengan AASHTO T 258, tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan. Nilai aktif diukur sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI) (AASHTO T 90) dan persentase ukuran lempung (AASHTO T 88).
- Timbunan pilihan, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan dengan maksud khusus lainnya, misalnya untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, untuk memperkecil

gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan.

2.3.4 Aspal

Aspal ialah bahan *hidro karbon* yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecoklatan, tahan terhadap air, dan *visoelastis*. Aspal sering juga disebut *bitumen* merupakan bahan pengikat pada *campuran beraspal* yang dimanfaatkan sebagai lapis permukaan lapis perkerasan lentur. Aspal berasal dari alam atau dari pengolahan minyak bumi.

Jenis aspal sendiri bermacam-macam, ada aspal dari alam, aspal buatan hasil distilasi hingga aspal yang dimodifikasi. Berikut ini adalah penjabaran dari masing-masing jenis aspal tersebut:

a. Aspal Alam

Material aspal yang berasal dari alam didapat dari proses alami, baik dari gunung aspal maupun dari danau.

1. Aspal Batu: Aspal gunung juga sering disebut dengan aspal batu. Di Indonesia, sumber daya alam aspal terbesar didapat dari pulau Buton yang gunung aspalnya dikenal dengan sebutan asbuton. Batuan aspal memiliki kanungan antara 12% hingga 35% aspal dari massa keseluruhan. Pemakaian aspal dari batuan harus mengalami proses ekstraksi yang kemudian dicampur dengan minyak pelunak.
2. Aspal Danau: Sedangkan di belahan dunia lain, aspal danau akan banyak ditemukan di pulau Trinidad dan Venezuela yang aspalnya memiliki campuran mineral, bitumen serta bahan organik lain. Angka penetrasasi dari jenis aspal danau memiliki tingkat yang rendah dan titik lembek yang cukup tinggi. Oleh sebab itu penggunaan aspal danau akan dicampur dengan aspal keras agar mendapatkan tingkat penetrasi yang diinginkan.

b. Aspal Hasil Distilasi

Aspal buatan dari hasil distilasi merupakan proses penyulingan minyak mentah. Proses ini merupakan proses di mana terjadinya pemisahan berbagai macam fraksi dari minyak mentah tersebut. Pada setiap tingkat temperature tertentu dari proses distilasi akan dihasilkan berbagai macam produk berbasis minyak.

Beberapa jenis aspal dari proses distilasi antara lain:

1. Aspal cair: Produksi jenis aspal cair didapat dari melarutkan aspal keras dengan pelarut berbasis minyak yang didapat dari proses distilasi. Aspal cair dibedakan menjadi aspal cair cepat mantap (rapid curing) yang bahan pelarutnya cepat menguap, aspal cair mantap sedang (medium curing) yang pelarutnya tidak begitu cepat menguap dan aspal cair lambat mantap (slow curing) yang bahan pelarutnya lambat menguap dengan bahan pelarut solar.
 2. Aspal keras: Hasil residu dari proses destilasi sederhana dari fraksi ringan yang terkandung dalam miyak bumi. Residu ini dihasilkan dari destilasi hampa pada suhu 480o C atau bervariasi, tergantung dari sumber minyak mentah yang digunakan.
 3. Aspal emulsi: Aspal jenis ini dihasilkan dari proses emulsi aspal keras di mana proses tersebut merupakan proses pemisahan dan pendispersian partikel aspal keras di dalam air yang sudah mengandung emulsifier. Jenis emulsifier yang digunakan akan mempengaruhi jenis dan kecepatan pengikatan aspal emulsi yang nantinya akan dihasilkan. Hasil dari aspal emulsi tersebut terdapat tiga jenis, antara lain aspal emulsi *non ionic* (bersifat netral), aspal emulsi kationik (memiliki ion positif) dan aspal emulsi anionic (memiliki ion negatif).
- c. Aspal Modifikasi
- Modifikasi bahan aspal didapat dengan mencampur aspal keras dengan bahan tambahan. Bahan campuran tambahan yang populer digunakan adalah polymer hadala, sehingga bahan aspal modifikasi ini sering disebut dengan aspal polimer. Aspal polimer ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu:
1. Aspal polymer plastomer: Penambahan bahan polymer pada aspal berfungsi untuk meningkatkan sifat fisik campuran aspal dan sifat rheologinya. Jenis polymer elastomer yang banyak digunakan adalah EVA (Ethylene vinyl acetate), Polyethilene dan Polypropilene.
 2. Aspal polymer elastomer: Aspal jenis ini sering digunakan sebagai campuran aspal keras karena dapat memperbaiki sifat *rheologi* aspal yang meliputi penetrasi, kekentalan, titik lembek

dan elastisitas aspal keras. Aspal *polymer elastomer* jenis SBS (*Styrene butadiene sterene*), SBR (*Styrene butadiene rubber*), SIS (*Styrene isoprene styrene*) dan karet hadala adalah yang umum digunakan sebagai pencampur penambah aspal keras. Penambahan tersebut harus melewati uji laboratorium karena jika berlebihan akan menimbulkan efek negatif pada aspal.

2.3.5 Semen

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Jenis semen yang dapat digunakan yaitu jenis semen:

- a. Semen portland tipe 1 atau 2

Jenis semen portland tipe 1 mungkin yang familiar disekitar kita karena paling banyak digunakan oleh masyarakat luas dan beredar dipasaran. Namun pada beberapa lokasi dengan daerah pasang surut air laut dengan tingkat sulfat dan kalor hidrasi rendah/sedang, disarankan menggunakan semen portland tipe 2.

- b. Semen Portland Pozzolan (PPC)

Kegunaanya semen PPC sebagai konstruksi beton massa, konstruksi di tepi pantai dan tanah rawa yang harus memiliki ketahanan terhadap sulfat, tahan hidrasi panas sedang, pekerjaan pasangan dan pelesteran. Semen ini merupakan pengikat hidrolis seperti halnya PPC namun terdiri dari campuran terak, gypsum dan Pozzolan.

- c. Semen Portland Komposit (PCC)

Karakteristik semen PCC lebih mudah dikerjakan, kedap air, tahan sulfat dan tidak mudah retak. Material ini terdiri dari beberapa unsur diantaranya terak, gypsum dan bahan an organik.

Untuk memudahkan proses pelaksanaan pekerjaan saluran pasangan batu kali, dapat menggunakan format survei antar patok seperti pada gambar dibawah ini.

Kabupaten :
Kecamatan :
Desa :

SURVEY ANTAR PATOK PEKERJAAN JALAN

Jenis Perkerasan :
Lebar dan Tebal :
Panjang Jalan :

Item Survey Eksisting	Nomor Patok	0	1	2	3	4 (dan seterusnya disesuaikan kebutuhan)
	Satuan					
1 Jarak Antar Patok						
2 Jarak Kumulatif						
3 Arah Trase Jalan						
4 Lebar Jalan						
5 Tanjakan		%				
6 Panjang Tanjakan						
7 Situasi Sekitar Jalan						
8 Jenis Konstruksi Jalan Eksisting						
9 Bangunan Pelengkap Jalan Eksisting						
Item Survey Rencana	Satuan					
10 Pembersihan (P x L)						
11 Jenis Galian						
12 Volume Galian		m ³				
13 Jenis Timbunan						
14 Volume Timbunan		m ³				
15 Jarak dari Sumber Timbunan						
16 Saluran Rencana (KR,KN,2,0)						
17 Bangunan Pelengkap Jalan Rencana						
18 Ukuran Bangunan Pelengkap						
Gambar Sketsa Potongan						

Gambar 2.26 Survei Antar Patok Pekerjaan Jalan

Keterangan:

1. Jarak antar patok: Maksimal 50 m, tetapi boleh kurang bila dirasa perlu, seperti di lokasi yang ada perubahan arah/ tanjakan/situasinya cukup besar;
2. Jarak kumulatif: Jarak dari STA/patok awal;
3. Arah trase: Perkiraan arah dari patok pertama ke patok kedua. Ditulis dengan satuan derajat (diukur dengan kompas tangan)
4. Lebar jalan: Dicatat lebar jalan eksisting;
5. Tanjakan: Persentase tanjakan pada bagian tercuram antara dua patok. Tanda '+' digunakan bila jalan naik dari patok pertama, dan tanda '-' bila jalan menurun;
6. Panjang tanjakan: Panjangnya tanjakan yang dicatat diatas. Bila tanjakan lebih panjang dari satu kotak, kotak tersebut diberi tanda " \rightarrow ";
7. Situasi sekitar jalan; dicatat keadaan seperti hutan, sawah, lewat sungai, rawa, dll;
8. Jenis konstruksi jalan eksisting: Jenis konstruksi jalan eksisting seperti jalan setapak, tanah, beton, dll. Jika membuka jalan baru dicatat "belum tersedia akses jalan";
9. Bangunan pelengkap: Catatan mengenai gorong- gorong, jembatan, dan TPT yang sudah ada dan tidak perlu diganti. Dicatat jenis dan dimensi pokoknya. (Contoh: gorong-gorong D=80 cm, TPT L=1m x T=2.5m, dll);
10. Pembersihan: Rata-rata lebar dan panjang pembersihan/pengupasan yang diperlukan, termasuk saluran dan dasar timbunan;
11. Jenis galian: Galian biasa, tanah keras, batu, lumpur, dsb. Bila terdapat dua atau lebih jenis gaian yang bervolume besar, perlu dicatat data masing-masing;
12. Volume galian: Estimasi/perhitungan volume galian antar dua patok;
13. Jenis Timbunan: Timbunan biasa, tanah keras, batu, pilihan, dsb. Bila terdapat dua atau lebih jenis gaian yang bervolume besar, perlu dicatat data masing-masing;
14. Volume timbunan: Perhitungan volume timbunan antar dua patok;
15. Jarak dari sumber timbunan: Bila tanah timbunan harus diangkut dengan jarak lebih dari 50 m ke patok-patok. Kurang dari 50 m tidak perlu diisi;
16. Saluran rencana: Diisi jumlah saluran pinggir jalan yang diperlukan. Diisi dengan KR (kiri saja), KN (kanan saja), 2 (ki-ka), atau 0 (tidak perlu);
17. Bangunan Pelengkap Jalan Rencana: Perkiraan jenis dan jumlah jembatan, gorong-gorong, atau tembok yang diperlukan, dengan jarak

- dari patok pertama (misal “+25 m”); dan
18. Ukuran Bangunan Pelengkap Rencana: Ukuran pokok bangunan yang diperlukan diatas.

III. JENIS-JENIS KONSTRUKSI JALAN

3.1 Jalan Perkerasan Lapis Pondasi Bawah

3.1.1 Perkerasan Batu Belah Telford/Makadam

Panduan jalan perkerasan perkerasan batu belah telford ini mengacu pada Pedoman Perancangan Pelaksanaan Perkerasan Jalan Telford, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor: 04/SE/M/2016 tanggal 15 Maret 2016.

Tabel 3.1 Kebutuhan bahan Perkerasan Telford

No.	Tebal lapisan (cm)	Pasir uruk (m^3/m^2)	Batu tepi (m^3/m^2)		Batu tepi (m^3/m^2)		Agregat pengunci (m^3/m^2) Ukuran batu 5 – 7	
			Ukuran batu		Ukuran batu			
			15 – 20	15 – 20	15 – 20	15 – 20		
1. Perkerasan Telford dengan batu bulat								
	15	$0,13 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$		$0,17 \pm 0,01$		$0,02 \pm 0,01$	
	20	$0,15 \pm 0,01$		$0,06 \pm 0,01$		$0,23 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	
2. Perkerasan Telford dengan batu bulat								
	15	$0,11 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$		$0,18 \pm 0,01$		$0,03 \pm 0,01$	
	20	$0,13 \pm 0,01$		$0,06 \pm 0,01$		$0,24 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	

Sumber: SE Menteri PUPR Nomor 04/SE/M/2016 tentang Pedoman Perancangan Pelaksanaan Perkerasan Jalan Telford

a. Bahan

1. Pasir urug

Pasir urug yang digunakan dapat berupa pasir sungai/pasir gunung yang bersih bebas dari lumpur, akar, rumput, atau sampah dan "kotoran" lainnya.

2. Batu belah

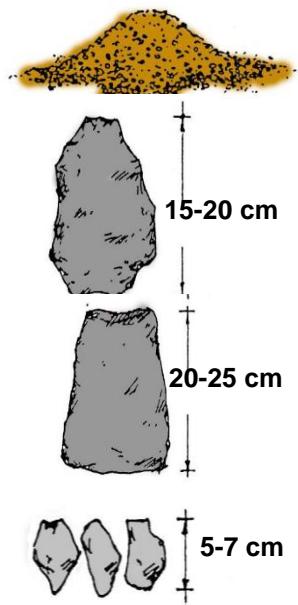
Batu belah berukuran 15-20 cm. Batu belah harus mempunyai tebal, minimum sepertiga dari panjang.

3. Batu tepi

Batu tepi berupa batu belah berukuran 20-25 cm. Atau tepi harus mempunyai tebal, minimum sepertiga dari panjang.

4. Batu pengisi

Batu pengisi terdiri atas batu pecah dan keras serta berukuran 5-7 cm.



Sumber: Pusjatan Balitbang PUPR

"Jalan Perdesaan", Panduan Pembangunan Jalan Dan Jembatan Perdesaan, Pusjatan, Balitbang PUPR, 2016

Gambar 3.1 Bahan Perkerasan Jalan Telford

b. Peralatan

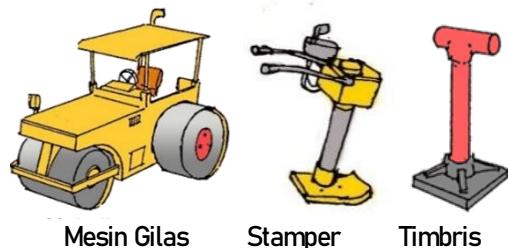
Peralatan

Alat angkut batu dan pasir urug

Ilustrasi



Alat Pemadat



Mistar pelurus 3 meter untuk memeriksa kerataan dan kemiringan



Alat Bantu Lainnya

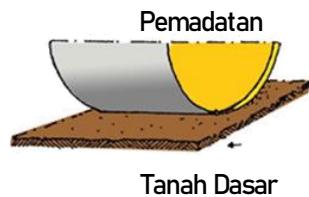


Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

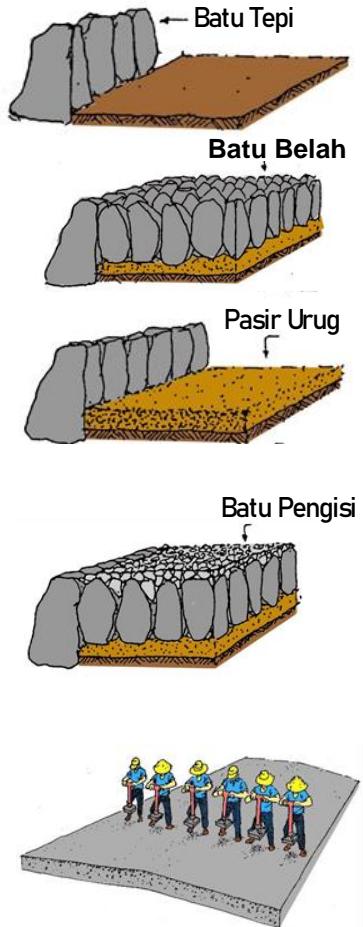
Gambar 3.2 Peralatan Perkerasan Jalan Telford

c. Cara Kerja

1. Tanah dasar jalan harus bersih dari akar, rumput, atau sampah dan "kotoran" lainnya. Kalau masih gembur harus dipadatkan dalam keadaan lembab (tidak basah).



2. Batu tepi dipasang dengan dasar lebih rendah dari tanah dasar.
3. Hamparkan pasir urug setebal 10 – 15 cm secara merata di atas tanah dasar.
4. Batu belah disusun dengan tangan satu per satu setebal 15 – 20 cm, berdiri tegak dan rapat satu dengan yang lainnya serta cukup rata sesuai dengan kemiringan melintang dan memanjang.
5. Batu pengisi ditaburkan mengisi seluruh celah permukaan batu belah dengan ketebalan 5 - 7 cm. Dipadatkan/digilas sampai batu pengisi mulai pecah, mengunci batu belah, dan susah dicabut.
6. Jika mesin gilas mekanis tidak tersedia, maka pemedatan dapat dilakukan dengan alat timbris manual. Pemedatan dengan timbris mencakup serentak selebar jalan (berbaris). Untuk itu diperlukan sekitar 6 – 10 pekerja, disesuaikan dengan lebar jalan rencana.



Sumber: Pusjatan Balitbang PUPR
Gambar 3.3 Cara Kerja Perkerasan Jalan Telford

3.1.2 Timbunan Pilihan

Pekerjaan timbunan pilihan ini mengacu pada Spesifikasi Umum Pekerjaan Tanah pada Modul 4 Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan

harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan di atas untuk timbunan biasa dan sebagai tambahan harus memiliki sifat-sifat tertentu yang tergantung dari maksud penggunaannya, seperti diperintahkan atau disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Dalam segala hal, seluruh timbunan pilihan harus, bila diuji sesuai dengan SNI 03-1744-1989, memiliki CBR paling sedikit 10% setelah 4 hari perendaman bila dipadatkan sampai 100% kepadatan kering maksimum sesuai dengan SNI 03-1742-1989.

Bahan timbunan pilihan yang akan digunakan bilamana pemadatan dalam keadaan jenuh atau banjir yang tidak dapat dihindari, harus menggunakan bahan pasir atau kerikil atau bahan berbutir bersih lainnya dengan Indeks Plastisitas maksimum 6%.

Timbunan pilihan akan digunakan untuk:

1. Lapis penopang (capping layer) guna meningkatkan daya dukung tanah dasar,
2. Material timbunan di daerah saluran air dan lokasi serupa dimana bahan yang plastis sulit dipadatkan dengan baik,
3. Stabilisasi lereng
4. Pekerjaan pelebaran timbunan jika diperlukan lereng yang lebih curam karena keterbatasan ruangan, dan
5. Pekerjaan timbunan lainnya dimana kekuatan timbunan adalah faktor yang kritis.

a. Bahan

Bahan atau material yang digunakan untuk timbunan pilihan adalah material pasir atau kerikil atau bahan berbutir bersih lainnya dengan Indeks Plastisitas maksimum 6%.



Sumber: Simantu PUPR
Gambar 3.4 Bahan Timbunan
Pilihan

b. Peralatan
Peralatan

Ilustrasi

Alat angkut batu
dan pasir urug



Truk engkel Kereta dorong

Alat Penghampar



Motor Grader

Bulldozer

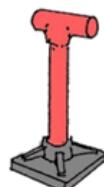
Alat Pemadat



Mesin Gilas



Stamper



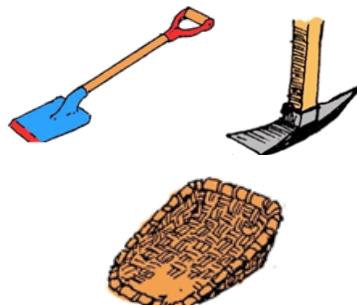
Timbris

Mistar pelurus 3
meter untuk
memeriksa
kerataan dan
kemiringan



Mistar Pelurus

Alat Bantu
Lainnya

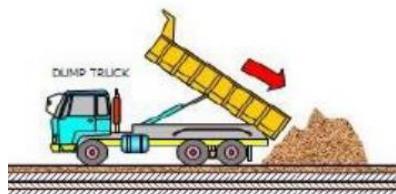


Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

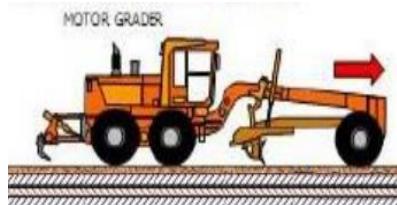
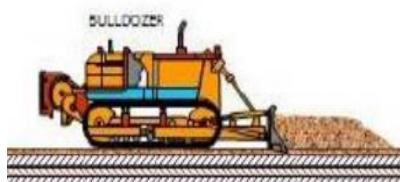
Gambar 3.5 Peralatan Perkerasan Jalan Timbunan Pilihan

c. Cara Kerja

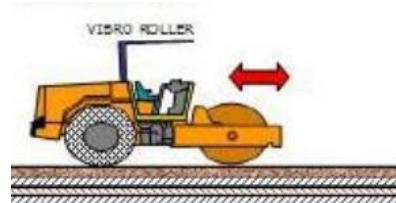
1. Penyiapan tempat kerja, bahan dan material. Jika timbunan kurang dari 1 (satu) meter, maka tanah dasar harus dipadatkan hingga 15 (lima belas) centimeter agar memenuhi kepadatan yang disyaratkan.



2. Penghamparan timbunan dengan menempatkan material timbunan ke pemukaan yang sudah disiapkan dan disebar dengan merata dengan ketebalan gembur 15 (lima belas) centimeter sehingga akan memenuhi toleransi tebal lapisan yang disyaratkan.



3. Pemadatan timbunan dilakukan pada setiap lapis/layer timbunan menggunakan peralatan yang memadai dan disetujui hingga mencapai kepadatan yang ditentukan



Gambar 3.6 Proses Pelaksanaan Jalan Timbunan Pilihan

4. Jika pemadatan tidak bisa dicapai menggunakan alat mekanis, penghamparan dilakukan dengan ketebalan tidak lebih dari 10 (sepuluh) centimeter gembur dan dipadatkan dengan alat semi mekanis/manual.

3.2 Jalan Lapis Penetrasi (Lapen)

Lapis Penetrasi (lapen) merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok, agregat pengunci dan agregat penutup yang diikat oleh aspal yang disemprotkan dan dipadatkan lapis demi lapis. Lapen ini adalah lapis permukaan/lapis aus yang diletakan di atas lapis pondasi jalan seperti *telford* atau lapis pondasi lainnya. Lapen juga dapat digunakan untuk lapisan ulang perkerasan lama. Panduan jalan pedesaan untuk tebal lapen 5-8 cm mengacu pada Spesifikasi Bahan Lapis Penetrasi Makadam (lapen), SNI 6751: 2016.

a. Bahan

1. Batu Pokok

Batu pokok berupa batu pecah yang mempunyai bentuk butir mendekati kubus berukuran 3 – 5 cm.



2. Batu pengunci

Batu pengunci berupa batu pecah yang mempunyai bentuk butir mendekati kubus berukuran 1 – 2 cm.



3. Batu penutup

Batu penutup berupa batu pecah atau pasir kasar yang bersih dan berukuran 0,3 – 1 cm.

4. Aspal Keras

Aspal keras berupa aspal curah atau aspal dalam drum dengan kelas penetrasi 60/70.

b. Peralatan

Beberapa peralatan yang dibutuhkan antara lain:



Truck Engkel



Pemanas Aspal



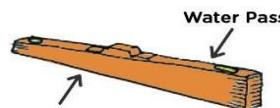
Aspal Keras

Sumber: Pusjatan Balitbang PUPR

Gambar 3.7 Bahan Perkerasan Jalan Lapen



Mistar pelurus untuk melihat kerataan hamparan



Pengukur kemiringan untuk melihat kemiringan hamparan



Penyebar Batu



Sekop



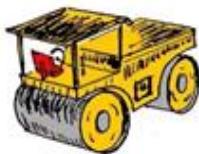
Penggaruk



Alat Perata



Kaso-kaso



Mesin Gilas



Tamper



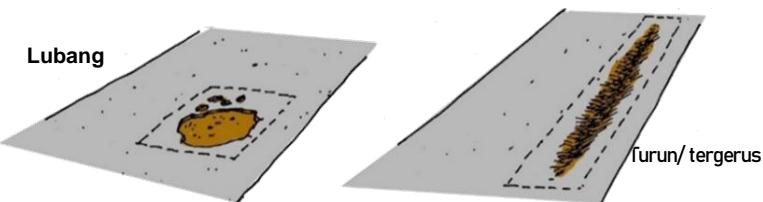
Timbris

Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

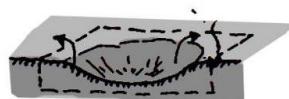
Gambar 3.8 Peralatan Perkerasan Jalan Lapen

c. Cara Kerja

1. Perbaikan permukaan yang akan dilapis lapen
Kondisi permukaan berlubang atau turun (amblas).

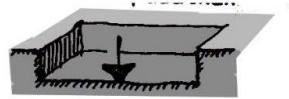


- 1) Galilah lubang atau amblas tersebut dalam bentuk segi 4 (empat).



Penggalian lubang

- 2) Padatkan dasar galian tersebut.



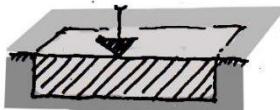
Pemadatan dasar

- 3) Isi galian dengan bahan jalan yang baik.



Pengisian galian

- 4) Padatkan bahan isian tersebut sampai permukaannya rata dengan permukaan jalan.



Pemadatan isian

Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 3.9 Cara Kerja Perkerasan Jalan Lapen

2. Membersihkan permukaan

Permukaan yang kotor menyebabkan lapisan lapen yang dipasang tidak dapat menempel dengan kuat. Pekerjaan pembersihan dapat dilakukan dengan sapu atau sikat.



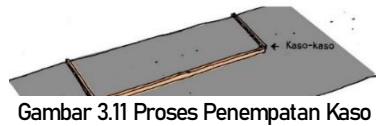
Gambar 3.10 Pembersihan
Permukaan Aspal

3. Mempersiapkan batu pokok, batu pengunci serta batu penutup. Batu-batu tersebut dipersiapkan di sepanjang tepi jalan yang akan diberi lapisan lapen. Keperluan batu dan aspal dapat diperkirakan seperti pada Tabel III.2 untuk tebal lapen 5 cm.

Tabel 3.2 Kebutuhan bahan untuk konstruksi lapen

Uraian	Batu Pokok	Aspal	Batu Pengunci	Aspal	Batu Penutup
Ukuran batu (cm)	3 - 5 cm	-	1 - 2 cm	-	0 - 1 cm
Penggunaan bahan setiap m ² (dalam berat)	105 kg/m ²	3,7 kg/m ²	25 kg/m ²	1,5 kg/m ²	14 kg/m ²
Penggunaan bahan setiap m ² (dalam volume)	0,0075 m ³	3,7 liter	0,017 m ³	1,5 liter	0,01 m ³

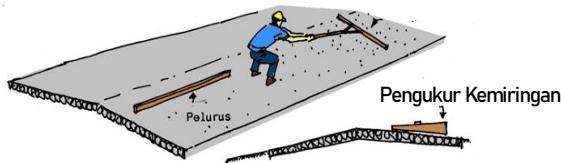
- Tempatkan kaso-kaso di semua tepi bagian permukaan yang akan dilapisi lapen
 - Ukuran kaso-kaso sama dengan tebal rencana penghamparan.
 - Bila tebal lapen yang akan dipasang 5 cm maka tebal kaso-kaso juga 5 cm.
 - Panjang kaso-kaso tergantung yang ada dalam persediaan.
- Sebarkan batu pokok sampai rata di permukaan jalan
 - Tebal penyebaran batu pokok ini sama dengan tebal kaso-kaso yang telah dipasang.
 - Banyaknya batu pokok yang disebar kira-kira $0,075 \text{ m}^3$ tiap m^2 .
- Berikan kemiringan melintang jalan sekitar 3 %



Gambar 3.11 Proses Penempatan Kaso

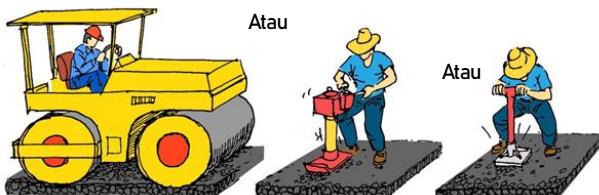


Gambar 3.12 Proses Penyebaran Batu Pokok



Gambar 3.13 Pengukuran Kemiringan

- Padatkan dengan alat yang tersedia
Pemadatan terbaik dengan mesin gilas, minimum 6 lintasan. Namun bila mesin gilas tidak tersedia dapat juga dilakukan dengan alat tumbuk bermesin atau alat tumbuk tangan. Pemadatan manual dapat dihentikan apabila batu terlihat stabil/kokoh.



Gambar 3.14 Proses Pemadatan Aspal

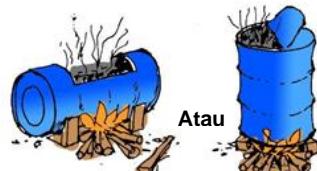
8. Penyiraman aspal

Pemanasan aspal dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, di bagian badan atau penutup drum

- 1) Panaskan aspal yang ada di dalam drum. Pemanasan tidak boleh terlalu tinggi, sekitar 160°

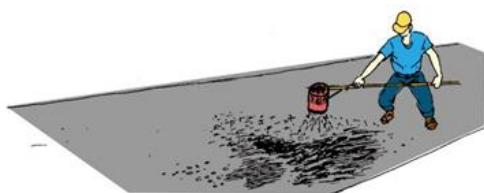
C. Jika pemanasan terlalu tinggi dapat menyebabkan:

- a) Kebakaran;
- b) Sifat kelengketan serta kelenturan aspal rusak.



Gambar 3.15 Pemanasan Aspal

- 2) Sebelum disiram aspal, permukaan harus kering dan bersih.



Gambar 3.16 Penyitaman Aspal

- 3) Siramkan aspal yang sudah dipanaskan ke permukaan batu pokok. Banyaknya aspal yang disiramkan kira-kira 3,7 liter setiap m².

9. Sebarkan batu pengunci sebanyak seperti dalam Tabel 1 yaitu $0,017\text{ m}^3$ setiap m², dapat dilakukan dengan dolak.

10. Padatkan sebaran batu pengunci (seperti dalam butir 7).

11. Siramkan aspal pada lapisan batu pengunci. Banyaknya aspal yang diberikan dapat dilihat dalam Tabel 1 yaitu sebanyak 1,5 liter setiap m².

12. Sebarkan batu penutup sesuai Tabel 1 yaitu $0,01\text{ m}^3$ setiap m².



Gambar 3.17 Penyiraman Aspal pada Batu Pengunci

13. Padatkan batu penutup tersebut (seperti dalam butir 7).
14. Pemeliharaan

Selama beberapa waktu, batu penutup akan terdorong ke tepi jalan akibat lalu lintas yang lewat. Agar lapen tidak cepat aus, maka batu penutup yang tersebar di pinggir jalan tersebut harus dikembalikan ketengah lagi.

3.3 Jalan Bata Beton (Paving Block)

Bata beton atau *paving block* adalah suatu material bangunan yang terdiri dari campuran semen dan pasir yang dicetak dengan tekanan dan dibuat dengan berbagai bentuk dan warna. Jalan dengan paving block dapat digunakan di daerah lingkungan/permukiman.

Selain itu, penggunaan *paving block* juga dapat mengurangi kecepatan erosi tanah, khususnya pada tanah yang miring. Pekerjaan *paving block* ini mengacu pada SNI-03-2403-1991 tentang Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan.

- a. Bahan
 1. Pasir

Pasir urug yang digunakan dapat berupa pasir sungai/pasir gunung yang bersih bebas dari lumpur, akar, rumput, atau sampah dan "kotoran" lainnya sebagai bahan pengisi celah *paving block*.
 2. *Paving Block*

Klasifikasi bata beton (*paving block*) berdasarkan atas bentuk, ketebalan (60mm, dan 80 mm), kekuatan (mutu beton minimal $f'_c = 14,5$ atau setara dengan K175), dan warna.

b. Peralatan

Beberapa peralatan yang dibutuhkan antara lain:



Sumber: Pusjatan, Balitbang PUPR

Gambar 3.18 Peralatan Jalan Paving Block

c. Cara Kerja

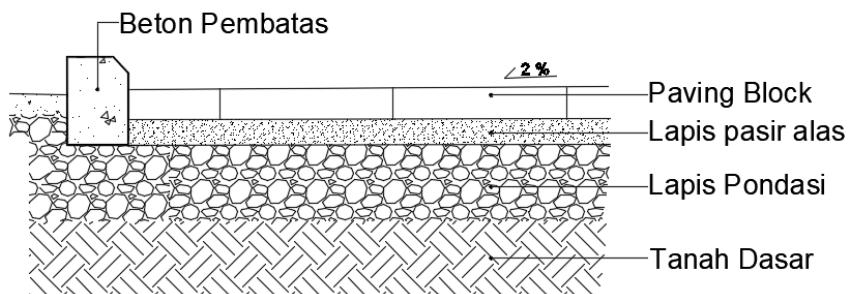
1. Penyiapan tanah dasar

Pekerjaan ini dilakukan agar diperoleh elevasi dan kekuatan tanah dasar sesuai dengan yang direncanakan. Penyiapan tanah dasar ini juga berupa pembersihan dari akar, rumput, sampah, dan kotoran lain serta tanah dasar harus memiliki permukaan yang rata.

2. Penghamparan lapis pondasi

Pekerjaan lapis pondasi bawah (*subbase/Base*) menggunakan material dengan nilai CBR minimum 60%. Material yang dapat digunakan antara lain Agregat Kelas B atau Agregat Kelas A dengan ketebalan minimum 15 cm. Serta, permukaan pondasi harus rata, rapat, dan memiliki kemiringan minimum 2.5%.

3. Penghamparan lapis permukaan
 - 1) Pasir urug dihamparkan (pasir alas dengan butir maksimum 9,5 mm) sampai memiliki ketebalan minimum ±5 cm dan setelah dipadatkan tidak boleh lebih dari 5 cm.
 - 2) Ketebalan *paving block* yang digunakan adalah 6 cm dan 8 cm (6 cm untuk beban lalu lintas ringan, 8 untuk beban lalu lintas sedang).
 - 3) Pada pelaksanaan pekerjaan *paving block*, mutu *paving block* yang digunakan untuk perkerasan jalan lingkungan minimum f'_c 20,75 MPa (K-250) dengan ketebalan 8 cm.
 - 4) Penyusunan pola *paving block* dengan pola tulangan ikan (Π : 90/45 derajat) dan bentuk *paving block* tipe A dan tipe C.
 - 5) Melakukan penyusunan *paving block* yang berukuran seragam dengan permukaan rata dan tidak licin.
 - 6) Beton pembatas pracetak (beton jepit) diberikan pada bagian sisi/pinggir perkerasan jalan.
 - 7) Pasir pengisi digunakan untuk mengisi celah antar *paving block* harus berbutir tajam dan ukuran butir halus lebih kecil dari 2,36 mm.



Gambar 3.19 Susunan Pekerjasan Jalan Paving Block

3.4 Jalan Perkerasan Beton

a. Cara Kerja

1. Penyiapan Tanah Dasar

- 1) Pekerjaan ini dilakukan agar diperoleh elevasi dan kekuatan tanah dasar sesuai dengan yang direncanakan. Dapat meliputi pembersihan, pembentukan badan jalan dan pematatan tanah

- dasar. Kemiringan melintang tanah dasar dibuat sekitar 3% di daerah lurus.
- 2) Tanah dasar berupa tanah berbatu atau tanah lempung kepasiran. Daya dukung tanah dasar ditentukan mempunyai nilai kekuatan (CBR) minimum 4%. Apabila tanah dasar berupa tanah lumpur dan nilai CBR kurang dari 4% maka harus dilakukan perbaikan tanah dasar terlebih dahulu.

2. Penghamparan lapis pondasi agregat/sirtu

Pekerjaan ini harus meliputi pengangkutan, penghamparan, pembasahan dan pemasangan agregat.

3. Pemadatan lapis pondasi agregat/sirtu
Operasi penggilasan sebanyak 16 lintasan, dimulai dari tepi dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah sumbu jalan



Gambar 3.20 Penghamparan Lapis Pondasi Agregat



Pemdatan Lapis Pondasi
3.20 Penghamparan
Pondasi Agregat

dalam
arah

Gambar 3.21 Pemdatan Lapis Pondasi Agregat

Gambar 3.22 Pemasangan Bekisting
Lapis Pondasi Agregat

memanjang.

4. Pengecoran beton kurus

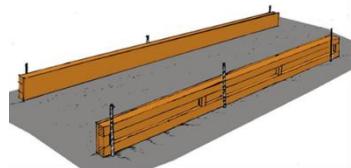
- 1) Pekerjaan ini meliputi pembuatan acuan dengan tinggi 5 cm, pengecoran, penghamparan, perataan dan perawatan beton kurus.
- 2) Campuran beton kurus adalah 1 Semen : 3 Pasir : 5 Kerikil.

- 3) Kuat tekan rata-rata beton kurus pada umur 28 hari antara K-80 sampai K-100.
5. Pemasangan acuan untuk jalan beton
 - 1) Dimensi acuan menggunakan tinggi 15 cm dengan menggunakan 3 pin untuk setiap segmen acuan panjang 3 m.
 - 2) Acuan harus tahan terhadap benturan dari peralatan pematat. Acuan harus bersih.
 - 3) Acuan dapat berfungsi juga sebagai dudukan bagi perataan pembetonan.
6. Pemasangan lembaran plastik/ membran

Pemasangan membran dilakukan selebar badan jalan yang akan dikerjakan (dicor). Bila diperlukan sambungan, maka harus dibuat tumpang tindih sekurang-kurangnya 300 mm.
7. Pemasangan batang pengikat

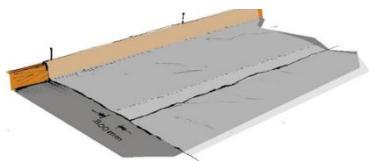
Batang pengikat hanya digunakan jika pengcoran dilakukan pada setengah lebar perkerasan dan pada sambungan pelaksanaan.

 - 1) Batang pengikat yang digunakan adalah baja tulangan ulir (BjTS 30) dengan diameter 13 mm, panjang 60 cm dan jarak antara 75 cm.
 - 2) Batang pengikat harus bebas dari kotoran, minyak, cat, gemuk, dan karat yang akan mengganggu kelekatan baja dengan beton.



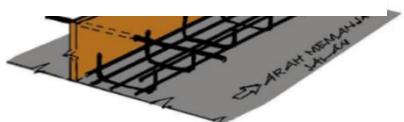
Gambar 3.22 Pemasangan Bekisting

Gambar 3.23 Pemasangan Membran
Gambar 3.22 Pemasangan Bekisting



Gambar 3.23 Pemasangan Membran

Gambar 3.24 Pemasangan Tiebar
Gambar 3.23 Pemasangan Membran



Gambar 3.24 Pemasangan Tiebar

Gambar 3.25 Pencampuran dan Pengcoran Beton
Gambar 3.24 Pemasangan Tiebar

- 3) Batang pengikat diletakan pada lokasi sambungan memanjang yang disusun di atas dudukan.
8. Pencampuran dan pengecoran jalan beton



Gambar 3.25 Pencampuran dan Pengecoran Beton

- 1) Pencampuran beton dilakukan dengan beton molen.
- 2) Campuran beton adalah 1 Semen : 2 Pasir : 3 Kerikil.
- 3) Kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari, minimum K-250. d. Kelecanan (slump) beton maksimum 7,5 cm.

Gambar 3.26 Penghamparan dan Pemadatan

Gambar 3.25 Pencampuran dan
Pengecoran Beton

- 4) Penghamparan pada lajur yang bersebelahan dapat dilakukan setelah umur beton tersebut mencapai 3 hari.
9. Penghamparan dan pemadatan Tempatkan adukan beton dan hampar secara merata. Untuk memindahkan adukan beton dapat menggunakan sekop/ cangkul.
10. Perataan permukaan beton

- 1) Beton yang sudah dihamparkan dan dipadatkan, harus dibentuk dan diratakan dengan alat perata manual atau mesin perata.
- 2) Alat perata harus melintas setiap bagian permukaan jalan maksimum 3 kali untuk memperoleh kepadatan dan



Gambar 3.26 Penghamparan dan Pemadatan Beton

Gambar 3.27 Perataan Permukaan Beton

- Gambar 3.28 Penghalusan Permukaan Beton
- Gambar 3.27 Perataan Permukaan Beton

- menghasilkan tekstur permukaan yang rata.
- 3) Perataan permukaan dengan cara manual biasanya dilakukan oleh dua orang.
11. Penghalusan permukaan
- 1) Setelah dibentuk dan dipadatkan, selanjutnya beton diperhalus, diperbaiki dan dipadatkan lagi menggunakan bantuan alat-alat pelepa atau penghalus.
 - 2) Permukaan beton kemudian diperiksa lagi kerataanya, paling sedikit 2 kali lintasan dengan mistar lurus.
12. Pembuatan tekstur permukaan
- 1) Permukaan atas beton harus diberi tekstur dengan alat pembuat alur pada umur beton 2–4 jam.
 - 2) Pekerjaan pembuatan alur dilakukan ke arah melintang jalan.
 - 3) Lebar alur maksimum 3 mm, kedalaman alur antara 3 mm dan 6 mm dan jarak alur antara 10 mm dan 20 mm.
 - 4) Pada kelandaian yang curam ($>6\%$) diperlukan alur yang lebih dalam untuk memberikan kekesatan yang lebih tinggi.
13. Perawatan beton
- 1) Selama proses hidrasi, beton perlu dirawat untuk memastikan bahwa air dalam beton muda yang diperlukan untuk proses hidrasi tidak menguap. Perawatan dilakukan minimal selama 7 hari.
 - 2) Perawatan dapat dilakukan dengan salah satu cara berikut:



Gambar 3.28 Penghalusan Permukaan Beton

Gambar 3.29 Pembuatan Tekstur Permukaan
Gambar 3.28 Penghalusan Permukaan Beton



Gambar 3.29 Pembuatan Tekstur Permukaan

Gambar 3.30 Curing Beton
Gambar 3.29 Pembuatan Tekstur Permukaan



Gambar 3.30 Curing Beton

- a) Merendam permukaan dengan cara menyiram dan membendung air di tepi pelat beton;
- b) Menutup permukaan dengan geotekstil atau karung goni yang dijaga kelembapannya;
- c) Menutup permukaan dengan cairan kompon perawatan beton.

Gambar 3.31 Cutting Beton
Gambar 3.30
Curing Beton

14. Penggergajian beton

- 1) Penggergajian dimulai setelah sekitar 4 hingga 10 jam setelah pengecoran.
- 2) Penggergajian sambungan melintang dan sambungan memanjang dilakukan sebelum atau setelah acuan dibuka.
- 3) Jarak penggergajian maksimum $1,2 \times$ lebar lajur hamparan, dengan kedalaman sekitar 5 cm.
- 4) Apabila tidak ada mesin penggergaji maka digunakan sekat multiplek atau baja yang dipasang pada saat pengecoran dan dibuka setelah beton cukup mengeras.

15. Pengisian Sambungan Beton

- 1) Permukaan sambungan harus kering dan bersih.



Gambar 3.31 Cutting Beton

Gambar 3.32 Pengisian Joint
Sealent
Gambar 3.31 Cutting Beton



- 2) Pengisian sambungan beton dilakukan dengan menggunakan bahan pengisi yang bersifat elastis.

Gambar 3.32 Pengisian Joint Sealant

16. Pembongkaran acuan

- 1) Pada umumnya acuan dapat dibuka sekitar 24 jam setelah pengecoran atau setelah beton cukup keras.
- 2) Setelah acuan terbuka, periksa permukaan vertikal beton keropos pada permukaan harus segera diperbaiki.

Gambar 3.32 Pengisian Joint Sealant

17. Batas waktu dan kekuatan beton pada pembukaan untuk lalu lintas

- 1) Untuk keperluan pelaksanaan kuat tekan beton kurus boleh dibuka untuk lalu lintas setelah mencapai umur 7 hari.
- 2) Lalu lintas dapat dibuka bila kuat tarik lentur perkerasan beton telah mencapai 14 hari

IV. BANGUNAN PELENGKAP JALAN (SALURAN AIR JALAN & TALUD)

4.1 Saluran Air Jalan

Saluran air jalan atau dikenal dengan drainase adalah pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu jalan. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase merupakan bagian penting dalam penataan sistem air di bidang tata ruang termasuk pembangunan infrastruktur jalan. Dalam lingkup rekayasa sipil, drainase dibatasi sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal sesuai dengan kepentingan. Dalam tata ruang, drainase berperan penting untuk mengatur pasokan air demi pencegahan banjir. Drainase juga bagian dari usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

4.1.1 Standar Umum Perencanaan

Berkaitan dengan pembangunan sistem drainase berwawasan lingkungan, sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014, Ketentuan-ketentuan umum yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

- a. Rencana induk sistem drainase disusun dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:
 1. Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air
Rencana induk sistem drainase merupakan bagian dari rencana pengelolaan sumber daya air. Perencanaan sistem drainase harus dilaksanakan secara terintegrasi dengan pengelolaan sumber daya air agar dalam memberikan pelayanan dapat memberikan daya guna yang optimal.
 2. Konservasi Air
Perencanaan sistem drainase harus memperhatikan kelestarian lingkungan hidup terkait dengan ketersediaan air tanah maupun

- air permukaan. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya konservasi air agar ketersediaan air tanah dan air permukaan tetap terjaga.
3. Kondisi lingkungan, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal
Partisipasi masyarakat yang berbasis pada kearifan lokal.
 - b. Pembangunan sistem drainase harus berwawasan lingkungan.
 - c. Bangunan pelengkap yang dibangun pada saluran dan sarana drainase kapasitasnya minimal 10% lebih tinggi dari kapasitas rencana saluran dan sarana drainase.

4.1.2 Standar Teknis Perencanaan

Survey Rancang Teknik Sistem Drainase

Kegiatan survei rancang teknik sistem drainase meliputi:

1. Pengumpulan data sekunder, meliputi:
 - 1) Data Spasial:
Data spasial adalah data dasar yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan drainase, diperoleh baik dari lapangan maupun dari pustaka, mencakup antara lain:
 - a) Data peta yang terdiri dari peta dasar (peta daerah kerja), peta sistem drainase dan sistem jaringan jalan yang ada, peta tata guna lahan, peta topografi masing-masing berskala antara 1 : 5.000 sampai dengan 1 : 25.000 atau disesuaikan dengan tipologi wilayah.
 - b) Data kependudukan yang terdiri dari jumlah, kepadatan, laju pertumbuhan, penyebaran dan data kepadatan bangunan.
 - c) Rencana Tata Ruang wilayah (RTRW).
 - 2) Data Hidrologi:
Data hidrologi merupakan data yang menjadi dasar dari perencanaan kegiatan pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) di wilayah sungai, seperti perencanaan bangunan irigasi, bagunan air, pengelolaan sungai, pengendalian banjir dan lain-lain. Data ini meliputi:
 - a) Data hujan minimal sepuluh tahun terakhir;
 - b) Data tinggi muka air, debit sungai, pengaruh air balik, peil banjir, dan data pasang surut.

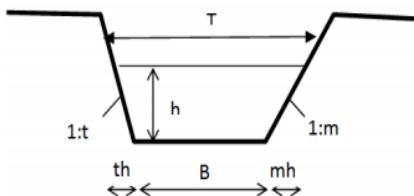
- 3) Data Teknik Lainnya:
Data prasarana dan fasilitas yang telah ada dan yang direncanakan antara lain: jaringan jalan, jaringan drainase, jaringan air limbah, TPS (Tempat Pengolahan Sampah Sementara), TPA (Tempat Pemrosesan Akhir), jaringan telepon, jaringan listrik, jaringan pipa air minum, jaringan gas (jika ada) dan jaringan utilitas lainnya.
 - 4) Data Non-Teknik:
Data pembiayaan termasuk biaya OP, peraturan-peraturan terkait, data institusi/ kelembagaan, data sosial ekonomi dan budaya (kearifan lokal), data peran serta masyarakat serta data keadaan kesehatan lingkungan permukiman.
2. Persiapan peralatan;
 3. Pengumpulan data primer, meliputi:
 - 1) Survei *Hidrolik Air Permukaan*, untuk mengetahui:
 - a) Mendapatkan debit maksimum, debit minimum, debit rata-rata, debit andalan dan debit penggelontoran;
 - b) Besarnya sedimentasi (sediment transport);
 - c) Infiltrasi, evaporasi, limpasan (run off).
 - d) Data arah aliran dan kemampuan resapan.
 - 2) Survei *Topografi*, untuk mengetahui:
 - a) Beda tinggi dan jarak antara sumber dengan pelayanan;
 - b) Rencana jalur saluran;
 - c) Potongan melintang saluran;
 - d) Rencana tapak bangunan meliputi: data keadaan, fungsi, jenis, geometri dan dimensi saluran, dan bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, pompa, dan pintu air, serta kolam tandon dan kolam resapan.
 - 3) Survei *Penyelidikan Tanah*, untuk mengetahui:
 - a) Mengetahui karakteristik tanah;
 - b) Mengetahui struktur tanah.
 - 4) Survei *Sistem Drainase Eksisting*.
Data ini diperlukan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase *existing* serta permasalahan yang ada sebelumnya. Data ini meliputi:

- a) Data kuantitatif banjir/genangan: luas genangan, lama genangan, kedalaman rata-rata genangan, dan frekuensi genangan serta hasil rencana induk pengendalian banjir wilayah sungai di daerah tersebut.
- b) Data saluran dan bangunan pelengkap.
- c) Data sarana drainase lainnya seperti kolam tandon, kolam resapan, sumur-sumur resapan.

Bentuk-bentuk saluran untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun bentuk-bentuk saluran antara lain:

1. Trapesium

Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.



$$\begin{aligned}
 A &= \text{luas profil basah (m}^2\text{).} \\
 B &= \text{lebar dasar saluran (m).} \\
 h &= \text{tinggi air di dalam saluran (m).} \\
 T &= (B + m h + t h) = \text{lebar atas muka air.} \\
 m &= \text{kemiringan talud kanan.} \\
 t &= \text{kemiringan talud kiri.}
 \end{aligned}$$

Mencari luas profil basah bentuk trapesium:

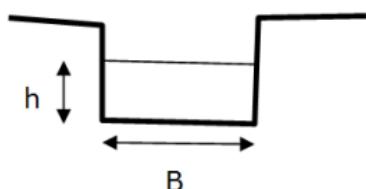
$$A = \frac{(B+T)}{2} \times h$$

2. Persegi

Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan areal. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

Mencari luas profil basah bentuk persegi:

$$A = B \times h$$



A = luas profil basah (m^2).

B = lebar dasar saluran (m).

h = tinggi air di dalam saluran (m).

T = B.

m = 0 (nol) dan

t = 0 (nol).

3. Segitiga

Saluran ini sangat jarang digunakan tetapi mungkin digunakan dalam kondisi tertentu.

Mencari luas profil basah bentuk segitiga:

$$A = \frac{1}{2} \times T \times h$$

Bila:

A = luas profil basah (m^2).

B = 0 (nol).

h = tinggi air di dalam saluran (m).

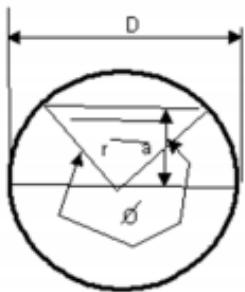
T = $(B + m h + t h)$.

m = kemiringan talud kanan.

t = kemiringan talud kiri.

4. Setengah Lingkaran

Saluran ini terbuat dari pasangan batu atau dari beton dengan cetakan yang telah tersedia. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar. Mencari luas profil basah bentuk lingkaran;



$$a = r \sin\left(\frac{\Phi - 180^\circ}{2}\right)$$

Bila:

a = tinggi air (dalam m).

Φ = sudut ketinggian air (dalam radial) = y

r = jari-jari lingkaran (dalam m).

A = luas profil basah (dalam m²) = $1/2 r^2 \left(\frac{\Phi}{180} - \sin \Phi \right)$.

P = keliling basah (dalam m) = $r \Phi = r \cdot \frac{\Phi}{180}$

Tabel 4.1 Bentuk Saluran Berdasarkan Fungsinya

No	Bentuk Saluran	Fungsinya
1	Trapesium	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan.
2	Empat persegi panjang	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil
3	Segitiga	Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini digunakan pada lahan yang cukup terbatas.
4	Setengah lingkaran	Berfungsi untuk menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk saluran ini umumnya digunakan untuk saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan perumahan yang padat.

Selain bentuk-bentuk yang tertera dalam tabel, masih ada bentuk-bentuk penampang lainnya yang merupakan kombinasi dari bentuk-bentuk tersebut, misalnya kombinasi antara empat persegi panjang dan setengah lingkaran, yang mana empat persegi panjang pada bagian atas yang berfungsi untuk mengalirkan debit maksimum dan setengah

lingkaran pada bagian bawah yang berfungsi untuk mengalirkan debit minimum. Adapun Persyaratan saluran terbuka diantaranya:

- a. Jika Saluran berbentuk $\frac{1}{2}$ lingkaran, diameter minimum 20 cm;
- b. Kemiringan saluran minimum 2%;
- c. Kedalaman saluran minimum 40 cm;
- d. Bahan bangunan: tanah liat, beton, batu bata, batu kali.

4.1.3 Konstruksi Saluran Air Jalan

Pelaksanaan konstruksi saluran air jalan ini mengacu pada Surat Edaran Dirjen Cipta Karya Nomor: 16/SE/DC/2020 tentang Standar Teknis, Jalan Pada Permukiman. Kriteria teknis konstruksi saluran air jalan dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.2 Kriteria Konstruksi Saluran Air Jalan

Jenis Konstruksi	Tingkat Kelandaian/Kemiringan (Geometrik)	
	Datar	Gunung
Saluran Terbuka		
Saluran Tanah	0% - 8 %	>25% - 45 %
Saluran Pasangan Batu Kali	0% - 8 %	>25% - 45 %
Saluran Tertutup		
Saluran Tertutup Beton Pracetak	0% - 8 %	-
Gorong-Gorong	0% - 8 %	>25% - 45 %

Sumber: Surat Edaran Dirjen Cipta Karya Nomor: 16/SE/DC/2020 tentang Standar Teknis, Jalan Pada Permukiman

Secara umum, saluran drainase jalan raya adalah saluran terbuka dan saluran tertutup dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air menuju outlet. Distribusi aliran dalam saluran drainase menuju outlet ini mengikuti kontur jalan raya, sehingga air permukaan akan lebih mudah mengalir secara gravitasi. Saluran terbuka merupakan drainase yang memiliki bagian atas terbuka dan berfungsi untuk mengalirkan air yang tidak mengandung limbah berbahaya seperti air hujan/air jalan. Drainase saluran terbuka sangat cocok jika diterapkan pada daerah yang memiliki luasan cukup. Klasifikasi saluran terbuka berdasarkan asalnya, adalah sebagai berikut:

- a. Saluran alam (*natural channel*) yaitu saluran yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Contohnya seperti saluran tanah di daerah dataran tinggi.

- b. Saluran buatan (*artificial channel*) yaitu saluran yang dibuat dan direncanakan oleh manusia. Contohnya seperti saluran dranase tepi jalan dengan material yang disesuaikan kebutuhan.

Selanjutnya adalah saluran tertutup yang berfungsi mengalirkan air yang mengandung limbah. Drainase tersebut dibuat tertutup supaya limbah tersebut tidak berhubungan langsung dengan manusia sehingga membahayakan masyarakat dan lingkungan. Dalam konstruksi jalan, saluran tertutup digunakan sebagai drainase tepi jalan yang dibuat agar tidak mengurangi kapasitas (dimensi) jalan juga dapat dijadikan trotoar atau bahu jalan, agar tidak mengganggu aktivitas pengguna jalan.

a. Saluran Tanah

Pada umumnya, saluran tanah/saluran tanpa pasangan merupakan saluran yang paling umum digunakan karena biaya konstruksi dan pemeliharaannya relatif lebih ekonomis. Namun, pada pelaksanaannya perlu memperhatikan faktor erosi dan sedimentasi pada semua ruas saluran.

Sedimentasi (pengendapan) pada saluran akan terjadi jika kapasitas angkut sedimennya berkurang. Untuk itu kapasitas debit saluran harus dijaga dan dipertahankan. Sedimen yang masuk ke saluran biasanya berupa sedimen layang seperti partikel lempung dan lanau dengan ukuran $d < 0.06$ mm hingga 0.07 mm. Partikel yang lebih besar dari ukuran tadi akan tertangkap/diendapkan di kantong lumpur.

Erosi pada saluran tanah disebabkan karena kecepatan aliran rata-rata yang terjadi melebihi dari kecepatan maksimum yang diizinkan. Sedangkan kecepatan maksimum yang diizinkan tergantung oleh kecepatan dasar yang dipengahuri oleh jenis tanah.

Penampang saluran diharapkan bisa mengalirkan debit tertentu dengan luas penampang basah yang sekecil-kecilnya (minimum), penampang tersebut biasanya disebut sebabai penampang efisien atau penampang ekonomis. Sebagai acuan untuk menentukan perbandingan antara lebar dasar (b) dengan kedalaman saluran (h) serta kemiringan dinding (m) untuk besaran debit tertentu, maka berikut ini disajikan tabel karakteristik saluran.

Tabel 4.3 Kriteria Karakteristik Saluran

Debit (m ³ /dt)	Kemiringan Dinding (1 : m)	Perbandingan (b/h)
0.15 – 1.00	1	1.0 – 1.5
1.00 – 5.00	1 atau 1.5	1.5 – 2.9
5.00 – 10.00	1.5	2.9 – 3.9
10.00 – 40.00	2	3.9 – 9.0

Sumber: Kriteria Perencanaan Saluran (KP-03)

b. Saluran Pasangan Batu Kali

Saluran pasangan batu adalah konstruksi saluran dengan menggunakan material pasangan batu belah yang berfungsi mengalirkan kelebihan air dari suatu tempat ke tempat lain. Kelebihan air tersebut disalurkan ke sungai, sumur, danau, atau sarana resapan lainnya. Material utama yang digunakan pada konstruksi dari pasangan batu adalah batu dan bahan adukan semen atau mortar. Apabila tidak ada ketentuan secara khusus, berdasarkan persyaratan adukan semen untuk pasangan harus mempunyai kuat tekan paling sedikit 50 kg/cm² (5 Mpa).

Beberapa tahapan pekerjaan yang perlu dilakukan dalam pekerjaan saluran pasangan batu kali antara lain:

1. Pengangkutan dan penempatan material;
2. Memastikan material batu belah, semen, pasir, dan air sesuai spesifikasi dan bersih. Semen dalam kondisi yang bagus;
3. Penggalian tanah untuk saluran; dan
4. Pekerjaan pasangan batu belah (dinding saluran) dan dasar saluran.

Secara umum, metode pelaksanaan pekerjaan saluran pasangan batu kali adalah sebagai berikut:

1. Survei lokasi dan menentukan arah kemiringan saluran;
2. Memasang patok sebagai patokan bangunan dan memasang benang, dan memastikan level top bangunan/dinding saluran tidak menghalangi aliran air dari badan/bahu jalan ke saluran.
3. Menggali tanah dengan lebar dan kedalaman saluran sesuai perencanaan;
4. Menyiapkan mortar/spesi (pasir, semen, air) dengan komposisi sesuai spesifikasi. Adukan bisa menggunakan mesin pengaduk

- semen (molen) atau secara manual dan kotak pengukur komposisi juga digunakan. Perbandingan air semen harus 0,40-0,5 = 20 sampai 25 liter air untuk 50 kg semen;
5. Meletakkan batu-batu besar sebagai dudukan bawah (pondasi). Batu belah dipasang secara memanjang horisontal dan bagian muka batu yang tampak luar dibuat rata;
 6. Mortar/spesi harus diletakkan sebelum dan sesudah pemasangan beberapa batu belah, juga diisikan di semua celah antar batu belah;
 7. Ketebalan mortar/spesi antara 2 sampai 5 cm;
 8. Jika diperlukan (tergantung perencanaan), buat lubang sulingan agar air dari samping luar saluran bisa mengalir ke saluran;
 9. Permukaan hasil pekerjaan pasangan batu belah diplester + acian (tergantung perencanaan). Tebal plester 1,5 cm – 2 cm (tebal dan komposisi sesuai perencanaan);
 10. Perawatan hasil pekerjaan perlu dilakukan dengan menyiram air atau menggunakan penutup dari goni basah; dan
 11. Pekerjaan dasar saluran dilakukan sesuai perencanaan dan pastikan kemiringan saluran sehingga air bisa mengalir secara sempurna (tidak ada genangan air).

SURVEY ANTAR PATOK PEKERJAAN DRAINASE

Kabupaten :
 Kecamatan :
 Desa :

Item Survey Eksisting	Nomor Patok	0	1	2	3	4 (dan seterusnya disesuaikan kebutuhan)
	Satuan					
1 Jarak Antar Patok		meter				
2 Jarak Kumulatif		meter				
3 Kemiringan (%)		(Kiri)				
		(Kanan)				
4 Tipe Saluran (Terbuka, Tertutup, Belum ada)		(Kiri)				
		(Kanan)				
5 Jenis Saluran (Tanah, Pas. Batu, Beton, Tidak ada)		(Kiri)				
		(Kanan)				
6 Kondisi Saluran (Rusak, Baik, Tidak ada)		(Kiri)				
		(Kanan)				
7 Kondisi Sedimentasi		(Kiri)				
		(Kanan)				
8 Gambar Sketsa Lokasi dan Arah Aliran Sungai						
Item Survey Rencana	Satuan					
9 Tipe Saluran (Terbuka, Tertutup)		(Kiri)				
		(Kanan)				
10 Jenis Saluran (Tanah, Pas. Batu, Beton)		(Kiri)				
		(Kanan)				
11 Kemiringan (%)		(Kiri)				
		(Kanan)				
12 Dimensi Saluran (LxT, Diameter)		meter				
13 Sketsa Saluran Drainase						

Gambar 4.1 Format Survey Antar Patok

Gambar 4.1 Format Survey Antar Patok

Keterangan :

1. Jarak antar patok: Maksimal 50 m, tetapi boleh kurang bila dirasa perlu, seperti di lokasi yang ada perubahan arah/tanjakan/situasinya cukup besar;
 2. Jarak kumulatif: Jarak dari STA/patok awal;
 3. Kemiringan: Kondisi kemiringan eksisting dari patok pertama ke patok kedua. Ditulis dengan satuan persen;
 4. Tipe Saluran: Dicatat tipe saluran eksisting (Jika sudah ada dan/atau akan diperbaiki dicatat: Terbuka, tertutup. Jika akan dibangun dicatat belum ada);
 5. Jenis Saluran: Dicatat jenis saluran eksisting (Saluran tanah, pasangan batu atau beton). Jika akan belum ada dicatat "tidak ada";
 6. Kondisi saluran: Dicatat sesuai kondisi eksisting saluran;
 7. Kondisi sedimentasi: Catat kedalaman/tinggi sedimentasi pada saluran eksisting;
 8. Gambar Sketsa: Gambarkan potongan memanjang kondisi saluran eksisting serta arah aliran air;
 9. Tipe saluran: Dicatat tipe saluran yang akan dibangun (Terbuka, tertutup);
 10. Jenis Saluran: Dicatat jenis saluran yang akan dibangun (Saluran tanah, pasangan batu atau beton);
 11. Kemiringan: Kemiringan rencana dari patok pertama ke patok kedua. Ditulis dengan satuan persen;
 12. Dimensi saluran: Dicatat dimensi saluran yang direncanakan (Jika u-ditch dicatat Tinggi dan Lebar; Jika gorong-gorong catat diameter yang digunakan); dan
 13. Sketsa dan Dimensi: Gambarkan potongan memanjang saluran drainase rencana.
- c. Saluran Beton Pracetak (*U-Ditch*)

U-Ditch merupakan produk beton pracetak yang dibuat menyerupai huruf U dilengkapi dengan tulangan atau *wiremesh* dan dicor menggunakan beton mutu tinggi. Dimensi dari *U-Ditch* dapat disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan dan debit air yang harus dialirkan. *U-Ditch* dapat dipasang baik dengan maupun tanpa tutup. Jenis tutup *U-Ditch* dibedakan menjadi *heavy duty* (biasanya digunakan pada area yang kerap dilewati kendaraan berat) dan *light duty* (dipasang pada sisi jalan, trotoar, atau untuk pejalan kaki). Secara umum penggunaan *U-*

Ditch untuk saluran drainase memiliki kelebihan sebagai berikut:

1. Mutu terjamin karena proses fabrikasi dilakukan di pabrik beton pracetak;
2. Penggunaan beton dengan mutu tinggi sehingga bentuk dan ketebalannya lebih ringkas dan sederhana;
3. Proses pemasangan dapat dilakukan lebih cepat sehingga tidak terlalu lama mengganggu arus lalu lintas selama masa konstruksi; dan
4. Finishing yang halus dan rata sehingga menambah estetika dan langsung dapat dimanfaatkan.

Proses pemasangan *U-Ditch* didahului dengan penggalian area kerja sesuai ukuran saluran yang diinginkan. Selanjutnya, dasar saluran diberi urugan pasir dan lantai kerja agar *U-Ditch* berada pada posisi yang stabil. Segmen *U-Ditch* diletakkan ke dalam lubang dengan menggunakan crane atau alat berat lainnya. Antar segmen *U-Ditch* disambungkan menggunakan plat sambung atau dengan mencocokkan sambungan pada sisi segmen dengan segmen lainnya (male and female joint). Sambungan antar segmen ditutup menggunakan mortar semen. Proses terakhir adalah pengurukan dan pemedatan tanah pada samping area pekerjaan saluran.

d. Gorong-gorong

Gorong-gorong difungsikan sebagai saluran pembawa air dari samping ke badan air ataupun ke saluran pembuangan lainnya. Ada beberapa tipe gorong-gorong yakni:

1. Pipa Beton (tunggal atau lebih); dan
2. Persegi (Box Culvert) dari beton bertulang.

Berbagai jenis ukuran gorong-gorong dapat dilihat seperti pada tabel dibawah ini.



Gambar 4.2 Gorong-Gorong

Tabel 4.4 Jenis dan Diameter Gorong-gorong

No	Jenis	Diameter (cm)
1.	Beton Bertulang	60, 80, 100, 120
2.	Beton Tidak Bertulang	60, 80
3.	Baja	80, 100, 120, 140

Dalam perencanaan, pelaksanaan dan penggunaannya, berikut ini dijelaskan beberapa keuntungan dari masing-masing bentuk gorong-gorong beton diantaranya:

- 1) Keuntungan
 - a) Dapat menahan beban berat;
 - b) Dapat dicor ditempat; dan
 - c) Pemasangan mudah.
- 2) Kerugian
 - a) Pengangkutan dan pemeliharaan sulit;
 - b) Kapasitas terbatas; dan
 - c) Diameter $> 1,00$ m perlu penulangan.

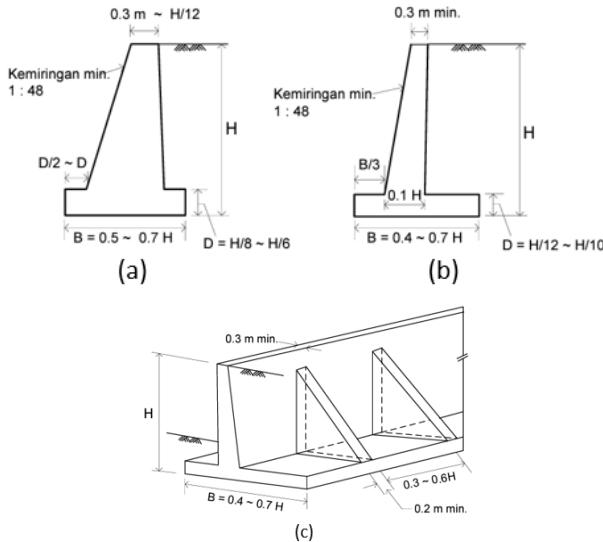
Untuk keperluan jalan raya menggunakan diameter ≥ 60 cm

4.2 Talud

Talud atau dinding penahan adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu yang pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. Jenis konstruksi antara lain pasangan batu dengan mortar, pasangan batu kosong, beton, kayu dan sebagainya. Dengan kata lain merupakan pasangan batu yang dilekatkan dengan campuran semen, pasir dan air untuk melindungi tebing dari keruntuhan tanahnya.

4.2.1 Standar Umum Perencanaan

Dimensi tipikal talud atau dinding penahan merupakan langkah awal perancangan, dimana selanjutnya dilakukan analisis stabilitas dinding penahan dan dilakukan penyesuaian dimensi dinding apabila perlu, sehingga tercapai dimensi dinding yang optimal.



Sumber: SNI-8460-2017

Gambar 4.5 Dimensi Tipikal Dinding Penahan

- Faktor-faktor yang Perlu Diperhatikan Dalam Perancangan
Dinding penahan harus dirancang untuk tetap aman terhadap:
 - Stabilitas guling;
 - Stabilitas geser lateral;
 - Daya dukung tanah
 Selain itu, faktor-faktor lain yang harus diperhatikan di antaranya adalah sebagai berikut:
 - Kondisi tanah pada lokasi dinding, apakah ada potensi dimana dinding penahan tanah secara keseluruhan ikut mengalami gelincir rotasi/translasi (*global stability*),
 - Apakah ada lapisan tanah lunak di bawah lapisan tanah yang langsung mendukung dinding penahan tanah, yang dapat menyebabkan dinding mengalami penurunan (jangka panjang), dan mengakibatkan dinding berputar ke belakang.
- Pemeriksaan Stabilitas Dinding dan Faktor Keamanan Minimum
Setiap dinding penahan tanah harus diperiksa stabilitasnya terhadap guling, geser lateral, dan daya dukung. Faktor keamanan yang disyaratkan adalah sebagai berikut:

1. Faktor keamanan terhadap guling minimum 2;
2. Faktor keamanan terhadap geser lateral minimum 1,5;
3. Faktor keamanan terhadap daya dukung minimum 3;
4. Faktor keamanan terhadap stabilitas global minimum 1,5;
5. Faktor keamanan terhadap gempa minimum 1,1.

4.2.2 Standar Teknis Perencanaan

a. Tekanan Pada Tanah

Gaya horizontal dan vertikal yang bekerja pada dinding penahan tanah akan menghasilkan resultan gaya, R, yang eksentris terhadap titik tengah telapak dinding. Dalam mendesain ukuran/dimensi dari dinding penahan tanah, sebaiknya gaya resultan tadi terletak di daerah kern dari telapak dinding agar tidak timbul tegangan tarik pada tanah. Artinya lokasi gaya resultan harus terletak pada daerah 1/3 tengah telapak dinding. Apabila resultan gaya tersebut terletak pada 1/3 tengah telapak dinding, maka tegangan tanah di setiap titik dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan yang sama seperti persamaan untuk menganalisis kolom dengan beban eksentris, yaitu :

$$q = -\frac{R_v}{A} \pm \frac{R_v \cdot e \cdot c}{I} \quad \longrightarrow q = -\frac{R_v}{L} \pm \frac{R_v \cdot e \cdot (L/2)}{L^3/12} = -\frac{R_v}{L} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

Dimana :

- q adalah tegangan yang timbul pada tanah
- R_v adalah komponen gaya vertikal dari gaya resultan, R
- e adalah eksentrisitas beban dihitung dari titik tengah telapak dinding
- A adalah luas dari jalur tanah selebar 1,0 m dengan panjang sama dengan lebar telapak dinding
- I adalah momen inersia dari luasan A
- c adalah jarak titik yang ditinjau terhadap titik tengah telapak dinding

Tegangan, q, yang terjadi pada tanah akibat beban-beban pada dinding penahan tanah, harus lebih kecil daripada tegangan ijin tanah.

b. Persyaratan Desain Dinding Penahan

Untuk melakukan proses desain struktur dinding penahan tanah, maka seorang perencana dapat mengacu pada peraturan SNI 2847-2013 khususnya dalam Bab 14 tentang Dinding Struktural. Beberapa persyaratan desain dinding struktural yang dapat digunakan antara lain:

1. Pasal 14.5.3. Ketebalan minimum dinding penahan adalah 1/25 kali tinggi atau panjang dinding yang ditopang secara lateral (diambil yang terkecil), namun tidak kurang dari 100 mm
2. Pasal 14.3.2. Rasio minimum tulangan vertikal terhadap luas brutto penampang beton, r_l , harus diambil:
 - 1) 0,0012 untuk tulangan ulir dengan diameter tidak lebih dari D16 dan f_y tidak kurang dari 420 MPa
 - 2) 0,0015 untuk tulangan ulir lainnya, atau
 - 3) 0,0012 untuk jaring kawat baja las yang berdiameter tidak lebih dari 16
3. Pasal 14.3.3. Rasio minimum tulangan horizontal terhadap luas brutto penampang beton, r_t , harus diambil:
 - 1) 0,0020 untuk tulangan ulir dengan diameter tidak lebih dari D16 dan f_y tidak kurang dari 420 MPa
 - 2) 0,0025 untuk tulangan ulir lainnya, atau
 - 3) 0,0020 untuk jaring kawat baja las yang berdiameter tidak lebih dari 16
4. Pasal 14.3.4. Apabila ketebalan dinding melebihi 250 mm, tulangan horizontal dan vertikal harus diletakkan dalam dua lapis sejajar dengan ketentuan sebagai berikut:
 - 1) Untuk dinding sisi luar, maka sekurang-kurangnya setengah dari luas tulangan, A_s (namun tidak lebih dari $2/3A_s$) harus memiliki selimut beton minimum 50 mm atau $1/3$ ketebalan dinding
 - 2) Sisa tulangan yang ada di tempatkan pada sisi dalam dinding, dengan selimut beton minimal 20 mm namun tidak kurang dari $1/3$ ketebalan dinding
5. Pasal 14.3.4. Apabila ketebalan dinding melebihi 250 mm, tulangan horizontal dan vertikal harus diletakkan dalam dua lapis sejajar dengan ketentuan sebagai berikut:
 - 1) Untuk dinding sisi luar, maka sekurang-kurangnya setengah dari luas tulangan, A_s (namun tidak lebih dari $2/3A_s$) harus memiliki selimut beton minimum 50 mm atau $1/3$ ketebalan dinding
 - 2) Sisa tulangan yang ada di tempatkan pada sisi dalam dinding, dengan selimut beton minimal 20 mm namun tidak kurang dari $1/3$ ketebalan dinding
6. Pasal 14.3.5. Jarak maksimum antara tulangan vertikal dan horizontal diambil dari nilai terkecil antara 450 mm atau 3 kali ketebalan dinding
7. Tulangan minimum dari telapak dinding penahan tanah dapat diambil mengacu pada SNI 2847:2013 Pasal 7.12.2.1, yang menyatakan bahwa

perlu disediakan tulangan susut dan suhu sebesar 0,0018bh (untuk tulangan dengan $f_y = 420$ MPa), atau sebesar 0,0020bh (untuk tulangan dengan $f_y = 280$ dan 350 MPa). Persyaratan tulangan minimum untuk lentur pada balok dapat juga digunakan, yaitu:

$$As \ min = \frac{\sqrt{f'c}}{4fy} \ bd \geq \frac{1,4}{fy} \ bd$$

4.2.3 Konstruksi Talud/Dinding Penahan

Konstruksi talud yang baik, alami, dan stabil pada galian atau timbunan konstruksi jalan sangat diperlukan di dalam perencanaan jalan atau sebagai dinding penahan. Talud atau dinding penahan tipe gravitasi dan semi gravitasi adalah dinding penahan yang terbuat dari pasangan batu kali atau beton, dimana stabilitasnya tergantung pada berat dinding itu sendiri dan tanah yang duduk di atas bagian dari dinding itu.

Tipe Talud/Dinding Penahan:

- a. Dinding penahan tipe gravitasi dan semi gravitasi

Dinding penahan gravitasi terbuat dari pasangan batu kali atau beton tidak bertulang, yang mengandalkan bobotnya sendiri untuk menjaga stabilitasnya. Dinding penahan tipe gravitasi ini tidak ekonomis untuk menahan tanah yang tinggi. Pada banyak kasus, sejumlah kecil pembesian diberikan untuk meminimalkan ukuran dari dinding penahan ini. Dinding penahan tanah dengan dimensi yang lebih kecil, dan dengan sedikit pembesian ini lazim disebut dinding penahan tanah semi gravitasi.

- b. Dinding penahan tipe kantilever

Dinding penahan kantilever dibuat dari beton bertulang, karena itu dimensi stem dan base slab menjadi relatif tipis. Selain bobotnya sendiri, dinding penahan kantilever ini mengandalkan pada bobot masa tanah yang berada di atas base slab, untuk menjaga stabilitasnya. Dinding penahan ini cocok untuk menahan tanah yang tinggi, hingga 8 m. Seringkali kaki dinding penahan ini masih duduk di atas tanah yang jelek, karena itu terkadang diperlukan perkuatan/perbaikan tanah untuk memperbaiki daya dukungnya. Perkuatan tanah yang sering digunakan adalah dengan memancang tiang-tiang pendek, khususnya di bagian mukanya, tanpa disambung dengan base slab-nya, agar tiang tidak mengalami kegagalan geser.

- c. Dinding penahan tipe kantilever dengan pengaku (*counterfort/buttress*)

Untuk menahan tanah yang tinggi dengan tetap menjaga dinding vertikal yang tipis, maka stem dinding penahan kantilever perlu diperkuat dengan *rib-rib* beton yang dipasang pada jarak-jarak tertentu. Bila *rib-rib* tersebut berada di belakang dinding (akan tertutup tanah) maka pengaku tersebut dinamakan *counterfort*, sedangkan bila berada di muka dinding, dinamakan *buttress*.

d. Dinding penahan khusus

Jenis dinding penahan tanah khusus diuraikan sebagai berikut:

1. Crib wall, terbuat dari susunan beton pracetak dengan dimensi tipikal $a = 2\text{ m}$ dan $b = 1,5\text{ m} - 2\text{ m}$. Ruang di tengah diisi dengan kerikil, batu pecah atau material berbutir lainnya. Crib wall umumnya digunakan menahan tanah setinggi $2\text{ m} - 7\text{ m}$.
2. Gabion atau beronjong, terbuat dari tumpukan anyaman kawat berbentuk persegi panjang dan diisi dengan batu bongkah (boulder). Dimensi beronjong kurang lebih sama seperti dinding penahan tanah tipe gravitasi, dengan lebar dasar kurang lebih $0,5H - 0,7H$.

V. FASILITAS PEJALAN KAKI

5.1 Jalur Pejalan Kaki (Trotoar)

Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak pada daerah milik jalan yang diberi lapisan permukaan dengan elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan, dan pada umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan. Trotoar memiliki lebar efektif minimal 1,5 meter, dengan arus pejalan kaki maksimum 35 pejalan kaki/menit. Prinsip umum perencanaan fasilitas pejalan kaki sekurang-kurangnya memenuhi kaidah sebagai berikut:

- a. memenuhi aspek keterpaduan sistem, dari penataan lingkungan, sistem transportasi, dan aksesibilitas antar kawasan;
- b. memenuhi aspek kontinuitas, yaitu menghubungkan antara tempat asal ke tempat tujuan, dan sebaliknya;
- c. memenuhi aspek keselamatan, keamanan, dan kenyamanan;
- d. memenuhi aspek aksesibilitas, dimana fasilitas yang direncanakan harus dapat diakses oleh seluruh pengguna, termasuk oleh pengguna dengan berbagai keterbatasan fisik.

Prinsip perencanaan teknis fasilitas pejalan kaki antara lain:

- a. memenuhi kriteria pemenuhan kebutuhan kapasitas (demand);
- b. memenuhi ketentuan kontinuitas dan memenuhi persyaratan teknis aksesibilitas bagi semua pengguna termasuk pejalan kaki berkebutuhan khusus;
- c. memilih konstruksi atau bahan yang memenuhi syarat keamanan dan relatif mudah dalam pemeliharaan (pedoman pemeliharaan diatur di pedoman lain).

5.1.1 Ketentuan Teknis Trotoar

- a. Konstruksi Perkerasan

Syarat permukaan material yang dapat digunakan:

1. Mempunyai kualitas yang tahan lama (awet);
2. Dapat menahan imbas dari pergerakan lalulintas;
3. Warna dan tekstur harus kontras dengan jalan;

4. Permukaan tidak licin, sehingga tidak tergelincir dengan kekuatan koefisien lebih tinggi dari 0,55;
 5. Mempunyai ikatan kuat dengan material jalan;
 6. Meminimalisir efek silau, refleksi dari langit yang cerah dan jalan basah pada saat malam hari.
- b. Lebar Efektif Jalur Pejalan Kaki

Lebar efektif lajur pejalan kaki berdasarkan kebutuhan satu orang adalah 60 cm dengan lebar ruang gerak tambahan 15 cm untuk bergerak tanpa membawa barang, sehingga kebutuhan total lajur untuk dua orang pejalan kaki bergandengan atau dua orang pejalan kaki berpapasan tanpa terjadi persinggungan sekurang-kurangnya 150 cm. Penghitungan lebar trotoar minimal menggunakan Persamaan berikut:

$$W = \frac{V}{35} + N$$

Keterangan:

W = lebar efektif minimum trotoar (m);

V = volume pejalan kaki rencana/dua arah (orang/meter/menit);

N = lebar tambahan sesuai dengan keadaan setempat (meter), ditentukan dalam Tabel II.39.

Tabel 5.1 Tabel Nilai N

N (meter)	Keadaan
1,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki tinggi*
1,0	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki sedang**
0,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki rendah***

Sumber: SE Menteri PUPR No. 02/SE/M/2018 tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki

Keterangan:

* arus pejalan kaki > 33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah pasar atau terminal

** arus pejalan kaki 16-33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah perbelanjaan bukan pasar

*** arus pejalan kaki < 16 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah lainnya

- c. Permukaan

Permukaan jalan harus stabil, kuat, tahan cuaca, bertekstur halus tetapi tidak licin. Hindari sambungan atau gundukan pada permukaan,

kalaupun terpaksa ada, tingginya harus tidak lebih dari 1,25 cm. Apabila menggunakan karpet, maka bagian tepinya harus dengan konstruksi yang permanen.

d. Kemiringan Memanjang Dan Melintang

Kemiringan memanjang trotoar idealnya 8 (delapan) % dan disediakan landasan datar setiap jarak 9,00 m dengan panjang minimal 1,20 m. Kemiringan melintang trotoar harus memiliki kemiringan permukaan 2 (dua) % sampai dengan 4 (empat) % untuk kepentingan penyaluran air permukaan. Arah kemiringan permukaan disesuaikan dengan perencanaan drainase.

e. Area Istirahat

Terutama digunakan untuk membantu pengguna jalan penyandang cacat dengan menyediakan tempat duduk santai di bagian tepi.

f. Pencahayaan

Berkisar antara 50-150 lux tergantung pada intensitas pemakaian, tingkat bahaya dan kebutuhan keamanan.

g. Perawatan

Dibutuhkan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan.

h. Drainase

Dibuat tegak lurus dengan arah jalur dengan kedalaman maksimal 1,5 cm, mudah dibersihkan dan perletakan lubang dijauhkan dari tepi ram.

i. Tepi pengaman/kanstin/low curb

Penting bagi penghentian roda kendaraan dan tongkat tuna netra ke arah area yang berbahaya. Tepi pengaman dibuat setinggi minimum 10 cm dan lebar 15 cm sepanjang jalur pedestrian.

j. Pelandaian

Pelandaian diletakkan pada jalan jalan masuk, persimpangan, dan tempat penyeberangan pejalan kaki. Fungsi pelandaian adalah:

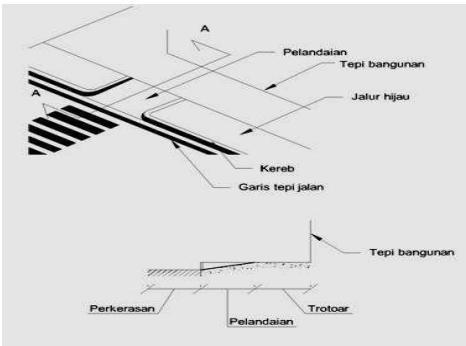
1. Untuk memfasilitasi perubahan tinggi secara baik;
2. Untuk memfasilitasi pejalan kaki yang menggunakan kursi roda.

Persyaratan khusus untuk pelandaian adalah sebagai berikut:

1. Tingkat kelandaian maksimum 12 % (1:8) dan disarankan 8% (1:12). Untuk mencapai nilai tersebut, pelandaian sedapat mungkin berada dalam zona jalur fasilitas. Bila perlu, ketinggian trotoar bisa diturunkan
2. Area landai harus memiliki penerangan yang cukup.

Contoh pelandaian pada tempat penyeberangan pejalan kaki dapat dilihat pada Gambar berikut ini.

k. Pengaturan Jalan Masuk



Tujuan dilakukannya pengaturan jalan masuk adalah mengurangi

Sumber: SE Menteri PUPR No. 02/SE/M/2018

Gambar 5.1 Pelandaian Pada Tempat

Penyeberangan Pejalan Kaki

Gambar 5.9 Tipe Tekstur Ubin Pemandu (Guiding Blocks)

**Gambar IV.9 Tipe Tekstur Ubin Pemandu
(Guiding Blocks)**

Gambar 5.10 Susunan Ubin Pemandu pada
Belokan

**Gambar IV.10 Susunan Ubin Pemandu
pada Belokan**

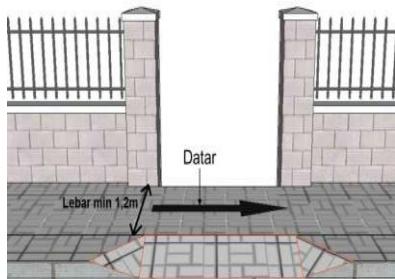
Gambar 5.11 Susunan Ubin Pemandu pada Pintu
Masuk

**Gambar IV.11 Susunan Ubin Pemandu
pada Pintu Masuk**

Gambar 5.12 Tipe Tekstur Ubin Pemandu (Guiding
Blocks)

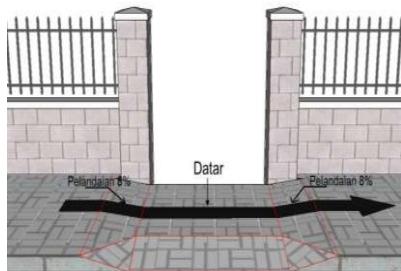
**Gambar IV.12 Tipe Tekstur Ubin
Pemandu (Guiding Blocks)**

konflik antara pejalan kaki dan kendaraan, menyediakan akses bagi pejalan kaki, serta meningkatkan visibilitas antara mobil dan pejalan kaki di jalan masuk.



Sumber: SE Menteri PUPR No. 02/SE/M/2018 tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki

Gambar 5.14 Jalan masuk dan pelandaian kerb yang tegak lurus



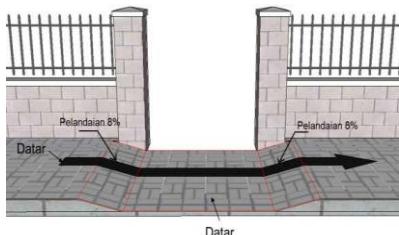
Adapun persyaratan teknis elemen pada jalan masuk adalah sebagai berikut:

Tabel 5.2 Persyaratan Teknis Jalan Masuk

Elemen	Isu Utama	Informasi Tambahan
Pelandaian (Ramp)	Kemiringan memanjang maksimum 12 % (1:8)	Kemiringan memanjang disarankan 8 % (1:12)
	Kemiringan melintang maksimum 2% (1:50)	Harus konsisten sepanjang Ramp
	Lebar minimum 1,2 m	Disarankan 1,5 m
	Ubin pemandu	Untuk keterangan lebih jelas lihat pedoman untuk difable

Sumber: SE Menteri PUPR No. 02/SE/M/2018 tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki

Gambar 5.15 Jalan masuk dan pelandaian kerb kombinasi



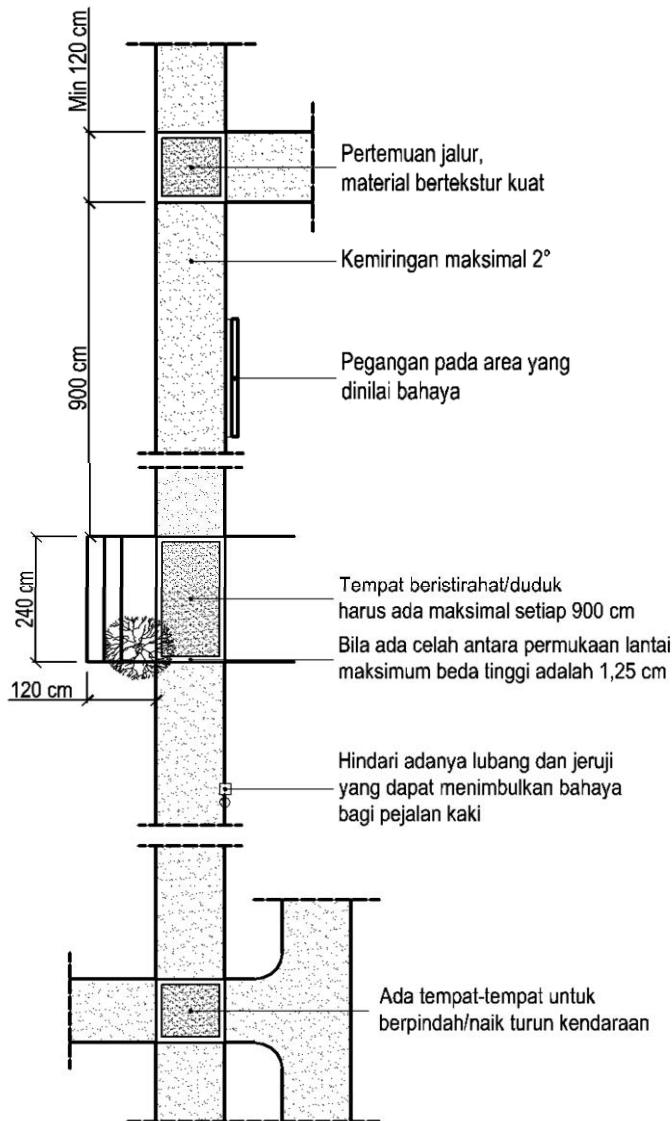
Sumber: SE Menteri PUPR No. 02/SE/M/2018 tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki

Gambar 5.16 Jalan masuk dan pelandaian kerb parallel

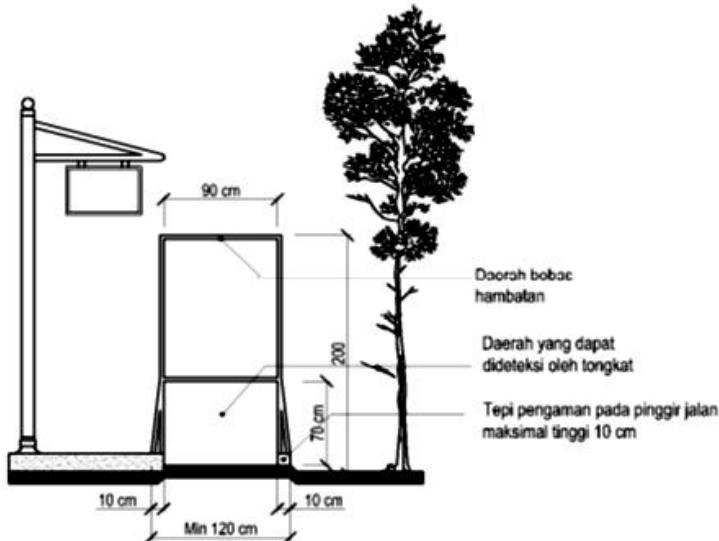
Datar (Landing)	Kemiringan melintang dan memanjang maksimum 2% (1:50)	Untuk mencegah pengguna kursi roda kehilangan keseimbangan, atau bergulir
	Lebar minimum 1,2 m	Disarankan 1,5 m

Sumber: SE Menteri PUPR No. 02/SE/M/2018 tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki

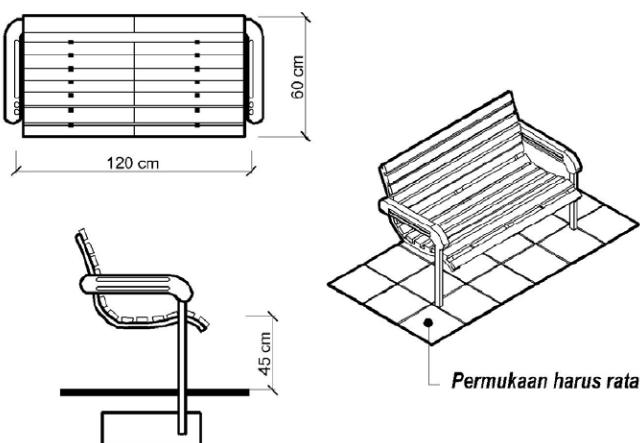
Ukuran dan detail penerapan standar dalam pembangunan jalur pedestrian di ambil dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 30 Tahun 2006 Tentang Pedoman Teknis Fasilitas Dan Aksesibilitas Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan antara lain:



Gambar 5.17 Prinsip Perencanaan Jalur Pedestrian



Gambar 5.18 Penempatan Pohon, Rambu, dan Street Furniture



Gambar 5.19 Bangku Istirahat

- I. Penyediaan Informasi Bagi Pejalan Kaki Yang Memiliki Keterbatasan
Pejalan kaki dengan keterbatasan pandangan akan mengandalkan kemampuannya untuk mendengar dan merasakan ketika berjalan. Isyarat-isyarat dalam lingkungan termasuk suara lalu lintas, penyangga jalan yang landai, pesan-pesan dan suara-suara merupakan tanda-tanda bagi pejalan kaki, dan menjadi sumber peringatan yang dapat dideteksi.

Untuk mengakomodir kebutuhan tersebut, maka perlu disediakan informasi bagi pejalan kaki yang memiliki keterbatasan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 30 Tahun 2006 Tentang Pedoman Teknis Fasilitas Dan Aksesibilitas Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan.

Ukuran dan detail penerapan standar pada fasilitas yang ramah disabilitas dijelaskan dalam gambar berikut:

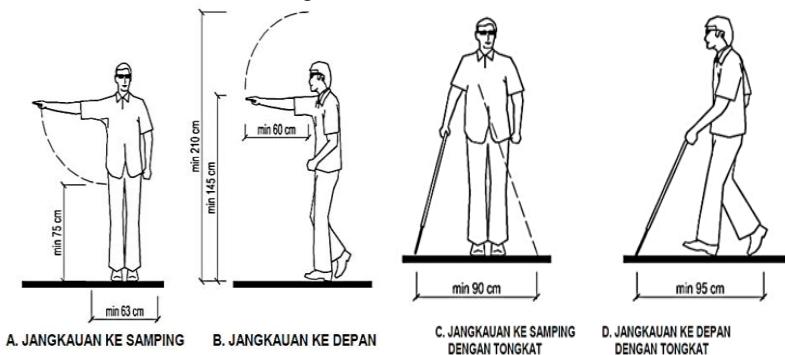
Ruang Gerak Bagi Pemakai "Kruk"



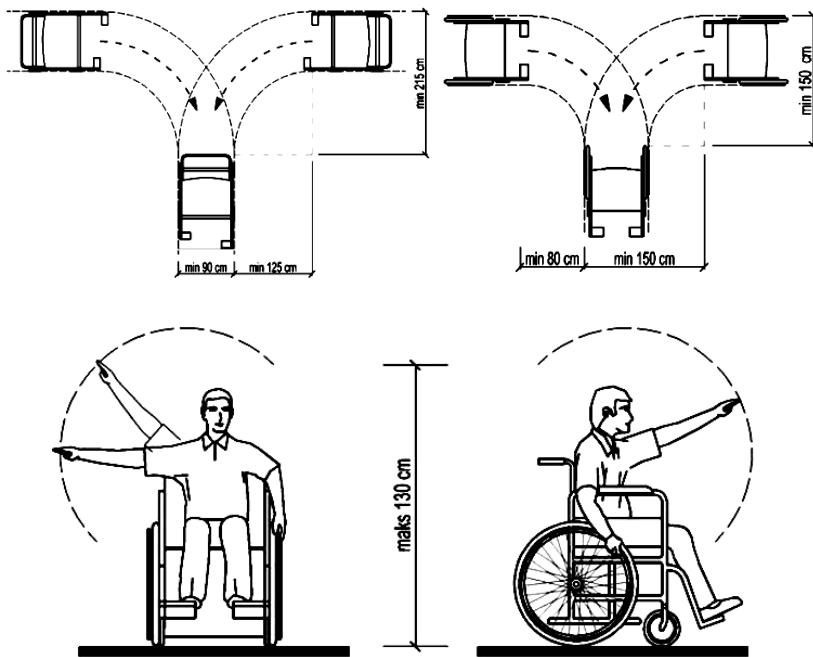
C. JANGKAUAN KE SAMPING
DENGAN TONGKAT

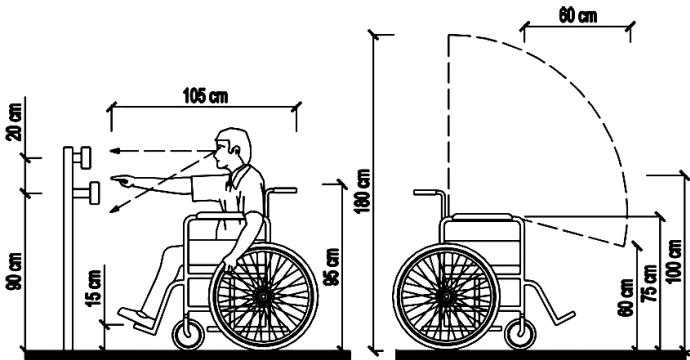
D. JANGKAUAN KE DEPAN
DENGAN TONGKAT

Ruang Gerak Bagi Tuna Netra



Ruang Gerak Bagi Penggunaan Kursi Roda





1. Lajur Pemanduan

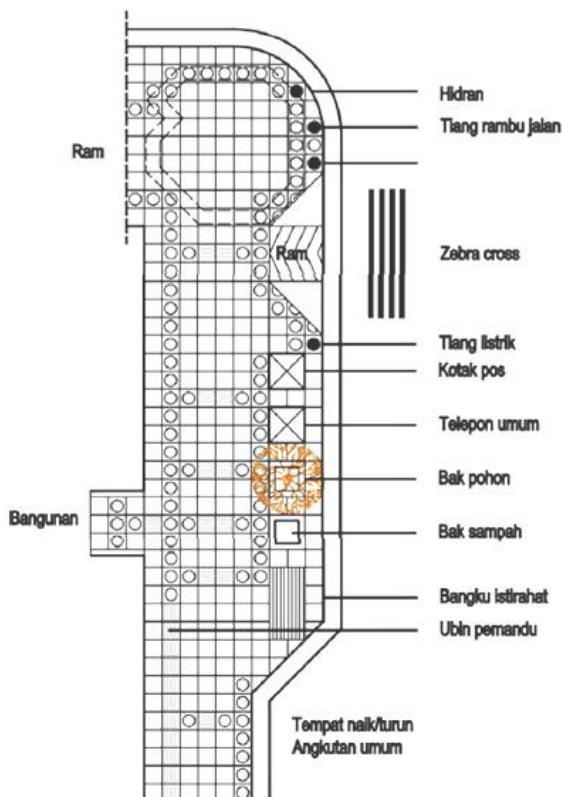
Jalur pemandu merupakan jalur yang berfungsi untuk memandu penyandang cacat untuk berjalan dengan memanfaatkan tekstur ubin pengarah dan ubin peringatan.

Persyaratan jalur pemandu antara lain:

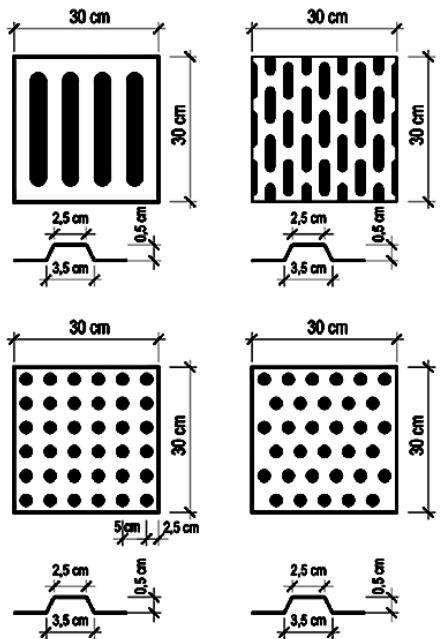
- 1) Tekstur ubin pengarah bermotif garis-garis menunjukkan arah perjalanan.
- 2) Tekstur ubin peringatan (bulat) memberi peringatan terhadap adanya perubahan situasi di sekitarnya/warning.
- 3) Daerah-daerah yang harus menggunakan ubin tekstur pemandu (*guiding blocks*):
 - a) Di depan jalur lalu-lintas kendaraan;
 - b) Di depan pintu masuk/keluar dari dan ke tangga atau fasilitas persilangan dengan perbedaan ketinggian lantai;
 - c) Di pintu masuk/keluar pada terminal transportasi umum atau area penumpang;
 - d) Pada pedestrian yang menghubungkan antara jalan dan bangunan; dan
 - e) Pada pemandu arah dari fasilitas umum ke stasiun transportasi umum terdekat.
- 4) Pemasangan ubin tekstur untuk jalur pemandu pada pedestrian yang telah ada perlu memperhatikan tekstur dari ubin eksisting, sedemikian sehingga tidak terjadi kebingungan dalam membedakan tekstur ubin pengarah dan tekstur ubin peringatan.

- 5) Untuk memberikan perbedaan warna antara ubin pemandu dengan ubin lainnya, maka pada ubin pemandu dapat diberi warna kuning atau jingga.

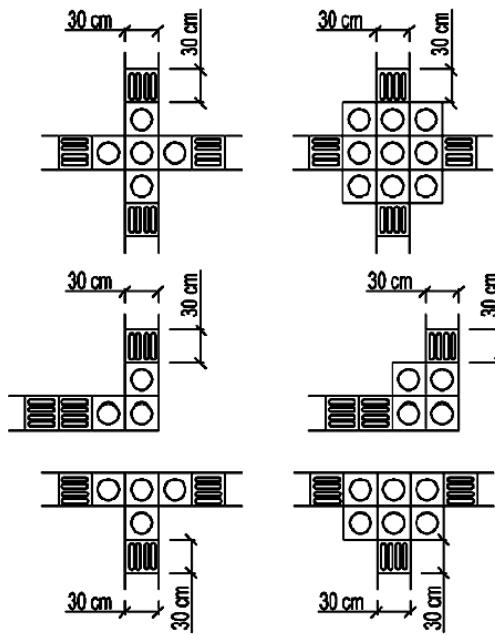
Ukuran dan detail penerapan standar jalur pemandu dimuat dalam gambar berikut:



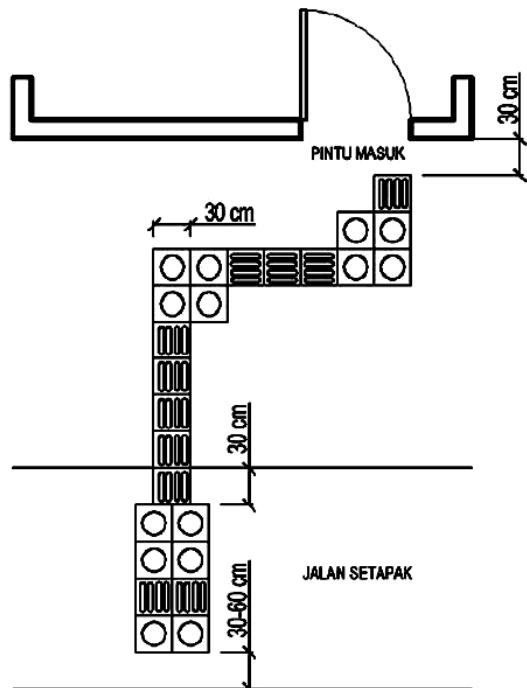
Gambar 5.20 Prinsip Perencanaan Jalur Pemandu



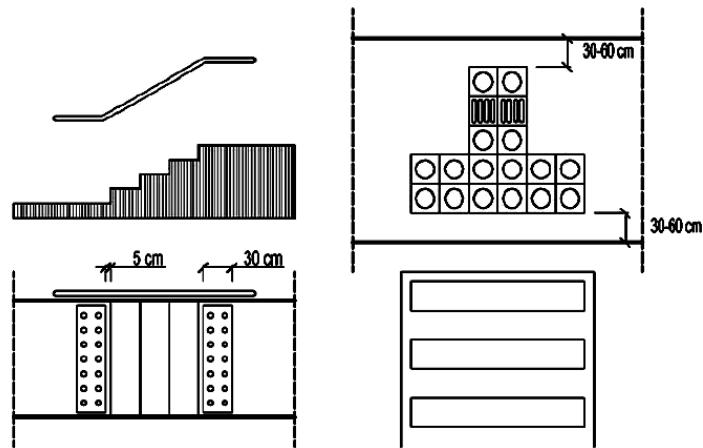
Gambar 5.9 Tipe Tek
Gambar 5.11 Susunan
Ubin Pemandu pada Pintu Masuk



Gambar 5.10 Susunan Ubin Pemandu
pada Belokan



Gambar 5.11 Susunan Ubin Pemandu pada Pintu Masuk



Gambar 5.12 Tipe Tekstur Ubin Pemandu (Guiding Blocks)

5.1.2 Pelaksanaan Pekerjaan Trotoar

a. Pekerjaan Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

1. Subgrade ditempat-tempat yang dipotong/digali

Pemotongan/penggalian dilaksanakan sedemikian rupa sehingga setelah permukaan potongan/galian dipadatkan kembali.

Pada bagian dimana terjadi lubang-lubang pada level subgrade, akibat pelaksanaan pembersihan dan penggusuran atau pembuangan akar-akar tanaman, lubang tersebut harus diisi dengan bahan subgrade.

2. Subgrade ditempat-tempat yang ditimbun

Dasar tanah harus dipadatkan dahulu sebelum ditimbun. Bahan timbunan harus baik untuk lapisan subgrade, jika dipadatkan harus dapat mencapai hasil nilai CBR minimal yang disyaratkan sebesar 6 %.

Jika digunakan bahan timbunan yang tidak/kurang baik dan tidak tercapai nilai CBR minimal tersebut, ini harus dibongkar dan diganti dengan bahan yang baik tanpa adanya tambahan pembiayaan untuk itu.

Sebelum dipadatkan, dalamnya suatu lapisan yang akan dipadatkan dengan menggunakan stamper tidak boleh lebih dari 20 cm. Pemadatan dilakukan dari tepi timbunan dengan arah longitudinal, kemudian menggeser kearah sebelah dalam (ketengah jalur jalan).

Lapisan terakhir harus diselesaikan dalam keadaan rata/halus sampai pada suatu lapisan dengan kerataan yang diinginkan.

b. Pekerjaan *Lean Mix Concrete*

Membersihkan lokasi yang akan dipasang lantai kerja dari sampah atau kotoran. Selanjutnya dilakukan pemasangan patok dan leveling lantai kerja yang dibutuhkan sebagai pola untuk menentukan ketebalan. Bisa juga dengan terlebih dahulu dibuat kepalaan dengan jarak per 1,0 m untuk leveling lantai kerja. Menuangkan adukan lantai kerja ke area melalui talang cor atau ember. Adukan lantai kerja diratakan dengan menggunakan cangkul maupun sendok adukan/raskam hingga ketinggian yang telah ditentukan dengan cara melaksanakan tarikan benang dari patok level satu dengan yang lainnya.

c. Pekerjaan Lapis Pasir (*Bedding Sand*)

1. Penyimpanan Bahan

1) Bedding sand harus disimpan sedemikian rupa sehingga tidak tercampur dengan tanah/kotoran di sekitarnya.

- 2) Tempat penimbunan harus mempunyai drainase yang baik dan harus terlindung dari hujan sehingga kadar air tetap harus terlindung dari hujan sehingga air tetap merata.
2. Penghamparan Pasir (*Bedding Sand*)
 - 1) Pasir harus dihamparkan dengan rata diatas lapisan dasar (*base*) sampai ketebalan 4 cm padat dengan memperhatikan kadar air dan karakteristik gradasinya.
 - 2) Permukaan yang dihasilkan harus rata. Bila paving block telah selesai dipasang dan terlihat permukaan yang tidak rata maka paving block tersebut harus diangkat kembali, pasir diratakan lagi sampai diperoleh hasil yang rata.
 - 3) Bedding sand ini harus mempunyai kepadatan dan ketebalan yang sama sehingga pemampatan akibat pemasatan merata.
 - 4) Selama penghamparan kadar air harus seragam dan pasir yang belum dipadatkan tersebut harus dilindungi terhadap segala bentuk pemasatan lalu lintas, sampai *paving block* selesai dipasang dan bersama-sama. Bila ada bagian lapisan pasir yang tidak sengaja terkompaksi sebelum paving digaruk dan diratakan.
- d. Pekerjaan Lapis Permukaan
 1. Paving *block* harus diletakkan berhimpitan satu dengan lainnya dengan pola sesuai gambar lansekap di atas bedding sand yang belum dipadatkan tapi sudah selesai diratakan. Lebar celah antar Paving *block* tidak boleh lebih dari 4 mm, celah ini harus merupakan garis lurus dan saling tegak lurus, untuk itu diperlukan pemasangan snar pada 2 arah yang saling tegak lurus untuk mengontrol letak dan ikatan antar Paving *block*.
 2. Meletakkan Paving *block* dan Pengisian Celah Antara
 - 1) Pengisian paving *block* harus diisi setelah pemasatan awal dari paving *block*.
 - 2) Untuk celah lebih besar dari 25 mm tetapi kurang dari 50 mm, dipergunakan aggregate halus dengan ukuran 10 mm dan mortar kering untuk celah yang lebih kecil.
 - 3) Untuk bagian-bagian jalan yang menanjak/menurun, pemasangan Paving *block* harus dilakukan dari bagian terendah kebagian yang lebih tinggi.
 - 4) Pola pemasangan dan warna agar dibuat sesuai gambar, Penyedia Jasa wajib membuat gambar kerja untuk pola di daerah-daerah khusus.

3. Pemadatan Awal

Pemadatan dilakukan segera setelah pemasangan paving block dengan minimal 2 gilasan. Jarak antara bagian yang dipadatkan sampai bagian dimana sedang dilakukan pemasangan block tidak boleh kurang dari 1,50 meter.

4. Pemasangan Guiding Block

Pemasangan guiding block memakai cetakan kayu lalu di semen dan dicat warna kuning sesuai gambar rencana.

VI. PENUTUP

Sarana transportasi darat saat ini sudah sedemikian berkembang dengan berbagai tipe, ukuran, dan motor penggerak sesuai fungsi yang dibutuhkan penggunanya. Konsekuensi logis dari perkembangan sarana tersebut adalah tuntutan ketersediaan dan kualitas prasarananya, dalam hal ini jalan. Dibutuhkan kualitas jalan yang baik agar mobilitas masyarakat untuk aktivitas sosial dan ekonomi terlayani secara optimal. Seperti halnya infrastruktur lain, kualitas pelayanan infrastruktur jalan diawali dengan perencanaan yang baik sesuai standar teknis, dibangun dengan material sesuai rencana dan prosedur kerja, serta dipelihara dengan baik.

Musuh utama jalan adalah air. Pemeliharaan jalan yang paling sederhana adalah menghindari genangan air di badan jalan, disamping pengawasan batasan tonase kendaraan yang melintasinya. Hal tersebut yang menjadi latar belakang ungkapan, bahwa yang terpenting dalam pembangunan jalan adalah drainase, drainase, dan drainase.

Standar teknis pembangunan jalan perdesaan yang dirangkum dalam buku saku ini hendaknya diikuti, agar (i) pemilihan ruas jalan yang akan dibangun tepat sesuai skala prioritas, (ii) jalan yang dibangun mampu melayani kebutuhan masyarakat sesuai umur rencana, dan (iii) biaya pemeliharaan dapat diperkirakan dan dipersiapkan dengan baik.

Buku Saku

Petunjuk Konstruksi Jalan

PENGARAH

J. Wahyu Kusumosusanto

PEMBINA

Kasubdit di Lingkungan Direktorat PKP

KONTRIBUTOR

Valentina

Winda Laksana

Novitasari Rahayuningtyas

Haris Pujogiri

Aris M. Budiawan

Ade Prasetyo K

Iriyanti Najamuddin

Pipit Prayogo

Azwar Aswad Harahap

Roofy Reizkapuni

Eko Priantono

Alifiah Devi Rahmawati

Adrian Bagoes C

Ingga Prima Yudha

Lithaya Nida Amalia

Zaenal Arifin

Galang Arista Pratama

Diterbitkan oleh

Direktorat Pengembangan Kawasan Permukiman

Direktorat Jenderal Cipta Karya

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat

PISEW

2023



DOWNLOAD BUKU:

