

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geometrik Jalan

Geometrik jalan didefinisikan sebagai suatu bangun jalan raya yang menggambarkan tentang bentuk/ukuran jalan raya baik yang menyangkut penampang melintang, memanjang, maupun aspek lain yang terkait dengan bentuk fisik jalan.

Menurut Silvia Sukirman (1999), Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk, dan ukuran jalan dikatakan baik, jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan.

Berdasarkan pada RSNI T- 14 – 2004, Geometri jalan perkotaan memiliki sejumlah ketentuan umum dan teknis, ketentuan umum geometrik jalan perkotaan harus :

- a. Memenuhi aspek keselamatan, kelancaran, efisiensi, ekonomi, ramah lingkungan dan kenyamanan;
- b. Mempertimbangkan dimensi kendaraan;
- c. Mempertimbangkan efisiensi perencanaan;
- d. Mendukung hirarki fungsi dan kelas jalan dalam suatu tatanan sistem jaringan jalan secara konsisten;
- e. Mempertimbangkan pandangan bebas pemakai jalan;
- f. Mempertimbangkan drainase jalan;
- g. Mempertimbangkan kepentingan para penyandang cacat.

Adapun ketentuan teknis geometrik jalan perkotaan menurut RSNI T- 14 – 2004 antara lain :

2.2 Klasifikasi Jalan

Di Indonesia klasifikasi jalan terbagi menjadi :

2.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi atas:

- a. Jalan Arteri: Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien,
- b. Jalan Kolektor: Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi,
- c. Jalan Lokal: Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan Lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri jarak perjalanan dekat dan kecepatan rendah.

2.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton, dan kemampuan jalan tersebut dalam menyalurkan kendaraan dengan dimensi maksimum tertentu.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Secara Umum Menurut Kelas, Fungsi, Dimensi Kendaraan Maksimum dan Muatan Sumbu Terberat (MST)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum		Muatan Sumbu Terberat (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 : Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T- 14 – 2004)

Tabel 2.2 Klasifikasi Kelas Jalan Sesuai dengan Perencanaan Volume Lalu Lintas

Fungsi	DTV (dalam SMP)		Kelas
Primer	Arteri	-	I
	Kolektor	>10.000	I
		<10.000	II
Sekunder	Arteri	>20.000	I
		<20.000	II
	Kolektor	>6.000	II
		<6.000	III
	Lokal	>500	III
<500		IV	

(Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Bina Marga 1992)

2.2.3 Klasifikasi 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 pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

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

(Sumber : TPGJAK No.038/TBM/1997)

2.2.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

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

- a. Jalan Nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- b. Jalan Propinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/ kota, atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan Kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten

- d. Jalan Kota, adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.
- e. Jalan Desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan
- f. Jalan Khusus, jalan bukan untuk lalu lintas umum yang peruntukannya bagi kepentingan instansi, badan usaha maupun perorangan atau kelompok masyarakat.

2.3 Potongan Melintang Jalan

Potongan melintang jalan terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut :

2.3.1 Jalur Lalu-Lintas Kendaraan

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

- a) median jalan;
- b) bahu jalan ;
- c) trotoar;
- d) separator jalan.

2.3.2 Lebar Jalur

Lebar jalur ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur serta bahu jalan. Tabel berikut menetapkan ukuran lebar lajur dan bahu jalan sesuai dengan kelas jalannya.

Tabel 2.4 Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan Sebelah Luar

Kelas Jalan	Lebar Lajur (m)		Lebar Bahu Sebelah Luar (m)			
	Disarankan	Minimum	Tanpa trotoar		Ada Trotoar	
			Disarankan	Minimum	Disarankan	Minimum
I	3,60	3,50	2,50	2,00	1,00	0,50
II	3,60	3,00	2,50	2,00	0,50	0,25
III A	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
III B	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
III C	3,60	*)	1,50	0,50	0,50	0,25

Keterangan : *) = jalan 1-jalur-2 arah, lebar 4,50 m

(Sumber : Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T- 14 – 2004)

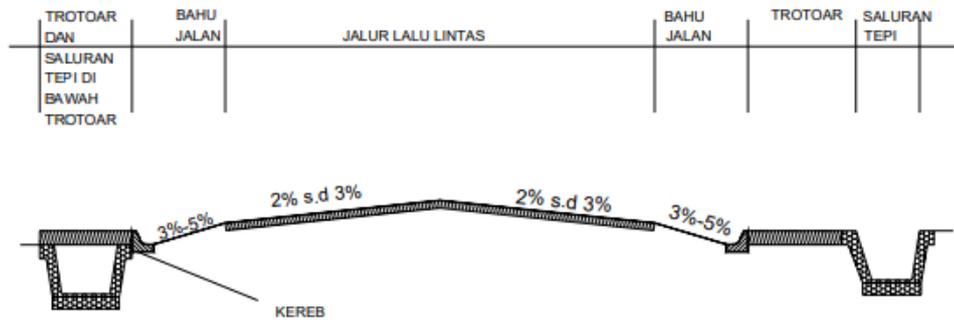
2.3.3 Lajur

lajur adalah bagian jalur yang memanjang, dengan atau tanpa marka jalan, yang memiliki lebar cukup untuk satu kendaraan bermotor sedang berjalan, selain sepeda motor. (PP RI No. 43 Tahun 1993)

- a) Apabila lajur dibatasi oleh marka garis membujur terputus, maka lebar lajur diukur dari sisi dalam garis tengah marka garis tepi jalan sampai dengan garis tengah marka garis pembagi arah pada jalan 2-lajur-2-arah atau sampai dengan garis tengah garis pembagi lajur pada jalan berlajur lebih dari satu.
- b) Apabila lajur dibatasi oleh marka garis membujur utuh, maka lebar lajur diukur dari masing-masing tepi sebelah dalam marka membujur garis utuh.

2.3.4 Kemiringan melintang jalan

Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada bagian alinyemen jalan yang lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :



Gambar 2.1 Tipikal Kemiringan Melintang Bahu Jalan

(Sumber : Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T- 14 – 2004)

- a) untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton/semen, kemiringan melintang 2-3%;
- b) pada jalan berlajur lebih dari 2, kemiringan melintang ditambah 1 % ke arah yang sama;
- c) untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

2.3.5 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, pondasi atas dan permukaan.

- a) Kemiringan melintang bahu jalan yang normal 3 - 5% (lihat Gambar 2.1).
- b) Lebar minimal bahu jalan untuk bahu luar dan bahu dalam dapat dilihat dalam Tabel 2.5 dan Tabel 2.6
- c) Kemiringan melintang bahu jalan harus lebih besar dari kemiringan melintang lajur kendaraan
- d) Ketinggian permukaan bahu jalan harus menerus dengan permukaan perkerasan jalan.

2.3.6 Median jalan

Median jalan adalah bagian dari jalan yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan dengan bentuk memanjang sejajar jalan, terletak di sumbu/tengah jalan, dimaksudkan untuk memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan. median dapat berbentuk median yang ditinggikan (*raised*), median yang diturunkan (*depressed*), atau median datar (*flush*).

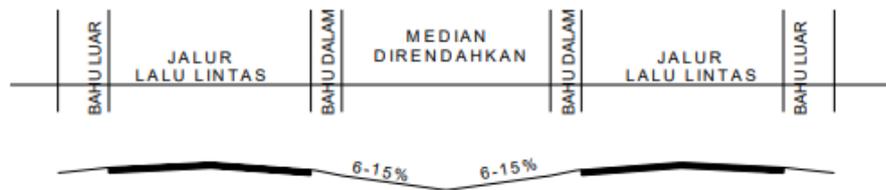
1. Fungsi median jalan adalah untuk :
 - a) memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah;
 - b) mencegah kendaraan belok kanan.
 - c) lapak tunggu penyeberang jalan;
 - d) penempatan fasilitas untuk mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan.
 - e) penempatan fasilitas pendukung jalan;
 - f) cadangan lajur (jika cukup luas);
 - g) tempat prasarana kerja sementara;
 - h) dimanfaatkan untuk jalur hijau;
2. Jalan dua arah dengan empat lajur atau lebih harus dilengkapi median.
3. Jika lebar ruang yang tersedia untuk median $< 2,5$ m, median harus ditinggikan atau dilengkapi dengan pembatas fisik agar tidak dilanggar oleh kendaraan (Gambar 2.2 dan 2.3).
4. Lebar minimum median, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur, ditetapkan sesuai Tabel 2.7. Dalam hal penggunaan median untuk pemasangan fasilitas jalan, agar dipertimbangkan keperluan ruang bebas kendaraan untuk setiap arah.

Tabel 2.5 Lebar Median Jalan dan Lebar Jalur Tepian

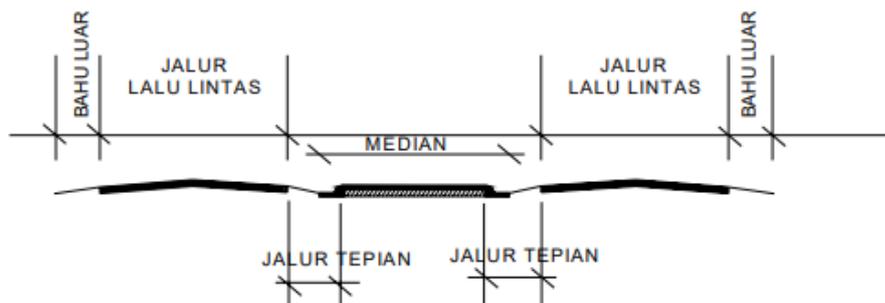
Kelas jalan	Lebar median jalan (m)		Lebar jalur tepian minimum (m)
	Minimum	Minimum khusus *)	
I, II	2,50	1,00	0,25
III A, III B, III C	1,50	1,00 0,40 (median datar)	0,25

Catatan : *) digunakan pada jembatan bentang ≥ 50 m, terowongan, atau lokasi Damaja terbatas.

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

**Gambar 2.2 Tipikal median jalan yang diturunkan**

(Sumber : Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T- 14 – 2004)

**Gambar 2.3 Tipikal median jalan yang ditinggikan**

(Sumber : Geometrik Jalan Perkotaan, RSNI T- 14 – 2004)

2.4 Ruang Penguasaan Jalan

Ruang Penguasaan jalan terbagi menjadi :

2.4.1 Ruang manfaat jalan

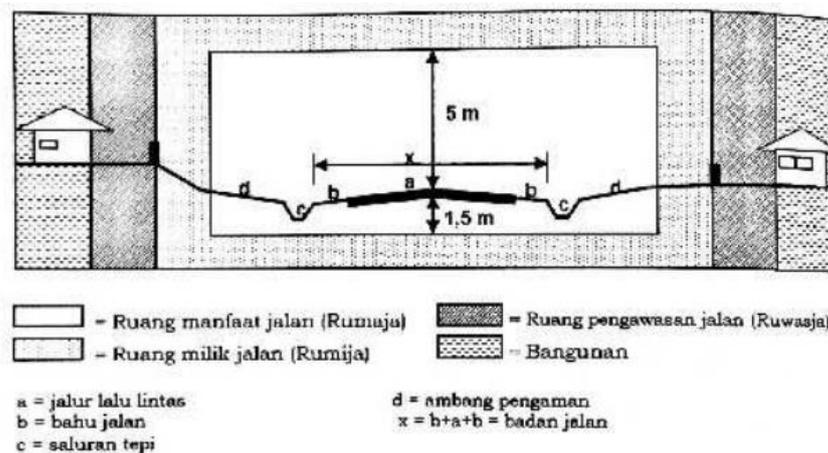
Ruang manfaat jalan sebagaimana dimaksud meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengaman.

2.4.2 Ruang Milik Jalan

Ruang milik jalan sebagaimana dimaksud meliputi ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan.

2.4.3 Ruang Pengawasan Jalan

Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan.



Gambar 2.4 Ruang Jalan

(Sumber : Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan)

2.5 Parameter Perencanaan Geometrik

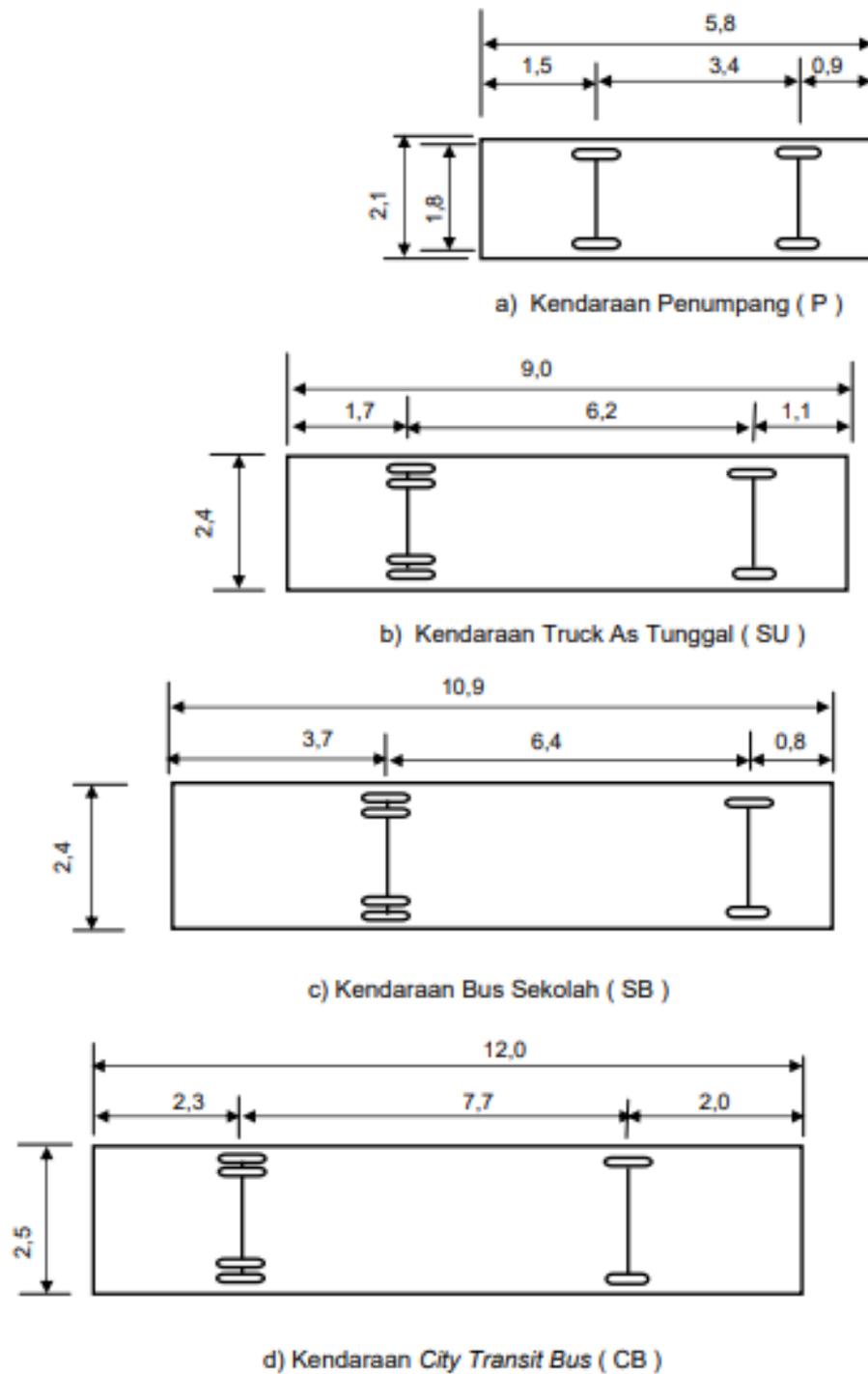
2.5.1 Kendaraan Rencana

Dimensi kendaraan bermotor untuk keperluan perencanaan geometri jalan perkotaan, ditetapkan seperti pada Tabel 2.6 dan seperti diilustrasikan pada Gambar 2.5, dengan memperhatikan ketentuan pada Tabel 2.1

Tabel 2.6 Dimensi kendaraan rencana (m)

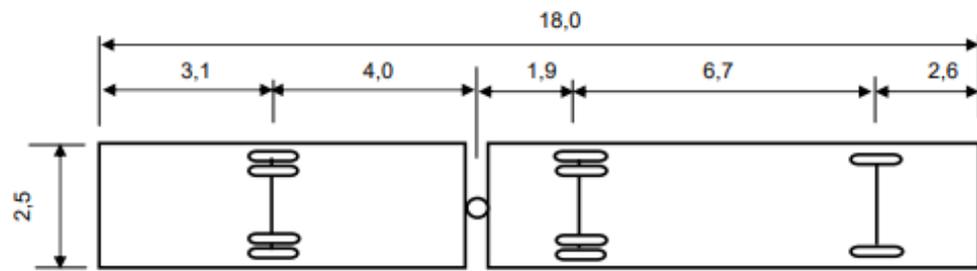
Jenis Kendaraan Rencana	Simbol	Dimensi Kendaraan			Dimensi Tonjolan		Radius Putar Minimum	RADIUS Tonjolan Minimum
		Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang		
Mobil Penumpang	P	1,3	2,1	5,8	0,9	1,5	7,3	4,4
Truk As Tunggal	SU	4,1	2,4	9,0	1,1	1,7	12,8	8,6
Bis Gandengan	A- BUS	3,4	2,5	18,0	2,5	2,9	12,1	6,5
Truk 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>Conventional 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 : RSNIT- 14 – 2004)

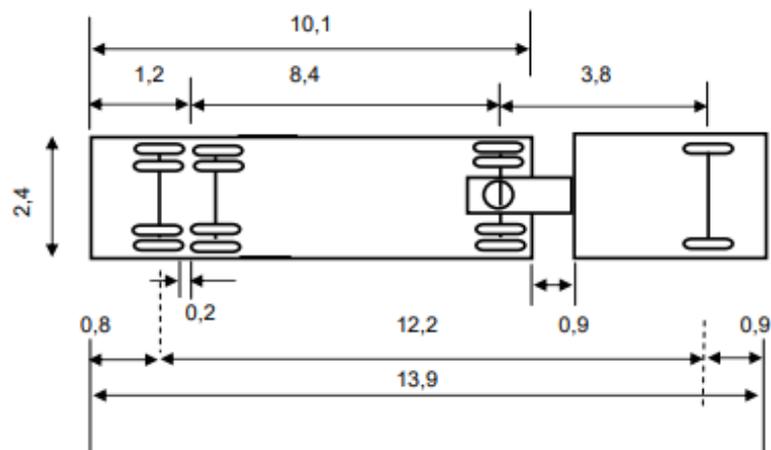


Gambar 2.5 Kendaraan Rencana

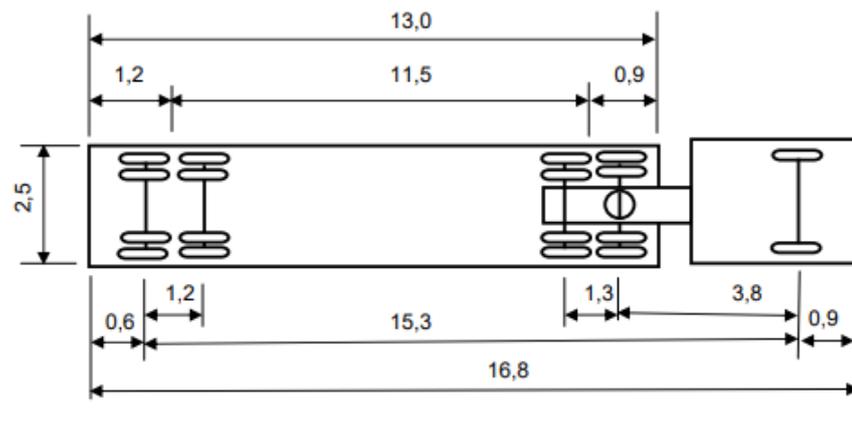
(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)



e) Kendaraan Bus Tempel / Gandengan (A-BUS)



f) Kendaraan Semitrailler Kombinasi Sedang (WB-12)



g) Kendaraan Semitrailler Kombinasi Besar (WB-15)

Gambar 2.8 Kendaraan Rencana (lanjutan)*(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)*

2.5.2 Volume Lalu – Lintas

Menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan selama satu-satuan waktu (kend/hari, kend/jam, kend/menit). Volume lalu lintas untuk perencanaan geometrik jalan biasanya dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) yaitu hasil mengalikan setiap jenis kendaraan dengan ekivalensi mobil penumpang (emp) jenis kendaraan tersebut.

Satuan Volume lalu-lintas yang umum digunakan dalam perencanaan geometri jalan adalah :

1. Volume Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR), yaitu volume total yang melintasi suatu titik atau ruas jalan selama masa beberapa hari pengamatan dibagi dengan jumlah hari pengamatan.
2. Volume Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) adalah jumlah lalu lintas selama satu tahun dibagi 365 hari.
3. Volume Lalu-lintas harian rencana (VLHR) yaitu prakiraan volume lalu lintas harian untuk masa yang akan datang pada bagian jalan tertentu. VLHR diperoleh berdasarkan LHR atau LHRT saat ini yang diproyeksikan ke masa yang akan datang sesuai dengan umur rencana dan faktor pertumbuhan lalu-lintas.
4. Volume Jam Rencana (VJR) yaitu prakiraan volume lalu-lintas per jam pada jam sibuk tahun rencana, dinyatakan dalam satuan smp/jam, dihitung dari perkalian VLHR dengan faktor K, sehingga $VJR = VLHR \times K$. Faktor K ini dikenal dengan faktor Jam Sibuk ditetapkan oleh penyelenggara jalan yang nilainya disesuaikan dengan fungsi jalan, volume lalu-lintas, dan kondisi lingkungan dimana jalan tersebut berada.

Tabel 2.7 Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan perkotaan tak terbagi (UD)

Tipe Jalan	Arus lalu lintas total dua arah (kend./jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu lintas, Wc (m)	
			≤ 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0 s.d.1.800	1,3	0,50	0,40
	> 1.800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0 s.d. 3.700	1,3	0,40	
	> 3.700	1,2	0,25	

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

Tabel 2.8 Mobil Penumpang (Emp) Untuk Jalan Perkotaan Satu Arah dan Terbagi

Tipe Jalan	Arus lalu lintas per lajur (kend./jam)	emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/I) dan empat lajur terbagi (4/2D)	0 s.d. 1.050	1,3	0,40
	> 1.050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/I) dan enam lajur terbagi (6/2D)	0 s.d. 1.100	1,3	0,40
	> 1.000	1,2	0,25
Keterangan :			
HV : Kendaraan berat; kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bus, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi)			
MC : Sepeda motor; kendaraan bermotor beroda dua atau tiga.			

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.5.3 Kecepatan Rencana

Kecepatan yang dipilih untuk mengikat komponen perencanaan geometri jalan dinyatakan dalam kilometer per jam (km/h). VR untuk suatu ruas jalan dengan kelas dan fungsi yang sama, dianggap sama sepanjang ruas jalan tersebut. VR untuk masing-masing fungsi jalan ditetapkan sesuai Tabel 2.12. Untuk kondisi lingkungan dan atau medan yang sulit, VR suatu bagian jalan dalam suatu ruas jalan dapat diturunkan, dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak boleh lebih dari 20 kilometer per jam (km/h).

**Tabel 2.9 Kecepatan Rencana (VR) Sesuai
Klasifikasi Jalan di Kawasan Perkotaan**

Fungsi jalan	Kecepatan rencana, VR (km/h)
Arteri Primer	50 – 100
Kolektor Primer	40 – 80
Arteri Sekunder	50 – 80
Kolektor Sekunder	30 – 50
Lokal Sekunder	30 – 50

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.5.4 Jarak Pandang Henti (Ss)

Jarak pandang (Ss) terdiri dari dua elemen jarak, yaitu :

- a) jarak awal reaksi (Sr) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem; dan
- b) jarak awal pengereman (Sb) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai dengan kendaraan tersebut berhenti.

Ss dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus (AASHTO, 2001) :

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \frac{V_R^2}{a} \quad (2.1)$$

Dengan pengertian :

V_R = kecepatan rencana (km/h)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan (meter/detik²), ditetapkan 3,4 meter/detik²

Tabel 2.10 berisi S_s minimum yang dihitung berdasarkan rumus di atas dengan pembulatanpembulatan untuk berbagai V_R . Setiap bagian jalan harus memenuhi S_s

Tabel 2.10 Jarak Pandang Henti (S_s)

V_R (km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
S_s minimum (m)	185	160	130	105	85	65	50	35

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.6 Alinyemen Horizontal

2.6.1 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan minimum (R_{min}) ditetapkan sebagai berikut:

$$R_{minimum} = \frac{V^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \quad (2.2)$$

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V^2} \quad (2.3)$$

Dengan pengertian :

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

V_R = adalah kecepatan rencana (km/h)

e_{max} = adalah superelevasi maksimum (%)

f_{max} = adalah koefisien gesek untuk perkerasan aspal $f = 0,012 - 0,017$

Tabel 2.11 dapat dipakai untuk menetapkan R_{min} dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a. Untuk memenuhi kenyamanan, sebaiknya tidak digunakan R_{min} . Pemilihan R_{min} atau tikungan dengan e_{max} untuk suatu tikungan kurang memberikan kenyamanan. Di samping itu, kecepatan kendaraan menikung bervariasi. Dengan demikian, penggunaan R_{min} hanya untuk kondisi terrain yang sulit dan keterbatasan dana, sehingga disarankan digunakan R yang lebih besar dari pada R_{min} .
- b. Pada tikungan dengan R yang panjang dapat digunakan R_{min} untuk tikungan tanpa superelevasi.

Tabel 2.11 Jari-jari tikungan minimum, R_{min} (m) ($e_{max} = 6\%$)

V_R (km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
f_{max}	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
R_{min}	435	335	250	195	135	90	55	30

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.6.2 Derajat Lengkung

Derajat lengkung ($^\circ$) adalah besarnya sudut lengkung yang menghasilkan panjang busur 25 m. Semakin besar nilai R maka semakin kecil nilai D dan semakin tumpul lengkung horizontal rencana. Sebaliknya, semakin kecil nilai R maka nilai D akan semakin besar dan semakin tajam lengkung horizontal yang direncanakan.

$$D = \frac{25}{2\pi r} \times 360^\circ \quad (2.4)$$

$$D = \frac{1432,39}{R} \quad (2.5)$$

Dimana :

R = jari-jari lengkung (m)

D = derajat lengkung ($^\circ$)

Tabel 2.12 Hubungan Parameter Perencanaan Lengkung Horizontal dengan Kecepatan Rencana

R (m)	V _R = 30 km/h			V _R = 40 km/h			V _R = 50 km/h			V _R = 60 km/h			V _R = 70 km/h			V _R = 80 km/h			V _R = 90 km/h			V _R = 100 km/h		
	e (%)	Lr (m)		e (%)	Lr (m)																			
		2 Ljr	4 Ljr		2 Ljr	4 Ljr																		
7000	NC	0	0	NC	0	0																		
5000	NC	0	0	NC	0	0																		
3000	NC	0	0	RC	16	25																		
2500	NC	0	0	NC	15	23	RC	16	25															
2000	NC	0	0	RC	14	22	2,1	16	24	2,5	20	31												
1500	NC	0	0	RC	13	20	2,2	16	24	2,7	21	31	3,1	25	38									
1400	NC	0	0	RC	13	20	2,4	17	26	2,8	21	32	3,3	27	41									
1300	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	12	18	2,1	14	21	2,6	18	27	3,0	23	34	3,5	29	43
1200	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	12	18	2,2	14	22	2,7	19	29	3,2	25	37	3,7	30	45
1000	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2,1	13	19	2,6	17	26	3,1	22	33	3,6	28	41	4,2	34	52
900	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2,3	14	21	2,8	18	27	3,4	24	37	3,9	30	45	4,5	37	55
800	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2,5	15	23	3,1	20	30	3,5	26	39	4,2	32	48	4,9	40	60
700	NC	0	0	RC	10	15	2,1	12	17	2,8	17	25	3,4	22	33	4,0	29	43	4,6	35	53	5,2	43	64
600	NC	0	0	RC	10	15	2,4	13	20	3,1	19	28	3,8	25	37	4,3	31	46	5,0	38	57	5,6	46	69
500	NC	0	0	2,1	11	16	2,8	15	23	3,5	21	32	4,2	27	41	4,8	35	52	5,4	41	62	5,9	48	72
400	RC	10	14	2,5	13	19	3,3	18	27	4,0	24	36	4,7	31	46	5,3	38	57	5,9	45	66	Rmin = 435		
300	RC	10	14	3,1	16	24	3,9	22	32	4,6	28	41	5,4	35	53	5,9	42	64	Rmin = 335					
250	2,3	11	17	3,5	18	27	4,2	23	35	5,0	30	45	5,8	38	57	6,0	43	65	Rmin = 250					
200	2,6	13	20	3,9	20	30	4,7	26	39	5,5	33	50	6,0	39	59	Rmin = 195								
175	3,0	14	22	4,1	21	32	5,0	28	42	5,8	35	52	Rmin = 135											
150	3,3	16	24	4,4	23	34	5,3	29	44	6,0	36	54	Rmin = 90											
140	3,5	17	25	4,5	23	35	5,4	30	45	6,0	36	54	Rmin = 55											
130	3,6	17	26	4,6	24	35	5,6	31	47	Rmin = 30														
120	3,8	18	27	4,8	25	37	5,7	32	47	Rmin = 30														
110	3,9	19	28	5,0	26	39	5,8	32	48	Rmin = 30														
100	4,1	20	30	5,2	27	40	6,0	33	50	Rmin = 30														
90	4,2	20	30	5,4	28	42	6,0	33	50	Rmin = 30														
80	4,5	22	32	5,6	29	43	6,0	33	50	Rmin = 30														
70	4,7	23	34	5,8	30	45	6,0	33	50	Rmin = 30														
60	5,0	24	36	6,0	31	46	6,0	33	50	Rmin = 30														
50	5,4	26	39	6,0	31	46	6,0	33	50	Rmin = 30														
40	5,8	28	42	6,0	31	46	6,0	33	50	Rmin = 30														
30	6,0	29	43	6,0	31	46	6,0	33	50	Rmin = 30														
20	6,0	29	43	6,0	31	46	6,0	33	50	Rmin = 30														

e max = Superelevasi maksimum 6 %
R = Jari-Jari lengkung
V_R = Asumsi kecepatan rencana
e = Tingkat superelevasi
Lr = Panjang minimum pencapaian superelevasi *run off* (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi *run out*)
NC = Lereng normal
RC = Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.6.3 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan diperlukan agar pengemudi dapat menyesuaikan manuver kendaraan pada bagian-bagian geometrik jalan yang bertransisi dari alinyemen lurus ke lingkaran, atau dari lurus ke lurus atau juga dari alinyemen llingkaran ke lingkaran. Bentuk lengkung peralihan yang paling sesuai dengan gerakan manuver kendaraan yang aman dan nyaman berbentuk spiral atau clothoid, yaitu lengkung dengan radius di setiap titik berbanding terbalik dengan panjang lengkungnya.

Fungsi Lengkung peralihan pada alinyemen horizontal adalah:

- a) Membuat gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat berubah secara berangsur-angsur.
- b) Tempat berubahnya kemiringan perkerasan untuk mengimbangi gaya sentrifugal.
- c) Tempat dimana dimulainya perubahan lebar perkerasan untuk mengakomodasi radius putar kendaraan.
- d) Memudahkan pengemudi agar tetap pada lajunya saat menikung.

Panjang lengkung peralihan diambil nilai yang terbesar dari ketiga persamaan di bawah ini :

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

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} \cdot T \quad (2.6)$$

- b. Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi Short, sebagai berikut;

$$L_s = 0,022 \cdot \frac{V^3}{R \cdot C} - 2,727 \cdot \frac{V \cdot e}{C} \quad (2.7)$$

- c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian;

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6\tau_e} \cdot V \quad (2.8)$$

Dimana:

T = waktu tempuh (=3 detik)

V = kecepatan rencana (km/jam)

R = jari-jari busur lingkaran (m)

C = perubahan kecepatan, 0.3 – 1.0 m/dt³ (disarankan 0.4 m/dt³)

Γ_e = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan;

- untuk $V \leq 70$ km/jam, $\Gamma_e = 0.035$ m/m/dt
- untuk $V \geq 80$ km/jam, $\Gamma_e = 0.025$ m/m/dt

2.6.4 Superelevasi

Superelevasi kemiringan melintang permukaan jalan khusus di tikungan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal.

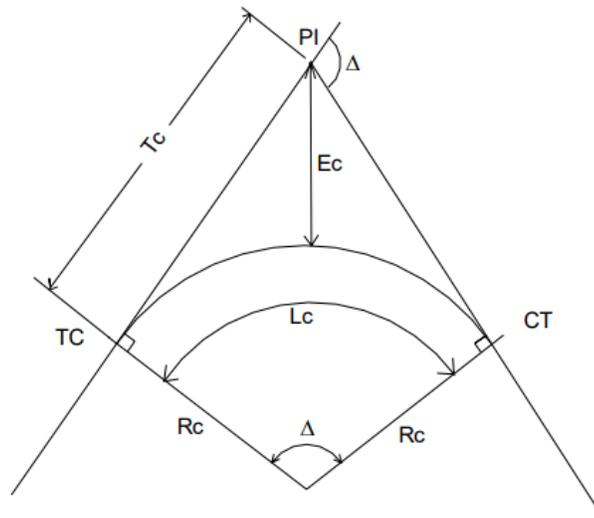
- a) Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan V_R .
- b) Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan.
- c) Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 6%. Tabel 2.12, menunjukkan hubungan parameter perencanaan lengkung horisontal dengan kecepatan rencana.
- d) Harus diperhatikan masalah drainasi pada pencapaian kemiringan. Pada jalan perkotaan untuk kecepatan rendah bila keadaan tidak memungkinkan, misalnya (akses lahan, persimpangan, tanggung jawab, perbedaan elevasi). Superelevasi ditikungan boleh ditiadakan sehingga kemiringan melintang tetap normal.

2.6.5 Bentuk Tikungan

Tikungan terdiri atas 3 bentuk umum, yaitu :

1. Full circle (FC) yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.
2. Spiral-circle-spiral (SCS) yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral
3. Spiral-spiral (SS) yaitu tikungan yang terdiri atas dua lengkung spiral

Penjelasan dan bentuk-bentuk tikungan dapat dilihat pada Gambar 2.6 s.d. Gambar 2.8



Gambar 2.6 Tikungan Full Circle (FC)

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

Rumus yang digunakan pada tikungan Full Circle yaitu :

$$T_c = R \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.9)$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.10)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{180} \pi R \quad (2.11)$$

Dimana:

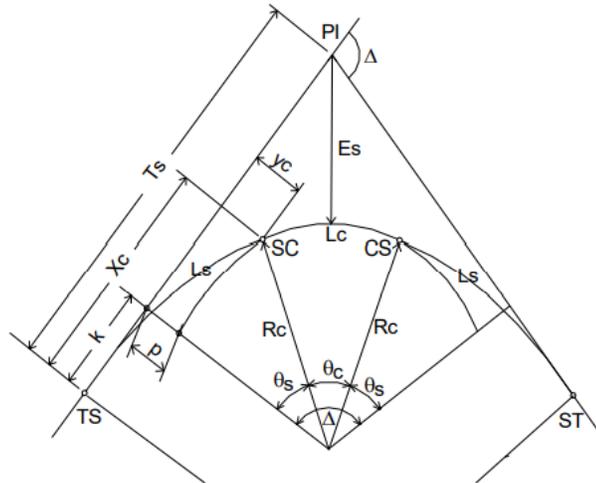
Δ = Sudut tangen (°).

T_c = Panjang tangen jarak dari TC ke P1 ke CT (m).

R_c = Jari-jari lingkaran (m).

E_c = Panjang luar P1 ke busur lingkaran (m).

L_c = Panjang busur lingkaran (m).



Gambar 2.7 Tikungan Spiral – Circle – Spiral (SCS)

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

Rumus yang digunakan dalam menghitung tikungan SCS yaitu :

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \frac{L_s}{R} \quad (2.12)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2 \theta_s \quad (2.13)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \pi R \quad (2.14)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.15)$$

$$X_c = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R^2} \right) \quad (2.16)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R \cdot (1 - \cos \theta_s) \quad (2.17)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \cdot \sin \theta_s \quad (2.18)$$

$$T_s = (R + p) \cdot \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.19)$$

$$E_s = (R + p) \cdot \sec \frac{\Delta}{2} - R \quad (2.20)$$

$$L = L_c + 2 \cdot L_s \quad (2.21)$$

Dimana :

X_s = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS-SC (jarak lurus lengkung peralihan), (m)

Y_s = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, (m)

L_s = panjang lengkung peralihan (jarak TS-SC atau CS-ST), (m)

L_c = panjang busur lingkaran (jarak SC-CS), (m)

T_s = jarak tangen dari PI ke TS atau ST, (m)

E_s = jarak dari PI ke puncak busur lingkaran, (m)

Δ = sudut tikungan, ($^\circ$)

Δ_c = sudut lengkung circle, ($^\circ$)

θ_s = sudut lengkung spiral, ($^\circ$)

R = jari-jari tikungan, (m)

p = pergeseran tangen terhadap spiral, (m)

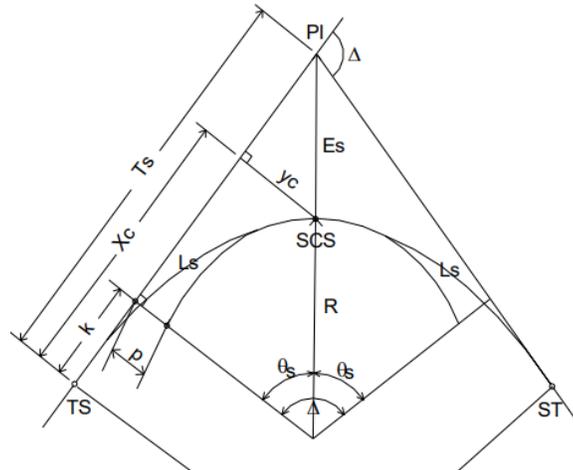
k = absis p pada garis tangen spiral, (m)

L = panjang tikungan SCS, (m)

Jika diperoleh $L_c < 25$ m, maka sebaiknya tidak digunakan bentuk S-C-S, tetapi digunakan lengkung S-S, yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

Jika p dihitung dengan rumus dibawah, maka ketentuan tikungan yang digunakan bentuk FC.

$$p = \frac{Ls^2}{24Rc} < 0,20 \text{ m} \quad (2.22)$$



Gambar 2.8 Tikungan Spiral – Spiral (SS)

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

Rumus yang digunakan dalam menghitung tikungan SS yaitu :

$$\theta_s = 1/2\Delta \quad (2.23)$$

$$L_c = 0 \quad (2.24)$$

$$L_s = \frac{2\pi R}{360} 2\theta_s \quad (2.25)$$

$$T_s = (R + p) \cdot \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.26)$$

$$E_s = (R + p) \cdot \sec \frac{\Delta}{2} - R \quad (2.27)$$

$$L_{total} = 2L_s \quad (2.28)$$

2.6.6 Panjang tikungan

Panjang tikungan (L_t) terdiri atas panjang busur lingkaran (L_c) dan panjang 2 lengkung spiral (L_s) yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung pada jalan arteri perkotaan, maka panjang suatu tikungan sebaiknya tidak kurang dari 6 detik perjalanan. Panjang ini dapat diperhitungkan berdasarkan V_R atau ditetapkan sesuai Tabel 2.13.

Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$, sehingga $L_t = L_c$.

Pada tikungan spiral-spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga $L_t = 2L_s$.

Tabel 2.13 Panjang Bagian Lengkung Minimum

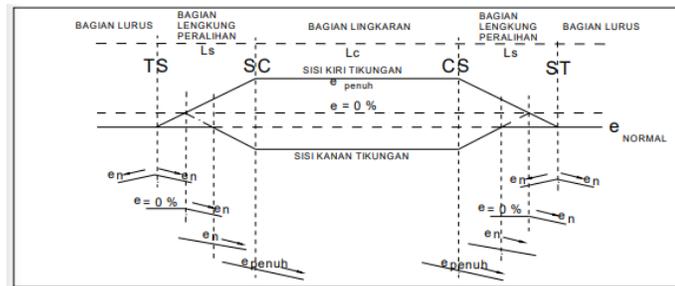
V_R (km/h)	Panjang tikungan minimum (m)
100	170
90	155
80	135
70	120
60	105
50	85
40	70
30	55

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.6.7 Diagram superelevasi

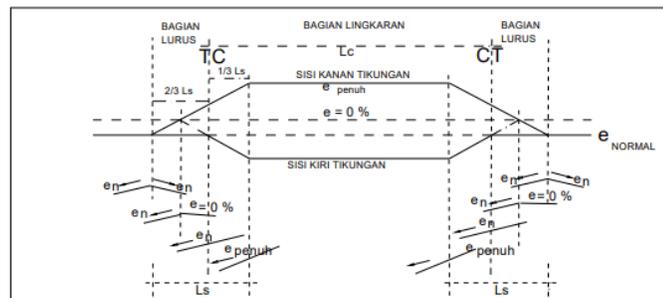
Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke superelevasi penuh pada bagian lengkung. Pada tikungan tipe SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal pada titik TS, kemudian meningkat secara berangsur-angsur sampai mencapai superelevasi penuh pada titik SC (lihat Gambar 2.9).

Pada tikungan tipe FC, bila diperlukan pencapaian superelevasi dilakukan secara linear (lihat Gambar 2.10), diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ dan dilanjutkan pada bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3$ bagian panjang L_s .



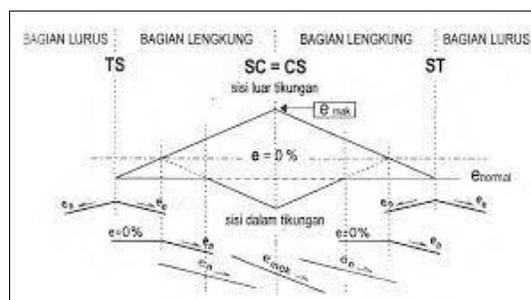
Gambar 2.9 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SCS

(Sumber : RSNIT-14 – 2004)



Gambar 2.10 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe FC

(Sumber : RSNIT-14 – 2004)

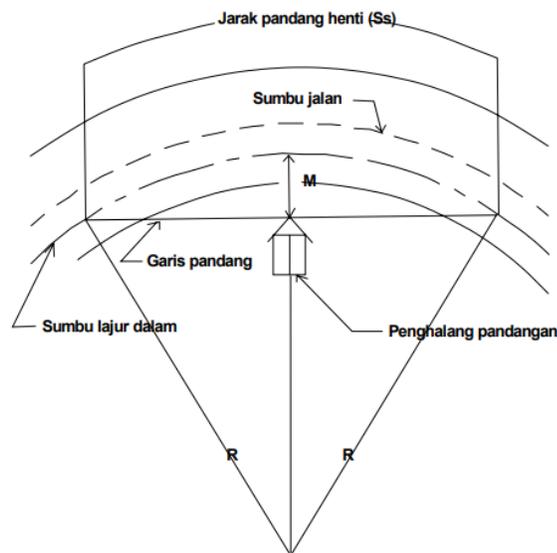


Gambar 2.11 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SS

(Sumber : Perencanaan Teknik Jalan Raya, 2000)

2.7 Daerah Bebas Samping di Tikungan

Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh M (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan, sehingga persyaratan S_s dipenuhi (Gambar 2.12).



Gambar 2.12 Diagram Ilustrasi Komponen untuk Menentukan Jarak Pandang Horizontal (Daerah Bebas Samping)

(Sumber : RSNIT-14 – 2004)

Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (AASHTO, 2001) :

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{28,65 S_s}{R} \right) \right] \quad (2.29)$$

Dengan pengertian :

R = jari-jari tikungan (m)

S_s = jarak pandang henti (m)

M = jarak yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan (m)

2.8 Pelebaran jalur lalu lintas di tikungan

Pelebaran perkerasan atau jalur lalu – lintas di tikungan, dilakukan untuk mempertahankan kendaraan tetap pada lintasannya (lajurnya) sebagaimana pada bagian lurus. Hal ini terjadi karena pada kecepatan tertentu kendaraan pada tikungan cenderung untuk keluar jalur akibat posisi roda depan dan roda belakang yang tidak sama, yang tergantung dari ukuran kendaraan. (Shirley L. Hendarsin, 2000).

Adapun rumus – rumus yang digunakan untuk perhitungan pelebaran jalan pada tikungan menurut buku dasar – dasar perencanaan geometrik jalan (Silvia Sukirman, 1999) sebagai berikut :

$$R_w = \sqrt{(R_i + b)^2 + (p + A)^2} \quad (2.30)$$

Keterangan :

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

R_i = radius lengkung terdalam dari lintasan kendaraan pada lengkung horizontal untuk lajur sebelah dalam.

$$R_i = \sqrt{(R_c^2 - (p + A)^2)} \quad (2.31)$$

$$U = B - b$$

Keterangan :

R_c = radius lengkung untuk lintasan luar roda depan

U = *off tracking*

p = jarak antar gandar

A = tonjolan depan kendaraan

b = lebar kendaraan

$$B = \sqrt{\sqrt{(Rc^2 - (p + A)^2 + \frac{1}{2}b)^2 + (p + A)^2} - \sqrt{(Rc^2 - (p + A)^2) + \frac{1}{2}b}} \quad (2.32)$$

Keterangan :

B = lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan ditikungan pada lajur sebelah dalam (m)

$$Rc = R - \frac{1}{4}Bn + \frac{1}{2}b \quad (2.33)$$

Keterangan :

R = jari – jari busur lingkaran pada tikungan (m)

Bn = lebar total perkerasan pada bagian lurus (m)

b = lebar kendaraan rencana (m)

$$Z = 0,105 \frac{V}{\sqrt{R}} \quad (2.34)$$

Keterangan :

Z = lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi di tikungan

V = kecepatan rencana (km/jam)

R = jari – jari tikungan

$$Bt = n(B+C) + Z \quad (2.35)$$

Keterangan :

B = lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan ditikungan pada lajur sebelah dalam (m)

n = jumlah lajur lalu – lintas

C = lebar kebebasan samping kiri dan kanan kendaraan

$$\Delta b = B_t - B_n \quad (2.36)$$

Keterangan :

Δb = tambahan lebar perkerasan ditikungan (m)

Pelebaran perkerasan pada tikungan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan kendaraan akan keluar dari lajunya karena dipicu dengan kecepatan yang terlalu tinggi. Pelebaran ini dilakukan sepanjang pencapaian superelevasi.

2.7 Alinyemen vertikal

2.7.1 Umum

- a) Alinyemen vertikal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung ;
- b) Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung;
- c) Kemungkinan pelaksanaan pembangunan secara bertahap harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang efisien. Sekalipun demikian, perubahan alinyemen vertikal dimasa yang akan datang sebaiknya dihindarkan.

2.7.2 Kelandaian maksimum

Pembatasan kelandaian (maksimum) dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa harus kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum yang sesuai dengan V_R , ditetapkan sesuai Tabel 2.17.

**Tabel 2.14 Kelandaian maksimum yang diijinkan
untuk jalan arteri perkotaan**

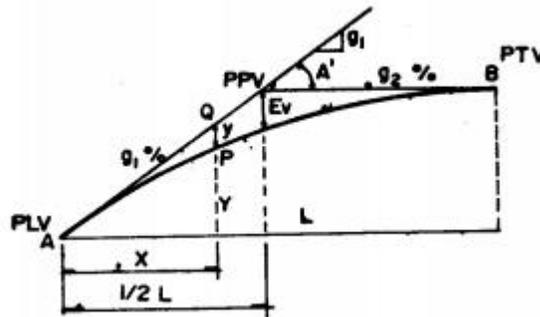
V_R (km/h)	100	90	80	70	60	50
Kelandaian maksimum (%)	5	5	6	6	7	8

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.7.3 Panjang lengkung vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian, dengan tujuan :

- mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian; dan
- menyediakan jarak pandang henti.



Gambar 2.13 Lengkung Vertikal

(Sumber : Dasar - dasar Perencanaan Geometrik Jalan, 1999)

Keterangan :

- g_1 dan g_2 = besar kelandaian (%)
- x = jarak horizontal dari titik PLV ke titik yang ditinjau (m)
- y' = besarnya penyimpangan (jarak vertikal) antar garis kemiringan dengan lengkung (m)
- Ev = pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung (m)
- Lv = panjang lengkung vertikal (m)
- PLV = peralihan lengkung vertikal, yaitu titik peralihan dari bagian tangen ke bagian lengkung vertikal
- PPV = pusat perpotongan vertikal, yaitu titik perpotongan kedua bagian tangen
- PTV = peralihan tangen vertikal, yaitu titik peralihan dari bagian lengkung vertikal ke bagian tangen.

Kelandaian menaik diberi tanda (+) dan kelandaian menurun diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri ke kanan. Untuk menghitung perbedaan aljabar untuk kelandaian dapat digunakan rumus :

$$A = |g1 - g2| \quad (2.37)$$

Dimana :

A = perbedaan kelandaian

g1 = kelandaian tangen dari PLV (%)

g2 = kelandaian tangen dari PTV (%)

Besarnya defleksi (y') antara garis kemiringan (tangen) dan garis lengkung dapat dihitung dengan rumus :

$$y' = \left[\frac{A}{200.Lv} \right].x^2 \quad (2.38)$$

Dimana :

x = jarak horizontal dari titik PLV ke titik yang ditinjau (m)

y' = besarnya penyimpangan (jarak vertikal) antar garis kemiringan dengan lengkungan (m)

Lv = panjang lengkung vertikal (m)

Untuk $x = \frac{1}{2} Lv$, maka $y' = Ev$ dirumuskan sebagai :

$$Ev = \frac{A.L}{800} \quad (2.39)$$

Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana (VR) dapat menggunakan Tabel 2.15.

Tabel 2.15 Kontrol perencanaan untuk lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti

Kecepatan Rencana (km/h)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai Lengkung Vertikal (K)
20	20	1
30	35	2
40	50	4
50	65	7
60	85	11
70	105	17
80	130	26
90	160	39
100	185	52

Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cembung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K = L/A$

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana (VR) dapat menggunakan Tabel 2.16

Tabel 2.16 Kontrol perencanaan untuk lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti

Kecepatan Rencana (km/h)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai Lengkung Vertikal (K)
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
100	185	45

Keterangan : Nilai K adalah perbandingan antara panjang lengkung vertikal cekung (L) dan perbedaan aljabar kelandaian (A), $K = L/A$

(Sumber : RSNI T- 14 – 2004)

2.7.4 Koordinasi alinyemen

Alinyemen vertikal, alinyemen horisontal dan potongan melintang jalan arteri perkotaan harus dikoordinasikan sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

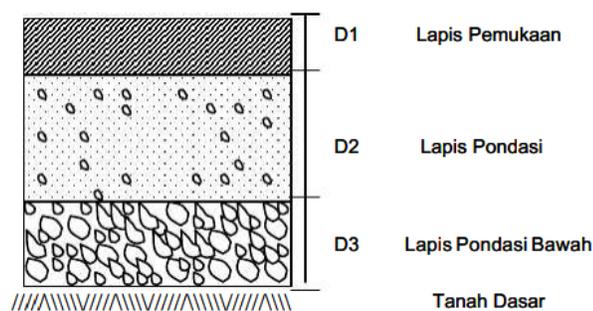
Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Lengkung horisontal sebaiknya berhimpit dengan lengkung vertikal, dan secara ideal alinyemen horisontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
2. tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan.
3. lengkung vertikal cekung pada landai jalan yang lurus dan panjang, harus dihindarkan.
4. dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horisontal harus dihindarkan.
5. tikungan yang tajam diantara dua bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.

2.8 Tebal Perkerasan Lentur

2.8.1 Struktur Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: tanah dasar (subgrade), lapis pondasi bawah (subbase course), lapis pondasi (base course), dan lapis permukaan (surface course). Sedangkan susunan lapis perkerasan adalah seperti diperlihatkan pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Susunan Lapis Perkerasan Jalan

(Sumber : Pt T-01-2002-B)

1. Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien (M_R) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan. Modulus resilien (M_R) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index. Korelasi Modulus Resilien dengan nilai CBR (Heukelom & Klomp) berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (fine-grained soil) dengan nilai CBR terendam 10 atau lebih kecil.

$$M_R \text{ (psi)} = 1.500 \times \text{CBR} \quad (2.40)$$

Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain :

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari jenis tanah tertentu sebagai akibat beban lalu-lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan konstruksi.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu-lintas untuk jenis tanah tertentu.
- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu-lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir (granular soil) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi.

2. Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari

material berbutir (granular material) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak, atau lapisan tanah yang distabilisasi. Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.

Lapis pondasi bawah diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat (terutama pada saat pelaksanaan konstruksi) atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Bermacam-macam jenis tanah setempat ($CBR > 20\%$, $PI < 10\%$) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland, dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar diperoleh bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

3. Lapis Pondasi

Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar. Fungsi lapis pondasi antara lain :

- a. Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

Ber macam-macam bahan alam/setempat ($CBR > 50\%$, $PI < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah yang distabilisasi dengan semen, aspal, pozzolan, atau kapur.

4. Lapis Permukaan

Lapis permukaan struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi.

Fungsi lapis permukaan antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (wearing course)

Bahan untuk lapis permukaan umumnya sama dengan bahan untuk lapis pondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda.

Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

2.8.2 Parameter Perencanaan

A. Lalu Lintas

- a. Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan Salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Didefinisikan sebagai jalur rencana jalan. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut Tabel 2.17 berikut:

Tabel 2.17 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L < 5,5$ m	1 Jalur
$5,5$ m $< L < 8,25$ m	2 Jalur
$8,25$ m $< L < 11,25$ m	3 Jalur
$11,25$ m $< L < 15$ m	4 Jalur
15 m $< L < 18,75$ m	5 Jalur
$18,75$ m $< L < 22$ m	6 Jalur

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

Koefisien distribusi kendaraan (C) pada kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut Tabel 2.18 berikut:

Tabel 2.18 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Jalur	Kendaraan	Ringan *)	Kendaraan	Berat **)
	1 arah	2 arah	3 arah	4 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

- b. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus Tabel 2.19 berikut:

Tabel 2.19 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Beban Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

Angka ekivalen sumbu tunggal

$$= (\text{beban satu sumbu tunggal dalam Kg})^4 / 8160 \quad (2.41)$$

Angka ekivalen sumbu ganda

$$= (\text{beban satu sumbu ganda dalam Kg})^4 / 8160 \quad (2.42)$$

c. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan rumus-rumus lintas ekuivalen

- Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median

- Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus berikut :

$$LEP = \sum_{f-1} LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2.43)$$

dimana:

j : jenis kendaraan

- Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus berikut :

$$LEA = \sum_{f-1} LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (2.44)$$

dimana:

i : perkembangan lalu lintas;

j : jenis kendaraan

- Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus berikut :

$$LET = (LEP + LEA)/2 \quad (2.45)$$

- Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus berikut :

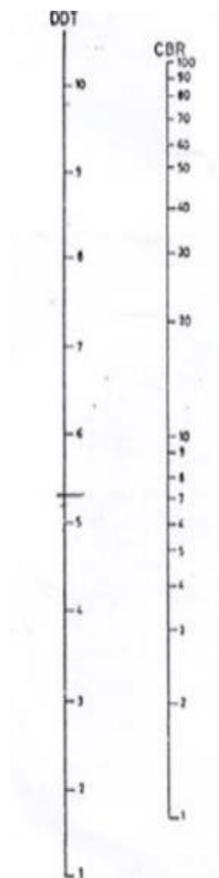
$$LER = LET \times FP \quad (2.46)$$

- Faktor Penyesuaian (FP) tersebut di atas ditentukan dengan rumus :

$$FP = UR/10 \quad (2.47)$$

B. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT dan CBR)

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Harga CBR yang dimaksud disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium. Jika digunakan CBR lapangan, maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung dalam kondisi tidak terganggu (undisturbed), kemudian direndam dan diperiksa harga CBR-nya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan (musim hujan/direndam).



Gambar 2.15 Korelasi DDT dan CBR

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

C. Faktor Regional (FR)

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti. Sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun. Dalam penentuan tebal perkerasan ini, Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) seperti pada Tabel 2.20 berikut:

Tabel 2.20 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6 – 10 %)		Kelandaian III (>10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤30%	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklim I <900 mm/thn	0,5	1,0 – 1,5	1	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II >900 mm/thn	1,5	2,0 – 2,5	2	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

D. Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan/ kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini :

IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik. Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas Ekuivalen rencana (LER), menurut Tabel 2.21 di bawah ini:

Tabel 2.21 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = lintas Ekuivalen Rencana *	Klasifikasi jalan			
	Local	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 : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut Tabel 2.22 berikut:

Table 2.22 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	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
BURTU	3,4 - 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 - 3,0	≤ 3000
	2,9 - 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 - 2,5	
BURAS	2,9 - 2,5	
LATASIR	2,9 - 2,5	
JALAN TANAH	≤ 2,4	
JALAN KERIKIL	≤ 2,4	

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

E. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

Tabel 2.23 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekakuan relatif			Kekakuan bahan			Jenis bahan
a ₁	a ₂	a ₃	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	
0,35	-	-	590			Laston
0,35	-	-	454			
0,30	-	-	340			
0,35	-	-	744			Lasbutang
0,31	-	-	590			
0,28	-	-	454			
0,26	-	-	340			HRA
0,30	-	-	340			Aspal macadam
0,26	-	-	340			Lapen (mekanis)
0,25	-	-	-			Lapen (manual)
0,20	-	-	-			
-	0,28	-	590			Laston Atas
-	0,26	-	454	-		
-	0,24	-	340	-		Lapen (mekanis)
-	0,23	-	-	-		Lapen (manual)
-	0,19	-	-	-		
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

Tabel 2.23 Koefisien Kekuatan Relatif (a) (Lanjutan)

-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pirun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pirun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pirun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

F. Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

1. Lapis Permukaan

Tabel 2.24 Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan untuk Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

2. Lapis Pondasi

**Tabel 2.25 Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan
untuk Lapis Pondasi**

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 - 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston Atas
7,50 - 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas
10 - 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas

(Sumber : Metode- metode Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan,2018)

3. Lapis Pondasi Bawah: Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah,tebal minimum adalah 10 cm

I. Analisa Komponen Perkerasan

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh ITP (Indeks Tebal Perkerasan), dengan rumus sebagai berikut:

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \quad (2.48)$$

dimana:

a_1, a_2, a_3 : Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan.

D_1, D_2, D_3 : Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm).

Angka 1, 2 dan 3 masing-masing untuk lapis permukaan lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

2.9 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Manajemen proyek tumbuh karena dorongan mencari pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan tuntutan dan sifat kegiatan proyek, suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional rutin.

Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan penyelenggaraan proyek. Waktu atau jadwal, biaya, dan mutu dalam konteks pengertian kegiatan proyek merupakan sasaran yang harus dicapai. Dengan demikian, jadwal, biaya, dan mutu memiliki kedudukan ganda, yaitu sebagai sasaran dan juga sebagai fungsi dasar pengelolaan. (Hafnidar A. Rani, 2016)

2.9.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah analisa tentang harga suatu jenis pekerjaan tertentu per satuan tertentu berdasarkan rincian komponen-komponen tenaga kerja, bahan dan peralatan yang diperlukan. Dalam menghitung harga satuan sudah termasuk biaya umum (overhead) dan keuntungan.

2.9.2 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merencanakan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya. Dalam perencanaan anggaran biaya perlu

dilampirkan analisa harga satuan bahan dari setiap pekerjaan agar jelas – jelas pekerjaan dan bahan yang digunakan.

2.9.3 Rekapitulasi Biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalihkan dengan harga satuan yang ada. dalam rekapitulasi terlampir pokok – pokok pekerjaan beserta biayanya.

2.9.4 Net Work Planning

Net Work Planning adalah alat manajemen yang memungkinkan dengan lebih luas dan lengkap dalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Proyek secara umum didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapat satu tujuan tertentu. Ini penting untuk digunakan oleh orang yang bertanggung jawab atas bidang-bidang engineering, produksi, marketing administrasi dan lain-lain, di mana setiap kegiatan tersebut tidak merupakan kegiatan rutin

Penyusunan Network Planning dilakukan dalam dua tahap, yaitu:

1. Menginventarisasikan kegiatan-kegiatan yang terdapat di dalam proyek serta logika ketergantungan antar satu kegiatan dengan kegiatan lainnya. Dengan mengetahui kedua hal tersebut, maka dapat menggunakan simbol-simbol rencana mendetail yang merupakan sebuah jaringan (network) dapat digambarkan. Pada tahap ini, faktor waktu dan sumber daya belum dipertimbangkan, yang ditinjau adalah kegiatan, kejadian dan hubungannya satu sama lain. Bentuk logika ketergantungan dalam jaringan ini merupakan dasar dari penyusunan Network Planning selanjutnya.
2. Peninjauan unsur waktu. Dalam ini, waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan diperkirakan berdasarkan pengalaman, teori dan perhitungan. Kemudian dihitung waktu terjadinya tiap kejadian (event) dari awal sampai akhir proyek sesuai dengan Network yang telah dibuat. Dalam analisa ini,

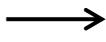
dapat dilihat satu atau lebih lintasan dari kegiatan-kegiatan pada jaringan yang menentukan waktu penyelesaian seluruh proyek yang dinamakan dengan Lintasan Kritis, selain itu terdapat lintasan-lintasan lainnya yang jangka waktunya lebih pendek. Lintasan yang tidak kritis ini mempunyai waktu untuk bisa terlambat yang dinamakan dengan *Float*.

Guna dari sebuah Network Planning adalah:

1. Dengan harus digambarkan logika ketergantungan setiap pekerjaan dalam sebuah jaringan, maka memaksa kita merencanakan sebuah proyek secara mendetail. Dengan memperhitungkan dan mengetahui waktu terjadinya setiap peristiwa yang ditimbulkan oleh satu atau lebih kegiatan, maka dapat diketahui dengan pasti kesukaran yang timbul jauh sebelum terjadinya kesukaran tersebut. Sehingga dapat segera diadakan tindakan-tindakan pencegahan. Didalam Network Planning ditunjukkan dengan jelas di mana hal-hal yang waktu penyelesaiannya sangat kritis dan di mana yang tidak, sehingga memungkinkan kita mengatur pembagian usaha dan perhatian terhadap hal-hal tersebut.
2. Dalam Network Planning ditunjukkan dengan jelas pekerjaan-pekerjaan yang waktunya penyelesaiannya kritis dan yang tidak, sehingga memungkinkan pengaturan pembagian usaha terhadap pekerjaan tersebut.
3. Network Planning memberikan bantuan yang berharga dalam berkomunikasi;
4. Memungkinkan dapat dicapainya pelaksanaan proyek yang lebih ekonomis dari sudut biaya langsung, ketidakraguan dalam penggunaan sumber-sumber daya dan lain-lain.

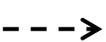
a. Simbol-Simbol yang Digunakan

Sebuah Network Planning adalah sebuah pernyataan secara grafis dari kegiatan-kegiatan yang diperlukan dalam mencapai suatu tujuan akhir. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan simbol-simbol, yang terdiri atas :

1.  : Anak panah (*arrow*) menyatakan sebuah kegiatan atau activity.

Kegiatan didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* atau jangka waktu tertentu dalam pemakaian sejumlah *resources*.

Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan yang menunjukkan bahwa sebuah kegiatan dimulai dari permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan jurusan dari kiri ke kanan.

1.  : Lingkaran kecil = node, menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian atau event didefinisikan sebagai permulaan atau akhir sebuah kegiatan atau pekerjaan.
2.  : *Dummy* (anak panah terputus-putus), artinya kegiatan semua, yaitu kegiatan yang tidak memerlukan durasi dan sumber daya.

b. Waktu dalam Sebuah Network Planning

Hubungan antar simbol-simbol di atas hanya ada dua buah yaitu anak panah terputus-putus dengan lingkaran yang melambangkan hubungan antar dua peristiwa. Untuk mendapat waktu terjadinya masing-masing peristiwa maka simbol-simbol di atas perlu dilengkapi, maksudnya agar tidak perlu mengulang-ulang memberi keterangan pada tiap peristiwa.

Setelah sebuah Network Planning selesai digambar, tiap-tiap lingkaran kejadian dilengkapi dengan pembagian ruang dan diberi nomor. Lalu pada tiap-tiap anak panah diberi durasinya.

c. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan dari kegiatan-kegiatan yang waktu pelaksanaan dari kegiatan tersebut tidak boleh ditunda. Secara visual dapat dilihat pada lingkaran kejadian, di mana EET dan LET mempunyai harga yang sama.

Dalam mempercepat pelaksana suatu proyek, maka lintasan kritis inilah yang perlu dipercepat. Namun, demikian, jumlah percepatan harus juga tergantung pada kegiatan-kegiatan yang tidak kritis. Dalam penggambaran, lintasan kritis digambar lebih tebal dari lintasan biasa.

Yang perlu diperhatikan dalam mempercepat penyelesaian suatu proyek adalah mempercepat setiap kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis yang mempunyai biaya percepatan paling rendah. Percepatan dapat juga dilakukan dengan memadukan antara kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis dengan kegiatan-kegiatan pada lintasan yang tidak kritis.

d. *Float*

Float adalah waktu penundaan atau waktu untuk bisa terlambat dari suatu kegiatan. Bila dilihat dari uraian-uraian dan perhitungan sebuah Network Planning, maka lintasan tidak kritis mempunyai waktu pelaksanaan yang lebih pendek daripada lintasan kritis, sehingga lintasan ini mempunyai waktu penundaan (*float*).

Jadi, *float* terdapat pada semua kegiatan yang tidak termasuk dalam lintasan kritis. Ada 2 (dua) macam tipe *float*, yaitu:

1. *Total float*; *Total float* didefinisikan sebagai sejumlah waktu untuk terlambat yang terdapat pada suatu kegiatan di mana bila kegiatan tersebut terlambat atau diperlambat pelaksanaannya, tidak mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
2. *Free float*; Didefinisikan sebagai sejumlah waktu untuk bisa terlambat atau diperlambatnya suatu kegiatan tanpa mempengaruhi waktu mulainya kegiatan yang berlangsung mengikutinya.

2.9.5 Bar Chart (Gantt Chart) dan Kurva S

Bar Chart pertama sekali dikembangkan oleh Henry L. Gantt (1861-1919) sehingga sering juga disebut dengan Gantt Chart, adalah suatu diagram yang terdiri dari batang-batang yang menunjukkan saat dimulai dan saat selesai yang direncanakan untuk kegiatan-kegiatan pada suatu proyek.

Sedangkan Kurva S merupakan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara kemajuan pelaksanaan proyek terhadap waktu penyelesaian, di mana fungsinya sebagai alat kontrol atas maju mundurnya pelaksanaan pekerjaan.

Menurut Hannum (penemu kurva-S) aturan yang harus dipenuhi dalam membuat Kurva S adalah:

4. Pada seperempat waktu pertama, grafiknya naik landai sampai 10%.
5. Pada setengah waktu, grafiknya naik terjal mencapai 45%.
6. Pada saat tiga per empat waktu terakhir, grafiknya naik terjal mencapai 82%
7. Waktu terakhirnya, grafiknya naik landai hingga mencapai 100%.

Secara lebih terperinci Bar Chart dan Kurva S dibuat sebagai berikut:

2. Pada kolom paling kiri dituliskan item-item pekerjaan;
3. Kolom kedua dituliskan durasi setiap item pekerjaan;
4. Kolom ketiga berisi harga setiap item pekerjaan;
5. Kolom keempat berisi bobot setiap pekerjaan;

Bobot pekerjaan dihitung berdasarkan persamaan:

$$\text{Bobot (\%)} = \frac{\text{biaya setiap pekerjaan}}{\text{biaya total}} \times 100\% \quad (2.49)$$

6. Selanjutnya dibuat diagram batang, panjangnya sesuai dengan durasi pekerjaan (hari kerja atau hari kalender);
7. Bila bobot setiap pekerjaan telah dihitung, kemudian dapat dicari persentase pekerjaan harian dengan menjumlahkan bobot harian dari

pekerjaan masing-masing. Kemudian dicari persentase harian kumulatif di mana pada akhir jadwal harus 100%. Hubungan antara persentase kumulatif (sumbu X) dengan nilai persentase 0 s/d 100% (sumbu Y) ditarik sebuah garis yang membentuk huruf S. Garis yang dihasilkan inilah yang disebut dengan Kurva-S. Kurva S ini berfungsi untuk memberikan gambaran kemajuan setiap pekerjaan terhadap fungsi waktu. Penggunaan kurva S menyangkut 2 aspek, yaitu:

- Aspek perencanaan

Dalam hal ini, kurva S yang dihasilkan merupakan kurva S rencana, yaitu kurva S yang diperoleh berdasarkan jadwal rencana. Kurva S ini dijadikan sebagai dasar untuk menentukan apakah pekerjaan terlambat, sesuai atau lebih cepat.

- Aspek pengendalian

Di sini, kurva S dibuat pada saat suatu pekerjaan selesai dan kurva S yang dihasilkan merupakan kurva aktual, yaitu kurva S yang diperoleh dari jangka waktu pelaksanaan pekerjaan sebenarnya di lapangan. Dengan membandingkan kurva S aktual ini dengan kurva S rencana, maka akan dapat diketahui suatu pekerjaan terlambat (kurva S aktual di bawah kurva S rencana), sesuai (kurva S aktual berimpit dengan kurva S rencana) atau lebih cepat dari rencana (kurva S aktual di atas kurva S rencana)

Beberapa kelebihan dan kelemahan perangkat Bar Chart dan kurva S adalah sebagai berikut:

- a. Kelebihannya

- Mudah dalam membaca waktu mulainya suatu pekerjaan;
- Mudah dalam membaca waktu suatu pekerjaan diselesaikan;

- Memberikan informasi cepat, normal atau terjadi keterlibatan pelaksana setiap pekerjaan dalam pelaksanaan suatu proyek;
- Memberikan informasi mengenai persentase pekerjaan yang telah diselesaikan.

b. Kelemahannya

- Tidak memberikan informasi mengenai rincian pekerjaan secara pasti seperti susunan pekerjaan yang sesuai dengan pelaksanaan di lapangan;
- Tidak memberikan informasi mengenai hubungan ketergantungan antar kegiatan;
- Tidak memberikan informasi mengenai adanya kegiatankegiatan dengan waktu kritis, sehingga tidak dapat dilakukan percepatan suatu pekerjaan bila terjadi keterlambatan.