

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Skripsi penelitian terdahulu adalah sebuah karya ilmiah yang harus disusun mahasiswa sebagai syarat kelulusan jenjang sarjana. Dalam lingkungan akademik, istilah lain yang sering digunakan untuk menyebut skripsi ini adalah tugas akhir, thesis, atau disertasi, tergantung pada kebijakan masing – masing institusi pendidikan. Skripsi ini bertujuan untuk merancang dan melaksanakan penelitian yang sesuai, merumuskan pertanyaan penelitian yang sesuai, merumuskan pertanyaan penelitian yang relevan, mengumpulkan serta menganalisis data, lalu menarik kesimpulan dan menjelaskan implikasi dari hasil penelitian tersebut.

Penelitian terdahulu bertujuan untuk membantu penulis dalam memperoleh perbandingan serta kajian yang dapat memperluas wawasan, memberikan inspirasi, dan mendukung teori yang digunakan dalam penelitian yang sedang dilakukan. Dalam proses ini, penulis mengacu pada berbagai sumber, seperti tugas akhir, jurnal, serta referensi lain yang berkaitan dengan analisis struktur bangunan. Berikut adalah beberapa penelitian yang sebelumnya telah merencanakan geometrik dan tebal perkerasan jalan kaku:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Hapid (2021) dengan judul penelitian “Perencanaan Geometrik dan Tebal Perkerasan *Rigid Pavement* Dengan Metode Bina Marga 04/SE/Db/2017 Di Ruas Jalan Raya Maja – Lebak Banten” Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana teknis perencanaan detail geometrik jalan dengan Metode Bina Marga Manual Pekerjaan Jalan 04/SE/Db/2017. Peran penelitian ini adalah pada pengambilan runtutan sub bab dan contoh pengerjaan perencanaan perkerasan kaku.
2. Penelitian yang disusun oleh Rizki Utami Putri (2022) dengan judul “Evaluasi Geometrik Pada Lengkung Horizontal (Tikungan) Dengan

Metode Bina Marga Pada Ruas Jalan Pauh – Sarolangun. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi geometrik ruas Pauh – Sarolangun menggunakan metode Bina Marga. Peran penelitian ini adalah pada pengambilan contoh pengerjaan evaluasi geometrik dan sub bab perencanaan trase optimal jalan.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Firdaus Girsang (2022) dengan judul “Analisa Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Studi Kasus Jalan KIM 4 Medan”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan perencanaan perkerasan kaku dengan Metode Bina Marga 2002 dan Metode AASHTO 1993 pada jalan Pulau Sapura 1 KIM 4 Medan. Peran penelitian ini adalah pada pengambilan kutipan deskripsi.
4. Penelitian yang disusun oleh Hidayah Ryiski (2022) dengan judul “Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura” Penelitian ini memiliki maksud untuk mengetahui perbandingan perencanaan tebal lapis perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 dan merencanakan tulangan serta membandingkan hasil perhitungan yang diperoleh di lapangan pada proyek pembangunan jalan tol Tebing Tinggi – Indrapura. Peran penelitian ini adalah pada contoh pengerjaan tebal perkerasan kaku dan kutipan deskripsi.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Rio Bramanda (2019) dengan judul “Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Pada Ruas Brigjen Sudiarto (Semarang)” Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya Mengetahui nilai ESA dan CESA menggunakan Metode MDPJ 2013, Mengetahui Nilai Modulus Reaksi Tanah Dasar menggunakan Metode AASHTO 1993, dan Mengetahui tebal slab menggunakan Nomogram Perkerasan Kaku berdasarkan metode AASHTO. Peran penelitian ini adalah pada contoh pengerjaan contoh pengerjaan tebal perkerasan kaku dan kutipan deskripsi.

6. Jurnal penelitian oleh Driarkara (2023) dengan judul “Evaluasi Geometrik Jalan Lintas Selatan Tambakmulyo – Wawar Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Gambar Detailed Engginering Design (DED) dan Gambar Hasil Pekerjaan (As Build Drawing)”. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya mengetahui evaluasi geometrik jalan ruas Tambakmulyo – Wawar, merencanakan gambar DED dan menghasilkan As Built Drawing secara umum yang telah sesuai dengan peratursn Bina Marga. Peran penelitian ini adalah pada contoh pengerjaan contoh pengerjaan evaluasi geometrik dan kutipan deskripsi.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Mooh Khoirul Anwar dkk (2018) dengan judul “Perencanaan Perkerasan Jalan Menggunakan Rigid Pavement Pada Jalan Raya Juwana – Pati”. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan meliputi: mengetahui kondisi jalan raya Juwana – Pati, mengetahui kapasitas jalan dan tebal perkerasan jalan dalam umur rencana 20 tahun, dan mengetahui hasil perhitungan pekerjaan dan menghitung RAB pekerjaan. Peran penelitian ini adalah pada contoh pengerjaan contoh pengerjaan tebal perkerasan kaku dan kutipan deskripsi.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Decha Julian Agustiono (2021) dengan judul “Perencanaan Geometrik Jalan dan Perkerasan Jalan Lentur Pada Jalan Sidodadi – Sanenrejo – Batas Banyuwangi di Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur”. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan alinyemen horizontal dan vertikal yang sesuai dengan peraturan yang berlaku dan melakukan perhitungan *cut and fill* Pada Ruas Jalan Sidodadi – Sanenrejo – Batas Banyuwangi. . Peran penelitian ini adalah pada contoh pengerjaan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal pada evaluasi geometrik.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyu Sigit Mardiansyah (2024) dengan judul “Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Akses JLS – Pantai Pudak Menggunakan Metode Bina Marga dengan Aplikasi

Autodesk Civil 3D”. Penelitian ini bertujuan untuk supaya penulis dapat lebih memahami secara mendalam tentang perencanaan geometrik dan perkerasan kaku dengan menggunakan aplikasi Autodesk Civil 3D. Peran penelitian ini adalah pada contoh pengerjaan evaluasi geometrik dan kutipan deskripsi.

10. Jurnal Penelitian oleh Maya Sari dkk (2021) dengan judul “Perencanaan Tebal Perkerasan kaku Jalan Tembilahan – Terusan Mas”. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada lokasi Jalan Tembilahan – Terusan guna; mengatasi permasalahan kondisi jalan yang selalu tergenang air sehingga menyebabkan aspal menjadi mudah rusak (berlubang atau bergelombang) jika terus dilalui kendaraan yang memiliki beban berat. Peran penelitian ini adalah pada contoh pengerjaan contoh pengerjaan tebal perkerasan kaku dan kutipan deskripsi.

2.2 Landasan Teori

Geometrik merupakan bagian dari perencanaan jalan yang ditekankan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke area pemukiman (Ircham dkk, 2020). Misalnya, ketika suatu tikungan memiliki radius yang terlalu tajam maka dapat membahayakan pengguna jalan, sementara lebar jalan yang sempit dan terbatas dapat mengakibatkan kemacetan disepanjang ruas jalan. Dengan perencanaan yang tepat, jalan dapat beroperasi secara maksimal dan menunjang mobilitas masyarakat. Perencanaan trase optimal jalan adalah proses penentuan jalur atau lintasan terbaik dari suatu jalan yang menghubungkan dua atau lebih titik lokasi dengan mempertimbangkan berbagai aspek teknis, ekonomi, lingkungan dan sosial. Tujuan dari perencanaan trase optimal adalah untuk mendapatkan jalur jalan yang efisien, aman, ekonomis serta memiliki dampak lingkungan dan sosial yang minimal.

Perencanaan konstruksi jalan raya memerlukan data-data perencanaan yang diantaranya data lalu lintas, data penyelidikan tanah, data topografi, data penyelidikan material dan data pendukung lainnya. Keseluruhan data ini sangat diperlukan dalam perencanaan suatu konstruksi jalan raya. Karena data ini memberikan gambaran yang realistis dilokasi ruas yang dibangun. Pada dasarnya, perkerasan jalan dibagi menjadi dua jenis, yaitu perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*). Dalam perencanaan ini, jenis yang digunakan adalah perkerasan kaku.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas jalan pada ruas Sidomulyo – Bakung. Aspek geometrik jalan, seperti tikungan dan lebar jalan, perlu direncanakan secara tepat untuk memastikan lalu lintas dapat bergerak dengan aman dan efisien, menghindari kondisi yang membahayakan pengguna jalan. Peningkatan jalan yang efektif harus mengintegrasikan perencanaan geometrik yang baik dengan pemilihan jenis perkerasan yang sesuai, seperti perkerasan kaku yang disebutkan dalam penjelasan diatas, untuk menjamin jalan dapat beroperasi secara maksimal dan tahan lama, serta mendukung mobilitas masyarakat.

2.3 Klasifikasi Jalan Raya

Klasifikasi jalan adalah faktor krusial yang pertama kali harus diidentifikasi sebelum melaksanakan perancangan jalan. Karena kriteria desain suatu rencana jalan yang telah ditentukan berasal dari standar desain oleh klasifikasi jalan rencana.

2.3.1 Menurut fungsinya, maka jalan diklasifikasikan dalam beberapa bagian (DPUPKP Kab.Kulonprogo, 2019) yaitu:

1.) Jalan Arteri

- a. Jalan arteri primer adalah jalan yang menjadi penghubung antar pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 60 km per jam, dan minimal lebar jalan 11 meter.
- b. Jalan arteri sekunder adalah jalan penghubung kawasan primer dengan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu ke kawasan sekunder kedua. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 30 km per jam, dan minimal lebar jalan 11 meter.

2.) Jalan Kolektor

- a. Jalan kolektor primer ialah penghubung berdaya guna antar pusat kegiatan nasional ke pusat kegiatan lokal. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 40 km per jam, dan minimal lebar jalan 9 meter.
- b. Jalan kolektor sekunder ialah penghubung kawasan sekunder kedua ke kawasan sekunder ketiga. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 20 km per jam, dan minimal lebar jalan 9 meter.

3.) Jalan Lokal

- a. Jalan lokal primer ialah penghubung berdaya guna antar pusat kegiatan nasional ke pusat kegiatan kegiatan. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 20 km per jam, dan minimal lebar jalan 7,5 meter.

- b. Jalan lokal sekunder ialah penghubung kawasan sekunder kedua ke kawasan sekunder ketiga. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 20 km per jam, dan minimal lebar jalan 9 meter.

4.) Jalan Lingkungan

- a. Jalan kolektor primer ialah penghubung berdaya guna antar pusat kegiatan ke pusat ke kawasan pedesaan. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 15 km per jam dan minimal lebar jalan 3,5 meter.
- b. Jalan lokal sekunder ialah penghubung antarpersil dalam kawasan di perkotaan. Rata rata rencana kecepatan terendahnya ialah 10 km per jam, dan minimal lebar jalan 3,5 s/d 6,5 meter tergantung mayoritas kendaraan yang mengaksesnya.

2.3.2 Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan selalu *linier* dengan kemampuan suatu jalan untuk menerima beban lalu lintas, pernyataan ini disajikan dalam Muatan Sumbu Terbesar (MST) dalam satuan ton. Berikut disajikan dalam Tabel 2.1 penjelasan tentang ketentuan yang berkaitan dengan klasifikasi jalan menurut fungsi jalan tersebut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (ton)
Arteri	I	➤ 10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	

(Sumber: Nuryoso, 2012,)

2.3.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Pengklasifikasian medan jalan menurut kondisi sebagian besar medan dalam posisi miring yang diukur dalam posisi tegak lurus terhadap garis kontur. Berikut disajikan pada Tabel 2.2 klasifikasi menurut medan untuk perencanaan geometrik:

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3 - 25
3.	Pegunungan	G	>25

(Sumber: Nuryoso, 2012)

2.4 Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Untuk perencanaan setiap kelompok diwakili oleh satu ukuran standart. Dan, ukuran kendaraan rencana untuk masing masing kelompok adalah ukuran terbesar yang mewakili kelompoknya. Berdasarkan dari bentuk, ukuran, dan daya dari kendaraan-kendaraan yang mempergunakan jalan kendaran-kendaraan tersebut dikelompokkan menjadi tiga kategori :

- A.) Kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang
- B.) Kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem dan bus besar 2 as
- C.) Kendaraan besar, diwakili oleh truk-semi-trailer

Disajikan pada Tabel 2.3 seperti berikut :

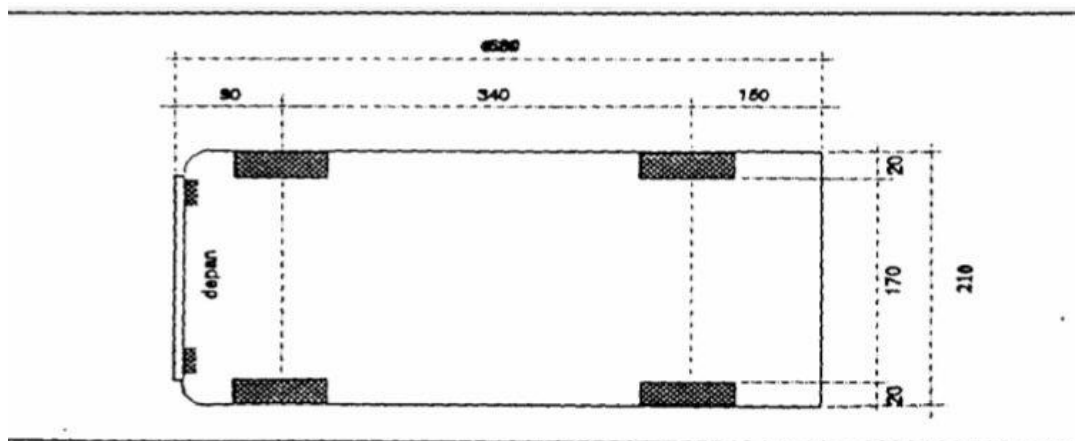
Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori Radius Putas	Dimensi Kendaraan			Tonjolan				Radius Tonjola n
	(cm)			(cm)				
	Tingg i	Leba r	Panjan g	Depa n	Belakan g	Mi n	Mak s	
Kendaraa n Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraa n Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraa n Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

(Sumber : Perencanaan Geometrik Jalan Agar Mencapai Kenyamanan dan Keamanan Bagi Penggunaan Jalan Sesuai Undang-Undang No.38 tahun 2012 Tentang Jalan)

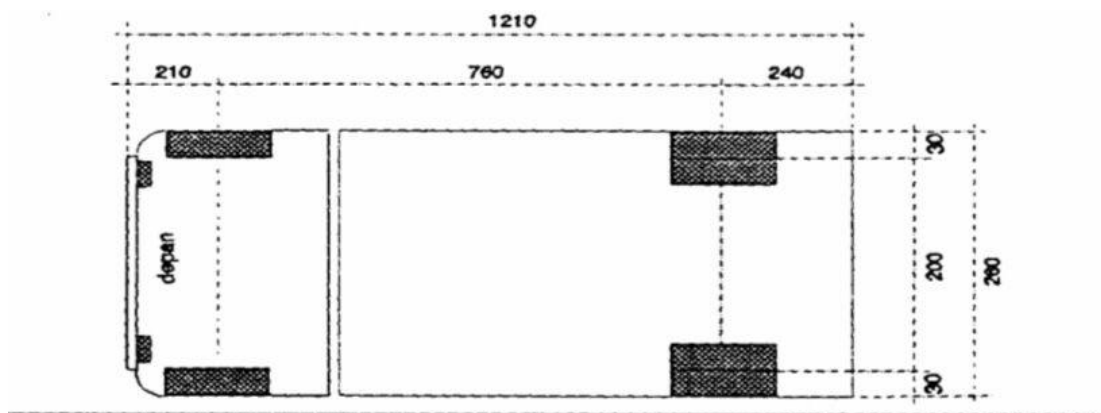
Dari Tabel diatas maka selanjutnya disajikan gambar-gambar kendaraan seperti yang dimaksud, berikut :

Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan Kecil



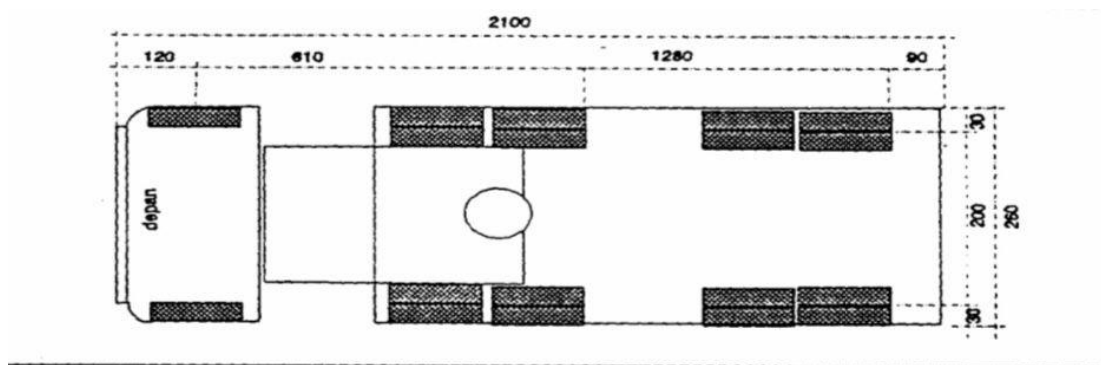
(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)

Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan Sedang



(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

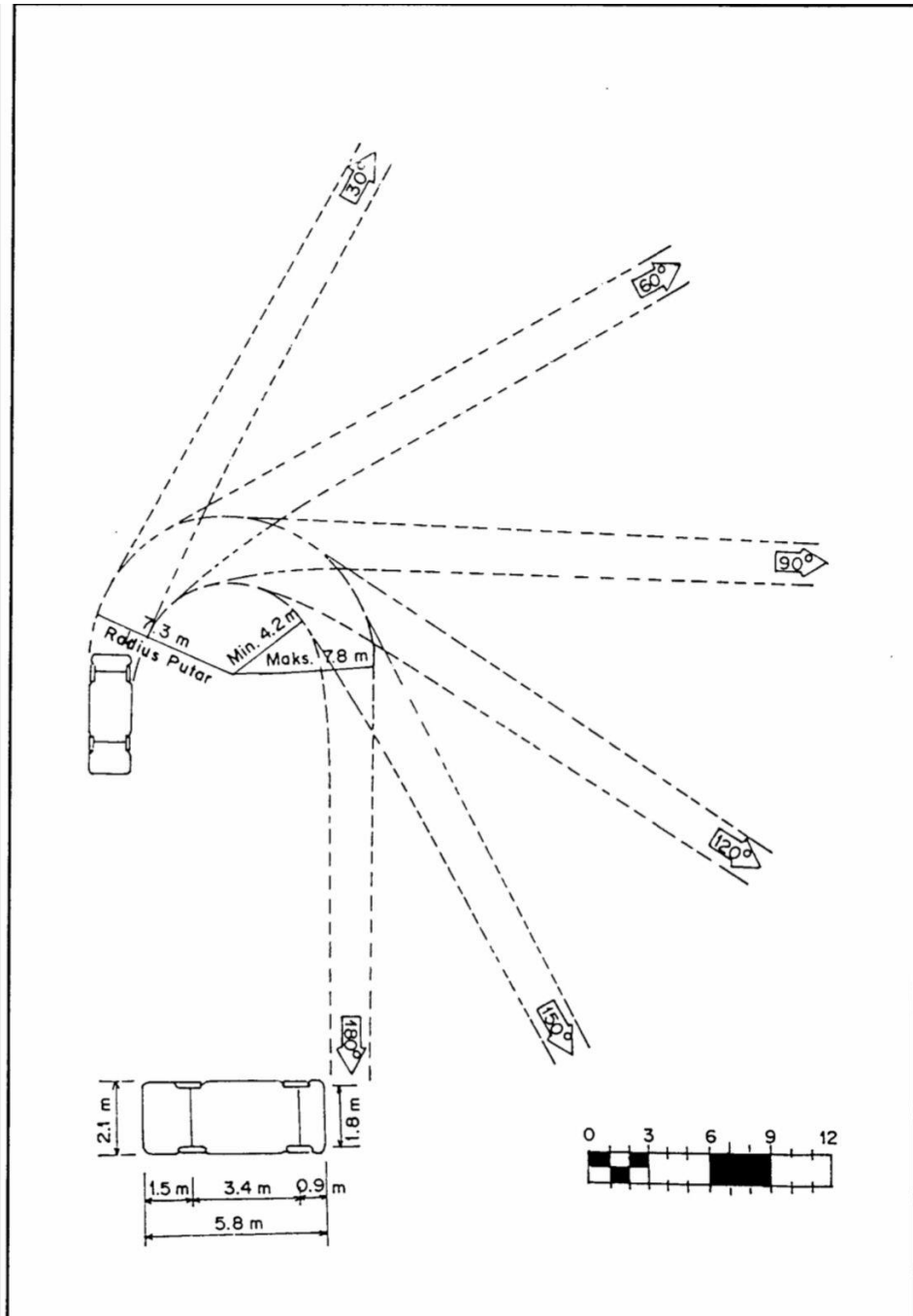
Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Besar



(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

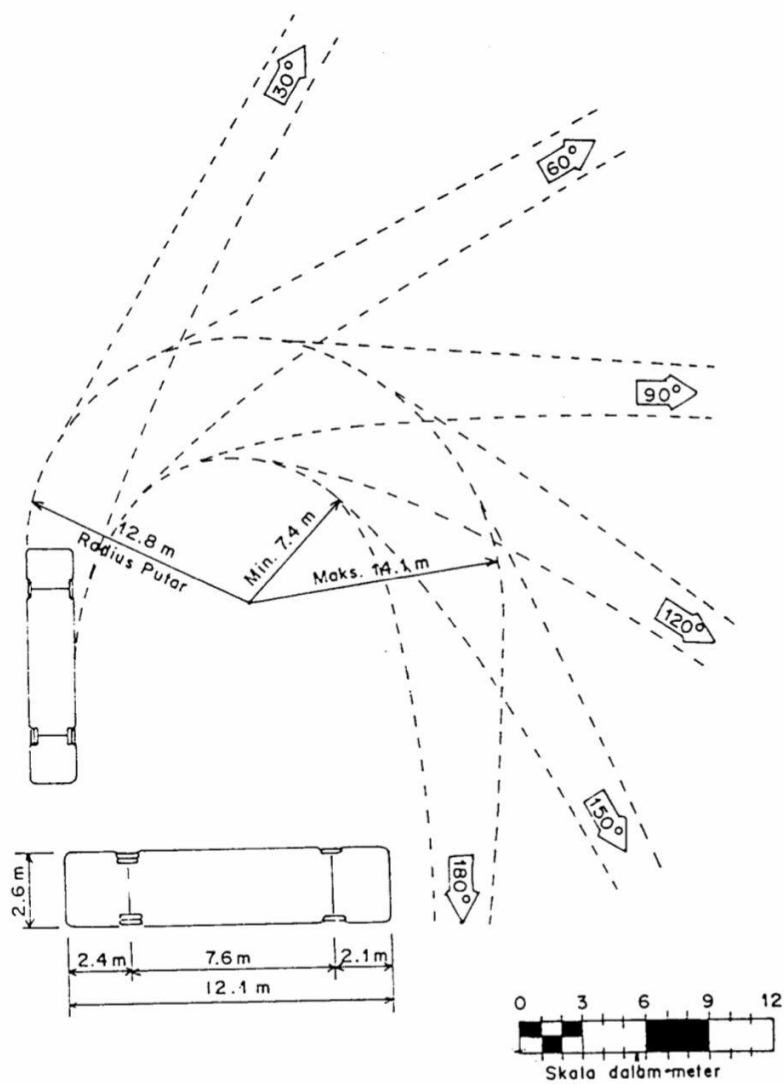
Gambar 2.4 sampai dengan 2.6 menyajikan radius putar dengan batasan maksimum dan minimum jarak putar dari berbagai sudut untuk setiap ukuran kendaraan:

Gambar 2.4 Jari – Jari Manuver Kendaraan Kecil



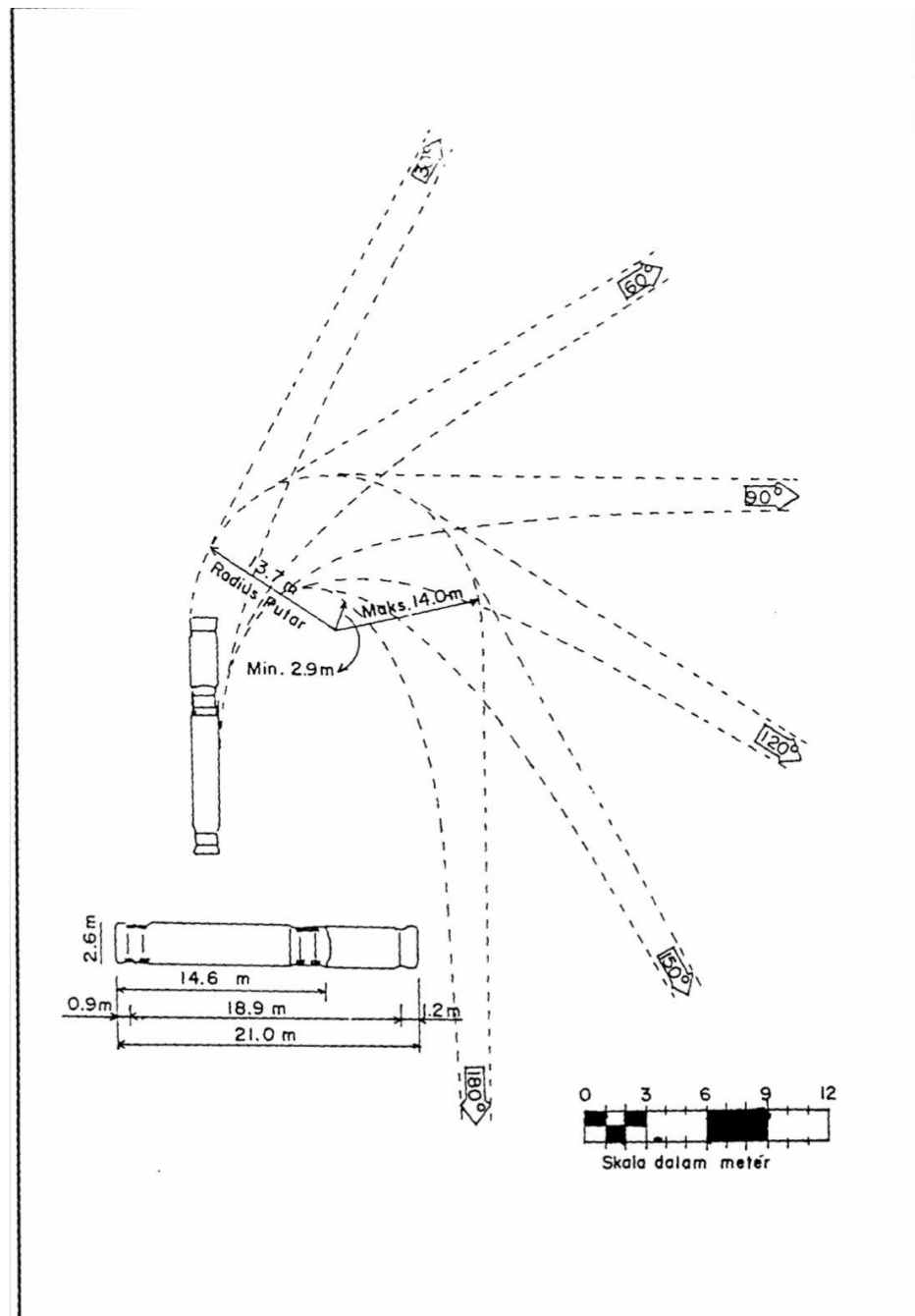
(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Gambar 2.5 Jari – Jari Manuver Kendaraan Sedang



(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Gambar 2.6 Jari- Jari Manuver Kendaraan Berat



(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

2.5 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (VR) pada suatu ruas jalan ialah pemilihan kecepatan yang dijadikan dasar perencanaan geometrik jalan yang memberikan kemungkinan kendaraan bergerak secara aman dan nyaman didalam situasi cuaca yang cerah, lalu lintas yang efisien dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Berikut Tabel 2.4 yang menyajikan masing masing fungsi jalan, dapat ditetapkan sebagai berikut :

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana (VR), sesuai klasifikasi

Fungsi	Kecepatan Rencana, VR (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 - 70
Kolektor	60 – 90	50 – 90	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

(Sumber : Tata Cara Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

2.6 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Satuan Mobil Penumpang (SMP) adalah satuan yang digunakan untuk mengukur arus lalu lintas, dimana berbagai jenis kendaraan ringan disetarakan dengan mobil penumpang menggunakan nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP). EMP berfungsi sebagai indikator yang menunjukkan perbedaan jenis kendaraan dibandingkan kendaraan ringan, terutama terkait pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas.

Tabel 2.5 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

No	Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan dan Jeep	1,0	1,0
2	Pick Up, Bus Kecil, Truk Kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3	Bus dan Truk Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

2.7 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tiap satuan waktu. Pada umumnya kendaraan ruas jalan terdiri dari berbagai komposisi kendaraan, sehingga volume lalu lintas menjadi lebih praktis jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standar (Sofiana, 2024). Dalam satuan SMP volume lalu lintas dinyatakan besar jumlahnya dengan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) yang melewati ruas tersebut. Berikut Tabel 2.6 menunjukkan klasifikasi ruas jalan tersebut sebagai berikut:

Tabel 2.6 Klasifikasi Kelas Jalan

No	Fungsi	Kelas	Lalu Lintas Harian Rata –rata (SMP)
1	Arteri	I	>20.000
2	Kolektor	IIA	6.000 – 20.000
		IIB	1.500 – 8000
		IIC	<2000
3	Lokal	III	-

(Sumber: Departemen PU, Ditjen Bina Marga 1997)

2.7.1 Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan adalah jumlah lalu-lintas kendaraan rata rata yang melewati satu jalur selama 24 jam dan diperoleh data selama satu tahun penuh.

Rumus umum:

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satuan tahun}}{365} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

LHRT = lalu lintas harian rata rata tahunan

365 jumlah hari dalam satu tahun

2.7.2 Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu lintas Harian Rata-rata adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata rata yang melewat satu titik pengamatan terbagi dalam berapa lama pengamatan itu sendiri.

Rumus umum:

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satuan tahun}}{\text{Lamanya pengamatan}} \dots\dots\dots (2.2)$$

2.8 Data Peta Topografi

Proses pemetaan topografi sendiri adalah proses pemetaan yang pengukurannya langsung dilakukan di permukaan bumi dengan peralatan survei teritis (Sulistyo dkk, 2022). Hasil pengukuran pemetaan selanjutnya digunakan guna perencanaan geometrik. Pelaksanaan pengukuran peta topografi tersebut dilaksanakan di sepanjang trase jalan dengan pengadaan penambahan dan pengukuran detail pada tempat-tempat yang membutuhkan realiyemen dan tempat-tempat persilangan dengan sungai atau jalan lainnya, sehingga terdapat kemungkinan mendapatkan trase jalan yang sesuai standart. Pekerjaan ini terdiri dari beberapa fase kegiatan yaitu:

- 1.) Kegiatan merintis guna pengukuran
- 2.) Kegiatan pengukuran ada berapa fase yaitu:
 - A.) Menentukan titik kontrol vertikal dan horizontal pada setiap 100 m rencana jalan.
 - B.) Menentukan situasi lebar kanan kiri dari jalanyang dimaksud dan penyebutan tata guna trase jalan.
 - C.) Menentukan pengukuran penampang melintang dan memanjang
 - D.) Menghitung perencanaan desain jalan dan penggambaran pada topografi

2.9 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai kualitas suatu ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas yang melintas. Tingkat pelayanan (*Level of service*) merupakan besarnya arus lalu lintas yang dapat dilewatkan oleh segman tertentu dalam mempertahankan tingkat kecepatan atau derajat kejenuhan tertentu. Hubungan antara kecepatan dan volume jalan perlu diketahui karena kecepatan dan volume merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat pelayanan jalan.

Rumus Perhitungan Tingkat Pelayanan Jalan / LOS (Level Of Service) ::

$$LOS = \frac{V}{C} \dots\dots\dots (2.3)$$

Kualitas pelayanan jalan dapat dinyatakan dalam tingkat pelayanan jalan (*Level Of Service / LOS*)

Dalam perencanaan jalan dinyatakan dengan huruf A sampai dengan F yang berturut turut menyatakan tingkat pelayanan yang terbaik sampai yang terburuk. Berikut disajikan karakteristik tingkat pelayanan pada Tabel 2.7 :

Tabel 2.7 Karakteristik Tingkat Pelayanan

Klasifikasi Tingkat Pelayanan	Keterangan
A	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.
B	Arus stabil, kecepatan seikit terbatas oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan kota.
C	Mendekati arus stabil, kecepatan rendah.
D	Arus tidak stabil, kecepatan rendah yang berbeda beda, volume mendekati kapasitas.
E	Arus tidak stabil, kecepatan rendah yang berbeda beda, volume mendekati kapasitas.
F	Arus yang terhambat, kecepatan rendah volume di bawah kapasitas, banyak berhenti.

(Sumber: Marlok, 2021)

2.10 Data Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah (*soil investigation*) merupakan langkah paling awal dalam suatu kegiatan proyek, yang berkaitan dengan perencanaan suatu bangunan bawah (struktur bawah). Kegiatan ini diharapkan memberikan informasi tentang kondisi tanah, jenis tanah, dan sifat sifat tanah untuk perencanaan pondasi (Ria dkk 2022). Penyelidikan data tanah ini bisa didapat melalui survey lapangan atau pemeriksaan data di laboratorium.

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR dengan mengetahui kuat hambatan campuran tanah terhadap penetrasi kadar air optimum. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian CBR laboratorium dengan rendaman (*soaked design*

CBR) (Richard Wempie dkk 2019). Pengambilan data CBR dilaksanakan disepanjang jalan rencana yang berinterval 200 meter dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). DCP bertujuan untuk mengetahui hambatan atau perlawanan tanah terhadap penetrasi di lapangan yang bekerja secara dinamis (Richard Wempie dkk 2019).

Nilai CBR dapat ditentukan menggunakan 2 cara, yaitu analisis dan grafis.

2.10.1 Analisis

Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$CBR_{\text{segmen}} = (CBR_{\text{Rata}} - CBR_{\text{Min}}) / R \dots \dots \dots (2.4)$$

Nilai R menyesuaikan dari jumlah pada data yang terletak dalam satu segmen, disajikan dalam Tabel 2.7 seperti berikut :

Tabel 2.8 Nilai R untuk perhitungan CBR Segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,57
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

(Sumber: Sukirman 2021)

2.10.2 Grafis

Untuk menggunakan cara grafis dilakukan dengan cara pendekatan nilai CBR pada kepadatan yang diinginkan dengan melakukan tiga percobaan sampel pengujian CBR dengan masing masing energi pemadapan pada timbukan 10 kali untuk sampel pertama dan di uji CBRnya selanjutnya sampel ketiga dengan 56 kali tumbukan untuk di uji juga nilai CBRnya. Selanjutnya, diplot dalam bentuk grafik yang disandingkan dengan hasil

pengujian pemadatan. Untuk di ketahui berapa nilai CBR pada kepadatan tersebut (Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil, 2022).

2.11 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi, sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, maka pengemudi dapat melakukan sesuatu tindakan untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang dapat dimanfaatkan pula dalam perencanaan penempatan rambu lalu lintas dan marka jalan, baik secara geometrik maupun kondisi lingkungan yang kurang memenuhi persyaratan (Perancangan Geometrik Jalan, 2017).

Jarak Pandang terdiri dari :

2.11.1 Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak Henti terdiri dari dua elemen jarak, yaitu:

1. Jarak Tanggap (Jht)

Adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem

2. Jarak Pengereman (Jhr)

Adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak Pandang Henti

Berikut rumusnya:

$$J_h = J_{ht} + J_{hr}$$

$$J_h = \left(J_{ht} = \frac{V^2}{3,6} T \right) + \left(J_{hr} = \frac{\left(\frac{VR}{3,6} \right)^2}{2 \cdot g \cdot f_p} \right) \dots \dots \dots (2.5)$$

V_2 = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det²

f_p = koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,28 – 0,45 (menurut AASHTO), f_p akan mengecil jika kecepatan (V_R) semakin tinggi dan sebaliknya (menurut Bina Marga, $f_p = 0,35 - 0,55$)

Berikut disajikan Tabel 2.8 dan 2.9 yang menjelaskan tentang jarak pandang berhenti minimum di setiap klasifikasi :

Tabel 2.9 *Jh Minimum Untuk Jalan Antar Kota*

V_R km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh min (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

(Sumber: Perancangan Geometrik Jalan, 2017)

Tabel 2.10 *Jh Minimum Untuk Jalan Perkotaan*

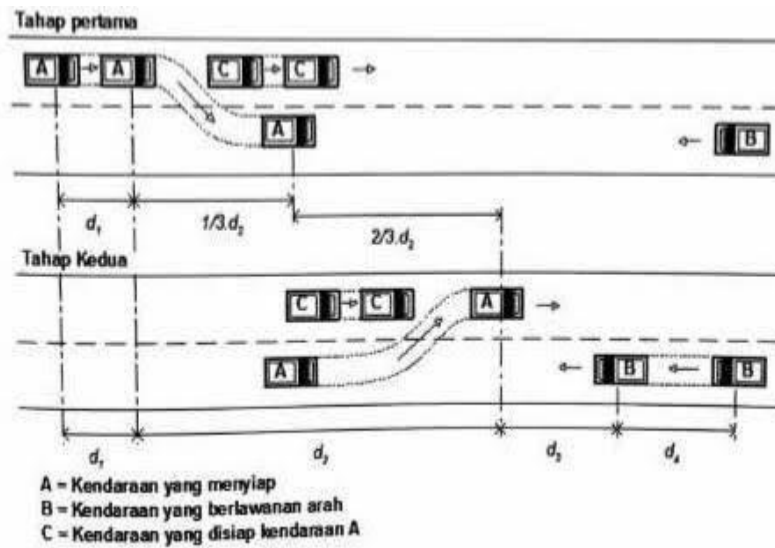
V_R km/jam	100	80	60	50	40	40	30	20
Jh min (m)	165	110	75	55	40	40	30	20

(Sumber: Perancangan Geometrik Jalan, 2017)

A.) Jarak Pandang Mendahului (J_d)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke jalur semula (Roby dkk, 2017). J_d diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm.

Gambar 2.7 Jarak Pandangan Menyiap Untuk 2 Lajur Arah



(Sumber : Karoeboko,2022)

1. Jarak pandang mendahului (Jd)

Rumusnya sebagai berikut:

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.6)$$

d_1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

d_2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

d_3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)

d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan (m)

Berikut disajikan Tabel 2.10 dan 2.11 yang menjelaskan tentang jarak pandang mendahului minimum di setiap klasifikasi :

Tabel 2.11 Panjang *Jd* Untuk Jalan Antar Kota

V_R km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
<i>Jd</i> (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

(Sumber: Perancangan Geometrik Jalan, 2017)

Tabel 2.12 Panjang *Jd* Untuk Jalan Perkotaan

V_R km/jam	80	60	50	40	30	20
<i>Jd</i> standart (m)	550	350	250	200	150	100
<i>Jd</i> min (m)	350	250	200	150	100	70

(Sumber: Perancangan Geometrik Jalan, 2017)

2.12 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal jalan umumnya berupa serangkaian bagian bagian jalan yang lurus dan melengkung berbentuk busur lingkaran, dan yang dihubungkan oleh lengkung peralihan (Milla dkk, 2024). *Alinyemen* ini terdiri dari segmen lurus dan segmen lengkung, yang juga dikenal sebagai tikungan. Perencanaan geometrik pada bagian lengkung bertujuan untuk menyesuaikan gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat melaju dengan kecepatan rencana (V_R) pada tikungan. Gaya sentrifugal bekerja tegak lurus terhadap arah laju kendaraan dan dapat menimbulkan rasa tidak nyaman bagi pengemudi.

Berikut beberapa hal yang harus diperhatikan di dalam perencanaan tikungan *alinyemen* horizontal adalah :

2.12.1 Superelevasi (e)

Superelevasi adalah kemiringan melintang pada tikungan horizontal jalan yang diberikan agar komponen gaya berat kendaraan dapat menyeimbangkan gaya sentrifugal. Besar superelevasi maksimum yang diizinkan pada suatu jalan dipengaruhi oleh beberapa kondisi.

- 1.) Keadaan cuaca, seperti turun hujan dan berkabut, superelevasi maksimumnya lebih rendah daripada jalan yang berada di daerah yang selalu bercuaca baik.
- 2.) Keadaan medan, seperti datar, berbukit atau pegunungan. Di daerah datar, superelevasi maksimumnya yang dipilih lebih ditentukan padatingkat kesukaran dalam pelaksanaan pembuatan jalan.

2.12.2 Jari-jari tikungan

Tikungan jalan terdiri dari lingkaran dan lengkung peralihan. Penentuan ukuran bagian-bagian tikungan didasarkan pada keseimbangan gaya yang bekerja pada kendaraan yang melintasi tikungan tersebut. Di dalam perancangan geometrik jalan, ketajaman lengkung horizontal dapat dinyatakan dalam jari jari lengkung (R) atau dalam derajat lengkung (D). Besarnya jari-jari minimum (R_{min}) lengkung pada alinyemen horizontal dapat dicari dengan rumus:

$$R_{min} = \frac{(V^2)}{127 (E_{max} + F_{max})} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

R_{min}	= jari-jari tikungan minimum (m)
VR	= kecepatan rencana (km/jam)
E_{max}	= superelevasi maksimum (%)
F_{max}	= koefisien gesek maksimum untuk perkerasan aspal ($f_{max} = 0,24$)

$$\text{Untuk } VR < 80 \text{ km/jam } f_m = -0,00065 * VR + 0,192$$

Untuk $VR > 80 \text{ km/jam}$ $f_m = -0,00125 * VR + 0,24$

Besarnya jari jari yang digunakan untuk merencanakan (R_c) harus lebih besar atau minimal sama dengan jari jari minimum ($R_c \geq R_{min}$).

2.12.3 Lengkung peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung transisi pada *alinyemen* horizontal dan sebagai pengantar dari kondisi lurus ke lengkung penuh secara berangsur-angsur. Pada lengkung peralihan, perubahan kecepatan dapat terjadi secara berangsur – angsur serta memberikan kemungkinan untuk mengatur pencapaian kemiringan (perubahan kemiringan melintang secara berangsur-angsur).

2.12.4 Jenis Lengkung Horizontal

Dalam perencanaan tikungan, terdapat dua jenis lengkung dasar yang umum digunakan, yaitu lengkung lingkaran (*circle*) dan lengkung spiral. Lengkung spiral sering dimanfaatkan sebagai lengkung peralihan. Penggunaan kedua lengkung disesuaikan dengan kebutuhan dan persyaratan teknis, untuk itu dikenal beberapa bentuk tikungan yang digunakan dalam perancangan, yaitu:

- A.) Lingkaran (Full Circle = FC)
 - B.) Spiral – Lingkaran – Spiral (Spiral – Circle – Spiral = S-C-S)
 - C.) Spiral – Spiral (S-S)
1. Lingkaran (Full Circle = FC)

Tikungan jenis Full Circle (FC) merupakan segmen lengkung yang hanya terdiri dari bagian lingkaran murni tanpa transisi. Meskipun ideal dari segi keamanan dan kenyamanan bagi pengendara dan kendaraan, lengkung ini umumnya diaplikasikan pada tikungan dengan jari – jari besar dan sudut tangen yang relative kecil. Namun, jika ditinjau dari aspek penggunaan lahan konstruksi, tikungan FC ini menjadi pilihan yang mahal karena membutuhkan ruang yang lebih besar dan biaya pembangunan yang tinggi. Oleh karena itu, tikungan Full – Circle yang biasanya hanya direkomendasikan pada tikungan ini akan memerlukan superelevasi yang besar untuk mencegah

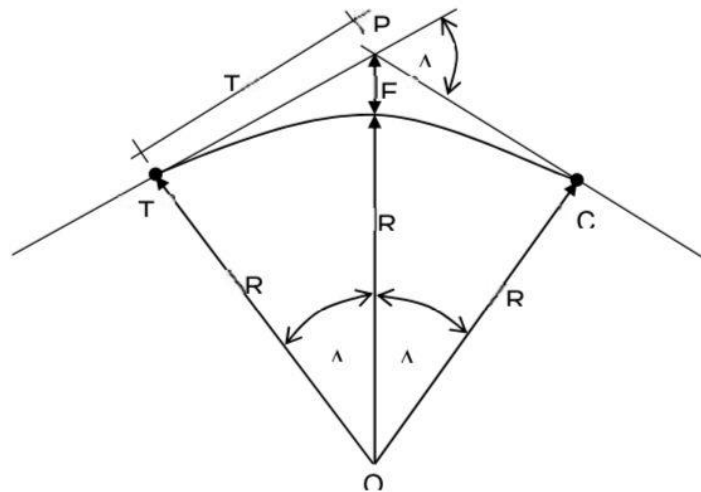
patahan, yang tentunya akan menambah kompleksitas dan biaya konstruksi. Adapun rumus rumus yang digunakan dalam perhitungan tikungan Full Circle adalah sebagai berikut:

$$T_c = R_c \operatorname{Tg} \frac{1}{2} \Delta$$

$$E_c = R_c \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta \frac{R}{\cos(\frac{1}{2} \Delta)}$$

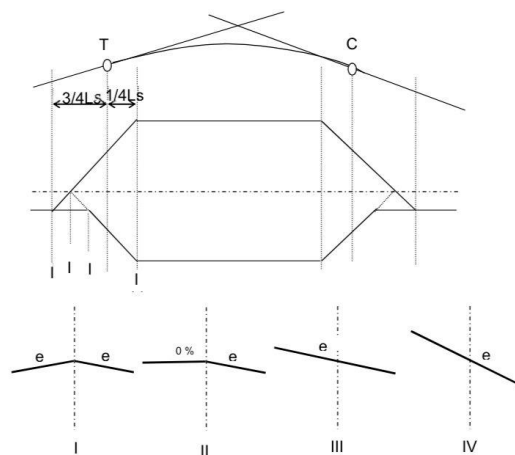
$$L_c = \frac{\Delta n}{100} R_c$$

Gambar 2.8 Lengkung Full – Circle



(Sumber: Politeknik Negeri Sriwijaya)

Gambar 2.9 Diagram Superelevasi Tikungan Full – Circle (FC)



(Sumber: Politeknik Negeri Sriwijaya)

2. Spiral – Circle – Spiral (SCS)

Lengkung ini terdiri atas bagian lingkaran (*circle*) ada bagian yang lurus. Lengkung spiral merupakan peralihan bagian lurus ke bagian *circle* yang berfungsi mengurangi pengaruh gaya sentrifugal.

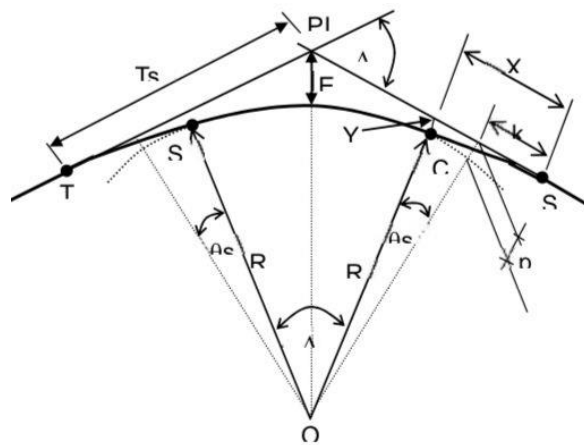
Adapun Rumus – rumus yang digunakan dalam tikungan Spiral -Circle – Spiral (SCS), yaitu :

$$2\phi_s = \frac{L_s}{2\pi R} \times 360$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\phi_s$$

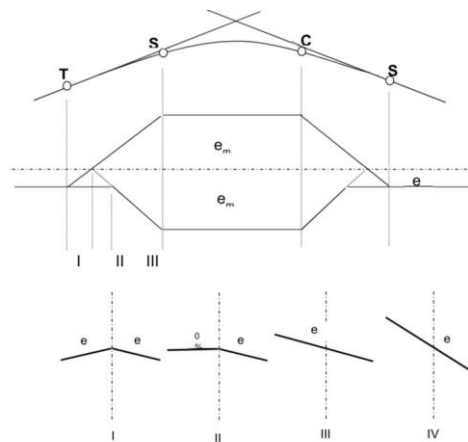
$$L_c = \frac{(\Delta - 2\phi_s)}{180} \pi R$$

Gambar 2.10 Bentuk Tikungan Spiral – Circle – Spiral



(Sumber: Politeknik Negeri Sriwijaya)

Gambar 2.11 Diagram Superelevasi Tikungan Spiral – Circle – Spiral



(Sumber: Politeknik Negeri Sriwijaya)

3. Spiral – Spiral (SS)

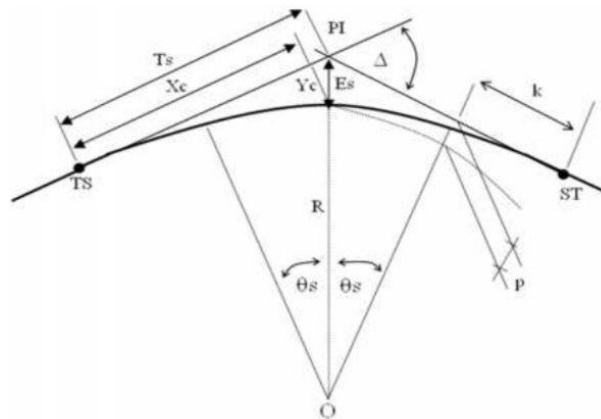
Lengkung ini hanya terdiri dari bagian spiral saja. Jenis lengkung ini dipergunakan untuk tikungan yang tajam. Adapun Rumus – rumus yang digunakan dalam tikungan Spiral – Spiral (SS), yaitu:

$$\phi_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_s = \frac{2\pi R}{360} \times 2 \times \phi_s$$

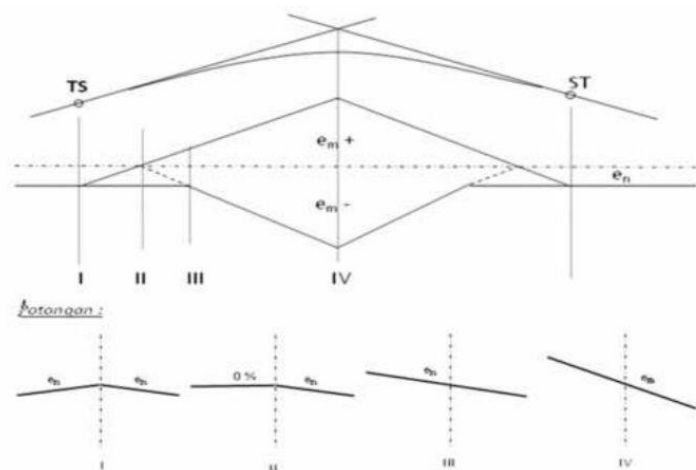
$$P = P' \times L_s$$

Gambar 2.12 Bentuk Tikungan Spiral – Spiral



(Sumber: Politeknik Negeri Sriwijaya)

Gambar 2.13 Diagram Superelevasi Tikungan Spiral – Spiral



(Sumber: Politeknik Negeri Sriwijaya)

2.12.5 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

Pelebaran perkerasan atau jalur lalu lintas pada tikungan bertujuan untuk memastikan kendaraan tetap berada di jalurnya, sama seperti saat berada di bagian lurus. Hal ini diperlukan karena pada kecepatan tertentu, kendaraan cenderung melenceng keluar jalur saat melintasi tikungan. Fenomena ini disebabkan oleh perbedaan jejak roda depan dan roda belakang, yang bervariasi tergantung ukuran kendaraan.

Penentuan lebar tambahan pada jalur lalu lintas di tikungan mempertimbangkan beberapa faktor, seperti kecenderungan kendaraan keluar dari jalur (off tracking) serta tantangan yang dihadapi pengemudi ketika melakukan manuver berbelok.

Tabel 2.13 Dimensi Kendaraan

Kendaraan Rencana	Panjang Total	Lebar Total	Tinggi	Overhang Depan	Wheel Base	Overhang Belakang	Jari – Jari Putar Minimum
Passanger Car	4.7	1.7	2	0.8	2.7	1.2	6
Single Unit Truck	12	2.5	4.5	1.5	6.5	4	12
Semi Trailer	16.5	2.5	4	1.5	4 depan 9 belakang	2.2	12

(Sumber: Sukirman, 2021)

2.12.6 Daerah Kebebasan Samping di Tikungan

Kebebasan samping pada tikungan adalah area yang harus disediakan agar pengemudi memiliki pandangan yang tidak terhalang saat melewati tikungan. Tujuannya adalah untuk menghilangkan objek – objek yang bias menghalangi pandangan pengemudi di tikungan, sehingga memastikan keamanan dan kenyamanan berkendara.

2.13 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan bidang vertikal dalam bidang perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau melalui tepi dalam masing masing perkerasan untuk jalan dengan median. Atau disebut penampang memanjang jalan (terdiri landai dan lengkung) (Kemdikbud, 2023). *Alinyemen* vertikal juga disebut sebagai penampang memanjang jalan. Berikut ini adalah beberapa materi tentang alinyemen vertikal:

1. *Alinyemen* vertikal terdiri dari landai dan lengkung.
2. Bagian lengkung vertikal bisa berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.
3. Kelandaian sedapat mungkin dibuat secara berangsur angsur, mengikuti keadaan terrain.
4. Tinggi lintasan diatas jalan/kebebasan vertikal minimum ($C = n + m$) = 450 cm.
5. Panjang lengkung vertikal ditentukan dengan memperhatikan syarat jarak pandang henti (S).
6. Faktor – faktor yang mempengaruhi *alinyemen* vertikal adalah Kecepatan Rencana (Design Speed).

2.14 Landai Maksimum dan Panjang Maksimum

Dengan dasar kepentingan arus lalu lintas, kelandaian yang ideal adalah landai datar (0%). Peninjauan alangkah baiknya atas dasar kepentingan drainase jalan, jalan berlandai $> 0\%$.

2.14.1 Landai Maksimum

Landai maksimum sebesar 3% mulai memberikan dampak pada pergerakan kendaraan mobil penumpang, meskipun pengaruhnya lebih kecil dibandingkan dengan kendaraan truk yang penuh beban. Untuk mengurangi dampak perlambatan kendaraan truk terhadap arus lalu lintas, ditetapkan landai maksimum berdasarkan kecepatan rencana tertentu.

Pada *alinyemen* vertikal jalan, landai ideal yang mempertimbangkan untuk kelancaran arus lalu lintas adalah landai datar (0%).

Tabel 2.14 Kelandaian Maksimum Jalan

VR (km/jam)	Kelandaian Maksimal (%)
100	5
90	5
80	6
70	6
60	7
50	8
40	9
<40	10

(Sumber: Bina Marga, 2021)

2.14.2 Panjang Kritis

Panjang kritis merujuk pada panjang landai maksimum yang perlu disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya tanpa mengalami penurunan kecepatan lebih dari kecepatan rencana (VR). Waktu perjalanan pada kondisi ini tidak boleh lebih dari satu menit. Perancangan geometrik jalan adalah proses merancang bentuk fisik jalan untuk memastikan jalan tersebut dapat digunakan secara optimal dalam mendukung operasi lalu lintas yang cepat, lancar, aman, nyaman, dan efisien. Dasar dari perencanaan geometrik mencakup pertimbangan terhadap sifat gerakan kendaraan, dimensi dan berat kendaraan, karakteristik pengemudi, serta arus lalu lintas yang meliputi kecepatan, kerapatan, dan volume.

Tabel 2.15 Panjang Krisis Jalan

VR (km/jam)	Kelandaian (%)	Panjang Kritis (m)
100	4	700
	5	500
	6	400
80	5	600
	6	500
	7	400
60	6	500
	7	400
	8	300
50	7	500
	8	400
	9	300
40	8	400
	9	300
	10	20

(Sumber: Bina Marga, 2021)

2.15 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan yang telah dibangun diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan ini berfungsi menahan beban lalu lintas dan menyalurkannya ke tanah dasar sehingga beban yang diterima tidak melebihi kapsiatas daya dukung tanah.

Berdasarkan beban pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi tiga jenis. Salah satunya adalah konstruksi perkerasan jalan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat pelat beton, baik dengan maupun tanpa tulangan, yang dipasang di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavements*) merupakan gabungan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku, yang dapat berupa perkerasan kaku, yang dapat berupa perkerasan kaku di atas perkerasan lentur atau sebaliknya.

2.16 Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai fleksibilitas/kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas diatasnya. Dalam penerapannya, perlu dilakukan kajian lebih mendalam dan mempertimbangkan aspek ekonomi, kondisi lokasi, tingkat kebutuhan, kemampuan pelaksanaan, serta persyaratan teknis lainnya, agar konstruksi jalan yang direncanakan dapat mencapai hasil yang optimal.

2.16.1 Komponen Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) terdiri dari:

1. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, galian, atau timbunan yang telah dipadatkan dan menjadi dasar untuk pemasangan lapisan – lapisan perkerasan lainnya. Kekuatan dan ketahanan konstruksi perkerasan jalan sangat bergantung pada sifat dan daya dukung tanah dasar. Beberapa masalah yang sering muncul terkait tanah dasar antara lain:

- a. Perubahan bentuk permanen akibat beban lalu lintas pada jenis tanah tertentu.

- b. Sifat tanah yang mengembang dan menyusut karena perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sulit dipastikan, terutama pada daerah dengan variasi sifat tanah yang besar atau akibat proses konstruksi.

2. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda
- b. Untuk mencapai efisiensi penggunaan material yang lebih murah sehingga lapisan – lapisan lainnya bisa diperkecil ketebalannya (untuk menghemat biaya konstruksi).
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapisan pertama untuk memudahkan pelaksanaan konstruksi, terutama jika daya dukung tanah dasar lemah terhadap beban alat berat atau jika kondisi lapangan mengharuskan penutupan tanah dasar agar terlindung dari pengaruh cuaca.

Tanah setempat yang memiliki kualitas baik ($\text{CBR} > 20\%$, $\text{PI} < 10\%$) dapat digunakan sebagai bahan untuk pondasi bawah, dan kadang – kadang perlu dicampur dengan kapur atau semen *portland* untuk meningkatkan kestabilan konstruksi.

3. Lapis Pondasi (*Base Course*)

Lapis pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (atau tanah dasar jika tidak ada lapis pondasi bawah). Fungsi lapis pondasi antara lain:

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda
- b. Sebagai dasar untuk penempatan lapis permukaan.

Bahan yang digunakan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan tahan lama untuk menahan beban roda. Sebelum memilih bahan, perlu dilakukan penelitian untuk memastikan bahwa bahan tersebut memenuhi persyaratan teknik. Berbagai bahan alam yang memiliki $\text{CBR} > 50\%$ dan PI

<4%, seperti batu pecah, kerikil pecah, atau tanah yang distabilisasi dengan semen atau kapur, dapat digunakan untuk lapis pondasi

4. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan yang terletak di bagian paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai lapisan yang menahan beban roda
- b. Sebagai pelindung badan jalan dari kerusakan akibat cuaca, dengan bertindak sebagai lapisan kedap air.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

Bahan untuk lapis permukaan biasanya mirip dengan bahan lapis pondasi, tetapi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan untuk menjamin sifat kedap air pada lapisan tersebut, serta memberikan kekuatan tarik yang dapat meningkatkan daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan fungsi, umur rencana, dan tahapan pelaksanaan konstruksi, sehingga manfaat yang diperoleh sebanding dengan biaya yang dikeluarkan.

2.16.2 Jenis – Jenis Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Terdapat berbagai jenis lapis permukaan, diantaranya:

1. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah lapisan pada konstruksi jalan yang terbuat dari campuran agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal keras, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

2. Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN)

Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN) adalah lapisan perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci dengan gradasi terbuka dan seragam, yang diikat dengan aspal keras yang disemprotkan di atasnya, kemudian dipadatkan lapis demi lapis. Sebelum digunakan sebagai lapis permukaan, lapisan ini diberi lapisan aspal dan batu penutup.

3. Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG)

Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja, dan filler (jika diperlukan), yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan dingin.

4. *Hot Rolled Asphalt* (HRA)

Hot Rolled Asphalt (HRA) adalah lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang, filler, dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu yang ditentukan.

5. Laburan Aspal (BURAS)

Laburan Aspal (BURAS) adalah lapisan penutup yang menggunakan aspal dengan ukuran butir maksimum 9,6mm atau 3/8 inci yang ditaburkan sebagai lapisan aspal taburan pasir.

6. Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)

Laburan Batu Satu Lapis (BURTU) adalah lapisan penutup yang terdiri dari aspal yang ditaburi dengan satu lapisan agregat bergradasi seragam. Ketebalan lapisan ini maksimum 20mm.

7. Laburan Batu Dua Lapis (BURDA)

Laburan Batu Dua Lapis (BURDA) adalah lapisan penutup yang terdiri dari aspal yang ditaburi dengan agregat dalam dua tahap penghampan berturut – turut. Ketebalan lapisan ini maksimum 35 mm.

8. Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS)

Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS) adalah lapisan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

9. Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH)

Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH) adalah lapisan perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar

jalan, yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

10. Lapis Aspal Tipis Aspal Beton (LATASTON)

Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) adalah lapisan penutup yang terbuat dari campuran agregat bergradasi timpang, filler, dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Ketebalan lapisan ini berkisar antara 25 hingga 30 mm.

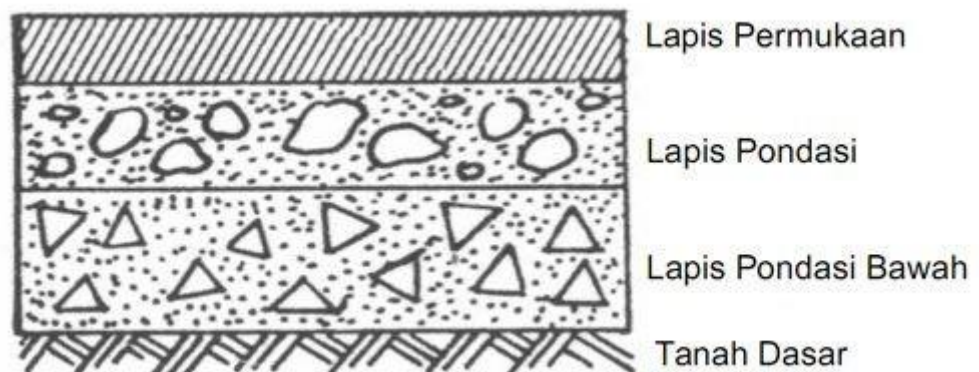
11. Lapis Tipis Atas Pasir (LATASIR)

Lapis Tipis Atas Pasir (LATASIR) adalah lapisan penutup yang terbuat dari campuran pasir dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

12. Aspal Makadam

Aspal Makadam adalah lapisan perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan/atau agregat pengunci dengan gradasi terbuka atau seragam yang dicampur dengan aspal cair, kemudian dipadatkan secara dingin. Bagian utama dalam perkerasan jalan umumnya meliputi lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*).

Gambar 2.14 Lapis Permukaan (*surface course*)



(Sumber: DPUPR Kab. Grobogan, 2014)

2.17 Perkerasan Kaku

Perkerasan jalan beton semen atau yang lebih dikenal sebagai perkerasan kaku memiliki komponen utama berupa plat beton. Plat ini berfungsi sebagai pondasi utama yang langsung menahan beban lalu lintas. Meskipun terkadang terdapat lapisan tambahan bawahnya, kekuatan utama jalan beton ini berasal dari kekuatan beton plat itu sendiri. Beton yang bersifat kaku dan memiliki elastisitas tinggi memungkinkan beban tersebar merata ke tanah dasar. Berbeda dengan jenis perkerasan lainnya, kekuatan jalan beton tidak terlalu bergantung pada lapisan – lapisan dibawahnya. Faktor yang paling krusial dalam menentukan kekuatan jalan beton adalah kualitas dan ketebalan plat beton itu sendiri. Lapisan tambahan dibawah plat beton umumnya berfungsi untuk tujuan seperti mencegah kerusakan akibat tekanan air, mengatur aliran air, serta menyediakan permukaan kerja yang stabil selama proses konstruksi.

2.17.1 Jenis dan Lapis Perkerasan Kaku

1. Lapisan Tanah Dasar
 - a. Kualitas tanah dasar sangat penting. Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) digunakan untuk mengukur daya dukung tanah.
 - b. Jika nilai CBR terlalu rendah, maka perlu ditambahkan lapisan beton kurus untuk memperkuat pondasi
2. Lapisan Pondasi Bawah
 - a. Lapisan ini berfungsi sebagai penyangga utama bagi lapisan beton di atasnya.
 - b. Material yang digunakan bisa berupa campuran beton yang kurang padat atau bahan berbutir.
 - c. Mendistribusikan beban secara merata
3. Lapisan Perkerasan Beton Semen
 - a. Fungsi lapisan yang langsung bersentuhan dengan lalu lintas.
 - b. Kuat harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban kendaraan.
 - c. Sambungan dibuat untuk mengontrol retak dan memudahkan konstruksi

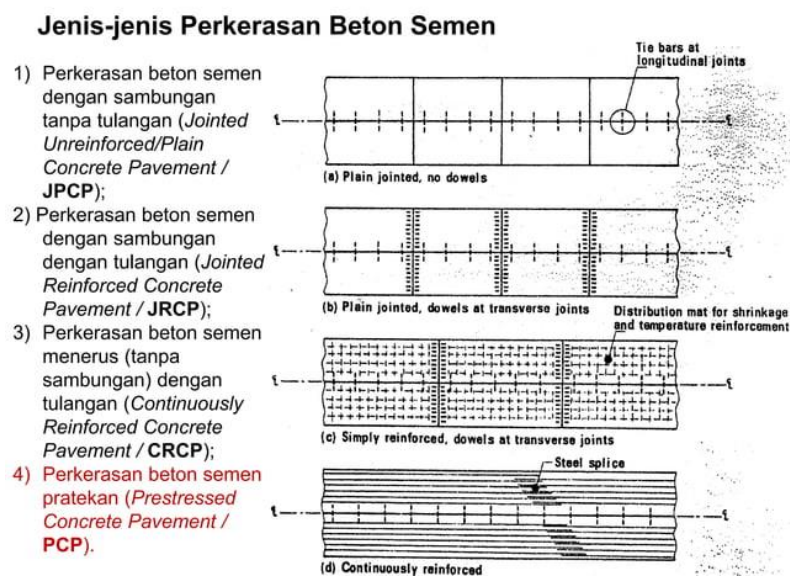
- d. Penguatan bisa ditambahkan tulangan baja untuk meningkatkan kekuatan.

2.17.2 Jenis Perkerasan Beton Semen

Berdasarkan desainnya, perkerasan beton semen dapat dibagi menjadi beberapa jenis:

1. Tanpa sambungan dan tulangan, jenis yang paling sederhana.
2. Dengan sambungan dan tulangan, jenis yang paling umum digunakan.
3. Menerus dengan tulangan, jenis yang kuat dan tahan lama.
4. Prategang, menggunakan beton prategang untuk meningkatkan kekuatan.
- 5.

Gambar 2.15 Jenis-Jenis Perkerasan Beton Semen



(Sumber: IoKusuma, 2021)

2.18 Persyaratan Teknis Perkerasan Kaku

Persyaratan teknis perkerasan kaku meliputi:

1. Perhitungan Tebal Pelat

Tebal pelat beton pada perkerasan kaku biasanya berkisar antara 13 – 19 cm.

2. Jarak Antar Sambungan Melintang

Jarak antar sambungan melintang dihitung dengan rumus:

Jarak antar sambungan (ft) = Tebal pelat (*inch*) x 2.

3. Acuan

Acuan harus memiliki tinggi yang sama dengan tebal pelat beton semen.

Lebar dasar acuan harus 0,75 kali tebal pelat beton, tetapi tidak kurang dari 20 cm.

4. Analisa Perhitungan Tebal

Perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga.

5. Desain perkerasan

Desain perkerasan kaku didasarkan pada analisa *Westergaard*.

Selain itu, dalam perencanaan perkerasan kaku, juga perlu mempertimbangkan

faktor – faktor berikut:

- A. Peranan perkerasan kaku
- B. Intensitas lalu lintas
- C. Volume lalu lintas
- D. Konfigurasi sumbu dan roda
- E. Beban sumbu
- F. Ukuran dan tekanan beban
- G. Pertumbuhan lalu lintas
- H. Jumlah jalur dan arah lalu lintas

2.19 Parameter Perencanaan Tebal Lapis Konstruksi Perkerasan

Saat merancang jalan, kita harus memperhatikan banyak hal, termasuk tujuan penggunaan jalan, berapa lama jalan diharapkan bertahan, volume

kendaraan yang melintas, jenis tanah di bawah jalan, kondisi cuaca dan lingkungan sekitar, serta bahan – bahan yang bisa digunakan untuk membangun jalan tersebut.

2.19.1 Fungsi Jalan

Secara umum jalan jika diklasifikasikan menurut kelompoknya berdasarkan pasal 8 Undang – Undang No. 38 Tahun 2004 ialah sebagai berikut:

1. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata rata sedang, dan jumlah masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata rata rendah, dan jumlah masuk dibatasi.

4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarakdekat dan kecepatan rata – rata rendah.

2.19.2 Umur Rencana

Umur rencana adalah periode . Umur layanan optimal untuk jalan aspal umumnya adlah 20 tahun, dengan interval pemeliharaan rutin setiap 10 tahun. Perencanaan jangka pajang yang melebihi 20 tahun dianggap kurang ekonomis karena sulit memprediksi perkembangan lalu lintas.

2.19.3 Lalu Lintas

1. Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntungkan bagi lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur yang merupakan bagian dari jalur lalu lintas pada perkerasan jalan. Pada jalur yang sering dilewati kendaraan roda empat atau lebih, biasanya tersedia lebih dari satu lajur. Jalan yang bisa dilalui kendaraan dari dua arah berlawanan harus memiliki minimal dua jalur lalu lintas.

2. Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang lewat di suatu tempat dalam waktu tertentu disebut volume lalu lintas. Kita bisa menghitungnya dalam berbagai satuan, seperti:

a. Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)

Ini adalah jumlah kendaraan rata – rata yang lewat setiap hari disuatu titik.

b. Lalu Lintas Harian Rata – Rata Tahunan (LHRT)

Ini adalah jumlah kendaraan rata – rata yang lewat setiap hari sepanjang tahun di satu jalur jalan.

c. Kapasitas

Ini adalah jumlah maksimum kendaraan yang bisa lewat di suatu jalan dalam satu jam tanpa terjadi kemacetan.

2.19.4 Sifat Tanah Dasar

Tanah dasar adalah lapisan pertama dalam konstruksi jalan. Kekuatan tanah ini sangat berpengaruh pada ketebalan dan jenis bahan yang digunakan untuk lapisan jalan di atasnya. Nilai CBR digunakan untuk mengukur seberapa kuat tanah dasar tersebut. Nilai CBR didapatkan dari pengujian di laboratorium atau langsung di lokasi proyek. Umumnya, tanah dasar untuk jalan adalah tanah asli yang dipadatkan atau tanah hasil galian.

2.19.5 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan atau lapangan memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap lapis perkerasan jalan, terutama karena air merupakan faktor utama yang dapat merusak aspal, pengaruh tersebut adalah:

1. Berpengaruh terhadap sifat teknis struktur lapis perkerasan dan sifat komponen material lapis perkerasan.
2. Pelapukan bahan material.
3. Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan lapis perkerasan.

Air hujan yang meresap ke dalam tanah dan material jalan dapat menyebabkan tanah menjadi lembek, mengurangi kekuatannya, dan merusak struktur jalan. Selain itu, perubahan suhu juga sangat berpengaruh, terutama pada jalan beraspal. Ketika panas, aspal menjadi lunak dan mudah rusak, sedangkan saat dingin, aspal menjadi keras dan rapuh.

2.19.6 Material Lapis Perkerasan

Selain faktor – faktor lain, jenis material yang digunakan untuk membangun jalan juga mempengaruhi ketebalan lapisan jalan. Pemilihan material ini tergantung pada apakah material tersebut mudah didapatkan di sekitar proyek dan apakah kualitasnya sesuai dengan standar yang dibutuhkan. Material lapis perkerasan secara umum yang digunakan adalah:

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*):
 - Laston
 - Lasbutag
 - HRA
 - Aspal macadam
 - Lapen (mekanik/manual)
2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*):
 - Laston atas
 - Lapen (mekanis/manual)
 - Stab. Tanah dengan kapur
 - Batu pecah (kelas A, B, C)
3. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*): Sirtu/pitrun (Kelas A,B, C)

2.20 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

2.20.1 Ruang Lingkup

Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 terdiri dari Bagian 1 terkait Struktur Perkerasan Jalan Baru dan Bagian 2 terkait Rehabilitasi Perkerasan. Pada Bagian 1 MDP 2024 ini mencakup (*Fahmi, 2024*):

1. Desain umur rencana.
2. Pemilihan struktur perkerasan.
3. Desain lalu lintas.
4. Desain drainase perkerasan jalan.
5. Desain pondasi jalan.
6. Desain perkerasan lentur.
7. Desain perkerasan kaku.
8. Desain perkerasan jalan kerikil atau perkerasan dengan penutup tipis.
9. Masalah pelaksanaan yang mempengaruhi desain.

2.20.2 Pertimbangan Desain

Desain perkerasan yang baik harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Mempertimbangkan faktor keselamatan jalan.
2. Mempertimbangkan kelestarian lingkungan.
3. Menjamin tercapainya tingkat layanan jalan sesuai umur rencana.
4. Merupakan *discounted-life-cycle* cost yang terendah.
5. Mempertimbangkan kemudahan pelaksanaan dan pemeliharaan
6. Menggunakan material secara efisien dan memanfaatkan material lokal semaksimal mungkin.

2.20.3 Umur Rencana dan Pemilihan Struktur

1. Umur Rencana Jalan Baru

Tabel 2.16 Umur Rencana Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Lapis pondasi jalan	40
	Semua perkerasan untk lokasi yang tiak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, dan terowongan	
	Lapis pondasi berpengikat semen, <i>Cement Treated Based</i> (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk pondasi jalan)	10

(Sumber: Fahmi, 2024)

Catatan :

1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discountes lifecycle cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai rata – rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari sumber resmi
2. Umur rencana harus memperhatikan kapasitas jalan.

2.20.4 Pemilihan Struktur Perkerasan

Tabel 2.17 Pemilihan Struktur Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA5 (juta) dalam 20 tahun				
		0 – 1	1 – 4	4 – 10	>10 - 30	>30
AC modifikasi	3, 3A, 3B	-	-	-	-	2
AC dengan CTB					2	-
AC dengan lapis diatas lapis pondasi agregat					-	2
HRS tipis di atas lapis pondasi agregat	3, 3A, 3B	-	1,2	1,2	2	-
HRS tipis di atas lapis pondasi agregat	4	2	2	-	-	-
Bunda atau Burtu dengan lapis pondasi agregat	5	3	3	-	-	-
AC/HRS dengan lapis pondasi <i>Soil Cement</i>	6	2	2	-	-	-
AC/HRS dengan lapis pondasi agregat dan perbaikan tanah dasar (dengan stabilisasi semen)	7	2	2			
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	8	-	-	-	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah	8A	-	-	1,2	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat dan jalan kerikil)	9	1	-	-	-	-

(Sumber: Fahmi, 2024)

Catatan:

Tingkat kesulitan:

1. Kontraktor kecil – medium ;
2. Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai; dan

3. Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis Burtu/Burda
 - a. Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan.
 - b. Batasan pada tabel di bawah tidak mutlak, perencana teknis harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan, dan kepraktisan pelaksanaan.
 - c. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah

2.20.5 Analisis Lalu Lintas

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari:

1. Survey lalu lintas, dengan durasi minimal 7 x 24 jam. Survei dapat dilakukan secara manual mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau mengacu pada pedoman yang terbaru atau survey menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil – hasil survey lalu lintas sebelumnya.

Pada daerah dengan lalu lintas rendah yang data lalu lintas tidak tersedia atau diperkirakan terlalu rendah maka dapat menggunakan Tabel 2.18 di bawah ini;

Tabel 2.18 *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 Penggalian Pertumbuhan Kumulatif Lalu Lintas	Beban Lalu Lintas Desain (Aktual) (ESA4)
Jalan desa minor dengan	50	5	20	1	22	25.000

akses kendaraan berat terbatas						
Jalan kecil dua arah	100	5	20	1	22	45.000
Jalan lokal	500	10	20	1	22	500.000

(Sumber: Fahmi, 2024)

2.20.6 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

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

Tabel 2.19 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: Fahmi, 2024)

Cumulative Growth Factor

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i : Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR : Umur rencana (tahun)

NOTE:

Pertumbuhan lalu lintas sesuai Tabel 2.17 nilainya harus disesuaikan bilamana terjadi perubahan tata guna lahan atau dibangunnya jaringan jalan baru.

2.20.7 Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi lajur (DL).

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi – lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Faktor distribusi lajur harus berdasarkan data – data hasil survei lalu lintas setempat atau jika tidak tersedia dapat menggunakan Tabel di bawah:

Tabel 2.20 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Tiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Laju
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber: Fahmi, 2024)

2.20.8 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Desain perkerasan harus mengkomodasi beban kendaraan aktual. Penggunaan beban sumbu yang terkendali (sesuai ketentuan) harus mempertimbangkan hal – hal sebagai berikut:

1. Prosedur pengendalian beban sumbu sudah diterbitkan dan jangka waktu penerapannya telah disetujui oleh semua pemangku kepentingan (*stakeholders*).
2. Telah ada tindakan awal penerapan kebijakan tersebut.
3. Adanya kepastian bahwa kebijakan tersebut telah tercapai.

Lampiran H pada MDP 2024 menunjukkan nilai VDF regional masing – masing kelas kendaraan niaga untuk setiap provinsi yang dapat digunakan untuk mrancang desain perkerasan luntur. Lampiran – lampiran tersebut diolah dari data studi WIM yang dilakukan Direktorat Jendral Bina Marga pada tahun 2015 – 2023.

Namun bilamana untuk kelas kendaraan tertentu yang nilai VDF kendaraannya tidak tersedia pada lampiran H, maka perencana teknis dapat menggunakan nilai VDF untuk kelas kendaraan pada lokasi terdekat yang diperkirakan mempunyai karakteristik lalu lints yang sama.

Khusus untuk jalan di kawasan industri, pelabuhan besar quarry dan pertambangan disarankan menggunakan nilai VDF yang dihitung berdasarkan data survey penimbangan beban gandar tersendiri.

VEHICLE DAMAGE FACTOR (VDF) – JAWA BANTEN - PANTURA

Ko ndi si	Kela s Kend araan	G ol 5 B	G ol 6 B	G ol 6 A	G ol 7 A 1	G ol 7 A 2	G ol 7 A 3	G ol 7 B 1	G ol 7 B 2	G ol 7 B 3	Gol 7C 1	Gol 7C2 A	Gol 7C2 B	Gol 7C 3	Gol 7C4
VD F4	Fakt ual	1, 2	0, 5	2, 9	-	3, 5	-	6, 6	-	-	4,0	5,4	6,3	6,7	-
	Nor mal	1, 2	0, 5	0, 7	-	1, 8	-	3, 6	-	-	2,8	3,5	3,6	5,4	-
VD F5	Fakt ual	1, 3	0, 4	4, 1	-	5, 9	-	9, 6	-	-	5,7	9,4	10,0	14, 3	-

	Nor mal	1, 3	0, 4	0, 5	- 	2, 2	- 	3, 9	- 	- 	3,4 	4,7 	4,7 	7,1 	-
--	------------	---------	---------	---------	-------	---------	-------	---------	-------	-------	---------	---------	---------	---------	-------

(Sumber: Fahmi, 2024)

BANTEN – LINTAS TENGAH

Ko ndi si	Kela s Kend araan	G ol 5 B	G ol 6 B	G ol 6 A	G ol 7 A 1	G ol 7 A 2	G ol 7 A 3	G ol 7 B 1	G ol 7 B 2	G ol 7 B 3	Gol 7C 1	Gol 7C2 A	Gol 7C2 B	Gol 7C 3	Gol 7C4
VD F4	Fakt ual	1, 2	0, 5	4, 5	- 	0, 2	- 	- 	- 	- 	5,6 	- 	- 	- 	-
	Nor mal	1, 2	0, 5	1, 5	- 	3, 1	- 	- 	- 	- 	3,7 	- 	- 	- 	-
VD F5	Fakt ual	1, 3	0, 4	5, 3	- 	1 0, 3	- 	- 	- 	- 	8,3 	- 	- 	- 	-
	Nor mal	1, 3	0, 4	1, 5	- 	3, 9	- 	- 	- 	- 	4,6 	- 	- 	- 	-

(Sumber: Fahmi, 2024)

DKI PANTURA(CAKUNG – CILINCING)

Ko ndi si	Kela s Kend araan	G ol 5 B	G ol 6 A	G ol 6 B	G ol 7 A 1	G ol 7 A 2	G ol 7 A 3	G ol 7 B 1	G ol 7 B 2	G ol 7 B 3	Gol 7C 1	Gol 7C2 A	Gol 7C2 B	Gol 7C 3	Gol 7C4
VD F4	Fakt ual	1, 2	0, 5	2, 6	3, 5	4, 8	- 	- 	- 	- 	3,4 	5,0 	4,1 	3,8 	-
	Nor mal	1, 2	0, 5	1, 4	2, 0	2, 9	- 	- 	- 	- 	2,7 	3,6 	2,7 	2,9 	-
VD F5	Fakt ual	1, 2	0, 4	3, 2	4, 9	7, 2	- 	- 	- 	- 	4,1 	6,9 	5,4 	5,0 	-

	Nor mal	1, 2	0, 4	1, 3	2, 1	3, 5	-	-	-	-	2,9	4,2	2,9	3,2	-
--	------------	---------	---------	---------	---------	---------	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----	---

(Sumber: Fahmi, 2024)

2.20.9 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *cumulative standard axle load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing masing kendaraan niaga

$$\text{CESAL} = (\sum \text{LHRJK} \times \text{VDFJK}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R}$$

Keterangan:

LHRJK : Lintas harian rata – rata jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDFJK : Faktor ekuivalen beban(vehicle damage factor) tiap jenis kendaraan niaga, LAMPIRAN H

DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur

CESAL : Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

2.20.10 Pengujian Daya Dukung Dan Asumsi

Untuk desain, daya dukung rencana tanah dasar diperoleh dari nilai CBR rendaman 4 hari pada 95% kepadatan standar kering maksimum. Bagan Desain-1 menunjukkan indikasi daya dukung berbagai jenis tanah.

Berdasarkan kriteria – kriteria pada bagan tersebut, tanah dasar yang lazim ditemui di Indonesia mempunyai nilai CBR sekitar 4% bahkan dapat serendah 2%.

Tabel 2.21 Bagan Desain 1 Indikasi Perkiraan Nilai CBR

	Posisi muka air tanah	Di bawahstandar minimum (tidak dianjurkan)	Sesuai desain standar	≥1200mm di bawah tanah dasar
	Implementasi	Semua galian kecuali seperti ditunjukkan untuk kasus -3 dan timbunan tanpa drainase yang baik dan LAP <1000 mm diatas muka tanah asli		Galian di zona iklim 1** dan semua berdrainase baik dan LAP >1000 mm di atas muka tanah asli
Jenis tanah	Kasus PI	1	2	3
Lempung	50 – 70	2	2	2,5
Lempung kelanauan	40	2,5	3	3,5
	30	3	4	4
Lempung kepasiran	20	4	4	5
	10	4	4	5
Lanau		1	1	2

(Sumber: Fahmi, 2024)

2.20.11 Desain Pondasi Jalan Minimum

Tabel 2.22 Bagan Desain – 2 Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur		Perkerasan Kaku
			Beban Lalu Lintas Pada Jalur Rencana Dengan Umur Rencana 40 Tahun (Juta ESA5)		
			<10	>10	
			Tebal Minimum Perbaikan Tanah		

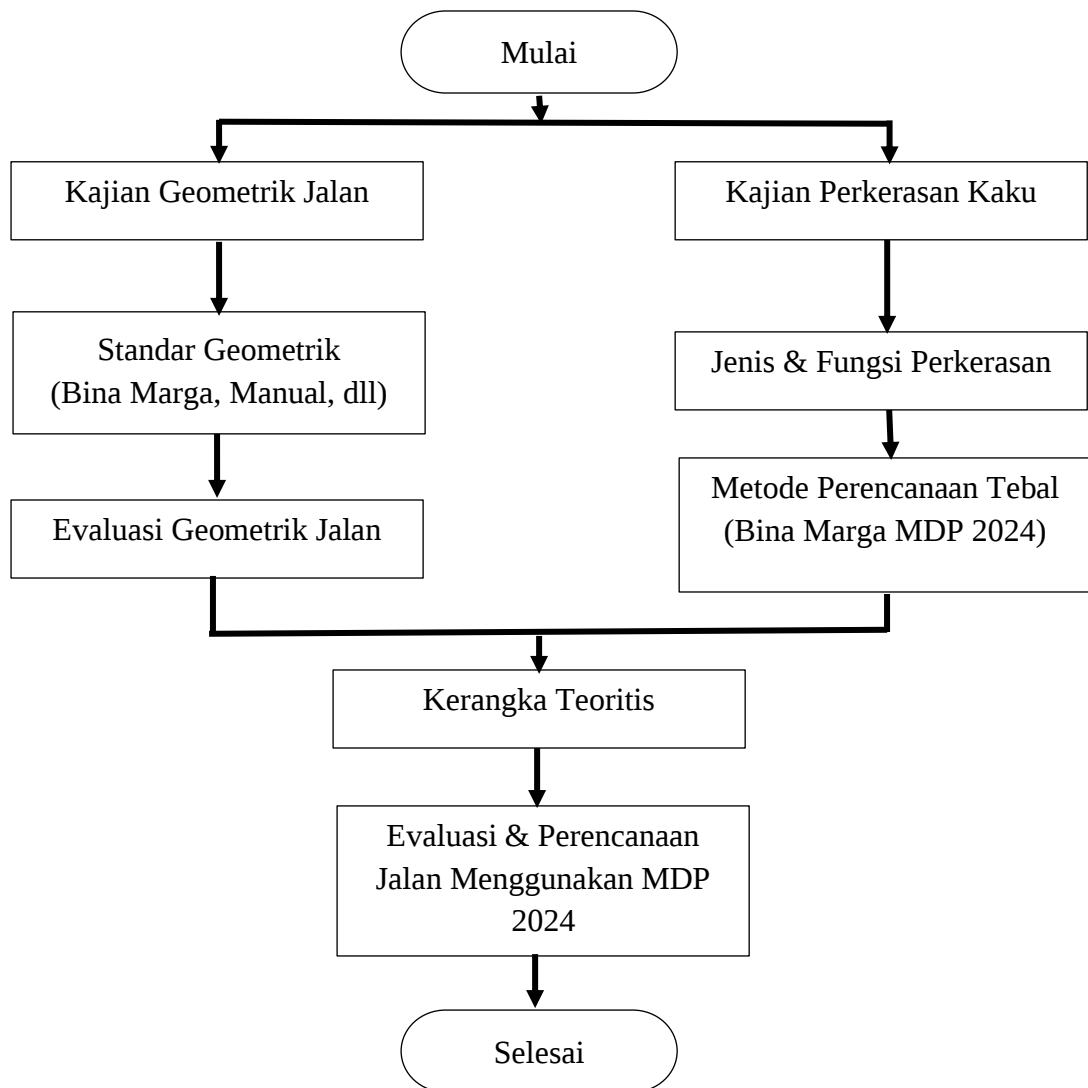
			Dasar (mm)		
5	SG5	Perbaikan tanah dengan material timbunan pilihan (CBR $\geq 10\%$)	200	200	200
4	SG4				
3	SG3		300	400	400
2,5	SG2,5			600	600
Kekuatan tanah dasar < 2,5 atau tanah lunak			Untuk tebal tanah lunak >1 harus ditangani dengan penanganan geoteknik, seangkanuntuk ketebalan ≤ 1 m dapat tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketentuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 Bagian Desain ini.		
Tanah ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besarnya potensi pemuaian dengan ketebalan penutup tidak kurang dari 600mm berupa material dengan potensi pemuaian tidak lebih besar dari 1,5%. Di atas lapis penutup tersebut harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5		

(Sumber: Fahmi, 2024)

Catatan:

- a.) Untuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur bilamana tanah dasarnya masih berbutir halus maka harus dipasang lapisan setebal 200mm berupa lapisan timbunan pilihan berbutir kasar yang mempunyai CBR minimum 30% dengan PI 6-15 dan ukuran butir maksimum 50mm atau LFA Kelas C atau dengan lapis stabilisasi semen (UCS 10kg/cm²).
- b.) Penanganan tanah ekspansif dapat 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*

2.21 Flowchart Penelitian



Gambar 2.16 *Flowchart Penelitian*