

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan).

2.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan dalam menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam Muatan Sumbu Terberat (MST) dalam satuan ton dan kemampuan jalan tersebut dalam melayani lalu lintas kendaraan dengan dimensi tertentu pada Peraturan Pemerintah RI No. 43/1993, pasal 11 ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas, Fungsi, Dimensi Kendaraan dan Muatan Sumbu Terberat

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum		Muatan Sumbu Terberat, MST (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
I	Arteri	18	2,5	> 10
II		18	2,5	10
III A		18	2,5	8
III A	Kolektor	18	2,5	8
III B		12	2,5	8
III C	Lokal	9	2,1	8

(Sumber: RSNI T-14-2004)

Tabel 2.2 Klasifikasi Kelas Jalan dalam MST

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

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Tabel 2.3 Klasifikasi Kelas Jalan dalam LHR

No.	Fungsi	Kelas	Lalu lintas Harian Rata-rata (smp)
1.	Jalan Arteri	I	> 20.000
2.	Jalan Kolektor	II A	6.000 – 20.000
		II B	1.500 – 8.000
		II C	< 2.000
3.	Jalan Lokal	III	-

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

1. Klasifikasi menurut medan jalan

Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Golongan Medan

Golongan Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	< 3
Perbukitan	B	3 – 25
Pegunungan	G	> 25

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

2. Klasifikasi menurut wewenang pembinaannya

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP No.26/1985 adalah:

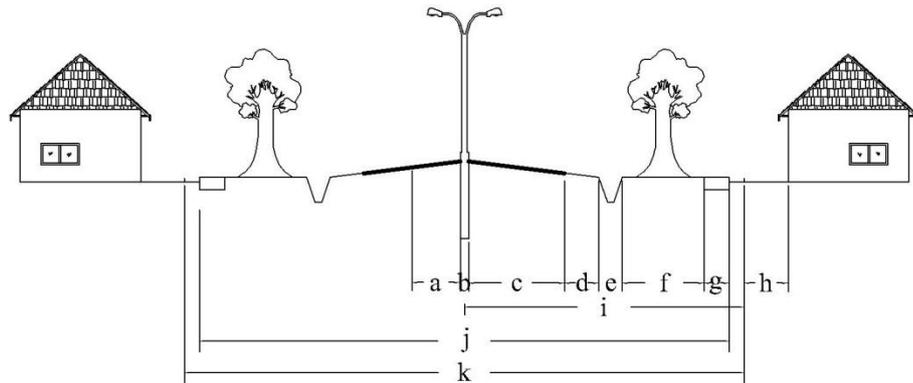
a. Jalan nasional

Jalan arteri dan kolektor yang menghubungkan ibukota provinsi dan jalan yang bersifat strategis nasional.

- b. Jalan provinsi
Jalan kolektor yang menghubungkan ibukota provinsi dengan Ibukota kabupaten/kota, antar Ibukota kabupaten/kota dan jalan yang bersifat strategis regional.
- c. Jalan kabupaten
Jalan lokal yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan Ibukota Kecamatan, antar ibukota, kecamatan, kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan Kota serta jalan strategis lokal.
- d. Jalan kotamadya
Jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar pusat pemukiman dan berada di dalam kota.
- e. Jalan desa
Jalan umum yang menghubungkan kawasan di dalam desa dan antar pemukiman serta jalan lingkungan.
- f. Jalan khusus
Jalan untuk lalu lintas bukan umum yang peruntukannya bagi kepentingan instansi, badan usaha maupun perorangan atau kelompok masyarakat.

2.3 Penampang Melintang Jalan

Penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan (Sukirman, 1994:21). Gambar penampang melintang dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Bagian-bagian Jalan

Keterangan gambar:

- | | | | |
|---|---------------------|---|------------------------------------|
| a | = Lajur lalu lintas | g | = Jalur pejalan kaki |
| b | = Median | h | = Ruang pengawasan jalan (ruwasja) |
| c | = Jalur lalu lintas | i | = Sempadan bangunan |
| d | = Bahu jalan | j | = Ruang manfaat jalan (rumaja) |
| e | = Saluran drainase | k | = Ruang milik jalan (rumija) |
| f | = Jalur hijau | | |

2.3.1 Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (*lane*) kendaraan. Lajur kendaraan, yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah (Sukirman, 1994:22). Lebar lajur jalan ideal berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 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: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

2.3.2 Bahu Jalan

Bahu Jalan adalah bagian daerah manfaat jalan yang berdampingan dengan jalur lalu lintas untuk menampung kendaraan yang berhenti, keperluan darurat, dan untuk pendukung samping bagi lapis pondasi bawah, lapis pondasi, dan lapis

Permukaan, Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038 Tahun 1997 lebar jalur lalu lintas sesuai dengan VLHR-nya dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Lebar Lajur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Lebar Ideal (m)		Lebar Minimum (m)		Lebar Ideal (m)		Lebar Minimum (m)		Lebar Ideal (m)		Lebar Minimum (m)	
	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu
<3000	6.0	1.5	4.5	1.0	6.0	1.5	4.5	1.0	6.0	1.0	4.5	1.0
3000-10000	7.0	2.0	6.0	1.5	7.0	1.5	6.0	1.5	7.0	1.5	6.0	1.0
10001-25000	7.0	2.0	7.0	2.0	7.0	2.0	**)	**)	-	-	-	-
>25000	2nx3.5)	2.5	2x7.0	2.0	2nx3.5)	2.0	**)	**)	-	-	-	-

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Keterangan: **) = mengacu pada persyaratan ideal

*) = 2 jalur terbagi

- = tidak ditentukan

2.3.3 Trotoar atau jalur pejalan kaki (*Side Walk*)

Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak pada Damija, diberi lapisan permukaan, diberi elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan, dan umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan (Saodang, 2004:10).

2.3.4 Median

Median adalah bagian jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah, memungkinkan kendaraan bergerak cepat dan aman, Fungsi median adalah memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan, ruang lapak tunggu penyeberang jalan, penempatan fasilitas jalan, tempat prasarana pekerjaan sementara, penghijauan, pemberhentian darurat, cadangan lajur dan mengurangi silau dari lampu kendaraan pada malam hari dari arah berlawanan (Saodang, 2004:7).

2.3.5 Saluran samping

Umumnya bentuk saluran samping trapesium atau empat persegi panjang. Untuk daerah perkotaan, dimana daerah pembebasan jalan sudah sangat terbatas, maka saluran samping dapat dibuat dari konstruksi beton yang berbentuk empat persegi panjang dan ditempatkan di bawah trotoar. (Sukirman, 1999:30).

2.3.6 Lapisan perkerasan jalan

Lapisan perkerasan jalan terbagi menjadi dua:

- a. Lapis pondasi bawah (*subbase*) adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi "atas" (*base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan beban di atasnya, dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar (Saodang, 2004:35).
- b. Lapis pondasi atas adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi "bawah" (*subbase*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang mendukung lapis permukaan dan beban-beban roda yang bekerja di atasnya dan menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis pondasi bawah, kemudian ke lapis tanah dasar (Saodang 2004:42).

2.3.7 Ruang manfaat jalan (Rumaja)

Ruang manfaat jalan adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997):

- a. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan.
- b. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan.
- c. Kedalaman ruang bebas 1,5 m di bawah muka jalan. (Saodang, 2004:27)

2.3.8 Ruang milik jalan (Rumija)

Ruang milik jalan diperuntukan bagi ruang manfaat jalan dan pelebaran jalan maupun penambahan lajur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan tol dan fasilitas jalan tol.

2.3.9 Ruang pengawasan jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan adalah sejalur tanah tertentu yang terletak di luar ruang milik jalan, yang penggunaannya diawasi oleh Pembina Jalan, dengan maksud agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan konstruksi bangunan jalan serta fungsi jalan tersebut (Sukirman, 1999:35).

2.4 Perencanaan Geometrik

2.4.1 Pengertian perencanaan geometrik

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survei lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku (Saodang, 2004: 20).

2.4.2 Data perencanaan

Dalam pelaksanaan perencanaan geometrik konstruksi jalan raya membutuhkan data-data perencanaan yang meliputi data lalu lintas, data topografi, data penyelidikan tanah, data penyelidikan material dan data penunjang lainnya.

1. Data lalulintas

Data lalulintas adalah data utama yang diperlukan dalam perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalulintas yang akan menggunakan pada suatu segmen jalan yang akan ditinjau. (Saodang, 2004:34) Data volume lalulintas diperoleh dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam). Nilai emp untuk kendaraan rencana pada jalan antar kota seperti pada Tabel 2.7:

2. Data topografi

Survei topografi dalam perencanaan teknik jalan raya, yaitu Pengukuran Route yang dilakukan dengan tujuan memindahkan kondisi permukaan bumi dari lokasi yang diukur pada kertas yang berupa peta planimetri. (Hendarsin, 2000:30) Berdasarkan besarnya lereng melintang dengan arah kurang lebih tegak lurus sumbu jalan raya, jenis medan dibagi menjadi 3 golongan umum seperti pada Tabel 2.8.

Tabel 2.7 Ekuivalensi Kendaraan Penumpang (emp) untuk
Jalan Empat Lajur Dua Arah (4/2)

Tipe Alinyemen	Arus Total (kend/jam)		emp			
	Jalan terbagi per arah (kend/jam)	Jalan tak terbagi per arah (kend/jam)	MHV	LB	LT	MC
Datar	0	0	1,2	1,2	2,6	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

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2.8 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Golongan Medan	Lereng Melintang
Datar (D)	0% - 9,9%
Perbukitan (B)	10% - 24,9%
Gunung (G)	$\geq 25\%$

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

3. Data penyelidikan tanah

Tanah dasar (*subgrade*), adalah lapisan tanah asli/tidak asli yang disiapkan/diperbaiki kondisinya, untuk meletakkan perkerasan jalan (Saodang, 2004:10). Tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar asli, tanah dasar tanah galian atau tanah dasar tanah urug yang disiapkan dengan cara diadatkan (Sukirman, 2010:55). Data penyelidikan material

2.4.3 Parameter perencanaan

Dalam perencanaan geometrik jalan, terdapat beberapa parameter perencanaan yang harus dipahami seperti, kendaraan rencana, kecepatan rencana, volume dan kapasitas jalan serta tingkat pelayanan yang diberikan oleh jalan tersebut. Parameter-parameter ini merupakan penentu tingkat kenyamanan dan

keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometrik jalan (Sukirman, 1999:37).

1. Kendaraan rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Untuk perencanaan, setiap kelompok diwakili oleh satu ukuran standar. Dan ukuran standar kendaraan rencana untuk masing-masing kelompok adalah ukuran terbesar yang mewakili kelompoknya. Dimensi kendaraan bermotor untuk keperluan perencanaan geometrik jalan ditetapkan seperti pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Dimesi Kendaraan Rencana

Jenis Kendaraan Rencana	Simbol	Dimensi Kendaraan			Dimensi Tonjolan		Radius Putar Minimum	Radius Tonjolan Minimum
		Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang		
Mobil Penumpang	P	1,3	2,1	5,8	0,9	1,5	7,3	4,4
Truk As Tunggal	SU	4,1	2,4	9,0	1,1	1,7	12,8	8,6
Bis Gandengan	A-BUS	3,4	2,5	18,0	2,5	2,9	12,1	6,5
Truk Semitrailer Kombinasi Sedang	WB-12	4,1	2,4	13,9	0,9	0,8	12,2	5,9
Truk Semitrailer Kombinasi Besar	WB-15	4,1	2,5	16,8	0,9	0,6	13,7	5,2
<i>Convensional School Bus</i>	SB	3,2	2,4	10,9	0,8	3,7	11,9	7,3
<i>City Transit Bus</i>	CB	3,2	2,5	12,0	2,0	2,3	12,8	7,5

(Sumber: RSNi Geometrik Jalan Perkotaan, 2004)

2. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan lain-lain. Kecepatan yang dipilih tersebut adalah kecepatan tertinggi menerus dimana kendaraan dapat berjalan

dengan aman dan keamanan itu sepenuhnya tergantung dari bentuk jalan (Sukirman, 1999:40). Kecepatan rencana untuk masing-masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Kecepatan Rencana (V_R) sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana (V_R), Km/jam		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70 - 120	60 – 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 – 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 – 50	20 - 30

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

3. Volume dan kapasitas jalan

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan (Sukirman, 1999:42-43). Satuan lalu lintas yang digunakan sehubungan dengan jumlah dan lebar lajur adalah

1) Lalu lintas harian Rata-rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume total lalu lintas yang melintasi suatu titik atau ruas pada fasilitas jalan rata-rata dalam satu hari/bulan/tahun (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Dari cara memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata, yaitu Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dan Lalu Lintas Harian Rencana (LHR).

a. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Merupakan hasil bagi dari jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya Pengamatan}} \dots\dots\dots (2.1)$$

b. Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365 \text{ hari}} \dots\dots\dots (2.2)$$

2) Volume jam rencana

Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No. 038 Tahun 1997, volume arus lalu lintas harian rencana (VLHR) adalah prakiraan volume arus lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/hari. Sedangkan volume arus lalu lintas jam rencana adalah prakiraan volume arus lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam satuan smp/jam dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_{DH} = \text{LHRT} \times k \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

Q_{DH} = Volume jam rencana

K = Faktor volume arus lalu lintas jam sibuk

Volume jam rencana digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan (RSNI T – 14 – 2004).

Tabel 2.11 Penentuan Faktor-K dan Faktor-F Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (VLHR)

VLHR (SMP/Hari)	Faktor-K(%)	Faktor-F(%)
> 50.000	4 – 6	0,90 - 1
30.000-50.000	6 – 8	0,80 - 1
10.000-30.000	6 – 8	0,80 - 1
5.000-10.000	8 – 10	0,60 - 0,80
1.000-5.000	10 – 12	0,60 - 0,80
< 1.000	12 – 16	< 0,60

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

3) Kapasitas jalan

a. Kapasitas

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu (Sukirman, 1999:46).

Rumus umumnya:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \text{ (smp/jam) } \dots\dots\dots(2.4).$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
- FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah
- FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping

Tabel 2.12 Kapasitas Dasar (C_o) pada Jalan Luar Kota 4/2

Tipe Jalan / Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar Total kedua arah (smp/jam/lajur)
Empat-lajur terbagi	
- Datar	1900
- Bukit	1850
- Gunung	1800
Empat-lajur tak terbagi	
- Datar	1700
- Bukit	1650
- Gunung	1600

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas ditentukan berdasarkan lebar jalan efektif yang dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCsp)

Pemisahan Arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empa-lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu lintas (FCw)

Tipe	Lebar Jalan Efektif (Wc)(m)	FCw
Empat-lajur terbagi Enam-lajur terbagi	Per Lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat-lajur tak terbagi	Per Lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua-lajur tak terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
11	1,27	

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2.15 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping (FCsf)			
		Lebar Bahu Efektif (WS)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
4/2 UD	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

b. Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkar kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak (Manual Kapasitas Jalan Indonesian, 1997). Persamaan dasar untuk menentukan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

- DS = Derajat Kejenuhan
- Q = Arus Lalu Lintas (smp/Jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam, untuk perilaku lalu lintas berupa kecepatan.

Tabel 2.16 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup (Q/C)
A	Arus Bebas; Volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki	0,00-0,20
B	Arus Stabil; Kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas	0,20-0,44
C	Arus Stabil; Kecepatan dikontrol oleh lalu lintas	0,45-0,74
D	Arus mendekati tidak stabil; Kecepatan menurun akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relative kecil	0,75-0,84
E	Arus tidak stabil; Kecepatan rendah dan berbeda-beda terkadang berhenti, volume mendekati kapasitas	0,85-1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet; Kecepatan rendah, volume dibawah kapasitas, terjadi hambatan besar	>1,00

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

4. Jarak pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, maka pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman (Saodang 2004:39). Jarak pandang dibedakan menjadi dua jenis jarak pandang, yaitu jarak pandang henti (Jh) dan jarak pandang mendahului (Jd).

1) Jarak pandang henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Jarak pandang henti terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu:

- a. Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem, dan

b. Jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

(2000:90) jarak pandang henti dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus:

$$Jh = Jht + Jhr \dots\dots\dots(2.6)$$

$$Jh = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2g \cdot fp} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dari persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi:

(a) Untuk jalan datar

$$Jh = 0,278 \times Vr \times T + \frac{Vr^2}{254 \times fp} \dots\dots\dots(2.8)$$

(b) Untuk jalan dengan kelandaian tertentu

$$Jh = 0,278 \times Vr \times T + \frac{Vr^2}{254 \times fp \pm L} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

Vr = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

G = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det²

Fp = Koefisien gesek memamnjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35 – 0,55 (menurut Bina Marga)

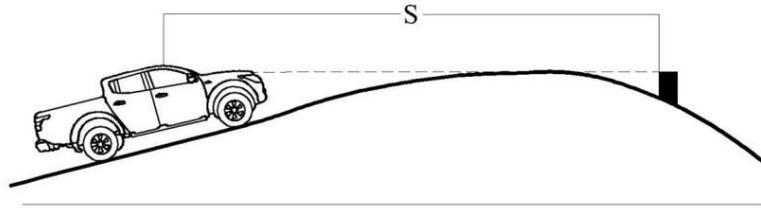
L = Landai jalan dalam (%) dibagi 100

Tabel 2.17 Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum

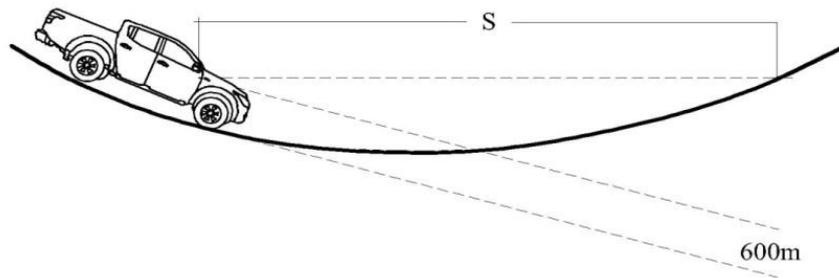
Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh Minimum	250	175	120	75	55	40	27	16

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Jarak pandang henti dapat dilihat pada gambar 2.2 dan gambar 2.3.



Gambar 2.2 Jarak Pandang Henti pada Lengkung Vertikal Cembung



Gambar 2.3 Jarak Pandang Henti pada Lengkung Vertikal Cekung

2) Jarak pandang mendahului

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Jarak pandang diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 15 cm (Hendarsin, 2000:91-92).

Rumus yang digunakan:

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4 \dots\dots\dots(2.10)$$

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 (m)

Adapun rumusan estimasi d1, d2, d3 dan d4 adalah

$$d1 = 0,278 T1 \left(V_R - m + \frac{a \cdot T1}{2} \right) \dots\dots\dots(2.11)$$

$$d2 = 0,278 V_R T2 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$d3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$d4 = \frac{2}{3} \cdot d2 \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

$T1$ = Waktu dalam (detik), = $2,12 + 0,026 V_R$

$T2$ = Waktu kendaraan berada di jalur lawan (detik),
 $6,56 + 0,048 V_R$

a = Percepatan rata-rata (km/jam/detik), = $2,052 + 0,0036 V_R$

m = Perbedaan kecepatan dari kendaraan yang mendahului dan kendaraan yang didahului, (biasanya diambil 10 – 15 km/jam)

Daerah mendahului harus disebar disepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut. Jarak pandang mendahului minimum dapat dilihat pada Tabel 2.18.

Tabel 2.18 Jarak Pandang Mendahului (Jd) berdasarkan V_R

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

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

2.5 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”(Sukirman, 1999:67). Nilai panjang bagian lurus maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.19.

Tabel 2.19 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi Jalan	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu ditentukan jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.20:

Tabel 2.20 Panjang Jari-jari Minimum untuk $e_{maks} = 10\%$

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Desain alinyemen horizontal sangat dipengaruhi oleh kecepatan rencana yang ditentukan berdasarkan tipe dan kelas jalan. (Sukirman, 1999:120) ada 3 bentuk lengkung horizontal atau tikungan, yaitu:

1. Lengkung busur lingkaran sederhana *Full Circle (FC)*
2. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*
3. Lengkung peralihan saja *Spiral – Spiral (SS)*

2.5.1 Tikungan *Full circle (FC)*

Full circle (FC) yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh (RSNI – T – 14 – 2004). Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.. Tikungan *Full Circle* hanya digunakan untuk R (jari-jari tikungan) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka diperlukan superelevasi yang besar (Hendarsin, 2000:96). Jari-jari tikungan jenis *Full Circle* ditunjukkan pada Tabel 2.21.

Tabel 2.21 Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R min (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Rumus yang digunakan pada perencanaan tikungan *Full Circle*, yaitu:

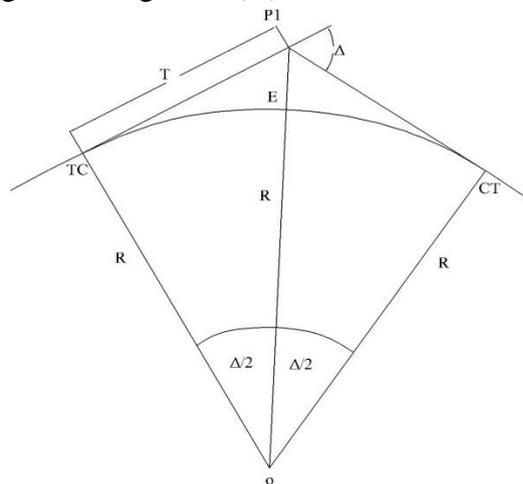
$$T = R \cdot \tan \frac{\Delta}{2} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$E = T \cdot \tan \frac{\Delta}{4} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{180^\circ} \cdot \pi \cdot R \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

- Δ = Sudut tangen ($^\circ$)
- T_c = Panjang tangen jarak dari TC ke PI ke CT (m)
- R_c = Jari-jari lingkaran (m)
- E_c = Panjang luar PI ke busur lingkaran (m)
- L_c = Panjang busur lingkaran (m)



Gambar 2.4 Tikungan *Full Circle*

2.5.2 Tikungan *Spiral - circle - spiral*

Spiral-circle-spiral (SCS) yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung *circle* dan 2 lengkung *spiral* (RSNI – T – 14 – 2004). Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran (Hendarsin, 2000:96).

Panjang lengkung peralihan (L_s), menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar Kota 1997, diambil nilai terbesar dari tiga persamaan berikut ini:

- a. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \cdot T \dots\dots\dots(2.18)$$

b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal:

$$L_s = 0,022 \cdot \frac{V^3}{R_c \cdot C} - 2,727 \cdot \frac{V \cdot e}{C} \dots\dots\dots(2.19)$$

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot \Gamma e} \cdot V_R \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

T = Waktu tempuh = 3 detik

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

e = Superelevasi

C = Perubahan percepatan, 0,3 – 1,0 (disarankan 0,4 m/det³)

R_c = Jari-jari busur lingkaran (m)

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi minimum

Γe = Tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan

- Untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $\Gamma e = 0,035$ m/m/det

- Untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $\Gamma e = 0,025$ m/m/det

Adapun ketentuan dan rumus yang digunakan untuk jenis tikungan *Spiral – Circle – Spiral* adalah sebagai berikut:

$$\theta_s = \frac{90^\circ}{\pi} \cdot \frac{L_s}{R} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s \dots\dots\dots(2.22)$$

$$L_c = \frac{\Delta c}{180^\circ} \cdot \pi \cdot R \dots\dots\dots(2.23)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$X_s = L_s \left[1 - \frac{L_s^2}{40 R^2} \right] \dots\dots\dots(2.25)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.26)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R^2} - R \cdot \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.27)$$

$$T_s = (R + p) \cdot \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots(2.28)$$

$$Es = (R + p) \cdot \sec \frac{\Delta}{2} - R \dots\dots\dots(2.29)$$

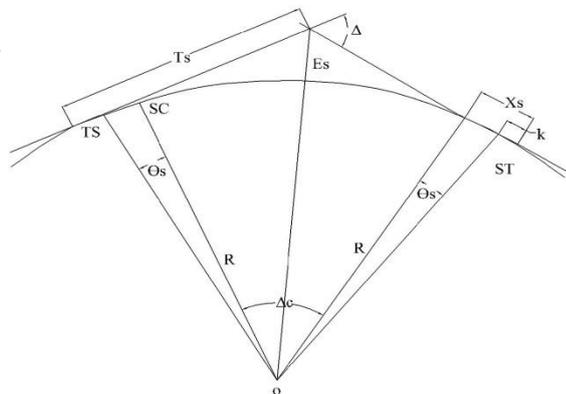
$$L = Lc + 2Ls \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana:

- θ_s = Sudut lengkung spiral ($^\circ$)
- Δ_c = Sudut lengkung *Circle* ($^\circ$)
- L_c = Panjang busur lingkaran (jarak SC – CS), (m)
- Y_s = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen(m)
- X_s = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS – SC (jarak lurus lengkung peralihan), (m)
- p = Pergeseran tangen terhadap *spiral* (m)
- k = Absis p pada garis tangen *spiral* (m)
- T_s = Jarak tangen dari PI ke TS atau ST (m)
- E = Jarak dari PI ke puncak busur lingkaran (m)
- L = Panjang tikungan *SCS* (m)

Dengan kontrol jika:

- a. $L_c < 25$, maka sebaiknya digunakan tikungan jenis S-S.
- b. $P = \frac{L_s^2}{24 \cdot R_c} < 0,25$ m, maka digunakan tikungan jenis F-C



Gambar 2.5 Tikungan *Spiral – Circle – Spiral*

2.5.3 Tikungan *Spiral - spiral*

Tikungan ini merupakan tikungan yang terdiri lengkung horizontal berbentuk *spiral – spiral* tanpa busur lingkaran, sehingga titik SC berimpit dengan titik CS (Sukirman, 1999:134). Adapun ketentuan dan rumus yang digunakan untuk jenis tikungan *spiral – spiral* adalah sebagai berikut:

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots(2.31)$$

$$L_s = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{360^\circ} \cdot 2 \theta_s \dots\dots\dots (2.32)$$

$$L_c = 0 \dots\dots\dots (2.33)$$

$$T_s = (R + p) \cdot \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots (2.34)$$

$$E_s = (R + p) \cdot \sec \frac{\Delta}{2} - R \dots\dots\dots (2.35)$$

$$L = 2 \cdot L_s \dots\dots\dots (2.36)$$

$$K = k^* \times L_s \dots\dots\dots (2.37)$$

$$P = p^* \times L_s \dots\dots\dots (2.38)$$

Dimana:

L_s = Panjang lengkung peralihan (jarak TS – SC atau CS – ST), (m)

L_c = Panjang busur lingkaran (jarak SC – CS), (m)

Δ = Sudut tikungan ($^\circ$)

θ_s = Sudut lengkung *spiral* ($^\circ$)

R = Jari-jari tikungan (m)

p = pergeseran tangen terhadap *spiral* (m)

k = Absis p pada garis tangen *spiral* (m)

L = Panjang tikungan S-S (m)

Untuk menentukan nilai p^* dan k^* $L_s = 1$ bisa dilihat pada Tabel 2.22.

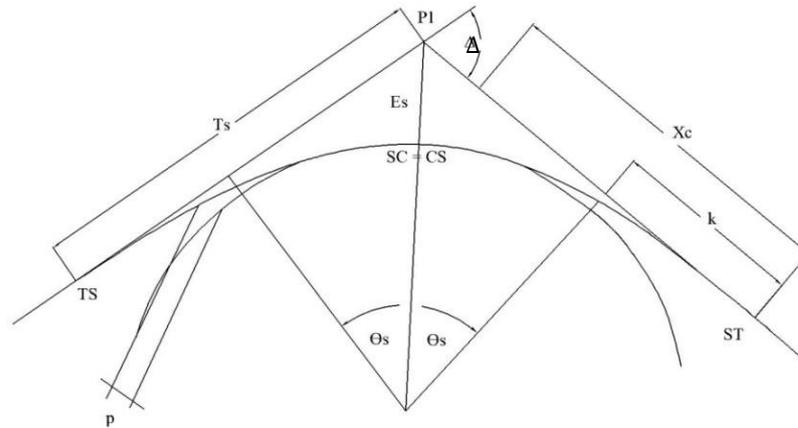
Tabel 2.22 Tabel p^* dan k^* , untuk $L_s = 1$

qs(*)	p^*	k^*	qs(*)	p^*	k^*	qs(*)	p^*	k^*
0,5	0,0007272	0,4999987	14,0	0,0206655	0,4989901	27,5	0,0422830	0,4959406
1,0	0,0014546	0,4999949	14,5	0,0214263	0,4989155	28,0	0,0431365	0,4957834
1,5	0,0021820	0,4999886	15,0	0,0221896	0,4988381	28,5	0,0439946	0,4956227
2,0	0,0029098	0,4999797	15,5	0,0229553	0,4987580	29,0	0,0448572	0,4954585
2,5	0,0036378	0,4999683	16,0	0,0237236	0,4986750	29,5	0,0457245	0,4952908
3,0	0,0043663	0,4999543	16,5	0,0244945	0,4985892	30,0	0,0465966	0,4951196
3,5	0,0050953	0,4999377	17,0	0,0252681	0,4985005	30,5	0,0474735	0,4949448
4,0	0,0058249	0,4999187	17,5	0,0260445	0,4984090	31,0	0,0483550	0,4947665
4,5	0,0065551	0,4998970	18,0	0,0268238	0,4983146	31,5	0,0492422	0,4945845

Lanjutan...

5,0	0,0072860	0,4998728	18.5	0.0276060	0.4982172	32.0	0.0501340	0.4943988
5,5	0,0080178	0,4998461	19.0	0.0283913	0.4981170	32.5	0.0510310	0.4942094
6,0	0,0094843	0,4998167	19.5	0.0291797	0.4980137	33.0	0.0519333	0.4940163
6,5	0,0102191	0,4997848	20.0	0.0299713	0.4979075	33.5	0.0528408	0.4938194
7,0	0,0109550	0,4997503	20.5	0.0307662	0.4977983	34.0	0.0537536	0.4936187
7,5	0,0116922	0,4997132	21.0	0.0315644	0.4976861	34.5	0.0546719	0.4943141
8,0	0,0124307	0,4997350	21.5	0.0323661	0.4975708	35.0	0.05559557	0.4932057
8,5	0,0131706	0,4993120	22.0	0.0331713	0.4974525	35.5	0.0562500	0.4929933
9,0	0,0139121	0,4995862	22.5	0.0339801	0.4973311	36.0	0.0574601	0.4927769
9,5	0,0146551	0,4995387	23.0	0.0347926	0.4972065	36.5	0.0584008	0.4925566
10,0	0,0153997	0,4994884	23.5	0.0356088	0.490788	37.0	0.0593473	0.4923322
10,5	0,0161461	0,4994356	24.0	0.0364288	0.496979	37.5	0.0602997	0.4921037
11,0	0,0161461	0,4993800	24.5	0.0372528	0.4968139	38.0	0.0612581	0.4918711
11,5	0,0168943	0,4993218	25.0	0.0380807	0.4966766	38.5	0.0622224	0.4916343
12,0	0,0176444	0,4992609	25.5	0.0389128	0.495360	39.0	0.0631929	0.4913933
12,5	0,0183965	0,4991973	26.0	0.0397489	0.4963922	39.5	0.0641694	0.4911480
13,0	0,0191507	0,4991310	26.5	0.0405893	0.4962450	40.0	0.0651522	0.4908985
13,5	0,0199070	0,4990619	27.0	0.0414340	0.4960945			

(Sumber:Hendasin, 2000:100)



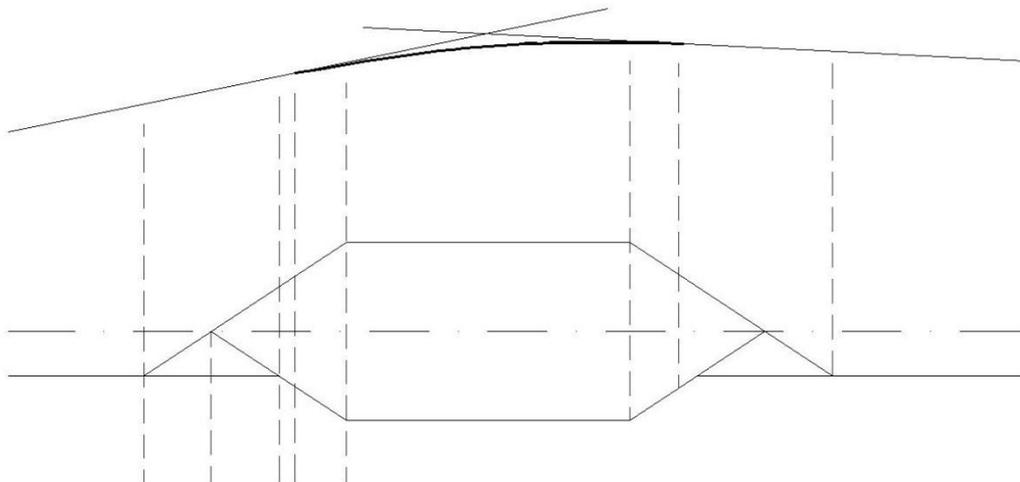
Gambar 2.6 Tikungan *Spiral – Spiral*

2.5.4 Diagram superelevasi

Diagram superelevasi menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal ke superelevasi penuh sehingga dengan menggunakan diagram superelevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di suatu lengkung horizontal yang direncanakan. (Sukirman, 1999:116).

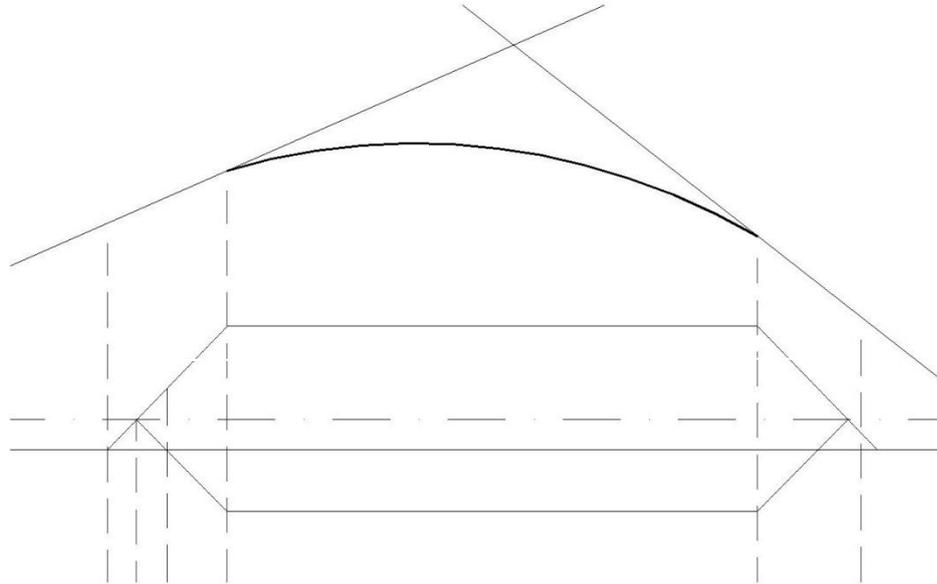
Diagram superelevasi:

- a. Tikungan *Full circle (FC)*



Gambar 2.7 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Full Circle*

b. Tikungan *Spiral circle spiral (SCS)*



Gambar 2.8 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

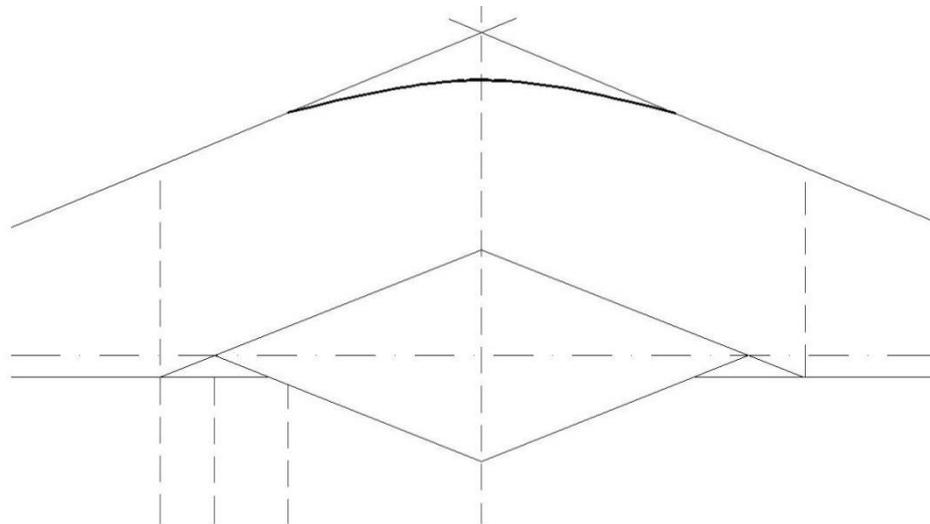
Tabel 2.23 Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi yang dibutuhkan ($e_{maks} = 10\%$, metode Bina Marga)

D	R	V= 50 km/jam		V = 60 km/jam		V=70 km/jam		V= 80 km/jam		V= 90 km/jam	
		Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls
0.250	5730	Ln	45	LN	50	LN	60	LN	70	LN	75
0.500	2865	Ln	45	LN	50	LP	60	LP	70	LP	75
0.750	1910	Ln	45	LP	50	LP	60	0.020	70	0.025	75
1.000	1432	Lp	45	LP	50	0.021	60	0.027	70	0.033	75
1.250	1146	Lp	45	LP	50	0.025	60	0.033	70	0.040	75
1.500	955	Lp	45	0.023	50	0.030	60	0.038	70	0.047	75
1.750	955	Lp	45	0.026	50	0.035	60	0.044	70	0.054	75
2.000	819	Lp	45	0.029	50	0.039	60	0.049	70	0.060	75
2.500	716	0.026	45	0.036	50	0.047	60	0.059	70	0.072	75
3.000	573	0.030	45	0.042	50	0.055	60	0.068	70	0.081	75
3.500	477	0.035	45	0.048	50	0.062	60	0.076	70	0.089	75
4.000	409	0.039	45	0.054	50	0.068	60	0.082	70	0.095	75
4.500	358	0.043	45	0.059	50	0.074	60	0.088	70	0.099	75
5.000	318	0.048	45	0.064	50	0.079	60	0.093	70	0.100	75

6.000	286	0.055	45	0.073	50	0.088	60	0.098	70	Dmaks = 5,12
7.000	239	0.062	45	0.080	60	0.094	60	D maks = 6,82		
8.000	205	0.068	45	0.086	60	0.098	60			
9.000	179	0.074	45	0.091	60	0.099	60			
10.000	143	0.079	45	0.095	60	D maks = 9,12				
11.000	130	0.083	45	0.098	60					
12.000	119	0.087	45	0.100	60					
13.000	110	0.091	45	D maks = 12,79						
14.000	102	0.093	45							
15.000	96	0.096	45							
16.000	90	0.097	45							
17.000	84	0.099	45							
18.000	80	0.099	45							
19.000	75	D maks = 18,8								

(Sumber : Sukirman, 1999:112)

c. Tikungan *Spiral - spiral* (SS)



Gambar 2.9 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral - Spiral*

2.5.5 Kebebasan samping pada tikungan

Kebebasan samping di kiri dan kanan jalan tetap harus dipertahankan demi keamanan dan tingkat pelayanan jalan. Kebebasan samping (C) sebesar 0,5 m, I r_q

dan 1,25 m cukup memadai untuk jalan dengan lebar lajur 6 m, 7 m, dan 7,50 m (Saodang, 2004: 100).

Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut:

a Jika $J_h < L_t$

$$E = R' \left(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right) \dots\dots\dots (2.44)$$

Dimana:

E = Jarak bebas samping (m)

R = Jari-jari tikungan (m)

R' = Jari-jari tikungan (m)

Jh = Jarak pandang henti (m)

Lt = Panjang tikungan (m)

b Jika $J_h > L_t$

$$E = R' \left(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right) + \left(\frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{28,65 J_h}{R'} \right) \dots\dots\dots (2.45)$$

Dimana :

E = Jarak bebas samping (m)

R = Jari-jari tikungan (m)

R' = Jari-jari tikungan (m)

Jh = Jarak pandang henti (m)

Lt = Panjang tikungan (m)

2.5.6 Penomoran panjang jalan (*Stationing*)

Penomoran (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan (STA jalan) dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya menjadi panduan untuk lokasi suatu tempat. Nomor jalan ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. (Sukirman, 1994:181).

2.6 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut

dengan profil/penampang memanjang jalan. Perencanaan alinyemen vertikal sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

1. Kondisi tanah dasar
2. Keadaan medan
3. Fungsi Jalan
4. Muka air banjir
5. Muka air tanah
6. Kelandaian yang masih memungkinkan.

2.6.1 Kelandaian

a. Kelandaian minimum

Untuk tanah timbunan yang tidak menggunakan kerb, maka lereng melintang jalan dianggap sudah cukup untuk dapat mengalirkan air di atas badan jalan yang selanjutnya dibuang ke lereng jalan. (Saodang, 2004:109).

b. Kelandaian maksimum

Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah (Saodang, 2004:109). Kelandaian maksimum berbagai macam V_R dapat dilihat dalam Tabel 2.24.

Tabel 2.24 Kelandaian Maksimum yang Diizinkan

V_R (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kelandaian Maksimum (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

c. Panjang kritis suatu kelandaian

Panjang kritis adalah panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa, sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan rencana (V_R) (Saodang, 2004:110).

Tabel 2.25 Panjang Kritis (m)

Kecepatan pada Awal Tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

2.6.2 Lengkung vertikal

Pergantian dari satu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan mempergunakan lengkung vertikal. Jenis lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan kedua bagian lurus (tangen), adalah :

1. Lengkung vertikal cekung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.
2. Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan (Sukirman, 1999:158)..

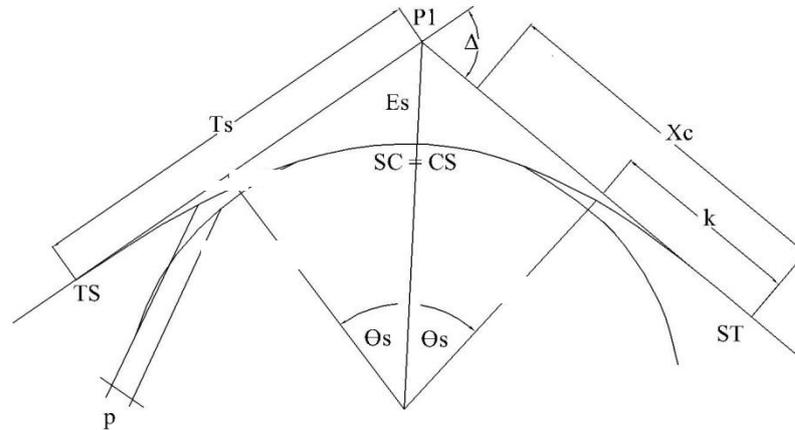
Bentuk lengkung vertikal adalah parabola dengan asumsi sederhana sehingga elevasi panjang lengkung dapat diperkirakan panjangnya, panjang minimum lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai dengan Tabel 2.26.

Tabel 2.26 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

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Kelandaian menaik diberi tanda (+) dan kelandaian menurun diberi tanda (-) ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri ke kanan. Gambar lengkung vertikal dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Lengkung Vertikal

Adapun rumus yang dipergunakan untuk lengkung vertikal adalah sebagai berikut:

$$A = g_1 \pm g_2 \dots\dots\dots(2.46)$$

$$y' = \left[\frac{g_2 - g_1}{200 L_v} \right] \cdot x^2 \dots\dots\dots(2.47)$$

Untuk $x = \frac{1}{2} L_v$, maka $y' = E_v$ yang dirumuskan sebagai berikut:

$$E_v = \frac{(g_2 - g_1)L_v}{800} \dots\dots\dots(2.48)$$

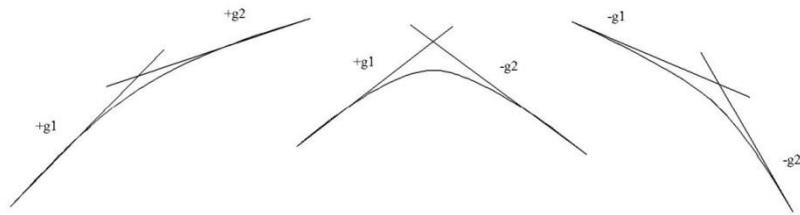
Dimana:

- x = Jarak horizontal dari titik PLV ke titik yang ditinjau (m)
- y' = Besarnya penyimpangan (jarak vertikal) antara garis kemiringan dengan lengkung (m)
- g_1, g_2 = Besar kelandaian (kenaikan/penurunan), (%)
- L_v = Panjang lengkung vertikal (m)

Jenis lengkung vertikal dilihat dari titik perpotongan kedua bagian yang lurus (*tangen*), yaitu:

a. Lengkung vertikal cembung

Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua *tangen* berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan (Saodang, 2004: 113). Gambar lengkung vertikal cembung dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Alinyemen Vertikal Cembung

Panjang lengkung vertikal cembung (L_v), dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

a) Panjang L_v berdasarkan J_h (dalam meter)

$$J_h < L_v, \text{ maka } L_v = \frac{A \cdot J_h^2}{399} \dots\dots\dots (2.49)$$

$$J_h > L_v, \text{ maka } L_v = 2 J_h - \frac{399}{A} \dots\dots\dots (2.50)$$

Panjang L_v berdasarkan J_d (dalam meter)

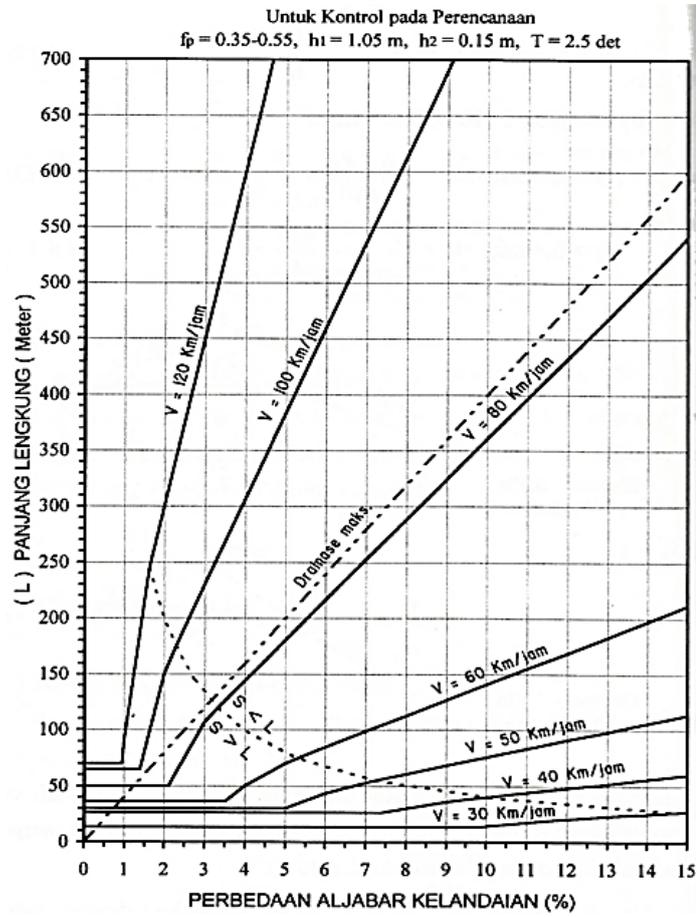
$$J_d < L_v, \text{ maka } L_v = \frac{A \cdot J_d^2}{840} \dots\dots\dots (2.51)$$

$$J_d > L_v, \text{ maka } L_v = 2 J_d - \frac{840}{A} \dots\dots\dots (2.52)$$

Dimana:

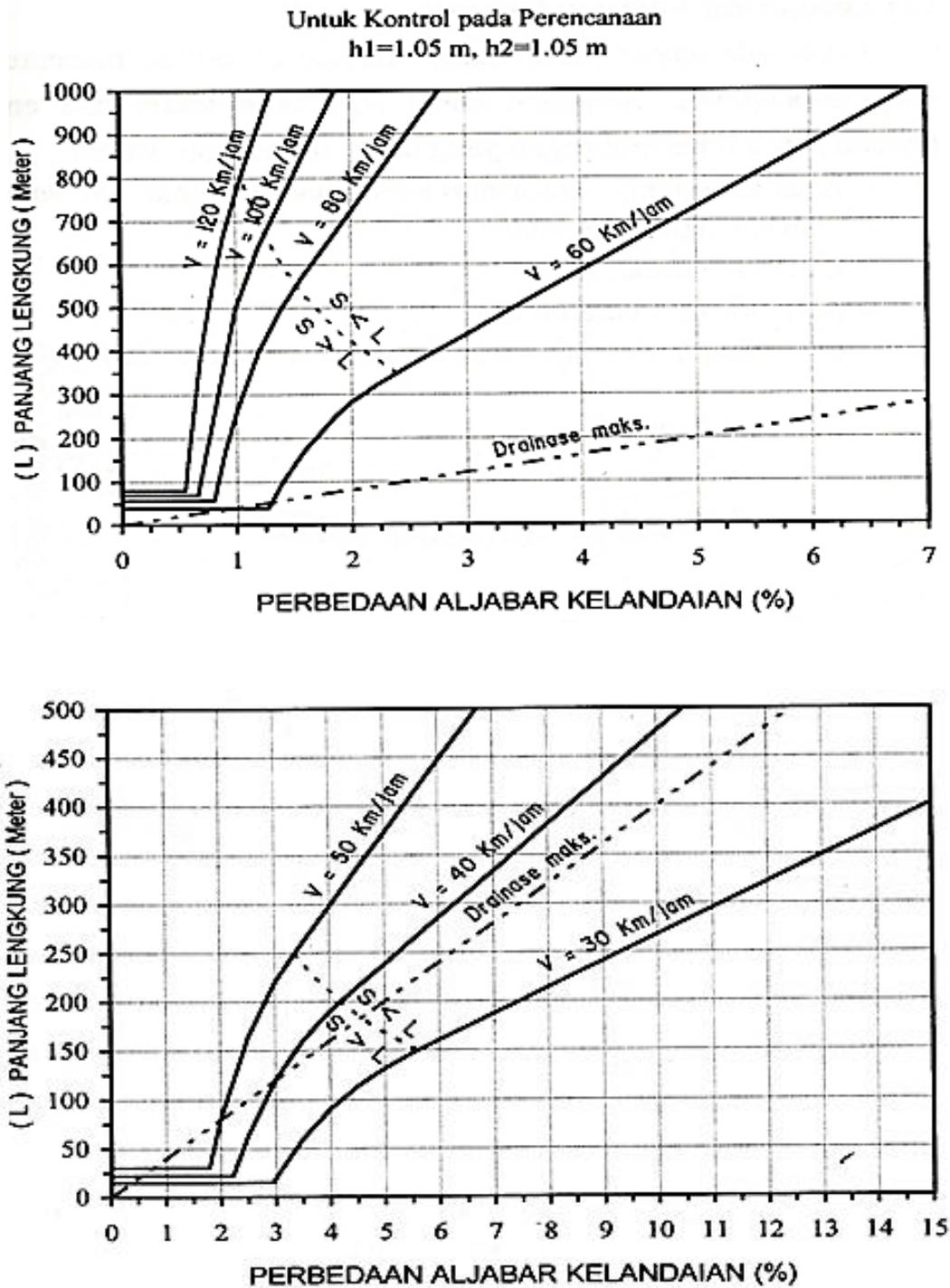
- J_h = Jarak pandang henti (m)
- J_d = Jarak pandang mendahului/menyiap (m)
- g_1, g_2 = Kemiringan/*tangen* (%)
- L_v = Panjang lengkung (m)
- A = Perbedaan aljabar untuk kelandaian (%), dimana $A = g_1 \pm g_2$

Untuk menentukan panjang lengkung vertikal cembung (L_v) dapat juga ditentukan berdasarkan grafik pada Grafik panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti (J_h) dan grafik jarak pandang mendahului (J_d). Untuk menentukan panjang lengkung vertikal cembung (L_v) dapat juga ditentukan berdasarkan grafik pada Gambar 2.12 (untuk jarak pandang henti) dan grafik pada Gambar 2.13 (untuk jarak pandang menyiap)



(Sumber : Departemen PU, 1997)

Gambar 2.12 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti (Jh)



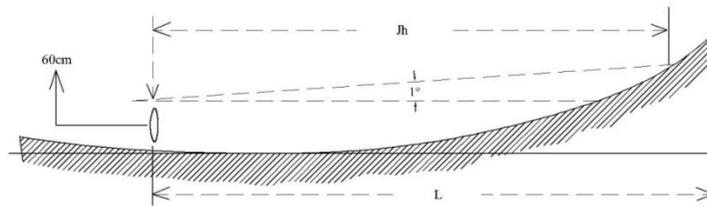
(Sumber : Departemen PU, 1997)

Gambar 2.13 Jarak Pandang Mendahului (Jd)

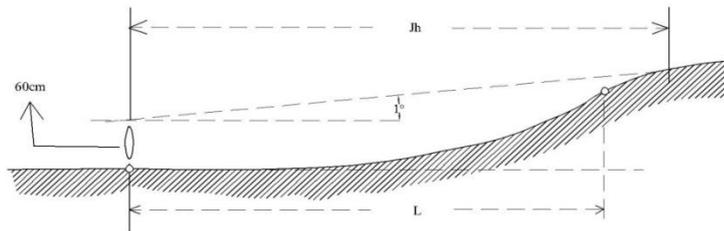
b. Lengkung vertikal cekung

Tidak ada dasar yang dapat digunakan untuk menentukan panjang lengkung cekung vertical (L), akan tetapi ada empat kriteria sebagai pertimbangan yang dapat digunakan (Hendarsin 2000:122-123) , yaitu:

1. Jarak sinar lampu besar dari kendaraan
2. Kenyamanan pengemudi
3. Ketentuan drainase
4. Penampilan secara umum



Gambar 2.14 a : Untuk $J_h < L$

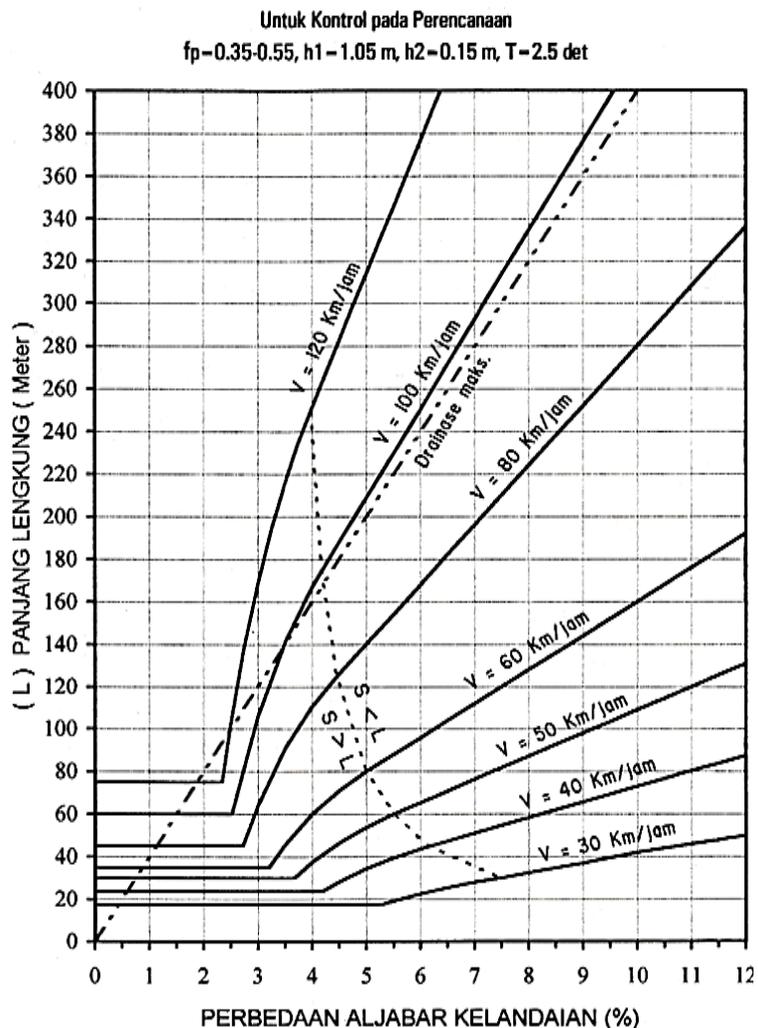


Gambar 2.16 b : Untuk $J_h > L$

Dengan bantuan gambar – 2.14a,b diatas,yaitu tinggi lampu besar kendaraan = 0,60 m (2’) dan sudut bias = 1°,maka diperoleh rumus hubungan praktis sebagai berikut:

a) $J_h < L_v$, maka $L_v = \frac{A \cdot J_h^2}{120 + 3,5 J_h}$ (2.53)

b) $J_h > L_v$, maka $L_v = 2 J_h - \frac{120 + 3,5 J_h}{A}$ (2.54)



(Sumber : Departemen PU, 1997)

Gambar 2.16 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung berdasarkan Jarak Pandang Henti (Jh)

2.7 Perencanaan Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap jalan merupakan bagian dari jalan yang dibangun untuk memenuhi persyaratan kelancaran lalu lintas dan menghindari kerusakan yang mungkin terjadi pada permukaan jalan yang nantinya akan berdampak pada kenyamanan pemakai jalan. Menurut Hendarsain (2000: 309) bangunan pelengkap jalan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Bangunan drainase jalan
- b. Bangunan penguat tebing
- c. Bangunan pengamanan lalu lintas, rambu dan marka jalan.

2.7.1 Drainase jalan

Prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air dan atau bangunan resapan buatan. Tujuan dari perencanaan drainase ini adalah mencegah kehancuran konstruksi jalan dengan mengendalikan air pada badan jalan, baik air permukaan maupun bawah permukaan dan membuang ke badan air seperti sungai, waduk, embung atau resapan buatan (SNI Pd.T-02-2006).

Metode untuk menentukan Q_r akibat hujan yang banyak digunakan dan disarankan oleh JICA, AASHTO maupun SNI yaitu metode rasional yang merupakan rumus empiris dari hubungan antara curah hujan dan besarnya limpasan (debit).

$$Q = \frac{C \cdot I_t \cdot A}{3,6} \dots\dots\dots (2.55)$$

Dimana:

- Q = Debit Limpasan (m^3/det)
- C = Koefisien Limpasan atau pengaliran
- I_t = Intensitas Hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = Luas daerah tangkapan hujan (km^2)

2.7.2 Saluran samping

Tahaan untuk menentukan kapasitas saluran samping jika menggunakan metode rasional.

1. Menentukan frekuensi hujan rencana pada masa ulang (T) tahun

Rumus persamaan yang digunakan adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (2.56)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x^2) - x \sum x}{n-1}} \dots\dots\dots (2.57)$$

$$R_T = \bar{X} + K S_x \dots\dots\dots (2.58)$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.59)$$

Dimana:

- X = Curah hujan harian maksimum pertahun (mm)
- N = Jumlah data curah hujan
- \bar{X} = Curah hujan harian rata-rata (mm)
- S_x = Standar deviasi

R_T = Frekuensi hujan pada perioda ulang T
 K = Faktor frekuensi

Tabel 2.27 Nilai K Sesuai Lama Pengamatan

T	Y_T	Lama Pengamatan (Tahun)				
		10	15	20	25	30
2	0,3665	-0,1355	-0,1434	-0,1478	-0,1506	-0,1526
5	1,4999	1,0580	0,9672	0,9186	0,8878	0,8663
10	2,2502	1,8482	1,7023	1,6246	1,5752	1,5408
20	2,9702	2,6064	2,4078	2,3020	2,2348	2,1881
25	3,1985	2,8468	2,6315	2,5168	2,4440	2,3933
50	3,9019	3,5875	3,3207	3,1787	3,1787	3,0256
100	4,6001	4,3228	4,0048	3,8356	3,8356	3,6533

(Sumber: Hendarsin, 270)

2. Menentukan Intensitas Hujan Rencana

Untuk mengolah R (Frekuensi hujan) menjadi I (Intensitas hujan) dapat digunakan cara Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.60)$$

Dimana:

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan (menit)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistic maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam.

3. Luas daerah pengaliran (A)

Luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) pada perencanaan seluran samping jalan adalah daerah pengaliran yang menerima curah hujan selama waktu tertentu (intensitas hujan) sehingga menimbulkan debit limpasan yang harus dialirkan perhitungan luas daerah pengaliran didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau

4. Koefisien pengaliran dan faktor limpasan

Koefisien pengaliran (C) dan koefisien limpasan (fk) adalah angka reduksi dari intensitas hujan, yang besarnya disesuaikan dengan kondisi permukaan kemiringan atau kelandaian, jenis tanah dan durasi hujan, koefisien ini tidak berdimensi. Berdasarkan Pd. T-02-2006-B tentang Perencanaan Drainase Jalan nilai C dengan berbagai kondisi permukaan, dapat dihitung atau ditentukan dengan cara sebagai berikut:

$$C_w = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3.f_k}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \dots\dots\dots (2.61)$$

Dimana:

$C_1, C_2 \dots, C_x$ = Koefisien pengaliran sesuai dengan jenis permukaan

$A_1, A_2 \dots, A_x$ = Luas daerah pengaliran (Km^2)

C_w = C rata-rata pada daerah pengaliran yang dihitung

f_k = Faktor limpasan sesuai guna jalan

Harga koefisien pengaliran (C) atau koefisien limpasan (fk) dapat dilihat pada Tabel 2.28.

Tabel 2.28 Harga Koefisien Pengaliran (C) dan Harga Faktor Limpasan (fk)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)	Faktor Limpasan (fk)
	BAHAN		
1	Jalan beton & jalan aspal	0,70-0,90	-
2	Jalan kerikil & jalan tanah	0,40-0,70	-
3	Bahu jalan:		
	Tanah berbutir halus	0,40-0,65	-
	Tanah berbutir kasar	0,10-0,20	-
	Batuan masif keras	0,70-0,85	-
	Batu masif lunak	0,60-0,75	-
	TATA GUNA LAHAN		
1	Daerah perkotaan	0,70-0,95	2,0
2	Daerah pinggiran kota	0,60-0,70	1,5
3	Daerah industry	0,60-0,90	1,2
4	Pemukiman padat	0,40-0,60	2,0
5	Pemukiman tidak padat	0,40-0,60	1,5
6	Taman dan kebun	0,20-0,40	0,2
7	Persawitan	0,45-0,60	0,5
8	Perbukitan	0,70-0,80	0,4
9	Pegunungan	0,75-0,95	0,3

(Sumber :Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

5. Waktu Konsentrasi (T_c) adalah waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan (*runoff*) setelah melewati titik-titik tertentu.

Terdiri dari (t_1) waktu untuk mencapai saluran dari titik terjauh dan (t_2) waktu pengaliran. Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan rumus

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.62)$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times I_o \times \frac{n_d}{\sqrt{k}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots (2.63)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v} \dots\dots\dots (2.64)$$

Dimana:

- T_c = Waktu konsentrasi (menit)
- t_1 = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)
- t_2 = Waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)
- I_o = Jarak dari titik terjauh sampai sarana drainase (m)
- L = Panjang saluran (m)
- K = Kelandaian permukaan
- n_d = Koefisien hambatan (lihat Tabel 2.29)
- I_s = Kemiringan saluran memanjang
- V = Kecepatan air rata-rata pada saluran drainase

6. Debit banjir

Untuk menghiung debit aliran (Q) dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C_w \times I \times A \dots\dots\dots (2.65)$$

Dimana:

- Q = Debit aliran ($m^3/detik$)
- C_w = Koefisien pengaliran rata-rata
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah layanan (km^2)

Tabel 2.29 Koefisien Hambatan Berdasarkan Kondisi Permukaan

No.	Kondisi Permukaan yang Dilalui Aliran	n_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan halus dan kedap air	0,02
3	Permukaan halus dan padat	0,10
4	Lapangan dengan rumput jarang, lading, dan tanah lapang kosong dengan permukaan cukup kasar	0,20
5	Lading dan lapangan rumput	0,40
6	Hutan	0,60
7	Hutan dan rimba	0,80

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

2.7.3 Gorong-gorong (*Culvert*)

Pada drainase jalan, gorong-gorong berfungsi sebagai penerus aliran dari saluran samping ke tempat pembuangan, gorong-gorong ditempatkan melintang jalan di beberapa lokasi sesuai kebutuhan. (Hendarsin, 2000:283),

Tipe dan bahan gorong-gorong yang permanen dapat dilihat pada Tabel 2.30 dengan desain umur rencana untuk periode ulang untuk perencanaan gorong-gorong disesuaikan dengan fungsi jalan tempat gorong-gorong berlokasi:

- a. Jalan Tol = 25 tahun
- b. Jalan Arteri = 10 tahun
- c. Jalan Kolektor = 7 tahun
- d. Jalan Lokal = 5 tahun

Kemiringan gorong-gorong antara 0,5%- 2% dengan pertimbangan faktor-faktor lain yang dapat mengakibatkan terjadinya pengendapan erosi di tempat air masuk dan pada bagian pengeluaran. Dimensi gorong-gorong minimum dengan diameter 80 cm dengan kedalaman minimum 1 m – 1,5 m tergantung tipe.

Tabel 2.30 Tipe Penampang Gorong-gorong

No.	Tipe Gorong-gorong	Bahan yang pakai
1	Pipa tunggal atau lebih	Metal gelombang, beton bertulang atau beton tumbuk, besi cor dan lain-lain
2	Pipa lengkung tunggal atau lebih	Metal gelombang
3	Gorong-gorong persegi (<i>Boxculvert</i>)	Beton bertulang

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

Dimensi gorong-gorong persegi beton bertulang direncanakan seperti pada Tabel 2.31.

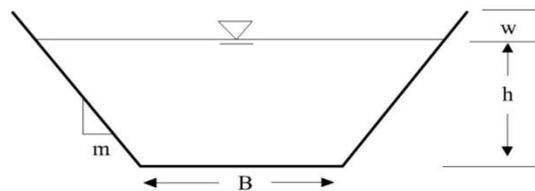
Tabel 2.31 Ukuran Dimensi Gorong-gorong

Tipe <i>Single</i>		
I	t	h
100	100	16
100	150	17
100	200	18
200	100	22
200	150	23
200	200	25
200	250	26
200	300	28
300	150	28
300	200	30
300	250	30
300	300	30

(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1997)

2.7.4 Desain dimensi saluran samping dan gorong-gorong

a. Dimensi saluran samping



Gambar 2.17 Penampang Saluran Berbentuk Trapesium

Perhitungan dimensi saluran dilakukan dengan menggunakan rumus manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.66)$$

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.67)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.68)$$

$$w = \sqrt{0,5h} \dots\dots\dots (2.69)$$

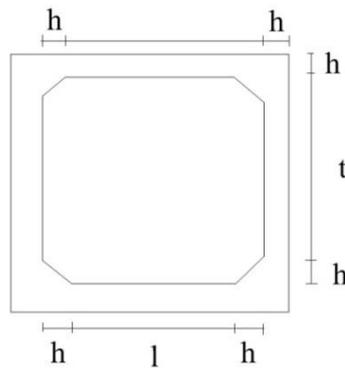
Rumus Penampang Ekonomis:

$$B + 2mh = 2h\sqrt{m^2+1} \dots\dots\dots (2.70)$$

Dimana:

- V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)
- R = Radius hidrolis (m)
- S = Kemiringan saluran
- A = Luas penampang basah saluran (m²)
- P = Keliling basah saluran (m)
- Q = Debit aliran (m³/detik)
- n = Koefisien kekasaran Manning
- w = Tinggi jagaan (m)
- B = Lebar saluran (m)
- M = Perbangindan kemiring talud
- h = Tinggi muka air (m)

b. Dimensi gorong-gorong bentuk persegi (*Boxculvert*)



Gambar 2. 18 Dimensi Gorong-gorong Bersegi

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (2.71)$$

$$b = 2h \dots\dots\dots (2.72)$$

$$A = I \times h \dots\dots\dots (2.73)$$

$$w = \sqrt{0,5h} \dots\dots\dots (2.74)$$

Dimana:

- V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)
- Q = Debit aliran (m³/detik)
- A = Luas penampang melintang (m²)
- w = Tinggi jagaan (m)
- b = Tinggi penampang saluran (m)
- I = Lebar saluran (m)
- H = Tinggi muka air (m)

2.8 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah lapisan atas badan jalan yang menggunakan bahan–bahan khusus yang secara konstruktif lebih baik dari pada tanah dasar. Perkerasan berfungsi memberikan pelayanan optimal kepada sarana transportasi.

2.8.1 Tipe-tipe perkerasan

Pertimbangan tipe perkerasan yang dipilih terkait dengan dana pembangunan yang tersedia, biaya pemeliharaan, volume lalu-lintas yang dilayani, serta kecepatan pembangunan agar lalu-lintas tidak terlalu lama terganggu oleh pelaksanaan proyek.

Tipe-tipe perkerasan yang banyak digunakan adalah:

1) Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton.

2) Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*)

Perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dari agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku / lentur.

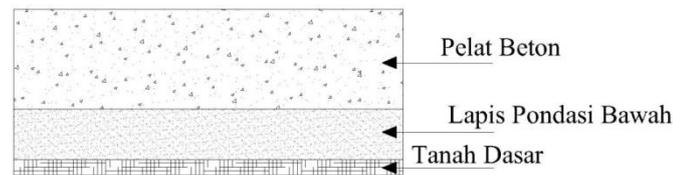
3) Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit yaitu perkerasan dengan memakai dua bahan, dengan maksud menggabungkan dua bahan yang berbeda yaitu aspal dan beton.

2.8.2 Perkerasan kaku

Perkerasan jalan beton semen Portland atau lebih sering disebut perkerasan kaku atau juga *rigid pavement*, terdiri dari pelat beton semen *portland* dan lapis pondasi diatas tanah dasar.

Menurut (Suryawan 2009) perkerasan beton yang kaku memiliki *modulus elastisitas* yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesardari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari *slab* beton sendiri.



Gambar 2.19 Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen

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, karena kekuatan perkerasan lebih banyak ditentukan oleh kekuatan betonnya sendiri, maka peran pondasi bawah dalam mendukung beban lalu lintas menjadi tidak begitu signifikan. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur, dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.

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

- 1) Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
- 2) Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat.
- 3) Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
- 4) Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan dibawahnya. Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5cm.

Adapun kelebihan dalam pemakaian konstruksi perkerasan kaku:

- a) Umur rencana dapat mencapai 20 tahun
- b) Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang lebih buruk
- c) Indeks pelayanan tetap baik hamper selama umur rencana, terutama jika *transverse joint* dikerjakan dan dipelihara dengan baik
- d) *Job Mix* lebih mudah dikendalikan kualitasnya.

2.8.3 Persyaratan teknis perencanaan perkerasan kaku

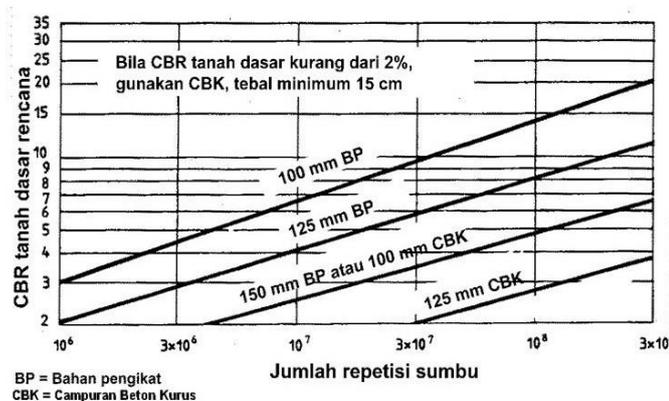
a. Kekuatan lapisan tanah dasar

Daya dukung Tanah dasar pada konstruksi perkerasan beton semen, ditentukan berdasarkan nilai CBR insitu dengan SNI 03-1731-1989, atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989 masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Disini apabila tanah dasar memiliki nilai CBR dibawah 2% maka digunakan pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm sehingga tanah dianggap memiliki CBR 5%

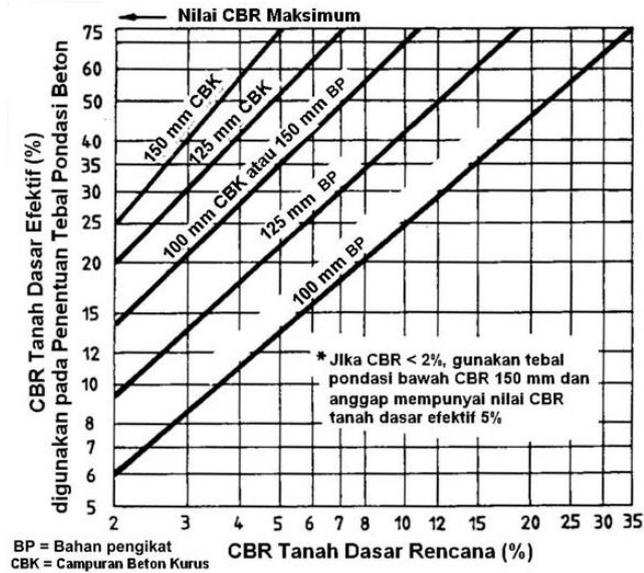
b. Lapisan pondasi bawah

Meskipun pada dasarnya lapis pondasi bawah pada perkerasan kaku tidak berfungsi terlalu struktural. Dalam arti kata keberadaannya tidak untuk menyumbangkan nilai struktur pada tebal pelat beton. Menyediakan *Subbase* setebal 10 cm harus selalu dipasang kecuali apabila tanah dasar mempunyai sifat dan mutu yang sama dengan lapis pondasi bawah.

Lapis pondasi bawah bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus mempergunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada Gambar 2.19 dan nilai CBR tanah dasar efektif dapat dilihat dari Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Kaku Terhadap Repetisi Sumbu



Gambar 2.21 CBR tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

c. Beton Semen

Kekuatan beton semen harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari (MR), yang didapat dari pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal tarik lentur umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan 3 – 5 Mpa (30 – 50 kg/cm²).

Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik lentur beton dapat dengan rumus berikut:

$$f_{cf} = K \times (f_c')^{0.5} \text{ (dalam Mpa)} \dots\dots\dots (2.75)$$

$$f_{cf} = 3,13 \times K \times (f_c')^{0.5} \text{ (dalam kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.76)$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)

f_{cf} = Kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm²)

K = Konstanta 0,7 untuk agregat tidak pecah 0,75 untuk agregat pecah

Bahan beton semen terdiri dari agregat, semen, air, dan bahan tambah jika diperlukan, dengan spesifikasi sebagai berikut:

a. Agregat

Agregat yang akan dipergunakan untuk perkerasan beton semen terdiri dari agregat halus dan kasar. Agregat halus terdiri dari pasir atau butiran-butiran yang lolos saringan no.4 (0,425) sedangkan agregat kasar yang tidak lolos saringan tersebut. Diameter agregat batu pecah harus $\leq 1/3$ tebal pelat atau $\leq 3/4$ jarak bersih minimum antar tulangan. Dengan persyaratan mutu agregat sesuai dengan yang tercantum dalam SK SNI S-04-1989-F.

b. Semen

Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton umumnya tipe I yang harus sesuai dengan SNI 15-2049-1994. Semen yang digunakan harus sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dibangun.

c. Air

Air yang digunakan untuk campuran harus bersih dan terbebas dari minyak, garam, asam, lanau atau bahan-bahan lain dalam jumlah tertentu yang dapat merusak kualitas beton.

2.8.4 Lalulintas rencana untuk perkerasan kaku

Kondisi lalu lintas rencana yang akan menentukan pelayanan adalah :

1. Jumlah sumbu yang lewat
2. Beban ssumbu
3. Konfigurasi sumbu

Untuk semua jenis perkerasan, penampilan dipengaruhi oleh kendaraan yang berat. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan yang terdiri dari 4 jenis kelompok sumbu adalah sebagai berikut:

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
4. Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

Dengan karakteristik kendaraan yang diperhitungkan

- a. Pada perencanaan perkerasan kaku, jenis kendaraan yang diperhitungkan hanya kendaraan niaga yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

- b. Khusus untuk perencanaan perkerasan kaku, beban lalulintas rencana didapatkan dengan mengakumulasi jumlah beban sumbu untuk masing-masing jenis kelompok dalam rencana lajur selama umur rencana.

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}). Faktor keamanan beban terlihat pada Tabel 2.32.

Tabel 2.32 Faktor Keamanan Beban (F_{KB})

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume niaga rendah	1,0

(Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

2.8.5 Umur rencana

Umur rencana adalah jangka waktu dalam tahun sampai perkerasan harus diperbaiki atau ditingkatkan. Perbaikan terdiri dari pelapisan ulang, penambahan, atau peningkatan, untuk umur rencana lapisan perkerasan kaku 20-40 tahun (Hendarsin 2000:223).

2.8.6 Pertumbuhan lalulintas

Jumlah lalu lintas akan bertambah baik pada usia rencana atau pada sebagian masa tersebut. Angka pertumbuhan lalu-lintas dapat ditentukan dari hasil survey untuk setiap proyek yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} \dots\dots\dots (2.77)$$

Dimana:

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

I = Laju pertumbuhan lalu lintas pertahun (%)

UR = Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu lintas juga dapat ditentukan melalui Tabel 2.33.

Tabel 2.33 Faktor Pertumbuhan Lalu lintas (R)

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan Lalulintas (i) pertahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

(Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

2.8.7 Lajur rencana dan koefisien distribusi

Pembangunan lapisan perkerasan yang baru atau pelapisan tambahan akan dilaksanakan pada 2 lajur atau lebih yang kemungkinan bisa berbeda kebutuhannya terhadap ketebalan lapisan, tetapi untuk praktisnya akan dibuat sama. Untuk itu dibuat rencana yaitu lajur yang menerima beban terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai dengan Tabel 2.34 berikut:

Tabel 2.34 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Keofisien Distribusi

(C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur (n)	Koefisien Distribusi (C)	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 Lajur	1	1
$5,50 \leq L_p < 8,35$ m	2 Lajur	0,70	0,50
$8,25 \leq L_p < 11,25$ m	3 Lajur	0,50	0,475
$11,25 \leq L_p < 15,00$ m	4 Lajur	-	0,45
$15,00 \leq L_p < 18,75$ m	5 Lajur	-	0,425
$18,75 \leq L_p < 22,00$ m	6 Lajur	-	0,40

(Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

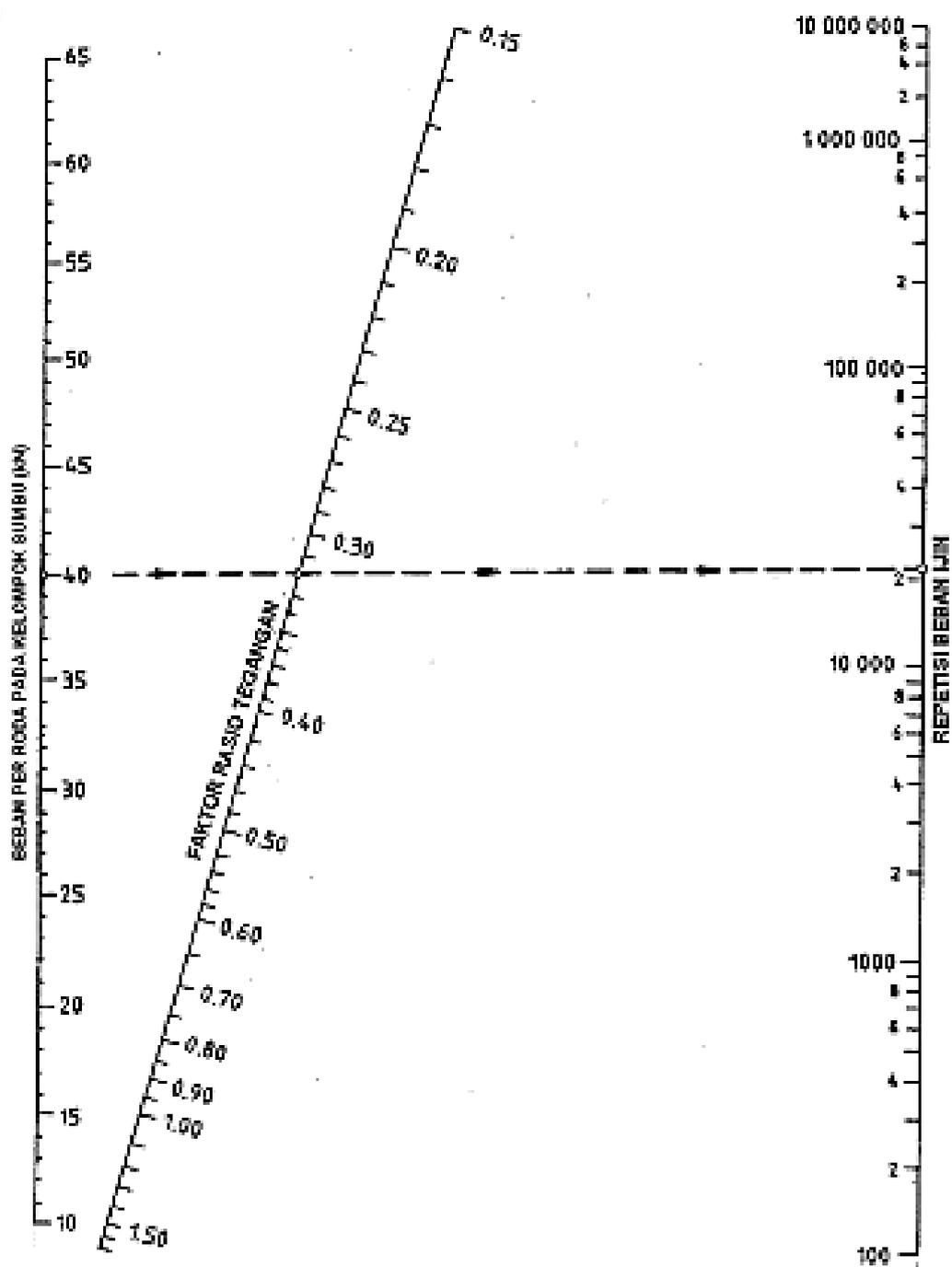
2.8.8 Perencanaan tebal pelat

Langkah-langkah dalam perencanaan tebal perkerasan kaku adalah sebagai berikut:

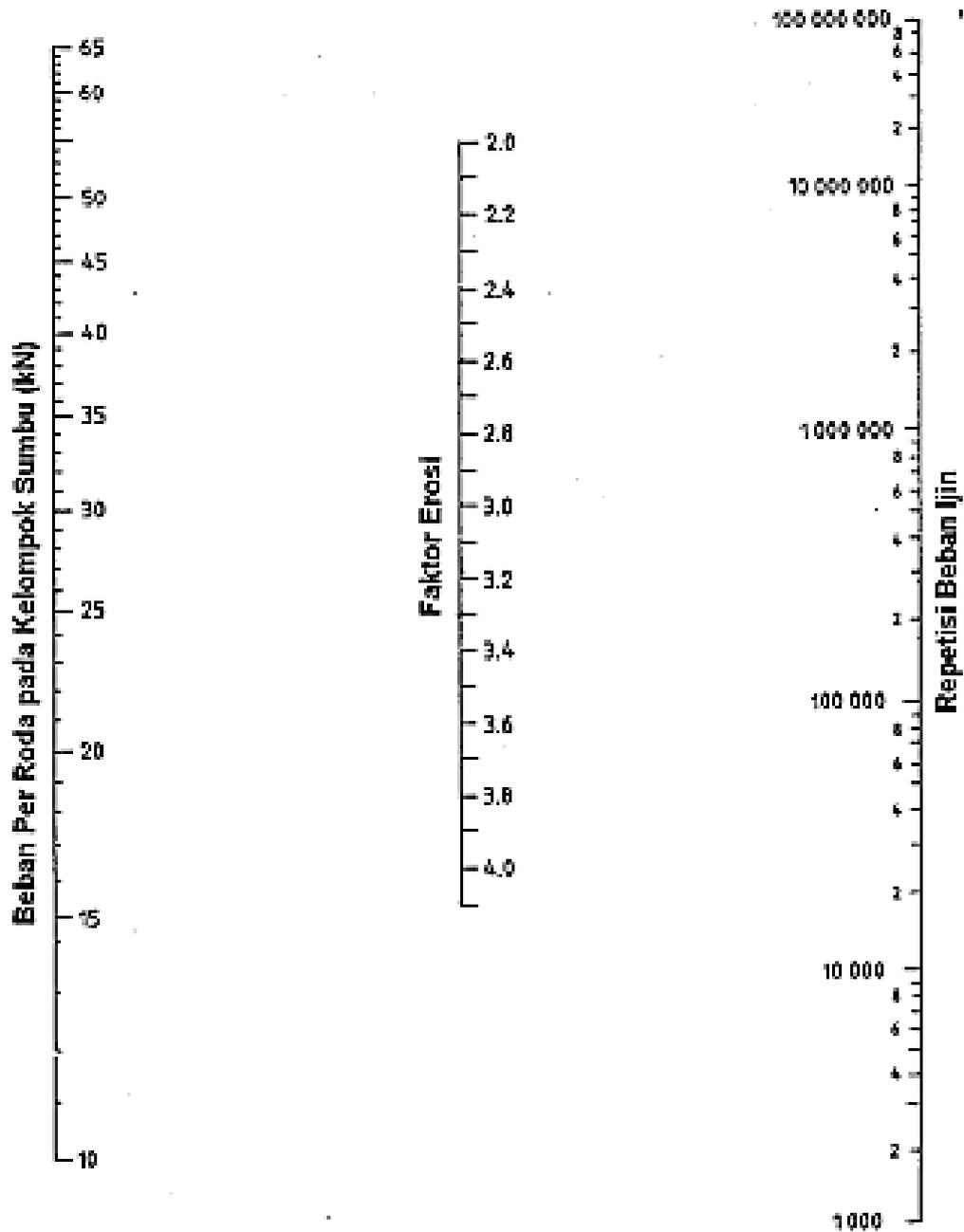
1. Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji atau menerus dengan tulangan.
2. Tentukan apakah akan menggunakan bahu beton atau bukan.
3. Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana sesuai dengan Gambar 2.19.
4. Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang sesuai dengan Gambar 2.20.
5. Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari (f'_{cf})
6. Pilih faktor keamanan beban lalulintas (F_{KB}).
7. Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia).
8. Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT dari Tabel Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Tanpa Bahu Beton.
9. Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik lentur (f'_{cf}).
10. Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan (F_{KB}) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 Kn (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi pada analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton dengan bahu beton dan rasio tegangan dengan / tanpa bahu beton.
11. Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12. Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13. Dengan menggunakan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi dari analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin

berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton dengan bahu beton dan rasio tegangan dengan / tanpa bahu beton

14. Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15. Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca pada grafik analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton dengan bahu beton dan rasio tegangan dengan/ tanpa bahu pada gambar 2.21 sampai 2.23 beton yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16. Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17. Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap kelompok sumbu lainnya.
18. Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19. Ulangi langkah 7 sampai dengan 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

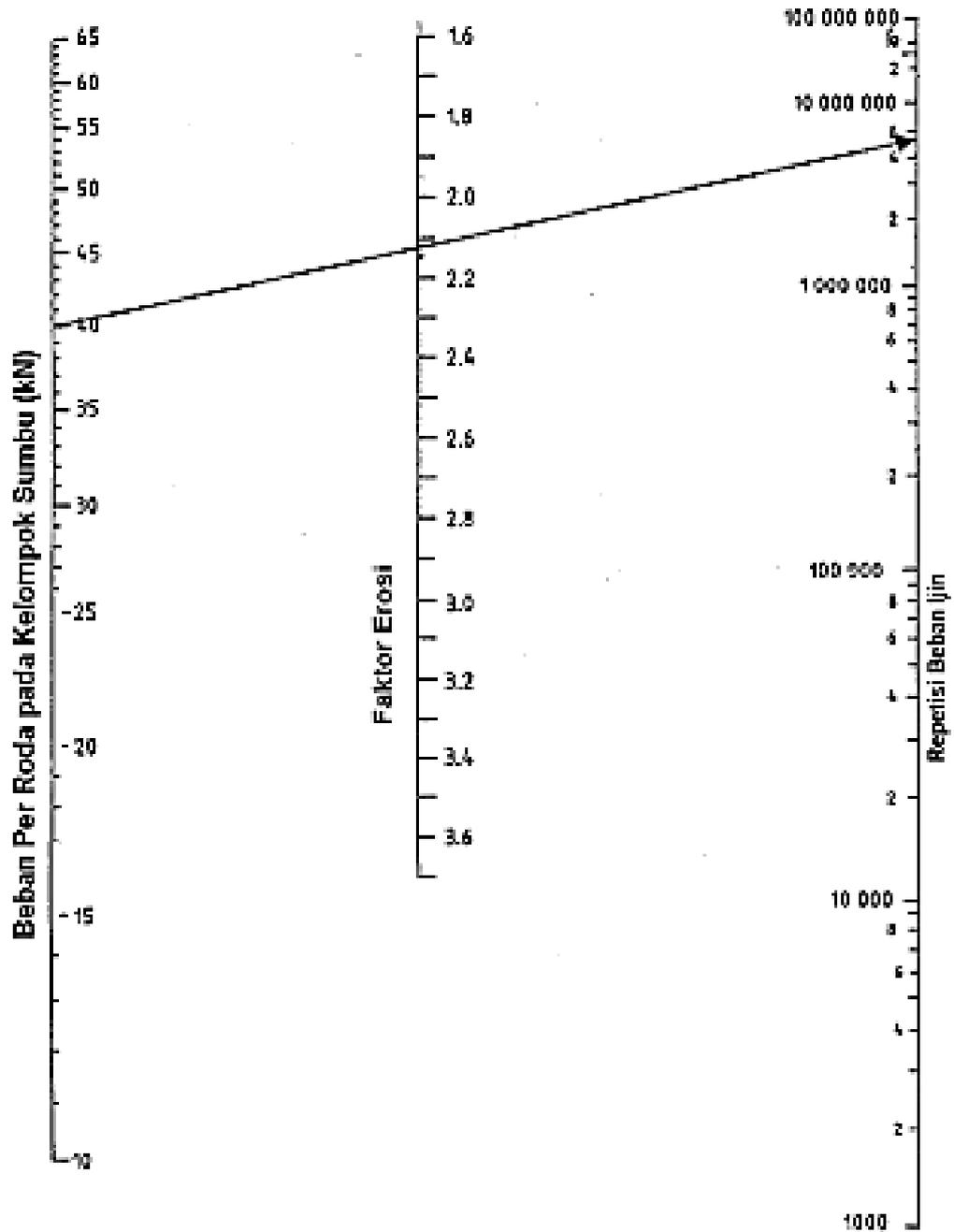


Gambar 2.22 Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin berdasarkan Rasio Tegangan, dengan / Tanpa Bahu Beton
(Sumber: Pd-T-2003)



Gambar 2.23 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin,
Berdasarkan Faktor Erosi, tanpa Bahu Beton

(Sumber: Pd-T-2003)



Gambar 2.24 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin, Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton

(Sumber: Pd-T-2003)

2.8.9 Perencanaan penulangan

Tujuan dasar distribusi penulangan baja adalah bukan untuk mencegah terjadinya retak pada pelat beton tetapi untuk membatasi lebar retakan yang timbul dimana beban terkonsentrasi agar tidak terjadi pembelahan pelat beton pada daerah retak tersebut, sehingga kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan (Hendarsin 2000:248). Tujuan utama penulangan, yaitu:

1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
2. Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
3. Mengurangi biaya pemeliharaan

Ada 3 faktor yang perlu di perhatikan pada penulangan perkerasan kaku yaitu :

- a. Kebutuhan Penulangan pada Perkerasan Bersambung Tanpa Tulangan

Pada perkerasan bersambung tanpa tulangan, penulangan tetap dibutuhkan untuk mengantisipasi atau meminimalkan retak pada tempat-tempat dimana dimungkinkan terjadi konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari, tipikal penggunaan penulangan khusus ini antara lain pada sambungan pelat tipis, sambungan yang tidak tepat dan pelat kubah atau struktur lain.

- b. Penulangan pada Perkerasan Bersambung dengan Tulangan

Luas tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_s = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s} \dots\dots\dots (2.78)$$

Dimana:

- A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m lebar)
- μ = Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya (Tabel 2.41)
- M = Berat per satuan volume pelat
- L = Jarak antara sambungan (m)
- H = Tebal pelat (m)
- f_s = Kuat tarik ijin tulangan (Mpa)

Catatan: As minimum menurut SNI '91 untuk segala keadaan 0,14% dari luas penampang beton

Tabel 2.35 Koefisien Gesekan antara Pelat Beton Semen dengan Lapisan Pondasi dibawahnya

Jenis Pondasi	Faktor Gesekan (μ)
BURTU, LAPEN dan Konstruksi Sejenis	2,2
Aspal beton, LATASTON	1,8
Stabilisasi kapur	1,8
Stabilisasi aspal	1,8
Stabilisasi semen	1,8
Koral	1,5
Batu pecah	1,5
Sirtu	1,2
Tanah	0,9

(Sumber :Hendarsin, 2000)

c. Penempatan tulangan

Penulangan melintang pada perkerasan beton semen harus ditempatkan pada kedalaman lebih besar dari 65 mm dari permukaan untuk tebal pelat ≤ 20 cm dan maksimum sampai sepertiga tebal pelat untuk tebal pelat > 20 cm. Tulangan arah memanjang dipasang di atas tulangan arah melintang.

2.8.10 Sambungan

Perencanaan sambungan pada perkerasan kaku, merupakan bagian yang harus dilakukan pada perencanaan, baik jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan, maupun pada jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan.. Ukuran dan jarak ruji yang disarankan dapat dilihat pada Tabel 2.41. Sedangkan *Tie Bar* atau batang pengikat merupakan potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal.

Tabel 2.36 Ukuran dan Jarak Ruji yang Disarankan

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

(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

2.9 Perhitungan Galian dan Timbunan

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

Langkah-langkah dalam perhitungan galian dan timbunan, antara lain:

- Penentuan *stationing* (jarak patok) sehingga diperoleh panjang horizontal jalan dari alinyemen horizontal (trase jalan)
- Gambarkan profil memanjang (alinyemen vertikal) yang memperlihatkan perbedaan beda tinggi muka tanah asli dengan muka tanah rencana.
- Gambar potongan melintang (*Cross Section*) pada titik *stationing*, sehingga didapatkan luas galian dan timbunan.
- Hitung volume galian dan timbunan dengan mengalikan luas penampang rata-rata dari galian atau timbunan dengan jarak patok.

Tabel 2.37 Perhitungan Galian dan Timbunan

STA	Luas (m ²)		Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan		Galian	Timbunan
0+000	A	A	L	$\frac{A+B}{2} \times L=C$	$\frac{A+B}{2} \times L=C$
0+100	B	B		$\frac{A+B}{2} \times L=C$	$\frac{A+B}{2} \times L=C$
Jumlah				ΣC	ΣC

(Sumber : Suryadharma, 1999)

2.10 Manajemen Proyek

Mendapatkan metode atau cara teknis yang paling baik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil maksimal dalam hal

ketepatan,kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja secara komprehensif (Husen 2010:2). Pengelolaan proyek harus diatur secara baik agar pelaksanaan proyek berjalan sesuai dengan aturan, maka dari itu diperlukan pengaturan manajemen proyek dan perhitungan anggaran biaya proyek. Manajemen proyek adalah semua kegiatan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian sumber daya untuk mencapai tujuan proyek yang tepat biaya, tepat mutu dan tepat waktu.

2.11 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB adalah perkiraan atau perhitungan biaya-biaya yang diperlukan untuk tiap-tiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi baik upah maupun bahan dalam sebuah pekerjaan proyek konstruksi, baik rumah, gedung, jembatan, jalan, bandara, pelabuhan dan lain-lain, sehingga kita memperoleh biaya total yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek tersebut. RAB sangat dibutuhkan dalam sebuah proyek konstruksi agar proyek dapat berjalan dengan efisien kena dana yang cukup. Anggaran biaya merupakan harga dari bahan bangunan yan dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Rencana anggaran biaya meliputi Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS), perhitungan sewa alat, rencana anggaran biaya (RAB), Rekapitulasi Biaya.

1. Rencana kerja dan syarat (RKS)

Penyusunan rencana kerja dan syarat (RKS) merupakan penjelasan tertulis perencanaan secara keseluruhan yang meliputi:

- a. Keterangan mengenai pekerjaan
- b. Keterangan mengenai pemberian tugas
- c. Keterangan mengenai perancang
- d. Keterangan mengenai pengawas bangunan

2. Daftar harga satuan bahan dan upah

Daftar satuan bahan dan upah adalah harga yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, tempat proyek ini berada karena tidak setiap daerah memiliki standar yang sama. Penggunaan daftar upah ini juga

merupakan pedoman untuk menghitung rancangan anggaran biaya pekerjaan dan upah yang dipakai kontraktor. Adapun harga satuan bahan dan upah adalah satuan harga yang termasuk pajak-pajak.

3. Analisa satuan harga pekerjaan

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

1. Analisa harga satuan pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan-perhitungan biaya pada setiap pekerjaan yang ada pada suatu proyek. Dalam menghitung analisa satuan pekerjaan, sangatlah erat hubungannya dengan daftar harga satuan bahan dan upah. Biaya satuan pekerjaan dirinci berdasarkan:

- a. Bahan yang digunakan
- b. Alat yang digunakan
- c. Pekerja yang terlibat untuk pekerjaan tersebut

Biaya-biaya diatas adalah biaya yang langsung (*direct*) berkaitan dengan kegiatan atau pekerjaan tersebut dan disebut biaya langsung (*direct cost*). Disamping biaya langsung, terdapat pula biaya tambahan (*mark up*) atau biaya tidak langsung. Komponen biaya tambahan terdiri dari biaya overhead

1. Biaya *Overhead*
2. Biaya Tak Terduga (*contingency cost*)
3. Keuntungan (*profit*)
4. Pajak (*tax*)

2. Analisa satuan alat berat

Perhitungan analisa satuan alat berat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu:

- a. Pendekatan *on the job*, yaitu pendekatan yang dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan produksi berdasarkan data yang diperoleh dari data hasil lapangan dan data ini biasanya didapat dari pengamatan observasi lapangan.
- b. Pendekatan *off the job*, yaitu pendekatan yang dipakai untuk memperoleh hasil perhitungan berdasarkan standar yang biasanya ditetapkan oleh pabrik pembuat.

2.12 Rencana Kerja (*Time Schedule*)

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi diperlukan suatu perencanaan yang tepat untuk menyelesaikan tiap-tiap pekerjaan yang ada. Perencanaan kerja proyek meliputi pembuatan *Network Planning* (NWP) untuk mengetahui hubungan antar pekerjaan pada proyek, pembuatan *Barchat* untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan pelaksanaan pekerjaan sehingga pengaturan pemakaian alat dan bahan antar pekerjaan tidak saling mengganggu dan kurva “S” untuk mengetahui bobot tiap pekerjaan.

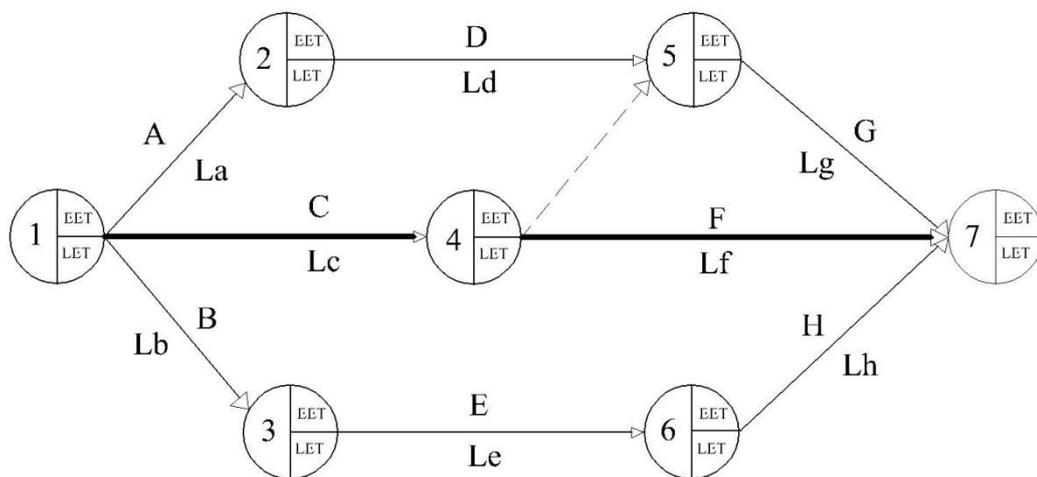
Rencana kerja memberikan informasi pembagian waktu secara rinci untuk masing-masing bagian pekerjaan dari pekerjaan awal sampai pekerjaan akhir. Jenis dari rencana kerja antara lain:

2.12.1 *Network planning* (NWP)

Didalam NWP 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.

Sebelum menggambar diagram NWP ada beberapa hal yang perlu kita perhatikan, antara lain:

- Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya durasi maupun *resources* yang dibutuhkan.
- Aktifitas-aktifitas apa yang mendahului dan aktifitas-aktifitas apa yang mengikuti.
- Aktifitas-aktifitas apa yang dapat dilakukan bersama-sama.
- Aktifitas-aktifitas itu di batasi mulai dan selesai.
- Waktu, biaya dan *resources* yang dibutuhkan dari aktifitas-aktifitas itu. Kemudian mengikutinya.
- Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan. Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman. Jika proyek itu baru sama sekali biasanya diberikan.
- Kepala anak panah menjadi arah pedoman dari setiap kegiatan.
- Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.



Gambar 2.25 Network Planning (NWP)

Keterangan :

- (*Arrow*), bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas atau kegiatan. Simbol ini merupakan pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu dan *resources*

tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak – anak panah menunjukkan urutan – urutan waktu.

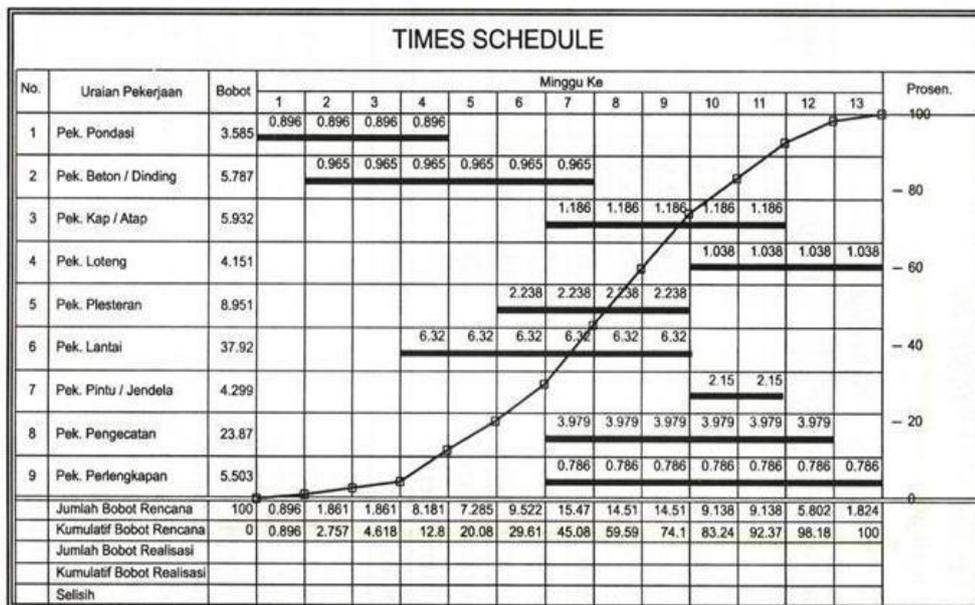
2.  (*Node/event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Simbol ini adalah permulaan atau akhir dari suatu kegiatan
3.  (*Double arrow*), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critikcal path*).
4.  (*Dummy*), bentuknya merupakan anak panah terputus–putus yang artinya kegiatan semu atau aktifitas semu. Yang dimaksud dengan aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu.
5.  1 = Nomor kejadian
 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 (*Laetest Event Time*) = waktu yang paling lambat, yaitu mengurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan kegiatan sebelumnya dengan mengambil angka terkecil.
6. A,...,H merupakan kegiatan, sedangkan La, Lb, Lc, Ld, Le, Lf, Lg dan Lh merupakan durasi dari kegiatan tersebut.

2.12.2 Barchart dan kurva S

Diagram *Barchart* mempunyai hubungan yang erat dengan *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.

Kurva S dibuat berdasarkan pengamatan terhadap sejumlah besar pada besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek.

Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek. Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses



Gambar 2.26 Barchart Kurva S