



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Definisi Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan jalan merupakan susunan lapisan yang ditempatkan di atas tanah dasar (*subgrade*) dengan fungsi utama menyalurkan beban lalu lintas ke tanah di bawahnya. Secara umum, perkerasan dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perkerasan komposit (*composite pavement*) (Bina Marga, 2024).

Pemilihan jenis perkerasan jalan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti volume dan jenis lalu lintas, kondisi tanah dasar, iklim, serta ketersediaan material lokal. Pertimbangan yang tepat dalam pemilihan jenis perkerasan akan meningkatkan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan serta memperpanjang umur layanan jalan.

Perkerasan jalan adalah suatu struktur yang dirancang untuk mendukung beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke lapisan tanah dasar. Struktur ini berfungsi untuk memberikan permukaan jalan yang rata, tahan lama, dan aman bagi pengguna jalan. Secara umum, perkerasan jalan terdiri atas beberapa lapisan, seperti lapisan permukaan (*surface course*), lapisan dasar (*base course*), dan lapisan pondasi bawah (*subbase course*), yang bekerja secara terpadu untuk menahan tekanan dari beban lalu lintas dan mengurangi deformasi pada tanah dasar.

Menurut Sukirman (1999), perkerasan jalan adalah konstruksi yang terletak di atas permukaan tanah yang dirancang sedemikian rupa untuk menerima dan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar dengan cara yang aman dan efektif. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi bagi kendaraan yang melintasinya.

Perkerasan jalan dapat dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

- a. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*): Jenis perkerasan ini biasanya menggunakan bahan beraspal pada lapisan permukaan, dengan sifat fleksibel yang memungkinkan lapisan di bawahnya untuk mendistribusikan beban. Contohnya adalah jalan dengan lapisan aspal.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Universitas Islam Indragiri

b. Perkerasan *Kaku (Rigid Pavement)*: Jenis perkerasan ini menggunakan beton semen sebagai lapisan permukaannya. Beton memberikan kekakuan yang tinggi, sehingga beban langsung didistribusikan ke tanah dasar melalui pelat beton.

Struktur perkerasan jalan dirancang berdasarkan beban lalu lintas, kondisi tanah dasar, serta faktor lingkungan seperti curah hujan, suhu, dan drainase. Proses desain perkerasan memerlukan analisis yang komprehensif untuk memastikan umur layan yang optimal dan efisiensi biaya konstruksi.

Perkerasan jalan juga memerlukan pemeliharaan berkala untuk menjaga fungsinya, mengingat beban lalu lintas yang terus meningkat serta pengaruh cuaca yang dapat menyebabkan kerusakan seperti retak, lubang, dan deformasi.

Desain perkerasan jalan harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk beban lalu lintas, kondisi tanah dasar, iklim, dan drainase, untuk memastikan umur layanan yang optimal dan efisiensi biaya konstruksi. Manual Desain Perkerasan Jalan yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga memberikan panduan komprehensif dalam merencanakan dan merancang struktur perkerasan jalan yang sesuai dengan kondisi di Indonesia.

2.2. Kriteria Perencanaan

Perencanaan jalan di Indonesia diatur melalui berbagai peraturan pemerintah yang menetapkan persyaratan teknis dan kriteria perencanaan untuk memastikan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan pengguna jalan. Peraturan terbaru yang mengatur hal ini adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 5 Tahun 2023 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan. Kriteria Perencanaan Jalan Berdasarkan Permen PUPR No. 5 Tahun 2023:

a. Lebar Badan Jalan :

1. Lebar badan jalan meliputi jalur lalu lintas, bahu jalan, median, dan pemisah lajur.
2. Penentuan lebar badan jalan mempertimbangkan fungsi jalan, kelas jalan, dan kapasitas rencana.
3. Detail spesifik mengenai lebar badan jalan tercantum dalam Lampiran I dan Lampiran III Permen tersebut.

b. Geometri Jalan :



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Elemen-elemen geometrik jalan, meliputi jumlah dan lebar lajur, tikungan horizontal, gradien, jarak pandang, delineasi, median, bahu jalan, hingga persimpangan, wajib dirancang sesuai standar yang berlaku agar keselamatan serta kenyamanan pengguna jalan tetap terjamin.

Struktur Perkerasan Jalan :

Struktur perkerasan jalan harus memenuhi standar kekesatan dan kondisi perkerasan yang baik untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban kendaraan.

d. Bangunan Pelengkap dan Perlengkapan Jalan :

1. Komponen pelengkap jalan mencakup jembatan, terowongan, jalan layang maupun bawah tanah, area parkir, gorong-gorong, dinding penahan tanah, saluran tepi, rambu dan marka jalan, pagar pengaman, hingga sarana penyeberangan.
2. Semua elemen ini harus memenuhi persyaratan teknis untuk mendukung fungsi jalan secara optimal.

e. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas :

Pengaturan batas kecepatan, diferensiasi kecepatan, serta manajemen kecepatan operasional perlu dirancang secara tepat agar arus lalu lintas tetap lancar sekaligus terjaga tingkat keselamatannya.

Perencanaan infrastruktur jalan merupakan aspek krusial dalam pembangunan wilayah, yang memerlukan pertimbangan berbagai kriteria untuk memastikan efektivitas dan efisiensi pembangunan. Beberapa penelitian antara tahun 2020 hingga 2024 telah membahas kriteria-kriteria tersebut, di antaranya:

Perencanaan jalan merupakan aspek krusial dalam pembangunan infrastruktur yang memerlukan pemahaman mendalam mengenai berbagai kriteria teknis dan standar yang harus dipenuhi. Berbagai literatur dan pedoman telah disusun untuk memberikan panduan dalam perencanaan geometrik jalan raya. Berikut adalah penjelasan mengenai kriteria perencanaan jalan berdasarkan beberapa sumber buku dan pedoman resmi:

a. Tahapan Perencanaan Jalan

Menurut buku "Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya" oleh Nain Dhaniarti Raharjo, perencanaan jalan melibatkan beberapa tahapan penting, antara lain:

1. Studi Pendahuluan: Meliputi pengumpulan data lalu lintas, topografi, geoteknik, dan lingkungan sekitar area perencanaan.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

2. Penentuan Alinemen Jalan: Menetapkan *trase* jalan yang optimal dengan mempertimbangkan faktor teknis dan ekonomis.
3. Perancangan Geometrik: Melibatkan desain elemen-elemen geometrik seperti lebar jalur, radius tikungan, kemiringan melintang, dan gradien jalan.
4. Perencanaan Drainase: Merancang sistem drainase yang efektif untuk mencegah kerusakan jalan akibat genangan air.
5. Perencanaan Struktur Perkerasan: Menentukan jenis dan tebal perkerasan yang sesuai dengan beban lalu lintas dan kondisi tanah setempat.

b. Kriteria Desain Geometrik

Berdasarkan "Modul Praktikum Perancangan Jalan" yang digunakan dalam program studi Teknik Sipil, kriteria desain geometrik jalan meliputi:

1. Kecepatan Rencana (VD): Menentukan kecepatan desain yang sesuai dengan fungsi jalan dan volume lalu lintas.
2. Lebar Jalur Lalu Lintas: Disesuaikan dengan kelas jalan dan jenis kendaraan yang dominan.
3. Radius Tikungan Minimum: Ditentukan berdasarkan kecepatan rencana dan superelevasi untuk memastikan keamanan berkendara.
4. Kemiringan Melintang (Superelevasi): Diterapkan pada tikungan untuk mengimbangi gaya sentrifugal kendaraan.
5. Gradien Maksimum: Kemiringan longitudinal jalan yang ditetapkan untuk memastikan kemampuan kendaraan mendaki atau menurun dengan aman.

c. Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan

Dalam dokumen "Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan," kriteria perencanaan diberikan dalam tiga tingkat ketentuan/persyaratan, yaitu:

1. Minimal (Maksimal) yang Diperlukan: Persyaratan dasar yang harus dipenuhi untuk fungsi jalan tertentu.
2. Minimal (Maksimal) Standar: Standar umum yang diterapkan untuk memastikan konsistensi dan keselamatan.
3. Minimal (Maksimal) Ideal: Kriteria optimal yang diharapkan untuk mencapai performa terbaik jalan.

d. Manual Desain Perkerasan Jalan



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Menurut "Manual Desain Perkerasan Jalan" yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kriteria perencanaan teknis jalan berkaitan dengan rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi. Faktor Distribusi Lajur (DL) juga menjadi pertimbangan penting dalam desain perkerasan jalan.

a. Petunjuk Konstruksi Jalan

Buku "Petunjuk Konstruksi Jalan" yang diterbitkan oleh IBM PKP menekankan bahwa dalam perencanaan pembangunan jalan harus memenuhi tata aturan, kaidah, serta hal-hal teknis yang dikeluarkan oleh pihak-pihak yang berkompeten. Fungsi jalan dapat dikategorikan sebagai jalan lokal sekunder dan jalan lingkungan sekunder, yang masing-masing memiliki kriteria perencanaan tersendiri.

Berbagai penelitian dalam bentuk skripsi, tesis, dan disertasi pada periode 2020-2024 telah membahas kriteria-kriteria tersebut. Berikut adalah penjelasan mengenai kriteria perencanaan jalan berdasarkan beberapa karya ilmiah tersebut:

a. Evaluasi Perencanaan Geometrik Jalan

Penelitian lain oleh Franno L. Ruata (2023) di Politeknik Negeri Manado melakukan perencanaan perkerasan lentur dengan metode Manual Desain Bina Marga 2017 pada Jalan Paniki Atas. Penelitian ini menekankan pentingnya evaluasi terhadap perencanaan geometrik jalan untuk memastikan kesesuaian dengan standar yang berlaku dan meningkatkan keselamatan serta kenyamanan pengguna jalan.

b. Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Sebuah skripsi di Universitas Lampung (2022) melakukan analisis perencanaan tebal perkerasan jalan provinsi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tebal perkerasan yang sesuai dengan kondisi lalu lintas dan karakteristik tanah setempat, sehingga dapat meningkatkan umur layanan jalan dan mengurangi biaya pemeliharaan.

c. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Penkase-Oeleta

Penelitian di Universitas Nusa Cendana (2023) bertujuan untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan pada ruas jalan Penkase Kecamatan Alak, Kupang, NTT, serta menghitung tebal perkerasan yang diperlukan untuk rehabilitasi jalan tersebut. Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi tebal perkerasan yang optimal berdasarkan kondisi eksisting dan proyeksi lalu lintas.

d. Evaluasi Perencanaan Geometrik Jalan Lingkar Luar Kota Kupang



Penelitian lain di Universitas Nusa Cendana (2023) menganalisis kapasitas pelayanan jalan dan kondisi geometrik jalan lingkaran luar Kota Kupang (Petuk). Penelitian ini bertujuan untuk mendesain ulang jalan tersebut agar memenuhi standar geometrik yang ditetapkan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi lalu lintas dan keselamatan pengguna jalan.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.





Tabel 2. 1 persyaratan teknis jalan untuk ruas jalan dalam sistem jaringan jalan sekunder

FUNGSI JALAN		Arteri, Kolektor, Lokal					Lokal	Arteri dan		
KELAS (PENGUNAAN) JALAN		I, II, III, Khusus					II - III	I, II, III		
SPESIFIKASI PENYEDIAAN PRASARANA JALAN		JALAN RAYA							JALAN	
TIPE JALAN		8/2-T	6/2-T	4/2-T				4/2-TT		
LEBAR JALUR LALU LINTAS, m	V_D , KpJ	2 x 14,00	2 x 10,50	2 x 7,00	2 x 6,50	2 x 6,00	2 x 5,50	14,00	7,00	
KAPASITAS RENCANA, SMP/Hari; paling tinggi	Medan Datar	129.000	97.000	65.000	61.000	59.000	55.000	51.000	25.000	
KECEPATAN RENCANA, KpJ	Medan Datar	60 - 80	60 - 80	60 - 80	50 - 60	45 - 60	40 - 60	30 - 60	30 - 60	
LEBAR BAHU LUAR paling kecil, m	Rekonstruksi Jalan eksisting	Bahu normal	1,00							
		Dengan Kereb dan Trotoar	0,25 (untuk marka garis tepi dan tali air)					0,25		
		Dengan Kereb+Trotoar +P arkir				2,00 (parkir paralel) s.d 5,50 (parkir serong)		2,50		
	Jalan baru	Bahu normal	1,00							
		Dengan Kereb dan	0,50 (untuk marka garis tepi dan tali air)					0,50		
		Dengan Kereb+Trotoar +P arkir				2,50 (parkir paralel) s.d 6,50 (parkir serong)		2,50		
LEBAR MEDIAN (L_M) paling kecil, m (lebar median termasuk lebar bahu dalam, lebar marka garis tepi termasuk bahu dalam)	Median direndahkan	Lebar median = 9,00 m, termasuk lebar bahu dalam								
		Lebar bahu dalam = 1,00 m								
	Median ditinggikan	Untuk $V_D \leq 60$ Km/Jam, ada dua tipe:								
		Tipe 1: Lebar median=1,50m; terdiri dari 0,50 m bahu dalam kiri, 0,50 m median ditinggikan setinggi kereb; dan 0,50 m bahu dalam kanan								
		Tipe 2: Lebar median=1,80m; terdiri dari 0,50 m bahu dalam kiri, 0,80 m median yang dipakai lapak penyeberang, dan 0,50 m bahu dalam kanan								

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

FUNGSI JALAN		Arteri, Kolektor, Lokal			Lokal			Arteri dan Kolektor			
KELAS (PENGUNAAN) JALAN		I, II, III, Khusus			II - III			I, II, III, Khusus			
SPESIFIKASI PENYEDIAAN PRASARANA JALAN		JALAN RAYA						JALAN SEDERHANA			
TIPE JALAN		8/2-T	6/2-T	4/2-T				4/2-TT	2/2-T		
		Untuk $V_D > 60$ Km/Jam, ada satu tipe:									
		Lebar Median Total = 2,00; terdiri dari bahu dalam kiri 0,75 m, median ditinggikan setinggi 1,10 m berupa penghalang beton 0,50 m, dan bahu dalam kanan 0,75 m									
LEBAR BADAN JALAN paling kecil, m (lebar perkerasan jalur lalu lintas ditambah 0,25 m untuk menempatkan marka garis tepi)	Arteri	32,00	25,00	18,00	17,00	16,00	14,00	16,50	9,50	9,00	
	Kolektor	32,00	25,00	18,00	17,00	16,00	14,00	16,50	9,50	9,00	
	Lokal	32,00	25,00	18,00	17,00	16,00	14,00	16,50	9,50	9,00	
	Lingkungan	-			-	-	-	16,50	9,50	9,00	
PENAMPANG MELINTANG JALAN	RUMAJA paling kecil, m	Lebar, m	34,00	27,00	20,00	19,00	18,00	16,00	18,50	11,50	11,00
		Tinggi, m	5,00								
		Dalam, m	1,50								
	RUMAJA paling kecil, m	Rekonstruksi Jalan Eksisting	34,00	27,00	20,00	19,00	18,00	16,00	18,50	11,50	11,00
		Jalan Baru	36,00	29,00	25,00	25,00	25,00	25,00	18,50	15,00	15,00
	RUWASJA paling kecil, m	Arteri	15,00						15,00		
		Kolektor	5,00						5,00		
		Lokal	3,00						3,00		
		Jalan Lingkungan	2,00						2,00		
		Jembatan	100,00						100,00		
	LEBAR SALURAN TEPI JALAN paling kecil, m		1,00						1,00		
	LEBAR AMBANG PENGAMAN paling kecil, m		1,00						1,00		
	KEMIRINGAN NORMAL PERKERASAN JALAN, %		2,00 - 4,00						2,00 - 4,00		



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

FUNGSI JALAN		Arteri, Kolektor, Lokal		Lokal	Arteri dan Kolektor
KELAS (PENGGUNAAN) JALAN		I, II, III, Khusus		II - III	I, II, III, Khusus
SPESIFIKASI PENYEDIAAN PRASARANA JALAN		JALAN RAYA			JALAN KOLEKTOR
TIPE JALAN		8/2-T	6/2-T	4/2-T	4/2-TT
	KEMIRINGAN BAHU JALAN, %	4,00 - 6,00			4,00
ALINEMEN HORIZONTAL dan VERTIKAL	JARAK ANTARBUKIT LAJUR PEMISAH paling dekat, m	Pada jalan arteri paling sedikit 1,00 Km dan pada jalan kolektor paling sedikit 0,50 Km			
	JARAK ANTARPERSIMPANGAN SEBIDANG paling dekat, km	Pada jalan arteri 3,00 Km dan pada jalan kolektor 0,50 Km			
	SUPERELEVASI paling besar, %	8,00			
	KELANDAIAN ALINEMEN paling besar, %	Alinemen Datar	5,00		
		Alinemen Bukit	6,00		
		Alinemen Gunung	10,00		
JENIS PERKERASAN paling kecil		Berpenutup			Berpetak

Sumber: Peraturan menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat republik Indonesia Nomor 5 tahun 2023 Tentang Persyaratan teknis jalan dan perencanaan teknis jalan



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

2.3. Kelas Jalan

Permen PUPR Nomor 13 Tahun 2024 menetapkan ketentuan mengenai klasifikasi jalan yang didasarkan pada fungsi penggunaannya serta kelancaran arus lalu lintas dan angkutan jalan.

Kelas jalan adalah pengelompokan jalan berdasarkan karakteristik fisik, kapasitas, dan daya tahan terhadap beban kendaraan. Kelas jalan yang berbeda memiliki batasan-batasan tertentu terkait jenis kendaraan yang diizinkan melintasinya. Klasifikasi jalan dalam peraturan ini mempertimbangkan beberapa aspek utama:

- a. Kepadatan lalu lintas
- b. Kondisi fisik jalan
- c. Kapasitas jalan
- d. Fungsi jalan
- e. Lebar badan jalan
- f. Koneksi antar kawasan

Penetapan kelas jalan ini bertujuan untuk memastikan kesesuaian antara spesifikasi jalan dengan kendaraan yang melintas, sehingga menjamin keamanan dan kelancaran lalu lintas.

Berikut adalah persyaratan teknis untuk Kelas Jalan berdasarkan fungsi dan peraturan terkait (termasuk Permen PUPR Nomor 13 Tahun 2024):

2.3.1. Fungsi dan Penggunaan

Kelas I

- a. Jalan Kelas I dirancang untuk kendaraan bermotor dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) hingga 10 ton. Jalan ini
- b. Biasanya digunakan untuk lalu lintas antar kota, jalan arteri primer, dan jalan tol.

Kelas II

- a. Jalan Kelas II dirancang untuk kendaraan bermotor dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) hingga 8 ton.
- b. Biasanya digunakan untuk jalan kolektor primer yang menghubungkan antar kota atau antar wilayah.

Kelas III

- a. Jalan Kelas III dirancang untuk kendaraan bermotor dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) hingga 8 ton.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

- b. Biasanya digunakan pada jalan lokal atau jalan di kawasan pedesaan yang menghubungkan permukiman, fasilitas publik, atau kawasan ekonomi lokal.

2.3.2. Dimensi Kendaraan Maksimum

Kelas I

- a. Lebar maksimum kendaraan: 2.550 mm.
- b. Panjang maksimum kendaraan: 18.000 mm.
- c. Tinggi maksimum kendaraan: 4.200 mm.

Kelas II

- a. Lebar maksimum kendaraan: 2.550 mm.
- b. Panjang maksimum kendaraan: 12.000 mm.
- c. Tinggi maksimum kendaraan: 4.200 mm.

Kelas III

- a. Lebar maksimum kendaraan: 2.100 mm.
- b. Panjang maksimum kendaraan: 9.000 mm.
- c. Tinggi maksimum kendaraan: 3.500 mm.

2.3.3. Kecepatan Rencana

Kelas I

- a. 50–100 km/jam, tergantung pada lokasi dan fungsi spesifik jalan.
- b. Biasanya digunakan untuk jalan tol atau jalan arteri dengan pergerakan kendaraan cepat dan volume tinggi.

Kelas II

- a. 40–80 km/jam, tergantung pada lokasi dan kondisi lalu lintas.
- b. Jalan ini melayani lalu lintas dengan kecepatan sedang di kawasan urban maupun suburban.

Kelas III

- a. 20–40 km/jam, tergantung pada lokasi dan kondisi jalan.
- b. Kecepatan rendah disesuaikan dengan fungsi jalan sebagai penghubung lokal dan untuk mempertimbangkan keselamatan pengguna jalan.

2.3.4. Persyaratan Geometrik Jalan

Kelas I

- a. Lebar Lajur Lalu Lintas: Minimal 3,5 meter per lajur.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

- b. Bahasa Bebas Hambatan: Tidak ada hambatan fisik yang mengganggu arus lalu lintas.
- c. Radius Tikungan: Disesuaikan dengan kecepatan rencana (semakin tinggi kecepatan, semakin besar radius tikungan).
- d. Gradien Maksimum: Tidak lebih dari 6%, untuk memastikan kendaraan berat dapat melintasi jalan dengan aman.

Kelas II

- a. Lebar Lajur Lalu Lintas: Minimal 3,0–3,5 meter per lajur, tergantung pada volume lalu lintas.
- b. Radius Tikungan: Disesuaikan dengan kecepatan rencana (semakin tinggi kecepatan, semakin besar radius tikungan) dan Biasanya lebih kecil dibandingkan jalan Kelas I.
- c. Gradien Maksimum: Tidak lebih dari 7%, untuk memungkinkan kendaraan berat melintas dengan aman.

Kelas III

- a. Lebar Lajur Lalu Lintas: Minimal 2,5–3,0 meter per lajur, tergantung pada volume lalu lintas dan kendaraan yang melintas.
- b. Radius Tikungan: Lebih kecil dibandingkan jalan kelas I dan II, disesuaikan untuk kecepatan rencana rendah.
- c. Gradien Maksimum: Tidak lebih dari 10%, menyesuaikan dengan kondisi geografis seperti jalan perbukitan atau pedesaan.

2.3.5. Struktur Perkerasan

Kelas I

- a. Kekuatan Perkerasan: Harus mampu menahan beban lalu lintas berat dengan MST hingga 10 ton.
- b. Menggunakan material berkualitas tinggi, seperti aspal hotmix atau beton bertulang.
- c. Ketahanan terhadap deformasi akibat beban berulang dalam jangka panjang.

Kelas II

- a. Kekuatan Perkerasan: Harus mampu menahan beban lalu lintas dengan MST hingga 8 ton dan menggunakan material seperti aspal hotmix atau beton dengan ketahanan yang cukup.
- b. Kedalaman Perkerasan: Disesuaikan untuk mendukung volume lalu lintas sedang hingga tinggi.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hab Cipta Di Indonesia
Indragiri

Kelas III

- Kekuatan Perkerasan: Harus mampu menahan beban lalu lintas dengan MST hingga 8 ton dan biasanya menggunakan material seperti aspal penetrasi, perkerasan kaku (beton), atau perkerasan sederhana (untuk jalan dengan lalu lintas rendah).
- Kedalaman Perkerasan: Dirancang sesuai volume lalu lintas yang cenderung lebih rendah.

3.6. Persyaratan Fasilitas Pendukung

Kelas I

- Drainase Jalan: Memiliki sistem drainase yang efektif untuk mencegah genangan air di jalan.
- Marka dan Rambu: Mengikuti standar nasional untuk keselamatan dan kelancaran lalu lintas.
- Median Jalan: Wajib untuk jalan dengan dua arah lalu lintas. Median dapat berupa pembatas fisik atau ruang pemisah.
- Penerangan Jalan: Harus tersedia pada jalan arteri primer yang melayani lalu lintas malam hari.

Kelas II

- Drainase Jalan: Harus tersedia untuk mencegah genangan air yang dapat merusak permukaan jalan.
- Marka dan Rambu: Mengikuti standar nasional untuk memandu pengguna jalan dengan baik.
- Median Jalan: Tidak wajib, namun dapat digunakan pada jalan dengan lalu lintas dua arah yang padat.
- Penerangan Jalan: Diperlukan pada area dengan aktivitas tinggi atau lalu lintas malam hari.

Kelas III

- Drainase Jalan: Harus tersedia untuk mencegah kerusakan jalan akibat genangan air, meskipun dengan kapasitas yang lebih sederhana dibandingkan jalan kelas I atau II.
- Marka dan Rambu: Mengikuti standar minimal untuk memberikan panduan keselamatan kepada pengguna jalan.
- Median Jalan: Tidak diperlukan, kecuali di kawasan tertentu dengan aktivitas kendaraan tinggi.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

- d. Penerangan Jalan: Tidak wajib, tetapi dianjurkan di kawasan dengan aktivitas malam hari yang signifikan.

2.3.7. Persyaratan Keselamatan

Kelas I

- a. Pagar Pengaman (*Guardrail*): Diperlukan di sepanjang sisi jalan yang memiliki perbedaan elevasi atau berada di area rawan kecelakaan.

Fasilitas Darurat: Pada jalan tol atau jalan arteri utama, wajib menyediakan fasilitas darurat seperti area parkir darurat dan telepon darurat.

Kelas II

- a. Drainase Jalan: Harus tersedia untuk mencegah genangan air yang dapat merusak permukaan jalan.
- b. Marka dan Rambu: Mengikuti standar nasional untuk memandu pengguna jalan dengan baik.
- c. Median Jalan: Tidak wajib, namun dapat digunakan pada jalan dengan lalu lintas dua arah yang padat.
- d. Penerangan Jalan: Diperlukan pada area dengan aktivitas tinggi atau lalu lintas malam hari.

Kelas II

- a. Penghalang Kecepatan (*Speed Bump*): Diperlukan di kawasan pemukiman, dekat sekolah, atau fasilitas publik lainnya untuk mengurangi kecepatan kendaraan.
- b. Pagar Pengaman (*Guardrail*): Diperlukan pada area dengan risiko kecelakaan tinggi, seperti tepi tebing atau jalan curam.

2.3.8. Keterhubungan dengan Infrastruktur Lain

Kelas I

- a. Harus terkoneksi dengan sistem jalan lainnya (arteri, kolektor) untuk mendukung kelancaran lalu lintas.
- b. Integrasi dengan simpang susun atau persimpangan sebidang untuk mendukung efisiensi arus lalu lintas.

Kelas II

- a. Harus terkoneksi dengan jaringan jalan lokal, arteri, atau jalan kelas lain untuk memastikan alur lalu lintas yang efisien.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

- b. Perlu adanya simpang sebidang atau simpang tak sebidang pada area dengan persilangan kendaraan yang tinggi.

Kelas II

- a. Harus terkoneksi dengan jaringan jalan kolektor atau arteri untuk mendukung distribusi lalu lintas ke tingkat lokal.
b. Dapat mencakup persimpangan sebidang sederhana, terutama di kawasan permukiman atau pedesaan.

2.4. Data Eksisting Menggunakan Waterpas

Jarak horizontal antara dua titik dalam pengukuran waterpass biasanya diukur langsung di lapangan menggunakan meteran atau alat ukur elektronik. Namun, jika jarak tidak diukur langsung, dapat diperkirakan dengan menggunakan perhitungan dari rambu ukur dengan metode stadia:

$$\text{Jarak} = (BA - BB) \times 100$$

Keterangan

BA : Benang Atas

BB : Benang Bawah

Elevasi titik dihitung dengan metode beda tinggi (ΔH) menggunakan rumus:

$$\Delta H = BT - \text{Tinggi Pesawat}$$

Keterangan

ΔH : (Beda Tinggi), Selisih antara BT dan Tinggi Pesawat

BT : Benang Tengah

2.5. Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Tahun 2024

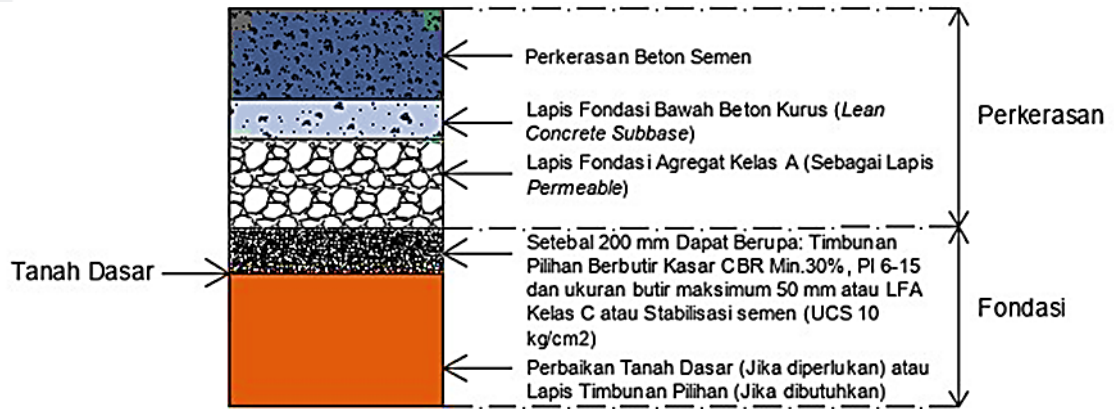
2.5.1. Jenis struktur perkerasan

Jenis struktur perkerasan baru terdiri atas:

- a. Perkerasan pada permukaan tanah asli.
b. Perkerasan pada timbunan.
c. Perkerasan pada galian.

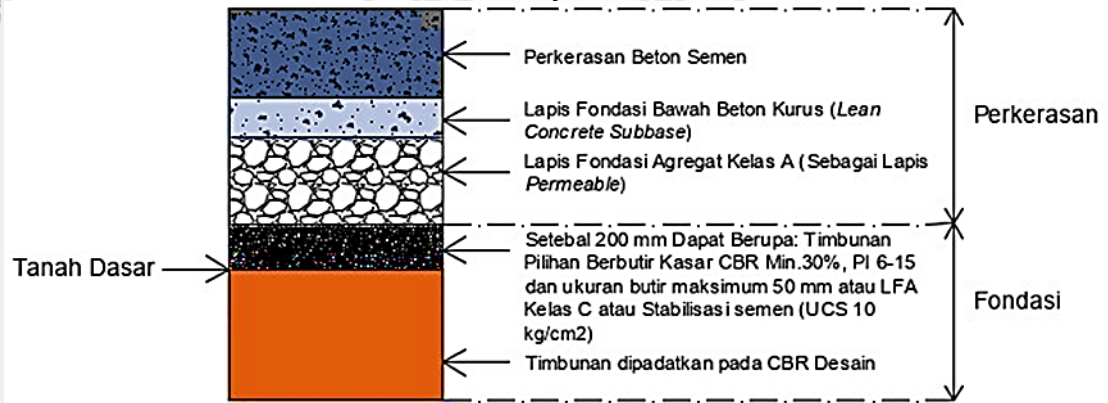
Tipikal struktur perkerasan dapat dilihat pada Gambar 2.1, Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 berikut ini:

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



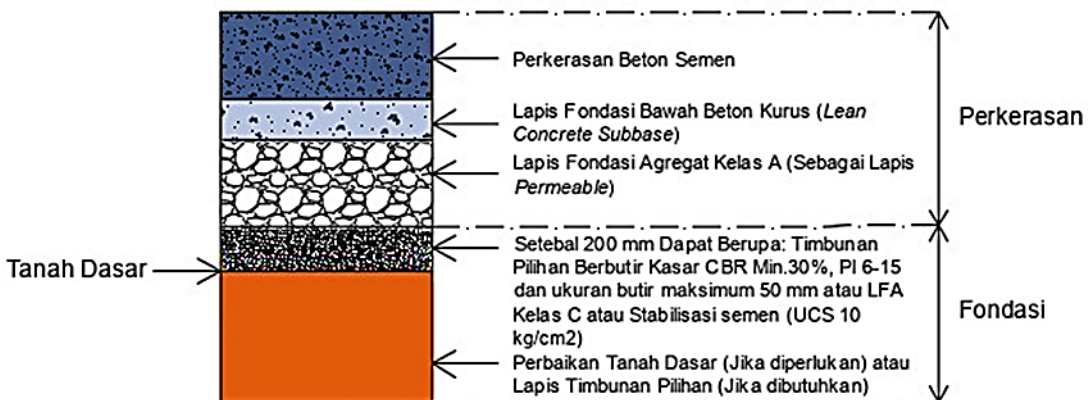
Gambar 2. 1 Perkerasan Kaku pada Permukaan Tanah Asli (At Grade)

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.



Gambar 2. 2 Perkerasan Kaku Pada Timbunan

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.



Gambar 2. 3 Perkerasan Kaku Pada Galian

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.



2.5.2. Umur rencana

Umur rencana merupakan periode sejak jalan mulai difungsikan hingga diperlukan perbaikan atau pelapisan ulang (*overlay*). Dalam penentuan umur rencana, faktor pertumbuhan lalu lintas menjadi salah satu aspek penting yang harus diperhitungkan. Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2. 2 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR).

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir ⁽²⁾ .	20
	Lapis Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk lokasi yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, dan terowongan	
	Lapis Fondasi Berpengikat Semen, <i>Cement Treated Based</i> (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	10
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2.5.3. Lalu lintas

2.5.3.1. Analisis lalu lintas

Dalam perencanaan struktur perkerasan, salah satu aspek terpenting adalah data lalu lintas. Informasi ini dipakai untuk memperkirakan beban lalu lintas rencana yang akan ditanggung perkerasan sepanjang masa layanannya. Perhitungan beban dimulai dari volume lalu lintas pada tahun survei, kemudian diproyeksikan hingga akhir umur rencana. Volume tahun pertama ditentukan berdasarkan lalu lintas selama tahun awal setelah jalan dibangun atau direhabilitasi. Secara umum, komponen utama beban lalu lintas dalam desain terdiri atas:

- Jumlah kendaraan yang melintas berdasarkan kelas kendaraan masing-masing.
- Beban gandar kendaraan komersial diukur menggunakan standar beban ekuivalen sumbu (ESAL)



Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari:

- Survei lalu lintas dilaksanakan dengan durasi minimal 7 x 24 jam. Pelaksanaan survei dapat dilakukan secara manual dengan mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau sesuai dengan pedoman terbaru yang berlaku. Selain itu, survei juga dapat menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sejenis untuk memperoleh data lalu lintas yang akurat.

Data hasil survei lalu lintas yang telah dilakukan pada periode-periode sebelumnya.

Nilai perkiraan dari Subbab 4.9 untuk jalan dengan lalu lintas rendah.

LHRT dihitung dengan mempertimbangkan data survei lalu lintas dan faktor koreksi (faktor k) yang menyesuaikan variabilitas lalu lintas harian dan musiman sesuai petunjuk dalam PKJI untuk mendapatkan estimasi volume lalu lintas tahunan yang akurat. Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI).

Perkiraan volume lalu lintas harus dilakukan dengan pendekatan yang realistis. Pengolahan atau rekayasa data lalu lintas untuk tujuan meningkatkan justifikasi ekonomi tidak diperbolehkan untuk kepentingan apapun. Apabila terdapat keraguan terhadap keakuratan data lalu lintas, perencana teknis wajib melakukan survei cepat secara independen guna memverifikasi kebenaran data tersebut.

2.5.3.2. Data lalu lintas

Ketepatan data lalu lintas sangat penting untuk menghasilkan desain perkerasan jalan yang efektif. Data yang digunakan harus mencakup seluruh jenis kendaraan komersial. Jika ditemukan atau diduga adanya kesalahan dalam data, maka perlu dilakukan penghitungan lalu lintas khusus sebelum proses perencanaan akhir dijalankan.

2.5.3.3. Jenis kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan ditunjukkan pada Tabel 2.8. Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang memiliki beban gandar yang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan.

2.5.3.4. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas harus berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia dapat menggunakan Tabel 2.3.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Tabel 2. 3 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*):

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan : R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
UR = umur rencana (tahun)

Jika diperkirakan akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tahunan sepanjang umur rencana (UR), dengan tingkat pertumbuhan $i_1\%$ selama periode awal (UR₁ tahun) dan $i_2\%$ selama sisa periode berikutnya (UR – UR₁), maka faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$R = \frac{(1+0,01 i_1)^{UR_1}-1}{0,01 i_1} + (1 + 0,01 i_1)^{(UR_1-1)}(1 + 0,01 i_2) \left\{ \frac{(1+0,01 i_2)^{(UR-UR_1)}-1}{0,01 i_2} \right\} \dots\dots\dots 2.2$$

Dengan : R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
 i_1 = laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 1(%)
 i_2 = laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 2(%)
UR = total umur rencana (tahun)
UR₁ = umur rencana periode 1 (tahun)

2.5.3.5. Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas pada suatu ruas jalan yang menampung jumlah kendaraan niaga (seperti truk dan bus) terbanyak. Beban lalu lintas



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

pada lajur rencana dihitung dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dengan dua arah, nilai faktor distribusi arah (DD) biasanya diambil sebesar 0,50, kecuali pada lokasi tertentu dimana jumlah kendaraan niaga lebih banyak pada satu arah tertentu.

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan yang memiliki dua lajur atau lebih dalam satu arah. Meskipun sebagian besar kendaraan niaga cenderung menggunakan lajur luar, ada juga yang memakai lajur dalam. Faktor ini sebaiknya didasarkan pada data hasil survei lalu lintas di lokasi terkait. Jika data tersebut tidak tersedia, dapat menggunakan nilai alternatif dari Tabel 2.4 yang menyediakan standar distribusi sesuai jumlah lajur.

Tabel 2. 4 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2.5.3.6. Faktor ekuivalen beban (*vehicle damage factor*)

Dalam desain perkerasan jalan, beban lalu lintas dikonversi menjadi beban standar yang dikenal sebagai beban ekuivalen sumbu standar (ESA) dengan menggunakan faktor ekuivalen beban atau *Vehicle Damage Factor* (VDF). VDF adalah jumlah nilai ESA dari seluruh kelompok sumbu yang dimiliki oleh kendaraan tertentu. Dengan mengaplikasikan VDF, beban lalu lintas yang berasal dari berbagai jenis kendaraan dengan konfigurasi dan beban sumbu yang beragam dapat dikonversi menjadi total beban ESA. Selanjutnya, analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif beban gabungan ini pada lajur rencana sepanjang umur rencana jalan yang dihitung menggunakan nilai VDF tersebut.

Desain yang tepat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang juga akurat. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan secara cermat menjadi



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

dasar penting untuk memperoleh perhitungan beban ekuivalen (ESA) yang andal. Oleh karena itu, survei beban gandar harus dilakukan apabila memungkinkan. Ketentuan pengumpulan data beban gandar dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai acuan yang harus diikuti dalam proses pengumpulan data tersebut.

Tabel 2. 5 Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar*
Jalan Bebas Hambatan*	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Data beban gandar dapat diperoleh dari beberapa sumber, antara lain:

- Jembatan timbang, yang dilakukan melalui pengukuran statis atau survei langsung menggunakan sistem WIM (*Weigh In Motion*)
- Survei beban gandar yang pernah dilakukan pada jembatan timbang atau sistem WIM dan dianggap representatif untuk kondisi saat ini.
- Data regional WIM yang disediakan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

Timbangan yang digunakan untuk survei beban gandar dengan sistem statis harus mampu menampung kapasitas beban roda, baik tunggal maupun ganda, minimal sebesar 18 ton. Selain itu, kapasitas untuk beban sumbu tunggal juga harus mencapai minimum 35 ton agar data yang diperoleh akurat dan dapat digunakan dalam perencanaan desain perkerasan jalan

Dalam desain perkerasan, beban kendaraan aktual harus diakomodasi dengan tepat. Penggunaan beban sumbu yang terkendali sesuai ketentuan perlu mempertimbangkan beberapa hal penting, antara lain:

- Prosedur pengendalian beban sumbu harus telah diterbitkan dan jangka waktu penerapannya disetujui oleh seluruh pemangku kepentingan (stakeholders);
- Tindakan awal dalam penerapan kebijakan pengendalian beban sudah harus dijalankan; dan
- Kepastian bahwa kebijakan tersebut dapat dicapai dan dilaksanakan secara efektif.



2.5.3.7. Sebaran kelompok sumbu kendaraan niaga

Beban lalu lintas pada desain perkerasan kaku didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga, yang dikenal sebagai Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN), bukan pada nilai ekuivalen sumbu standar (ESA). Karakteristik proporsi sumbu serta proporsi beban pada setiap kelompok sumbu dapat menggunakan data hasil survei dari jembatan timbang atau mengacu pada tabel referensi, seperti Tabel 2.6 dan Tabel 2.7 yang menunjukkan distribusi beban JSKN di provinsi Jambi. Data tersebut dapat digunakan sebagai dasar perencanaan perkerasan kaku.

Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga untuk Jalan Lalu Lintas Berat (untuk desain perkerasan kaku) mengacu pada pembagian proporsi beban dan jumlah sumbu kendaraan niaga berdasarkan kelompok sumbu tertentu. Kelompok sumbu ini meliputi jenis-jenis seperti:

STRT : Sumbu tunggal roda tunggal

STRG : Sumbu tunggal roda ganda

STdRT : Sumbu tandem roda tunggal

STdRT : Sumbu tandem roda ganda

STrRG : Sumbu tridem roda ganda SQdRG: Sumbu quad roda ganda

Tabel 2. 6 Jambi Beban Faktual

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STrRG (%)	SQdRG(%)
10	0,70	0,13	0,00	0,12	50,00	0,00
20	19,01	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
30	27,78	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00
40	20,00	15,66	0,00	0,04	0,00	0,00
50	13,93	16,24	0,00	0,58	0,00	0,00
60	5,00	17,83	0,00	0,93	0,00	0,00
70	6,98	11,69	0,00	0,81	0,00	0,00
80	1,76	8,46	0,00	1,12	0,00	0,00



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

90	2,61	3,80	0,00	1,04	0,00	0,00
100	2,17	3,35	0,00	1,51	0,00	0,00
110	0,04	2,95	0,00	2,55	0,00	0,00
120	0,00	1,95	0,00	3,36	0,00	0,00
130	0,00	1,30	0,00	4,37	0,00	0,00
140	0,00	4,34	0,00	3,71	0,00	0,00
150	0,00	5,09	0,00	3,05	16,67	0,00
160	0,00	0,02	0,00	3,28	0,00	0,00
170	0,00	0,00	0,00	3,79	0,00	0,00
180	0,00	0,00	0,00	3,32	0,00	0,00
190	0,00	0,00	0,00	4,48	0,00	0,00
200	0,00	0,00	0,00	4,71	0,00	0,00
210	0,00	0,00	0,00	4,98	0,00	0,00
220	0,00	0,00	0,00	4,52	0,00	0,00
230	0,00	0,00	0,00	3,40	0,00	0,00
240	0,00	0,00	0,00	3,55	0,00	0,00
250	0,00	0,00	0,00	3,48	0,00	0,00
260	0,00	0,00	0,00	2,74	0,00	0,00
270	0,00	0,00	0,00	2,67	0,00	0,00
280	0,00	0,00	0,00	16,27	0,00	0,00
290	0,00	0,00	0,00	1,74	16,67	0,00
300	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00
310	0,00	0,00	0,00	12,79	0,00	0,00
320	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
330	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
340	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

350	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
360	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
370	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
380	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	0,00
390	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
410	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
420	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
430	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
JUMLAH	100	100	0	100	100	0,00

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Tabel 2. 7 Jambi Beban Normal

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STrRG (%)	SQdRG(%)
10	0,70	0,13	0,00	0,12	50,00	0,00
20	19,01	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
30	27,78	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00
40	20,00	15,66	0,00	0,04	0,00	0,00
50	13,93	16,24	0,00	0,58	0,00	0,00
60	5,00	17,83	0,00	0,93	0,00	0,00
70	6,98	11,69	0,00	0,81	0,00	0,00
80	6,59	31,08	0,00	1,12	0,00	0,00
90	0,00	0,03	0,00	1,04	0,00	0,00
100	0,00	0,14	0,00	1,51	0,00	0,00



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STpRT (%)	STpRG (%)	STrRG (%)	SQdRG(%)
110	0,00	0,00	0,00	2,55	0,00	0,00
120	0,00	0,00	0,00	3,36	0,00	0,00
130	0,00	0,00	0,00	4,37	0,00	0,00
140	0,00	0,00	0,00	3,71	0,00	0,00
150	0,00	0,00	0,00	3,05	16,67	0,00
160	0,00	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00
170	0,00	0,00	0,00	3,79	0,00	0,00
180	0,00	0,00	0,00	69,74	0,00	0,00
190	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00
JUMLAH	100	100	0	100	100	0,00

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tabel 2. 8 Klasifikasi dan konfigurasi sumbu kendaraan

Klasifikasi Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok sumbu	
1	Sepeda motor dan kendaraan roda-3			
2	Kendaraan ringan - sedan, <i>jeep</i> , dan <i>station wagon</i>	1.1	2	
3	Kendaraan ringan – angkutan umum sedang	1.1	2	
4	Kendaraan ringan - <i>pick up</i> , <i>micro truck</i>	1.1	2	
5A	Bus kecil	1.1	2	
5B	Bus besar	1.2	2	
6A	Truk 2 sumbu-truk ringan	1.1	2	
6B	Truk 2 sumbu-truk sedang	1.2	2	
7A1	Truk 3 sumbu-berat	1.2	2	
7A2	Truk 3 sumbu-berat	1.22	2	



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Klasifikasi Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok sumbu	Skema Konfigurasi	KI
7A3	Truk 4 sumbu-berat	11.22	2		
7B1	Truk 4 sumbu-berat	1.2+2.2	4		
7B2	Truk 5 sumbu-berat	11.2+2.2	4		
7B3	Truk 5 sumbu-berat	1.22+2.2	4		
7C1	Truk 4 sumbu-berat	1.2-22	3		
7C2A	Truk 5 sumbu-berat	1.22-22	3		
7C2B	Truk 5 sumbu-berat	1.2-222	3		
7C3	Truk 6 sumbu-berat	1.22-222	3		
7C4	Truk 7 sumbu-berat	1.22-2222	3		
8	Kendaraan tak bermotor				

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat



2.5.3.8. Beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$\text{CESAL} = (\sum \text{LHR}_{\text{JK}} \times \text{VDF}_{\text{JK}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \dots \dots \dots 2.3$$

Keterangan :

LHR_{JK} : Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDF_{JK} : Faktor ekuivalen beban (*vehicle damage factor*) tiap jenis kendaraan niaga, Tabel 2.9

DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur (Tabel 2.4)

CESAL : Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana R:
Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Tabel 2. 9. *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Kondisi	Kelas Kendaraan	Gol 5B	Gol 6A	Gol 6B	Gol 7A1	Gol 7A2	Gol 7A3	Gol 7B1	Gol 7B2	Gol 7B3	Gol 7C1	Gol 7C2A	Gol 7C2B	Gol 7C3	Gol 7C4
VDF4	Faktual	1,2	0,5	2,3	9,7	13,6	-	-	-	-	7,4	10,4	20,7	15,4	-
	Normal	1,2	0,5	0,7	3,1	4,8	-	-	-	-	4,7	7,2	7,8	7,4	-
VDF5	Faktual	1,3	0,4	3,2	15,7	26,1	-	-	-	-	10,7	15,4	40,4	27,9	-
	Normal	1,3	0,4	0,7	3,6	6,3	-	-	-	-	5,9	9,6	11,5	10,1	-

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

2.5.3.9. Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah

Pada daerah dengan lalu lintas rendah yang data lalu lintas tidak tersedia atau diperkirakan terlalu rendah maka dapat menggunakan Tabel 2.10

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Universitas Islam Indragiri

Tabel 2. 10 Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah

Deskripsi Jalan	LHR Dua Arah (kend/hari)	Kendaraan Berat (% dari Lalu Lintas)	Umur Rencana (th)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Faktor Pengali Pertumbuhan Kumulatif Lalu Lintas	Beban Lalu Lintas Desain (Aktual) (ESA4)
Jalan desa minor dengan akses kendaraan berat terbatas	50	5	20	1	22	25.000
Jalan kecil dua arah	100	5	20	1	22	45.000
Jalan lokal	500	10	20	1	22	500.000

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

2.5.4. Desain pondasi jalan

2.5.4.1. Pendahuluan

Desain perbaikan tanah dasar dan lapis penopang, seperti pada tanah lunak, melibatkan berbagai teknik seperti micro piling (cerucuk), drainase vertikal, pra-pembebanan, dan metode lain yang dibutuhkan untuk membentuk platform pendukung struktur perkerasan lentur maupun kaku. Hal ini berlaku untuk kondisi tanah biasa maupun tanah problematik yang umum ditemui di Indonesia. Untuk hal-hal spesifik terkait tanah bermasalah, bisa merujuk pada pedoman yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

Tiga faktor utama dalam desain perkerasan adalah lalu lintas, kondisi tanah dasar, dan pengaruh air. Pada lokasi dengan tanah problematik seperti gambut, tanah ekspansif, atau tanah lunak, karakteristik tanah sangat menentukan karena analisis tanah dasar biasa tidak memadai dalam menghasilkan perkerasan dengan kinerja optimal.

Pada perkerasan dengan lapisan aspal tipis, kesalahan kecil dalam evaluasi tanah dasar dapat menurunkan masa pelayanan hingga hanya sepersepuluh dari yang direncanakan. Untuk lapisan aspal tebal, pengurangan masa pelayanan juga signifikan meski tidak sebesar itu. Oleh karena itu, penentuan daya dukung tanah dasar secara akurat dan desain fondasi perkerasan yang tepat sangat penting untuk menghasilkan perkerasan berkualitas. Dari segi pelaksanaan, persiapan tanah dasar yang benar mutlak



harus dilakukan dan menjadi perhatian utama bagi kontraktor pelaksana serta pengawas lapangan.

Penerapan teknik perbaikan tanah seperti micro piling dan sistem drainase vertikal merupakan bagian penting dalam memastikan stabilitas tanah dasar dan daya dukung struktur perkerasan terutama pada kawasan tanah lunak.

2.5.4.2. Investigasi dan pengujian

Investigasi tanah dasar

1. Material lokal harus dimanfaatkan sebanyak mungkin untuk menyeimbangkan volume galian dan timbunan (cut and fill). Jika keseimbangan tersebut tidak dapat tercapai sepenuhnya, maka perencana teknis wajib merekomendasikan lokasi sumber bahan (borrow area) yang memenuhi syarat, serta lokasi pembuangan material hasil kelebihan galian yang sesuai dengan kriteria teknis dan lingkungan.
2. Penentuan titik-titik pengambilan contoh tanah berdasarkan peta geologi, investigasi geologi (geolistrik, dan lain-lain), profil memanjang alinyemen jalan, dan mass haul diagram.
3. Pengambilan benda uji tanah dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat tanah dan pengujian lain yang diperlukan sesuai dengan jenis dan kondisi tanah setempat. Penting untuk memberikan perhatian khusus pada jarak antar titik uji sehingga titik-titik tersebut rapat pada segmen yang diperkirakan memiliki jenis tanah yang serupa. Hal ini bertujuan untuk memastikan keseragaman karakteristik tanah dalam segmen tersebut, sehingga data yang diperoleh akurat dan mewakili kondisi lapangan secara keseluruhan.
4. Penentuan kedalaman penyelidikan pada lokasi rencana galian harus mencapai minimal 1 meter di bawah permukaan tanah dasar yang direncanakan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sifat tanah di bawah lapisan tanah dasar yang akan dibebaskan dan digunakan untuk perletakan struktur perkerasan telah diteliti secara saksama sehingga risiko kejadian tanah bermasalah dapat diminimalkan selama konstruksi dan masa layanan jalan.
5. Pada lokasi galian yang kedalamannya cukup besar sehingga pengambilan sampel tanah dalam jumlah yang mencukupi untuk pengujian CBR laboratorium tidak memungkinkan, maka interpretasi kondisi tanah dilakukan berdasarkan hasil pengujian sifat-sifat tanah yang tersedia. Metode ini menggunakan data dari

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

pengujian sondir (*Cone Penetration Test*) dan Standard Penetration Test (N-SPT) sebagai dasar penilaian.

6. Hasil investigasi harus dapat menyatakan dengan jelas lokasi-lokasi peralihan jenis tanah pada arah memanjang.

b. Pengujian Daya Dukung dan Asumsi-Asumsi

Spesifikasi umum pelaksanaan menetapkan bahwa lapisan tanah yang lebih dalam dari 30 cm di bawah elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai 95% kepadatan kering maksimum. Hingga kedalaman 30 cm dari elevasi tanah dasar tanah dipadatkan hingga 100% kepadatan kering maksimum (SNI 1742:2008 Cara uji kepadatan ringan untuk tanah).

Spesifikasi umum pelaksanaan menetapkan bahwa lapisan tanah yang lebih dalam dari 30 cm di bawah elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai 95% kepadatan kering maksimum. Hingga kedalaman 30 cm dari elevasi tanah dasar tanah dipadatkan hingga 100% kepadatan kering maksimum (SNI 1742:2008 Cara uji kepadatan ringan untuk tanah).

Desain daya dukung rencana tanah dasar diperoleh dari nilai CBR rendaman 4 hari pada kondisi 95% kepadatan standar kering maksimum. Bagan Desain-1 memberikan indikasi daya dukung berbagai jenis tanah sebagai acuan awal. Namun, nilai tersebut hanya bersifat referensi dan pengujian daya dukung harus dilakukan secara nyata untuk mendapatkan nilai CBR yang representatif sesuai kondisi setempat. Bagan tersebut juga menegaskan bahwa kondisi lokal sangat mempengaruhi daya dukung tanah dasar dan hal ini harus diperhatikan apabila kondisi yang tidak mendukung ditemui di lokasi lapangan.

Secara umum, tanah dasar yang lazim dijumpai di Indonesia memiliki nilai CBR sekitar 4% bahkan bisa serendah 2%, sehingga pengujian aktual sangat penting untuk memastikan nilai CBR yang tepat guna keakuratan desain perkerasan jalan.

Prosedur pengambilan contoh dan pengujian yang sesuai dengan kondisi lapangan harus diperhatikan. Dalam hal tanah lunak kepadatan berdasarkan standar pengujian laboratorium tidak mungkin dicapai di lapangan. Dengan demikian nilai CBR laboratorium untuk tanah lunak menjadi tidak relevan.

c. Pengukuran Daya Dukung Dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer Test*)

Pengujian daya dukung tanah dasar dengan DCP tidak memberikan hasil dengan



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

tingkat ketelitian yang sama dengan pengujian di laboratorium. Pengujian DCP hanya dilakukan pada kondisi berikut:

1. anah rawa yang jenuh air biasanya tidak dapat dipadatkan sehingga pengujian CBR laboratorium menjadi tidak relevan. Sebagai gantinya, nilai CBR yang diperoleh dari pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) memberikan hasil yang lebih dapat diandalkan. Pengujian DCP juga digunakan untuk menentukan kedalaman lapisan tanah lunak. Timbunan yang lebih tinggi dari 3 meter memerlukan perencanaan geoteknik khusus. Jika tanah sangat lunak hingga kedalaman lebih dari 2 meter, mungkin diperlukan penanganan khusus, bahkan untuk timbunan yang rendah sekalipun. Penggunaan drainase vertikal dan/atau preloading biasa diterapkan pada timbunan baru di atas tanah lunak yang tebal. Untuk rekonstruksi jalan yang telah dilalui lalu lintas, diperlukan seringkali penanganan seperti penggantian tanah, micro-piling, atau teknik cakar ayam. Kedalaman lapisan dasar sangat bervariasi, sehingga ketebalan tanah lunak sebaiknya diukur dengan DCP dan dipetakan dalam grid 25 meter untuk memetakan penyebaran tanah lunak. Ketebalan tanah lunak ditentukan pada kedalaman di mana kekuatan tanah mencapai nilai CBR sekitar 2,5%.
2. Pada kawasan tanah aluvial yang kering, terutama di daerah persawahan, seringkali terdapat lapisan tanah dengan kepadatan rendah berkisar antara 1200 hingga 1500 kg/m³ di bawah permukaan tanah yang kering. Untuk memastikan kondisi aktual tanah yang tergenang air tersebut, pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) harus dilakukan, dan hasil pengujian tersebut harus diperhitungkan dalam desain perkerasan jalan. Dalam proses desain, harus diasumsikan bahwa lapisan tersebut dalam kondisi jenuh air selama musim penghujan demi keamanan dan keandalan struktur perkerasan.

Nilai modulus tanah dasar yang diperoleh dari DCP harus disesuaikan dengan kondisi musim. Faktor penyesuaian minimum ditunjukkan pada Tabel 2.11.

Tabel 2. 11 Faktor penyesuaian modulus tanah dasar terhadap kondisi musim

Musim	Faktor Penyesuaian Minimum Nilai CBR Berdasarkan Pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0,90
Masa transisi	0,80



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Musim	Faktor Penyesuaian Minimum Nilai CBR Berdasarkan Pengujian DCP
Musim kemarau	0,70

Nilai CBR desain = (CBR hasil pengujian DCP) x faktor penyesuaian
Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)* 2024. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

2.5.4.3. Persyaratan umum persiapan tanah dasar

- Tanah dasar perkerasan harus memenuhi kriteria berikut:
- harus mempunyai nilai CBR rendaman rencana minimum;
 - tidak peka terhadap perubahan kadar air;
 - dibentuk dengan benar, sesuai dengan bentuk geometrik jalan;
 - ketebalan pemadatan harus menggunakan peralatan yang sesuai spesifikasi dan hasil kepadatannya memenuhi persyaratan; dan
 - mampu mendukung beban lalu lintas pelaksanaan konstruksi.

2.5.4.4. Umur rencana fondasi perkerasan

Umur rencana fondasi untuk jalan baru dan pelebaran minimum 40 (empat puluh) tahun dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Fondasi perkerasan tidak dapat ditingkatkan selama masa pelayanan, kecuali dengan cara rekonstruksi menyeluruh.
- Perkerasan lentur dengan desain fondasi di bawah standar mungkin memerlukan penguatan dengan lapisan aspal tambahan berulang kali selama masa pelayanannya sehingga biaya total perkerasan (*life cycle cost*) menjadi lebih mahal dibandingkan dengan perkerasan yang didesain dengan baik.
- Perkerasan kaku di atas tanah lunak dengan desain fondasi di bawah standar (*under design*) cenderung mengalami keretakan dini yang dalam kasus terburuk mungkin memerlukan penggantian pelat beton.

2.5.4.5. Penurunan

- Batasan penurunan (*Settlement Limits*)
Batasan penurunan timbunan di atas tanah lunak untuk mencegah timbulnya masalah pada perkerasan diuraikan pada Tabel 2.12. Batasan tersebut tidak boleh dilampaui terutama pada perkerasan kaku.



Tabel 2. 12 Rekomendasi batasan penurunan (*settlement*) pada timbunan di atas tanah lunak setelah pelaksanaan perkerasan

	Status/Kelas Jalan	Uraian	Batas izin	
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang	Semua jalan nasional, provinsi, kab/kota dan lokal.	Penurunan mutlak setelah pelaksanaan perkerasan (sama dengan perbedaan penurunan berdekatan dengan struktur tetap).	Total 100 mm Khusus untuk perkerasan kaku , berdasarkan pertimbangan hasil perhitungan desain yang menyatakan aman, baik untuk timbunan di atasnya maupun untuk konstruksi perkerasan.	1) Pra-pen pelaksa (pada o diperlul yang konsoli jika tambah 2) Drainas tambah mempe 3) Penggai pemanc oprit str
	Jalan bebas hambatan atau jalan raya dengan kecepatan rencana 80-120 km/jam.	Di antara setiap dua titik secara memanjang dan melintang termasuk yang berdampingan dengan struktur tertanam dan atau pada <i>relief slab abutment</i> jembatan.	0,003:1 (perubahan kemiringan 0,3%).	Seperti pe total.
	Jalan raya atau jalan kecil dengan kecepatan rencana < 80 km/jam.		0,006:1 (0,6%) (nilai antara bisa dipakai untuk kecepatan rencana lainnya).	
reep eban	Jalan bebas hambatan atau jalan raya dengan kecepatan rencana 80-120 km/jam.	Berlaku untuk perkerasan kaku dengan sambungan.	Perlu penanganan atau perbaikan apabila terjadi patahan atau perbedaan penurunan > 4 mm pada sambungan.	Tinggi timl dukungan cakar ayi menerus.
	Jalan raya atau jalan kecil dengan kecepatan rencana < 80 km/jam.		Perlu penanganan atau perbaikan apabila terjadi patahan atau perbedaan penurunan > 8 mm pada sambungan.	

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Perbedaan penurunan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor utama, yaitu konsolidasi primer dan sekunder tanah asli, variasi ketebalan dan karakteristik tanah lunak di bawah perkerasan, serta pemadatan tanah yang tidak sesuai spesifikasi. Pemadatan yang kurang baik dapat menimbulkan perbedaan penurunan yang signifikan. Perbedaan penurunan ini berpotensi menyebabkan retak pada perkerasan kaku, yang berarti pelat beton harus diganti. Selain itu, perbedaan penurunan juga mempengaruhi kenyamanan berkendara (*riding comfort*) pada perkerasan kaku maupun lentur karena permukaan jalan tidak rata.

Perbedaan penurunan pada tanah lunak dengan ketebalan 1 hingga 3 meter menghasilkan panjang setengah gelombang lengkung penurunan antara 25 hingga 35 meter. Perubahan gradien maksimum antara pelat beton akibat perbedaan penurunan ini sekitar 0,4% relatif terhadap gradien rencana. Perubahan ini cukup signifikan sehingga dapat menimbulkan ketidaknyamanan berkendara pada kecepatan 120 km/jam, namun belum cukup untuk menyebabkan retak pada pelat beton. Ketidaknyamanan ini dapat diperbaiki dengan overlay pada perkerasan.

Namun, perubahan gradien yang terjadi di sekitar abutmen jembatan atau gorong-gorong akibat konsolidasi sekunder dapat lebih besar dari 0,8%. Perubahan gradien sebesar ini dengan mudah menyebabkan retak pada pelat beton dan menimbulkan ketidaknyamanan berkendara yang serius.

Pada lokasi yang tidak berdampingan dengan struktur tetap, baik untuk perkerasan lentur maupun kaku, batasan penurunan yang tercantum pada Tabel 2.12 tidak menjadi masalah apabila tersedia waktu pra-pembebanan (*preloading*) yang cukup.

Batasan yang terdapat dalam Tabel 2.12 harus dipenuhi sebelum pekerjaan perkerasan dilaksanakan. Jika waktu pelaksanaan konstruksi terbatas sehingga proses konsolidasi tanah tidak dapat berlangsung secara alami, proses konsolidasi dapat dipercepat dengan beberapa metode seperti pembebanan sementara (*surchage*), drainase vertikal, konsolidasi dengan vakum, pemadatan dengan energi tumbukan tinggi (*High Energy Impact Compaction*, HEIC), atau kombinasi dari teknik-teknik tersebut. Meskipun konsolidasi primer dapat diselesaikan dalam periode pra pembebanan, pengaruh konsolidasi sekunder masih dapat menyebabkan retak pada pelat atau kurangnya kenyamanan berkendara, terutama pada lokasi berikut:

- a. Pada jarak 20 m dari abutmen jembatan.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

- b. Lokasi-lokasi perkerasan melalui gorong-gorong.
- c. Daerah dengan lapis tanah lunak sangat tebal yang menyebabkan perbedaan penurunan yang besar. Pengukuran tambahan diperlukan untuk daerah tersebut. Daerah tersebut dapat diidentifikasi melalui *grid* pengujian DCP.

Umumnya, retak pada perkerasan lentur tidak seberat pada perkerasan kaku yang memiliki sambungan seperti JPCP (Jointed Plain Concrete Pavement). Perkerasan lentur lebih fleksibel dan retaknya juga lebih mudah diperbaiki dibanding perkerasan kaku. Pada perkerasan kaku, penggunaan tulangan dapat mengurangi intensitas retak yang terjadi. Jenis perkerasan kaku dengan tulangan menerus (dowel bar reinforced) cenderung lebih tahan terhadap perbedaan penurunan tanah dibandingkan dengan perkerasan kaku yang memiliki sambungan (JPCP atau JRCP). Namun, perkerasan kaku dengan tulangan menerus ini biasanya lebih mahal dalam hal biaya konstruksi.

Batasan-batasan yang tercantum tidak berlaku untuk jalan kerikil tanpa penutup (perkerasan tanpa penutup). Jika perkerasan dilaksanakan secara bertahap dan tahap pertama berupa perkerasan lentur, batasan tersebut dapat dilonggarkan pada tahap pertama tersebut. Namun, batasan harus diberlakukan kembali ketika pelaksanaan tahap akhir berupa perkerasan kaku dilakukan..

Jika lapis tambah perkerasan lentur sudah dijadwalkan, batasan perbedaan penurunan diberlakukan untuk setiap umur rencana lapis tambahan.

Dua jenis penurunan akibat konsolidasi yang perlu diperhatikan adalah: (i) perbedaan penurunan yang terjadi di seluruh kawasan, dan (ii) total penurunan tanah yang terjadi berdekatan dengan struktur tetap. Di antara keduanya, total penurunan yang berdekatan dengan struktur tetap merupakan kondisi yang paling kritis karena dapat menimbulkan dampak serius seperti kerusakan pada struktur jalan dan infrastruktur.

- b. Pra-pembebanan

Perbedaan penurunan harus dikurangi hingga setidaknya memenuhi batasan yang dinyatakan pada Tabel 2.12 sebelum pelaksanaan pekerjaan perkerasan. Waktu yang diperlukan untuk mencapai penurunan disebut sebagai waktu pra-pembebanan. Waktu tersebut dapat dipersingkat antara lain dengan drainase vertikal, pembebanan sementara atau konsolidasi dengan vakum. Penanganan tersebut diperlukan untuk lapisan tanah lunak dengan tebal lebih dari 2 m.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Timbunan pada tanah lunak harus ditempatkan selama waktu yang tidak kurang dari yang ditetapkan pada Tabel 2.13 sebelum lapis perkerasan dilaksanakan. Waktu pra-pembebanan yang sebenarnya harus ditentukan oleh ahli geoteknik sesuai dengan Panduan Geoteknik Indonesia (Kimpraswil: Pt T-08-2002-B) atau acuan lain yang berlaku, agar dapat disesuaikan dengan kondisi spesifik lapangan. Waktu pra-pembebanan tersebut dapat dipersingkat melalui metode pembebanan sementara atau drainase vertikal yang mempercepat proses konsolidasi tanah lunak. Khusus untuk perkerasan lentur, waktu pra-pembebanan dapat diperpendek dengan melakukan konstruksi secara bertahap, sedangkan untuk perkerasan kaku, waktu pra-pembebanan harus sudah selesai sebelum pelaksanaan pekerjaan perkerasan dimulai. Dengan demikian, pengaturan waktu pra-pembebanan ini sangat penting untuk memastikan tanah dasar cukup stabil dan kuat secara mekanis sehingga perkerasan dapat berfungsi dengan baik dan memiliki umur layanan yang sesuai standar.

Tabel 2. 13 Perkiraan waktu pra-pembebanan untuk timbunan rendah di atas tanah lunak

Kedalaman (m) hingga mencapai <i>in-situ</i> CBR 2,5 %	Ketinggian akhir timbunan (m)		
	< 2	2-2,5	> 2,5
	Waktu pra-pembebanan (bulan)		
< 1,5	3	4	5
1,5-2,0	5	6	9
2,0-2,5	8	10	13
2,5-3,0	12	14	19

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Catatan:

1. apabila waktu pra-pembebanan terbatas, drainase vertikal, pra-pembebanan, dan konsolidasi dengan vakum atau penanganan lain harus dipertimbangkan untuk mempercepat;
2. diperlukan analisis geoteknik untuk memprediksi waktu pra-pembebanan aktual; dan
3. timbunan di atas tanah lunak dengan tinggi lebih dari 3 m membutuhkan penyelidikan geoteknik menyeluruh terutama untuk stabilitas lereng.



- c. Penurunan total pada oprit jembatan dan struktur yang berdekatan dengan struktur yang tetap

Batas penurunan dinyatakan pada Tabel 2.12 dan penanganannya harus disesuaikan dengan kajian geoteknik, yang dapat mencakup penggantian tanah, pemadatan dengan energi tumbukan tinggi (High Energy Impact Compaction), kolom batu (stone column), dan metode lain yang relevan. Penggunaan perkerasan lentur pada oprit jembatan dan pelapisan ulang aspal yang berjadwal perlu dipertimbangkan sebagai strategi untuk mengurangi tingkat penanganan tanah yang diperlukan.

2.5.4.6. CBR desain tanah dasar

- a. Penentuan segmen tanah dasar yang seragam

Ruas jalan yang didesain perlu dikelompokkan berdasarkan segmen-segmen yang memiliki kondisi tanah dasar yang seragam tanpa perbedaan signifikan. Pengelompokan awal ini dapat dilakukan dengan mengacu pada hasil kajian dan penyelidikan lapangan, yang mempertimbangkan kesamaan aspek geologi, hidrologi, drainase, topografi, serta karakteristik geoteknik seperti gradasi dan plastisitas tanah.

Secara umum, disarankan untuk menghindari pemilihan segmen seragam yang terlalu pendek dalam desain ruas jalan. Jika nilai CBR yang diperoleh sangat bervariasi di sepanjang ruas jalan, perancang harus melakukan evaluasi dengan membandingkan manfaat dan biaya antara dua pilihan yaitu membuat segmen seragam yang pendek berdasarkan variasi nilai CBR tersebut atau membuat segmen yang lebih panjang dengan menggunakan nilai CBR yang lebih konservatif. Memilih segmen pendek memungkinkan desain yang lebih presisi sesuai kondisi lokal, namun dapat meningkatkan biaya desain dan konstruksi.

Hal penting lainnya yang harus diperhatikan adalah perlunya membedakan antara daya dukung rendah yang bersifat lokal (setempat) dengan daya dukung tanah dasar yang lebih umum yang mewakili keseluruhan lokasi. Tanah dasar lokal dengan daya dukung rendah biasanya harus dibuang dan diganti dengan material yang lebih baik atau mendapatkan penanganan khusus agar tidak menurunkan kualitas keseluruhan struktur perkerasan.

Perhitungan CBR karakteristik dilakukan dengan metode persentil yang memanfaatkan distribusi data nilai CBR pada segmen seragam dengan asumsi distribusi normal. Nilai persentil ke-“x” dari suatu kumpulan data adalah nilai yang membagi data



tersebut ke dalam dua bagian, yaitu bagian yang mengandung “x” persen data dan bagian yang mengandung (100-x) persen data. Dalam konteks perhitungan CBR, metode ini digunakan untuk menentukan nilai CBR yang mewakili segmen berdasarkan probabilitas tertentu, sehingga dapat dipilih nilai yang lebih konservatif dengan memperhitungkan variasi data yang ada. Misalnya, untuk tingkat kepercayaan 90%, persentil ke-10 digunakan untuk menentukan nilai CBR karakteristik yang akan dipakai dalam desain, yaitu nilai CBR yang lebih rendah, memberikan jaminan keamanan dalam perencanaan perkerasan jalan.

Nilai CBR yang dipilih adalah nilai persentil ke-10 (10th percentile) yang berarti 10% data segmen yang bersangkutan lebih kecil atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut. Atau 90% dari data CBR pada segmen seragam tersebut lebih besar atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut. Prosedur perhitungan untuk persentil ke-10 adalah sebagai berikut:

1. Susun data CBR secara berurutan dari nilai terkecil hingga terbesar.
2. Hitung jumlah total data nilai CBR (n).
3. Hitung 10% dari (n), nilai yang diperoleh disebut sebagai indeks.
4. Jika indeks yang diperoleh dari langkah 3 merupakan bilangan pecahan, lakukan pembulatan ke bilangan terdekat dan lanjutkan ke langkah 5. Jika indeks yang dihasilkan berupa bilangan bulat, lanjutkan ke langkah 6.
5. Dari kumpulan data yang sudah diurutkan (langkah 1), dihitung mulai dari data terkecil hingga mencapai data diurutkan yang diperoleh dari langkah 3. Nilai CBR pada urutan tersebut adalah nilai CBR persentil ke-10.
6. Dari kumpulan data yang sudah diurutkan (langkah 1), dihitung mulai dari data terkecil hingga mencapai data diurutkan yang diperoleh dari langkah c. Nilai CBR persentil ke-10 adalah nilai rata-rata dari dua nilai CBR yaitu CBR pada urutan tersebut dan urutan berikutnya.

Sebagai contoh, data CBR dari satu segmen yang seragam yang telah diurut mulai dari nilai terkecil adalah sebagai berikut:

No. Urut	CBR (%)	No. Urut	CBR (%)
1	3	11	5,5
2	3	12	5,5
3	4	13	5,5



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

4	4	14	6
5	4	15	6
6	5	16	6
7	5	17	6,5
8	5	18	6,5
9	5	19	7
10	5,5	20	7

1. Daftar tersebut di atas menunjukkan CBR dari satu segmen tanah dasar yang seragam dengan 20 data CBR ($n = 20$). Data disusun dari nilai terendah hingga tertinggi.
2. Untuk persentil ke-10, indeks persentil adalah $10\% \times 20 = 2$ (langkah 3).
3. Karena 2 adalah bilangan bulat maka berlaku langkah 6: CBR pada persentil tersebut adalah rata-rata CBR pada nomor urut 2 dan 3 yaitu $(3+4)/2 = 3,5$.
4. Dengan demikian, nilai CBR karakteristik segmen seragam tersebut adalah 3,5%. Secara statistik ini berarti bahwa pada segmen tersebut terdapat 10% data CBR yang nilainya sama atau lebih kecil dari 3,5%. Atau 90% data CBR segmen seragam tersebut nilainya lebih besar atau sama dengan 3,5%.

Cara yang diuraikan di atas adalah salah satu cara untuk menetapkan nilai karakteristik berdasarkan metode persentil.

Prosedur metode persentil lainnya yang juga sering digunakan adalah cara grafik. Selain itu, dapat juga menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, yaitu dengan memanfaatkan fungsi `=PERCENTILE(array, k)` dengan “array” menunjukkan kumpulan data dan k adalah persentil (dalam persepuluhan).

Sebagai contoh, `=PERCENTILE(A1:A20, 0.1)` akan menghitung persentil ke-10 dari kumpulan data yang terletak pada sel A1 sampai dengan A20. Penggunaan cara ini terhadap contoh data tersebut di atas menghasilkan CBR karakteristik = 3.90%.

Masing-masing cara tersebut tidak memberikan jawaban yang identik, tetapi perbedaan di antaranya tidak signifikan.

Dalam penetapan nilai karakteristik CBR, nilai-nilai CBR yang kecil dan bersifat lokal atau terisolasi biasanya dikeluarkan dari kumpulan data utama karena menunjukkan kondisi tanah yang memerlukan penanganan khusus. Walaupun demikian,



lokasi dengan nilai CBR rendah tersebut harus mendapatkan perhatian dan program penanganan yang tepat agar dapat diperbaiki atau diperkuat sesuai kebutuhan.

b. CBR rencana untuk stabilisasi tanah dasar

Perbaikan tanah dasar dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain menggunakan material timbunan pilihan, stabilisasi kapur, atau stabilisasi semen. Metode perbaikan ini bertujuan meningkatkan daya dukung dan kestabilan tanah dasar agar dapat menopang perkerasan jalan dengan baik. Pada pelebaran perkerasan di area jalan, biasanya tanah dasar yang terbentuk sempit atau tidak teratur sehingga menyulitkan pelaksanaan stabilisasi kimiawi seperti kapur atau semen.

Dalam perencanaan jika dipilih stabilisasi kapur atau semen maka nilai daya dukung material (CBR) dipilih nilai terkecil dari 3 (tiga) nilai berikut:

1. daya dukung rendaman 4 (empat) hari dari material yang distabilisasi;
2. empat kali daya dukung tanah asal sebelum distabilisasi;
3. daya dukung yang diperoleh dari formula berikut:

$$CBR_{stabilisasi} = CBR_{asal} \times 2^{(tebal \text{ lapis stabilisasi dalam mm})/150} \dots\dots\dots 2.4$$

Tebal total tanah dasar CBR tanah stabilisasi adalah 200 mm untuk pemadat *pad foot* biasa atau sampai dengan 300 mm apabila disyaratkan dan digunakan alat pemadat *pad foot* dengan berat statik minimum 18 ton.

2.5.4.7. Tanah ekspansif

Tanah ekspansif adalah tanah dengan potensi mengembang (swelling) lebih dari 2,5% (diukur dengan pengujian CBR rendaman SNI 1744:2012 pada kadar air optimum dan kepadatan kering 100%).

Tanah ekspansif diklasifikasikan berdasarkan potensi pengembangannya (swelling) dan Weighted Plasticity Index (WPI), yang kemudian dibagi menjadi kategori Rendah, Moderat, Tinggi, Sangat Tinggi, dan Ekstrim. Potensi pengembangan ini ditentukan dengan melihat karakteristik plastisitas tanah yang terkait dengan indeks plastisitas (Plasticity Index/PI) dan parameter lain seperti batas cair (liquid limit) serta sifat mineral tanah yang menyebabkan perubahan volume signifikan, terutama tanah lempung dengan mineral montmorillonit. Klasifikasi ini biasanya disajikan dalam Tabel 2.14 yang menguraikan batas-batas WPI dan pengembangan potensial tanah ekspansif tersebut.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Tabel 2. 14 Klasifikasi tanah ekspansif

Klasifikasi	Weighted Plasticity Index (WPI) (PI dikali persentase yang lolos saringan ukuran 0,425 mm)	Pengembangan (%) ¹
Ekstrim	>4.200	>10,0
Sangat Tinggi	>3.200 – 4.200	>5,0 – 10,0
Tinggi	>2.200 – 3.200	2,5 – 5,0
Moderat	1.200 – 2.200	0,5 – 2,5
Rendah	<1.200	<0,5

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*.
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan
Perumahan Rakyat

Catatan: Pengembangan pada Kadar Air Optimum (OMC) dan 98% Kepadatan Kering Maksimum (MDD) dengan menggunakan Kepadatan Ringan (*Standard Proctor*) dengan rendaman 4 (empat) hari dan beban tambahan 4,5 kg.

Persyaratan tambahan untuk tanah ekspansif adalah sebagai berikut :

- Variasi kadar air tanah dasar harus sekecil mungkin. Alternatif pengendaliannya antara lain dengan menutup bahu jalan (*sealed shoulder*), saluran samping diperkeras, pembuatan saluran melintang (*cut-off drain*) dan pencegah aliran (*flow inhibitors*) seperti pemasangan lembar plastik secara vertikal pada tanah dasar.
- Dipasang *subdrain* jika penggunaan dapat mengurangi variasi kadar air.
- Penanganan tanah ekspansif sesuai dengan Bagan Desain-2.1.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Bagan-2. 1 Desain fondasi jalan minimum

Kuatatan Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur	
		Beban Lalu Lintas Pada Jalur Rencana Dengan Umur Rencana 40 Tahun (Juta ESA5)	
		<10	>10
		Tebal Minimum Perbaikan Tanai	
5	Perbaikan tanah dengan material timbunan pilihan ($CBR \geq 10\%$)	200	200
4		300	400
3			600
,5			
dasar < 2,5% atau tanah lunak		Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditar geoteknik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m da dengan tebal minimum yang sama dengan ket tanah SG2,5 Bagan Desain ini.	
		Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik pemuaian dengan ketebalan penutup tidak kur material dengan potensi pemuaian tidak lebih be penutup tersebut harus ditambahkan lapis perbaik	

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Catatan :

1. Untuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur bilamana tanah dasarnya masih berbutir halus maka harus dipasang lapisan setebal 200 mm berupa lapisan: timbunan pilihan berbutir kasar yang mempunyai CBR minimum 30% dengan PI 6 – 15 dan ukuran butir maksimum 50 mm atau LFA Kelas C atau dengan lapis stabilisasi semen ($UCS\ 10\ kg/cm^2$).
2. Penanganan tanah ekspansif dapat mengacu pada Subbab 6.7 atau mengacu pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan PUPR tentang Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan PdT-10-2005-B, Pedoman Konstruksi dan Bangunan PUPR tentang Penanganan Tanah Ekspansif dengan Geomembran sebagai Penghalang Kelembaban Vertikal PdT-11-2004-B dan *Austroads Guide to Pavement Technology Part 4I Eartworks Materials* AGPT04I-09.

2.5.4.8. Material timbunan

Tebal minimum material timbunan, yang berupa tanah timbunan biasa maupun timbunan pilihan, dirancang untuk mencapai nilai CBR desain sebesar 6%. Tebal minimum ini menjadi acuan dalam pengembangan Katalog Desain tebal perkerasan untuk memastikan daya dukung subgrade mencukupi agar perkerasan dapat bekerja secara efisien dan tahan lama.

Pertimbangan-pertimbangan di bawah ini berlaku dalam pelaksanaan pekerjaan timbunan.

a. Persyaratan umum

1. Jika lapisan tersebut terletak di bawah permukaan air harus digunakan material batuan. Dalam hal ini harus berupa material berbutir dengan kepekaan terhadap kadar air rendah.
2. Dapat berfungsi sebagai rantai kerja yang kokoh sepanjang periode pelaksanaan.
3. Elevasi permukaan material timbunan harus memenuhi persyaratan Tabel 2.15 (tinggi minimum tanah dasar di atas muka air tanah dan muka air banjir).
4. Kedalaman alur roda pada permukaan tanah dasar akibat lalu lintas selama periode konstruksi tidak lebih dari 40 mm.
5. Mencapai ketebalan tertentu sehingga permukaan tanah dasar dapat dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat berat.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Hive Universitas Islam Indragiri

Tabel 2. 15 Tinggi minimum tanah dasar di atas muka air tanah dan muka air banjir

Kelas Jalan (berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan)	Tinggi Tanah Dasar di Atas Muka Air Tanah (mm)	Tinggi Tanah Dasar di Atas Muka Air Banjir (mm)
Jalan Bebas Hambatan	1200	500 (banjir 50 tahunan)
Jalan Raya	800 (tanah lunak jenuh atau gambut) 600 (tanah dasar normal)	
Jalan Sedang	600	500 (banjir 10 tahunan)
Jalan Kecil	400	NA

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

b. Metode pemadatan

Timbunan harus dipadatkan dengan metode yang sesuai dan mencapai tingkat kepadatan yang telah ditentukan atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Pada bagian bawah timbunan, kepadatan yang mungkin dapat dicapai cenderung lebih rendah daripada 95% dari kepadatan kering maksimum (Standard Proctor). Dalam konstruksi perkerasan kaku, pemadatan maksimum timbunan menjadi sangat penting untuk meminimalkan risiko retak akibat perbedaan penurunan tanah setelah pelaksanaan pekerjaan.

c. Geotekstil

Jika tanah asli jenuh atau diperkirakan akan jenuh selama masa pelayanan jalan, maka geotekstil harus dipasang sebagai lapisan pemisah antara timbunan dan tanah asli. Fungsi geotekstil sebagai pemisah ini adalah mencegah tercampurnya material timbunan berbutir dengan tanah dasar yang jenuh, sehingga menghindari penurunan daya dukung dan deformasi timbunan.

2.5.4.9. Desain fondasi perkerasan kaku

Ketentuan berikut ini membahas tanah dasar di bawah perkerasan kaku selain tanah lunak atau gambut yang telah dibahas sebelumnya. Apabila fondasi perkerasan



terdiri dari beberapa lapis atau apabila tanah dasar asli terdiri dari beberapa lapis dengan kekuatan tertinggi terletak pada lapis paling atas maka CBR tanah dasar ditentukan sesuai formula berikut.

$$\left(\frac{\sum h_i \text{CBR}^{0,33}}{\sum h_i} \right)^3 \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan, h_i = tebal lapis i dan $\sum h_i = 1$ m.

Penggunaan persamaan dapat berlaku pada kondisi sebagai berikut:

- Apabila semakin dalam kekuatan tanah dasar semakin meningkat maka formula tersebut di atas tidak berlaku. Dalam kasus ini nilai CBR karakteristik adalah nilai CBR lapis teratas tanah dasar.
- Lapisan dengan ketebalan kurang dari 200 mm harus digabungkan dengan lapisan yang berdekatan. Nilai CBR terendah harus digunakan untuk lapisan gabungan.
- CBR maksimum penggunaan formula ini adalah 15%.

Untuk mencegah pumping pada perkerasan kaku, baik pada tanah dasar dengan CBR efektif 6% maupun yang sudah diberi timbunan pilihan dengan CBR minimum 10%, harus dipasang timbunan pilihan berbutir kasar yang memiliki CBR minimum 30%, indeks plastisitas (PI) antara 6 sampai 15, dan ukuran butir maksimum 50 mm atau Lapis Fondasi Agregat (LFA) kelas C. Alternatif lain adalah menggunakan lapis stabilisasi semen dengan kuat tekan minimum 10 kg/cm² setebal 200 mm.

2.5.4.10. Gambut

Perkerasan kaku untuk kawasan gambut sebaiknya dihindari.

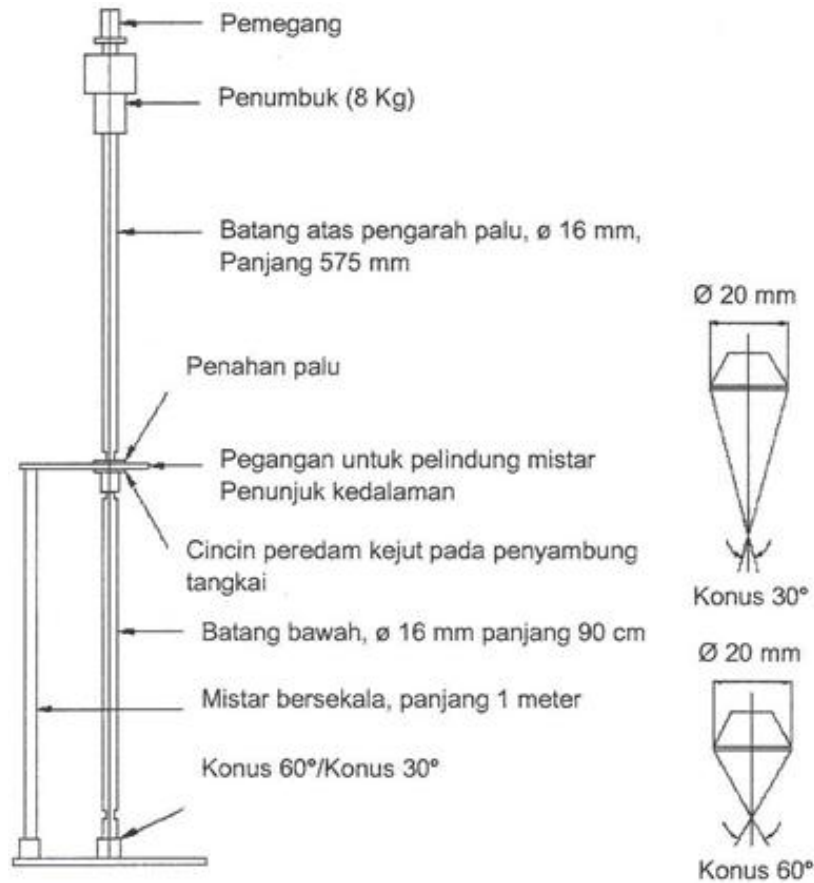
2.5.4.11. Cara uji CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Prosedur pengambilan data CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 meliputi beberapa tahap berikut. Pertama, persiapkan alat DCP dan lokasi pengujian, serta gunakan tiga orang teknisi untuk pelaksanaannya.

a. Peralatan dan personil

- 1) Peralatan utama, Alat penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku, seperti terlihat pada gambar 2.4

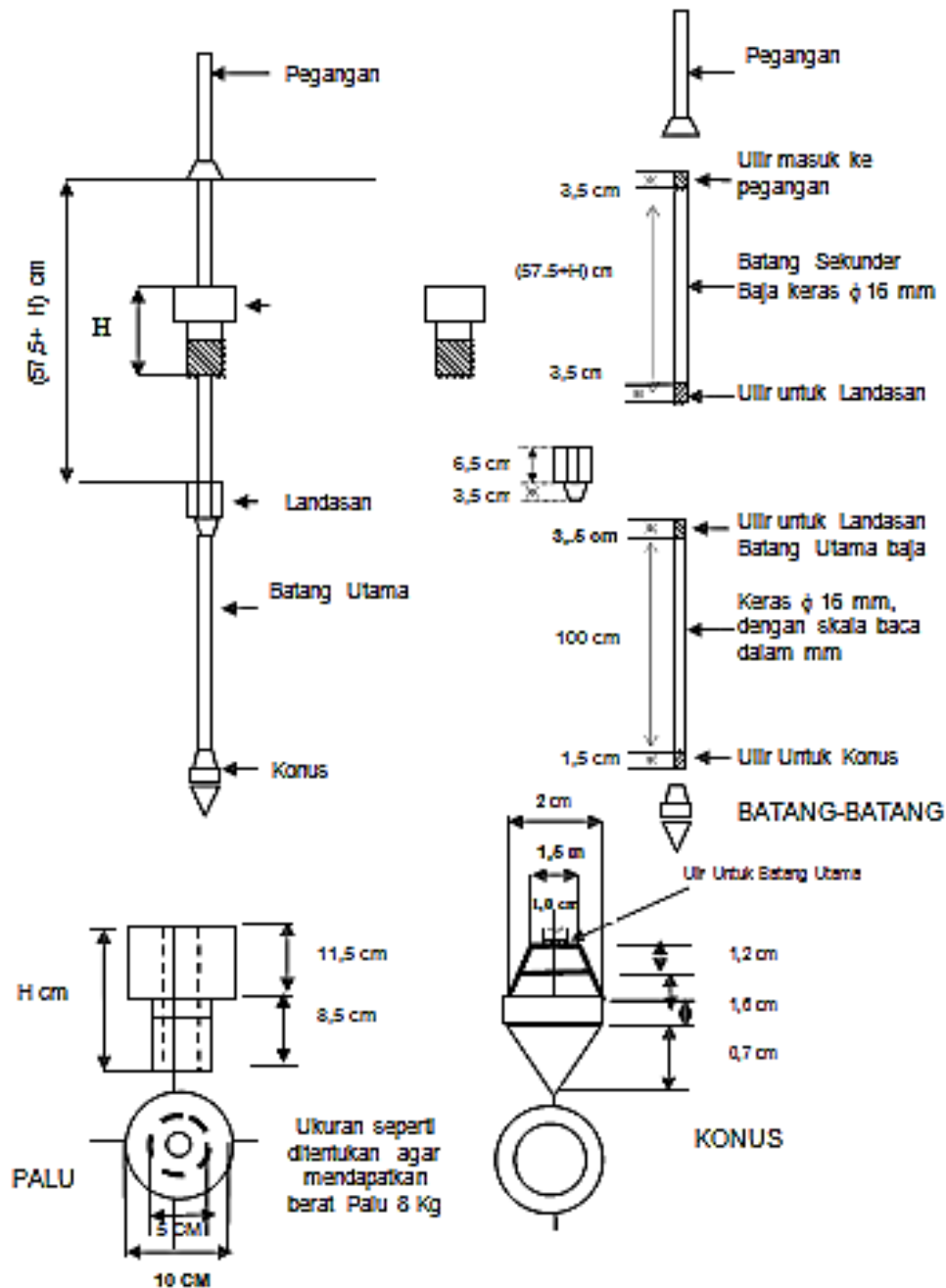
1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 4 Penetrometer konus dinamis (DCP)

Sumber : Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 5 Bagian dari penetrometer konus dinamis (DCP)

Sumber : Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

a) Bagian atas

1. Pemegang
2. Batang bagian atas diameter 16 mm, tinggi-jatuh setinggi 575 mm
3. Penumbuk berbentuk silinder berlubang, berat 8 kg.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

b) Bagian tengah

1. Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja
2. Cincin peredam kejut
3. Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman

c) Bagian bawah

1. Batang bagian bawah, panjang 90 cm, diameter 16 mm;
2. Batang penyambung, panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya
3. Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja;
4. Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung, diameter 20 mm, sudut 60° atau 30°
5. Cincin pengaku.

2) Alat bantu, Peralatan bantu adalah cangkul, sekop, blincong, pahat, linggis, palu, *core drill*, dan untuk pengujian pada lapisan perkerasan beraspal, alat ukur yang digunakan panjang/pita ukur yang bisa dikunci, kunci pas, formulir lapangan dan alat tulis.

3) Personil, Pengujian DCP memerlukan 3 orang teknisi, yaitu:

- a) satu orang memegang peralatan yang sudah terpasang dengan tegak;
- b) satu orang untuk mengangkat dan menjatuhkan penumbuk;
- c) satu orang untuk mencatat hasil.

b. Persiapan alat dan lokasi pengujian

Persiapan alat dan lokasi pengujian, sebagai berikut:

- 1) sambungkan seluruh bagian peralatan dan pastikan bahwa sambungan batang atas dengan landasan serta batang bawah dan kerucut baja sudah tersambung dengan kokoh;
- 2) tentukan titik pengujian, catat Sta./Km., kupas dan ratakan permukaan yang akan diuji;
- 3) buat lubang uji pada bahan perkerasan yang beraspal, sehingga didapat lapisan tanah dasar;
- 4) ukur ketebalan setiap bahan perkerasan yang ada dan dicatat.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Universitas Islam Indragiri

c. Cara pengujian

- 1) Letakkan alat DCP pada titik uji di atas lapisan yang akan diuji;
- 2) Pegang alat yang sudah terpasang pada posisi tegak lurus di atas dasar yang rata dan stabil, kemudian catat pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman;
- 3) Mencatat jumlah tumbukan;
 - a) Angkat penumbuk pada tangkai bagian atas dengan hati-hati sehingga menyentuh batas pegangan;
 - b) Lepaskan penumbuk sehingga jatuh bebas dan tertahan pada landasan;
 - c) Lakukan langkah-langkah pada d.3).1) dan d.3).2) di atas, catat jumlah tumbukan dan kedalaman pada Lampiran 1-DCP, sesuai ketentuan-ketentuan sebagai berikut:
 1. untuk lapis fondasi bawah atau tanah dasar yang terdiri dari bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman sudah cukup untuk setiap 1 tumbukan atau 2 tumbukan;
 2. untuk lapis fondasi yang terbuat dari bahan berbutir yang cukup keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5 tumbukan sampai dengan 10 tumbukan.
 - d) Hentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm/3 tumbukan. Selanjutnya lakukan pengeboran atau penggalian pada titik tersebut sampai mencapai bagian yang dapat diuji kembali.
- 4) Pengujian per titik, dilakukan minimum duplo (dua kali) dengan jarak 20 cm dari titik uji satu ke titik uji lainnya. Langkah-langkah setelah pengujian;
 - a) Siapkan peralatan agar dapat diangkat atau dicabut ke atas;
 - b) Angkat penumbuk dan pukulkan beberapa kali dengan arah ke atas sehingga menyentuh pegangan dan tangkai bawah terangkat ke atas permukaan tanah;
 - c) Lepaskan bagian-bagian yang tersambung secara hati-hati, bersihkan alat dari kotoran dan simpan pada tempatnya;
 - d) Tutup kembali lubang uji setelah pengujian.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

d. Cara menentukan nilai CBR

Pencatatan hasil pengujian dilakukan menggunakan formulir pengujian penetrometer konus dinamis (DCP), seperti terlihat pada Lampiran 2.

- 1) Periksa hasil pengujian lapangan yang terdapat pada formulir pengujian penetrometer konus dinamis (DCP) dan hitung akumulasi jumlah tumbukan dan akumulasi penetrasi setelah dikurangi pembacaan awal pada mistar penetrometer konus dinamis (DCP);
- 2) Gunakan formulir hubungan kumulatif (total) tumbukan dan kumulatif penetrasi pada Lampiran 3, terdiri dari sumbu tegak dan sumbu datar, pada bagian tegak menunjukkan kedalaman penetrasi dan arah horizontal menunjukkan jumlah tumbukan;
- 3) Plotkan hasil pengujian lapangan pada salib sumbu di grafik pada Lampiran 3.
- 4) Tarik garis yang mewakili titik-titik koordinat tertentu yang menunjukkan lapisan yang relatif seragam;
- 5) Hitung kedalaman lapisan yang mewakili titik-titik tersebut, yaitu selisih antara perpotongan garis-garis yang dibuat pada d.4), dalam satuan mm;
- 6) Hitung kecepatan rata-rata penetrasi (DCP, mm/tumbukan atau cm/tumbukan) untuk lapisan yang relatif seragam;
Nilai DCP diperoleh dari selisih penetrasi dibagi dengan selisih tumbukan.
- 7) Gunakan gambar grafik atau hitungan formula hubungan nilai DCP dengan CBR dengan cara menarik nilai kecepatan penetrasi pada sumbu horizontal ke atas sehingga memotong garis tebal untuk sudut konus 60° atau garis putus-putus untuk sudut konus 30°
- 8) Tarik garis dari titik potong tersebut ke arah kiri sehingga nilai CBR dapat diketahui.

2.5.5. Desain perkerasan kaku

2.5.5.1. Umum

prosedur perencanaan perkerasan beton semen untuk jalan yang melayani lalu lintas berat. Metode perencanaan didasarkan pada:

1. Perkiraan lalu lintas dan komposisinya selama umur rencana.
2. Kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dengan CBR (%).
3. Kekuatan beton yang digunakan.



Hak Cipta dan Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

- d. Jenis bahu jalan.
- e. Jenis perkerasan.
- f. Jenis penyaluran beban.

2.5.5.2. Sturuktur perkerasan dan jenis perkerasan beton semen

Perkerasan beton semen dibedakan ke dalam 3 (tiga) jenis:

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bisa bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan. Struktur ini terletak di atas lapis fondasi bawah atau tanah dasar, dan bisa tanpa atau dengan lapisan permukaan beraspal.

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung, dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen.

Lapis fondasi bawah pada perkerasan beton semen bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi berfungsi sebagai berikut:

- a. Sebagai bagian konstruksi untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Sebagai lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- c. Mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
- d. Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

2.5.5.3. Persyaratan teknis

- a. Tanah dasar

Daya dukung tanah dasar dapat dilihat pada point 2.4.4.6. CBR desain tanah dasar

- b. Fondasi bawah

Bahan fondasi bawah dapat berupa:

- 1) Bahan dengan Pengikat (BP)

- a) stabilisasi semen (*Cement Treated Based*, CTB);
- b) beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*); atau



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

c) campuran beraspal.

2) Beton kurus (BK/*Lean Mix Concrete*).

Lapis fondasi bawah pada perkerasan beton semen perlu diperlebar sampai 400 mm di luar tepi perkerasan. Untuk tanah lunak dan tanah ekspansif, diperlukan pertimbangan khusus terkait jenis dan penentuan lebar lapisan fondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin terjadi. Pemasangan lapis fondasi dengan lebar sampai tepi luar jalan merupakan salah satu cara efektif untuk mereduksi efek negatif dari perilaku tanah lunak dan tanah ekspansif.

Beton kurus harus memiliki mutu sesuai dengan SNI 6388:2015 dan AASHTO M-155 serta SNI 1743:2008. Jika konstruksi hasil perencanaan rentan terhadap erosi, maka direkomendasikan tebal lapis fondasi beton kurus minimum 150 mm..

Perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji direkomendasikan untuk menggunakan campuran beton kurus sebagai lapis fondasi bawah. Tebal lapis fondasi bawah minimum yang disarankan adalah sekitar 100-150 mm (10-15 cm), sesuai dengan standar perencanaan perkerasan kaku. Tebal ini dapat dilihat lebih rinci pada referensi seperti Tabel 2.16 dan nilai CBR tanah dasar efektif dapat diperoleh dari Gambar 2.6 dalam pedoman perencanaan perkerasan beton semen.

Catatan : BP (Bahan Berpengikat) dan BK (Beton Kurus)

Tabel 2. 16 Tebal fondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen

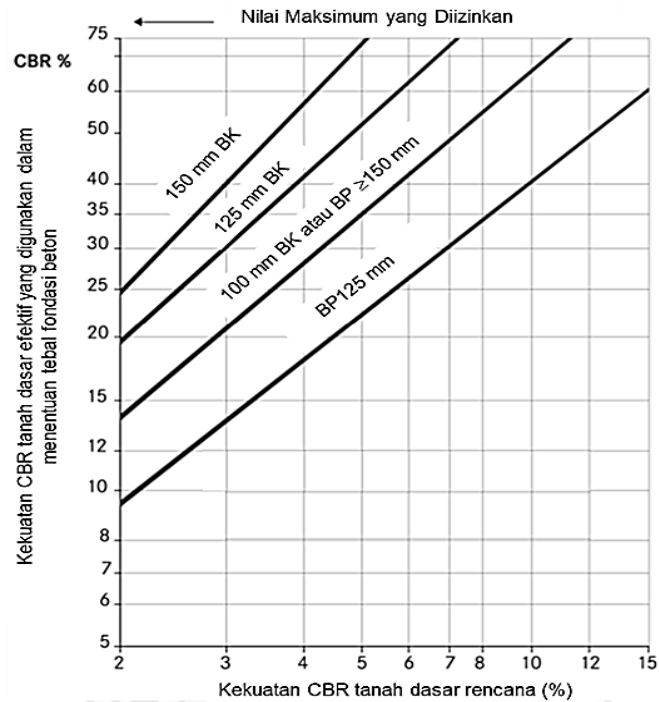
Lalu Lintas Desain (JSKN)	Jenis Lapis Fondasi
Sampai dengan 10^6	BP 125 mm
10^6 Sampai dengan 5×10^6	BK 100 mm atau BP 150 mm
5×10^6 Sampai dengan 1×10^7	BK 125 mm
Lebih dari 1×10^7	BK 150 mm

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)* 2024.

Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

Rakyat

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 6 CBR tanah dasar efektif dan tebal fondasi bawah
 Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*.
 Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

- a. Lapis fondasi bawah dengan bahan pengikat (*bound sub-base*)
 Lapis fondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat digunakan salah satu dari:
 1. Stabilisasi material berbutir (*Cement Treated Based*, CTB) harus mempunyai kuat tekan sebesar 3,5 – 4,5 MPa.
 2. Campuran beraspal bergradasi rapat (*dense-graded asphalt*).
 3. Campuran beton kurus padat giling yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm²).
- b. Lapis fondasi bawah dengan campuran beton kurus (*lean-mix concrete*)
 Campuran Beton Kurus (BK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 (dua puluh delapan) hari pada rentang 8 – 11 MPa.
- c. Lapis Pemecah Ikatan Fondasi Bawah dan Pelat
 Perencanaan ini didasarkan pada anggapan bahwa tidak ada ikatan antara pelat beton dengan lapis fondasi bawah di bawahnya. Lapis pemisah (*bond breaker*) dapat berupa lapisan membran kedap air dengan ketebalan minimal 125 mikron atau bahan lain yang berfungsi sebagai pemecah ikatan. Fungsi *bond breaker* ini adalah untuk



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

mencegah ikatan atau gesekan antara pelat beton dan lapis fondasi bawah, sehingga pelat beton dapat bergerak secara bebas sesuai dengan pergerakan alami tanpa menimbulkan retak yang tidak diinginkan. Koefisien gesek dari berbagai jenis lapis pemecah ikatan dapat dilihat pada Tabel 2.17 dalam pedoman perencanaan beton semen.

Tabel 2. 17 Nilai koefisien gesekan (μ)

No.	Lapis Pemecah Ikatan	Koefisien Gesekan (m)
1	Lapis resap ikat aspal diatas permukaan fondasi bawah	1,0
2	Laburan lilin (<i>paraffin</i>) tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon perawatan beton (<i>a chlorinated rubber curing compound</i>)	2,0

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)2024*.
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

c. Beton semen

Mutu beton semen harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexural strength) pada umur 28 hari yang diperoleh dari pengujian balok dengan pembebanan tiga titik menurut ASTM C-78. Nilai kuat tarik lentur minimum yang disyaratkan adalah sebesar 4,5 MPa. Kekuatan rencana beton dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik, dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²) terdekat untuk keperluan perencanaan dan pengujian.

Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-lentur beton harus dilakukan berdasarkan pengujian laboratorium dengan material yang digunakan pada proyek yang akan dikerjakan. Namun, bilamana belum tersedia dapat didekati dengan rumus berikut:

$$f_{cf}=K(fc')^{0,50} \text{ dalam Mpa} \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan:

fc' : Kuat tekan beton karakteristik 28 (dua puluh delapan) hari (kg/cm²)

f_{cf} : Kuat Tarik lentur beton 28 (dua puluh delapan) hari (kg/cm²)

K : Konstanta 0,75 (agregat pecah)

Kuat tarik lentur dapat juga ditentukan dari hasil uji kuat tarik belah beton yang dilakukan menurut SNI 2491:2014 sebagai berikut:

$$f_{ef}=1,37f_{cs} \text{ dalam Mpa} \dots\dots\dots 2.7$$



Keterangan:

fcs : Kuat tarik belah beton 28 (dua puluh delapan) hari

a. Bahu beton

Perbedaan kekuatan antara bahu dengan jalur lalu lintas dapat memengaruhi kinerja perkerasan secara keseluruhan. Oleh karena itu, bahu harus dibuat dari bahan yang sama dengan perkerasan beton semen untuk meningkatkan kinerja perkerasan.

Yang dimaksud dengan bahu beton semen adalah bahu yang dikunci dan diikat dengan lajur lalu lintas dengan lebar minimum 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu lintas selebar 0,60 m. Bahu ini juga dapat mencakup saluran dan kereb (*creb and gutter*). Fungsi bahu beton semen ini adalah untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan perkerasan di sisi jalan serta mendukung jalur lalu lintas utama agar kinerja perkerasan secara keseluruhan lebih baik.

b. Persyaratan Mutu Material Selain Mutu Beton

Bagan-2. 2 Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat

Jenis perkerasan	Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (<i>Jointed Plain Concrete Pavement</i>), beton semen bersambung dengan tulangan (JRCP), dan beton semen menerus dengan tulangan (CRCP).
Sambungan melintang	Harus dipotong dengan kedalaman seperempat sampai dengan sepertiga tebal beton. Dipasang ruji (<i>dowel</i>), berupa baja tulangan polos (BjTP 280), dengan jarak antar tulangan 300 mm, panjang dowel 450 mm, dan diameter dowel minimal seperdelapan tebal beton.
Sambungan memanjang	Dipasang batang pengikat (<i>tie bar</i>), berupa baja tulangan sirip (BjTS 420A), dengan jarak antar tulangan 600 mm, panjang <i>tie bar</i> 700 mm, dan diameter <i>tie bar</i> minimum 16 mm.
Bahu jalan	Dalam bentuk satu kesatuan dengan pelat beton lajur lalu lintas (monolit) dengan lebar minimum 600 mm atau dengan batang pengikat (<i>tie bar</i>) untuk lebar bahu jalan minimum 1500 mm dan harus menggunakan beton dengan kereb dan saluran beton (<i>creb and gutter</i>) kualitas yang sama dengan lajur utama.
Lapis fondasi	Lapis fondasi disesuaikan dengan point 2.4.5.3.
Lapis drainase	Lapis fondasi agregat kelas A yang berfungsi sebagai lapis drainase dengan tebal 200 mm untuk 2 lajur per arah dan untuk yang lebih dari 2 lajur per arah setebal 300 mm.
Lapis pemecah ikatan fondasi bawah dengan pelat (<i>base bond breaker</i>)	Berupa membran kedap air dengan tebal minimum 125 mikron khusus pada lapis fondasi berupa beton kurus.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Rasio dimensi slab beton (Panjang-Lebar)	Sekitar 1,25 (khusus untuk beton semen bersambung tanpa tulangan (<i>Jointed Plain Concrete Pavement</i>)).
--	---

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Tabel 2. 18 Ketebalan beton minimum

Jenis Perkerasan	Lalu Lintas Rencana		
	$1 \times 10^6 \leq \text{JSKN} < 1 \times 10^7$	$1 \times 10^7 \leq \text{JSKN} < 5 \times 10^7$	$\text{JSKN} \geq 5 \times 10^7$
JPCP	150 mm	200 mm	250 mm
JRCP	150 mm	180 mm	230 mm
CRCP	150 mm	180 mm	230 mm

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

c. Lalu lintas

Desain perkerasan kaku menggunakan Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) sebagai satuan beban lalu lintas, bukan nilai Equivalent Standard Axle (ESA). Lalu lintas dianalisis berdasarkan perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu kendaraan dengan menggunakan data dari dua tahun terakhir atau data terbaru. Pendekatan ini mempertimbangkan distribusi dan frekuensi kelompok sumbu kendaraan niaga selama umur jalan rencana untuk menentukan struktur perkerasan yang sesuai, sehingga desain perkerasan beton dapat lebih akurat terhadap beban lalu lintas sesungguhnya.

Tabel 2.6 dan Tabel 2.7 menyajikan data distribusi beban Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) per provinsi di Indonesia, yang dikembangkan dari studi penimbangan beban gandar kendaraan antara tahun 2015 hingga 2019. Dengan tersedianya data ini, desain perkerasan kaku dapat dilakukan menggunakan data yang lebih representatif sesuai kondisi lokal, baik untuk beban berlebih maupun beban normal (terkendali). Hal ini memungkinkan perencanaan perkerasan yang lebih akurat dan efisien terhadap karakteristik lalu lintas di masing-masing provinsi.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 5 (lima) jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

- a. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
- b. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
- c. Sumbu tandem roda tunggal (STdRT).
- d. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
- e. Sumbu *tridem* roda ganda (STrRG).
- f. Sumbu empat roda ganda (SQdRG).

Konfigurasi sumbu setiap kelas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.19.

Tabel 2. 19 Konfigurasi sumbu kendaraan

Kelas Kendaraan	JSKN	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
5B	2	1	1	-	-	-	-
6A	2	2	-	-	-	-	-
6B	2	1	1	-	-	-	-
7A1	2	-	1	1	-	-	-
7A2	2	1	-	-	1	-	-
7A3	2	-	-	1	1	-	-
7B1	4	1	3	-	-	-	-
7B2	4	-	3	1	-	-	-
7B3	4	1	2	-	1	-	-
7C1	3	1	1	-	1	-	-
7C2A	3	1	-	-	2	-	-
7C2B	3	1	1	-	-	1	-
7C3	3	1	-	-	1	1	-
7C4	3	1	-	-	1	-	1

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)* 2024. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Di Lindungi Undang-undang

Universitas Islam Indragiri

Semua roda yang dimaksud adalah roda ban konvensional. Pembebanan kumulatif pada perkerasan jalan selama periode waktu tertentu pada dasarnya adalah perhitungan setiap kelompok gandar yang melintasi perkerasan jalan selama periode waktu tersebut, bersama dengan jenis dan bebannya. Pembebanan kumulatif ini ditentukan oleh:

- jumlah kumulatif kelompok gandar yang melintasi perkerasan selama periode tersebut.
 - proporsi setiap jenis kelompok total gandar.
 - untuk setiap jenis kelompok gandar, distribusi frekuensi beban kelompok gandar.
- Gambaran umum prosedur untuk menentukan lalu lintas desain diantaranya:
- Menentukan umur rencana.
 - Menghitung jumlah rata-rata kendaraan harian.
 - Menghitung jumlah JSKN setiap jenis kendaraan berat harian.
 - Menghitung kumulatif jumlah JSKN pada jalur desain selama umur rencana menggunakan persamaan 2.8.

$$JSKN = (\sum LHR_{JK} \times JSKN_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots 2.8$$

Keterangan:

- LHR_{JK} : lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)
- $JSKN_{JK}$: Sumbu Total Kendaraan Niaga tiap jenis kendaraan niaga (Tabel 2.19)
- DD : Faktor distribusi arah
- DL : Faktor distribusi lajur (Tabel 2.4)
- $JSKN$: Jumlah Sumbu Total Kendaraan Niaga selama umur rencana
- R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

d. Reliabilitas

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (L_{sf}). Faktor keamanan beban ini digunakan sebesar 90% dengan nilai faktor keamanan beban (L_{SF}) untuk JPCP sebesar 1,2 dan CRCP sebesar 1,1.

Faktor Keamanan beban untuk perkerasan kaku pada bundaran harus memenuhi gaya radial atau sentris yang disalurkan ke roda luar sehingga nilai reliabilitas ditambah 0,3.

Desain Ketebalan Beton



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Dua hal yang perlu dipertimbangkan dalam membuat desain tebal perkerasan beton, diantaranya:

1. Retak lelah (*fatigue*) pada perkerasan.
 2. Erosi tanah dasar atau lapis fondasi bawah yang timbul akibat lendutan berulang pada sambungan dan retakan.
- a) Persamaan desain perkerasan kaku

1) Retak Lelah (*fatigue*)

Jumlah repetisi beban yang diizinkan (N_f) untuk nilai beban sumbu tertentu dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut :

$$\log_{10} N_f = \left(\frac{0,9719 - S_r}{0,0828} \right) \text{ jika } S_r > 0,55 \quad \dots\dots\dots 2.9$$

$$N_f = \left(\frac{4,258}{S_r - 0,4325} \right)^{3,268} \text{ jika } 0,45 \leq S_r \leq 0,55 \quad \dots\dots\dots 2.10$$

$$S_r = \frac{S_e}{0,944 f_{cf}} \left(\frac{P L_{SF}}{4,45 F_1} \right)^{0,94} \quad \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan:

- S_e : tegangan ekuivalen beton (MPa)
 f_{cf} : kuat lentur karakteristik desain pada umur beton 28 hari (MPa)
 P : beban kelompok sumbu (kN)
 L_{SF} : faktor *load safety*
 F_1 : 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT)
 : 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG)
 : 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT)
 : 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG)
 : 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG)
 : 72 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG)
 N_f : tak terhingga jika nilai S_r kurang dari 0,45

Tegangan ekuivalen (S_e) dan faktor erosi (F_3) didapatkan dari Persamaan 2.12. Koefisien a hingga j pada Persamaan 2.12 didapatkan dari Tabel 2.19 sampai Tabel 2.21:

$$S_e \text{ atau } F_3 = a + \frac{b}{D} + c \cdot \ln(E_f) + \frac{d}{D^2} + e \cdot [\ln(E_f)]^2 + f \cdot \frac{\ln(E_f)}{D} + \frac{g}{D^3} + h \cdot [\ln(E_f)]^3 + i \cdot \frac{[\ln(E_f)]^2}{D} + j \cdot \frac{\ln(E_f)}{D^2} \quad \dots\dots 2.12$$

Keterangan :

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j adalah koefisien pada Tabel 2.20 sampai Tabel 2.22.



D : tebal pelat beton (mm)

E_f : CBR Tanah Dasar Efektif (%)

2) Kerusakan erosi

Jumlah beban yang diizinkan (N_e) untuk nilai beban sumbu tertentu dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$\log_{10}(F_2 N_e) = 14,524 - 6,777 \left[\max \left(0 \text{ atau } \left(\frac{P L_{SF}}{4,45 F_4} \right)^2 \cdot \frac{10 F_3}{41,35} - 9,0 \right) \right]^{0,103} \quad \dots\dots\dots 2.13$$

Keterangan P dan L_{SF} sama dengan pada Persamaan 2.9 dan Persamaan 2.10.

F_2 : penyesuaian untuk efek pada sisi pelat

: 0,06 untuk pelat dengan bahu bukan beton

: 0,94 untuk pelat dengan bahu beton

F_3 : faktor erosi

F_4 : penyesuaian beban untuk erosi karena kelompok sumbu

: 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT)

: 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG)

: 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT)

: 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG)

: 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG)

: 54 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG)

Faktor erosi (F_3) didapatkan dari Persamaan 2.12 menggunakan koefisien a sampai j pada Tabel 2.20, Tabel 2.21, dan Tabel 2.22. Tidak ada batasan yang ditetapkan untuk input beban sumbu dan faktor keamanan beban sumbu yang digunakan pada Persamaan 2.9 dan Persamaan 2.12

Tabel 2. 20 Koefisien untuk prediksi tegangan ekuivalen (Se)

Koefisien	Dengan Bahu Beton			
	Jenis Kelompok Gandar			
	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
a	-0,051	0,330	0,088	-0,145
b	26,0	206,5	301,5	258,6
c	0,0899	-0,4684	-0,1846	0,0080
d	35.774	28.661	4.418	1.408



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Koefisien	Dengan Bahu Beton			
	Jenis Kelompok Gandar			
	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
e	-0,0376	0,1650	0,0939	0,0312
f	14,57	2,82	-59,93	-61,25
g	-861.548	-686.510	280.297	488.079
h	0,0031	-0,0186	-0,0128	-0,0058
i	1,3098	-1,9606	4,1791	4,7428
j	-4.009	-2.717	1.768	2.564

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Tabel 2. 21 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F3) untuk beton JPCP

Koefisien	Dengan Bahu Beton			
	Jenis Kelompok Gandar			
	STRT	STRG	STdRG & STdRT	STrRG & SQdRG
a	0,345	0,914	1,564	2,104
b	534,6	539,8	404,1	245,4
c	-0,1711	-0,1416	-0,1226	-0,2473
d	-44.908	-44.900	-32.024	-15.007
e	0,0347	0,0275	0,0256	0,0469
f	20,49	16,37	-9,79	8,86
g	1.676.710	1.654.590	1.150.280	518.916
h	-0,0038	-0,0032	-0,0052	-0,0075
i	-1,3829	-0,9584	2,1997	1,5517
j	-913	-765	469	-599



Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Tabel 2. 22 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F_3) untuk beton CRCP

Koefisien	Dengan Bahu Beton			
	Jenis Kelompok Gandar			
	STRT	STRG	STdRG & STdRT	STrRG & SQdRG
a	-0,184	0,440	0,952	1,65
b	602,3	609,8	544,9	359,4
c	-0,0085	-0,0484	-0,0404	-0,1765
d	-50.996	-52.519	-47.500	-28.901
e	-0,0122	0,0017	0,0179	0,0435
f	8,99	9,62	-31,54	-15,97
g	1.874.370	1.949.350	1.719.950	1.085.800
h	0,0008	-0,0007	-0,0051	-0,0084
i	-0,4759	-0,6314	3,3789	3,2908
j	-374	-326	1.675	758

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

b) Prosedur Desain Perkerasan Kaku

Prosedur desain tebal pelat beton mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji atau menerus dengan tulangan.
2. Tentukan jenis dan tebal fondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) selama umur rencana sesuai dengan Tabel 2.16 dan Tabel 2.19.
3. Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan fondasi bawah yang dipilih sesuai dengan Gambar 2.4.
4. Tentukan mutu beton yang dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) f_{cf} pada umur 28 hari.
5. Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (F_{KB}).
6. Tentukan tebal pelat beton minimum sesuai dengan Tabel 2.18.
7. Tentukan taksiran tebal pelat beton desain yang melebihi tebal pelat beton minimum.
8. Tentukan tegangan ekuivalen (S_e) dan faktor erosi (F_3) untuk STRT dari

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Universitas Islam Indragiri

Persamaan 2.9 hingga Persamaan 2.12.

9. Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}) untuk menentukan beban rencana per roda.
 10. Dengan faktor rasio tegangan dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk *fatigue* dari Persamaan 2.9 atau Persamaan 2.10 yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
 11. Hitung persentase dari repetisi *fatigue* yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
 12. Dengan menggunakan faktor erosi (S_e), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi dari Persamaan 2.13.
 13. Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
 14. Hitung jumlah total *fatigue* dengan menjumlah persentase *fatigue* dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
 15. Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 14 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
 16. Hitung jumlah total kerusakan akibat *fatigue* dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
 17. Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 16 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat *fatigue* dan atau erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.
- f. Perencanaan Tulangan

Tujuan utama penulangan adalah :

1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan.
2. Memungkinkan penggunaan pelat beton yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan. Tujuan utama penulangan adalah:

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
 4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

a) Tulangan pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan atau JPCP, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

Penerapan tulangan pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan umumnya dilaksanakan pada:

1. Pelat dengan bentuk tak lazim (*odd-shaped slabs*), Pelat disebut tidak lazim bila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25 atau bila pola sambungan pada pelat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.
2. Pelat dengan sambungan tidak sejajar (*mismatched joints*).
3. Pelat berlubang (*pits or structures*).

Tulangan pada perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
 Pada perkerasan semen bersambung dengan tulangan diperlukan tulangan dengan luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$A_s = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s} \dots\dots\dots 2.14$$

Keterangan:

- A_s : Luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat)
 f_s : Kuat tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya sebesar 0,6 kali tegangan leleh
 g : Percepatan gravitasi (m/detik^2)
 h : Tebal pelat beton (m)
 L : Jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)
 M : Berat per satuan volume pelat (kg/m^3)
 μ : Koefisien gesekan antara pelat beton dan fondasi bawah sebagaimana pada Tabel 2.17.

b) Tulangan pada perkerasan beton semen menerus dengan tulangan



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1. Penulangan memanjang

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton semen bertulang menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut:

$$P_s = \frac{100 \times f_{ct} \times (1,3 - 0,2\mu)}{f_y - n \times f_{ct}} \dots\dots\dots 2.15$$

Keterangan:

- P_s : Persentase persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%)
 f_{ct} : Kuat tarik langsung beton = (0,4-0,5 fcf) (kg/cm²)
 f_y : Tegangan leleh rencana baja (kg/cm²)
 n : Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya

Tabel 2. 23 Hubungan kuat tekan beton dan angka ekuivalen baja dan beton (n)

$f'c$ (kg/cm ²)	n
175-225	10
235-285	8
≥ 290	6

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Persentase minimum dari tulangan memanjang pada perkerasan beton menerus adalah 0,6% luas penampang beton. Jumlah optimum tulangan memanjang, perlu dipasang agar jarak dan lebar retakan dapat dikendalikan. Secara teoritis jarak antara retakan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut:

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \times p^2 \times u \times f_b (\epsilon_s \times E_c - f_{ct})} \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan:

- L_{cr} : jarak teroris antara retakan (cm)
 p : perbandingan luas tulangan memanjang dengan luas penampang beton
 u : perbandingan keliling terhadap luas tulangan = 4/d



- f_b : tegangan lekat antara tulangan dengan beton = $(1,97\sqrt{f'_c})/d$. (kg/cm^2)
- ϵ_s : koefisien susut beton = (400×10^{-6})
- f_{ct} : kuat tarik langsung beton = $(0,4-0,5 f_{cf})$ (kg/cm^2)
- n : angka ekuivalensi antara baja dan beton = (E_s/E_c)
- E_c : modulus elastisitas beton = $14.850\sqrt{f'_c}$ (kg/cm^2)
- E_s : modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$ (kg/cm^2)

Untuk menjamin agar didapat retakan-retakan yang halus dan jarak antara retakan yang optimum, maka:

1. Persentase tulangan dan perbandingan antara keliling dan luas tulangan harus besar.
2. Perlu menggunakan tulangan ulir (*deformed bars*) untuk memperoleh tegangan lekat yang lebih tinggi.

Jarak retakan teoritis yang dihitung dengan persamaan di atas harus memberikan hasil antara 150 dan 250 cm.

Jarak antar tulangan 100 mm-225 mm. Diameter batang tulangan memanjang berkisar antara 12 mm dan 20 mm.

2. Penulangan melintang

Luas tulangan melintang (A_s) yang diperlukan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung menggunakan Persamaan 2.14. Tulangan melintang direkomendasikan sebagai berikut:

- a) Diameter batang ulir tidak lebih kecil dari 12 mm.
- b) Jarak maksimum tulangan dari sumbu ke sumbu 75 cm.

3. Penempatan tulangan

Penulangan memanjang pada perkerasan beton semen harus ditempatkan pada kedalaman lebih besar dari 65 mm dari permukaan untuk tebal pelat ≤ 20 cm. Untuk tebal pelat > 20 cm penempatan tulangan memanjang di antara sepertiga hingga setengah tebal pelat dari permukaan. Tulangan arah memanjang dipasang di atas tulangan arah melintang.

Perencanaan Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk:

1. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan.
2. Pengaruh lenting (*curling/warping*) serta beban lalu lintas.



3. Memudahkan pelaksanaan.
4. Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain:

1. Sambungan memanjang.
2. Sambungan melintang.
3. Sambungan isolasi.

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

a) Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3-4 m.

Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU- 24 dan berdiameter 16 mm.

Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan 2.17 dan 2.18:

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots 2.17$$

$$l = (38,3 \times \phi) + 75 \dots\dots\dots 2.18$$

Keterangan:

A_t : Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2)

b : Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m)

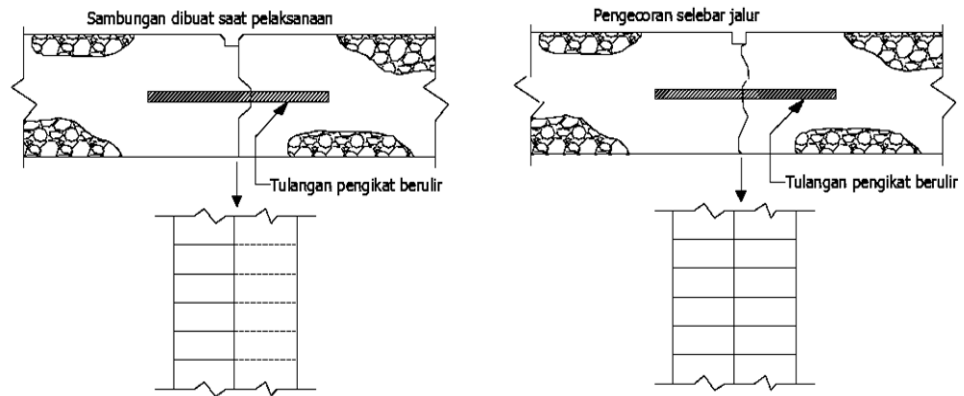
h : Tebal pelat (m)

l : Panjang batang pengikat (mm)

ϕ : Diameter batang pengikat yang dipilih (mm)

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 70 cm. Tipikal sambungan memanjang diperlihatkan pada Gambar 2.7.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

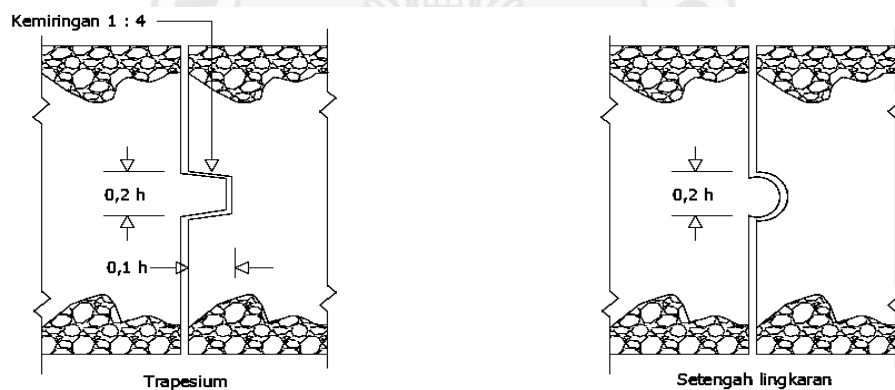


Gambar 2. 7 Tipikal sambungan memanjang

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

b) Sambungan pelaksanaan memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

Sebelum penghamparan pelat beton di sebelahnya, permukaan sambungan pelaksanaan harus dicat dengan aspal atau kapur tembok untuk mencegah terjadinya ikatan beton lama dengan yang baru.

4. Sambungan susut memanjang

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara ini, yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

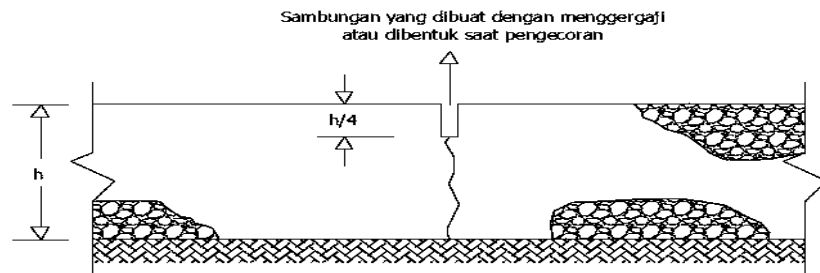
5. Sambungan susut dan sambungan pelaksanaan melintang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Ujung sambungan ini harus tegak lurus terhadap sumbu memanjang jalan dan tepi perkerasan. Untuk mengurangi beban dinamis, sambungan melintang harus dipasang dengan kemiringan 1:10 searah perputaran jarum jam.

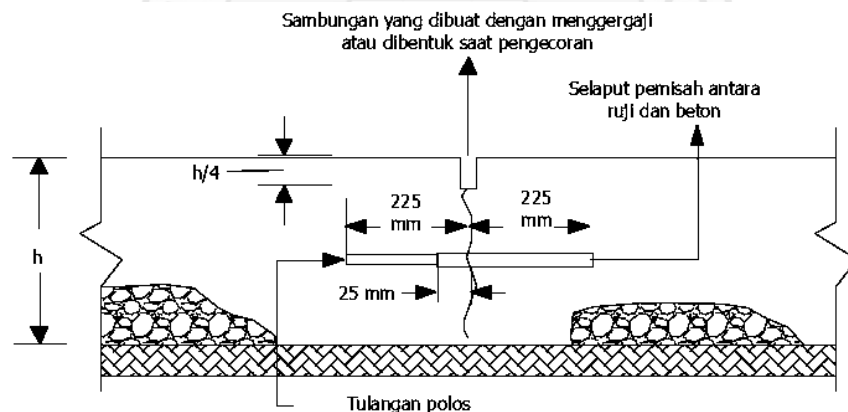
6. Sambungan susut melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



Gambar 2. 9 Sambungan susut melintang tanpa ruji

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan



Gambar 2. 10 Sambungan susut melintang dengan ruji

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8-15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut.



Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 2.23.

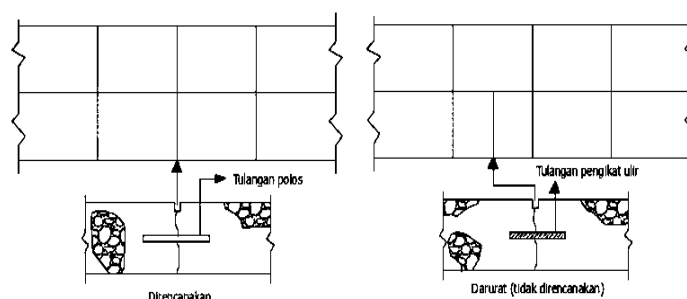
Tabel 2. 24 Diameter ruji

No	Tebal Pelat Beton, h (mm)	Diameter Ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36
6	$250 < h \leq 300$	38

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

7. Sambungan pelaksanaan melintang

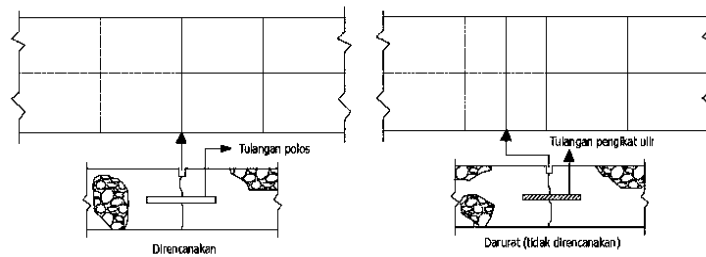
Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat) harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tebal pelat. Tipikal sambungan pelaksanaan melintang diperlihatkan pada Gambar 2.11 dan Gambar 2.12. Sambungan pelaksanaan tersebut di atas harus dilengkapi dengan batang pengikat berdiameter 16 mm, panjang 69 cm dan jarak 60 cm, untuk ketebalan pelat sampai 17 cm. Untuk ketebalan lebih dari 17 cm, ukuran batang pengikat berdiameter 20 mm, panjang 84 cm dan jarak 60 cm.



Gambar 2. 11 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

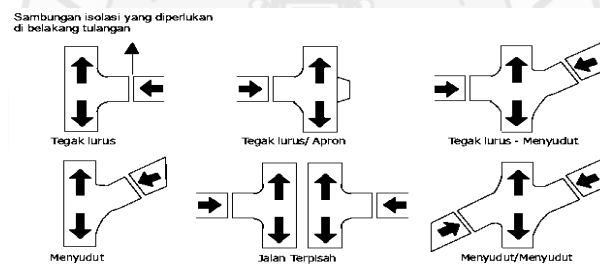


Gambar 2. 12 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

8. Sambungan isolasi

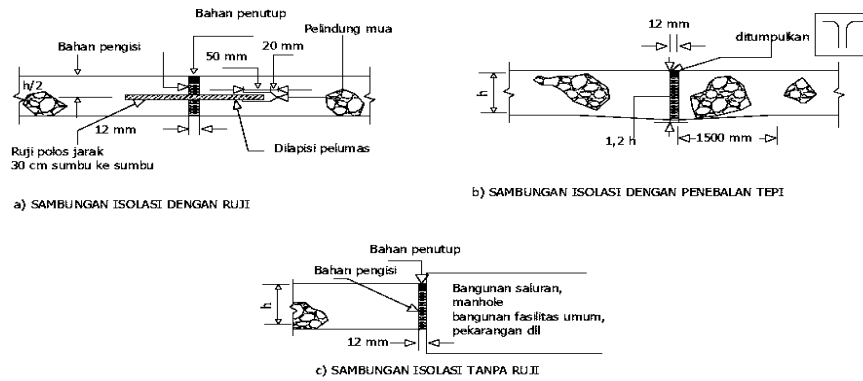
Sambungan isolasi memisahkan perkerasan dengan bangunan yang lain, misalnya manhole, jembatan, tiang listrik, jalan lama, persimpangan, dan lain sebagainya. Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi diperlihatkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi
Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan

Sambungan isolasi harus dilengkapi dengan bahan penutup (*joint sealer*) setebal 5-7 mm dan sisanya diisi dengan bahan pengisi (*joint filler*) sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.14.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

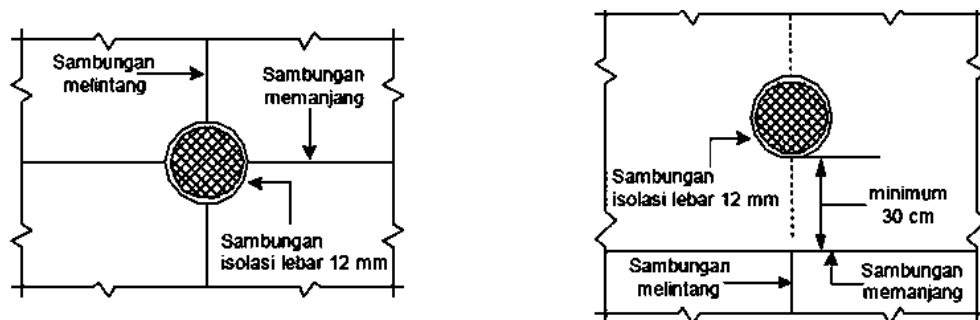


Gambar 2. 14 Sambungan isolasi
Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)* 2024.
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan

Sambungan isolasi yang digunakan pada bangunan lain, seperti jembatan perlu pemasangan ruji sebagai transfer beban. Pada ujung ruji harus dipasang pelindung muai agar ruji dapat bergerak bebas. Pelindung muai harus cukup panjang sehingga menutup ruji 50 mm dan masih mempunyai ruang bebas yang cukup dengan panjang minimum lebar sambungan isolasi ditambah 6 mm seperti diperlihatkan pada Gambar 2.14a. Ukuran ruji dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Sambungan isolasi pada persimpangan dan ram tidak perlu diberi ruji tetapi diberikan penebalan tepi untuk mereduksi tegangan. Setiap tepi sambungan ditebalkan 20% dari tebal perkerasan sepanjang 1,5 m seperti diperlihatkan pada Gambar 2.14b.

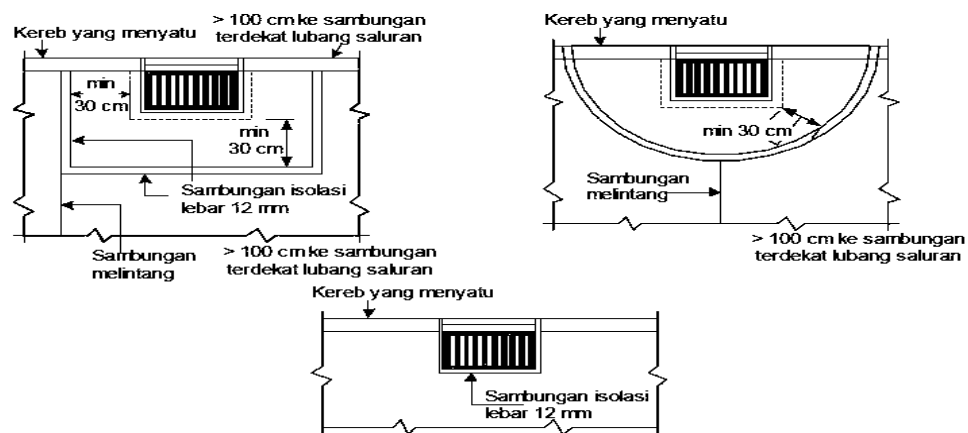
Sambungan isolasi yang digunakan pada lubang masuk ke saluran, *manhole*, tiang listrik, dan bangunan lain yang tidak memerlukan penebalan tepi dan ruji, ditempatkan di sekeliling bangunan tersebut sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.14c, Gambar 2.13, dan Gambar 2.16



Gambar 2. 15 Tampak atas penempatan sambungan isolasi pada *manhole*

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*.
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan



Gambar 2. 16 Tampak atas penempatan sambungan isolasi pada lubang masuk saluran
Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*.
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan

h. Pola Sambungan

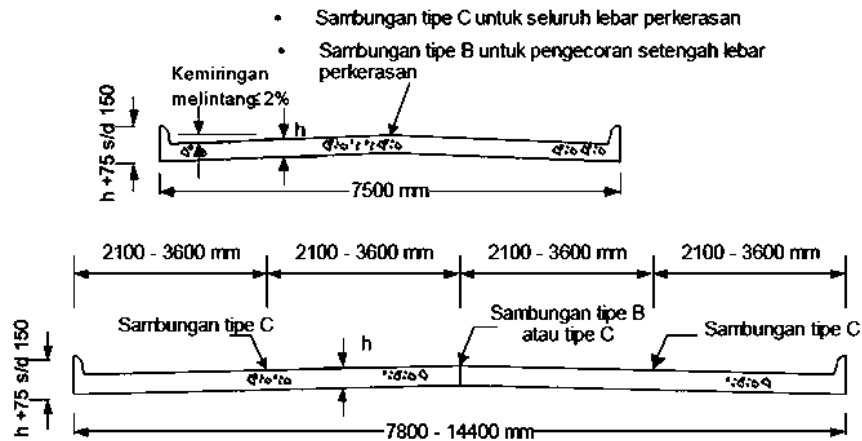
pola sambungan pada perkerasan beton semen harus mengikuti batasan-batasan sebagai berikut:

1. Hindari bentuk panel yang tidak teratur. Usahakan bentuk panel persegi mungkin. Perbandingan maksimum panjang panel terhadap lebar adalah 1,25.
2. Jarak maksimum sambungan memanjang 3-4 m.
3. Jarak sambungan melintang maksimum 5,0 m.
4. Semua sambungan susut harus menerus sampai kereb dan mempunyai kedalaman seperempat dan sepertiga dari tebal perkerasan.
5. Hindari bentuk panel yang tidak teratur. Usahakan bentuk panel persegi mungkin. Perbandingan maksimum panjang panel terhadap lebar adalah 1,25.
6. Jarak maksimum sambungan memanjang 3-4 m.
7. Jarak sambungan melintang maksimum 5,0 m.
8. Semua sambungan susut harus menerus sampai kereb dan mempunyai kedalaman seperempat dan sepertiga dari tebal perkerasan.
9. Perkerasan yang berdekatan dengan bangunan lain atau *manhole* harus ditebalkan 20% dari ketebalan normal dan berangsur-angsur berkurang sampai ketebalan normal sepanjang 1,5 m seperti diperlihatkan pada Gambar 2.14b.

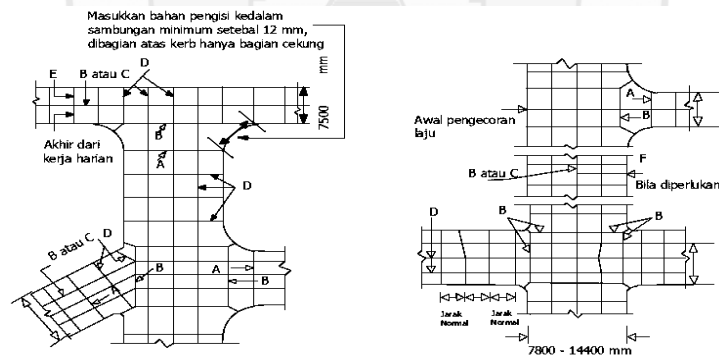
1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

10. Panel yang tidak persegi empat dan yang mengelilingi *manhole* harus diberi tulangan berbentuk anyaman sebesar 0,15% terhadap penampang beton semen dan dipasang 5 cm di bawah permukaan atas. Tulangan harus dihentikan 7,5 cm dari sambungan.

Tipikal pola sambungan diperlihatkan pada Gambar 2.17 dan Gambar 2.18.



Gambar 2. 17 Potongan melintang perkerasan dan lokasi sambungan
Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*.
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan



Gambar 2. 18 Detail potongan melintang sambungan perkerasan
Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*.
Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan
Keterangan Gambar 2.17 dan Gambar 2.18:

- A = Sambungan isolasi
- B = Sambungan pelaksanaan memanjang
- C = Sambungan susut memanjang
- D = Sambungan susut melintang
- E = Sambungan susut melintang yang direncanakan



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Hak Cipta Ditanggung Universitas Islam Indragiri

F = Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan

i. Penutup sambungan

Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan/atau benda lain ke dalam sambungan perkerasan. Benda-benda lain yang masuk ke dalam sambungan dapat menyebabkan kerusakan berupa gompal dan/atau pelat beton yang saling menekan ke atas (*blow up*).

2.5.5.4. Bagan perkerasan kaku untuk lalu lintas rendah

Berdasarkan SNI 8457:2017 dalam perencanaan teknis jalan beton untuk lalu lintas rendah yang meliputi persyaratan teknis tanah dasar, lapis fondasi bawah, beton kurus, beton semen, lalu lintas, dan sambungan. Rancangan jalan beton pada bab ini untuk melayani beban lalu lintas harian rata-rata kendaraan niaga (LHRN) kurang dari 500 kendaraan per hari dan beban lalu lintas kurang dari satu juta ESAL selama umur rencana 20 (dua puluh) tahun.

Dalam perencanaan teknis jalan beton untuk lalu lintas rendah ini, penentuan tebal jalan beton didasarkan pada kategori lalu lintas yang dinyatakan dalam lalu lintas rata-rata kendaraan niaga (LHRN). Yang termasuk jenis kendaraan niaga pada perencanaan ini adalah kendaraan angkutan barang, bus, truk sedang, dan truk berat dengan sumbu tunggal roda tunggal.

Jumlah kendaraan dengan beban MST (Muatan Sumbu Terberat) yang melewati ruas jalan ditentukan maksimal 10% LHRN. Apabila melebihi 10% LHRN, maka dipertimbangkan untuk menaikkan kategori LHRN ke kriteria jalan yang lebih tinggi. Penentuan tebal jalan beton yang tepat merupakan bagian penting dari desain jalan beton. Ketebalan jalan beton yang tidak memadai akan menyebabkan retak dan tidak tercapainya umur layanan.

Dengan mempertimbangkan aspek kemudahan perencanaan dan kemudahan pelaksanaan, desain perkerasan kaku untuk lalu lintas rendah dapat melihat pada Bagan Desain-2.3.

Bagan-2. 3 Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah

	Kriteria Jalan	
	Jalan lokal	Jalan kolektor
LHRN	<50	50-500
Beban MST ¹⁾	Maks. 5 Ton	Maks. 8 Ton



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

		Kriteria Jalan	
		Jalan lokal	Jalan kolektor
Tebal beton		150 mm	200 mm
Kuat lentur minimum, S_c		3,5 MPa	3,8 MPa
Tebal beton kurus ²⁾		100 mm	100 mm
Tebal lapis fondasi agregat	Tanah Dasar :		
	• $4\% \leq \text{CBR} < 6\%$	250 mm	250 mm
	• $\text{CBR} > 6\%$	150 mm	150 mm
Jarak sambungan melintang		4,0 m	4,0 m
Batang pengikat (tie bars)	Mutu Baja Min.	BjTS 30	BjTS 30
	Diameter, $\emptyset$	13 mm	16 mm
	Panjang, L	600 mm	700 mm
	Spasi, S	750 mm	750 mm
Ruji (dowel)	Mutu Baja Min.	Tanpa Ruji	BjTP 30
	Diameter, $\emptyset$		25 mm
	Panjang, L		450 mm
	Spasi, S		300 mm

Sumber : Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan

Catatan:

1. Jumlah kendaraan dengan Beban MST (Muatan Sumbu Terberat) yang melewati ruas jalan ditentukan maksimal 10% LHRN.
2. Beton kurus berfungsi sebagai lantai kerja dan tidak diperhitungkan dalam perhitungan kekuatan struktur (beton kurus, f_c' 8-10 MPa).

2.6. Tinjauan Terdahulu

Maharani, A. (2023). "Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pantai Prigi – Popoh Kab. Tulungagung". Jenis tebal perkerasan yang lebih efektif dan efisien jika dilihat dari beban operasional lalu lintas pada jalan raya Pantai Prigi – Popoh Kab. Tulungagung menggunakan metode Bina



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Marga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkerasan kaku lebih ekonomis untuk perkerasan jangka panjang.

Nurahmi, O. (2022). "Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung." Tebal perkerasan kaku dan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. Studi kasus dilakukan pada proyek pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung. Hasil analisis menunjukkan bahwa perkerasan kaku lebih menguntungkan dari segi ekonomi jalan raya.

Wahidaturrohman, K. (2021). "Perencanaan Tebal Perkerasan pada Ruas Jalan Tol Gempol – Pasuruan STA 13+900 sampai dengan STA 20+500 dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2024." Penelitian ini bertujuan untuk menghitung tebal perkerasan kaku dan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkerasan kaku memiliki nilai *discounted life-cycle cost* terendah, sehingga lebih ekonomis untuk diterapkan.

Aji, Z. A., & Susilo, E. (2023). "Analisis Perbandingan Tebal Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024." Studi ini membandingkan tebal perkerasan kaku dan lentur pada proyek jalan di Kawasan Industri Terpadu Batang. Hasil analisis menunjukkan bahwa perkerasan kaku lebih efisien dalam jangka panjang meskipun biaya awal lebih tinggi.

Irsan, E. T. (2023). "Perencanaan Perkerasan *Flexible* dan *Rigid Pavement* pada Jalan Raya Legok – Karawaci." Penelitian ini menganalisis perencanaan perkerasan lentur dan kaku pada Jalan Raya Legok – Karawaci yang sering dilalui kendaraan bertonase tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkerasan kaku lebih tahan terhadap beban lalu lintas berat dan kondisi tanah lunak.

Kriteria Teknis dalam Pengalokasian Dana Alokasi Khusus (DAK) Bidang Jalan Penelitian oleh Meriana et al. (2023) mengevaluasi indikator data teknis yang digunakan dalam perhitungan besaran indeks teknis untuk pengalokasian DAK infrastruktur jalan di Indonesia. Tujuh indikator yang dipertimbangkan meliputi:

- a. Kondisi jalan tidak mantap
- b. Kondisi jembatan
- c. Kinerja jalan



- d. Alokasi pemeliharaan rutin jalan
- e. Alokasi APBD belanja modal untuk penanganan jalan
- f. Nilai pelaporan e-monitoring DAK
- g. Nilai pelaporan dalam kebijakan satu peta/SHP

Hasil studi menunjukkan bahwa setiap indikator memiliki hubungan signifikan satu sama lain dan secara simultan mempengaruhi model yang dibentuk, dengan model terbaik yang dipilih adalah model Kjtm, model Aabmj, dan model Npe.

Perencanaan Jalan Peralihan di Area Politeknik Negeri Manado Tahulending et al. (2022) menekankan pentingnya perencanaan geometrik jalan yang menghasilkan infrastruktur aman, pelayanan lalu lintas nyaman, dan waktu tempuh efisien. Penelitian ini melakukan pemetaan menggunakan Total Station untuk menentukan jalan peralihan di sekitar kampus Politeknik Negeri Manado, dengan hasil panjang jalan 2.105 meter dan lebar badan jalan 6 meter serta saluran selebar 0,8 meter.

Perencanaan Infrastruktur Jalan di Daerah Kota Batu Danitza et al. (2024) menyoroti bahwa perancangan jalan raya harus mempertimbangkan volume lalu lintas, kondisi tanah, iklim, dan ketersediaan dana untuk perkerasan jalan. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Civil 3D* untuk perancangan geometri jalan hingga volume galian dan timbunan, dengan tujuan memastikan pembangunan jalan yang aman dan hemat biaya.

Prioritas Pembangunan Infrastruktur Jalan Menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* di Kabupaten Bireuen. Husni et al. (2023) mengidentifikasi kriteria prioritas dalam pembangunan infrastruktur jalan menggunakan metode AHP. Kriteria yang ditinjau meliputi panjang pembangunan, kondisi jalan, rencana anggaran, aksesibilitas, kependudukan, fasilitas sosial, dan sarana perekonomian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi jalan merupakan kriteria dominan yang perlu dipertimbangkan dalam pembangunan infrastruktur jalan di Kabupaten Bireuen.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.