

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali pustaka-pustaka yang terkait (*review of related literature*). Sesuai dengan arti tersebut, suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali tentang masalah-masalah yang berkaitan. Pada bab ini penyusunan tinjauan pustaka dimaksudkan sebagai peninjauan kembali pustaka-pustaka yang terkait dalam perencanaan suatu jalan, khususnya dalam hal ini adalah “*Perencanaan Geometrik dan Tebal Perkerasan Jalan Palembang - Matur Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat Sta 0+000 – Sta 8+600*”. Dasar tinjauan itu sendiri diambil dari referensi buku-buku terkait dan peraturan-peraturan standar yang berlaku di Indonesia.

Adapun aspek-aspek yang perlu ditinjau dalam Perencanaan Geometrik dan Tebal Perkerasan Jalan Palembang - Matur Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat Sta 0+000 – Sta 8+600 antara lain:

1. Sistem jaringan dan klasifikasi jalan
2. Aspek lalu lintas
3. Aspek geometrik
4. Perencanaan Galian dan Timbunan
4. Perencanaan perkerasan jalan
5. Aspek drainase, bangunan pelengkap dan fasilitas jalan
6. Manajemen Proyek

2.2 Sistem Jaringan dan Klasifikasi Jalan

2.2.1 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin

dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antarkawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan pedesaan.

(*Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan*).

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer adalah sistem jaringan jalan yang disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

- a. menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan;
- b. menghubungkan antarpusat kegiatan nasional.

(i) Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer adalah jalan yang secara efisien menghubungkan antara pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. (*Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan*)

Persyaratan minimum untuk desain :

- a. Kecepatan rencana (V_r) paling rendah 60 km/jam.
- b. Lebar badan jalan paling rendah 11 meter.
- c. Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- d. Lalu lintas jarak jauh tidak terganggu oleh lalu lintas ulang-alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal.
- e. Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien (jarak antar jalan masuk/akses langsung minimum 500 meter), agar kecepatan dan kapasitas dapat terpenuhi.
- f. Persimpangan dengan jalan lain dilakukan pengaturan tertentu, sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- g. Tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan.

(ii) Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer adalah jalan yang secara efisien menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah atau menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. (Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan)

Persyaratan minimum untuk desain :

- a. Kecepatan rencana (V_r) paling rendah 40 km/jam.
- b. Lebar badan jalan paling rendah 9 meter.
- c. Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- d. Jumlah jalan masuk dibatasi dan direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan (jarak antar jalan masuk/akses langsung minimum 400 meter).
- e. Persimpangan dengan jalan lain dilakukan pengaturan tertentu, sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- f. Tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan.
- g. Persyaratan teknis jalan masuk dan persimpangan ditetapkan oleh Menteri.

(iii) Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer adalah jalan menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. (Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan)

Persyaratan minimum untuk desain :

- a. Kecepatan rencana (V_r) paling rendah 20 km/jam.
- b. Lebar badan jalan paling rendah 7,5 meter.
- c. Tidak terputus walaupun memasuki desa.

(iv) Jalan Lingkungan Primer

Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. (Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain :

- a. Kecepatan rencana (V_r) paling rendah 15 km/jam.
- b. Lebar badan jalan paling rendah 6,5 meter.
- c. Bila tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 (tiga) atau lebih, lebar badan jalan paling rendah 3,5 meter.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil. (*Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan*).

Sistem jaringan jalan sekunder terdiri atas jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder, dan jalan lokal sekunder.

(i). Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan antara kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. (Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain :

- a. Kecepatan rencana (V_r) paling rendah 30 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter.

- b. Kapasitas lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- c. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

(ii). Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. (Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain :

- a. Kecepatan rencana (V_r) paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter.
- b. Kapasitas lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- c. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

(iii). Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Persyaratan minimum untuk desain yaitu kecepatan rencana (V_r) paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5 meter.

(iv) Jalan Lingkungan Sekunder

Jalan lingkungan sekunder adalah jalan menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Persyaratan minimum untuk desain yaitu kecepatan rencana (V_r) paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5 meter.

(Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

2.2.2 Klasifikasi Jalan

1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi/Peranan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No: 34 tahun 2006

tentang jalan, klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi menjadi empat jalan yaitu:

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanannya jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk ke jalan ini sangat dibatasi secara berdaya guna.

2. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan Lingkungan

Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk dibatasi.

2. Klasifikasi Jalan Menurut Status Jalan

Jaringan jalan menurut status jalan dikelompokkan menjadi jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa.

(*Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan*).

1. Jalan Nasional

Jalan Nasional terdiri atas:

- a. Jalan arteri primer,
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi,
- c. Jalan tol,
- d. Jalan strategis nasional.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota,
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten dan kota,
- c. Jalan strategis provinsi,

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi,
- b. Jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antardesa,
- c. Jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota,
- d. Jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpemukiman di dalam desa.

3. Klasifikasi Kelas Jalan Berdasarkan Spesifikasi Penyediaan Prasarana

Jalan

Klasifikasi kelas jalan dikelompokkan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan, serta spesifikasi penyediaan prasarana jalan. Kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan atas jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil. *.(Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan).*

1. Jalan Bebas Hambatan (*Freeway*)

Spesifikasi untuk jalan bebas hambatan (*freeway*) sebagaimana dimaksud dalam PP RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan adalah sebagai berikut:

- a. Merupakan jalan untuk lalu lintas umum,
- b. Pengendalian jalan masuk secara penuh,
- c. Tidak ada persimpangan sebidang,
- d. Dilengkapi pagar ruang milik jalan dan median,
- e. Paling sedikit mempunyai 2(dua) lajur setiap arah,
- f. Lebar paling sedikit 3,5 meter.

2. Jalan Raya (*Highway*)

Spesifikasi untuk jalan raya (*highway*) sebagaimana dimaksud dalam PP RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan adalah sebagai berikut:

- a. Merupakan jalan untuk lalu lintas umum untuk lalu lintas secara menerus
- b. Pengendalian jalan masuk secara terbatas,
- c. Dilengkapi dengan median,
- d. Paling sedikit 2(dua) lajur setiap arah,
- e. Lebar lajur paling sedikit 3,5 meter.

3. Jalan Sedang (*Road*)

Spesifikasi untuk jalan sedang (*road*) sebagaimana dimaksud dalam PP RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan adalah sebagai berikut:

- a. Merupakan jalan untuk lalu lintas umum,
- b. Untuk lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2(dua) lajur untuk 2(dua) arah,
- c. Lebar jalur paling sedikit 7 meter.

4. Jalan Kecil (*Street*)

Spesifikasi untuk jalan kecil (*street*) sebagaimana dimaksud dalam PP RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan adalah sebagai berikut:

- a. Merupakan jalan untuk lalu lintas umum untuk lalu lintas setempat,
- b. Paling sedikit 2(dua) lajur untuk 2(dua) arah,
- c. Lebar jalur paling sedikit 5,5 meter.

4. Klasifikasi Jalan Menurut Beban Lalu Lintas yang Dipikul

Jalan dibagi dalam kelas-kelas yang penetapannya didasarkan pada kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Dalam buku Tata Cara Perencanaan Geometrik untuk Jalan Antar Kota tahun 1997, pembagian kelas jalan adalah seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Muatan Sumbu Terberat

No	Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu terberat MST (TON)
1.	Jalan Arteri	I	>10
		II	10
		III A	8
2.	Jalan Kolektor	III A III B	8

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan dalam LHR

No	Klasifikasi Jalan	Kelas	Lalulintas Harian (smp)
1.	Jalan utama	I	> 20.000
2.	Jalan sekunder	II A	6000 – 20.000
		II B	1.500 – 8.000
		II C	< 2.000
3.	Jalan penghubung	III	-

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1970)

5. Klasifikasi jalan menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam tabel berikut 2.3

Tabel 2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Golongan Medan	Lereng Melintang (%)
Datar (D)	< 3
Perbukitan (B)	3 - 25
Pegunungan (G)	> 25

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1970)

2.3 Aspek Lalu lintas

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan jalan ditinjau dari segi lalu lintas, yang meliputi:

2.3.1 Ekivalensi Mobil Penumpang

Ekivalensi mobil penumpang merupakan koefisien yang digunakan untuk mengekivalensikan berbagai jenis kendaraan ke dalam satu jenis kendaraan, dalam hal ini mobil penumpang. Ekivalensi mobil penumpang biasanya

digunakan sebagai faktor konversi untuk mengkonversikan satuan arus lalu lintas dari kendaraan menjadi satuan mobil penumpang (smp). Nilai konversi dari berbagai jenis kendaraan seperti pada Tabel 2.4, Tabel 2.5, dan Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.4 Ekivalensi Mobil Penumpang (emp) Berdasarkan Jenis Terrain

No	Jenis Kendaraan	Datar/ Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	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 – 5,0

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1997a

Tabel 2.5 Ekivalensi Kendaraan Penumpang untuk Jalan Dua Lajur – Dua Arah Tak Terbagi (2/2 UD)

Tipe Alinyemen	Arus Total (Kend/jam)	EMP					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu lintas (m)		
					< 6 m	< 6-8 m	> 8 m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	> 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	> 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	> 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1997b

Tabel 2.6 Ekivalensi Kendaraan Penumpang untuk Jalan Empat Lajur Dua –Arah

Tipe Alinyemen	Arus Total (Kend/jam)		EMP			
	Jalan terbagi per arah (kend/jam)	Jalan tak terbagi total (kend/jam)	MHV	LB	LT	MC
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	750	1350	2,0	2,0	4,6	0,5
	1400	2500	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 1750	≥ 3150	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	550	1000	2,9	2,6	5,1	0,4
	1100	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 1500	≥ 2700	2,0	2,4	3,8	0,3

Untuk Kendaraan ringan (LV), Nilai EMP selalu 1,0 untuk semua kendaraan

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1997b

2.3.2 Lalu Lintas Harian Rata-rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal dua jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian rata-rata (LHR). LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data-data selama 1 tahun penuh. (Direktorat Perguruan Tinggi Swasta, 1997)

$$LHRT = \frac{\text{jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365 \text{ hari}}$$

LHRT : dinyatakan dalam smp/hari/2 arah.

LHR : adalah jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dibandingkan atau dibagi dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{jumlah lalu lintas dalam pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

(Direktorat Perguruan Tinggi Swasta, 1997)

2.4. Aspek Geometrik

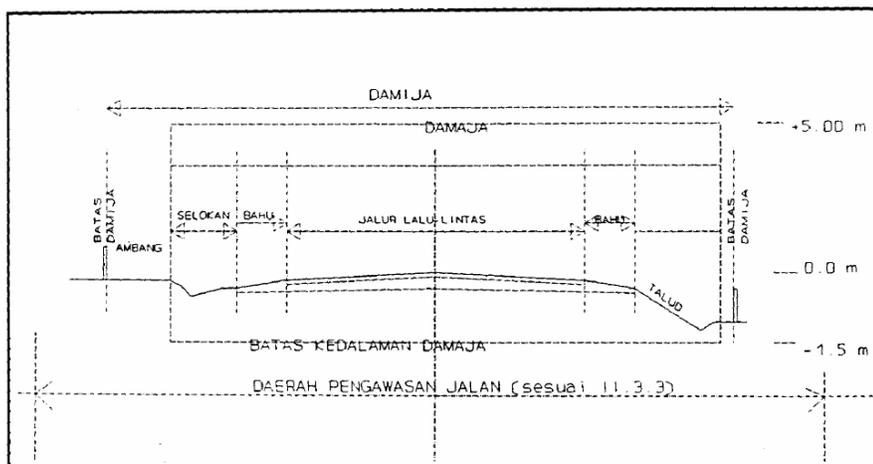
Dalam perencanaan jalan, bentuk geometrik jalan harus ditentukan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal pada lalu lintas sesuai dengan fungsinya. Untuk itu perlu diperhatikan batasan – batasan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga.

2.4.1 Bagian- bagian Jalan

1) Daerah Manfaat Jalan

Daerah manfaat jalan (DAMAJA) dibatasi oleh:

- Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan
- tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan
- kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.



Gambar 2.1 Damaja, Damija dan Dawasja di lingkungan jalan antar kota

2) Daerah Milik Jalan

Ruang Daerah milik jalan (Damija) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter. (Gambar 2.1)

3) Daerah Pengawasan Jalan

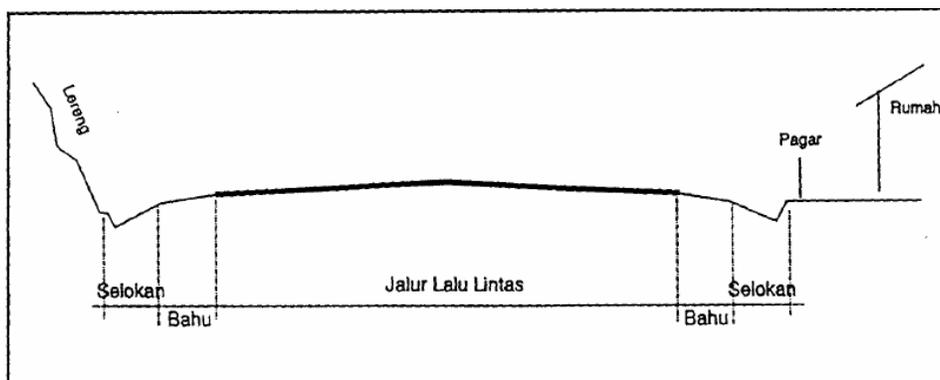
- a. Ruang Daerah Pengawasan Jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut:
 1. Jalan arteri minimum 20 meter,
 2. Jalan kolektor minimum 15 meter,
 3. Jalan Lokal minimum 10 meter.
- b. Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

2.4.2. Penampang Melintang

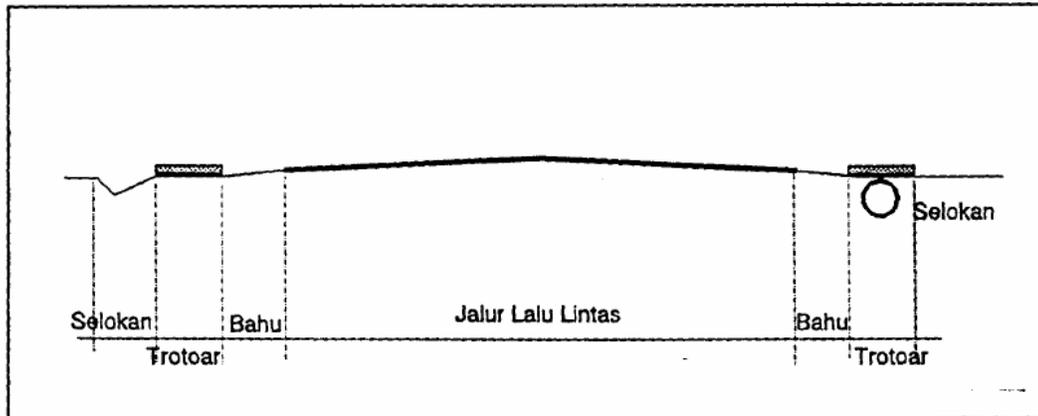
1) Komposisi Penampang Melintang

Penampang melintang jalan terdiri atas bagian- bagian sebagai berikut (lihat gambar 2.2):

- a. Jalur lalu lintas;
- b. Median dan jalur tepian (kalau ada);
- c. Bahu;
- d. Jalur pejalan kaki;
- e. Selokan dan
- f. Lereng.



Gambar 2.2 Penampang Melintang Jalan Tipikal



Gambar 2.3 Penampang Melintang Jalan Tipikal yang dilengkapi Trottoar

2) Jalur Lalu Lintas

a. Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batas jalur lalu lintas dapat berupa:

- a. Median;
- b. Bahu;
- c. Trottoar;
- d. Pulau jalan; dan
- e. Separator.

b. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur.

c. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe (lihat Gambar 2.4 - Gambar 2.5)

(1) 1 jalur-2 lajur-2 arah (2/2 TB)

(2) 1 jalur-2 lajur-1 arah (2/1 TB)

(3) 2 jalur-4 lajur-2 arah (4/2 B)

(4) 2 jalur-n lajur-2 arah (n/2 B), di mana n = jumlah lajur.

Keterangan: TB = tidak terbagi.

B = terbagi

d. Lebar Jalur

(1) Lebar jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya.

Tabel 2.8 menunjukkan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR-nya.

(2) Lebar jalur minimum adalah 4.5 meter, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan. Papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu-waktu dapat menggunakan bahu jalan.

Tabel 2.8 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu jalan.

VLHR SMP/Hari	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		minimum		Ideal		minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalan (m)	Lebar Bahu (m)										
<3.000	6	1.5	4.5	1	6	1.5	4.5	1	6	1	4.5	1
3.000- 10.000	7	2	6	1.5	7	1.5	6	1.5	7	1.5	6	1
10.001- 25.000	7	2	7	2	7	2	**)	**)	-	-	-	-
>25.000	2n x 3,5 *)	2.5	2 x 3,5 *)	2	2n x 3,5 *)	2	**)	**)	-	-	-	-

Keterangan: **) = Mengacu pada persyaratan ideal

*) = 2 jalur terbagi, masing – masing $n \times 3,5$ m, di mana n= Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan

3) Lajur

a. Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.

- b. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam Tabel 2.9.
- c. Jumlah lajur ditetapkan dengan mengacu kepada MKJI berdasarkan tingkat kinerja yang direncanakan, di mana untuk suatu ruas jalan dinyatakan oleh nilai rasio antara volume terhadap kapasitas yang nilainya tidak lebih dari 0.80.
- d. Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut (lihat Gambar 11.14):
- (1) 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;
 - (2) 4-5% untuk perkerasan kerikil

Tabel 2.9 Lebar Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

2.4.3 Jarak pandang

Jarak pandang adalah jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam suatu perencanaan jalan raya untuk mendapatkan keamanan yang setinggi-tingginya bagi lalulintas adalah sebagai berikut :

1. Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak pandang minimum yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya

rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak ini merupakan dua jarak yang ditempuh sewaktu melihat benda hingga menginjak rem dan jarak untuk berhenti setelah menginjak rem.

Jarak pandang henti terdiri atas 2 elemen jarak yaitu :

1) Jarak tanggap

Jarak tanggap adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.

2) Jarak pengereman

Jarak pengereman adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti. Jarak minimum ini harus dipenuhi dalam setiap bagian jalan raya, besar yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.10 Jarak Pandang Henti Minimum

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

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

Jarak Pandang Henti (Jh) dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus:

$$J_h = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2gf}$$

di mana :

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

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

f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55.

a. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Jarak pandang mendahului di ukur berdasarkan asumsi tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Jarak kendaraan mendahului dengan kendaraan datang dan jarak pandang mendahului sesuai dengan Vr dapat dilihat pada tabel 2.11 dan 2.12

Tabel 2.11 Jarak Kendaraan Mendahului dengan Kendaraan Datang

V (km/jam)	50–65	65–80	80–95	95 – 110
Jh minimum (m)	30	55	75	90

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

Tabel 2.12 Panjang jarak Pandang Mendahului berdasarkan Vr

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd	800	675	550	350	250	200	150	100

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997)

Jarak pandang mendahului (Jd), dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut:

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.2)$$

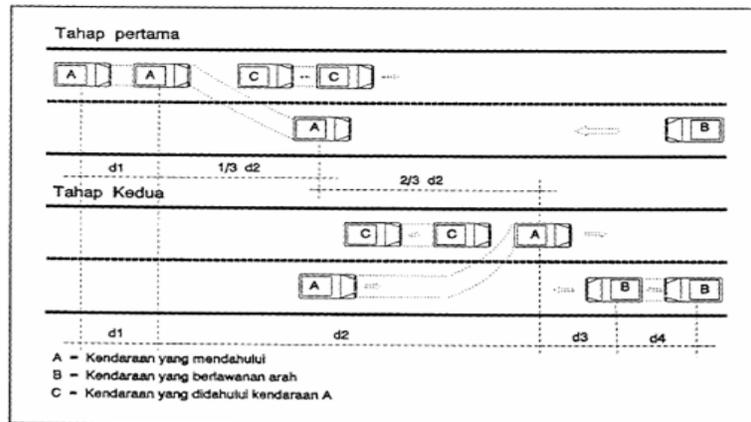
dimana :

d1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

d2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m),

d3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),

d4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan 213 d2 (m).



Gambar 2.3 Jarak Pandang Mendahului

2.4.4 Alinyemen Horizontal

Perencanaan alinyemen horisontal merupakan proyeksi sumbu tegak lurus bidang horisontal yang terdiri dari susunan garis lurus dan garis lengkung (*Direktorat Perguruan Tinggi Swasta, 1997*). Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung atau disebut juga tikungan. Perencanaan geometrik pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan yang berjalan dengan kecepatan VR pada saat melewati tikungan (*Departemen Pekerjaan Umum, 1997a*). Gaya sentrifugal ini dapat mendorong kendaraan secara radial ke arah luar lengkung. Gaya ini arahnya tegak lurus terhadap arah laju kendaraan yang mengakibatkan rasa tidak nyaman bagi pengemudi. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tikungan pada alinyemen horisontal adalah :

a. Kecepatan Rencana

V_R , Adalah kecepatan rencana pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan- kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman. V_R untuk masing- masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari table 2.12

Tabel 2.12 Kecepatan Rencana (V_R)

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

Catatan:

Untuk Kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam

b. 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 geometric 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 horisontal dapat dicari dengan rumus:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{(e_{max} + f_{max})}$$

Keterangan:

R_{min} = jari-jari tikungan minimum (m)

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

e_{max} = superelevasi maksimum (%)

f_{max} = koefisien gesek maksimum untuk perkerasan aspal ($f_{max} = 0,24$)

untuk $V_R < 80$ km/jam $f_m = - 0,00065 * V_R + 0,192$

untuk $V_R > 80$ km/jam $f_m = - 0,00125 * V_R + 0,24$

Panjang jari-jari minimum dapat dilihat pada Tabel 2.13 berikut ini.

Tabel 2.13 Panjang Jari - Jari Minimum

Kecepatan Rencana, V_r (Km/Jam)	Jari-jari Minimum, R_{min} (m)
120	600
100	350
80	210
60	110
50	80
40	50
30	30
20	15

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

b. 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). Panjang lengkung peralihan dapat dilihat pada Tabel 2.14

Tabel 2.14 Panjang Lengkung Peralihan (L_s) Dan Panjang Pencapaian Superelevasi (L_e) Untuk Jalan 1 Jalur – 2 lajur – 2 Arah.

V_R (km/jam)	Superelevasi, e (%)									
	2		4		6		8		10	
	L_s	L_e	L_s	L_e	L_s	L_e	L_s	L_e	L_s	L_e
20										
30										
40	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
50	15	25	20	30	20	30	30	40	40	50
60	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
70	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
80	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
90	30	60	40	70	50	80	70	100	100	130
100	35	65	45	80	55	90	80	110	110	145
110	40	75	50	85	60	100	90	120	-	-
120	40	80	55	90	70	110	95	135	-	-

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1997a

Panjang lengkung Peralihan (L_s) menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997, dapat juga diambil dari nilai terbesar dari tiga persamaan di bawah ini:

1. Berdasarkan Waktu tempuh maksimum (3 detik)

$$L_s = \frac{V_R}{3.6} T$$

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal,

$$L_s = 0,22 \frac{V_R^3}{R_C R} - 2,727 \frac{V_R e}{C}$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 T_e} V_R$$

Dimana:

T = waktu tempuh = 3 detik

R_C = Jari- jari busur lingkaran (m)

C = Perubahan percepatan

r_e = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan,

Untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_{e \text{ maks}} = 0,035$ m/m/det

Untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_{e \text{ maks}} = 0,025$ m/m/det

e = Superelevasi

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi normal

c. Jenis Lengkung Horisontal

Dalam perancangan tikungan, dikenal 2 bentuk lengkung dasar yang sering digunakan yaitu lengkung lingkaran (*circle*) dan lengkung spiral. Lengkung spiral sering digunakan sebagai lengkung peralihan (*Direktorat Perguruan Tinggi Swasta, 1997*).

Penggunaan kedua lengkung disesuaikan dengan kebutuhan dan persyaratan teknis, untuk itu dikenal beberapa bentuk tikungan yang digunakan dalam perancangan, yaitu:

1) *Full circle*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan raya, dalam merencanakan tikungan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Lengkung peralihan
- 2) Kemiringan melintang (superelevasi)
- 3) Pelebaran perkerasan jalan
- 4) Kebebasan samping

Jenis tikungan *full circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengendara dan kendaraannya, namun apabila ditinjau dari penggunaan lahan dan biaya pembangunannya yang relatif terbatas, jenis tikungan ini merupakan pilihan yang sangat mahal.

Adapun batasan dimana diperbolehkan menggunakan *full circle* adalah sebagai berikut sesuai tabel 2.15.

Tabel 2.15 Jari-Jari Minimum Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari minimum (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997).

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *full circle*, yaitu :

$$R \text{ min} = \frac{V^2}{127(e \text{ max} + fm)} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$D_{\max} = \frac{1432,4}{R_{\min}}; D = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$e = -\frac{e_{\max}}{D^2_{\max}} \cdot D^2 + \frac{2e_{\max}}{D_{\max}} \cdot D \dots\dots\dots(2.5)$$

$$L_s = \frac{(\theta \cdot \pi \cdot R \cdot C)}{90} \dots\dots\dots(2.6)$$

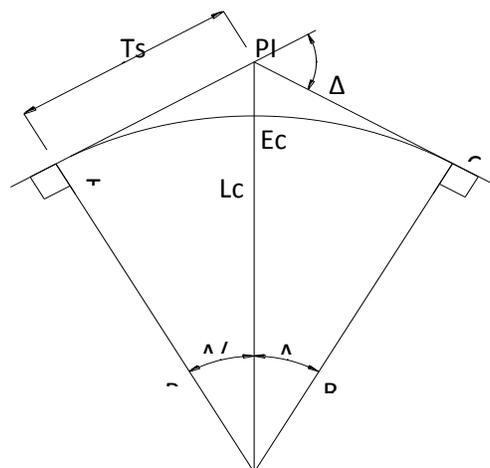
$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots(2.7)$$

$$E_c = T \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots(2.8)$$

$$L_c = \frac{\pi}{180} \Delta R \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

Δ = Sudut tikungan atau sudut tangen ($^{\circ}$)	V = Kecepatan (km/jam)
T_c = Jarak T_c dan PI (m)	B = Lebar jalan (m)
R = Jari-jari (m)	C = Perubahan percepatan (m)
E_c = Jarak PI ke busur lingkaran (m)	f_m = Koefisien gesekan melintang = 0,19 – 0,000625 V
L_c = Panjang busur lingkaran (m)	m = Landai relatif = 2.V + 40 (%)
L_s = Lengkung peralihan fiktif (m)	
D = Derajat lengkung ($^{\circ}$)	



Gambar 2.4 Bentuk Tikungan Full Circle

2) *Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)*

Bentuk tikungan ini digunakan pada daerah-daerah perbukitan atau pegunungan, karena tikungan jenis ini memiliki lengkung peralihan yang memungkinkan perubahan menikung tidak secara mendadak dan tikungan tersebut menjadi aman. Adapun jari-jari yang di ambil untuk tikungan *spiral-circle-spiral* ini haruslah sesuai dengan kecepatan dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang ditentukan, yaitu :

- Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10
- Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08
- Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral-circle-spiral*

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_m)} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$D_{\max} = \frac{1432,4}{R_{\min}}; D = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$e = -\frac{e_{\max}}{D^2_{\max}} \cdot D^2 + \frac{2e_{\max}}{D_{\max}} \cdot D \dots\dots\dots (2.12)$$

$$L_s = \frac{(\theta \cdot \pi \cdot R_c)}{90} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$T_s = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots (2.14)$$

$$E_s = \frac{R + P}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \dots\dots\dots (2.15)$$

$$L = L_c + 2 L_s \dots\dots\dots (2.16)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \cdot 2\pi R \dots\dots\dots (2.17)$$

$$\Delta = \Delta - 2 \cdot \theta_s \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

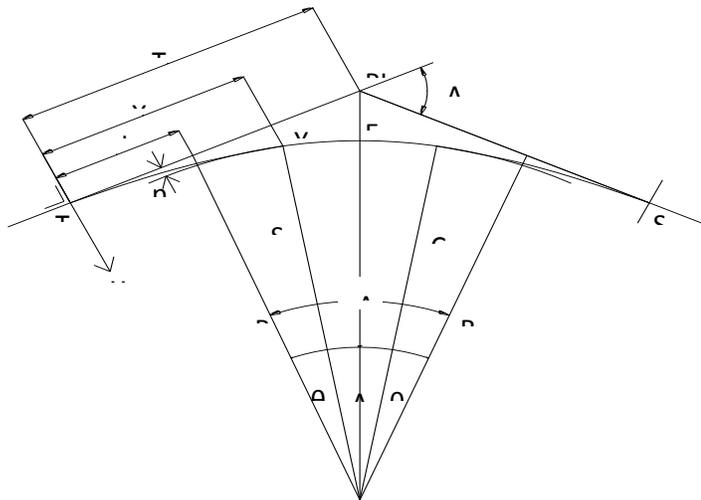
Δ = Sudut tikungan atau sudut tangen	D = Derajat lengkung ($^{\circ}$)
T_s = Titik perubahan dari tangen ke spiral (m)	V = Kecepatan (m)
R = Jari-jari (m)	B = Lebar jalan (m)
E_s = Jarak PI ke busur lingkaran (m)	C = Perubahan percepatan (m)
L_c = Panjang lengkung lingkaran (m)	f_m = Koefisien gesekan melintang $= 0,19 - 0,000625 V$
L_s = Lengkung peralihan fiktif (m)	m = Landai relatif = $2.V + 40$ (%)

Kontrol :

$$L_c > 20 \text{ m}$$

$$L > 2 T_s$$

Jika $L < 20 \text{ m}$, gunakan jenis tikungan *spiral-spiral*



Gambar 2.5 Bentuk Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

3) *Spiral-Spiral (S-S)*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam.

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral-spiral*, yaitu :

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + fm)} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$D_{\max} = \frac{1432,4}{R_{\min}}; D = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$e = -\frac{e_{\max}}{D^2_{\max}} \cdot D^2 + \frac{2e_{\max}}{D_{\max}} \cdot D \dots\dots\dots (2.21)$$

$$L_s = \frac{(\theta \cdot \pi \cdot Rc)}{90} \dots\dots\dots (2.22)$$

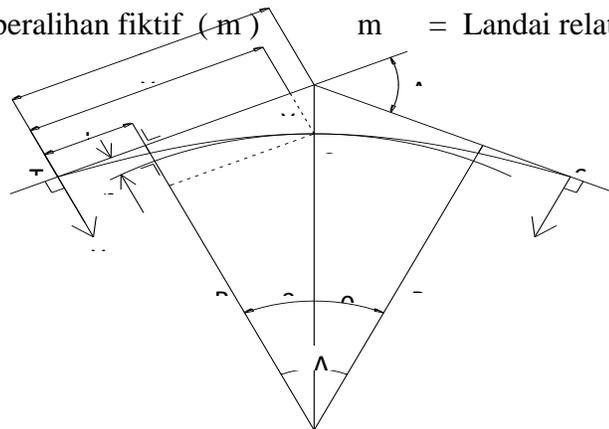
$$T_s = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots (2.23)$$

$$E_s = \frac{R + P}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \dots\dots\dots (2.24)$$

$$L = 2 \cdot L_s \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

- | | |
|---|---|
| Δ = Sudut tikungan atau sudut
tangen ($^{\circ}$) | D = Derajat lengkung ($^{\circ}$) |
| T_s = Titik perubahan dari tangen ke
spiral (m) | V = Kecepatan (km/jam) |
| R = Jari-jari (m) | B = Lebar jalan (m) |
| E_s = Jarak PI ke busur lingkaran (m) | C = Perubahan percepatan (m) |
| L_s = Lengkung peralihan fiktif (m) | fm = Koefisien gesekan melintang
= 0,19 – 0,000625 V |
| | m = Landai relatif = 2.V + 40 (%) |



Gambar 2.6 Bentuk Tikungan Spiral-Spiral

d. Superelevasi (e)

Superelevasi adalah kemiringan melintang jalan pada lengkung horizontal yang bertujuan untuk memperoleh komponen berat kendaraan guna mengimbangi gaya sentrifugal. Superelevasi maksimum yang dapat dipergunakan pada suatu jalan raya dibatasi oleh beberapa keadaan (Sukirman, 1994), seperti:

- 1) Keadaan cuaca, seperti turun hujan dan berkabut;
- 2) Jalan yang berada di daerah yang sering turun hujan atau berkabut, superelevasi maksimumnya lebih rendah daripada jalan yang berada di daerah yang selalu bercuaca baik;
- 3) Keadaan medan, seperti datar, berbukit-bukit atau pegunungan. Di daerah datar, superelevasi maksimumnya lebih tinggi daripada di daerah berbukitbukit dan pegunungan.

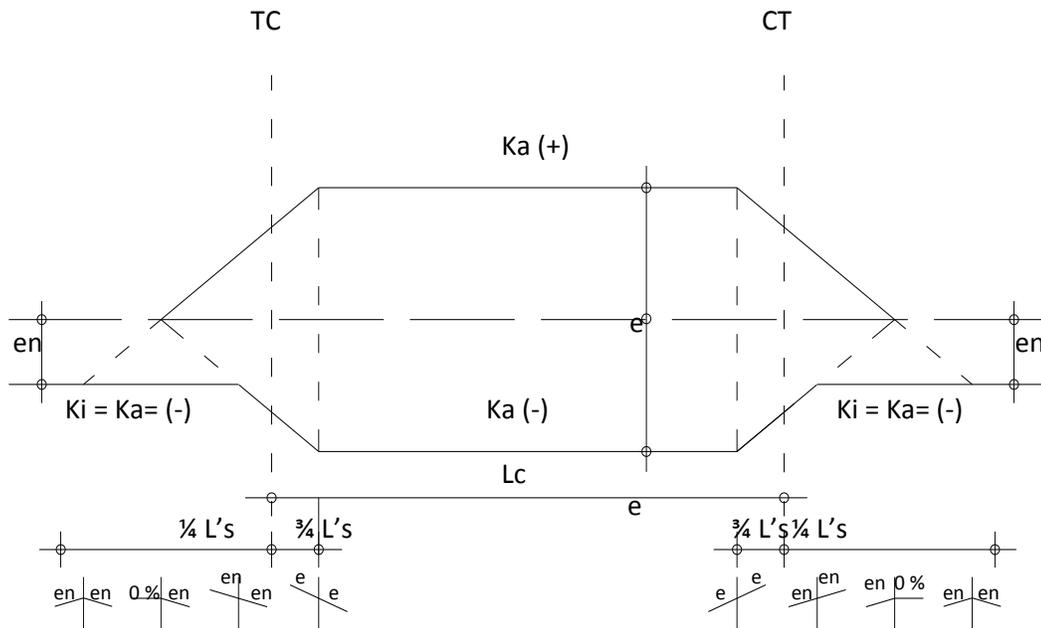
Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu, yang berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaannya atau pelaksanaannya dilapangan.

a. Pencapaian superelevasi

- 1) Superelevasi dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung
- 2) Pada tikungan *spiral-circle-spiral*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal sampai lengkung peralihan (TS) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan
- 3) Pada tikungan *full circle*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang $\frac{2}{3} L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $\frac{1}{3} L_s$
- 4) Pada tikungan *spiral-spiral*, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral

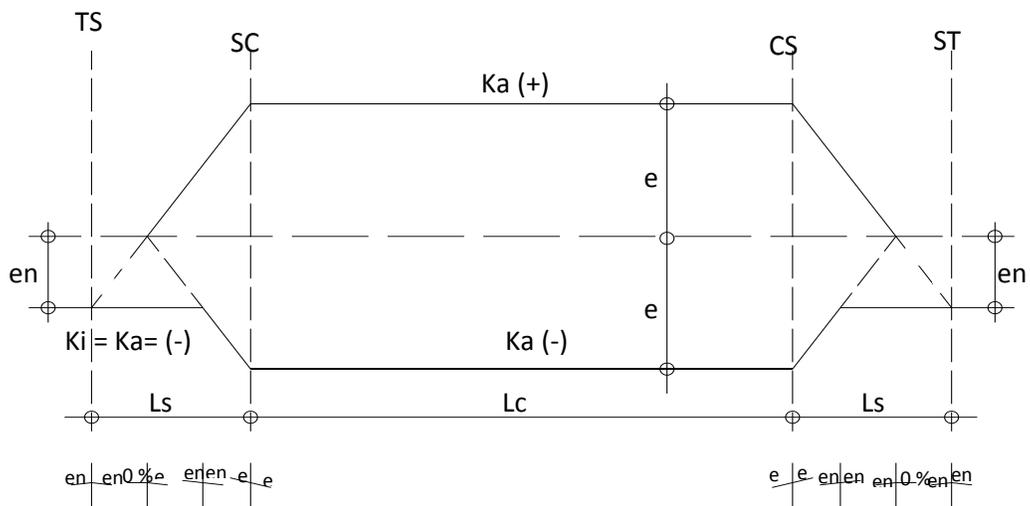
b. Diagram superelevasi

1) Tikungan *full circle*



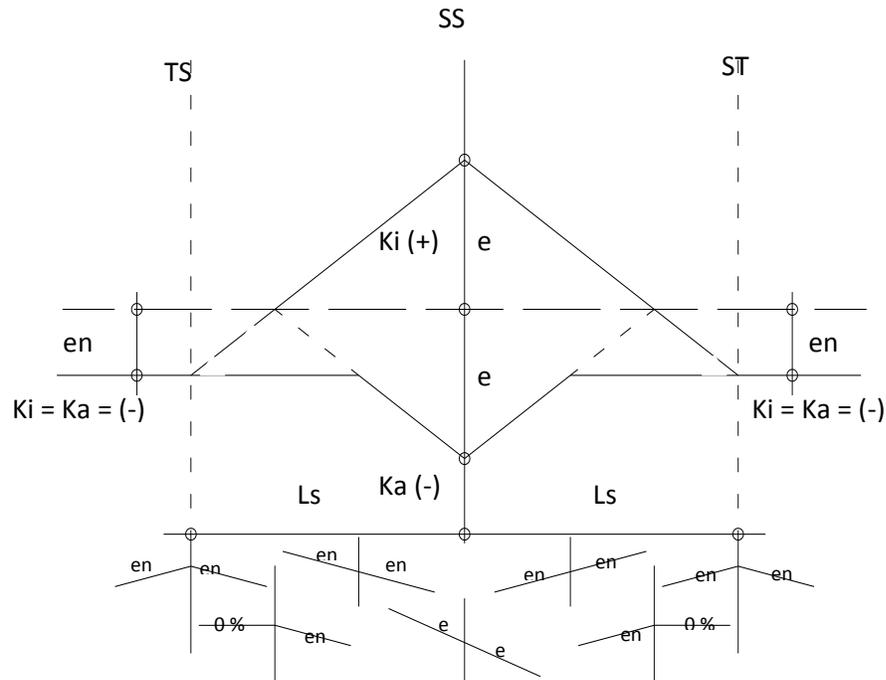
Gambar 2.7 Pencapaian Superelevasi Tikungan Full Circle.

2) Tikungan *spiral-circle-spiral*



Gambar 2.8 Pencapaian Superelevasi Tikungan Spiral-Circle-Spiral.

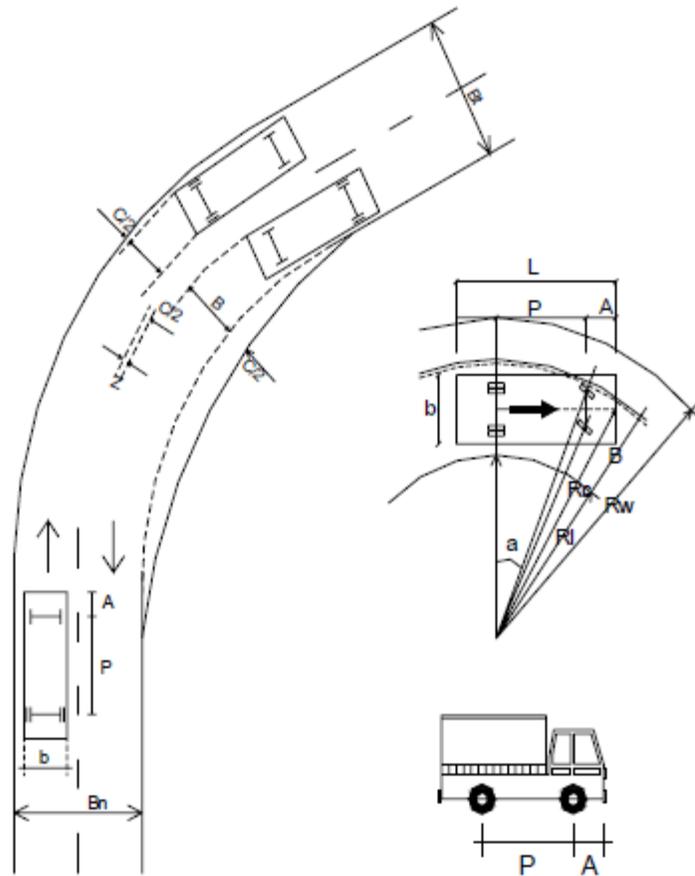
3) Tikungan *spiral-spiral*



Gambar 2.9 Pencapaian Superelevasi Tikungan Spiral-Spiral.

e. Pelebaran Perkerasan Pada Lengkung Horisontal

Pada saat kendaraan melintasi tikungan, roda belakang kendaraan tidak dapat mengikuti jejak roda depan sehingga lintasannya berada lebih ke dalam dibandingkan dengan lintasan roda depan. Lebar jalan yang dibutuhkan pada daerah tikungan lebih besar agar roda kendaraan tetap berada pada perkerasan. Untuk itu pada bagian ini perlu dibuat pelebaran. Pada umumnya truk tunggal digunakan sebagai jenis kendaraan rencana untuk penentuan tambahan lebar perkerasan yang dibutuhkan. Tetapi pada jalanjalan dimana banyak dilewati kendaraan berat, jenis kendaraan semi trailer merupakan kendaraan yang cocok dipilih untuk kendaraan rencana. Pelebaran perkerasan pada tikungan dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.10 Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

Detail dari elemen-elemen dari pelebaran perkerasan tikungan di atas adalah sebagai berikut:

1) *Off Tracking*

Untuk perencanaan geometrik jalan antar kota, Bina Marga memperhitungkan lebar kendaraan rencana (B) dengan mengambil posisi kritis kendaraan yaitu pada saat roda depan kendaraan pertama kali dibelokkan dan tinjauan dilakukan pada lajur sebelah dalam.

2) Kesukaran Dalam Mengemudi di Tikungan

Semakin tinggi kecepatan kendaraan dan semakin tajam tikungan tersebut, semakin besar tambahan pelebaran akibat kesukaran dalam mengemudi. Hal ini disebabkan kecenderungan terlemparnya kendaraan bergerak ke arah dalam gerakan menikung tersebut. Kebebasan samping di kiri dan kanan jalan tetap harus dipertahankan demi keamanan dan tingkat pelayanan jalan. Kebebasan samping (C) sebesar 0,5m, 1 m, dan 1,25 m cukup memadai untuk jalan dengan lebar lajur 6 m, 7 m, dan 7,50 m.

$$B = R_w - R_i$$

$$R_i + b = \sqrt{(R_w^2 - (p + A)^2)}$$

$$R_w = \sqrt{(R_i + b)^2 - (p + A)^2}$$

$$R_i = R_w - B$$

$$R_w - B + b = \sqrt{(R_w^2 - (p + A)^2)}$$

$$B = R_w + b - \sqrt{(R_w^2 - (p + A)^2)}$$

Keterangan :

B = Lebar kendaraan rencana

B = Lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur sebelah dalam

R_w = Radius lengkung terluar dari lintasan kendaraan pada lengkung horizontal untuk lajur sebelah dalam.

Besarnya R_w dipengaruhi oleh tonjolan depan (A) kendaraan dan sudut belokan roda depan (α).

R_i = Radius lengkung terdalam dari lintasan kendaraan pada lengkung horizontal untuk lajur sebelah dalam. Besarnya R_i dipengaruhi oleh jarak gandar kendaraan (p).

R_c = Radius lajur sebelah dalam – 0,5 lebar perkerasan + 0,5b

$$Rc^2 = (Ri + 0,5b)^2 + (p + A)^2$$

$$(Ri + 0,5b)^2 = Rc^2 - (p + A)^2$$

$$(Ri + 0,5b)^2 = (Rw^2 - (p + A)^2)$$

$$Ri = (Rw^2 - (p + A)^2 - 0,5b$$

2.4.5 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli, sehingga memberikan gambaran terhadap kemampuan kendaraan dalam keadaan naik dan bermuatan penuh.

Alinyemen vertikal sangat erat hubungan dengan besarnya biaya pembangunan, biaya penggunaan kendaraan serta jumlah lalu lintas. Kalau pada alinyemen horizontal yang merupakan bagian kritis adalah lengkung horizontal (bagian tikungan) maka pada alinyemen vertikal yang merupakan bagian kritis justru pada bagian lurus. Kemampuan pendakian dari kendaraan truck dipengaruhi oleh panjang pendakian (panjang kritis landai) dan besarnya landai.

a. Landai Maksimum dan Panjang Maksimum Landai

Panjang kritis landai adalah panjang yang masih dapat diterima tanpa mengakibatkan gangguan lalu lintas (panjang ini mengakibatkan pengurangan maksimum sebesar 25 km/jam). Landai maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya sangat memaksa dan hanya untuk jarak yang pendek. Bila pertimbangan biaya memaksa, maka panjang kritis dapat dilampaui dengan syarat ada jalur khusus untuk kendaraan berat. Adapun syarat panjang kritis ini dapat dilihat pada tabel 2.16.

Tabel 2.16 Panjang Kritis

Landai maksimum (%)	3	4	5	6	7	8	10	12
Panjang Kritis (m)	480	330	250	200	170	150	135	120

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/T/BM/1997).

b. Lengkung Vertikal

Pada setiap penggantian landai harus dibuat lengkung vertikal yang memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase yang baik. Lengkung vertikal adalah lengkung yang dipakai untuk mengadakan peralihan secara berangsur-angsur dari suatu landai ke landai berikutnya.

Maka persamaan umum dari lengkung vertikal, yaitu :

$$Y' = \pm \left[\frac{g_2 - g_1}{2.L} \right] X^2 \dots\dots\dots (2.26)$$

Lengkung vertikal terbagi atas :

1. Lengkung vertikal cembung
2. Lengkung vertikal cekung

Kelandaian menaik diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun diberi tanda (-). Ketentuan menaik atau menurun ditinjau dari sebelah kiri.

$$EV = \frac{A.L}{800} \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

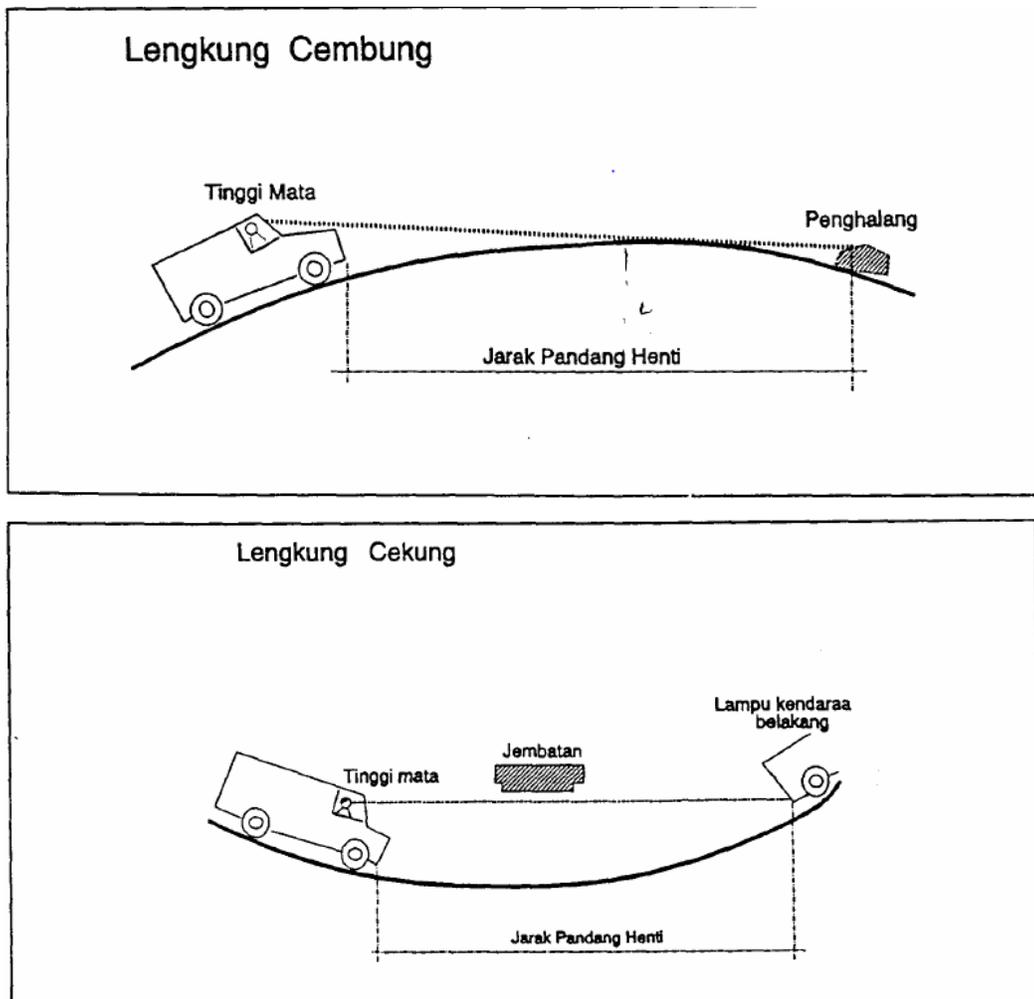
$$A = (g_1 + g_2)$$

L = Panjang lengkung vertikal

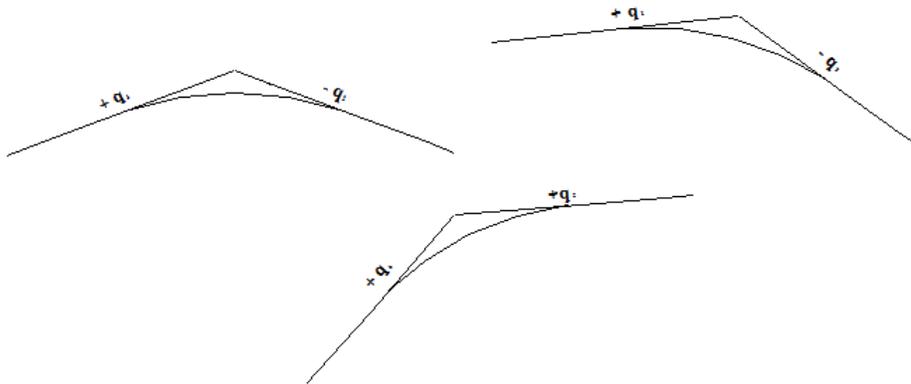
Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai Tabel II.24 yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan, dan jarak pandang. Untuk jelasnya lihat Gambar 2.10

Tabel 2. 17 Panjang Minimum Lengkung Vertikal

Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan kelandaian memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
<40	1	20 - 30
40-60	0,6	40 - 80
>60	0,4	80 - 150

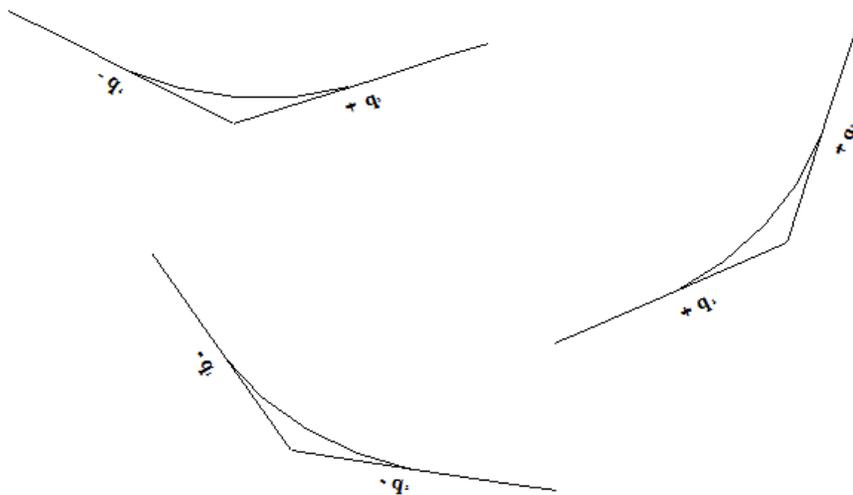


Gambar 2.10 Lengkung Vertikal



Alinyemen Vertikal Cembung

Gambar 2.11 Alinyemen Vertikal Cembung



Alinyemen Vertikal Cekung

Gambar 2.12 Alinyemen Vertikal Cekung

2.5 Perencanaan Galian dan Timbunan

Didalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan.

Langkah-langkah perhitungan galian dan timbunan :

1. Penentuan stationing sehingga diperoleh panjang horizontal jalan dari alinyemen horizontal (trase).
2. Gambarkan profil memanjang (alinyemen vertikal) untuk memperlihatkan perbedaan tinggi muka tanah asli dengan tinggi muka perkerasan yang akan direncanakan.
3. Gambarkan profil melintang pada tiap titik stationing sehingga dapat luas penampang galian dan timbunan.

Hitung volume galian dan timbunan dengan mengkalikan luas penampang rata-rata dari galian atau timbunan dengan jarak antar patok.

2.5.1 Stationing

Penomoran (stationing) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberi nomor pada interval-interval tertentu dari awal sampai akhir proyek stationing jalan dibutuhkan sebagai sarana informasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang ditinjau dan sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Adapun interval untuk masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangen pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal adalah sebagai berikut :

- Setiap 100 m, untuk daerah datar
- Setiap 50 m, untuk daerah bukit
- Setiap 25 m, untuk daerah gunung

Stationing ini sama fungsinya dengan patok-patok km di sepanjang jalan, namun juga terdapat perbedaannya yaitu:

1. Patok km merupakan petunjuk jarak yang akan di ukur dari patok km, yang umumnya terletak di ibu kota provinsi atau kotamadya, sedangkan patok stationing merupakan petunjuk yang di ukur dari bawah sampai akhir proyek
 2. Patok km merupakan patok permanent yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok stationing merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut
- Pada tikungan penomoran dilakukan pada setiap komponen pada tikungan.

2.6 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah suatu bagian konstruksi jalan yang terletak diatas tanah dasar yang bertujuan untuk melewati lalulintas dengan aman dan nyaman serta menerima dan meneruskan beban lalulintas ketanah dasar.

2.6.1 Jenis - Jenis Konstruksi Perkerasan

Jenis-jenis konstruksi perkerasan, yaitu :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalulintas ke tanah. Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas haruslah memenuhi syarat, seperti permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang dan permukaan yang cukup kaku sehingga tidak berubah bentuk akibat beban yang bekerja diatasnya.

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Konstruksi perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat yang terdiri atas plat (*slab*) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri.

3. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawah.

Untuk memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan konstruksi perkerasan lentur memiliki dua persyaratan yang harus dipenuhi yaitu :

a. Syarat untuk lalulintas

Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalulintas haruslah memenuhi syarat sebagai berikut :

- 1) Permukaan rata, tidak boleh bergelombang, tidak melendut, dan tidak pula berlubang

- 2) Permukaan cukup keras dan kaku, sehingga tidak mudah mengalami deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya
 - 3) Permukaan harus cukup kasar sehingga memberikan gesekan yang baik antara roda kendaraan dan permukaan jalan
 - 4) permukaan tidak mengkilap dan tidak menimbulkan silau bila terkena sinar matahari
- b. Syarat-syarat struktural

Dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban lalu lintas, konstruksi perkerasan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- 1) Memiliki ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar
- 2) Kedap terhadap air, sehingga air yang mengalir pada permukaan keras tidak meresap ke dalam lapis perkerasan tersebut
- 3) Permukaan harus mudah mengalirkan air, dan dengan demikian air hujan yang mengalir di atasnya dapat cepat dialirkan ke saluran drainase yang ada
- 4) Harus cukup kaku untuk menimbulkan beban yang bekerja tanpa adanya deformasi yang berarti

Pada umumnya, perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah ke atas, sebagai berikut :

1. Lapisan tanah dasar (*sub grade*)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut spesifikasi *AASHTO T-180-74*, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan

jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR). Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang di stabilisasi.

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

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

2. **Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)**

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di atas lapisan tanah dasar dan di bawah lapis pondasi atas.

Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- c. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
- d. Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat berat (akibat lemahnya daya dukung tanah dasar) pada awal-awal pelaksanaan pekerjaan.
- e. Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca terutama hujan.

Jenis lapisan pondasi bawah yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

1) Agregat bergradasi baik, meliputi :

- a) Sirtu/ pitrun kelas A
- b) Sirtu/ pitrun kelas B
- c) Sirtu/ pitrun kelas C

2) Stabilisasi, meliputi :

- a) Stabilisasi agregat dengan semen
- b) Stabilisasi agregat dengan kapur
- c) Stabilisasi tanah dengan semen
- d) Stabilisasi tanah dengan kapur

3. Lapisan pondasi (*base course*)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan.

Lapisan pondasi atas ini berfungsi sebagai :

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
- Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Jenis lapisan pondasi atas yang umum digunakan di Indonesia antara lain:

a. Agregat bergradasi baik, meliputi :

- 1) Batu pecah kelas A
- 2) Batu pecah kelas B
- 3) Batu pecah kelas C

b. Pondasi Macadam

- c. Pondasi *Telford*
- d. Penetrasi Macadam (lapen)
- e. Aspal beton pondasi
- f. Stabilitas, meliputi :
 - 1) Stabilitas agregat dengan semen
 - 2) Stabilitas agregat dengan kapur
 - 3) Stabilitas agregat dengan aspal
- 4. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan.

Lapisan permukaan ini berfungsi sebagai :

- Lapisan yang langsung menahan akibat beban roda kendaraan.
- Lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan (lapis aus).
- Lapisan yang mencegah air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan di bawahnya.

Jenis lapisan permukaan yang umum digunakan di Indonesia antara lain :

a. Lapisan nonstruktural

Lapisan yang berfungsi sebagai lapisan aus dan lapisan kedap air, antara lain :

1) Burtu (laburan aspal satu lapis)

Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu jenis lapis agregat bergradasi seragam dengan ketebalan maksimum 2 cm.

- 2) Burda (laburan aspal dua lapis)
Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan ketebalan padat 3,5 cm.
 - 3) Latasir (lapis tipis aspal pasir)
Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1 – 2 cm.
 - 4) Buras (laburan aspal)
Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inchi.
 - 5) Latasbum (lapis tipis asbuton murni)
Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang bercampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - 6) Lataston (lapis tipis aspal beton)
Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filler) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, dicampur dalam keadaan panas dengan ketebalan maksimum padat 2,5 – 3 cm.
- b. Lapisan struktural
- Lapisan yang berfungsi sebagai lapisan aus dan lapisan kedap air juga berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan meneruskan beban roda kendaraan ke lapisan yang menahan dan meneruskan beban roda kendaraan ke lapisan yang ada dibawahnya, antara lain :

1) Lapen (lapis penetrasi macadam)

Merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Diatas lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan padat 3 – 5 cm.

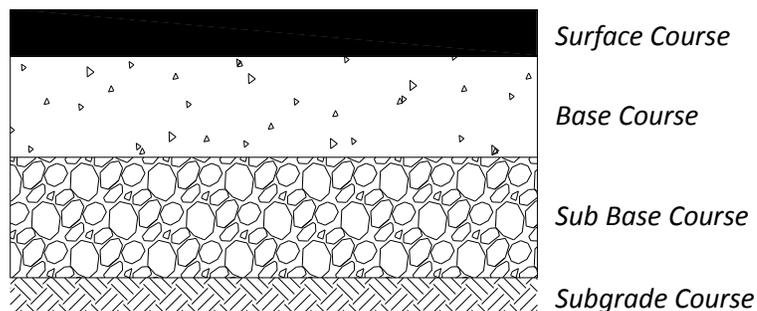
2) Lasbutag (lapis asbuton campuran dingin)

Campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan pelunak, dan filler yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan secara dingin dengan tebal lapisan padat 3 – 5 cm

3) Laston (lapis aspal beton)

Merupakan lapisan pada suatu konstruksi jalan raya yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal keras yang dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Adapun struktur lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur.

2.6.2 Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan

Lapis perkerasan jalan berfungsi menerima dan menyebarkan beban lalulintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikian dapat memberikan kenyamanan kepada pengemudi selama pelayanan jalan tersebut. Untuk itu dalam perencanaan konstruksi, lapis konstruksi perkerasan perlu sekali mempertimbangkan semua faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pelayanan konstruksi perkerasan jalan, seperti :

1. Sifat tanah dasar

Lapisan tanah dasar merupakan lapisan yang paling atas, yang nantinya akan diletakkan lapis perkerasan di atasnya. Kualitas tanah dasar akan sangat mempengaruhi kualitas dari konstruksi perkerasan secara keseluruhan. Sebelum dilakukan pekerjaan konstruksi perkerasan, tanah dasar ini terlebih dahulu harus diperiksa daya dukungnya. Pemeriksaan data dukung tanah dapat dilakukan dengan CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan cara yang paling sering digunakan di Indonesia, DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan lain sebagainya. CBR diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah disiapkan di laboratorium ataupun dilapangan. Sebelum dilakukan pengambilan contoh dilapangan, perlu dilakukan evaluasi terhadap kedalaman atau elevasi tanah dasar rencana, sehingga para pengambil contoh dapat mengetahui pada lokasi atau posisi mana tanah harus diambil sebagai sample untuk di uji.

- a. Bila tanah dasar merupakan tanah hasil timbunan

Maka perlu ditinjau ketebalan lapisan timbunan tersebut. Untuk timbunan kurang dari 1 meter, maka sampel tanah diambil baik dari bahan timbunan maupun tanah aslinya. Untuk timbunan lebih dari 1 meter maka sampel tanah yang diambil cukup dari tanah timbunannya saja.

b. Bila tanah dasar merupakan tanah hasil galian

Maka perlu diketahui kedalaman dari galian tersebut dari permukaan tanah aslinya. Dari kedalaman ini dapat diambil kesimpulan apakah perlu dilakukan test pit (sumur uji) atau cukup dilakukan analisa lapis dan sifat -sifat tanah lainnya dengan cara pemboran.

c. Bila tanah dasar sama dengan muka tanah asli

Maka pengambilan contoh tanah dilakukan di sepanjang trase jalan. Interval pengambilan harus berdasarkan jenis tanah disepanjang trase tersebut. Untuk jenis tanah yang sama, maka pengambilan contoh dapat dilakukan dengan interval 1 km sekali, namun apabila terjadi pergantian jenis tanah, maka sampel tanah harus diambil pada setiap perubahan tersebut.

Penentuan nilai CBR untuk perencanaan jalan perlu mempertimbangkan segi ekonomis namun tidak mengorbankan segi kekuatan untuk konstruksi jalan yang akan dibangun. Pada kenyataannya, besarnya harga CBR pada setiap titik pengujian disepanjang jalur jalan tidaklah sama. Hal ini disebabkan oleh tidak seragamnya jenis dan kondisi tanah yang ada. Apabila perencanaan tebal lapis perkerasan hanya berdasarkan nilai CBR yang paling kecil, maka dapat dipastikan akan menghabiskan biaya yang cukup mahal.

Sebaliknya apabila diambil nilai CBR terbesar, maka dipastikan hasil perencanaan tidak akan memenuhi syarat. Sebaliknya sepanjang jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan, dimana setiap segmennya mempunyai daya dukung yang hampir sama. Jadi segmen jalan adalah bagian dari panjang jalan yang mempunyai sifat-sifat tanah yang sama, antara lain daya dukung tanah, jenis tanah dan keadaan lingkungannya. Setiap

segmen jalan mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan pada segmen jalan tersebut. Nilai CBR segmen dapat ditentukan dengan menggunakan cara analitis.

Penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Cara Analitis

Perhitungan CBR dengan cara analitis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CBR_{\text{segmen}} = \frac{CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}})}{R} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat didalam satu segmen. Nilai R dapat dilihat pada tabel 2.17.

Tabel 2.17 Nilai R Untuk Perhitungan CBR Segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	3,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997*)

2. Cara Grafis

Prosedur dalam menetapkan nilai CBR_{segmen} yaitu :

- Tentukan nilai CBR terendah

- Tentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR kemudian disusun secara tabelaris, mulai dari CBR terkecil sampai CBR yang terbesar.
- Angka terbanyak diberi 100%, sedangkan angka yang lain merupakan persentase dari 100%.
- Beri grafik hubungan antara harga CBR dengan persentase nilai tadi.
- Nilai CBR_{segmen} adalah nilai pada keadaan 90%.

2. Kinerja perkerasan jalan

Kinerja perkerasan jalan meliputi tiga hal utama yaitu :

- a. Keamanan yang ditentukan oleh nilai gesekan akibat kontak antara dua roda kendaraan dengan permukaan perkerasannya. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan dan kondisi cuaca.
- b. Struktur perkerasan sehubungan dengan kondisi fisik dari perkerasan tersebut, misalnya retak-retak, alur, amblas, bergelombang, dan lain-lain.
- c. Fungsi pelayanan sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Kondisi perkerasan dan fungsi pelayanannya merupakan satu kesatuan yang mendukung terwujudnya kenyamanan bagi pengemudi.

Gangguan kenyamanan bagi pengemudi dapat disebabkan oleh gangguan dalam arah memanjang (*longitudinal distorsio*), yakni berupa gelombang-gelombang dari perkerasan sepanjang jalan dan gangguan dalam arah melintang (*transverse distorsion*), misalnya

berupa kemiringan melintang yang tidak stabil. Kinerja perkerasan dapat dinyatakan dengan Indeks Permukaan (IP) atau *Servicibility Index* dan indeks kondisi jalan atau *Road Condition Index* (RCI).

Nilai IP menurut AASHTO dapat dilihat pada tabel 2.18.

Tabel 2.18 Nilai Indeks Permukaan Menurut AASHTO

Indeks Permukaan (IP)	Fungsi Pelayanan
4–5	Sangat Baik
3–4	Baik
2–3	Cukup
1–2	Kurang
0–1	Sangat Kurang

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997*)

Indeks permukaan (*Servicibility Index*) diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak-retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada jalur roda, kekerasan permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama usia rencana. Indeks permukaan bervariasi dari nilai 0 sampai dengan 5 yang masing-masing nilai angka menunjukkan fungsi pelayanan.

Bina Marga memberikan nilai IP untuk berbagai kondisi permukaan jalan sebagai berikut :

- IP = 1,0 Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga mengganggu lalu lintas kendaraan
- IP = 1,5 Menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin dilewati (jalan tidak terputus)
- IP = 2,0 Menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap
- IP = 2,5 Menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lintasan Ekuivalen Rencana (LER). Indeks permukaan pada akhir umur rencana (IP) dapat dilihat pada tabel 2.19.

Tabel 2.19 Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana (IP)

Lintas Ekuivalen Rencana (LER)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
<10	1,0 –1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000		2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997*)

Dalam menentukan indeks permukaan awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan atau kehalusan serta kekokohnya) pada awal umur rencana. IPo ini tergantung dari jenis bahan yang dipergunakan untuk lapisan perkerasan tersebut. Indeks permukaan pada awal umur rencana dapat dilihat pada tabel 2.20.

Tabel 2.20 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	< 1000
	3,9 3,5	>1000
LASBUTAG	3,9 3,5	< 2000
	3,4 3,0	> 2000
HRA	3,9 3,5	< 2000
	3,4 3,0	> 2000
BURDA	3,9 3,5	< 2000

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Ronghness *) (mm/km)
BURTU	3,4 3,0	
LAPEN	3,4 3,0	
	2,9 2,5	< 2000
LATASBUM		< 3000
BURAS	2,9 2,5	> 3000
LATASIR	2,9 2,5	
JALAN	2,9 2,5	
TANAH	≤ 2,4	
JALAN	≤ 2,4	
KERIKIL		

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997)

3. Umur rencana

Umur rencana (UR) perkerasan jalan adalah jumlah waktu dalam satu tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapisan permukaan yang baru. Selama umur rencana, pemeliharaan jalan tetap harus dilaksanakan seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Umur rencana untuk jalan yang baru dibuka pada umumnya diambil 20 tahun, sedangkan untuk peningkatan jalan pada umumnya diambil 10 tahun. Umur rencana lebih dari 20 tahun dipandang kurang ekonomis karena perkembangan lalu lintas terlalu besar atau sukar mendapat tingkat ketelitian yang memadai.

4. Lalu lintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari :

a. Angka ekuivalen kendaraan

Berat kendaraan ditransfer ke perkerasan jalan melalui roda-roda kendaraan yang terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan memiliki konfigurasi sumbu yang berbeda-

beda. Sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sedangkan sumbu belakang dapat merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sumbu tunggal roda ganda, ataupun sumbu ganda roda ganda. Dengan demikian setiap jenis kendaraan akan memiliki angka ekivalen yang merupakan hasil penjumlahan dari angka ekivalen sumbu depan dan sumbu belakang. Beban masing-masing sumbu dipengaruhi oleh titik berat dari kendaraan tersebut.

$$\begin{aligned}
 E &= E_{\text{sumbu depan}} + E_{\text{sumbu belakang}} \\
 E_{\text{sumbu depan}} &= \left(\frac{\text{Distribusi Beban sumbu depan (Beban sumbu tunggal)}}{8140} \right)^4 \\
 E_{\text{sumbu belakang}} &= \left(\frac{\text{Distribusi Beban sumbu belakang (Beban sumbu tunggal)}}{8140} \right)^4
 \end{aligned}$$

Pada perencanaan tebal perkerasan sebaiknya tidak selalu mempergunakan angka ekivalen berdasarkan berat maksimum dan tidak juga menggunakan angka ekivalen berdasarkan berat kosong. Angka ekivalen yang digunakan untuk perencanaan adalah angka ekivalen berdasarkan berat kendaraan yang diharapkan selama umur rencana. Berat kendaran tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- 1) Fungsi jalan, kendaraan berat yang memakai jalan arteri umumnya memuat muatan yang lebih berat daripada jalan lokal.
- 2) Keadaan medan, jalan yang mendaki mengakibatkan truk tidak mungkin memuat beban yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.
- 3) Kondisi jembatan, jembatan-jembatan yang dibangun dengan kemampuan memikul beban yang terbatas jelas tidak mungkin untuk memikul beban truk yang melewati batas beban maksimum yang dapat dipikulnya.

- 4) Kegiatan ekonomi didaerah bersangkutan, jenis dan berat beban yang diangkut oleh kendaraan berat tergantung dari jenis kegiatan yang ada didaerah tersebut.
- 5) Perkembangan daerah, beban yang diangkut oleh kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah disekitar lokasi jalan.

Dengan demikian, maka sebaiknya angka ekivalen yang dipergunakan untuk perencanaan tebal perkerasan adalah angka ekivalen hasil survey timbang yang telah dilakukan pada daerah tersebut.

b. Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalulintas dari suatu ruas jalan raya yang terdiri dari satu lajur atau lebih. Jika jalan tidak mempunyai pembatas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.21

Tabel 2.21 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 lajur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 lajur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 lajur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 lajur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 lajur

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997*)

Persentase kendaraan pada lajur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien distribusi kendaraan C, untuk jenis kendaraan ringan dan berat. Koefisien distribusi kendaraan C dapat dilihat pada tabel 2.22.

Tabel 2.22 Koefisien Distribusi Kendaraan C

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,000	1,000	1,000	1,000
2 lajur	0,600	0,500	0,700	0,500
3 lajur	0,400	0,400	0,500	0,475
4 lajur	-	0,300	-	0,450
5 lajur	-	0,250	-	0,425
6 lajur	-	0,200	-	0,400

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997*)

Keterangan :

- ❖ Berat total kendaraan ringan < 5 ton, misalnya : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran
 - ❖ Berat total kendaraan berat \geq 5 ton, misalnya : bus, truck, traktor, semi trailer, trailer
- c. Lintas harian rata-rata dan rumus-rumus lintas ekuivalen

Lalulintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada permulaan umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah untuk jalan dengan median. LHR merupakan suatu unsur penting dalam menentukan besarnya lintas ekuivalen suatu ruas jalan.

Dengan memperhatikan besarnya LHR, koefisien distribusi kendaraan dan angka ekuivalen maka besarnya lintas ekuivalen kendaraan dapat ditentukan dengan rumus seperti dibawah ini:

1) Lintas ekuivalen permukaan (LEP)

Merupakan jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8160 kg pada jalur rencana yang diduga terjadi pada awal umur rencana. LEP dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = LHR_j \times C_j E_j$$

Dimana : j = Jenis kendaraan

2) Lintas ekivalen akhir (LEA)

Merupakan jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8160 kg pada jalur rencana yang diharapkan terjadi pada akhir usia rencana. LEA dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEA = LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

3) Lintas ekivalen tengah (LET)

Merupakan jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8160 kg pada jalur rencana yang diharapkan terjadi pada pertengahan umur rencana. LET dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LET = \frac{1}{2} (LEP + LEA)$$

4) Lintas ekivalen rencana (LER)

Merupakan suatu besaran yang digunakan dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal sebesar 8160 kg pada jalur rencana. LER dapat dihitung dengan rumus :

$$LER = LET \times UR/10$$

5) Kondisi lingkungan

Kondisi lingkungan ini dalam perencanaan tebal perkerasan jalan disebut dengan faktor regional (FR). Faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap konstruksi jalan adalah air, baik air yang berasal dari hujan ataupun air yang berasal dari dalam tanah. Disamping itu, kelandaian jalan dan jumlah kendaraan berat yang akan menggunakan jalan tersebut juga akan ikut berpengaruh didalam penentuan tebal perkerasan.

Didalam perencanaan pembangunan jalan, pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian didalam menentukan tebal lapis perkerasan, faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk kelandaian dan tikungan, persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim setempat. Nilai faktor regional dapat dilihat pada tabel 2.23.

Tabel 2.23 Faktor Regional (FR)

Curah Hujan	Kelandaian I < 6%		Kelandaian II 6 – 10%		Kelandaian III > 10%	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%	≤ 30%	>30%
Iklm I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 -2,5
Iklm II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997*)

Catatan : Pada bagian jalan-jalan tertentu seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam ($R \leq 30$ m), FR ditambah dengan 0,5 pada daerah rawa-rawa atau FR ditambah dengan 1,0.

6) Sifat material lapisan perkerasan

Perencanaan tebal perkerasan ditentukan juga dari jenis lapisan perkerasan. Hal ini ditentukan dari tersedianya material dilokasi dan mutu material tersebut. Ketersediaan material di lokasi akan berpengaruh terhadap biaya pembangunan secara langsung, mengungat biaya transportasi yang harus dikeluarkan apabila material harus didatangkan dari luar daerah. Namun begitu, kualitas material harus dijaga agar mutu konstruksi jalan yang dibuat dapat dicapai. Dengan mempertimbangkan tersebut, banyak sekali alternatif dari material yang dapat dipilih, yang dipercaya sangat ekonomis dari segi pembiayaan juga cukup baik dalam hal kekuatannya.

7) Koefisien kekuatan relatif

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagaia lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditetapkan secara korelasi sesuai nialai dari pengujian marshall (MS), untuk beban dengan pengikatan aspal, kuat tekan (Kt), untuk bahan hasil stabilisasi kapur dan semen atau CBR (untuk lapis pondasi bawah). Koefisien kekuatan relatif dapat dilihat pada tabel 2.32.

8) Batas-batas minimum tebal perkerasan

Disamping memberikan nilai koefisien sebagaimana tersebut diatas, Bina Marga juga membatasi ketebalan dari masing-masing lapisan yang paling minimum sehubungan dengan beban lalu lintas yang akan diterimanya. Beban lalu lintas yang akan di terima oleh lapisan perkerasan merupakan suatu nilai yang diberi nama dengan Indeks Tebal Perkerasan (ITP). Batas-batas minimum tebal perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.33– tabel 2.36

9) Bentuk lapisan perkerasan

Lapisan perkerasan jalan harus dibentuk sedemikian rupa sehingga pengaruh air dapat dihindari sejauh mungkin. Bentuk geometrik lapisan perkerasan jalan mempengaruhi cepat atau lambatnya aliran air untuk meninggalkan lapisan perkerasan jalan. Bentuk permukaan yang terlalu datar mengakibatkan aliran air yang jatuh pada permukaan jalan tersebut lambat. Lambatnya pengaliran air akan memberi kesempatan untuk meresap ke lapisan perkerasan. Sebaliknya bentuk terlalu curam kemiringannya, disamping akan mengakibatkan timbulnya erosi juga akan mengurangi kenyamanan dalam mengemudi.

Tabel 2.24 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,50 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1970*)

Tabel 2.25 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapisan Perkerasan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	
LASBUTAG	3,9 – 3,5	
HRA	3,4 – 3,0	≤ 1000 > 1000
BURDA	3,9 – 3,5	≤ 2000 > 2000
BURTU	3,4 – 3,0	≤ 2000 > 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 2000 > 2000
LATASBUM	2,9 – 2,5	< 2000 > 2000
BURAS	2,9 – 2,5	> 2000
LATASIR	2,9 – 2,5	> 2000
JALAN	2,9 – 2,5	> 3000
TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN	$\leq 2,4$	
KERIKIL		

Tabel 2.26 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	KT (kg/cm ²)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal
0,25	-	-	-	-	-	Macadam
0,20	-	-	-	-	-	Lapen
-	0,28	-	590	-	-	(mekanis)
-	0,26	-	454	-	-	Lapen
-	0,24	-	340	-	-	(manual)
-	0,23	-	-	-	-	Laston atas
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	
-	0,13	-	-	18	-	Lapen (mekanis)
-	0,15	-	-	22	-	Lapen
-	0,13	-	-	18	-	(manual)
-	0,14	-	-	-	100	Soil
-	0,13	-	-	-	80	cement
-	0,11	-	-	-	60	
-	-	0,13	-	-	70	Stabilisasi tanah
-	-	0,12	-	-	50	Kapur

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	KT (kg/cm ²)	CBR (%)	
-	-	0,11	-	-	30	Batu pecah (kelas A)
-	-	0,10	-	-	20	Batu pecah (kelas B)
						Batu pecah (kelas C)
						Sirtu/pitrum (kelas A)
						Sirtu/pitrum (kelas B)
						Sirtu/pitrum (kelas C)
						Tanah/Lempung kepasiran

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1997)

Tabel 2.27 Batas-batas Minimum Tebal Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Beban
3,00	5,0	Lapis pelindung (buras, burtu, burda)
3,00 – 6,7	5,0	Lapen, aspal macadam, HRA, lasbutag, laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen, aspal macadam, HRA, lasbutag, laston
7,45 – 9,99	7,5	Lasbutag, laston
≥ 10,000	10	Laston

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1970)

Tabel 2.28 Batas-batas Minimum Tebal Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
$\leq 3,00$	15	Batu pecah, stab tanah/ semen, stab tanah/ kapur
3,00 – 7,49	20*	Batu pecah, stab tanah/ semen, stab tanah/ kapur
7,50 – 9,99	10	Laston atas
	20	Batu pecah, stab tanah/ semen, stab tanah/ kapur, Pondasi macadam
10,00 – 12,14	15	Laston atas
	20	Batu pecah, stab tanah/ semen, stab tanah/ kapur, Pondasi macadam
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stab tanah/ semen, stab tanah/ kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1970*)

2.6.3 Metode Perencanaan Tebal Perkerasan

Terdapat banyak metode yang telah dikembangkan dan dipergunakan di berbagai negara untuk merencanakan tebal perkerasan. Metode tersebut kemudian secara spesifik diakui sebagai standar perencanaan tebal perkerasan yang dilakukan oleh negara yang bersangkutan.

Beberapa standar yang telah dikenal adalah :

1. Metode AASHTO, Amerika Serikat

Yang secara terus menerus mengalami perubahan sesuai dengan penelitian yang telah diperoleh. Perubahan terakhir dilakukan pada edisi 1986 yang dapat dibaca pada buku "AASHTO – *Guide For Design of Pavement Structure*, 1986".

2. Metode NAASRA, Australia

Yang dapat dibaca " *Interin Guide to Pavement Thicknexx Design* "

3. Metode *Road Note 29* dan *Road Note 31*

Road note 29 diperuntukkan bagi perencanaan tebal perkerasan di Inggris itu sendiri, sedangkan *Road note 31* diperuntukkan bagi perencanaan tebal perkerasan di negara-negara beriklim subtropics dan tropis.

4. Metode *Asphalt Institute*

Yang dapat dibaca pada *Thickness Design Asphalt Pavements for Highways and Streets, MS-1*.

5. Metode Bina Marga, Indonesia

Yang merupakan modifikasi dari metode AASHTO 1972 revisi 1981. Metode ini dapat dilihat pada buku petunjuk perencanaan tebal perkerasan jalan raya dengan metode analisa komponen, SKBI-2.3.26.1987 UDC : 625.73(02).

2.6.4 Perencanaan Jalan Baru

Metode perencanaan tebal perkerasan jalan dengan analisa komponen yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga, yang judul aslinya “Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya” dengan metode yang bersumber dari AASHTO '72 hasil revisi 1981, yang dimodifikasi sesuai dengan jalan di Indonesia.

Adapun hal-hal yang telah dimodifikasi agar sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Indeks permukaan awal (IPo)

Lapis permukaan di Indonesia terdiri dari jenis yang berbeda mutunya satu sama lain. Oleh karena itu IPo tidak dapat diberlakukan hanya satu nilai saja seperti pada AASHTO.

2. Indeks permukaan akhir (IP)

AASHTO mempergunakan 2 harga untuk IP, yaitu $IP = 2,0$ dan $IP = 2,5$ sedangkan Indonesia menggunakan 4 harga IP, yaitu $IP = 1,0; 1,5;$

2,0; 2,5 sesuai dengan fungsi jalan dan besarnya lintas ekivalen rencana (LER).

3. Faktor regional (FR)

Faktor regional (FR) digunakan oleh AASHTO dikembangkan berdasarkan 4 musim yang dimiliki Amerika Serikat, yaitu musim panas, musim gugur, musim semi, dan musim dingin, disamping pengaruh lainnya seperti drainase, muka air tanah dan kelandaian jalan dan sebagainya. Di Indonesia faktor regional (FR) dikembangkan berdasarkan curah hujan pada iklim tropis, faktor drainase, muka air tanah dan kelandaian jalan dan sebagainya. Nilai FR yang dipergunakan di Indonesia bervariasi antara 0,5 – 4,0.

4. Nomogram untuk menentukan ITP

Nomogram-nomogram yang digunakan oleh AASHTO dibuat berdasarkan umur rencana 20 tahun, sedangkan oleh Bina Marga nomogram-nomogram tersebut dibuat berdasarkan umur rencana 10 tahun. Untuk umur rencana selain 10 tahun maka penyesuaian dilakukan dengan menggunakan faktor penyesuaian (FP), yaitu $FP = \text{umur rencana}/10$.

Perencanaan tebal perkerasan untuk jalan baru sesuai tercantum dalam buku perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan analisa komponen – SKBI 2. 3.26. 1987 UDC 625.73 (02) dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

- Tentukan nilai daya dukung tanah dasar dengan cara pemeriksaan CBR segmen
- Tentukan nilai daya dukung tanah dasar dari setiap CBR segmen yang diperoleh dengan menggunakan grafik korelasi DDT dan CBR
- Tentukan umur rencana (UR) dari jalan yang direncanakan

- Tentukan faktor pertumbuhan lalu lintas yang terjadi selama masa pelaksanaan dan selama umur rencana. i %
- Tentukan faktor regional (FR) dari jalan yang direncanakan (tabel 2.18)
- Tentukan lintas ekuivalen rencana (LER)
- Tentukan indeks permukaan awal umur rencana (IPo) sesuai dengan jenis lapis permukaan yang digunakan (tabel 2.15)
- Tentukan indeks permukaan akhir umur rencana (IP) sesuai dengan jenis lapis permukaan yang digunakan
- Tentukan indeks tebal perkerasan (ITP) dengan menggunakan nomogram-nomogram yang disesuaikan berdasarkan nilai IP dan IPo yang dipilih
- Tentukan jenis lapis perkerasan yang akan dipergunakan, pemilihan lapis perkerasan ditentukan berdasarkan : material yang tersedia, biaya, tenaga dan peralatan, serta fungsi dari jalan yang direncanakan.
- Tentukan koefisien relative (a) dari setiap lapisan, yaitu lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah (Tabel 2.19)
- Untuk menentukan ketebalan dari masing-masing lapisan ditentukan dengan rumus :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

Keterangan :

ITP = Indeks tebal perkerasan, sesuai dengan nilai yang diperoleh pada langkah no.9 diatas

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif untuk lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah

D_1, D_2, D_3 = Tebal dari lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah

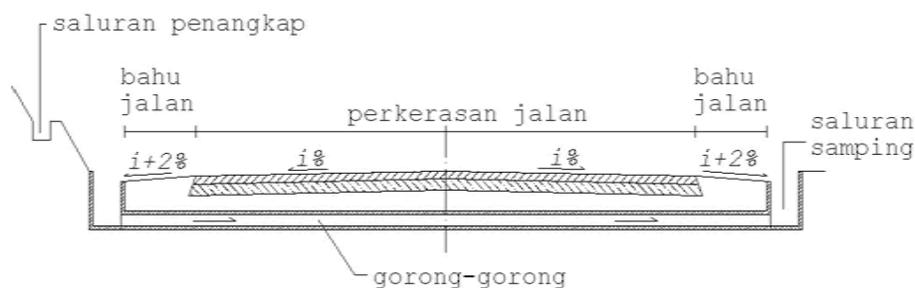
2.7 Aspek Drainase dan Bangunan Pelengkap

2.7.1 Aspek Drainase

Aspek hidrologi diperlukan dalam menentukan banjir rencana sehingga akan diketahui tinggi muka air banjir melalui bentuk penampang yang telah ada. Tinggi muka air banjir ini akan mempengaruhi terhadap tinggi muka jalan yang akan direncanakan.

a. Ketentuan-Ketentuan

1. Sistem drainase permukaan jalan terdiri dari: kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan, selokan samping, gorong-gorong dan saluran penangkap.



Gambar 2. 12 Sistem Drainase Permukaan

2. Kemiringan melintang normal (e_n) perkerasan jalan untuk lapis permukaan aspal adalah 2 % - 3 %, Sedangkan untuk bahu jalan diambil $= e_n + 2$ %.
3. Selokan samping jalan
 - a. Kecepatan aliran maksimum yang diizinkan untuk material dari pasangan batu dan beton adalah 1,5 m/detik.
 - b. Kemiringan arah memanjang (i) maksimum yang diizinkan untuk material dari pasangan batu adalah 7,5 %.
 - c. Pematah arus diperlukan untuk mengurangi kecepatan aliran bagi selokan samping yang panjang dengan kemiringan cukup besar. Pemasangan jarak antar pematah arus dapat dilihat pada Tabel 2.38.
 - d. Penampang minimum selokan samping adalah $0,50 \text{ m}^2$.

Tabel 2.29 Jarak Pematah Arus

I (%)	6%	7%	8%	9%	10%
L (m)	16	10	8	7	6

Sumber : SNI 03-3424-1994

b. Curah Hujan Rencana

Perhitungan hujan rencana ini digunakan *Metode Gumble*.

$$X_{tr} = X_{rt} + S_x K_r$$

$$K_r = [0.78 \{ -\ln (-\ln (1 - 1/Tr)) \} - 0.45]$$

$$S_x = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rata - rata})}{(n - 1)}$$

Keterangan :

X_{rt} = Curah hujan rata-rata (mm)

K_r = Faktor frekuensi *Gumble*

S_x = Standart deviasi

n = Banyaknya data hujan

Tr = Periode ulang curah hujan

c. Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan digunakan rumus *Mononobe* sebagai berikut :

$$I = \frac{R}{24} \cdot \frac{24}{T_c}^{-0.67}$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/jam)

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

R = curah hujan maksimum rencana (mm)

Time of Concentration (Tc)

$$T_c = \frac{L}{V}$$

Keterangan :

Tc = waktu pengaliran (detik)

L = panjang pengaliran (m)

V = kecepatan aliran (m/dtk)

d. Debit Limpasan

Debit limpasan akibat daerah tangkapan air sungai dengan formula *Rational Mononobe* :

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6}$$

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan :

Q = Debit banjir rencana (m³/dtk)

C = Koefisien *run off*

I = Intensitas hujan rencana (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan air (km²)

Koefisien *run off* merupakan perbandingan antar jumlah limpasan dengan jumlah curah hujan. Besar kecilnya nilai koefisien limpasan ini dipengaruhi oleh kondisi topografi dan perbedaan penggunaan tanah.

Tabel 2. 30 Koefisien Run Off

Kondisi daerah pengaliran dan sungai	Harga dari f
Daerah pegunungan yang curam	0,75-0,9
Daerah pegunungan tersier	0,70-0,80
Tanah bergelombang dan hutan	0,50-0,75
Tanah dataran yang ditanami	0,45-0,60
Persawahan yang diairi	0,70-0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75-0,85
Sungai kecil di dataran	0,45-0,75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya terdiri dari dataran	0,50-0,75

Sumber : Buku Pedoman Hidrologi Untuk Pengaliran

Dengan menggunakan data curah hujan dan hasil perhitungan debit, maka kita dapat melakukan perhitungan dimensi saluran.

Rumus yang digunakan :

$$Q = V * F$$

$$V = 1/n * R^{2/3} * I^{0,5}$$

$$R = \frac{F}{O}$$

Keterangan :

- Q : debit pengaliran
- V : kecepatan pengaliran
- n : koefisien kekasaran
- R : jari-jari hidrolis
- I : kemiringan dasar saluran arah memanjang
- F : luas penampang basah
- O : keliling penampang basah

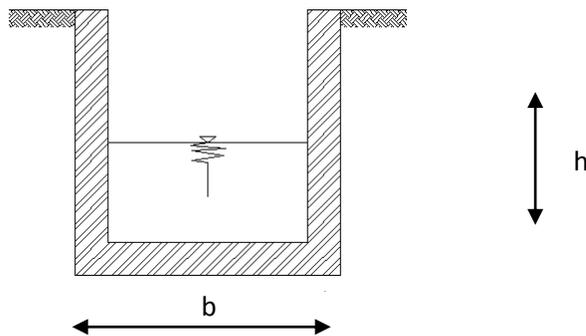
e. Bangunan Drainase

Sistem drainase berfungsi untuk mengalirkan air dari badan jalan sehingga tidak mengganggu penggunaan jalan dan tidak menimbulkan kerusakan pada badan jalan. Menurut fungsinya sistem drainase dibagi atas dua macam :

1. Drainase permukaan (*surface drainage*)

Drainase permukaan berfungsi untuk mengalirkan air dari badan jalan. Air tersebut harus segera dialirkan agar tidak meresap ke dalam struktur perkerasan badan jalan. Pengaliran dilakukan ke arah samping ke saluran samping jalan yang berada di sebelah kiri dan kanan jalan. Dalam perencanaan dimensi saluran samping diperlukan :

- Saluran harus mampu menampung seluruh air yang ada di permukaan jalan.
- Saluran memiliki kemiringan memanjang yang tidak menyebabkan erosi namun dapat menghindari pengendapan.
- Saluran harus dipelihara secara berkala.



Gambar 2.14 Penampang Saluran Samping Bentuk Segi Empat

2. Drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*)

Drainase bawah permukaan biasa disebut gorong-gorong. Drainase ini berfungsi untuk menanggulangi air bawah permukaan / air tanah agar tidak merembes masuk ke dalam struktur perkerasan. Dimensi saluran dan gorong-gorong ditentukan atas dasar $Ad = A$

- a. Luas penampang basah berdasarkan debit aliran (F_d)

$$A_d = \frac{Q}{v} \text{ (m}^2\text{)}$$

- b. Luas penampang basah yang paling ekonomis (F_e)

Saluran bentuk segi empat

$$F_e = b \cdot d \quad b = 2h$$

$$A = b \times h = 2h \times h$$

$$= 2h^2$$

$$A = A_d$$

Tinggi jagaan (w) untuk saluran segi empat

$$\text{Tinggi jagaan (W) : } W = \sqrt{0.5 \times h}$$

Gorong-gorong (Box Culvert)

Desain dimensi *Box Culvert* pada wilayah ini dapat diketahui setelah didapatkan nilai Debit rencana.

Rumus syarat penampang ekonomis :

$$b = 2h$$

$$A = b \times h = 2h \times h$$

$$= 2h^2$$

$$A = A_d$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah ekonomis (m²)

b = Lebar saluran (m)

h = Kedalaman air (m)

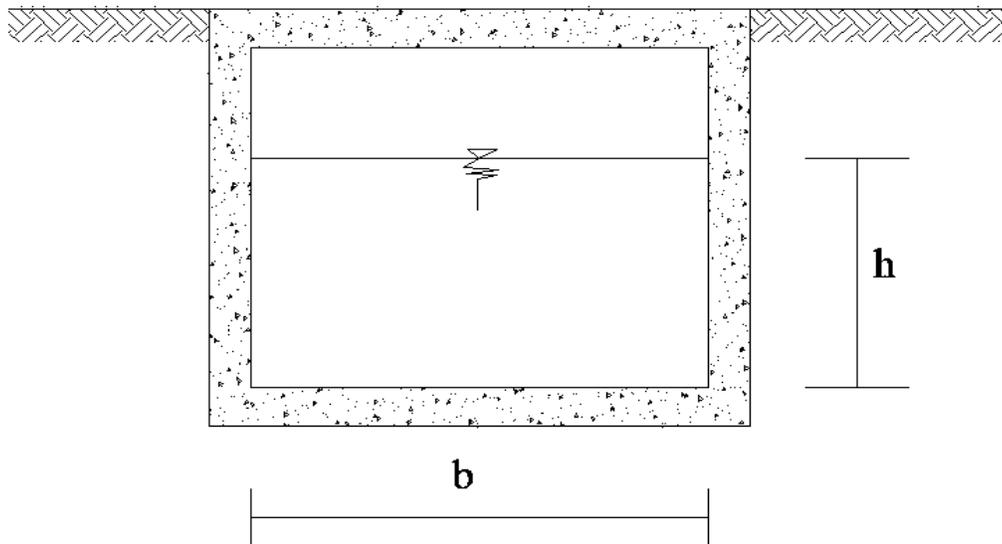
Tinggi jagaan (W) :

$$W = \sqrt{0.5 \times h}$$

Keterangan :

W = Tinggi Jagaan (m)

h = Tinggi



Gambar 2. 15 Penampang Gorong-gorong

2.8 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

1. Produksi kerja alat

Secara umum produksi kerja alat berat apapun jenisnya memiliki pola dan prinsip perhitungan yang sama. Langkah-langkah perhitungan yang harus dilakukan tidak jauh berbeda, hanya saja perhitungan produksi kerja untuk jenis alat tertentu memang memerlukan perhatian khusus karena relatif lebih kompleks.

Adapun langkah dasar perhitungan produksi kerja yaitu :

a. Menghitung kapasitas aktual

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung material yang terbawa dalam satu siklus kerja. Kapasitas aktual tergantung pada ukuran pembawa material yang ada pada setiap alat dan jenis material yang diolah.

b. Menghitung waktu siklus

Waktu siklus dihitung untuk mendapatkan jumlah siklus perjam. Waktu siklus tersebut terdiri dari waktu tetap dan waktu variabel. Waktu siklus sering ditetapkan sebagai waktu konstan untuk semua jenis material dan kondisi.

c. Menghitung produksi kerja kasar (PKK)

Menghitung produksi kerja kasar (PKK) adalah menentukan angka perkiraan produksi kerja tanpa mempertimbangkan faktor-faktor efisiensi dan faktor koreksi.

d. Menghitung produksi kerja aktual (PKA)

Menghitung produksi kerja aktual (PKA) adalah menentukan angka perkiraan produksi kerja dengan memperhitungkan semua faktor yang mempengaruhinya.

2. Biaya kepemilikan dan pengoperasian alat berat

Dalam pekerjaan yang besar seperti pekerjaan konstruksi selalu digunakan alat berat. Untuk operasi dengan alat-alat berat harus dipertimbangkan biaya-biaya yang disediakan untuk penggunaan alat, waktu yang harus disesuaikan, keuntungan yang diperoleh dan pertimbangan lainnya. Biaya untuk alat berat dapat dihitung dengan perkiraan yang dapat dipertanggung jawabkan. Biaya tersebut yaitu terdiri dari :

a. Biaya kepemilikan

Adalah biaya alat yang harus diperhitungkan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri.

b. Biaya operasi

Adalah biaya yang dikeluarkan selama alat tersebut digunakan. Biaya operasi ini meliputi bahan bakar, minyak pelumas, pergantian ban dan perbaikan atau pemeliharaan serta penggantian suku cadang khusus.

3. Analisa satuan harga pekerjaan

Analisa satuan harga adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat didalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

4. Volume pekerjaan

volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyak suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada didalam suatu proyek.

5. Rencana anggaran biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah merencanakan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya. Dalam perencanaan anggaran biaya perlu dilampirkan analisa harga satuan bahan dari tiap pekerjaan agar jelas jenis-jenis pekerjaan dan bahan yang digunakan.

6. Rekapitulasi biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikan dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya. Biasanya untuk pekerjaan yang dilaksanakan oleh Instansi Pemerintah dalam rekap tersebut sudah dimasukkan pajak serta keuntungan dari kontraktor.

7. Rencana kerja

Rencana kerja adalah suatu pembagian waktu yang terperinci untuk setiap jenis pekerjaan mulai dari awal sampai akhir pekerjaan.

a. Kurva S

Kurva S dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dari tahap pertama sampai

berakhir pekerjaan tersebut. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang didapat dari perbandingan antara harga pekerjaan dengan harga total keseluruhan dari jumlah harga penawaran.

b. Barchart

Diagram barchart mempunyai hubungan yang erat dengan metode *network planning*. Barchart ditunjukkan dengan diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

c. *Network planning*

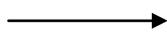
Dalam *network planning* dapat diketahui adanya hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan satu dengan yang lain. Hubungan ini digambarkan dalam suatu diagram *network*, sehingga kita akan dapat mengetahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu selesainya, pekerjaan lain atau pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga orang dan alat dapat digeser ketempat lain.

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

- Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis
- Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara mendetail dari proyek
- Mendokumenkan dan mengkomunikasikan secara *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaiannya proyek dengan tambahan waktu

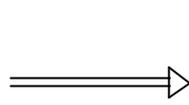
- Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.

Adapun simbol yang sering digunakan dalam *Network Planning* adalah :

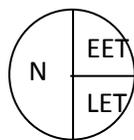
 *Arrow* Bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas/kegiatan. Ini adalah suatu pekerjaan/tugas yang penyelesaiannya membutuhkan waktu tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua nodes, arah dari anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.

 *Node/event* Bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Ini adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan.

 *Dummy* Bentuk ini merupakan anak panah putus-putus yang artinya semu. Yang dimaksud aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu. Aktifitas semu hanya boleh dipakai bila menggambarkan hubungan-hubungan aktifitas yang ada dalam satu *network*.

 *Double arrow* Anak panah sejajar yang merupakan kegiatan lintasan kritis (*critical path*).

N = Nomor kejadian



EET = EET (*Earliest Event Time*), waktu yang paling cepat, yaitu menjumlahkan durasi dari kejadian yang dimulai dari kejadian awal dilanjutkan kegiatan berikutnya dengan mengambil angka yang terbesar.

LET = LET (*Latest Event Time*), waktu yang paling lambat, yaitu mengurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan kegiatan sebelumnya dengan mengambil angka terkecil.