

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan merupakan suatu perencanaan *route* dari suatu ruas jalan secara lengkap, menyangkut beberapa komponen jalan yang dirancang berdasarkan kelengkapan data dasar, yang didapatkan dari hasil *survey* lapangan, kemudian dianalisis berdasarkan acuan persyaratan perencanaan geometrik yang berlaku. Acuan perencanaan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang dianut di Indonesia. Standar perencanaan tersebut, dibuat oleh Direktorat Jenderal Bina Marga yang disesuaikan dengan klasifikasi jalan berdasarkan peruntukan jalan raya, yaitu:

1. Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 013/1970.
2. Peraturan Perencanaan Geometrik untuk Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997.
3. Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No 007/BM/2009.

Dalam penentuan *route* suatu ruas jalan, sebelum sampai pada suatu keputusan akhir perancangan, banyak faktor internal yang perlu ditinjau, seperti

- Tata ruang dimana jalan akan dibangun
- Data perancangan sebelum pada lokasi atau sekitar lokasi
- Tingkat kecelakaan yang pernah terjadi akibat permasalahan geometrik
- Tingkat perkembangan lalu lintas
- Alternatif *route* selanjutnya dalam rangka pengembangan jaringan jalan
- Faktor lingkungan yang mendukung dan mengganggu
- Faktor ketersediaan bahan, tenaga dan peralatan
- Faktor pengembangan ekonomi
- Biaya pemeliharaan
- Dan lain sebagainya

Peninjauan masalah dalam hal non-teknis biasanya banyak yang lebih mengganggu dari pada faktor teknis. Sehingga pemikiran perancangan geometrik

jalan jangan hanya dititik beratkan kepada faktor teknis saja, faktor non-teknis tetap diperhatikan.(Saodang, Hamirhan, 2004).

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan adalah pengelompokan jalan berdasarkan fungsi jalan, berdasarkan administrasi pemerintahan dan berdasarkan muatan sumbu yang menyangkut dimensi dan berat kendaraan. Penentuan klasifikasi jalan terkait dengan besarnya volume lalu lintas yang menggunakan jalan tersebut, besarnya kapasitas jalan, keekonomian dari jalan tersebut serta pembiayaan pembangunan dan perawatan jalan. Oleh karena itu klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang harus diidentifikasi sebelum melakukan perencanaan jalan. Pada prinsipnya klasifikasi jalan dalam standar perencanaan didasarkan pada klasifikasi jalan menurut undang-undang dan peraturan pemerintah yang berlaku.

Berikut ini adalah pembagian klasifikasi jalan, yaitu :

1. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi/peranan

A. Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer adalah jalan yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi dalam struktur pengembangan wilayah, yang terdiri dari :

- Jalan Arteri Primer

Didesain paling rendah dengan kecepatan 60 km/jam, lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter. Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang-alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal. Menghubungkan kota jenjang kesatu, yang terletak berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

- Jalan Kolektor Primer

Didesain untuk kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam, lebar badan jalan tidak kurang dari 7,00 meter. Menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota

jenjang kesatu dengan kota jenjang ketiga atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.

- Jalan Lokal Primer

Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam, lebar badan jalan kurang dari 6,00 m. Menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan persil.

B. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan-kawasan fungsi primer, fungsi sekunder keastu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan dalam satu wilayah perkotaan, dengan batasan sebagai berikut :

- Jalan Arteri Sekunder

Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 30 km/jam, lebar badan jalan tidak kurang dari 8,00 meter. Menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

- Jalan Kolektor Sekunder

Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 20 km/jam, lebar badan jalan tidak kurang dari 7,00 meter. Menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

- Jalan Lokal Sekunder

Didesain berdasarkan kecepatan paling rendah 10 km/jam, lebar badan jalan tidak kurang dari 5,00 meter. Menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan atau menghubungkan kawasan sekunder ketiga dengan perumahan.

C. Sistem Jaringan Jalan Bebas Hambatan

Klasifikasi jalan menurut fungsi jalan berdasarkan sifat dan pola pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan. Klasifikasi jalan bebas hambatan untuk jalan tol menurut fungsi jalan dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Bebas Hambatan

Fungsi Jalan	Jenis Angkutan yang Dilayani	Jarak Perjalanan	Kecepatan rata-rata	Jumlah Jalan Masuk
Arteri	Utama	Jauh	Tinggi	Dibatasi
Kolektor	Pengumpul atau Pembagi	Sedang	Sedang	Dibatasi

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2. Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaan

Jaringan jalan dikelompokkan menurut wewenang pembinaan, terdiri dari :

A. Jalan Nasional

- Jalan Arteri Primer.
- Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan antar ibukota Propinsi.
- Jalan selain yang termasuk arteri/kolektor primer, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan nasional, yakni jalan yang tidak dominan terhadap pengembangan ekonomi tetapi mempunyai peranan menjamin kesatuan dan keutuhan nasional, melayani daerah yang rawan dan lain-lain.

B. Jalan Provinsi

- Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan ibukota Propinsi dengan ibukota Kabupaten/Kotamadya.
- Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan antar ibukota Kabupaten/Kotamadya.
- Jalan selain dari yang disebut diatas, mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Propinsi ataupun yang tidak dominan terhadap perkembangan ekonomi tetapi mempunyai peranan tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintah yang baik dalam

pemerintahan daerah tingkat 1 dan terpenuhinya kebutuhan-kebutuhan sosial lainnya.

- Jalan dalam Daerah Khusus Ibukota Jakarta kecuali jalan yang termasuk Jalan Nasional.

C. Jalan Kabupaten

- Jalan Kolektor Primer, yang tidak termasuk dalam kelompok jalan Nasional dan kelompok Jalan Provinsi
- Jalan Lokak Primer
- Jalan Sekunder lain, selain sebagaimana dimaksud sebagai Jalan Nasional dan Jalan Propinsi
- Jalan Selain dari disebutkan diatas, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Kabupaten ataupun jalan yang tidak mempunyai dominan terhadap perkembangan ekonomi tetapi mempunyai peranan tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintahan dalam Pemerintahan daerah.

D. Jalan Kotamadya

Jaringan jalan sekunder di dalam Kotamadya

E. Jalan Desa

Jaringan jalan sekunder di dalam desa, yang merupakan hasil swadaya masyarakat, baik yang ada di desa maupun di kelurahan.

F. Jalan Khusus

Jaringan yang dibangun dan dipelihara oleh Instansi/Badan Hukum/Perorangan untuk melayani kepentingan masing-masing.

3. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

A. Klasifikasi menurut kelas jalan dalam MST

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan dalam MST dapat dilihat dibawah ini

Tabel 2.2. Klasifikasi menurut kelas jalan dalam MST

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum yang Diizinkan			Muatan Sumbu Terberat yang Diizinkan (ton)
		Lebar (mm)	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	
I	Arteri dan Kolektor	2.500	18.000	4.200	10
Khusus	Arteri	> 2.500	>18.000	4.200	> 10

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

B. Klasifikasi menurut kelas jalan dalam LHR

Kelas jalan menurut volume lalu lintas sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR) No.13/1970 dapat diklasifikasi dibawah ini.

Tabel 2.3. Klasifikasi menurut kelas jalan dalam LHR

No	Fungsi	Kelas	Lalu Lintas Harian Rata – rata (smp)
1	Arteri	I	>20.000
2	Kolektor	II A	6.000 – 20.000
		II B	1500 – 8000
		II C	<2000
3	Lokal	III	-

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1970)

C. Klasifikasi jalan menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur melintang terhadap sumbu jalan. Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 2.4. Klasifikasi menurut medan jalan

Golongan Medan	Kemiringan Medan
Datar (D)	< 10,0 %
Perbukitan (B)	10,0 % - 25,0 %
Pegunungan (G)	>25,0 %

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2.1.2 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan direncanakan berdasarkan karakteristik dari unsur-unsur kendaraan, lalu lintas dan pengendara, disamping itu juga harus memperhatikan faktor-faktor lingkungan dimana jalan tersebut berada. Hal ini harus di pertimbangkan karena jalan harus bisa menampung berbagai jenis kendaraan yang lewat, memberikan kemudahan para pengendara dan layak dilalui untuk sejumlah kapasitas lalulintas rencana agar jalan menjadi nyaman, aman, ekonomis dan aksesibilitasnya tinggi.

Berikut ini beberapa parameter perencanaan geometrik antara lain:

1. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang berdimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Berikut ini merupakan pengelompokkan kendaraan rencana, yaitu :

- Kendaraan ringan/kecil adalah kendaraan yang mempunyai 2 as 4 roda dengan jarak as 2,00 – 3,00 meter yang terdiri dari mobil penumpang, mikrobus, pick up, dan truk kecil sesuai ketentuan bina marga.
- Kendaraan sedang adalah kendaraan yang mempunyai 2 as gandar dengan jarak as 3,5 – 5,00 meter yang terdiri dari bus kecil, truk 2 as 6 roda.
- Kendaraan berat/besar adalah kendaraan 2 atau 3 gandar dengan jarak as 5,00 – 6,00 meter yang terdiri dari bus besar.
- Truk besar adalah truk 3 gandar dan truk kombinasi tiga dengan jarak gandar (gandar pertama ke gandar kedua) < 3,50 meter.

- Sepeda motor adalah kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda yang terdiri dari sepeda motor dan kendaraan roda 3.

Tabel 2.5. Dimensi kendaraan rencana

Jenis kendaraan rencana	Dimensi Kendaraan (m)			Dimensi Tonjolan (m)		Radius putar minimum (m)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	
Mobil Penumpang	1,3	2,1	5,8	0,9	1,5	7,31
Bus	3,2	2,4	10,9	0,8	3,7	11,86
Truk 2 as	4,1	2,4	9,2	1,2	1,8	12,80
Truk 3 as	4,1	2,4	12,0	1,2	1,8	
Truk 4 as	4,1	2,4	13,9	0,9	0,8	12,20
Truk 5 as	4,1	2,5	16,8	0,9	0,6	13,72

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2. Jumlah Lajur

Standar Jumlah Lajur adalah 2 (dua) lajur per arah atau 4/2 D dan ditentukan berdasarkan tipe alinyemen sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.6 dan perkiraan volume lalu lintas yang dinyatakan dalam kendaraan/jam sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.7.

Tabel 2.6 Tipe Alinyemen

Tipe Alinyemen	Naik + Turun (m/km)	Lengkung horizontal (rad/km)
Datar	<10	<1,0
Perbukitan	10 – 30	1,0 – 2,5
Pegunungan	>30	>2,5

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

Tabel 2.7 Jumlah Lajur Berdasarkan Arus Lalu Lintas

Tipe Alinyemen	Arus Lalu Lintas per Arah (kend/jam)	Jumlah Lajur (Minimal)
Datar	≤ 2.250	4/2 D
	≤ 3.400	6/2 D

	≤ 5.000	8/2 D
Perbukitan	≤ 1.700	4/2 D
	≤ 2.600	6/2 D
Pegunungan	≤ 1.450	4/2 D
	≤ 2.150	6/2 D

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

3. Volume Lalulintas Rencana

Volume lalulintas harian rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalulintas harian pada akhir tahun rencana lalulintas, yang dinyatakan dalam SMP/jam. Satuan mobil penumpang (SMP) adalah unit satuan kendaraan dimensi kapasitas jalan sebagai referensi mobil penumpang dinyatakan mempunyai nilai satu (SMP)

Tabel 2.8 Ekuivalen Mobil Penumpang (emp)

Tipe Alinyemen	Arus lalu lintas per arah (kend/jam)		emp		
	4/2 D	6/2 D	MHV	LB	LT
Datar	2.250	3.400	1,6	1,7	2,5
	≥ 2.800	≥ 4.150	1,3	1,5	2,0
Perbukitan	1.700	2.600	2,2	2,3	4,3
	≥ 2.250	≥ 3.300	1,8	1,9	3,5
Pegunungan	1.450	2.150	2,6	2,9	4,8
	≥ 2.000	≥ 3.000	2,0	2,4	3,8

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

Keterangan :

LV = Kendaraan ringan ber as dua dengan jarak as 2,0 m – 3,0 m

MHV = Kendaraan berat menengah dengan dua gandar, dengan jarak 3,5m – 5,0 m

LT = Truk besar tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar < 3,5 m

LB = Bis besar dengan dua atau tiga gandra dengan jarak as 5,0 m –
6,0 m

Volume jam rencana (VJR) adalah perkiraan volume lalulintas pada jam sibuk tahun rencana lalulintas, dinyatakan dalam SMP/jam. VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalulintas lainnya yang diperlukan.

4. Kapasitas (C)

Kapasitas lalulintas merupakan jumlah lalulintas atau kendaraan yang dapat melewati suatu penampang jalan dalam waktu, kondisi dan lalulintas tertentu.

Faktor utama yang mempengaruhi kapasitas lalulintas, antara lain :

- Faktor lalulintas yang meliputi presentase kendaraan bus dan truk, pembagian jalur lalulintas, variasi dalam arus lalulintas.
- Faktor fisik yang meliputi lebar perkerasan jalan, lebar bahu jalan, kebebasan samping, kondisi permukaan perkerasan jalan, tikungan dan kelandaian jalan.

Kemampuan suatu jalan dalam menampung arus lalulintas dalam suatu satuan waktu tertentu terutama ditentukan oleh dua faktor diatas, sehingga kemampuan tersebut dapat diartikan sebagai kapasitas suatu jalan merupakan bagian yang penting dalam perencanaan suatu jalan.

5. Tingkat Pelayanan (*Level of Service*)

Tingkat pelayanan merupakan tolak ukur yang digunakan untuk menyatakan kualitas pelayanan suatu jalan. Tingkat pelayanan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kecepatan perjalanan dan perbandingan antara volume dengan kapasitas (V/C). Kecepatan perjalanan merupakan indikator dari pelayanan jalan, makin cepat berarti pelayanan baik atau sebaliknya.

tingkat pelayanan minimum untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol antarkota adalah B dan tingkat pelayanan minimum untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol perkotaan adalah C. Karakteristik operasi terkait untuk tingkat pelayanan di jalan tol dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Standar pelayanan dan karakteristik operasi

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	Arus bebas Volume pelayanan 1400 smp/jam pada 2 lajur 1 arah
B	Arus stabil dengan kecepatan tinggi Volume pelayanan 1400 maksimum 2000 smp/jam pada 2 lajur 1 arah
C	Arus masih stabil Volume pelayanan pada 2 lajur 1 arah < 75% kapasitas lajur yaitu 1500 smp/jam/lajur atau 3000 smp/smp/jam untuk 2 lajur

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

6. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (VR) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Tabel 2.10 Kecepatan Rencana (VR)

Medan Jalan	VR (Km/Jam) Minimal	
	Antarkota	Perkotaan
Datar	120	80-100
Perbukitan	100	80
Pegunungan	80	60
Catatan : kecepatan rencana 140 km/jam (masuk <i>range</i>) diijinkan untuk jalan tol antarkota setelah dilakukan analisis tertentu		

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2.1.3 Penampang Melintang

Potongan melintang jalan terdiri dari :

1. Bagian jalan yang merupakan daerah penguasaan jalan antara lain :

A. Ruang Manfaat Jalan

Ruang manfaat jalan diperuntukkan bagi media, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, lereng, ambang pengaman, timbunan, galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap jalan.

Ruang manfaat jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus mempunyai lebar dan tinggi runag bebas serta kedalaman sebagai berikut :

- Lebar ruang bebas diukur di antara 2 (dua) garis vertikal batas bahu jalan
- Tinggi ruang bebas minimal 5 (lima) meter di atas permukaan jalur lalu lintas tertinggi.
- Kedalaman ruang bebas minimal 1,50 meter di bawah permukaan jalur lalu lintas terendah.

B. Ruang Milik Jalan

Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang jalan dan pelebaran jalan maupun penambahan lajur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan tol dan fasilitas jalan tol. Ruang milik jalan bebas hambatan untuk jalan tol harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Lebar dan tinggi ruang bebas ruang milik jalan minimal sama dengan lebar dan tinggi ruang bebas runag manfaat jalan
- Lahan ruang milik jalan dipersiapkan untk dapat menampung minimal 2 x 3 lajur lalu lintas terpisah dengan lebar ruang milik jalan minimal 40 meter di daerah anarkota dan 30 meter di daerah perkotaan.
- Lahan pada ruang milik jalan diberi patok tanda batas sekurang-kurangnya satu patok setiap jarak 100 meter dan satu patok pada setiap sudut derta diberi pagar pengaman untuk setiap sisi.

- Pada kondisi jalan tol layang, perlu diperhatikan ruang milik jalan di bawah jalan tol.

C. Ruang Pengawasan Jalan

Ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan. Batas ruang pengawasan jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah 40 meter untuk daerah perkotaan dan 75 meter untuk daerah antarkota, diukur dari as jalan tol. Dalam hal jalan berdempetan dengan jalan umum ketentuan tersebut diatas tidak berlaku.

Jalan ditetapkan keberadaannya dalam suatu ruang yang telah didefinisikan di atas. Ruang-ruang tersebut dipersiapkan untuk menjamin kelancaran dan keselamatan serta nyaman pengguna jalan disamping keutuhan konstruksi jalan. Dimensi ruang yang minimum untuk menjamin keselamatan pengguna jalan diatur sesuai dengan jenis prasarana dan fungsinya. Standar ukuran dimensi dari Rumaja, Rumija, dan Ruwasja jalan bebas hambatan untuk jalan tol dapat dilihat pada tabel 2.11.

Tabel 2.11 Dimensi Ruang Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol

Bagian-bagian Jalan	Komponen Geometri	Dimensi Minimum (m)		
		Antarkota	Perkotaan	
RUMAJA	Lebar Badan Jalan	30,0	22,0	
	Tinggi	5,00	5,00	
	Kedalaman	1,50	1,50	
RUMAJA		Jalan Tol		
		Antarkota	Perkotaan	Layang/ Terowongan

	Lebar	30	40	30	20
RUWASJA		JBH	Jalan Tol		
			Antarkota	Perkotaan	Jembatan
	Lebar ¹⁾	75	75	40	100 ²⁾

Catatan:
¹⁾ lebar diukur dari As jalan
²⁾ 100 m ke hilir dan 100 ke hulu

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2. Elemen jalan :

- A. Jalur laulintas adalah bagian jalan yang digunakan yang untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batasan jalur lalulintas dapat berupa median, pulau lalulintas, bahu jalan, separtaror atau trotoar, dll.
- B. Lajur adalah bagian jalur lalulintas yang memanjang dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.

Tabel 2.12 lebar lajur dan bahu jalan tol

Lokasi Jalan Tol	V _R (km/jam)	Lebar lajur (m)		Lebar Bahu Luar Diperkeras (m)		Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m)
		Minimal	Ideal	Minimal	Ideal ^(*)	
AntarKota	120	3,60	3,75	3,00	3,50	1,50
	100	3,60	3,60	3,00	3,50	1,50
	80	3,60	3,60	3,00	3,50	1,00
Perkotaan	100	3,50	3,60	3,00	3,50	1,00
	80	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50
	60	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50

^(*) dibutuhkan pada saat kendaraan besar mengalami kerusakan

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

- C. Median adalah bagian jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah, guna memungkinkan kendaraan bergerak cepat dan aman.

Tabel 2.13 Lebar Median

Lokasi Jalan Tol	Lebar Median (m)		Keterangan
	Minimal	Konstruksi bertahap	
Antarkota	5,50	13,00	diukur dari garis tepi
Perkotaan	3,00	10,00	dalam lajur lalu lintas

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

- D. Saluran samping/tepi adalah selokan yang berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan, limpasan dari permukaan jalan dan daerah sekitarnya.
- E. Lereng/talud adalah bagian tepi perkerasan yang diberi kemiringan untuk menyalurkan air ke saluran tepi. Dapat juga berarti lereng kiri dan kanan jalan dari suatu perbukitan yang dipotong untuk pembentukan badan jalan.
- F. Gorong – gorong/*box culver* adalah bagian yang berfungsi mengalirkan air limpasan dari selokan dengan arah memotong penampang jalan.

2.1.4 Data Peta Topografi

Keadaan topografi dalam penetapan trase jalan memegang peranan yang sangat penting karena akan mempengaruhi penetapan alinyemen kelandaian jalan, jarak pandangan, penampang melintang, saluran tepi dan lain sebagainya.

Secara umum untuk daerah datar pengaruhnya tidak begitu nyata, penentuan trase disesuaikan dengan arah dan tujuan *route* jalan raya yang direncanakan. Sedangkan untuk daerah perbukitan selalu mengikuti kontur dari topografi sehingga banyak berkelok-kelok karena untuk mempertahankan *grade* (kelandaian memanjang jalan). Namun demikian yang paling utama adalah *grade* disesuaikan dengan persyaratan yang ada agar kendaraan-kendaraan berat masih bisa melaluinya. Berikut ini klasifikasi medan berdasarkan topografi

Tabel 2.14 Klasifikasi Medan

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

(Sumber : TPGJAK No.038/T/BM/1997)

2.2 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus bidang datar peta (trase). Trase jalan biasa disebut situasi jalan, secara umum menunjukkan arah dari jalan yang bersangkutan. (Sukirman, 1999)

Alinyemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus (*tangen*) yang dihubungkan dengan garis – garis lengkung. Desain alinyemen horizontal sangat dipengaruhi oleh kecepatan rencana yang ditentukan berdasarkan tipe dan kelas jalan.

2.2.1 Penentuan Trase Jalan

Penentuan lokasi dan perencanaan suatu trase jalan sampai pada batas-batas tertentu sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik dan topografi serta peruntukan lahan yang dilaluinya. Pada perencanaan alinyemen horizontal seluruh bagian harus dapat memberikan pelayanan yang sesuai dengan fungsinya serta keamanan dan kenyamanan pemakainya.

Keadaan tanah dasar dapat mempengaruhi lokasi dan bentuk trase dari suatu jalan, misalnya keadaan tanah dasar yang kurang baik dapat memaksa perencana untuk memindahkan trase jalan atau melakukan penimbunan yang tinggi sedangkan pada kondisi tanah dasar normal penentuan trase jalan tidak memerlukan perbaikan tanah (*soil improvement*) sehingga hanya terbatas pada pekerjaan gali-timbun (*cut and fill*).

2.2.2 Bagian Jalan Lurus Maksimum

Pada elemen geometrik berupa alinyemen horizontal berupa daerah datar dapat menjadi bagian lurus (tangen). Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan yang ditinjau dari segi kelelahan pengemudi maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,50 menit (sesuai V_R).

Tabel 2.15 Panjang Bagian Lurus Maksimum

V_R (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)	
	Perhitungan	Pembulatan
140	5833,3	5850
120	5000,0	5000
100	4166,7	4200
80	3333,3	3350
60	2500,0	2500

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2.2.3 Jenis Tikungan

Terdapat tiga jenis bentuk tikungan, antara lain :

1. Tikungan *full circle* (FC)

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil. Tikungan *full circle* hanya dapat digunakan untuk radius lengkung yang besar (disarankan lebih besar, dimana superelevasi yang dibutuhkan kurang atau sama dengan 3 %)

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

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + fm)} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$D_{\max} = \frac{1432,4}{R_{\min}}; D = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$e = -\frac{e_{\max}}{D^2_{\max}} \cdot D^2 + \frac{2e_{\max}}{D_{\max}} \cdot D \dots\dots\dots(2.3)$$

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \dots\dots\dots(2.4)$$

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$L_s = \frac{(e_p - e_n)}{3,6 \cdot r_e} \times V_R \dots\dots\dots(2.6)$$

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

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

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

Dimana :

Δ = Sudut tikungan atau sudut tangen

T_c = Jarak T_c dan PI

R = Jari-jari

E_c = Jarak PI ke busur lingkaran

L_c = Panjang busur lingkaran

L_s = Lengkung peralihan fiktif

D = Derajat lengkung

V = Kecepatan

B = Lebar jalan

C = Perubahan percepatan

f_m = Koefisien gesekan melintang = 0,19 – 0,000625 V

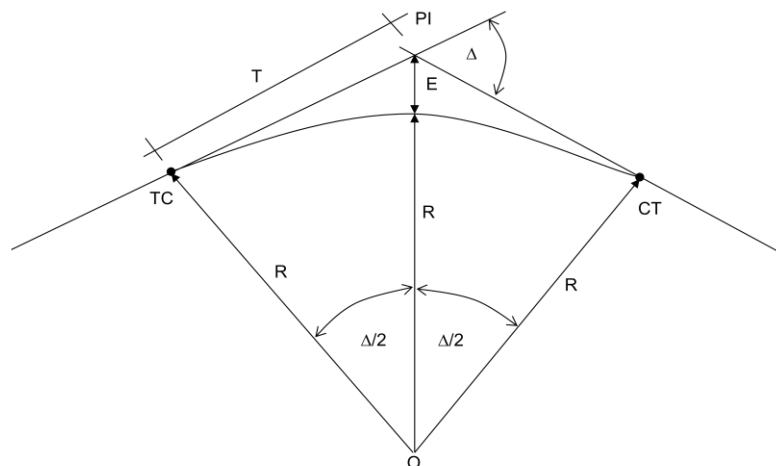
m = Landai relatif = 2.V + 40

Tabel 2.16 Panjang jari-jari minimum (dibulatkan)

e_{max} (%)	V_R (km/jam)	f_{max}	(e/100+f)	R_{min} (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590
10,0	100	0,116	0,216	364,5	365
10,0	80	0,140	0,240	210,0	210
10,0	60	0,152	0,252	112,5	110

8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
8,0	100	0,116	0,196	401,7	400
8,0	80	0,140	0,220	229,1	230
8,0	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746,0	745
6,0	100	0,116	0,176	447,4	445
6,0	80	0,140	0,200	252,0	250
6,0	60	0,152	0,212	133,7	135
4,0	120	0,092	0,132	859,0	860
4,0	100	0,116	0,156	504,7	505
4,0	80	0,140	0,180	280,0	280
4,0	60	0,152	0,192	147,6	150

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)



Gambar 2.1. Tikungan *Full Circle*

2. Tikungan *spiral-circle-spiral* (SCS)

Bentuk tikungan ini terdiri dari bagian lingkaran (*circle*) dan bagian yang lurus. Lengkung spiral merupakan peralihan bagian lurus ke bagian *cicle* yang berfungsi mengurangi pengaruh gaya sentrifugal. Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan S-C-S. Panjang lengkung peralihan (L_s),

menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997, diambil nilai terbesar dari tiga persamaan dibawah ini:

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

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \dots\dots\dots(2.4)$$

- Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus modifikasi Shortt, sebagai berikut:

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{Rc \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C} \dots\dots\dots(2.5)$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_p - e_n)}{3,6 \cdot r_e} \times V_R \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

T = Waktu tempuh (3 detik)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

Rc = Jari-jari lingkaran (m)

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

E = Superelevasi (%)

e_p = Superelevasi penuh (%)

e_n = Superelevasi normal (%)

r_e = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan, sebagai berikut:

- Untuk $V_R \leq 70$ km/jam nilai r_e mak = 0,035 m/m/det

- Untuk $V_R \geq 80$ km/jam nilai r_e mak = 0,025 m/m/det

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan tikungan *spiral– circle–spiral* yaitu:

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40Rc^2} \right) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6Rc} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R_c} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$k = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R_c^2} \right) - R_c \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.14)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots(2.15)$$

$$E_s = \frac{(R_c + p)}{\cos \frac{1}{2}(\Delta)} - R_c \dots\dots\dots (2.16)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_c \dots\dots\dots (2.17)$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \dots\dots\dots (2.18)$$

Kontrol : $L_{tot} < 2.T_s$

Dimana:

L_s = panjang lengkung peralihan

X_s = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC

Y_s = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen

L_c = panjang busur lingkaran

T_s = panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST

E_s = jarak dari PI ke busur lingkaran

θ_s = sudut lengkung spiral

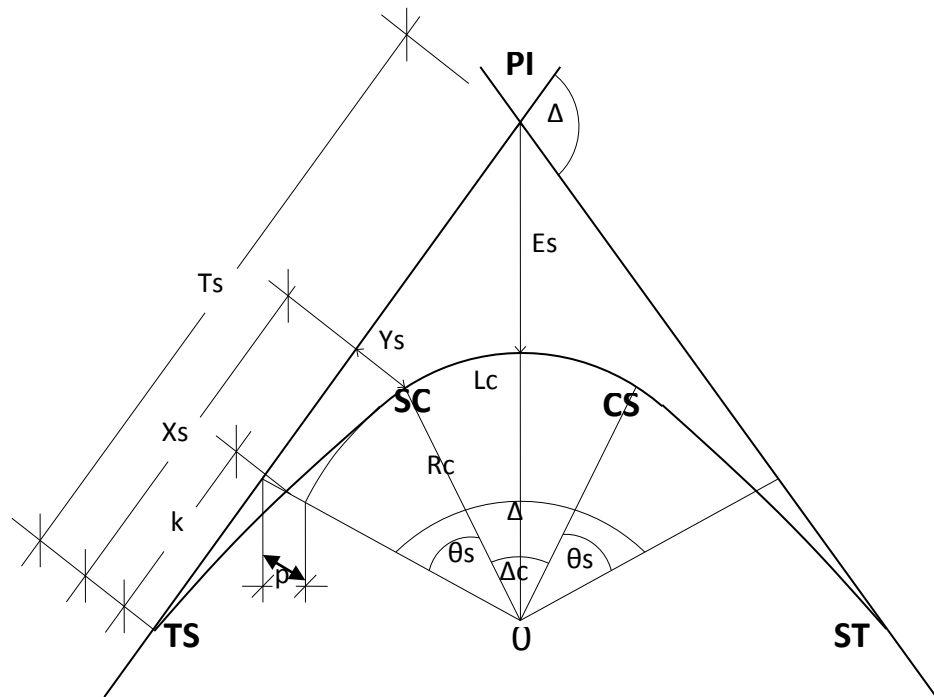
Δ = sudut tangen

R_c = jari-jari lingkaran

p = pergeseran tangen terhadap spiral

k = absis dari p pada garis tangen spiral

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 buah lengkung peralihan. Komponen-komponen untuk tikungan *spiral-circle-spiral* dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.2 Komponen *Spiral-Circle-Spiral*

3. Tikungan spiral – spiral (SS)

Lengkung ini hanya terdiri dari bagian spiral saja. Jenis lengkung ini dipergunakan untuk tikungan yang tajam dengan sudut Δ relatif besar dan jari-jari yang relatif kecil. Rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung tikungan spiral – spiral (SS) adalah :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.19)$$

$$L_{tot} = 2L_s \dots\dots\dots (2.20)$$

Untuk menentukan L_s , dapat menggunakan rumus:

$$L_s = \frac{(\theta_s \cdot \pi \cdot R_c)}{90} \dots\dots\dots (2.21)$$

Kontrol : $L_{tot} < 2 \cdot T_s$

Sedangkan untuk nilai p , k , T_s , dan E_s , dapat juga menggunakan rumus (2.13) sampai (2.16).

2.2.5 Diagram Superelevasi

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997, Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan V , dan Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10%. Pencapaian Superelevasi, proses tahapan diagram superelevasi pada masing-masing tikungan adalah sebagai berikut :

- a) Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung.
- b) Pada tikungan SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear, diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan (TS) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan (SC).
- c) Pada tikungan FC, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear diawali dari bagian lurus sepanjang $\frac{2}{3}L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $\frac{1}{3}L_s$.
- d) Pada tikungan S-S, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral.
- e) Superelevasi tidak diperlukan jika radius (R) cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN).

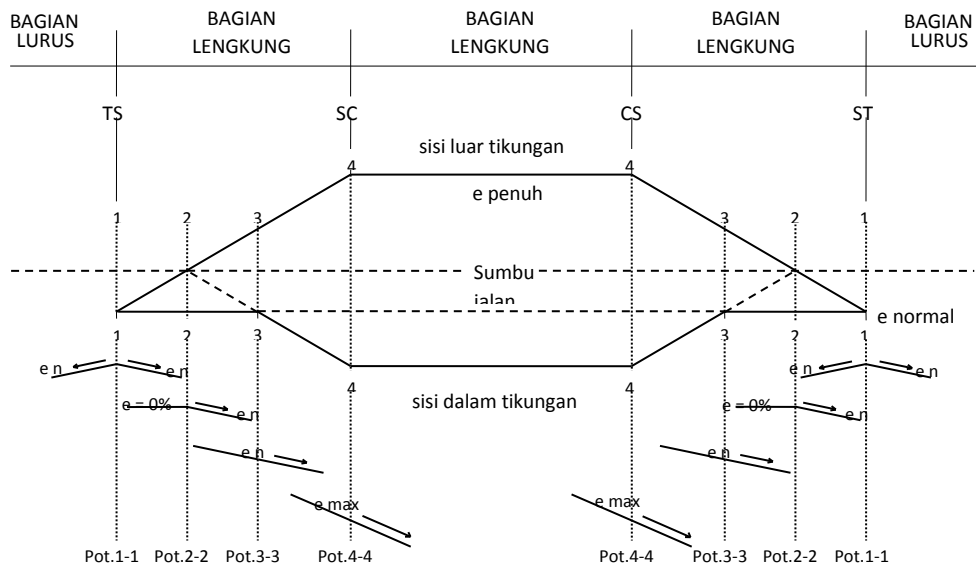
Metoda untuk melakukan superelevasi yaitu merubah lereng potongan melintang, dilakukan dengan bentuk profil dari tepi perkerasan yang dibundarkan, tetapi disarankan cukup untuk mengambil garis lurus saja.

Ada tiga cara untuk superelevasi yaitu :

1. Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu
2. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah dalam
3. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah luar

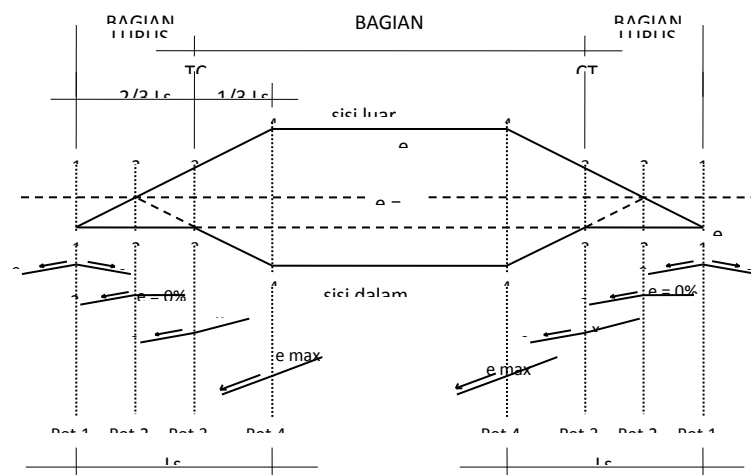
Adapun diagram pencapaian superelevasi pada tikungan *spiral-circle-*

spiral dapat dilihat pada gambar 2.4



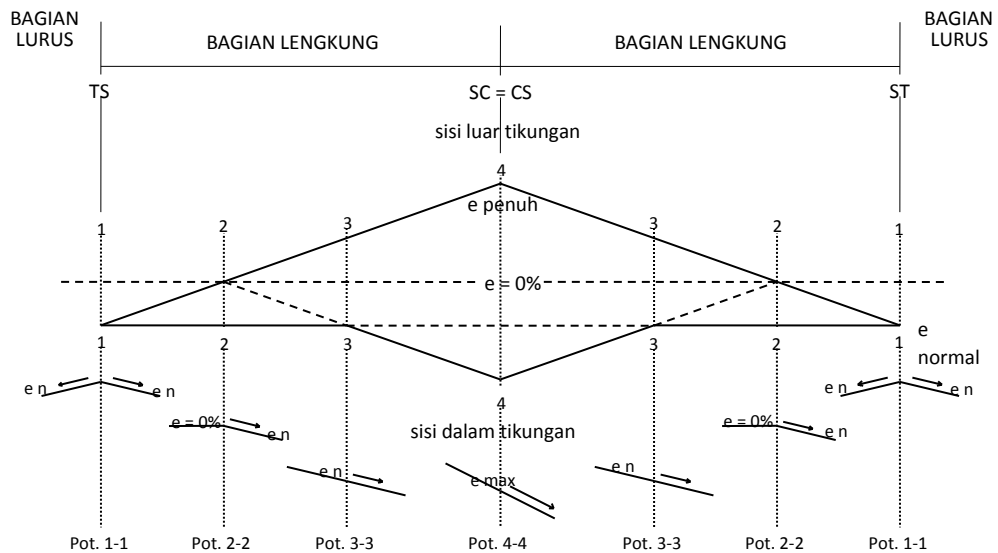
Gambar 2.4 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan *Spiral* – *Circle – Spiral* (contoh untuk tikungan ke kanan)

Untuk tikungan *full circle*, diagram pencapaian superelevasi dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan *Full Circle* (contoh untuk tikungan ke kiri)

Untuk tikungan *spiral-spiral*, diagram pencapaian superelevasi dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Metoda Pencapaian Superelevasi pada Tikungan *Spiral – Spiral* (contoh untuk tikungan ke kanan)

2.2.6 Landai Relatif

Kemiringan melintang atau kelandaian pada penampang jalan diantara tepi perkerasan luar dan sumbu jalan sepanjang lengkung peralihan disebut landai relatif. Pencapaian tikungan jenis *full circle* untuk dapat menggambarkan pencapaian kemiringan dari lereng normal ke kemiringan penuh, kita harus hitung dulu lengkung peralihan fiktif (Ls'), adapun Ls' dihitung berdasarkan landai relatif maksimum. Ls' dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Ls' = (e + e_n) \cdot B \cdot \frac{1}{\%}$$

Dimana :

$\frac{1}{\%}$ = landai relatif, (%)

e = superelevasi, (m/m')

e_n = kemiringan melintang normal, (m/m')

B = lebar lajur, (m)

2.2.7 Pelebaran Perkerasan Jalan Pada 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 lajur akibat posisi roda depan dan roda belakang yang tidak sama, yang tergantung dari ukuran kendaraan.

Rumus yang digunakan:

$$B = \sqrt{\left\{\sqrt{Rc^2 - 64} + 1,25\right\}^2 + 64} - \sqrt{Rc^2 - 64} + 1,25 \dots\dots\dots (2.22)$$

$$Rc = \text{radius lajur sebelah dalam} - \frac{1}{4} \text{ lebar perkerasan} + \frac{1}{2} b \dots\dots\dots (2.23)$$

$$Z = \frac{0,105 \times V}{\sqrt{R}} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$Bt = n(B + C) + Z \dots\dots\dots (2.25)$$

$$\Delta b = Bt - Bn \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

b = lebar kendaraan, (m)

Rc = radius lengkung untuk lintasan luar roda depan yang besarnya dipengaruhi oleh sudut α , (m)

R = radius lajur sebelah dalam / jari-jari tikungan, (m)

V = kecepatan, (km/jam)

Z = lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi di tikungan, (m)

Bt = lebar total perkerasan di tikungan, (m)

Bn = lebar total perkerasan pada bagian lurus, (m)

n = jumlah lajur

B = lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur sebelah dalam, (m)

C = kebebasan samping, (m)

0,5 untuk lebar lajur 6 m, 1,0 untuk lebar lajur 7 m, dan 1,25 untuk lebar lajur 7,5 m

Δb = tambahan lebar perkerasan di tikungan, (m)

2.2.8 Kebebasan Samping Pada Tikungan

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandangan pengemudi dari halangan benda-benda di sisi jalan (daerah bebas samping). 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 jarak pandang dipenuhi. Jarak pandang henti (S_s) terdiri dari 2 (dua) elemen jarak, yaitu :

- a) Jarak awal reaksi (S_r) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- b) Jarak awal pengereman (S_b) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti dapat terjadi pada dua kondisi tertentu sebagai berikut :

- a) Jarak pandang henti (S_s) pada bagian datar dihitung dengan rumus :

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + 0,039 \frac{V_R^2}{a} \dots \dots \dots (2.27)$$

- b) Jarak pandang henti (S_s) akibat kelandaian dihitung dengan rumus :

$$S_s = 0,278 \times V_R \times T + \frac{V_R^2}{254 \left[\left(\frac{a}{9,81} \right) \pm G \right]} \dots \dots \dots (2.28)$$

Keterangan :

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan (m/dtk^2) ditetapkan 3,4 meter/ dtk^2

G = kelandaian jalan (%)

Tabel 2.17 berisi S_s minimum yang dihitung berdasarkan rumus di atas dengan pembulatan-pembulatan untuk berbagai V_R .

Tabel 2.17 jarak pandang henti (S_s) minimum

V_R (km/jam)	jarak Awal Reaksi (m)	Jarak Awal Pengereman (m)	Jarak Pandang Henti (m)	
			Perhitungan	Pembulatan
120	83,3	163,4	246,7	250
100	69,4	113,5	182,9	185
80	55,6	72,6	128,2	130
60	41,7	40,8	82,5	85

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

Tabel 2.18 berisi S_s minimum dengan kelandaian yang dihitung berdasarkan rumus di atas untuk berbagai V_R .

Tabel 2.18 Jarak panadang henti (S_s) minimum dengan kelandaian

V_R (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)											
	Turunan						Tanjakan					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
120	252	257	263	269	275	281	243	238	234	230	227	223
100	187	190	194	198	203	207	180	177	174	172	169	167
80	131	133	136	138	141	144	127	125	123	121	120	118
60	84	86	87	88	90	92	82	81	80	79	78	77

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

asarkan

rumus sebagai berikut :

- a) Jika jarak pnadang lebih kecil dari panjang tikungan ($S_s < L_c$)

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{90 S_s}{\pi R} \right) \right] \dots \dots \dots (2.29)$$

- b) Jika jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan ($S_s > L_c$)

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{90 L_s}{\pi R} \right) \right] + 0,5(S_s - L_c) \sin \left(\frac{90 L_c}{\pi R} \right) \dots \dots \dots (2.30)$$

Keterangan :

M = jarak yang diukur dari sumbu lajur dalam sampai obyek penghalang (m)

R = jari-jari sumbu lajur dalam (m)

S_s = jarak pandang henti (m)

L_c = panjang tikungan (m)

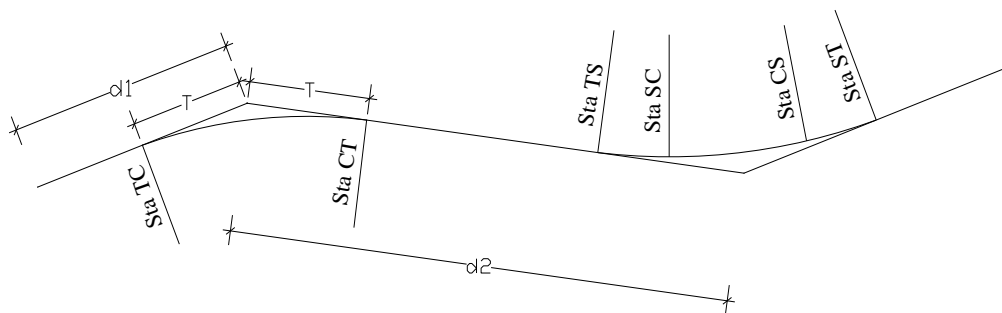
2.2.9 Penentuan Stationing

Menurut Silvia Sukirman, 1999, Penomoran (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberi nomor pada interval-interval tertentu dari awal sampai akhir proyek. Nomor jalan (STA) jalan dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang ditinjau dan sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Adapun interval untuk masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangent pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal adalah sebagai berikut:

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

Nomor jalan (Sta jalan) ini sama fungsinya dengan patok-patok km disepanjang jalan, namun juga terdapat perbedaannya antara lain:

- Patok km merupakan petunjuk jarak yang diukur dari patok km 0, yang umumnya terletak di ibukota provinsi atau kotamadya, sedangkan patok Sta merupakan petunjuk jarak yang diukur dari awal sampai akhir pekerjaan.
- Patok km berupa patok permanen yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok Sta merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut.



Gambar 2.7 Sistem Penomoran Jalan

2.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan yang umumnya biasa disebut profil/penampang memanjang jalan.

2.3.1 Kelandaian Maksimum

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997:

1. Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.
2. 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.
3. Kelandaian maksimum untuk berbagai V_r

Tabel 2.19 Kelandai Maksimum

V_R (km/jam)	Kelandaian Maksimum (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
120	3	4	5
100	3	4	6
80	4	5	6
60	5	6	6

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2.3.2 Kelandaian Minimum

Berdasarkan kepentingan arus lalu lintas, landai ideal adalah landai datar (0%). Dalam perencanaan disarankan menggunakan :

1. Landai datar untuk jalan di atas timbunan tanpa kerb.
2. Landai 0,15% untuk jalan di atas timbunan, medan datar dengan kerb.
3. Landai min 0,3 – 0,5 % untuk jalan di daerah galian dengan kerb.

2.3.3 Panjang Landai Kritis

Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_r . Lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit. Panjang kritis ditetapkan dari tabel 2.20.

Tabel 2.20 Panjang Landai Kritis

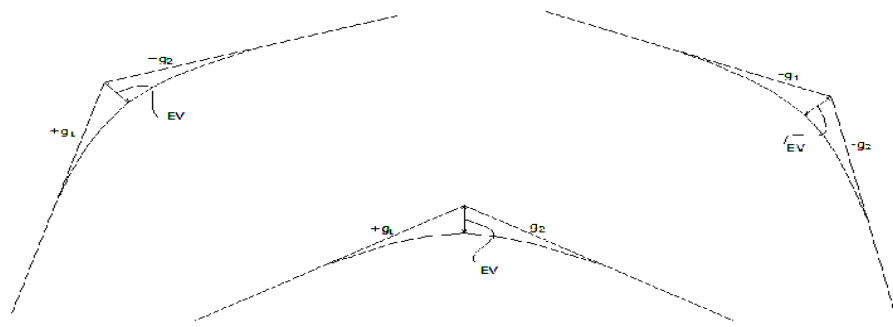
V_R (km/jam)	Landai (%)	Panjang Landai Kritis (m)
120	3	800
	4	500
	5	400
100	4	700
	5	500
	6	400
80	5	600
	6	500
60	6	500

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan TOL, No.007/BM/2009)

2.3.4 Lengkung Vertikal

Pada setiap penggantian landai harus dibuat lengkungan vertikal yang harus memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase yang baik. Adapun lengkung vertikal yang digunakan adalah lengkung parabola sederhana (Sukirman,1999)

a) Lengkung Vertikal Cembung



Gambar 2.8 Lengkung Vertikal Cembung

Keterangan:

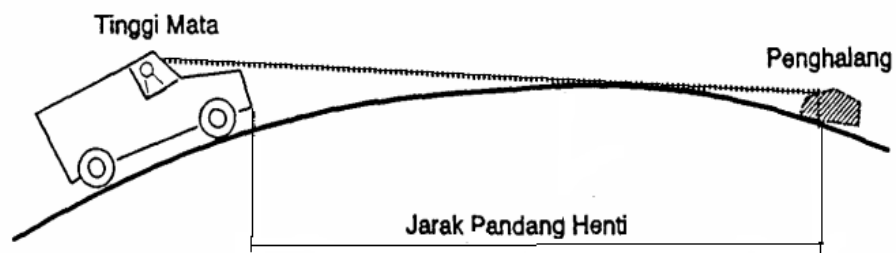
G1 dan G2 : besarnya kelandaian (%)

Tanda (+) : pendakian

Tanda (-) : penurunan

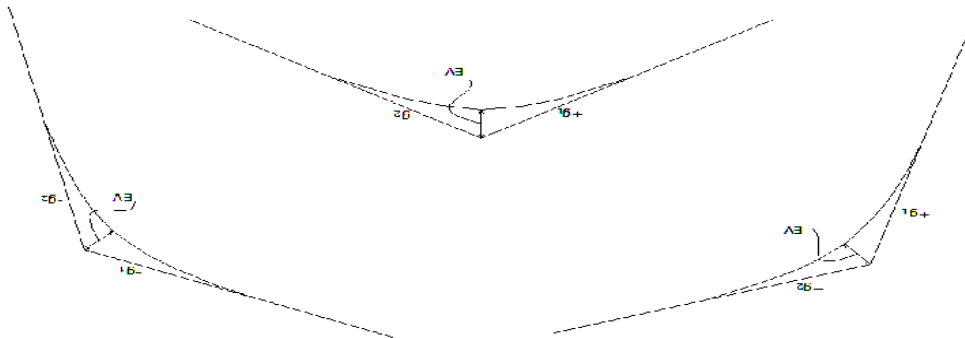
Ev : pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung

PPV : titik perpotongan vertikal



Gambar 2.9 Jarak pandang Lengkung Vertikal Cembung

b) Lengkung Vertikal Cekung



Gambar 2.10 Lengkung Vertikal Cekung

Keterangan:

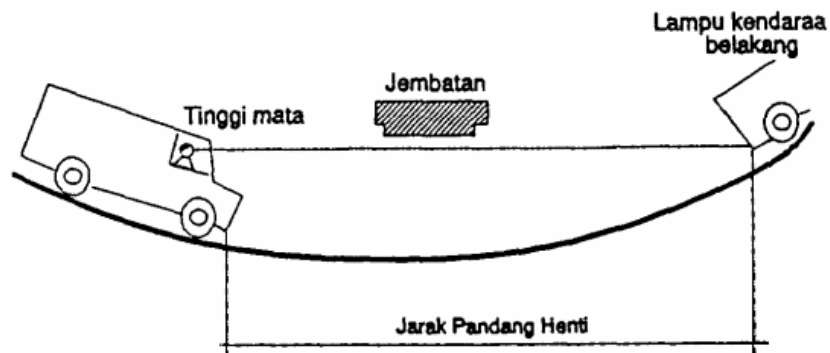
G1 dan G2 : besarnya kelandaian (%)

Tanda (+) : pendakian

Tanda (-) : penurunan

Ev : pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung

PPV : titik perpotongan vertikal



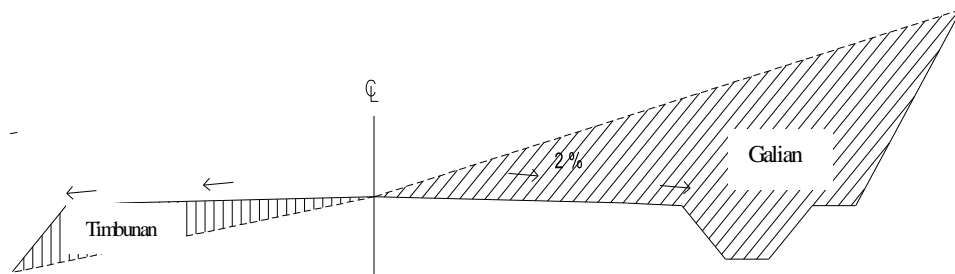
Gambar 2.11 Jarak Pandang Lengkung Vertikal Cekung

2.4 Perhitungan Galian dan Timbunan

Dalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen vertikal 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.



Gambar 2.12 Galian dan Timbunan

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

Tabel 2.21 Perhitungan Galian dan Timbunan

Sta	Luas (m ²)		Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan		Galian	Timbunan
0+000	A	A	L	$A + B \times L = C$	$A + B \times L = C$
0+100	B	B			
JUMLAH				$\sum C, \dots, N$	$\sum C, \dots, N$

(Sumber : Hendra Suryadharma, 1999)

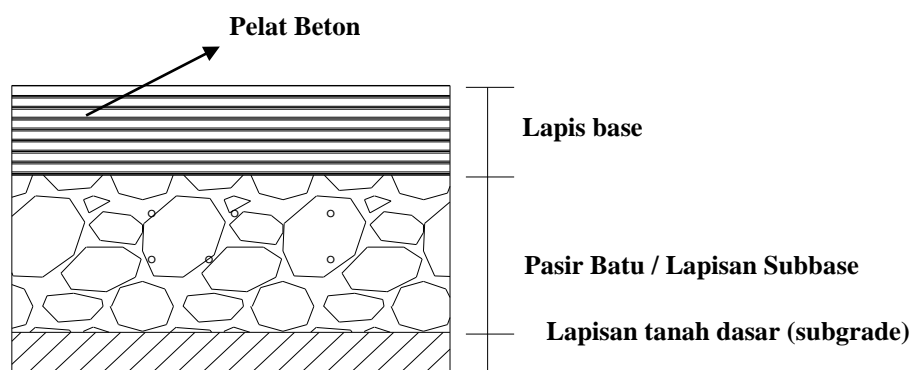
2.5 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah suatu bagian konstruksi jalan yang terletak diatas tanah dasar yang bertujuan untuk melewati lalu lintas dengan aman dan nyaman serta menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar. Di dalam tugas akhir ini akan membahas perencanaan tebal perkerasan kaku.

2.5.1 Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) disebut juga perkerasan jalan beton semen. Dapat dilaksanakan pada kondisi daya dukung tanah dasar yang kurang baik (berkisar 2%) atau beban lalulintas yang harus dilayani relatif besar, maka dibuat solusi dengan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Struktur perkerasan kaku terdiri atas pelat beton yang dilengkapi pada lapis pondasi bawah yang menumpu pada tanah dasar dengan atau tanpa lapis permukaan beraspal diatasnya. Berbeda dengan perkerasan lentur, beban lalulintas pada perkerasan kaku sepenuhnya dipikul oleh pelat beton.



Gambar 2.13 Perkerasan Kaku

Bahan-bahan perkerasan kaku terdiri dari material agregat kasar (batu pecah, pasir, semen, air dan *additive* atau tulangan jika diperlukan. Jenis perkerasan ini jauh lebih baik dibandingkan dengan perkerasan lentur, namun dari segi biaya perkerasan ini tergolong mahal.

Selain beberapa pertimbangan diatas ada beberapa keuntungan dan kerugian dalam pemakaian konstruksi perkerasan kaku.Keuntungan pemakaian perkerasan kaku, yaitu:

1. *Life-cycle-cost* lebih murah dari pada perkerasan aspal.
2. Perkerasan kaku lebih tahan terhadap serangan air.
3. Tidak terlalu peka terhadap kelalaian pemeliharaan.
4. Tidak terlalu peka terhadap kelalaian pemanfaatan (*overloading*).
5. Memiliki umur rencana yang lebih lama.
6. Semen diproduksi dalam negeri sehingga tidak tergantung dari *import*.
7. Keseluruhan tebal perkerasan jauh lebih kecil dari pada perkerasan aspal sehingga dari segi lingkungan/ *environment* lebih menguntungkan.

Kerugian dalam pemakaian perkerasan kaku, yaitu :

1. Permukaan perkerasan beton semen mempunyai *riding comfort* yang lebih jelek dari pada perkerasan aspal, yang akan sangat terasa melelahkan untuk perjalanan jauh.
2. Warna permukaan yang keputih-putihan menyilaukan di siang hari, dan marka jalan (putih/kuning) tidak kelihatan secara kontras.
3. Perbaikan kerusakan seringkali merupakan perbaikan keseluruhan konstruksi perkerasan sehingga akan sangat mengganggu lalu lintas.
4. Biaya yang dikeluarkan tergolong mahal.
5. Pelapisan ulang/ *overlay* tidak mudah dilakukan.
6. Perlunya waktu untuk menunggu perkerasan menjadi kaku ± 28 hari.
7. Perbaikan permukaan yang sudah halus (*polished*) hanya bisa dilakukan dengan *grinding machine* atau pelapisan ulang dengan campuran aspal, yang kedua-duanya memerlukan biaya yang cukup mahal.

2.5.2 Jenis dan Sifat Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan dan menerus dengan tulangan terletak diatas lapisan pondasi bawah tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal yang menerima beban lalu lintas yang berada diatasnya dan menyebarkan kelapis bawah.

Perkerasan beton semen adalah perkerasan kaku dengan beton semen sebagai lapisan dasar. Menurut buku pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen T-14-2003 ada empat jenis perkerasan kaku :

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (BBTT)
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT)
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan (BMDT)
4. Perkerasan beton semen pra – tegang dengan tulangan serat baja/fiber

Selain memiliki empat jenis perkerasan kaku, terdapat juga tujuh sifat campuran beton yang harus dimiliki perkerasan kaku adalah:

- Stabilitas (*stability*)
Adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang alur, dan *bleeding*. Jalan yang melayani volume lalu lintas dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi
- Keawetan (*durability*)
Adalah kemampuan beton menerima repetisi beban lalu lintas seperti beban kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air dan perubahan temperatur.
- Kelenturan (*fleksibility*)
Adalah kemampuan beton untuk menyesuaikan diri akibat penurunan dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar tanpa terjadi retak.
- Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*)
Adalah kemampuan beton menerima lendutan berulang akibat repetisi

beban tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.

- Kekesatan atau tahanan gesek (*skid resistance*)
Permukaan beton terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau slip.
- Kedap air (*impermeability*)
Adalah kemampuan beton untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton.
- Mudah dilaksanakan (*Work Ability*)
Adalah kemampuan campuran beton untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan menentukan tingkat efisien.

2.5.3 Persyaratan Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku

Menurut pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen 2003, terdapat beberapa persyaratan teknis dalam merencanakan perkerasan kaku, yaitu:

a. Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai 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. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

Penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara grafis dan analitis.

- Cara Grafis

Metode grafis diperoleh dari data bermacam – macam jenis pada suatu seksi jalan tertentu. Dari data yang diperoleh dilakukan perhitungan dengan cara menentukan harga CBR terendah, kemudian menentukan

jumlah harga CBR yang sama dan yang lebih besar. Angka jumlah terbanyak dinyatakan dalam 100%, jumlah yang lain merupakan persentase dari 100%. Buatlah grafik hubungan antara nilai CBR dengan % jumlah dan akan diperoleh nilai CBR rerata dengan diambil angka persentasenya = 90%

- Cara Analitis

Adapun rumus yang digunakan pada CBR analitis adalah :

$$\widehat{CBR} = \overline{CBR} - (CBR_{maks} - CBR_{min}) / R \dots\dots\dots(2.31)$$

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam satu segmen. Nilai R untuk perhitungan CBR segmen diberikan pada tabel 2.22 dibawah ini.

Tabel. 2.22 Nilai R untuk perhitungan CBR segmen

Jumlah Titik	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,57

(Sumber : Hendra Suryadharma, 1999)

b. Pondasi bawah

Lapis pondasi bawah berfungsi untuk menambah daya dukung tanah dasar, menyediakan lantai kerja yang stabil dan mendapatkan permukaan dengan daya dukung yang seragam. Lapis pondasi bawah juga dapat mengurangi lendutan pada sambungan-sambungan sehingga menjamin

penyaluran beban melalui sambungan muai dalam waktu lama, menjaga perubahan volume lapisan tanah dasar akibat pemuaian dan penyusutan serta mencegah keluarnya air atau *pumping* pada sambungan pada tepi- tepi pelat beton. Bahan pondasi bawah dapat berupa :

- Bahan berbutir

Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah, dengan penyimpangan ijin 3% - 5%.

- Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*)

Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang dan/atau *slag* yang dihaluskan.

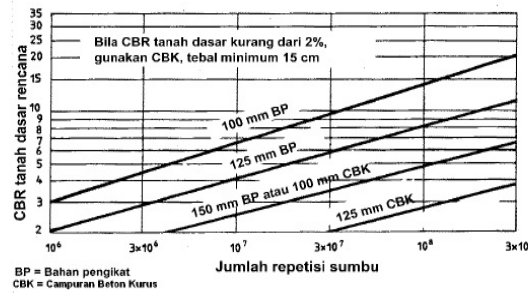
- Campuran beraspal bergradasi rapat (*dense-graded asphalt*).

- Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm²).

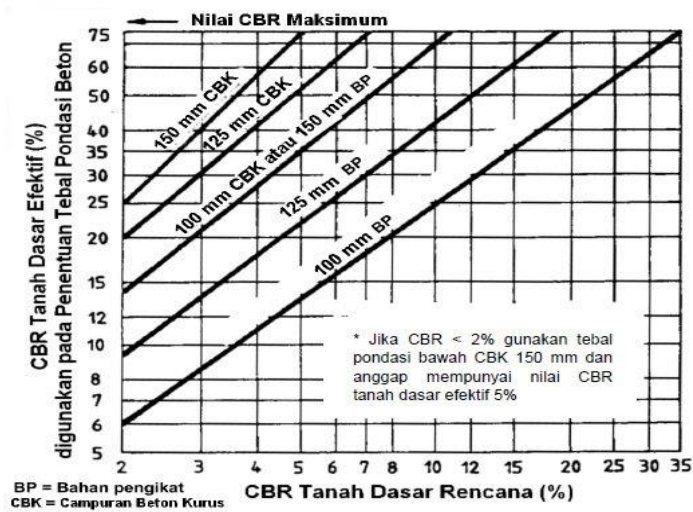
- Campuran beton kurus (*Lean Mix Concrete*)

Campuran Beton Kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 MPa (50 kg/cm²) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 MPa (70 kg/cm²) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada gambar 2.14 dan CBR tanah dasar efektif didapat dari gambar 2.15



Gambar 2.14 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Beton Semen



Gambar 2.15 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

c. Beton semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3–5 MPa (30-50 kg/cm²). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5–5,5 MPa (50-55 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²) terdekat. Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut:

$$F_{cf} = K (f c')^{0.50} \text{ dalam Mpa atau(2.32)}$$

$$F_{cf} = 3,13 K (f c')^{0.50} \text{ dalam Mpa atau(2.33)}$$

Dimana:

f_c' = kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm^2)

f_{ct} = kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm^2)

K = konstanta 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat pecah

d. Lalu – lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (SGRG)

e. Lajur rencana dan koefisien distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 2.23.

Tabel 2.23 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi

Lebar perkerasan (L_p)	Jumlah lajur	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 lajur	0,50	0,475

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003)

f. Umur rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

g. Pertumbuhan lalu lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{\ln(1+i)} \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana :

R = faktor pertumbuhan lalu lintas

i = laju pertumbuhan lalu lintas pertahun dalam %

UR = umur rencana (tahun)

Tabel 2.24. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Umur Rencana	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	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

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003)

h. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \quad \dots\dots\dots (2.35)$$

Dimana :

JSKN = Jumlah sumbu kendaran niaga selama umur rencana

JSKNH = Jumlah sumbu kendaran niaga harian, pada saat jalan dibuka

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas yang besarnya berdasarkan faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) dan umur rencana (n).

C = Koefisien distribusi kendaraan.

i. Faktor keamanan beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor

keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 2.25

Tabel 2.25 Faktor Keamanan Beban (Fkb)

No.	Penggunaan	Nilai
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	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003)

2.5.4 Bahu Jalan

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Perbedaan kekuatan antara bahu dengan jalur lalu-lintas akan memberikan pengaruh pada kinerja perkerasan. Hal tersebut dapat diatasi dengan bahu beton semen, sehingga akan meningkatkan kinerja perkerasan dan mengurangi tebal pelat. Yang dimaksud dengan bahu beton semen dalam pedoman ini adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu-lintas dengan lebar minimum 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 0,60 m, yang juga dapat mencakup saluran dan kereb.

2.5.5 Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.
- Memudahkan pelaksanaan.
- Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain :

a. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (*tie bars*)

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU- 24 dan berdiameter 16 mm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \quad \dots\dots\dots (2.36)$$

$$l = (38,3 \times \phi) + 75 \quad \dots\dots\dots (2.37)$$

Dimana :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm²).

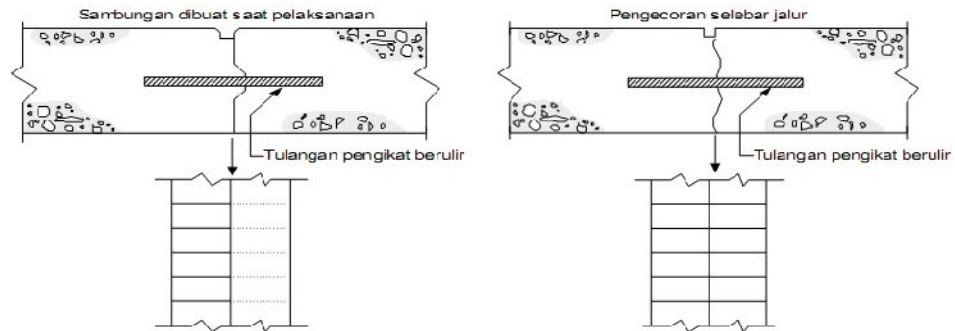
b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

h = Tebal pelat (m).

l = Panjang batang pengikat (mm).

ϕ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm. Tipikal sambungan memanjang diperlihatkan pada gambar 2.17

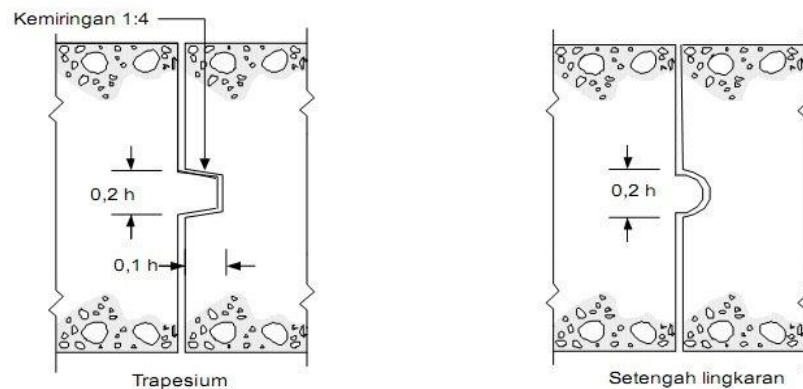


Gambar 2.16 Tipikal Sambungan Memanjang

b. Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada gambar 2.17.

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



Gambar 2.17 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang

c. Sambungan Susut Memanjang

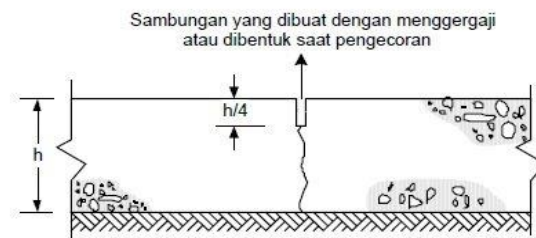
Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara ini, yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

d. Sambungan Susut dan Sambungan Pelaksanaan Melintang

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

e. Sambungan susut melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada gambar 2.18 dan gambar 2.19



Gambar 2.18 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji



Gambar 2.19 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji

Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8-15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas

saat pelat beton menyusut. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada tabel 2.26

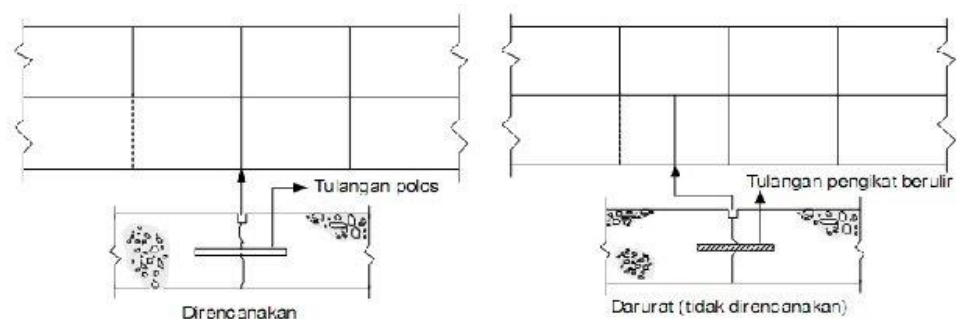
Tabel 2.26 Diameter Ruji

No.	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28

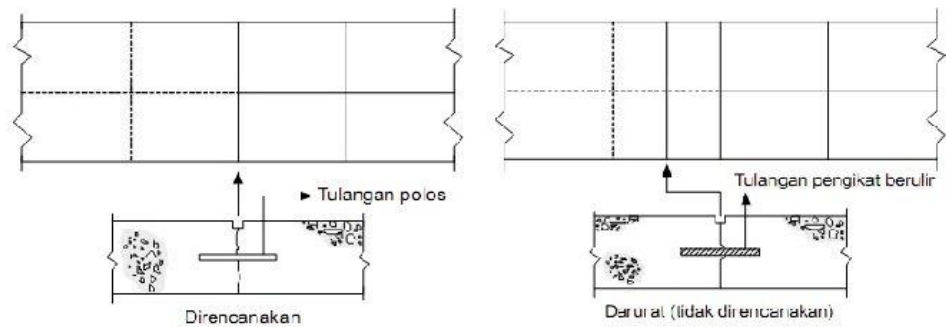
(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003)

f. Sambungan Pelaksanaan Melintang

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



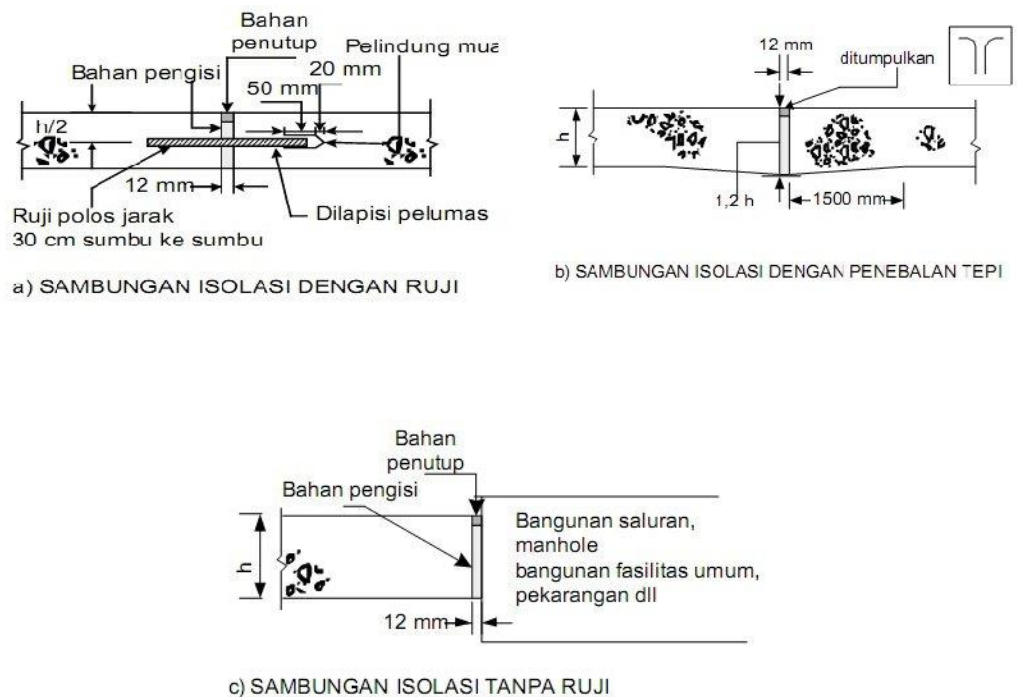
Gambar 2.20 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur



Gambar 2.21 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan

g. Sambungan isolasi

Sambungan isolasi memisahkan perkerasan dengan bangunan yang lain, misalnya *manhole*, jembatan, tiang listrik, jalan lama, persimpangan dan lain sebagainya. Sambungan isolasi harus dilengkapi dengan bahan penutup (*joint sealer*) setebal 5–7 mm dan sisanya diisi dengan bahan pengisi (*joint filler*) sebagai mana diperlihatkan pada gambar 2.22.

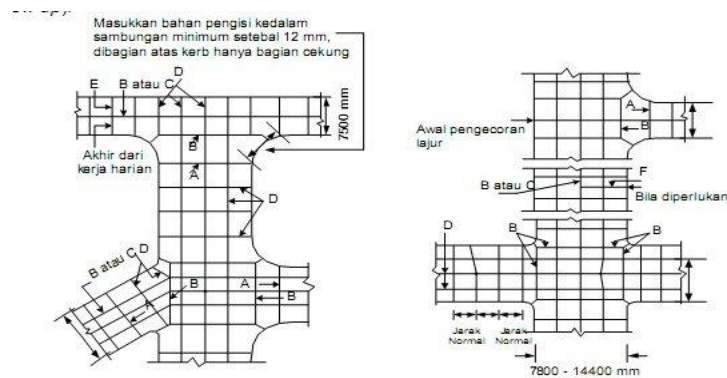


Gambar 2.22. Sambungan Isolasi

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

h. Penutup Sambungan

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



Keterangan : Gambar 2.23 Detail Potongan Melintang Sambungan

- A = Sambungan Isolasi
- B = Sambungan Pelaksanaan Memanjang
- C = Sambungan Susut Memanjang
- D = Sambungan Susut Melintang
- E = Sambungan Susut Melintang yang direncanakan
- F = Sambungan Pelaksanaan Melintang yang tidak direncanakan

2.5.6 Perencanaan Tebal Pelat

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi. Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

2.5.7 Perencanaan Tulangan

Banyaknya tulangan baja yang didistribusikan ditentukan oleh jarak sambungan susut dalam hal ini dimungkinkan penggunaan pelat lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan. Adapun tujuan utama penulangan untuk :

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

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut. Perencanaan tulangan dilaksanakan berdasarkan jenis perkerasan kaku, yaitu :

a. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan

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

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

b. Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan :

$$A_s = \frac{\mu.L.M.g.h}{2.f_s} \dots\dots\dots(2.38)$$

Dimana :

- A_s = luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat)
 f_s = kuat-tarik ijin tulangan (MPa), biasanya 0,6 kali tegangan leleh
 g = gravitasi (m/detik)
 h = tebal pelat beton (m)
 L = jarak antara sambungan yang tidak diikat atau tepi bebas pelat (m)
 M = berat per satuan volume pelat (kg/m^3)
 μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

Adapun nilai koefisien gesek antara pelat beton (*slab*) dengan lapisan pondasi dibawahnya dapat dilihat pada tabel 2.27 dibawah ini :

c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan

- Penulangan memanjang

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

$$P_s = \frac{100 \cdot f_{ct} \cdot (1,3 - 0,2\mu)}{f_y - n \cdot f_{ct}} \dots \dots \dots (2.39)$$

Tabel 2.27 Koefisien Gesekan Pelat Beton dengan Lapisan Pondasi Bawah

No	Lapis pemecah ikatan	Koefisien Gesekan (μ)
1	Lapis resap ikat aspal diatas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (<i>A chlorinated rubber curing compound</i>)	2,0

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003)

Dimana :

P_s = Persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang %

f_{ct} = kuat tarik langsung beton = (0,4 – 0,5 f_{cf}) (kg/cm^2)

f_y = tegangan leleh rencana baja (kg/cm^2)

n = angka ekuivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c), dapat dilihat pada tabel 2.28

μ = koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya

E_s = modulus elastisitas baja = $2,1 \times 10^6$ (kg/cm^2)

E_c = modulus elastisitas beton = $1485 \sqrt{f'_c}$ (kg/cm^2)

Tabel 2.28 Hubungan Kuat Tekan Beton dan Angka Ekuivalen Baja/Beton (n)

f'_c (kg/cm^2)	N
175 – 225	10
235 - 285	8
290 - ke atas	6

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003)

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

$$L_{cr} = \frac{f_{cr}^2}{N \cdot P^2 \cdot FB \cdot (S \cdot E_c - f_{ct})} \dots\dots\dots(2.40)$$

Dimana :

L_{cr} = jarak teoritis antara retakan (cm)

p = perbandingan luas tulangan memanjang dengan luas penampang beton

u = perbandingan keliling terhadap luas tulangan = $4/d$

f_b = tegangan lekat antara tulangan dengan beton = $(1,97\sqrt{f'_c})/d$ (kg/cm^2)

$$S = \text{koefisien susut beton} = (400 \cdot 10^{-6})$$

$$f_{ct} = \text{kuat tarik langsung beton} = (0,4 - 0,5 f_{cf}) \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$n = \text{angka ekivalensi antara baja dan beton} = (E_s/E_c)$$

$$E_c = \text{modulus Elastisitas beton} = 14850 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$E_s = \text{modulus Elastisitas baja} = 2,1 \times 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

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

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

Jarak retakan teoritis yang dihitung dengan persamaan di atas harus memberikan hasil antara 150 dan 250 cm. Jarak antar tulangan 100 mm - 225 mm. Diameter batang tulangan memanjang berkisar antara 12mm dan 20mm.

- Penulangan melintang

Luas tulangan melintang (A_s) yang diperlukan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung menggunakan persamaan rumus 2.40. Tulangan melintang direkomendasikan sebagai berikut:

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

- 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.

d. Perkerasan beton semen pra-tegang

Suatu struktur perkerasan jalan beton semen menerus, tanpa tulangan yang menggunakan kabel-kabel pratekan guna mengurangi pengaruh susut, muai dan lenting akibat perubahan temperatur dan kelembapan. Perkerasan beton semen prategang merupakan tipe perkerasan yang telah dan tengah dikembangkan lagi, baik untuk perencanaan jalan baru maupun untuk pemeliharaan, misalnya penggantian pelat beton tertentu yang mengalami kerusakan. Perencanaan jalan beton dengan metoda pracetak-prategang ini, sebagaimana halnya pada konstruksi yang menggunakan sistim prategang, dimaksudkan untuk memberi tekanan awal pada beton sehingga tegangan tarik yang terjadi pada konstruksi perkerasan beton tersebut bisa diimbangi oleh tegangan awal dan kekuatan tarik dari beton itu sendiri.

Perkerasan beton dengan sistim pracetak-prategang ini mempunyai beberapa keuntungan, seperti:

1. Mutu beton akan lebih terkontrol, karena dicetak di pabrik.
2. Pelat beton menjadi lebih tipis, sehingga keperluan bahan akan lebih sedikit.
3. Retak yang terjadi bisa lebih kecil, karena ada tekanan dari baja yang ditegangkan.
4. Pelaksanaan di lapangan akan lebih cepat, dan pembukaan untuk lalu lintas pun akan lebih cepat pula.
5. Gangguan terhadap lalu lintas, selama pelaksanaan di lapangan bisa diminimalkan karena pembangunan bisa lebih cepat.
6. Kenyamanan pengguna jalan akan meningkat, karena sambungan antar pelat lebih panjang.

Hal yang harus mendapat perhatian lebih lanjut adalah:

1. Diperlukannya ketelitian dalam pembentukan tanah dasar dan lapisan pondasi.
2. Diperlukannya ketelitian pada pembentukan pelat di pabrik.

2.6 Bangunan Pelengkap

Untuk memenuhi persyaratan kelancaran lalu lintas dan menghindari kerusakan akibat air yang berdampak pada kenyamanan pemakai jalan, diperlukan adanya bangunan pelengkap jalan.

2.6.1 Drainase

Air adalah salah satu musuh utama dari suatu konstruksi jalan, langsung maupun tidak langsung, perkerasan lentur maupun perkerasan kaku. Air sangat erat hubungannya dengan hidrologi. Analisis hidrologi merupakan tahapan penting yang menentukan laju aliran, kemampuan limpasan (*runoff*) dan debit air.

Drainase adalah suatu bangunan pelengkap yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya air yang kemungkinan akan menggenangi badan jalan. Dalam perencanaan sistem drainase dua hal pokok yang perlu untuk dipertimbangkan, yaitu :

1. Drainase Permukaan

Drainase permukaan berfungsi mengalirkan air hujan yang ada dipermukaan agar tidak menghambat arus lalu lintas di jalan tersebut dan juga mencegah air agar tidak merusak lapisan perkerasan jalan.

2. Drainase Bawah Permukaan

Analisis hidrologi dilakukan sehubungan dengan drainase permukaan, sedangkan adanya air tanah akibat proses infiltrasi dan kapilerisasi yang akan mempengaruhi kondisi subgrade, stabilitas lereng dan tembok penahan tanah, termasuk dalam drainase bawah permukaan.

Berikut adalah prinsip umum dalam perencanaan drainase, yaitu :

a. Daya guna dan hasil guna (efektif dan efisien)

Perencanaan haruslah sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuangan air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna.

b. Ekonomis dan aman

Pemilihan dimensi dari fasilitas drainase haruslah mempertimbangkan faktor ekonomis dan faktor keamanan

c. Pemeliharaan

Perencanaan drainase haruslah mempertimbangkan pula segi kemudahan dan nilai ekonomis dari pemeliharaan sistem drainase tersebut.

2.6.2 Persyaratan Teknis Perencanaan Drainase

Menurut Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006 hal-hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan drainase permukaan diuraikan di bawah ini:

1. Plot rute jalan di peta topografi (L)
 - Plot rute jalan rencana pada topografi diperlukan untuk mengetahui gambaran topografi atau daerah kondisi sepanjang trase jalan yang akan dilalui dapat dipelajari.
 - Kondisi terrain pada daerah layanan diperlukan untuk menentukan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi poal aliran.
2. Inventarisasi data bangunan drainase (gorong-gorong jembatan, dll.)
Eksisting meliputi lokasi, dimensi, arah aliran pembuangan dan kondisi data ini digunakan agar perencanaan system drainase jalan tidak mengganggu sistem drainase yang telah ada.
3. Segmen panjang segmen saluran (L)
Penentuan panjang segmen saluran(L) didasarkan pada:
 - Kemiringan rute jalan, disarankan kemiringan saluran mendekati kemiringan rute jalan.
 - Adanya tempat buangan air seperti badan air (misalnya sungai, waduk, dll).
 - Langkah coba-coba sehingga dimensi saluran paling ekonomis
4. Luas daerah layanan (A)
 - Perhitungan luas daerah layanan didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau.

- Luas daerah layanan (A) untuk saluran samping jalan perlu diketahui agar dapat diperkirakan daya tampungnya terhadap curah hujan atau untuk memperkirakan volume limpasan permukaan yang akan ditampung saluran samping jalan.
 - Luas daerah layanan terdiri atas luas setengah badan jalan (A₁), luas bahu jalan (A₂) dan luas daerah di sekitar (A₃).
 - Batasan luas daerah layanan tergantung dari daerah sekitar dan topografi dan daerah sekelilingnya. Panjang daerah pengaliran yang diperhitungkan terdiri atas setengah lebar badan jalan (l₁) lebar bahu jalan (l₂) dan daerah sekitar (l₃) yang terbagi atas daerah perkotaan yaitu ± 10 m dan untuk daerah luar kota yang didasarkan pada topografi daerah tersebut.
 - Jika diperlukan, pada daerah perbukitan, direncanakan beberapa saluran untuk menampung limpasan dari daerah bukit dengan batas daerah layanan adalah puncak bukit tersebut tanpa merusak stabilisasi lereng. Sehingga saluran tersebut hanya menenampung air dari luas daerah layanan daerah sekitar (A₃).
5. Koefisien pengaliran (C)
- Koefisien pengaliran (C) dipengaruhi kondisi permukaan tanah (tata guna lahan) pada daerah layanan dan kemungkinan perubahan tata guna lahan. Angka ini akan mempengaruhi debit yang mengalir, sehingga dapat diperkirakan daya tampung saluran. Untuk itu diperlukan peta topografi dan melakukan survei lapangan agar corak topografi di daerah proyek dapat lebih diperjelas. Diperlukan pula jenis sifat erosi dan tanah pada daerah sepanjang trase jalan rencana, antara lain tanah dengan permeabilitas tinggi (sifat lulus air) atau tanah dengan tingkat erosi permukaan. Secara visual akan nampak pada daerah yang menunjukkan alur-alur pada permukaan.
6. Faktor limpasan (fk)
- Merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien run off

biasa dengan tujuan agar kinerja satuan tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran yang terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah, seperti pada tabel 2.29.

Tabel 2.29 Koefisien Pengaliran (C) dan Faktor Limpasan (fk)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)	Faktor Limpasan (fk)
	BAHAN		
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95	
2	Jalan krikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70	
3	Bahu jalan :		
	dari tanah berbutir halus	0,40– 0,65	
	dari tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20	
	dari batuan masif keras	0,70 – 0,85	
	dari batuan 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	0,45 – 0,60	0,2
7	Persawahan	0,70 – 0,80	0,5
8	Perbukitan	0,70 – 0,80	0,4
9	Pegunungan	0,75 – 0,90	0,3

(Sumber : Perencanaan Sistem Drainase, 2006)

Keterangan:

- Harga koefisien pengaliran (C) untuk daerah datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk daerah lereng diambil nilai C yang besar.
- Harga faktor limpasan (fk) hanya digunakan untuk guna lahan sekitar saluran selain bagian jalan.

- Bila daerah pengaliran atau daerah layanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan berikut.

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + C_3A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots(2.41)$$

Dimana :

$C_1, C_2, C_3,$ = koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_1, A_2, A_3 = luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

f_k = faktor limpasan sesuai guna lahan

1. Waktu Konsetrasi (T_c)

Waktu terpanjang menyalurkan aliran yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan air secara simultan (*run off*) setelah melewati titik-titik tertentu.

Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan ini.

$$T_c = t_1 + t_2 \text{ atau } T_c = t_o + t_d \dots\dots\dots(2.42)$$

$$t_1 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times l_o \times \left(\frac{nd}{\sqrt{is}}\right)^{0,16} \dots\dots\dots(2.43)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v} \dots\dots\dots(2.44)$$

Dimana :

T_c = waktu konsentrasi (menit)

t_1 / t_o = waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

t_2 / t_d = waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

l_o = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = panjang saluran (m)

nd = koefisien hambatan

i_s = kemiringan saluran memanjang

V = kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 2.30. Kemiringan Saluran Memanjang (i_s)

No	Jenis material	Kemiringan saluran i_s (%)
1	Tanah asli	0 – 5
2	Kerikil	5 – 7,5
3	Pasangan	7,5

(Sumber : Perencanaan Sistem Drainase, 2006)

Tabel 2.31. Koefisien Hambatan (n_d)

No	Kondisi lapis permukaan	N_d
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbum dan hutan gundul rapat dengan hamparan	0,800

2. Analisa hidrologi

a. Data curah hujan

- Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yaitu stasiun curah hujan yang tedetak pada daerah layanan saluran samping jalan.
- Jika daerah layanan tidak memiliki data curah hujan, maka dapat digunakan data dari stasiun diluar daerah layanan yang dianggap

masih dapat mewakili. Jumlah data curah hujan yang diperlukan minimal 10 tahun terakhir.

b. Periode ulang

Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai periode ulang tertentu. Periode ulang untuk pembangunan saluran drainase ditentukan 5 tahun, disesuaikan dengan peruntukannya.

c. Analisis frekuensi

Analisis frekuensi adalah suatu analisis data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang (*return period*) diartikan sebagai waktu dimana hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut (Sri Harto, 1993).

d. Intensitas curah hujan

Adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas curah hujan (I) mempunyai satuan mm/jam, berarti tinggi air persatuan waktu, misalnya mm dalam kurun waktu menit, jam, atau hari.

Formulasi perhitungan intensitas curah hujan perhitungan ini dilakukan sesuai SNI 03-241-1991, metode perhitungan debit banjir

3. Untuk menghitung debit aliran air (Q) menggunakan rumus:

$$Q = 1/3,6 C.I.A \dots \dots \dots (2.45)$$

Dimana :

- Q = debit aliran air (m^3 /detik)
- C = koefisien pengaliran rata-rata dari C₁, C₂, C₃
- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = luas daerah layanan (km) terdiri atas A₁, A₂, A₃

2.6.3 Gorong-Gorong(*Culvert*)

Gorong-gorong berfungsi sebagai penerus aliran dari saluran samping ketempat pembuangan. Gorong-gorong ditempatkan melintang jalan di beberapa lokasi sesuai dengan kebutuhan.

Selain berfungsi sebagai penerus aliran dari saluran samping jalan, gorong-gorong juga perlu dibuat atau ditempatkan pada jalan yang berbentuk punggungan yaitu berupa timbunan (*embankment*) dengan lembah pada sisi kiri dan kanan jalan. Gorong-gorong berfungsi untuk mengalirkan air dari lembah yang satu ke lembah yang lainnya yang memiliki sarana pembuangan, jadi gorong-gorong berfungsi sebagai pengering. Gorong-gorong memiliki beberapa jenis, yaitu :

1. Gorong-gorong silinder (*cylinder culvert*)
2. Gorong-gorong kotak (*box culvert*)

Beberapa standar yang dipakai dalam pekerjaan gorong-gorong adalah :

1. SNI 03-6719-2002 : spesifikasi pipa baja bergelombang dengan lapis pelindung logam untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah.
2. AASHTO M170-07 : *Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain and sewer pipe.*

2.6.4 Kriteria perencanaan saluran samping dan gorong-gorong

Perencanaan saluran terbuka secara hidrolika, jenis aliran yang terjadi adalah aliran terbuka (*open channel*), yaitu pengaliran air dengan permukaan bebas. Perencanaan ini digunakan untuk perencanaan saluran samping jalan maupun gorong-gorong.

a. Saluran samping

Bahan bangunan saluran ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana aliran air yang mengalir di saluran samping jalan tersebut. Seperti pada tabel 2.32

Tabel 2.32 Aliran Air yang Dizinkan

No	Jenis Material	V izin (m/dt)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,50
3	Lanau alluvial	0,60
4	Krikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,10
7	Krikil kasar	1,20
8	Batu-batu besar	1,50
9	Pasangan batu	1,50
10	Beton	1,50
11	Beton bertulang	1,50

(Sumber : Perencanaan Sistem Drainase, 2006)

Kemiringan saluran ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan. Hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan saluran arah memanjang dapat dilihat pada tabel 2.33.

Tabel 2.33 Kemiringan Saluran Air Berdasarkan Jenis Material

No	Jenis Material	Kemiringan saluran (%)
1	Tanah asli	0 – 5
2	Kerikil	5 – 7,5
3	Pasangan	>7,5

(Sumber : Perencanaan Sistem Drainase, 2006)

b. Gorong-gorong

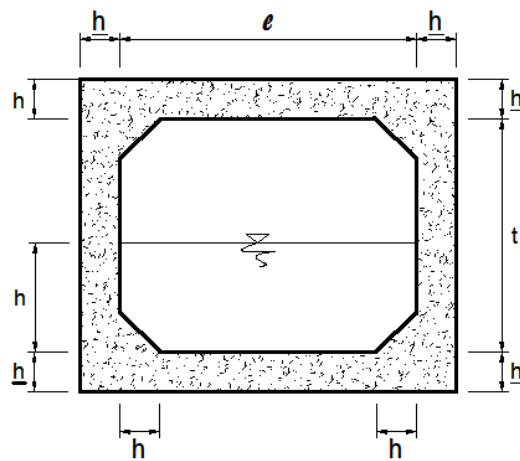
Ditempatkan melintang jalan yang berfungsi untuk menampung air dari hulu saluran drainase dan mengalirkannya, dengan dimensi yang harus cukup besar untuk melewati debit air secara maksimum dari daerah pengaliran

secara efisien dan dibuat dengan tipe permanen. dalam perencanaan dan pelaksanaan gorong-gorong dianjurkan berpedoman pada standarisasi bertujuan untuk mempermudah pekerjaan ,sehingga tercapainya kelancaran pembangunan gorong-gorong.

1. Dimensi gorong-gorong persegi beton bertulang

Pada umumnya struktur beton bertulang mengalami tegangan tarik yang cukup besar akibat adanya gaya-gaya luar yang ada. Tegangan tarik yang ditimbulkan oleh gaya-gaya luar tersebut ditahan oleh tulangan tarik yang ada pada striktur beton bertulang.

Konstruksi gorong-gorong persegi standar, direncanakan sesuai standar tipe single, Panjang gorong-gorong persegi , merupakan lebar jalan ditambah dua kali lebar bahu jalan dan dua kali tebal dinding sayap. Konstruksi gorong-gorong persegi beton bertulang ini direncanakan dapat menampung berbagai variasi lebar perkerasan jalan, sehingga pada prinsipnya panjang gorong-gorong persegi adalah bebas, tetapi pada perhitungan volume dan berat besi tulangan diambil terbatas dengan lebar perkerasan jalan yang umum yaitu 3,5 ; 4,5 ; 6 dan 7 meter. Dimensi gorong-gorong persegi beton bertulang direncanakan seperti terlihat pada Gambar 2.24 dan tabel sebagai berikut :



Gambar 2.24 Sketsa dengan Bentuk persegi

Tabel 2.34 Ukuran Dimensi gorong-gorong

Tipe Single												
L	100	100	100	200	200	200	200	200	300	300	300	300
T	100	150	200	100	150	200	250	300	150	200	250	300
h	16	17	18	22	23	25	26	28	30	28	30	30

(Sumber : Standar Gorong-gorong persegi tipe single, SNI PU)

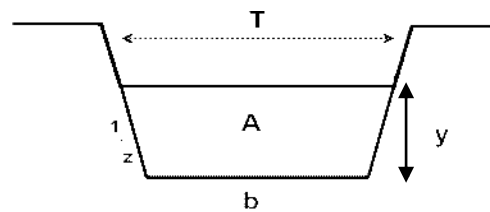
Penulangan gorong-gorong persegi beton bertulang ini dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dilaksanakan dan mendapatkan hasil yang rapi sesuai dengan yang direncanakan. Penggunaan diameter tulangan berkisar antara 19 mm, 16 mm, 12 mm dan 10 mm untuk menghindari penggunaan tulangan dengan ukuran dan diameter yang beragam.

Bentuk segmen penulangan yang sederhana dan praktis di beberapa segmen gorong-gorong dan beratnya diperhitungkan sedemikian rupa sehingga mudah . dimensi tulangan dapat kita lihat pada tabel 2.34 sebagai berikut :

2.6.5 Desain Saluran Samping dan Gorong-gorong

Desain saluran dapat dibagi dalam beberapa jenis :

- 1) Saluran bentuk trapesium (saluran samping) :



Gambar 2.25 Saluran dengan Bentuk Trapesium

$$A = (b + z \cdot y) y \dots\dots\dots (2.46)$$

$$t = b + 2zy \dots\dots\dots (2.47)$$

$$D = \frac{A}{T} \dots\dots\dots (2.48)$$

$$V = K_{st} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (2.49)$$

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (2.50)$$

Penampang ekonomis:

$$b + 2zy = 2y \sqrt{z^2 + 1} \dots \dots \dots (2.51)$$

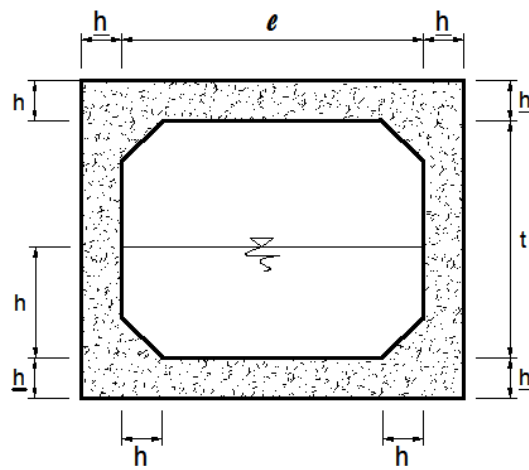
Tinggi Jagaan :

$$W = \sqrt{0,5 \times h} \dots \dots \dots (2.52)$$

Dimana :

- A = Luas penampang melintang (m²)
- b = lebar saluran (m)
- p = keliling basah (m)
- T = lebar puncak (m)
- Y = kedalaman saluran yang tergenang air (m)
- D = kedalaman hidrolis (m)
- V = kecepatan rata-rata aliran (m/dt)
- I = kemiringan dasar saluran
- Q = debit aliran air (m³/detik)
- Z = perbandingan kemiringan talud
- W = tinggi jagaan (m)
- h = tinggi muka air (m)

2) Gorong-gorong bentuk Persegi (*box culvert*) :



Gambar 2.26 Sketsa dengan Bentuk persegi

$$A = Q/V \dots \dots \dots (2.53)$$

$$b = 2h \dots \dots \dots (2.54)$$

$$A = l \times h \dots \dots \dots (2.55)$$

$$I = \frac{R_t}{24} \times \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3} \dots \dots \dots (2.56)$$

Tinggi Jagaan :

$$W = \sqrt{0.5 \times h} \dots \dots \dots (2.57)$$

Dimana :

A = luas penampang melintang (m²)

l = lebar saluran (m)

V = kecepatan rata-rata aliran (m/dt)

W = tinggi jagaan

ĥ = tinggi muka air (m)

h̄ = tebal penampang saluran (cm)

I = intensitas curah hujan

2.6.6 Marka, Rambu Jalan, Pengaman Jalan dan Trotoar

a. Marka

Marka jalan dibuat dengan cat khusus berwarna putih dan kuning yang dapat memancarkan cahaya pada malam hari atau dengan material lainnya yang ditempatkan atau dibuat pada permukaan perkerasan jalan, kerb atau objek lainnya dengan maksud untuk mengatur lalulintas atau mengingatkan pengendara.

Ada 5 kategori marka jalan yang umum digunakan, yaitu :

1. Marka pada perkerasan jalan
2. Pada kerb jalan
3. Tanda pada objek
4. Petunjuk
5. Perkerasan yang diberi warna

Jenis marka yang paling umum adalah marka pada perkerasan yang terdiri dari garis memanjang dan melintang dengan tulisan dan lambing. Dengan pemilihan warna, lebar dan jenis marka memanjang, maka perencana dapat memberikan pesan kepada para pengendara

Penjelasan secara umum adalah sebagai berikut :

1. Garis putus-putus bersifat “boleh”
2. Garis penuh bersifat “dilarang”
3. Garis penuh ganda bersifat “dilarang keras”
4. Warna untuk garis-garis tersebut menunjukkan sebagai berikut:
 - Warna putih memisahkan arus lalu lintas (batas lajur) pada arah yang sama
 - Warna kuning memisahkan arus lalu lintas pada arah yang berlawanan
 - Tebal garis menunjukkan derajat penekanan

Tabel 2.35 Jenis Marka Jalan

Tipe	Penggunaan Tipikal
Garis Memanjang	
Garis putih putus	Garis batas lajur untuk jalan multi lajur
Gariskuning putus	Dijijinkan untuk menyalip atau mendahului pada jalan 2 lajur 2 jalur
Garis putih penuh	Tanda/batas tepi perkerasan
Garis ganda putih penuh	Garis pemisah karena ada/ditemui rintangan
Garis kuning penuh	Tidak boleh mendahului didekat garis penuh
Garis ganda kuning putus	Tepi lajur arus kendaraan berlawanan
Garis titik	Garis tambahan melalui simpang sebidang atau tidak sebidang
Garis Melintang	
Marka pada bahu	Menghalangi penggunaan bahu jalan sebagai lajur lalu lintas
Pasangan garis putih penuh dengan lebar \geq 15 cm dengan panjang \pm 200 cm	Tempat penyebrangan pejalan kaki atau <i>zebra cross</i>
Garis putih penuh dengan lebar 3 hingga 6 meter	Garis henti yang menunjukkan kendaraan diperlukan untuk berhenti

b. Rambu

Rambu dilihat dari fungsi memiliki 3 kelas, yaitu :

1. Pengatur atau pengarah, digunakan kode R
2. Petunjuk, digunakan kode G
3. Peringatan, digunakan kode W

Bentuk rambu lalulintas terdiri dari :

1. Lingkaran
2. Belah ketupat
3. Segitiga
4. Persegi panjang atau bujur sangkar
5. Bersilang
6. Berbentuk anak panah
7. Segi delapan

Warna yang digunakan pada umumnya seragam atau standar yang berlaku internasional.

Tabel 2.36 Jenis Rambu Jalan

Kode	Warna
R	Dasar merah, tulisan putih
	Dasar putih, bingkai merah dan lambing hitam dan putih atau tulisan hitam
W	Dasar kuning, bingkai hitam dan tulisan/lambing hitam
G	Dasar biru, bingkai putih, lambing dan tulisan putih
	Dasar biru, bingkai dan dasar lambing putih, lambing hitam
	Dasar hijau, tulisan dan lambing putih
	Dasar biru, tulisan kuning

c. Pengaman jalan

1. Pagar pengaman

Pagar pengaman dipasang pada tikungan yang tajam, dimana pada sisinya merupakan lereng terjal dengan beda tinggi yang cukup besar antara muka jalan dengan muka tanah sisi jalan. Pagar pengaman dipasangkan pada patok beton bertulang atau patok besi dengan jarak antar patok 2 meter. Bahan untuk pagar pengaman adalah baja galvanizer, sedangkan dimensi dan spesifikasinya harus meruntut dari standar Bina Marga.

2. Pagar pengarah

Selain patok kilometer yang menunjukkan untuk penunjuk arah, patok beton yang berfungsi sebagai pengarah harus dipasang pada tikungan dan jalan masuk jembatan, dimensi patok sesuai dengan ketentuan standar Bina Marga.

Tabel 2.37 Kriteria Pengaman Jalan

Radius (m)	Jarak antara patok (m)			
	S	A	B	C
180 - < 200	15	20	25	30
150 - < 180	14	20	25	30
120 - < 150	13	15	20	25
90 - < 120	12	15	20	25
60 - < 90	10	15	20	10
30 - < 60	8	10	20	20
< 30	6	10	15	15

d. Trotoar

Trotoar termasuk dalam sarana pedestrian untuk memberikan pelayanan yang optimal kepada pejalan kaki baik dari segi keamanan maupun kenyamanan. Trotoar memang banyak terdapat pada jalan dalam kota akan tetapi untuk jalan luar kota jarang sekali ditemukan.

Trotoar dapat ditempatkan khusus, juga dapat digunakan sekaligus sebagai penutup saluran drainase samping, akan tetapi tergantung dari lahan yang tersedia untuk DAMAJA/DAMIJA. Spesifikasi trotoar dapat dirujuk dari PERMEN PU No. 19/PRT/M/2011, SNI 03-6967-2003 dan SK DirJend Bina Marga No. 07/T/BNKT/1990.

2.6.7 Jalan Arteri Samping Tol

Jalan arteri yang dimaksud adalah jalan yang berada disisi kanan maupun kiri dari badan jalan TOL yang difungsikan sebagai jalan akses untuk kendaraan yang tidak diperbolehkan memasuki jalan TOL dan penghubung kepada desa atau pemukiman penduduk yang dilewati oleh jalanTOL itu sendiri. Selain itu jalan ini sebagai jalan masuk dan keluarnya kendaraan yang mengakses jalan TOL tersebut.

2.7 Rencana Anggaran Biaya dan Manajemen Proyek

2.7.1 Daftar Harga Satuan Bahan dan Upah

Yang dimaksud dengan harga satuan pekerjaan ialah, jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan dipasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Bahan.

Upah tenaga kerja didapatkan di lokasi dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Upah.

Harga satuan bahan dan upah disetiap daerah berbeda. Dalam penyusunan dan menghitung anggaran biaya suatu pekerjaan, harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja dipasaran dan lokasi pekerjaan.

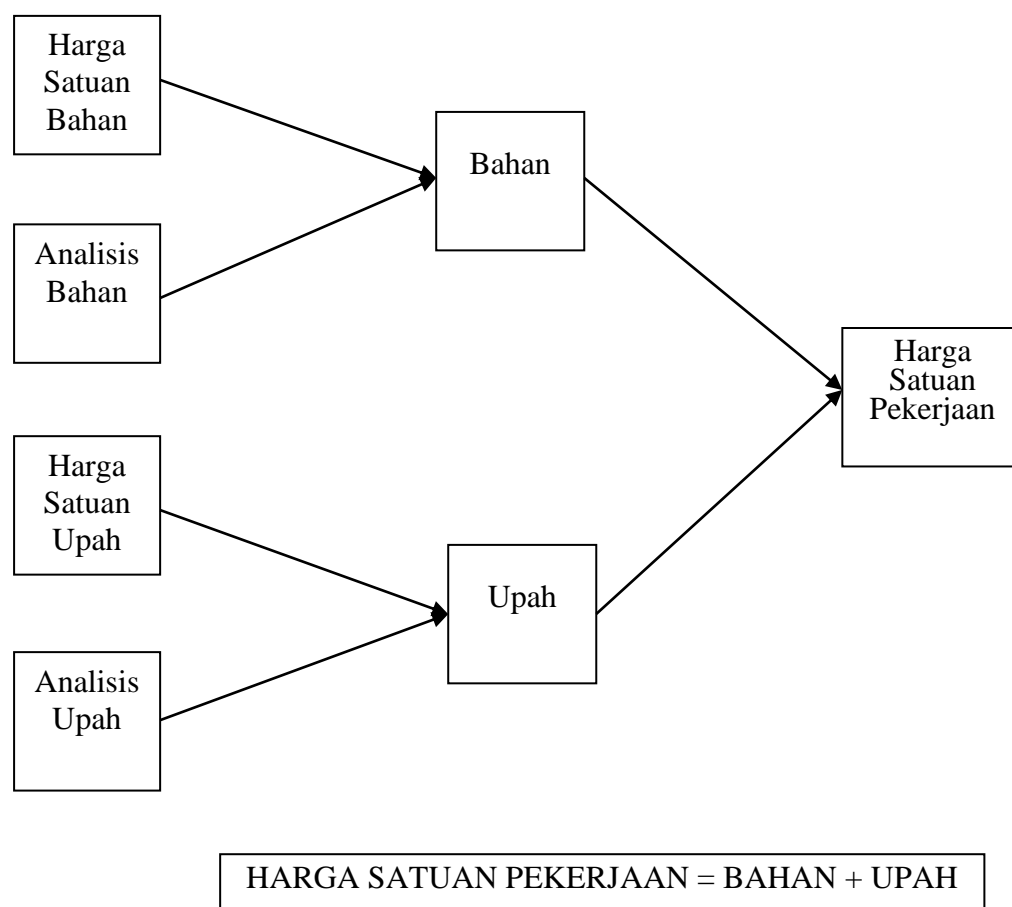
Dalam penyusunan dan perhitungan harga satuan pekerjaan, seseorang paling tidak dapat menggunakan metode analisa BOW. BOW (Burgerlijke Openbare Werken) ialah suatu ketentuan dan ketetapan umum yang dikeluarkan oleh Dir. BOW tanggal 28 Februari 1921 No. 5372 A pada zaman Pemerintahan Belanda.

2.7.2 Analisa Satuan Harga Pekerjaan

Setelah dijelaskan pada sub bab sebelum ini, bahwa analisis ialah ketentuan umum yang ditetapkan dengan surat keputusan Dir. BOW tanggal 28 februari 1921 No. 5372 A.

Dalam analisis BOW, telah ditetapkan angka (indeks) jumlah tenaga dan bahan untuk satu satuan pekerjaan.

Dibawah ini diberikan skema Harga Satuan Pekerjaan :



Gambar 2.27 Skema Harga Satuan

Jadi yang dimaksud dari analisa harga satuan ialah menguraikan masing-masing dari harga satuan pekerjaan.

2.7.3 Perhitungan Volume Pekerjaan

Pengertian dari volume pekerjaan adalah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume

(kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Setelah pengertian dari volume pekerjaan, pengertian dari uraian volume pekerjaan adalah menguraikan secara rinci besaran volume atau kubikasi suatu pekerjaan. Menguraikan berarti menghitung besaran volume masing-masing pekerjaan sesuai dengan gambar. Susunan uraian pekerjaan ada dua sistem yaitu :

1. Susunan sistem lajur-lajur tabelaris
2. Susunan sistem *post-post*

2.7.4 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Setelah mengumpulkan daftar harga bahan, alat dan upah, dilakukannya perhitungan sesuai dengan perencanaan yang ada di gambar dan tidak lupa menyesuaikan dengan keadaan dilapangan sendiri. Rencana Anggaran Biaya adalah jumlah dari masing-masing perkalian volume dan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan.

Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$RAB = \sum (Volume \times Harga \text{ Satuan Pekerjaan})$$

2.7.5 Manajemen Proyek

Manajemen proyek dapat didefinisikan sebagai suatu proses dari perencanaan, pengaturan, kepemimpinan, dan pengendalian dari suatu proyek oleh para anggotanya dengan memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan dalam penyelenggaraan suatu proyek. (Husen,2008)

Dengan adanya manajemen proyek maka akan terlihat batasan mengenai tugas, wewenang, dan tanggung jawab dari pihak-pihak yang terlibat dalam proyek baik langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak akan terjadi adanya tugas dan tanggung jawab yang dilakukan secara bersamaan (overlapping).

Apabila fungsi-fungsi manajemen proyek dapat direalisasikan dengan jelas dan terstruktur, maka tujuan akhir dari sebuah proyek akan mudah terwujud, yaitu:

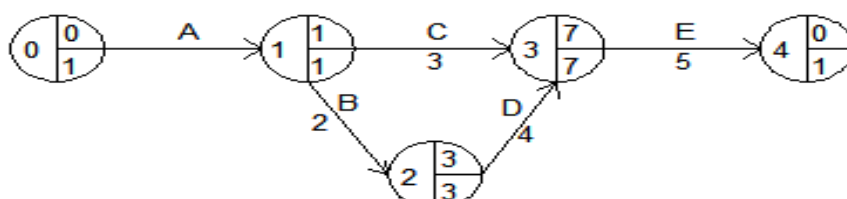
1. Tepat Waktu
2. Tepat Kuantitas
3. Tepat Kualitas
4. Tepat Biaya sesuai dengan biaya rencana
5. Tidak adanya gejolak sosial dengan masyarakat sekitar
6. Sumber daya manusia yang jelas
7. Tercapainya K3 dengan baik.

Pelaksanaan proyek memerlukan koordinasi dan kerjasama antar organisasi secara solid dan terstruktur. Dan hal inilah yang menjadi kunci pokok agar tujuan akhir proyek dapat selesai sesuai dengan schedule yang telah direncanakan.

Ada beberapa macam bentuk dan skema yang digunakan dalam manajemen proyek. Semuanya tergantung dari kebutuhan dan tipe dari proyek itu sendiri.

2.7.6 Network Planning

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi suatu perencanaan yang tepat untuk menyelesaikan tiap – tiap pekerjaan yang ada. Di dalam 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 ke tempat lain.



Gambar 2.28 Sketsa *Network Planning*

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

1. Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara mendetail dari proyek.
3. Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu), dan alternatif-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.

Adapun data-data yang diperlukan dalam menyusun NWP adalah:

1. Urutan pekerjaan yang logis.
Harus disusun pekerjaan apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lain dimulai, dan pekerjaan apa yang *slack*/kelonggaran waktu.
2. Biaya untuk mempercepat pekerjaan
Ini berguna apabila pekerjaan-pekerjaan yang berdada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek segera selesai, misalnya : biaya-biaya lembur, biaya menambah tenaga kerja dan sebagainya.

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

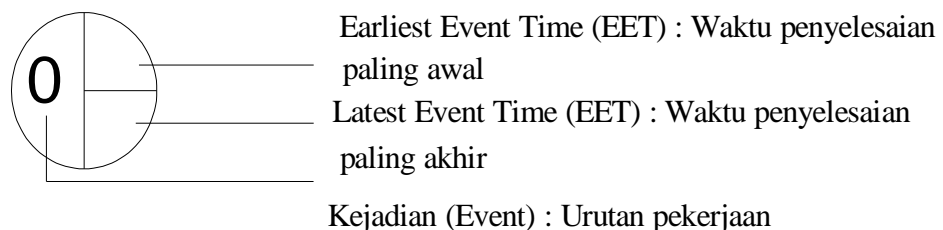
- a. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya *duration* maupun *resources* yang dibutuhkan.
- b. Aktifitas-aktifitas apa yang mendahului dan aktifitas-aktifitas apa yang mengikuti.
- c. Aktifitas-aktifitas apa yang dapat dilakukan bersama-sama.
- d. Aktifitas-aktifitas itu di batasi mulai dan selesai.
- e. Waktu, biaya dan *resources* yang dibutuhkan dari aktifitas-aktifitas itu, kemudian mengikutinya.
- f. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan .Biasanya memakai

waktu rata-rata berdasarkan pengalaman. Jika proyek itu baru sama sekali biasanya diberikan.

- g. Kepala anak panah menjadi arah pedoman dari setiap kegiatan.
- h. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.

Simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran NWP :

- \longrightarrow (*Arrow*) bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas atau kegiatan. Ini adalah suatu 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
- \Longrightarrow (*Double arrow*), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critical path*).
- \bigcirc (*Node/event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Ini adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan-kegiatan
- $-----\rightarrow$ (*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. Aktifitas semu hanya boleh dipakai bila tidak ada cara lain untuk menggambarkan hubungan-hubungan aktifitas yang ada dalam suatu network.



Gambar 2.29 Simbol Kejadian

2.7.7 Bar Chart

Sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, sedangkan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang.

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa pengertian dari *Bar Chart* ialah bentuk rencana yang paling sederhana yang digunakan di lapangan, kegiatan yang dilakukan digambarkan dalam bentuk balok pada skala waktu.

Dalam penyusunan *Bar Chart* ada beberapa keuntungan dan kelemahan, berikut adalah keuntungan dan kelemahan dari *Bar Chart* :

1. Bentuknya sederhana
2. Mudah dibuat
3. Mudah dibaca dan dimengerti
4. Hubungan antara suatu pekerjaan dengan yang lainnya kurang jelas
5. Sulit digunakan pada pekerjaan skala yang besar.

Berikut adalah contoh dari *Bar Chart* itu sendiri:

Tabel Barchat

No	Uraian Kegiatan	Minggu					
		1	2	3	4	5	6
1	Pekerjaan Persiapan	X					
2	Pekerjaan Pelaksanaan		X	X	X		
3	Pekerjaan Akhir					X	X

Gambar 2.30 Contoh Barchart

2.7.8 Kurva S

Setelah *Bar Chart* didapatkan, kegiatan selanjutnya yang dapat dilakukan adalah pembuatan Kurva S. Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan progress pekerjaan dari setiap kegiatan.

Dengan Kurva S kita dapat mengetahui progress pada setiap waktu. Progres tersebut dapat berupa rencana dan pelaksanaan. Untuk setiap bar chart yang dilengkapi dengan progress dapat dibuat Kurva "S". Bentuk dari Kurva "S" biasanya mempunyai kemiringan yang landai pada tahap permulaan dan tahap akhir dari pelaksanaan proyek.

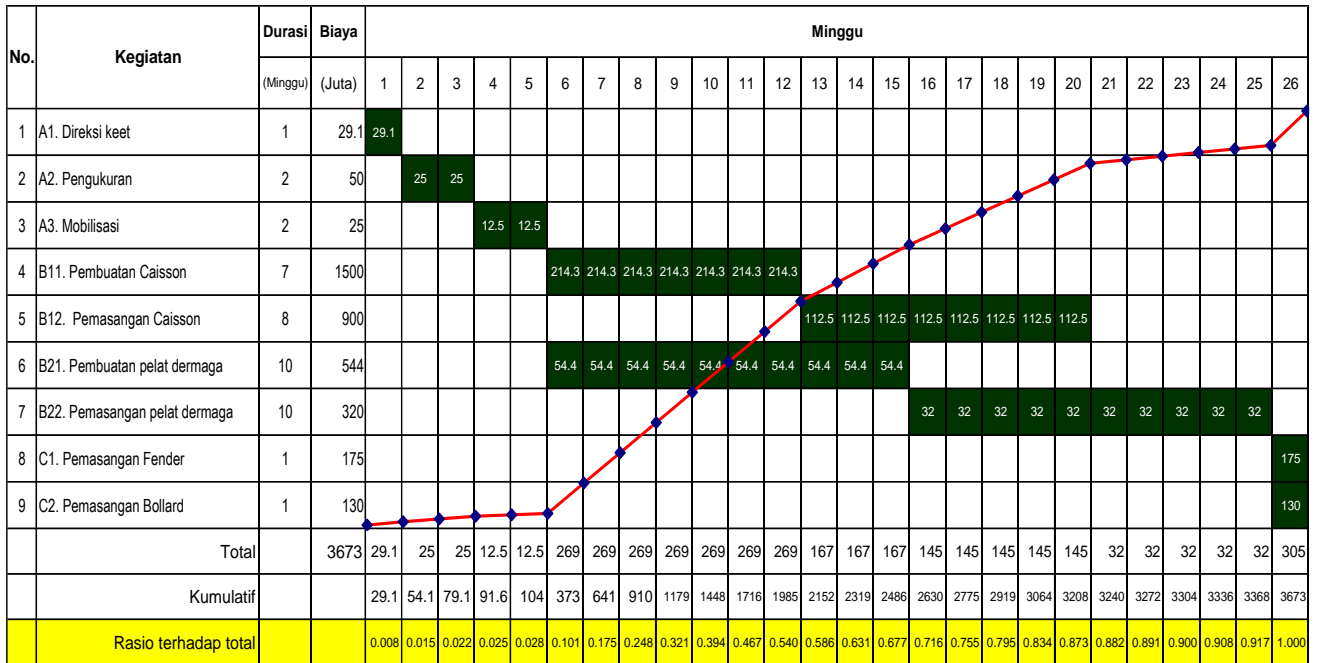
Kurva S diperlukan untuk menggambarkan progress pada moment tertentu. Rencana progress yang dibuat dalam Kurva S merupakan referensi/ kesepakatan dari semua pihak atas progress yang perlu dihasilkan oleh kontraktor pada setiap moment waktu tertentu.

Bila Kurva S dari rencana progress dan pelaksanaan dibandingkan maka dapat diketahui secara visual besarnya dan kecenderungan dari penyimpangan yang terjadi, apakah pelaksanaan lebih cepat atau lebih lambat dari rencana yang disepakati.

Dengan mengetahui hal ini tentu dapat dimulai tindakan-tindakan koreksi sehingga pekerjaan dapat dilakukan sesuai dengan yang dikehendaki atau rencana. Berikut adalah tahapan dalam penyusunan kurva S :

1. Siapkan data:
 - Diagram batang (*bar chart*)
 - Biaya seluruh kegiatan/pekerjaan
2. Buat distribusi penyerapan biaya tiap kegiatan (pekerjaan) sesuai durasi tiap kegiatan (pekerjaan) dalam diagram batang.
3. Hitung jumlah penyerapan biaya tiap satu satuan waktu.
4. Hitung jumlah penyerapan biaya kumulatif tiap satu satuan waktu.
5. Hitung rasio biaya kumulatif tiap satu satuan waktu terhadap total biaya seluruh kegiatan (pekerjaan).
6. Gambarkan rasio biaya tersebut ke dalam diagram batang.

Berikut adalah contoh dari kurva S:



Gambar 2.31 Kurva S