

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Jalan**

Jalan adalah seluruh bagian Jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu Lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (UU RI No 22 Tahun 2009).

Sedangkan pada UU RI Nomor 38 Tahun 2004 jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Pada dasarnya penyelenggara jalan umum dituntut untuk memastikan bahwa jalan tersebut dapat berjalan dengan baik digunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat, terutama untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional, dengan berusaha menjaga biaya umum perjalanannya serendah mungkin. Hal ini selaras pada peraturan pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang jalan pada Pasal 4 bahwa Penyelenggara jalan umum wajib mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah yang sudah berkembang agar pertumbuhannya tidak terhambat oleh kurang memadainya prasarana transportasi jalan, yang disusun dengan mempertimbangkan pelayanan kegiatan perkotaan.

#### **2.2. Klasifikasi Jalan**

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang jalan dijabarkan bahwa penyelenggaraan jalan yang konseptual dan menyeluruh perlu melihat jalan sebagai suatu kesatuan sistem jaringan jalan yang mengikat dan menghubungkan pusat-pusat kegiatan. Dalam hubungan ini dikenal sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Pada setiap sistem jaringan jalan

diadakan pengelompokan jalan menurut fungsi, status, dan kelas jalan. Pengelompokan jalan berdasarkan status memberikan kewenangan kepada Pemerintah untuk menyelenggarakan jalan yang mempunyai layanan nasional dan pemerintah daerah untuk menyelenggarakan jalan di wilayahnya sesuai dengan prinsip-prinsip otonomi daerah.

### **2.2.1. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi Jalan**

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi jalan menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, jalan dibedakan menjadi beberapa fungsi antara lain sebagai berikut :

#### **1. Jalan Arteri**

Jalan arteri adalah jalan umum dengan fungsi untuk melayani angkutan utama yang menempuh perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-ratanya tinggi, serta jalan masuk atau aksesnya dibatasi jumlahnya secara berdaya guna. Dari peran dan fungsinya ini, jalan arteri harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Kecepatan rencana 60 km/jam.
- b. Lebar badan jalan lebih dari 8 meter
- c. Kapasitas jalan harus lebih besar dibandingkan volume lalu lintas rata – rata.
- d. Kecepatan rencana dan kapasitas jalan dicapai dengan membatasi jalan masuk secara efisien.
- e. Lalu lintas dan kegiatan lokal tidak boleh mengganggu lalu lintas jalan,

#### **2. Jalan Kolektor**

Jalan Kolektor adalah jalan umum yang mempunyai fungsi untuk melayani transportasi pengumpul atau pengeluaran. Jalur kolektor memiliki karakteristik yakni kendaraan yang melewati jarak sedang, kecepatan sedang dengan jumlah titik akses yang terbatas. Melihat dari fungsi dan perannya jalur kolektor harus memenuhi persyaratan berikut:

- a. Kecepatan rencana atau kendaraan diatasnya lebih dari 40 km/jam.
- b. Lebar badan jalan harus lebih dari 7 meter.

- c. Volume lalu lintas rata-rata tidak boleh lebih besar dari kapasitas jalan, maksimal harus sama.
  - d. Kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak boleh terganggu dengan cara membatasi jalan masuk secara efisien.
  - e. Kegiatan dan lalu lintas tidak boleh mengganggu lalu lintas jalan.
3. Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan umum yang berfungsi melayani transportasi lokal. Jalan lokal ditandai dengan kendaraan yang lewat menempuh jarak pendek, kecepatan rendah, dengan jumlah pintu masuk yang tidak dibatasi. Ditinjau dari peran dan fungsinya, jalan daerah harus memenuhi syarat yakni :

- a. Tidak terputus, apabila memasuki wilayah desa.
  - b. Lebar badan jalan lokal lebih dari 6 meter.
  - c. Kecepatan rencana atau kendaraan diatas 20 km/jam
4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan adalah jalan umum yang mempunyai fungsi untuk melayani transportasi lokal atau lingkungan dengan perjalanan jarak pendek juga kecepatan rendah.

### **2.2.2. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan**

Kelas jalan diatur dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan angkutan jalan. Jalan dikelompokkan menjadi beberapa kelas jalan berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 19 Ayat 1 yaitu:

- 1. Fungsi dan intensitas Lalu Lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan Jalan dan Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan; dan
- 2. Daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi Kendaraan Bermotor.

Pengelompokan Jalan menurut kelas Jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:

- 1. Jalan kelas I

Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter,

ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton;

2. Jalan kelas II

Jalan kelas II yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;

3. Jalan kelas III

Jalan kelas III yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan

4. Jalan kelas khusus

Jalan kelas Khusus yaitu jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 20 Ayat 1 Penetapan kelas jalan pada setiap ruas jalan dilakukan oleh :

1. Pemerintah, untuk jalan nasional;
2. Pemerintah provinsi, untuk jalan provinsi;
3. Pemerintah kabupaten, untuk jalan kabupaten; atau
4. Pemerintah kota, untuk jalan kota.

### **2.2.3. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan**

Berdasarkan dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, sistem jaringan dan kegiatan yang dilakukan pada sebuah jalan, maka dapat dibedakan menjadi beberapa jenis sebagai berikut :

### 1. Jalan Primer

Jalan primer merupakan jenis jaringan jalan dengan peran pelayanan pendistribusian barang dan jasa untuk pembangunan di semua bidang pada tingkat tersebut secara nasional, dengan menghubungkan seluruh layanan distribusi membentuk pusat-pusat kegiatan. Jalan primer melayani pergerakan antara pusat kegiatan dimana pusat kegiatan terdiri dari tiga jenis yaitu sebagai berikut :

- a. Pusat Kegiatan Nasional (PKN)
- b. Pusat Kegiatan Wilayah (PKW)
- c. Pusat Kegiatan Lokal (PKL)

### 2. Jalan Sekunder

Jalan sekunder adalah jalan yang melayani pergerakan untuk daerah lain pusat kegiatan seperti jalan di perkotaan. Jalan sekunder juga biasanya menjadi cabang dan perpanjangan dari jalan primer yang melayani kegiatan lain dalam sistem perkotaan. Jalan sekunder menghubungkan zona antar kawasan dalam kawasan perkotaan yang ditata secara berjenjang dengan fungsi kawasan yang terkait dengannya.

#### **2.2.4. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Wewenang Pembinaan**

Tujuan pengklasifikasian menurut kewenangan adalah untuk memastikan hukum apakah penyelenggara jalan berada di bawah kewenangan pemerintah daerah atau pemerintah pusat. Klasifikasi jalan menurut kewenangan pembangunannya menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 1985 adalah sebagai berikut:

#### 1. Jalan Nasional

Jalan nasional adalah jalan kolektor dan jalan arteri yang tergabung dalam sistem jaringan jalan primer. Fungsi jalan nasional ini adalah untuk menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan tol maupun jalan strategis berskala nasional.

#### 2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi adalah jalan kolektor yang ada dalam sistem jalan primer. Jalan provinsi mempunyai fungsi sebagai penghubung ibukota provinsi dengan ibukota

kota/kabupaten, antar ibukota kabupaten/kota, hingga jalan strategis tingkat provinsi.

### 3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten adalah jalan lokal yang tergabung dalam sistem jaringan jalan primer. Jalan kabupaten berfungsi sebagai penghubung ibukota kabupaten dengan kecamatan, antar kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan daerah / lokal, hingga jalan umum dan jalan strategis tingkat kabupaten.

### 4. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum yang terdapat dalam sistem jaringan jalan sekunder. Jalan kota berfungsi sebagai penghubung antar pusat pelayanan dalam kota, pusat pelayanan dengan persil, antar persil, hingga antar pusat pemukiman dalam kota.

### 5. Jalan Desa

Jalan desa adalah jalan umum dengan fungsi sebagai penghubung kawasan dan antar pemukiman yang ada di desa, hingga jalan lingkungan.

## 2.2.5. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997, medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan, medan yang diukur tegak lurus garis kontur, klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

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

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

### 2.2.6. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Volume Lalu Lintas

Klasifikasi jalan menurut volume lalu lintas sesuai dengan peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya Nomor 13 Tahun 1970 bisa dilihat pada Tabel 2.2. sebagai berikut :

Tabel 2.2. Klasifikasi Menurut Volume Lalu Lintas

No.	Fungsi	kelas	LHR (smp)
1.	Utama	I	> 20.000
2.	Sekunder	IIA	6.000 Sampai 20.000
		IIB	1.500 Sampai 8.000
		IIC	< 20.000
3.	Penghubung	III	-

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1970)

Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa :

a. Kelas I

Kelas jalan ini mencakup semua kelas jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat.

b. Kelas II

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintas terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya, dibagi dalam tiga kelas yaitu II A, II B, II C.

1. Kelas II A

Jalan kelas II A adalah jalan-jalan raya sekunder dua lajur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari sejenis aspal beton (hot mix) atau yang setaraf, dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan tidak bermotor.

2. Kelas II B

Jalan kelas II B adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf dimana dalam

komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tanpa kendaraan tidak bermotor.

3. Kelas II C

Jalan kelas II C adalah jalan-jalan raya sekunder dua lajur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor.

c. Kelas III

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah peleburan dengan aspal.

### **2.3. Perencanaan Geometrik Jalan**

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan dan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survei lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku (Shirley L. Hendarsin, 2000).

Secara umum, perencanaan geometrik adalah perencanaan bagian-bagian jalan seperti lebar badan dan bahu jalan, tikungan, drainase, jarak pandang, lereng, celah samping, tikungan vertikal, jalan raya, penggalian dan tumpukan dan kombinasi dari bagian-bagian ini. Tujuan perencanaan geometri jalan adalah untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, pelayanan yang efisien arus lalu lintas dan memaksimalkan tingkat penggunaan atau rasio biaya implementasi ruang. Dasar dalam perencanaan geometrik adalah sifat, gerak, ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang untuk kendaraan yang memenuhi tingkat keselamatan dan kenyamanan yang diharapkan.

Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan/ biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk, dan ukuran jalan dikatakan baik, jika dapat memberkan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan (Silvia Sukirman, 1999).



### 2.3.1. Penentuan Trase

Penentuan lokasi dan perencanaan suatu trase jalan sampai pada batas-batas tertentu sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik dan topografi serta peruntukan lahan yang dilaluinya. 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, walaupun dalam kondisi tertentu dapat diatasi dengan cara tata alir drainase yang baik (Hamirhan Saodang,2010).

Menurut (Diwiryono,1975), pemilihan lintasan trase yang menguntungkan dari sudut biaya adalah pemilihan trase yang menyusuri atau sejajar garis transisi. Namun demikian pemilihan trase seperti tersebut diatas sulit dipertahankan apabila medan yang dihadapi merupakan medan berat, yaitu medan yang terdiri dari pegunungan dan lembah-lembah dengan luas pengukuran topografi yang relatif sempit.

Menurut “Perencanaan Geometrik Jalan Tingkat Dasar” oleh KPUPR penentuan trase jalan yang perlu diperhatikan adalah :

1. Trase jalan dibuat lurus, pendek, sedikit tikungan dan kelandaian seminim mungkin;
2. Trase jalan sebaiknya menjauhi daerah aliran sungai (DAS), bila rencana trase jalan harus memotong sungai diusahakan bentang sungai yang pendek,serta pembuatan jembatan dibuat tegak lurus sungai;
3. Mempertimbangkan besarnya volume galian dan timbunan dalam penyiapan badan jalan;
4. Trase jalan diletakkan pada kondisi tanah dasar sebaiknya mempunyai nilai CBR memenuhi syarat spesifikasi, sehingga keberadaan tanah di lokasi trase jalan yang akan dibuat dapat digunakan untuk pekerjaan galian dan timbunan;
5. Penentuan trase jalan dipertimbangkan kondisi lingkungan, hutan lindung, cagar budaya serta iklim;
6. Penentuan trase jalan dihindari di daerah patahan, tanah rawan longsor, muka air tanah yang tinggi dan intensitas curah hujan yang tinggi.

### 2.3.2. Data Peta Topografi

Menurut “Perencanaan Geometrik Jalan Tingkat Dasar” oleh KPUPR Topografi adalah *study* tentang bentuk permukaan bumi dan obyek lain seperti planet, satelit alam, dalam arti luas topografi tidak hanya mengenai bentuk permukaan tetapi juga pengaruh manusia terhadap lingkungan. Peranan topografi dalam penetapan trase jalan adalah sangat penting, karena akan mempengaruhi penetapan alinyemen, kelandaian jalan, jarak pandang, penampang melintang saluran samping jalan, dan sebagainya.

Pengukuran peta topografi dilakukan pada sepanjang trase jalan rencana. Pekerjaan pengukuran terdiri dari beberapa kegiatan berikut :

1. Pemasangan patok permanen, sementara dan patok pembantu ;
2. Patok permanen dibuat dari beton dipasang setiap jarak 1 km, untuk patok sementara terbuat dari kayu dipasang setiap jarak sesuai dengan kebutuhan, sedangkan untuk patok pembantu dipasang setiap jarak 200 meter ;
3. Patok-patok tersebut dicat, diberi nomor tanggal, bulan dan tahun ;
4. Melaksanakan pengukuran kerangka horizontal dan vertikal peta topografi menggunakan peralatan theodolite dan waterpass ;
5. Melaksanakan pengukuran situasi dan detail topografi dan penampang melintang.

Peta topografi biasanya digunakan oleh lembaga tertentu yang mempunyai kepentingan akan kondisi permukaan bumi. Berikut ini adalah komponen dari peya kontur, yaitu :

1. Judul Peta

Judul diambil dari bagian terbesar wilayah pada satu lembar peta. Judul peta berada diatas peta, akan tetap pada peta buatan koordinasi survei dan pemetaan maka judulnya berada disamping.

2. Legenda Peta

Legenda peta adalah penjelasan dari simbol-simbol yang ada dalam peta. Dengan adanya legenda kita dapat memahami arti yang diwakili dalam sebuah simbol.

### 3. Skala Peta

Hampir seluruh peta dibuat sesuai skala tertentu. Skala merupakan perbandingan gambar dengan kondisi sebenarnya. terdapat dua skala dalam peta, yaitu skala garis dan angka. Umumnya pada peta topografi mencantumkan keduanya.

### 4. Garis Koordinat

Pada peta topografi terdapat jaring-jaring yang terdiri dari garis vertikal dan horizontal. Garis-garis tersebut dinamakan garis koordinat dan terdiri dari dua macam, yaitu koordinati geografis dan koordinat grid 5

### 5. Garis Ketinggian / Kontur

Garis kontur merupakan gambaran dari daerah dengan ketinggian yang sama. Garis ini mirip sidik jari dan tidak pernah memotong satu sama lain.

### 6. Tahun Pembuatan

Peta Terdapat informasi mengenai tahun pembuatan peta yang menunjukkan kapan peta ini dibuat atau diperbaharui.

### 7. Deklinasi

Deklinasi adalah garis keterangan yang menunjukkan beda utara peta dan utara magnetik kompas. Perbedaan ini terjadi karena posisi utara bumi ditunjukkan oleh kutub utara, namun sumbu utara magnet berada di kepulauan dekat dataran Green Land. Bumi juga mengalami pergeseran sekitar 0,02 detik ke timur atau ke barat setiap tahunnya, sehingga arah utara magnetik kompas harus dikonversi dengan arah utara pada peta. Deklinasi akan direvisi setiap 5 tahun sekali dan dicantumkan dalam lembar peta.

### **2.3.3. Data – Data Lalu Lintas**

Menurut Hamirhan Saodang, 2010 yang dimuat dalam buku konstruksi jalan raya bahwa data lalu lintas adalah data utama yang diperlukan dalam perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan pada suatu segmen jalan yang akan ditinjau. Besarnya volume atau arus lalu lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar jalan, pada satu lajur dalam penentuan karakteristik geometrik,

sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau muatan sumbu terberat yang akan berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan.

Data arus lalu lintas merupakan informasi dasar bagi perencanaan dan desain suatu jalan. Data ini dapat mencakup suatu jaringan jalan atau hanya suatu daerah tertentu dengan batasan yang telah ditentukan. Data lalu lintas didapatkan dengan melakukan pendataan kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan, sehingga dari hasil pendataan ini kita dapat mengetahui volume lalu lintas yang melintasi jalan tersebut, namun data volume lalu lintas yang diperoleh dalam suatu kendaraan per jam (kend/jam).

Volume lalu lintas dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (smp), volume lalu lintas dalam smp ini menunjukkan besarnya jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang melintasi jalan tersebut. Dari lalu lintas harian rata-rata yang didapatkan kita dapat merencanakan tebal perkerasan.

Untuk perencanaan teknik jalan baru, survey lalu lintas tidak dapat dilakukan karena belum ada jalan. Akan tetapi untuk menentukan dimensi jalan tersebut diperlukan data jumlah kendaraan. Menurut L.Hendarsin Shirley, 2000 dalam buku perencanaan teknik jalan raya untuk itu hal yang harus dilakukan sebagai berikut :

1. Survei perhitungan lalu lintas dilakukan pada jalan yang sudah ada, yang diperkirakan mempunyai bentuk, kondisi dan keadaan komposisi lalu lintas akan serupa dengan jalan yang direncanakan.
2. Survei asal dan tujuan yang dilakukan pada lokasi yang dianggap tepat dengan cara melakukan wawancara kepada pengguna jalan untuk mendapatkan gambaran rencana jumlah dan komposisi kendaraan pada jalan yang direncanakan.

Untuk menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata pada akhir umur rencana, maka diperlukan faktor laju pertumbuhan lalu lintas ( $i$ ). Jika tidak tersedia data, maka dapat digunakan faktor laju pertumbuhan lalu lintas ( $i$ ) menurut Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017) Nomor 04/SE/Db/2017.

Faktor laju pertumbuhan Lalu Lintas (*i*) pada tahun 2015-2035 dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3. Faktor Laju lalu Lintas (*i*) (%)

	Jawa	Sumatera	kalimantan	Rata – Rata Indonesia
Arteri dan perkantoran	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber : Manual Perkerasan jalan, 2017)

#### 2.3.4. Kriteria Perencanaan Geometrik Jalan

Beberaa parameter perencanaan geometrik dari unsur karakteristik kendaraan sebagai berikut :

a. Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Kendaraan Rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori:

1. Kendaraan Kecil, diwakill oleh mobil penumpang
2. Kendaraan Sedang, diwakill oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as
3. Kendaraan Besar, diwakili oleh truk-semi-traller.

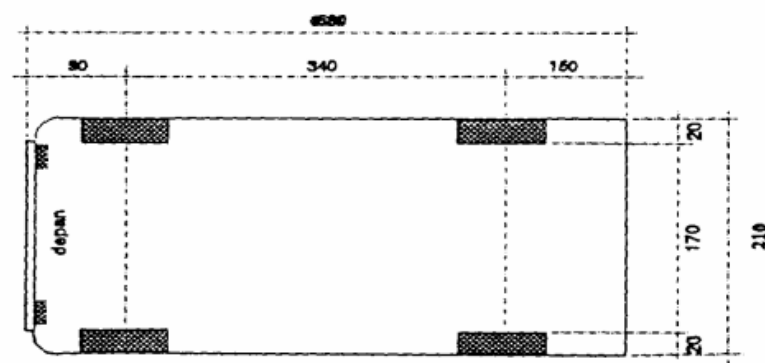
Dimensi dasar untuk masing-masing kategori Kendaraan Rencana ditunjukkan dalam Tabel 2.4 Gambar 2.1 s.d. Gambar 2.6 menampilkan sketsa dimensi kendaraan rencana tersebut.

Tabel 2.4. Dimensi Kendaraan rencana

Kategori Kendaraan rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar (cm)		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Max	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780

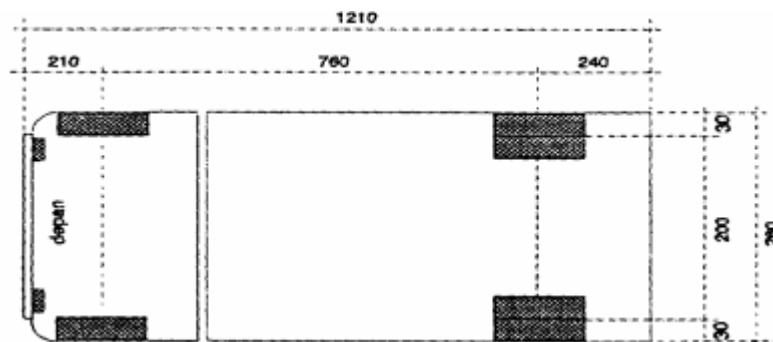
Kategori Kendaraan rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar (cm)		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	Max	
Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

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



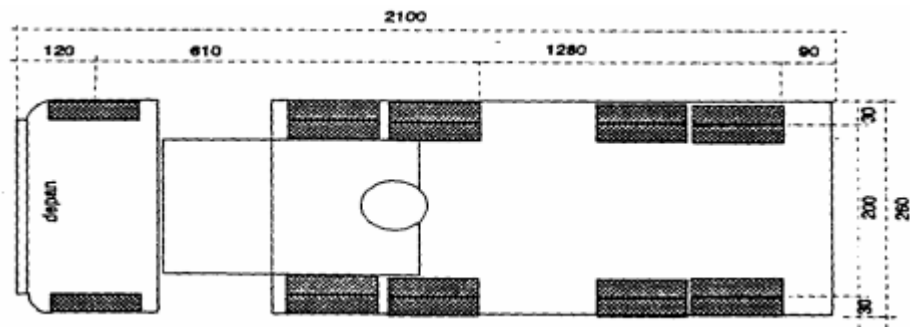
Gambar 2.1. Dimensi Kendaraan Kecil

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

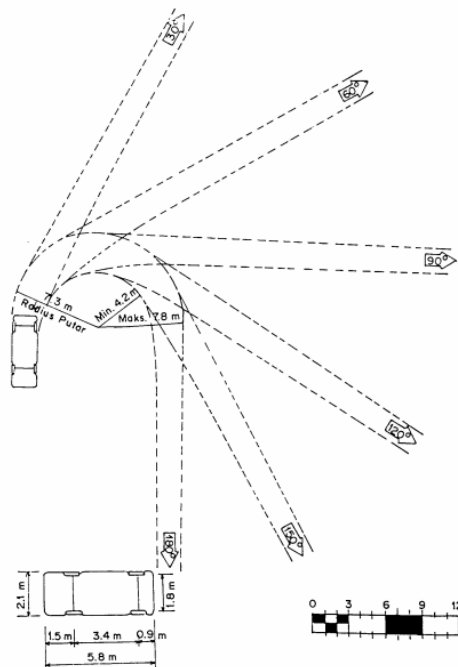


Gambar 2.2. Dimensi Kendaraan Sedang

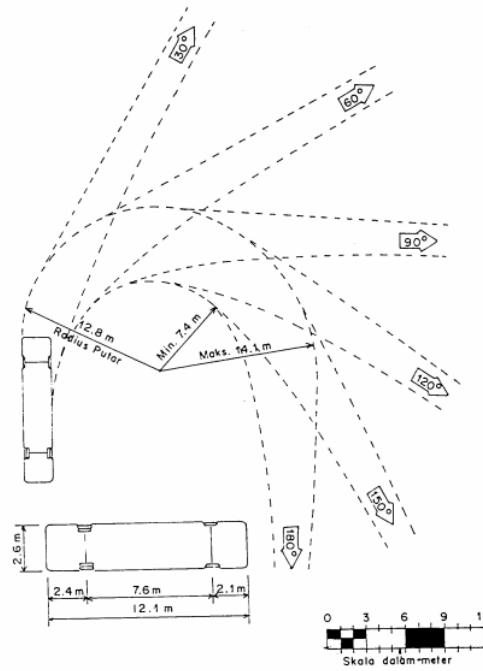
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)



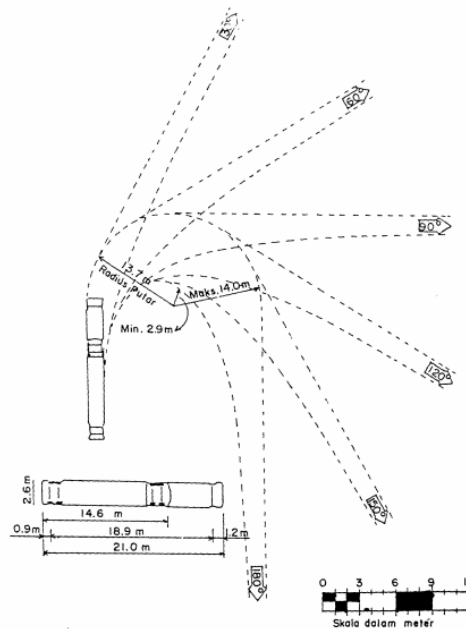
Gambar 2.3. Dimensi Kendaraan Besar  
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)



Gambar 2.4. Jari – Jari Manuver Kendaraan Kecil  
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)



Gambar 2.5. Jari – Jari Manuver Kendaraan Sedang  
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)



Gambar 2.6. Jari – Jari Manuver Kendaraan Besar  
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)



b. Volume Lalu Lintas Rencana

Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari. Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah :

1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal dua jenis yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian rata-rata (LHR). LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari rata-rata selama 1 tahun penuh. (Rekayasa Jalan Raya, 1998).

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas 1 Tahun}}{365 \text{ hari}} \dots\dots\dots (2.1)$$

LHRT dinyatakan dalam SMP/Hari/2 Arah

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

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Selama Pengamatan}}{\text{Lamanya Pengamatan}} \dots\dots\dots (2.2)$$

(Rekayasa Jalan, 1998)

2. Volume Jam Perencanaan (VJP)

Volume Jam Rencana (VJR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus:

$$VJR = VLHR \times K/F \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

K (disebut faktor K) = adalah faktor volume lalu lintas jam sibuk, dan

F (disebut faktor F) = adalah faktor variasi tingkat Ialu lintas per seperempat jam dalam satu jam.

VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajurjalan dan fasilitas Ialu lintas lainnya yang diperlukan. SMP adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, di mana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu EMP. EMP untuk jenis-jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat dalam Tabel 2.5. Detail nilai EMP dapat dilihat pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No.036/TIBM/ 1997

Tabel 2.5. Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP)

No.	Jenis Kendaraan	Datar / Perbukitan	Pegunungan
1.	Sedan, Jeep, Station Wagon.	1,0	1,0
2.	Pick-Up, Bus Kecil, Truck Kecil.	1,2-2,4	1,9-3,5
3.	Bus dan Truck Besar	1,23,0	2,2-6.0

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

Tabel 2.6. Penentuan faktor - K dan Faktor - F berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata.

VLHR	Faktor K (%)	Faktor F (%)
>50000	4 – 6	0,9 – 1
30000 – 50000	6 – 8	0,8 – 1
10000 – 30000	6 – 8	0,8 – 1
5000 – 10000	8 – 10	0,6 – 0,8
1000 – 5000	10 – 12	0,6 – 0,8
<1000	12 – 16	<0,6

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

### 3. Kapasitas (C)

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu lintas

tertentu (Silvia Sukirman, 1999:46). Kapasitas jalan akan menunjukkan jumlah arus lalu lintas yang maksimum dapat melewati penampang tersebut dalam waktu 1 jam sesuai kondisi jalan. Persamaan dasar untuk menghitung kapasitas ruas jalan dalam MKJI (1997) jalan luar kota adalah sebagai berikut:

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

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

C<sub>o</sub> = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC<sub>sp</sub> = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC<sub>sf</sub> = Faktor penyesuaian hambatan samping

Tabel 2.7. Kapasitas Dasar Ruas Jalan

Tipe Jalan	Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar (smp/jam)			Catatan
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan	
Enam atau empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Datar	1,650	1,900	2,300	Per lajur
	Bukit		1,850	2,250	
	Gunung		1,800	2,150	
Empat lajur tak terbagi	Datar	1,500	1,700		Per lajur
	Bukit		1,650		
	Gunung		1,600		
Dua lajur tak terbagi	Datar	2,900	3,100	3,400	Total dua arah
	Bukit		3,000	3,300	
	Gunung		2,900	3,200	

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2.8. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tipe Jalan	Lebar Jalur lalu Lintas Efektif (Cw) (m)	FCw		
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan
Enam atau empat lajur terbagi atau jalan satu arah (6/2D) atau (4/2D)	Per lajur			
	3,00	0,92	0,91	
	3,25	0,96	0,96	0,96
	3,50	1,00	1,00	1,00
	3,75	1,04	1,03	1,03
	4,00			
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	Per lajur			
	3,00	0,91	0,91	
	3,25	0,95	0,96	
	3,50	1,00	1,00	
	3,75	1,05	1,03	
	4,00			
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	Total dua arah			
	5,0	0,56	0,69	
	6,0	0,87	0,91	
	6,5			0,96
	7,0	1,00	1,00	1,00
	7,5			1,04
	8,0	1,14	1,08	
	9,0	1,25	1,15	
	10,0	1,29	1,21	
	11,0	1,34	1,27	

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2.9. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah SP % - %			50 – 50	55 – 45	60 – 40	65 – 35	70 – 30
FCsp	Jalan perkotaan	(2/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
		(4/2)	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94
FCsp	Jalan luar kota	(2/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
		(4/2)	1,00	0,97	0,97	0,92	0,90
FCsp	Jalan bebas hambatan	(2/2)	1,00	0,97	0,94	0,94	0,88

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2.10. Faktor Penyesuaian kapasitas Untuk Hambatan Samping (FCsp)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian hambatan samping untuk jalan dengan bahu (FCsf)			
		Lebar Bahu Rfektif (Ws)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
4/2 UD Atau 2/2/ UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

#### 4. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkar kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut

mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan dasar untuk menentukan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

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

Dimana :

Ds = Derajat Kejenuhan

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

c. 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. VR untuk masing masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari Tabel 2.11. Untuk kondisi medan yang sulit, VR suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 2.11. Kecepatan Rencana (VR) Sesuai Klasifikasi Fungsi Dan Kualifikasi Medan Jalan

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

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

Kecepatan rencana tergantung kepada :

- a. Kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan.
- b. Sifat fisik jalan dan keadaan medan disekitarnya.
- c. Sifat dan tingkat penggunaan daerah.

- d. Cuaca sekitar.
- e. Adanya gangguan dari kendaraan lain.
- f. Batasan kecepatan yang diizinkan

Pemilihan Kecepatan rencana yang semakin tinggi, akan berakibat meningkatnya biaya pembangunan jalan. Peningkatan Biaya pembangunan jalan disebabkan karena beberapa hal sebagai berikut :

1. Diperlukan Radius lengkung horisontal yang semakin besar, sehingga diperlukan pembebasan tanah yang lebih luas.
2. Meningkatnya kecepatan rencana, menuntut kelandaian jalan yang semakin kecil, sehingga diperlukan konstruksi jalan yang khusus misalnya Jembatan atau tunnel.
3. Dampak terhadap elemen bagian jalan seperti Bahu jalan, Lebar lajur lalu lintas, jarak pandang dll, berdampak pada meningkatnya biaya konstruksi.

### **2.3.5. Jarak Pandang**

Keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasinya pada saat mengemudi, sangat tergantung pada jarak yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya. Panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi, disebut jarak pandangan. (Silvia Sukirman, 1999). Jarak pandang berguna untuk :

1. Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki, atau hewan-hewan yang berada pada jalur jalan.
2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur sebelahnya.
3. Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
4. Sebagai pedoman bagi pengatur lalu-lintas dalam menempatkan rambu – rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

Jarak pandang terbagi menjadi dua bagian, yaitu jarak pandang henti ( $J_h$ ) dan jarak pandang mendahului ( $J_d$ )

1. Jarak Pandangan Henti ( $J_h$ )

Jarak pandang henti yaitu jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik disepanjang jalan harus memenuhi  $J_h$ .  $J_h$  diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. Jarak panjang henti terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu :

- a. Jarak tanggap ( $J_{ht}$ ) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.

$$d1 = V \times t \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

- $d1$  = jarak dari saat melihat rintangan sampai menginjak pedal rem (m)
- $V$  = kecepatan rencana (km/jam)
- $t$  = waktu reaksi atau waktu tanggap (2,5 detik)
- $d1 = 0,278 \cdot V \cdot t$  (m)

- b. Jarak pengereman ( $J_{hr}$ ) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi rem menginjak sampai kendaraan berhenti. Syarat untuk menentukan jarak pandang henti minimum dapat dilihat pada Tabel 2.12 berikut ini:

Tabel 2.12. Jarak Pandang Henti ( $J_h$ ) Minimum

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

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

$J_h$  dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$J_h = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2gf} \dots\dots\dots (2.7)$$



Dimana :

- $V_R$  = kecepatan rencana (km/jam)
- $T$  = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik
- $g$  = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det<sup>2</sup>
- $f$  = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35 – 0,55

Persamaan 2.7 disederhanakan menjadi :

$$JB_{hB} = 0,694 VB_{RB} + 0,004 \frac{V_R^2}{F} \dots\dots\dots (2.8)$$

2. Jarak Pandangan Mendahului ( $J_d$ )

Jarak pandang mendahului adalah jarak pandangan yang dibutuhkan untuk dapat menyiap kendaraan lain yang berada pada lajur jalannya dengan menggunakan lajur untuk arah yang berlawanan.

Tabel 2.13. Panjang Minimum Jarak Mendahului

$V_R$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
$J_h$ Min (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

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

Jarak pandang menyiap dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$d_1 = 0,278 \cdot t_1 \cdot \left( v - m + \frac{a \cdot t_1}{2} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

$$d_2 = 0,278 \cdot v \cdot t_2 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$d_3 = \text{diambil } 30 - 100 \text{ cm} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$d_4 = 23 \times d_2 \dots\dots\dots (2.12)$$

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots (2.13)$$

$$d_{min} = 23 \times d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

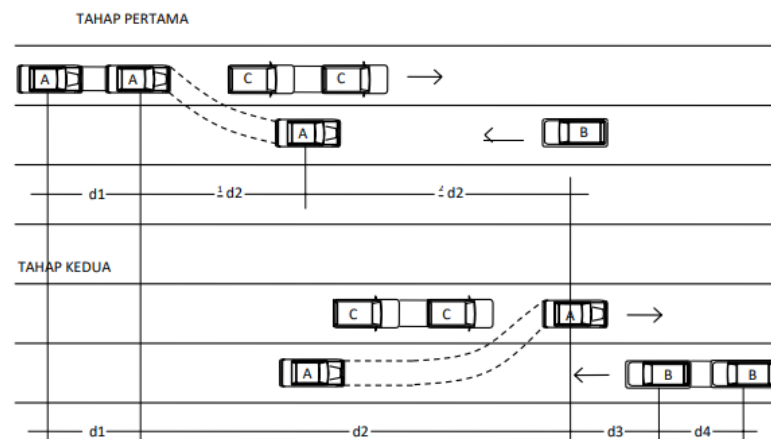
- $t_1$  = Waktu reaksi ( $t_1 = 2.12 + 0.126 \cdot v$ )
- $m$  = Perbedaan kecepatan kendaraan yang menyiap dan disiap = 15 km/jam

- $v$  = Kecepatan rata-rata dianggap sama dengan kecepatan rencana  
 $a$  = Percepatan rata-rata ( $a = 2.052 + 0.0036v$ )  
 $d_2$  = Jarak yang ditempuh kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan  
 $t_2$  = Waktu kendaraan pada lajur kanan ( $t_2 = 6.56 + 0.04 \cdot v$ )

Daerah yang mendahului harus disebar disepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut. Adapun asumsi yang diambil dalam perhitungan adalah :

- Kendaraan yang disalip berjalan dengan kecepatan tetap.
- Sebelum penyiap berada dijalur lawan, ia telah mengurangi kecepatannya selama mengikuti kendaraan yang akan disalip.
- Bila saat penyiapan tiba, penyiap memerlukan waktu berpikir mengenai amannya daerah penyiapan.
- Penyiapan dilakukan dengan “start terlambat” dan bersegerah untuk kembali kejalur semula dengan kecepatan rata-rata 10 mph lebih tinggi dari kendaraan yang disiap.
- Pada waktu kendaraan penyiap telah kembali ke jalur asal, masih ada jarak dengan kendaraan lawan

Gambar proses pergerakan mendahului untuk jarak pandang mendahului dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut ini :



Keterangan :

- A = kendaraan yang mendahului

- B = kendaraan yang berlawanan arah  
 C = kendaraan yang didahului kendaraan A

Gambar 2.7. Proses Gerakan Mendahului (2/2 TB)  
 (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

### 2.3.6. Tingkat Pelayanan Jalan

Lebar dan jumlah lajur yang dibutuhkan tidak dapat direncanakan dengan baik walaupun VJP/LHR telah ditentukan. Hal ini disebabkan oleh karena tingkat kenyamanan dan keamanan yang akan diberikan oleh jalan rencana belum ditentukan. Lebar lajur yang dibutuhkan akan lebih lebar jika pelayanan dari jalan diharapkan lebih tinggi. Kebebasan bergerak yang dirasakan oleh pengemudi akan lebih baik pada jalan-jalan dengan kebebasan samping yang memadai, tetapi hal tersebut tentu saja menuntut daerah manfaat jalan yang lebih lebar pula. (Silvia Sukirman, 1999).

Highway Capacity Manual membagi tingkat pelayanan jalan atas 6 keadaan yaitu :

1. Tingkat pelayanan A dengan ciri-ciri :
  - a. Arus lalulintas bebas tanpa hambatan.
  - b. Volume & kepadatan lalu lintas rendah.
  - c. Kecepatan kendaraan merupakan pilihan pengemudi.
2. Tingkat pelayanan B, dengan ciri-ciri :
  - a. Arus lalulintas stabil.
  - b. Kecepatan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalulintas, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi.
3. Tingkat pelayanan C, dengan ciri-ciri :
  - a. Arus lalulintas masih stabil.
  - b. Kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalulintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkan.
4. Tingkat pelayanan D, dengan ciri-ciri :
  - a. Arus lalulintas sudah mulai tidak stabil.

- b. Perubahan volume lalulintas sangat mempengaruhi besarnya kecepatan perjalanan.
5. Tingkat pelayanan E, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalulintas sudah tidak stabil.
    - b. Volume kira-kira dengan kapasitas.
    - c. Sering terjadi kemacetan.
  6. Tingkat perjalanan F, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalulintas tertahan pada kecepatan rendah.
    - b. Sering terjadi kemacetan dan Arus lalulintas rendah.

### 2.3.7. Daerah Bebas Samping Tikungan

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga  $J_h$  dipenuhi. Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh  $E$  (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan sehingga persyaratan  $J_h$  dipenuhi. (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No. 038/T/BM/1997). Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumusrumus sebagai berikut:

1. Jika  $J_h < L_t$

$$E = R \left\{ 1 - \cos \left( \frac{90^\circ J_h}{\pi R} \right) \right\} \dots \dots \dots (2.15)$$

2. Jika  $J_h > L_t$

$$E = R \left\{ 1 - \cos \left( \frac{90^\circ J_h}{\pi R} \right) \right\} + \frac{1}{2} \{ J_h - L_t \} \sin \left( \frac{90^\circ J_h}{\pi R} \right) \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

- R = Jari jari tikungan (m)
- $J_h$  = Jarak pandang henti (m)
- $L_t$  = Panjang tikungan (m)

### 2.3.8. Menghitung Medan Jalan

Setelah ditentukannya trase jalan, dilakukan perhitungan medan jalan dengan cara menghitung perbandingan persentase tinggi sisi kiri dan kanan trase jalan

dengan jarak antara titik tertentu. Medan jalan rata-rata dibutuhkan untuk menentukan jenis jalan, kecepatan rencana, dan sebagainya.

## **2.4. Bagian – Bagian Jalan**

Jalan itu memiliki bagian-bagian yang sangat penting, bagian-bagian itu dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitu bagian yang berguna untuk lalu lintas, bagian yang berguna untuk drainase jalan, bagian pelengkap jalan, dan bagian konstruksi jalan

2.4.1. Bagian yang berguna untuk lalu lintas terdiri dari:

- a. Jalur lalu lintas
- b. Lajur lalu lintas
- c. Bahu
- d. Trotoar
- e. Median

2.4.2. Bagian yang berguna untuk drainase jalan antara lain:

- a. Saluran samping
- b. Kemiringan melintang
- c. Kemiringan melintang bahu
- d. Kemiringan lereng

2.4.3. Bagian Pelengkap Jalan meliputi:

- a. Kerb
- b. Pengaman Tepi

2.4.4. Bagian konstruksi jalan meliputi:

- a. Lapisan perkerasan jalan
- b. Lapisan pondasi atas
- c. Lapisan pondasi bawah
- d. Lapisan tanah dasar

## **2.5. Penampang Melintang**

Penampang melintang jalan adalah suatu potongan jalan yang tegak lurus pada sumbu jalan yang menunjukkan bentuk serta susunan bagian-bagian jalan yang

bersangkutan dalam arah melintang (Silvia Sukirman, 1999). Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian-bagian jalan. Bagian – bagian jalan yang utama dapat dikelompokkan sebagai berikut :

### **2.5.1. Jalur Dan Lajur Lalu – Lintas**

Jalur lalu lintas (travelled way = carriage way) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (lane) kendaraan.

Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah. Oleh sebab itu, jumlah lajur minimal untuk jalan 2 arah adalah 2 dan pada umumnya disebut sebagai jalan 2 lajur 2 arah.

Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur berikut beberapa jalur lalu lintas :

- a. Pada Jalan Perkotaan :
  1. Jalan dua-lajur dua-arah (2/2 UD).
  2. Jalan empat-lajur dua-arah.
    - a. Tak-terbagi (tanpa median) (4/2 UD).
    - b. Terbagi (dengan median) (4/2 D).
  3. Jalan enam-laju dua-arah terbagi (6/2 D).
  4. Jalan satu-arah (1-3/1)
- b. Pada Jalan Luar Kota :
  1. Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2UD)
  2. Jalan empat-lajur dua-arah
    - a. Tak terbagi ( tanpa median) ( 4/2 UD).
    - b. Terbagi ( dgn Median) (4/2 D)
  3. Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)

Jumlah jalur yang dibutuhkan untuk memenuhi persyaratan rencana volume lalu lintas harian ditentukan seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.14. Jumlah Jalur Lalu Lintas

VLHR (smp/hr)	Medan	Fungsi	Lajur
$\geq 138.000$	D, B	Jalan Arteri	6
$36.000 \leq 138.000$			4
$< 36.000$			2
$\geq 156.000$	G		6
$41.000 \leq 156.000$			4
$< 41.000$			2
$\geq 36.000$	D, B	Jalan Kolektor	4
$\leq 36.000$			2
$\geq 41.000$			4
$\leq 41.000$	G		2

(Sumber : SSPGJLK, 1990)

Lebar jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya. Tabel 2.15 menunjukkan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR-nya. Lebar jalur minimum adalah 4.5 meter, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan. Papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu-waktu dapat menggunakan bahu jalan. (Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota, 1997).

Tabel 2.15. Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

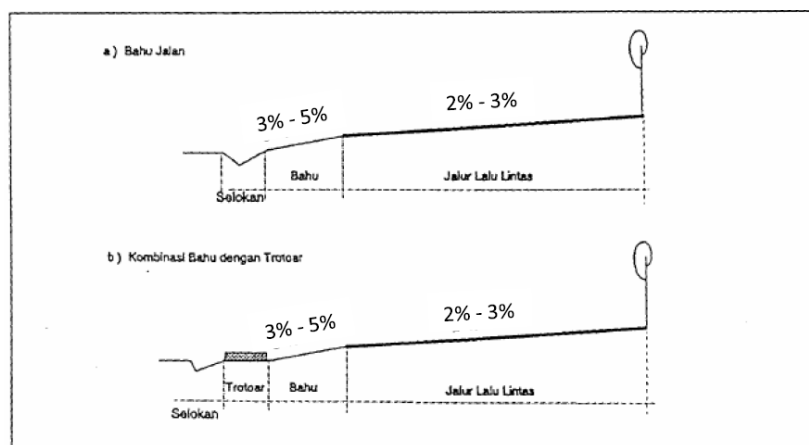
VLHR (smp/hari)	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
$< 3.000$	6	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7	2,0	6	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,0	6,0	1,0
10.000-25.000	7	2,0	7	2,0	7,0	2,0	**)	**)	-	-	-	-
$> 25.000$	$2n \times 3,5^*$	2,5	$2 \times 7^*$	2,0	$2n \times 3,5^*$	2,0	**)	**)	-		-	-

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

### 2.5.2. Bahu Jalan

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997. Bahu jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras, kemiringan bahu jalan normal antara 3 – 5 %, berikut beberapa fungsi dari bahu jalan diantaranya sebagai berikut :

1. Lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan atau tempat parkir darurat ;
2. Ruang bebas samping bagi lalu lintas; dan
3. Penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas.
- 4.



Gambar 2.8. Bahu Jalan

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

Berdasarkan tipe perkerasannya, bahu jalan dapat dibedakan atas :

1. Bahu yang tidak diperkeras, yaitu bahu yang hanya dibuat dari material perkerasan jalan tanpa bahan pengikat. Biasanya digunakan material agregat bercampur sedikit lempung. Bahu yang tidak diperkeras ini dipergunakan untuk daerah-daerah yang tidak begitu penting, dimana kendaraan yang berhenti dan mempergunakan bahu tidak begitu banyak jumlahnya.
2. Bahu yang diperkeras, yaitu bahu yang dibuat dengan mempergunakan bahan pengikat sehingga lapisan tersebut lebih kedap air dibandingkan dengan bahu yang tidak diperkeras. Bahu jenis ini dipergunakan, untuk jalan-jalan dimana kendaraan yang akan berhenti dan memakai bagian tersebut besar jumlahnya,



seperti di sepanjang jalan tol, di sepanjang jalan arteri yang melintasi kota, dan di tikungan-tikungan yang tajam.

Dilihat dari letaknya bahu terhadap arah arus lalu lintas, maka bahu jalan dapat dibedakan atas :

1. Bahu kiri/bahu luar (*left shoulder/outer shoulder*), adalah bahu yang terletak di tepi sebelah kiri dari jalur lalu lintas.
2. Bahu kanan/bahu dalam (*rightlinner shoulder*), adalah bahu yang terletak di tepi sebelah kanan dari jalur lalu lintas.

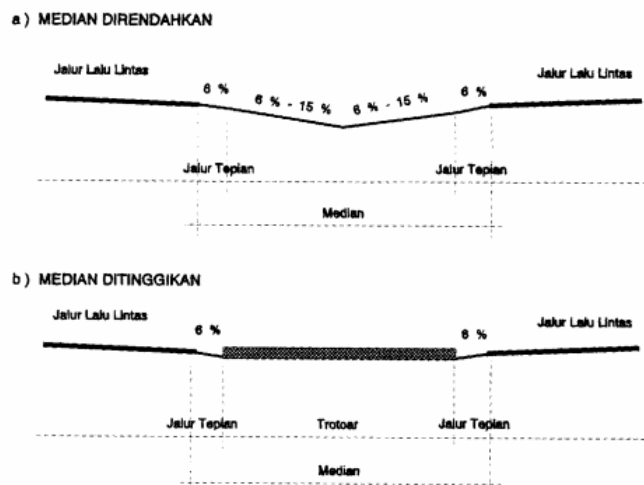
### **2.5.3. Median**

Median adalah bagian bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997). Jalan raya 2 arah yang mempunyai 4 jalur atau lebih harus mempunyai median. Fungsi utama median adalah untuk memisahkan dua jurusan arus lalu lintas demi keamanan, dengan demikian memungkinkan kecepatan yang tinggi, guna membatasi belokan U agar lalu lintas lancar, untuk membentuk jalur belok kanan pada persimpangan dan untuk mengurangi sorotan lampu, selain itu berikut beberapa fungsi median diantaranya sebagai berikut :

1. Memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah;
2. Ruang lapak tunggu penyeberang jalan;
3. Penempatan fasilitas jalan;
4. Tempat prasarana kerja sementara;
5. Penghijauan;
6. Tempat berhenti darurat (jika cukup luas);
7. Cadangan lajur (jika cukup luas); dan
8. Mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan.

Median dapat dibedakan atas :

1. Median direndahkan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang direndahkan.
2. Median ditinggikan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang ditinggikan.



Gambar 2.9. Median Direndahkan Dan Ditinggikan  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)

Tabel 2.16 Lebar Minimum Median

Bentuk Median	Lebar Minimum (m)
Median Ditinggikan	2,0
Median Direndahkan	7,0

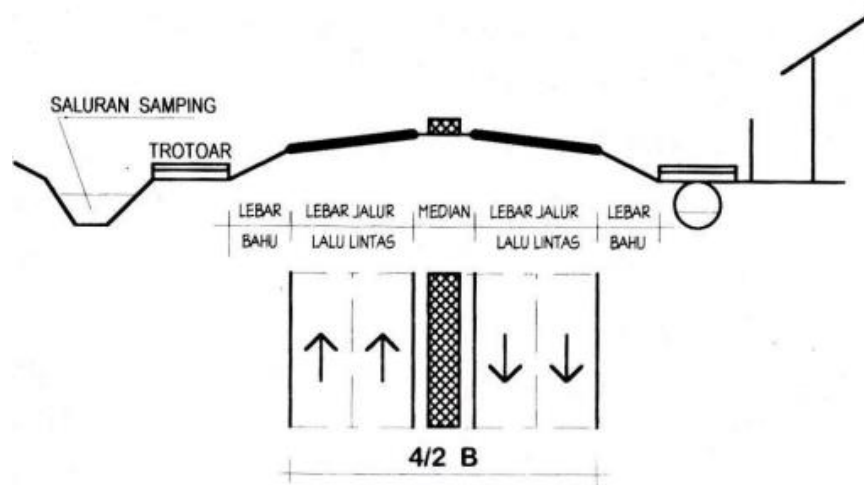
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)

#### 2.5.4. Trotoar Atau Jalur Pejalan Kaki

Trotoar tidak dibutuhkan pada jalan raya diluar kota jika lalu lintas dan kepadatan penduduk rendah. Sebagian bahu jalan dapat menggantikan fungsi trotoar. Trotoar berfungsi memisahkan pejalan kaki dari jalur lalu lintas kendaraan guna menjamin keselamatan pejalan kaki dan kelancaran lalu lintas. Jika volume lalu lintas atau jumlah pejalan kaki lebih tinggi, maka harus dipakai bahu jalan yang lebih lebar. Lebar trotoar tergantung pada kondisi, dan sebaiknya selebar 3,0 m.

#### 2.5.5. Daerah Pembebasan

Daerah pembebasan adalah daerah yang disediakan untuk keperluan jalan dan perlengkapannya.



Gambar 2.10. Penampang Jalan

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

Ada beberapa istilah dalam penampang melintang jalan:

1. Daerah Milik Jalan (DAMIJA) adalah seluruh daerah manfaat jalan berikut jalur tertentu di luar daerah manfaat jalan tersebut yang ditujukan untuk memenuhi kondisi ruang bagi pemanfaat jalan.
2. Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA) adalah meliputi seluruh jalur lalu lintas (badan jalan, saluran tepi dan ambang pemangaman).
3. Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA) ditujukan untuk penjagaan terhadap terhalangnya pandangan pengemudi bermotor dan untuk konstruksi jalan, jika ruang daerah milik jalan tidak mencukupi.

## 2.6. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah kumpulan titik-titik yang membentuk garis (lurus dan lengkung) sebagai proyeksi sumbu atau as jalan pada bidang horizontal. Rencana alinyemen horizontal pada peta perencanaan juga dikenal sebagai Trase jalan. Aspek-aspek penting pada alinyemen horizontal mencakup :

1. Gaya sentrifugal.
2. Bentuk-bentuk busur peralihan.
3. Bentuk-bentuk tikungan.
4. Diagram superelevasi.

5. Pelebaran perkerasan pada tikungan.
6. Jarak pandang pada tikungan.

Menurut tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota (1997), Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung disebut juga tikungan. Perencanaan geometrik pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan  $V_R$ . Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan. Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai  $V_R$ ). Panjang bagian lurus dapat ditetapkan dari Tabel 2.17 berikut ini :

Tabel 2.17. Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maximum		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

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

### 2.6.1. Penentuan Trase Jalan

Dalam penentuan jalan harus ditentukan trase jalan yang harus ditetapkan sedemikian rupa, agar dapat memberikan pelayanan yang baik sesuai dengan fungsinya, serta mendapatkan keamanan dan kenyamanan bagi pemakainya. Perencanaan trase jalan sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik dan topografi, serta peruntukan lahan yang dilaluinya.

Dalam kondisi normal, penentuan trase jalan sekaligus pemetaannya di lapangan, tidak terlalu banyak memerlukan perbaikan-perbaikan tanah, sehingga hanya terbatas pada pekerjaan galian dan timbunan.

Untuk membuat trase jalan yang baik dan ideal, maka harus memperhatikan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Syarat ekonomis

Dalam perencanaan yang menyangkut syarat-syarat ekonomis yaitu :

- a. Penarikan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga dapat menghemat biaya dalam pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan nantinya
- b. Penyediaan material dan tenaga kerja yang diharapkan tidak terlalu jauh dari lokasi proyek sehingga dapat menekan biaya.

2. Syarat teknis

Tujuan dari syarat teknis ini adalah untuk mendapatkan jalan yang dapat memberikan rasa keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan tersebut. Oleh karena itu perlu diperhatikan keadaan topografi tersebut, sehingga dapat dicapai perencanaan yang baik sesuai dengan keadaan daerah tersebut.

### 2.6.2. Jari – Jari Minimum

Perencanaan alinyemen horizontal radius tikungsn dipengaruhi oleh nilai  $e$  dan  $f$  serta nilai kecepatan rencana yang ditetapkan. Artinya terdapat nilai radius minimum untuk nilai superelevasi maksimum dan koefisien gesekan melintang maksimum.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 \times (e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dengan :

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

$V$  = kecepatan kendaraan (Km/Jam)

$e_{maks}$  = superelevasi maksimum (%)

$f$  = koefisien gesekan melintang

Untuk superelevasi maksimum 8% dan 10% serta untuk koefisien gesekan melintang maksimum sehubungan dengan nilai kecepatan rencana yang dipilih, lihat pada tabel 2.18. dibawah ini :

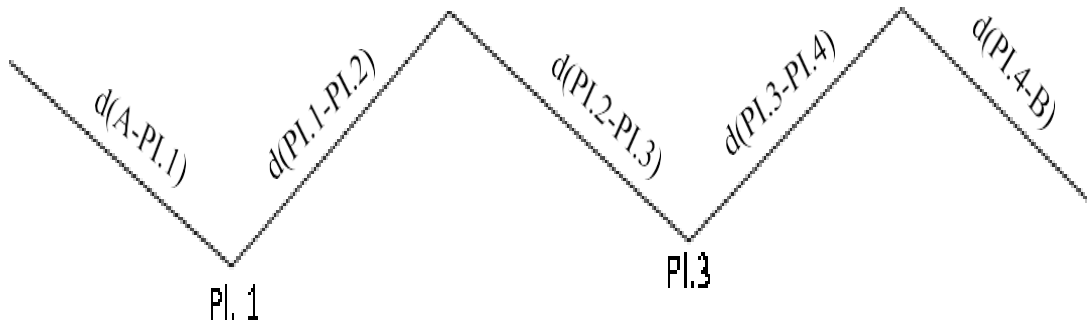
Tabel 2.18. Besarnya  $R$  Minimum Dan  $D$  Maksimum Untuk Beberapa Kecepatan Rencana

Kecepatan Rencana Km/Jam	e Maks $m/m^3$	$f_{maks}$	$R_{min}$ (m) (Perhitungan)	$R_{min}$ Desain	$D_{maks}$ Desain ( $^{\circ}$ )
40	0,10	0,166	47,363	47	30,48
	0,08		51,213	51	28,09
50	0,10	0,160	75,858	76	18,85
	0,08		82,192	82	17,47
60	0,10	0,153	112,011	112	12,79
	0,08		121,659	122	11,74
70	0,10	0,147	156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43
80	0,10	0,140	209,974	210	6,82
	0,08		229,062	229	6,25
90	0,10	0,128	280,350	280	5,12
	0,08		307,371	307	4,67
100	0,10	0,115	366,233	366	3,91
	0,08		403,796	404	3,55
110	0,10	0,103	470,497	470	3,05
	0,08		522,058	522	2,74
120	0,10	0,090	596,768	597	2,40
	0,08		666,975	667	2,15

(Sumber : Bina Marga,1997)

### 2.6.3. Menentukan Koordinat Titik Dan Jarak

Penentuan titik-titik penting yang diperoleh dari pemilihan rencana alinyemen horizontal. Gambar koordinat dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut ini:



Gambar 2.11. Penentuan Koordinat dan Jarak  
 (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)

Titik penting yang perlu ditentukan koordinatnya adalah:

- a. Titik awal proyek dengan simbol A,
- b. Titik PI.1, PI.2, ..... PI.n sebagai titik potong dari kedua bagian lurus rencana alinyemen horizontal
- c. Titik akhir proyek dengan simbol B.

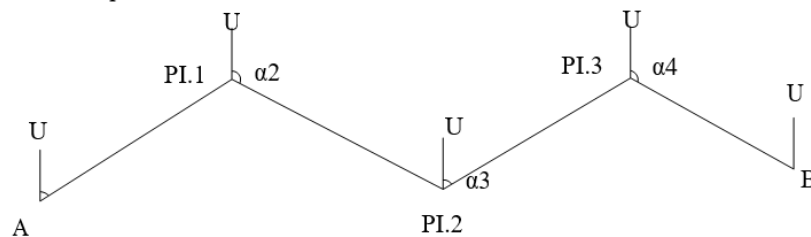
Rumus yang dipakai untuk menghitung jarak adalah :

$$d = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

- d = Jarak titik A ke titik PI.1
- X<sub>2</sub> = Koordinat titik PI.1 pada sumbu X
- X<sub>1</sub> = Koordinat titik A pada sumbu X
- Y<sub>2</sub> = Koordinat titik PI.1 pada sumbu Y
- Y<sub>1</sub> = Koordinat titik A pada sumbu Y

**2.6.4. Menentukan Sudut Jurusan ( $\alpha$ ) dan Sudut *Bearing* ( $\Delta$ )**



Gambar 2.12. Penentuan sudut jurusan antara dua tangen  
 (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)

Dalam perencanaan suatu geometrik kita perlu menghitung berapa nilai sudut antara dua tangen ( $\Delta$ ) yang kemudian digunakan untuk perhitungan tikungan. Untuk menghitung nilai delta, terlebih dahulu kita harus mencari nilai alfa dengan rumus :

$$\alpha_1 = \text{arc tan} \left( \frac{X_b - X_a}{Y_a - Y_b} \right) \dots\dots\dots (2.19)$$

$$\Delta_1 = \alpha_2 \pm \alpha_1 \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

$\alpha_1$  = Sudut jurusan

$\Delta_1$  = Sudut azimuth

$X_a/Y_a$  = Koordinat pada titik awal garis tangen

$X_b/Y_b$  = Koordinat pada titik akhir/perpotongan garis tangen

**2.6.5. Tikungan Dan Bentuk – Bentuk Tikungan**

**1. Tikungan**

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan, di mana terdapat gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal ini mendorong kendaraan secara radial keluar jalur dan menyebabkan kendaraan tidak stabil. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan perlu mempertimbangkan hal-hal berikut :

1. Jari-Jari Lengkung Minimum

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu ditentukan jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum 10%. Nilai panjang jari - jari minimum dapat dilihat pada Tabel 2.19. berikut ini :

Tabel 2.19 Panjang jari-jari minimum untuk  $e_{maks} = 10\%$

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	600	370	280	110	80	50	30	15

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



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

$$R_{\min} = \frac{v^2}{127 (e_{\text{maks}} + f_{\text{maks}})} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

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

$V$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$e_{\text{maks}}$  = Superelevasi maksimum

$f_{\text{maks}}$  = Koefisien maksimum

### 2. Batas tikungan tanpa kemiringan

Kemiringan jalan adalah fungsi dari ketajaman tikungan. Untuk tikungan-tikungan yang tumpul karena kecilnya kemiringan yang diperlukan, dapat saja tidak diadakan kemiringan. Untuk jari-jari yang di ijinakan tanpa adanya superelevasi dapat dilihat pada Tabel 2.20 berikut ini:

Tabel 2.20 Jari-jari yang diizinkan tanpa superlevasi (lengkung peralihan)

Kecepatan Rencana $V_r$ (Km/Jam)	R (m)
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan antar kota No. 38/T/BM/1997)

### 3. Lengkung peralihan

Menurut Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota (1997), Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap  $R$ ; berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus ( $R$  tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap  $R$  sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Panjang lengkung peralihan ( $L$ ) ditetapkan atas pertimbangan bahwa:

- a. Lama waktu perjalanan di lengkung peralihan perlu dibatasi untuk menghindari kesan perubahan alinyemen yang mendadak, ditetapkan 3 detik (pada kecepatan  $V_R$ );
- b. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman; dan
- c. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan ( $r_e$ ) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui  $r_{e-max}$  yang ditetapkan sebagai berikut:  
 untuk  $V_R \leq 70$  km/jam,  $r_{e-max} = 0.035$  m/m/detik  
 untuk  $V_R \geq 80$  km/jam,  $r_{e-max} = 0.025$  m/m/detik

Adapun nilai yang diambil adalah :

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintas lengkung peralihan, maka panjang lengkung:

$$L_s = \frac{V_R}{3.6} T \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.22)$$

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus sebagai berikut

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c \cdot C} - 2,272 \frac{V_R - e}{C} \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.23)$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{V_R}{3.6 R_e} V R \text{ (m)} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

T = Waktu tempuh pada lengkung peralihan, ditetapkan 3 detik

$V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)

E = Superelevasi

C = Perubahan percepatan diambil 0,3 – 1,0 disarankan 0,4m/det<sup>2</sup>

R = Jari-jari busur lingkaran (m)

$e_m$  = Superelevasi maksimum

$e_n$  = Superelevasi normal

$r_e$  = Tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan

Tabel 2.21 Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

$V_R$ (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
$R_{\min}$ (m)	25000	1500	900	500	350	250	130	60

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

## 2. Bentuk Bentuk Tikungan

Terdapat 3 Jenis Tikungan, yaitu :

### 1. Tikungan *Full Circle* (FC)

Jenis tikungan *full circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengendara dan kendaraannya, Hanya lengkung dengan *radius* yang besar yang diperbolehkan menggunakan desain lengkung ini. Hal ini didasarkan pada kebutuhan agar keselamatan dan kenikmatan pemakai jalan dapat terpenuhi walaupun dalam kecepatan kendaraan yang tinggi.

Lengkung ini hanya dapat digunakan pada desain dengan *Radius* yang besar dengan superelevasi yang dibutuhkan  $\leq 3\%$ .

Tabel 2.22 Jari-jari yang tidak memerlukan lengkung peralihan

VR (Km/h)	100	90	80	70	60	50	40	30
Fmax	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
Rmin (m)	435	335	250	195	135	90	55	30

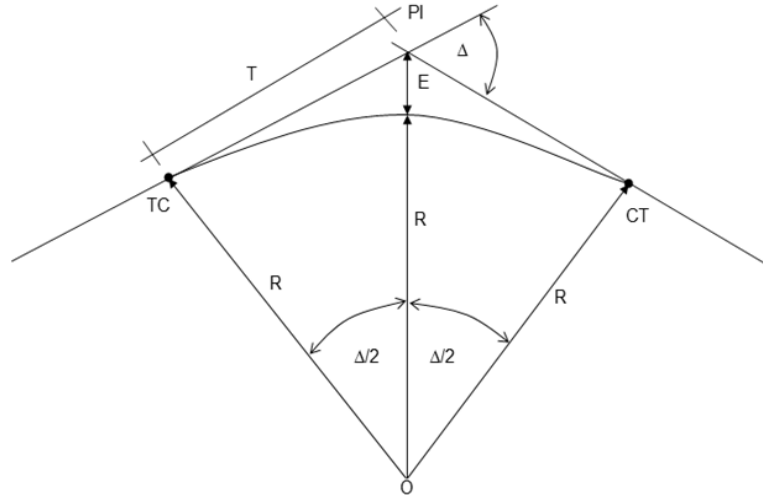
(Sumber : RSNI Geometrik Jalan Perkotaan No. T/14/2004)

Adapun Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan tikungan *full circle*, rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \cdot 2\pi R \dots\dots\dots(2.25)$$

$$Tc = R \cdot tg \frac{1}{2} \cdot \Delta \dots\dots\dots(2.26)$$

$$Ec = Tc \cdot \tan \frac{\Delta}{4} \dots \dots \dots (2.27)$$



Gambar 2.13. Bentuk Tikungan *Full Circle (FC)*  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Keterangan Gambar:

- PI = *Point of intersection*  
 Rc = Jari-jari *circle* (m)  
 Δ = Sudut *tangen*  
 TC = *Tangent circle*, titik perubahan dari *Tangent* ke *Circle*  
 CT = *Circle tangent*, titik perubahan dari *Circle* ke *Tangent*  
 T = Jarak antara TC dan PI atau sebaliknya PI dan CT (m)  
 Lc = Panjang bagian lengkung *circle* (m)  
 E = Jarak PI ke lengkung *circle* (m)

## 2. Tikungan *Spiral - Circle - Spiral (SCS)*

Gambar dibawah ini menunjukkan lengkung *Spiral - Circle - Spiral (SCS)*. Lengkung TS-SC adalah lengkung peralihan berbentuk spiral yang menghubungkan bagian lurus dengan bagian radius tak berhingga diawal spiral dan bagian berbentuk lingkaran dengan *radius* = Rc diakhir spiral. Titik TS adalah titik peralihan bagian lurus ke bagian berbentuk spiral dan titik SC adalah peralihan bagian spiral ke bagian lingkaran.

Adapun jari-jari yang akan digunakan untuk tikungan *Spiral - Circle - Spiral* (SCS) adalah sebagai berikut :

1. Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10
2. Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08

Adapun Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *Spiral - Circle - Spiral* (SCS) adalah sebagai berikut :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 (e_{max} + f_m)} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$D_{max} = \frac{1432,4}{R_{min}}; D^2 = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots(2.29)$$

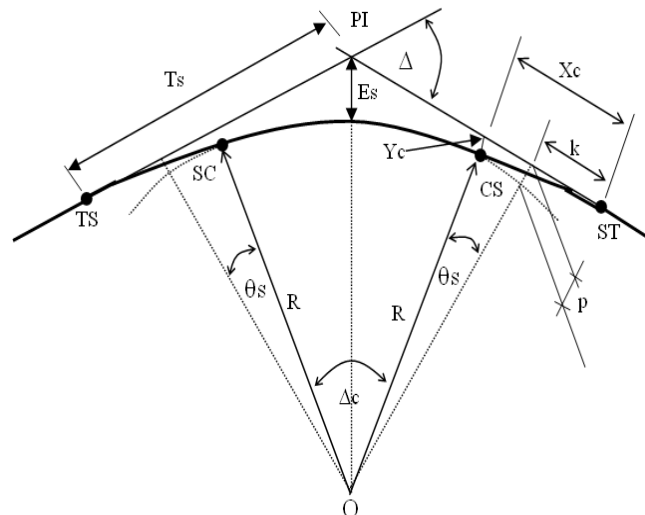
$$e = -\frac{e_{max}}{D^2_{max}} D^2 + \frac{2e_{max}}{D_{max}} D \dots\dots\dots(2.30)$$

Untuk menghitung Panjang Lengkung Peralihan menggunakan Rumus sebagai berikut :

$$L_s = \frac{v}{3,6} T \dots\dots\dots(2.31)$$

$$L_s = 0,022 \frac{v^3}{R c} - 2,727 \frac{v x e}{c} \dots\dots\dots(2.32)$$

$$L_s = \frac{(em - en)}{3,6 \tau e} T \dots\dots\dots(2.33)$$



Gambar 2.14. Bentuk *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)  
 (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \dots\dots\dots(2.34)$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s \dots\dots\dots(2.35)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R^2} - R \sin \theta_s \dots\dots\dots(2.36)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots(2.37)$$

$$L = L_c + 2 L_s \dots\dots\dots(2.38)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^3}{40 R^2}\right) \dots\dots\dots(2.39)$$

$$E_s = (Rc + p) \sec \frac{\Delta}{2} - Rc \dots\dots\dots(2.40)$$

$$T_s = (R + P) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots(2.41)$$

$$L_c = \frac{\Delta c}{180} \pi R \dots\dots\dots(2.42)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R} \dots\dots\dots(2.43)$$

Dimana:

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

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

$L_s$  = Panjang lengkung peralihan (jarak TS-SC atau CS-ST)(m)

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

$E_s$  = Jarak dari PI ke pucuk busur lingkaran,(m)

$\Delta$  = Sudut tikungan, (°)

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

$R$  = Jari-jari tikungan,(m)

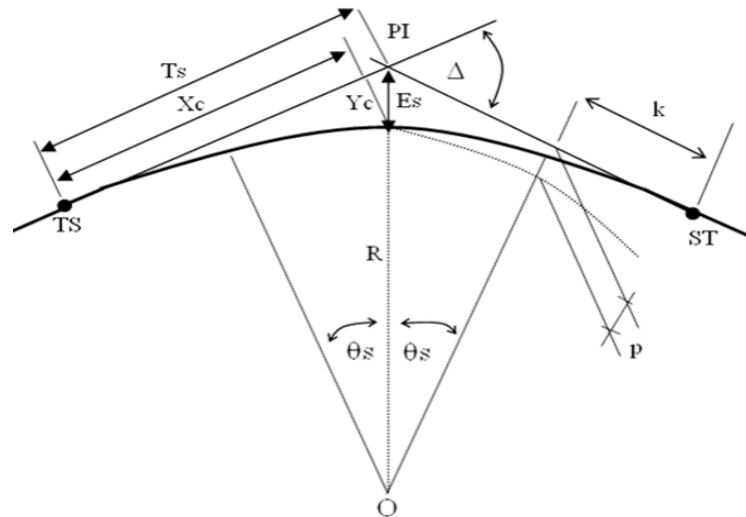
$\theta_s$  = Sudut lengkung *spiral*, (°)

$\Delta C$  = Sudut lengkung *circle*, (°)

### 3. Tikungan *Spiral - Spiral* (SS)

Lengkung horizontal berbentuk *Spiral - Spiral* adalah lengkung tanpa busur lingkaran sehingga titik SC berimpit dengan titik CS. Jari-jari  $R_c$  yang dipilih harus sedemikian rupa sehingga  $L_s$  yang dibutuhkan lebih besar dari  $L_s$  yang dihasilkan

landai relative yang disyaratkan. Lengkung *Spiral - Spiral* merupakan tikungan yang kurang baik sebab tidak ada jarak yang tertentu dalam masa tikungan yang sama miringnya.



Gambar 2.15. Bentuk *Spiral - Spiral (SS)*  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Adapun Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *Spiral - Circle - Spiral* (SCS) adalah sebagai berikut :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 (e_{max} + f_m)} \dots\dots\dots (2.44)$$

$$D_{max} = \frac{1432,4}{R_{min}}; D^2 = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots (2.45)$$

$$e = -\frac{e_{max}}{D^2_{max}} D^2 + \frac{2e_{max}}{D_{max}} D \dots\dots\dots (2.46)$$

$$L_s = \frac{2\pi R}{360} 2\theta_s \text{ atau } L_s = \frac{\theta_s R}{28,648} \dots\dots\dots (2.47)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots (2.48)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - Rc (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.49)$$

$$L_{tot} = 2 L_s \dots\dots\dots (2.50)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{40 Rc^2} - Rc \sin \theta_s \dots\dots\dots (2.51)$$

$$L_c = 0 \dots\dots\dots (2.52)$$

$$E_s = (R + p) \sec \frac{\Delta}{2} - Rc \dots\dots\dots (2.53)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.54)$$

$$L_{tot} = 2 L_s \dots\dots\dots (2.55)$$

Dimana:

Ts = Jarak antara PI dan TS

Ls = Panjang bagian lengkung *spiral*

E = Jarak PI ke lengkung *spiral*

$\Delta$  = Sudut pertemuan antara tangent utama

$\theta_s$  = Sudut *spiral*

TS = Tangent *Spiral*, titik awal *spiral* (dari Tangent ke *Spiral*)

ST = *Spiral* tangent, titik perubahan dari *spiral* ke tangent

Rc = Jari-jari *circle* (m)

Dimana  $k^*$ ,  $P^*$  dapat dilihat pada tabel untuk  $L_s = 1$

Tabel 2.23. Tabel P dan K untuk  $L_s = 1$

Qs (°)	p*	k*	Qs (°)	p*	k*	Qs (°)	p*	k*
0,5	0,00073	0,5	14	0,02067	0,49899	27,5	0,04228	0,49594
1,0	0,00145	0,49999	14,5	0,02143	0,49892	28	0,04314	0,49578
1,5	0,00218	0,49999	15	0,02219	0,49884	28,5	0,04399	0,49562
2,0	0,00291	0,49998	15,5	0,02296	0,49876	29	0,04486	0,49546
2,5	0,00364	0,49997	16	0,02372	0,49868	29,5	0,04572	0,49529
3,0	0,00437	0,49995	16,5	0,02449	0,49859	30	0,0466	0,49512
3,5	0,0051	0,49994	17	0,02527	0,4985	30,5	0,04747	0,49494
4,0	0,00582	0,49992	17,5	0,02604	0,49841	31	0,04836	0,49477
4,5	0,00656	0,4999	18	0,02682	0,49831	31,5	0,04924	0,49458
5,0	0,00729	0,49987	18,5	0,02761	0,49822	32	0,05013	0,4944
5,5	0,00802	0,49985	19	0,02839	0,49812	32,5	0,05151	0,49421
6,0	0,00948	0,49982	19,5	0,02918	0,49801	33	0,05193	0,49402
6,5	0,01022	0,49978	20	0,02997	0,49791	33,5	0,05284	0,49382
7,0	0,01022	0,49975	20,5	0,03077	0,4978	34	0,05375	0,49362

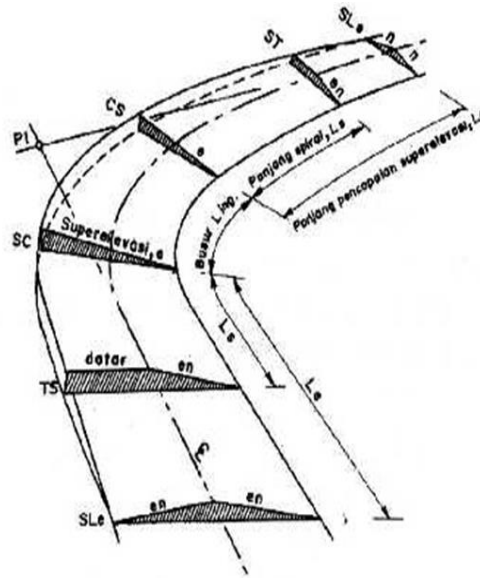


Qs (°)	p*	k*	Qs (°)	p*	k*	Qs (°)	p*	k*
7,5	0,01096	0,49971	21	0,03156	0,49769	34,5	0,05467	0,49341
8,0	0,01169	0,49974	21,5	0,03237	0,49757	35	0,0556	0,49321
8,5	0,01243	0,49931	22	0,03317	0,49745	35,5	0,05625	0,49299
9,0	0,01317	0,49959	22,5	0,03398	0,49733	36	0,05746	0,49278
9,5	0,01391	0,49954	23	0,03479	0,49721	36,5	0,0584	0,49256
10,0	0,01466	0,49949	23,5	0,03561	0,49708	37	0,05935	0,49233
10,5	0,0154	0,49944	24	0,03643	0,49695	37,5	0,0603	0,4921
11,0	0,01615	0,49938	24,5	0,03725	0,49681	38	0,06126	0,49187
11,5	0,01689	0,49932	25	0,03808	0,49668	38,5	0,06222	0,49163
12,0	0,01764	0,49926	25,5	0,03891	0,49654	39	0,06319	0,49139
12,5	0,0184	0,4992	26	0,03975	0,49639	39,5	0,06417	0,49115
13,0	0,01915	0,49913	26,5	0,04059	0,49625	40	0,06515	0,4909
13,5	0,01991	0,49906	27	0,04143	0,49609			

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

### 2.6.6. Landai Relatif

Landai relatif adalah besarnya kelandaian akibat perbedaan elevasi tepi perkerasan sebelah luar sepanjang lengkung peralihan. Perbedaan elevasi dalam hal ini hanya berdasarkan tinjauan atas perubahan bentuk penampang melintang jalan dan belum diperhitungkan terhadap gabungan dari perbedaan elevasi akibat kelandaian vertikal jalan. Agar pengemudi tidak merasakan perubahan yang mendadak pada saat manuver kendaraan terhadap tepi luar perkerasan, maka besarnya landai relatif yang digunakan pada tahap perencanaan mempunyai batas maksimum seperti pada table dibawah ini. Pada Tabel dibawah ditunjukkan Landai Relatif Maksimum yang ditetapkan oleh Bina Marga dan AASHTO. Besarnya landai relatif maksimum dipengaruhi oleh kecepatan dan tingkah laku pengemudi.



Gambar 2.16. Landai Relatif

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

Tabel 2.24. Besarnya Landai Relatif Menurut Bina Marga (1994) Dan AASHTO (2004)

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Kelandaian Maksimum	
	Bina Marga (Luar Kota 1994)	AASHTO 2004
20	1/50	1/125
30	1/75	1/133
40	1/100	1/143
50	1/115	1/154
60	1/125	1/167
70		1/182
80	1/150	1/200
90		1/213
100		1/227
110		1/244
120		1/263
130		1/286

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

Dimana :

$L_r$  = landai relatif, %

$L_s$  = panjang lengkung peralihan, m

$L_e$  = panjang lengkung pencapaian

$E$  = superelevasi, m

$B$  = lebar lajur 1 arah untuk jalan 2 lajur 2 arah,  $e$  = superelevasi, %

$E_n$  = kemiringan melintang normal, %

$H_s$  = perbedaan elevasi perkerasan sebelah luar sepanjang  $L_s$ , m

$h_e$  = perbedaan elevasi perkerasan sebelah luar sepanjang  $L_e$ , m

### 2.6.7. Diagram Superelevasi

Berdasarkan Pedoman 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  $V_R$ . 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  $V_R$ . Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10%. Pencapaian 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.
- d. Pada tikungan S-S, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral.

Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan jalan pada bagian tertentu yang berfungsi untuk mempermudah dalam 42 pekerjaan atau pelaksanaan di lapangan. Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan normal ( $e_n$ ) pada jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung. Pada tikungan Full Circle (FC) karena lengkung hanya berbentuk busur lingkaran saja, maka pencapaian superelevasi dilakukan sebagian pada jalan lurus dan sebagian lagi pada bagian lengkung. Karena bagian lengkung peralihan itu sendiri tidak ada, maka panjang daerah

Pencapaian kemiringan disebut sebagai panjang peralihan fiktif ( $L_s'$ ). Bina Marga menempatkan 4  $L_s'$  dibagian Jurus (kiri TC atau kanan CT) dan %  $L_s'$  ditempatkan di bagian lengkung (kanan TC atau kiri CT). Sedangkan AASHTO menempatkan  $2/3 L_s'$  di bagian Jurus (kiri TC atau kanan CT) dan  $1/3 L_s'$  ditempatkan di bagian lengkung (kanan TC atau kiri CT).

Pada tikungan SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier mulai dari bentuk normal pada bagian lurus sampai bentuk superelevasi penuh pada bagian akhir lengkung peralihan SC. Pada tikungan SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral. Superelevasi tidak diperlukan jika jari-jari ( $R$ ) cukup besar untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar Lereng normal ( $LP$ ) atau bahkan tetap dipertahankan sebesar lereng normal ( $LN$ ). Untuk nilai panjang lengkung peralihan minimum dan superelevasi dapat dilihat pada tabel 2.25 di bawah ini :

Tabel 2.25 Panjang Lengkung Peralihan Minimum Dan Superelevasi Yang dibutuhkan ( $e_{maks} = 10\%$ , metode Bina Marga)

D(*)	R (m)	V=50 km/jam		V=60 km/jam		V=70 km/jam		V=80 km/jam		V=90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,250	573 0	LN	45	LN	50	LN	60	LN	70	LN	75
D(*)	R (m)	V=50 km/jam		V=60 km/jam		V=70 km/jam		V=80 km/jam		V=90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls

D(*)	R (m)	V=50 km/jam		V=60 km/jam		V=70 km/jam		V=80 km/jam		V=90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
0,500	286 5	LN	45	LN	50	LP	60	LP	70	LP	75
0,750	191 0	LN	45	LP	50	LP	60	0,020	70	0,025	75
1,000	143 2	LP	45	LP	50	0,021	60	0,027	70	0,033	75
1,250	114 6	LP	45	LP	50	0,025	60	0,033	70	0,040	75
1,500	955	LP	45	0,023	50	0,030	60	0,038	70	0,047	75
1,750	819	LP	45	0,026	50	0,035	60	0,044	70	0,054	75
2,000	716	LP	45	0,029	50	0,039	60	0,049	70	0,060	75
2,500	573	0,026	45	0,036	50	0,047	60	0,059	70	0,072	75
3,000	477	0,030	45	0,042	50	0,055	60	0,068	70	0,081	75
3,500	409	0,035	45	0,048	50	0,062	60	0,076	70	0,089	75
4,000	358	0,039	45	0,054	50	0,068	60	0,082	70	0,095	75
4,500	318	0,043	45	0,059	50	0,074	60	0,088	70	0,099	75
5,000	286	0,048	45	0,064	50	0,079	60	0,093	70	0,100	75
6,000	239	0,055	45	0,073	50	0,088	60	0,098	70	Dmaks=5,1 2	
7,000	205	0,062	45	0,080	50	0,094	60	Dmaks=6,8 2			
8,000	179	0,068	45	0,086	50	0,098	60	Dmaks=9,1 2			
9,000	159	0,074	45	0,091	60	0,099	60				
10,000	143	0,079	45	0,095	60	Dmaks=12,7 9					
11,000	130	0,083	45	0,098	60						
12,000	119	0,087	45	0,100	60						
13,000	110	0,091	50								
14,000	102	0,093	50								
15,000	95	0,096	50								
16,000	90	0,097	50								
17,000	84	0,099	60								
18,000	80	0,099	60								

D(*)	R (m)	V=50 km/jam		V=60 km/jam		V=70 km/jam		V=80 km/jam		V=90 km/jam	
		e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls	e	Ls
19,000	75	Dmaks=18,8 5									

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

Keterangan :

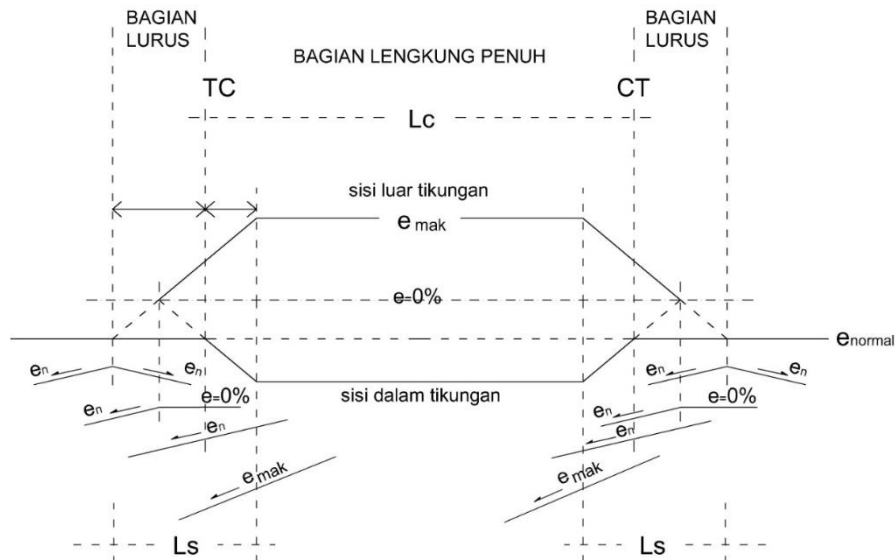
LN = Lereng jalan normal, diasumsikan 2%

LP = Lereng luar putar sehingga perkerasan mendapat superelevasi sebesar lereng jalan normal 2%

Ls = Diperhitungkan dengan mempertimbangkan rumus modifikasi Short landai relatif maksimum, jarak tempuh 3 detik dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m

Berikut merupakan gambar dari tikungan *Full Circle*, *Spiral – Circle – Spiral*, dan *Spiral – Spiral* :

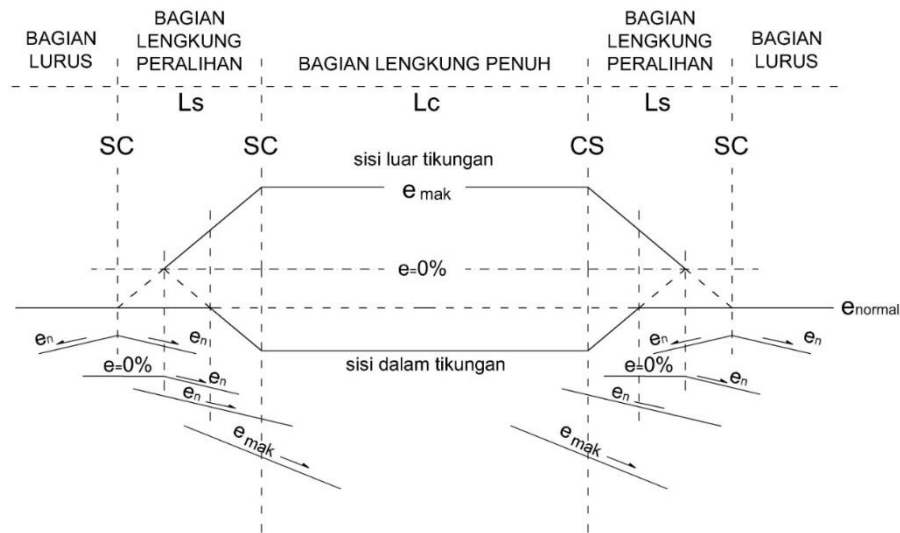
1. Superelevasi tikungan *Full Circle* dapat dilihat pada gambar 2.17



Gambar 2.17 Superelevasi Tikungan *Full Circle*

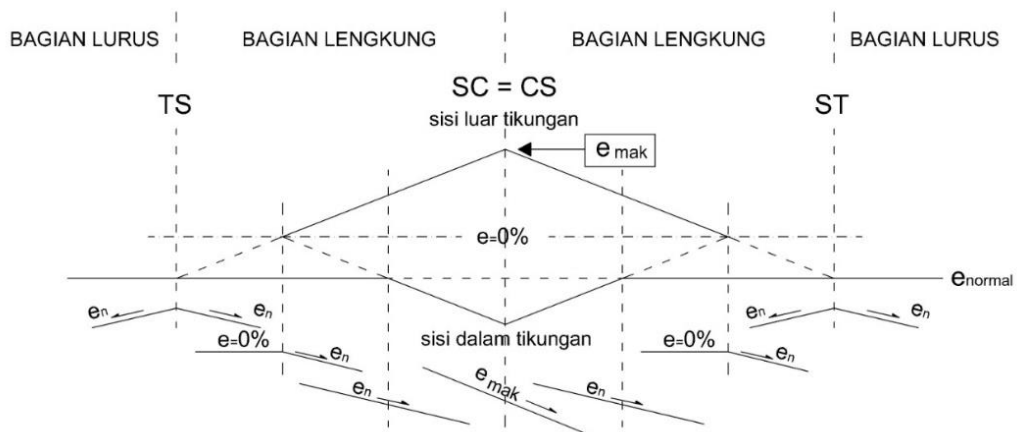
(Sumber : Buku Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya)

2. Superelevasi tikungan *spiral – circle – spiral* dapat dilihat pada gambar 2.18 di bawah ini :



Gambar 2.18 Superelevasi tikungan *spiral – circle – spiral*  
(Sumber : Buku Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya)

3. Superelevasi Tikungan *spiral – spiral* dapat dilihat pada gambar 2.19 dibawah ini :



Gambar 2.19 Superelevasi tikungan *spiral – spiral*  
(Sumber : Buku Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya)

Keterangan :

1. Potongan I, kemiringan permukaan perkerasan jalan bersifat normal, yaitu sebagian miring kekiri dan sebagian lagi miring kekanan.

2. Potongan II, pada kondisi ini, bagian sisi luar sudah bergerak keatas dari posisi awal seperti pada potongan 1 menjadi rata (datar) dengan kemiringan sebesar 0%. Dengan demikian bentuk permukaan jalan menjadi rata sebelah.
3. Potongan III, bagian sisi luar tikungan terus bergerak keatas sehingga akhirnya segaris (satu kemiringan) dengan sisi dalam. Besarnya kemiringan tersebut menjadi sebesar kemiringan normal.
4. Potongan IV, baik sisi luar maupun sisi dalam tikungan sama-sama bergerak naik sehingga mencapai kemiringan sebesar kemiringan maksimum yang ditetapkan pada tikungan tersebut. Kondisi seperti ini akan bertahan sampai sepanjang lengkung circle (khusus tikungan SS hanya pada satu titik), yaitu sampai titik CS. Setelah melewati titik CS, maka bentuk potongan berangsurangsur kembali ke bentuk potongan III selanjutnya ke potongan II dan akhirnya kembali lagi ke bentuk potongan I, yakni bentuk normal.

#### 2.6.8. Pelebaran Perkerasan Pada Tikungan

Menurut Sukirman (1999), Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari jari-jari lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan rencana yang dipergunakan sebagai dasar perencanaan. Pada umumnya truk tunggal merupakan jenis kendaraan yang dipergunakan sebagai dasar penentuan tambahan lebar perkerasan yang dibutuhkan. Tetapi pada jalan-jalan dimana banyak dilewati kendaraan berat, jenis kendaraan semi trailer merupakan kendaraan yang cocok dipilih untuk kendaraan rencana. Tentu saja pemilihan jenis kendaraan rencana ini sangat mempengaruhi kebutuhan akan pelebaran perkerasan dan biaya pelaksanaan jalan tersebut.

Adapun rumus yang digunakan :

$$Rc = \text{Radius lajur sebelah dalam} - \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan} + \frac{1}{2} b \dots \dots \dots (2.56)$$

$$B = \sqrt{(\sqrt{Rc^2 - 64} + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{Rc^2 - 64} + 1,25 \dots \dots \dots (2.57)$$

$$Z = \frac{0,105 V}{\sqrt{R}} \dots \dots \dots (2.58)$$

Dimana :

b = lebar kendaraan rencana



B	= lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur sebelah dalam.
U	= B-b
C	= lebar ketebasan samping di kiri dan kanan kendaraan
Z	= lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi di tikungan.
B <sub>n</sub>	= lebar total perkerasan pada bagian lurus
B <sub>t</sub>	= lebar total perkerasan di tikungan
n	= jumlah lajur
B <sub>t</sub>	= n (B+C)+Z
$\Delta b$	= tambahan lebar perkerasan di tikungan
$\Delta b$	= B <sub>t</sub> -B <sub>n</sub>
V	= kecepatan, km/jam
R	= radius lengkung, m

### 2.6.9. Kebebasan Samping Pada Tikungan

Sesuai dengan jarak pandang yang dibutuhkan baik jarak pandang henti maupun jarak pandang menyiap, maka pada tikungan perlu diadakan jarak kebebasan samping pada tikungan. Jarak kebebasan samping merupakan jarak yang diukur dari suatu as jalan ke suatu penghalang pandangan, misalnya pohon, kaki bukit, hutan dan bangunan.

Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan obyek-obyek penghalang sejauh E (m), diukur dari garis tengah lajur dalam sampai obyek penghalang pandangan sehingga memenuhi persyaratan J<sub>h</sub> (jarak pandang henti). (Shirley L. Hendarsin, 2000:107).

Daerah bebas samping tikungan dapat dihitung berdasarkan rumus-rumus berikut ini :

#### a. Jika $J_h < L_t$

$$E = R' \left( 1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right) \dots\dots\dots (2.59)$$

Dimana :

E = Jarak bebas samping

- $R$  = Jari-jari tikungan (m)  
 $R'$  = Jari-jari sumbu lajur dalam (m)  
 $J_h$  = Jarak pandang henti (m)  
 $L_t$  = Panjang tikungan (m)



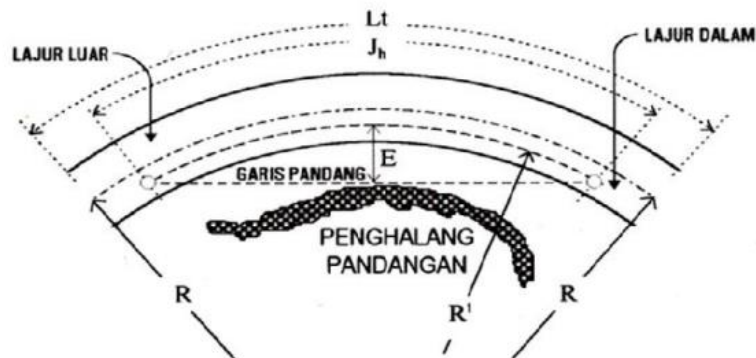
Gambar 2.20. Daerah bebas samping untuk  $J_h < L_t$   
 (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

**b. Jika  $J_h > L_t$**

$$E = R' \left( 1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right) + \left( \frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{28,65 J_h}{R'} \right) \dots \dots \dots (2.60)$$

Dimana :

- $E$  = Jarak bebas samping  
 $R$  = Jari-jari tikungan (m)  
 $R'$  = Jari-jari sumbu lajur dalam (m)  
 $J_h$  = Jarak pandang henti (m)  
 $L_t$  = Panjang tikungan (m)



Gambar 2.21 Daerah bebas samping untuk  $J_h > L_t$   
 (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Tabel 2.26. Penentuan Nilai E (Jarak Bebas Samping)

R (m)	$V_R=20$	30	40	50	60	80	100	120
	$J_h=16$	27	40	55	75	120	175	250
5000								
3000								
2000								
1500								
1200								
1000								
800								
600								
500								
400								1.6
300						1.5	1.9	2.6
250						1.8	2.6	3.9
200						2.2	3.2	5.2
175				1.5	1.8	3.0	3.8	6.5
150				1.9	2.3	3.6	4.8	7.8
130			1.5	2.2	2.8	4.5	6.4	9.7
120			1.7	2.5	3.5	6.0	7.6	13.0
110			1.8	2.9	4.0	7.2	9.5	15.5
100			2.0	3.1	4.7	$R_{min}=21$	$R_{min}=35$	$R_{min}=50$
90			2.2	3.4	5.4	0	0	0
80		1.5	2.5	3.8	5.8			
70		1.8	2.8	4.2	$R_{min}=11$			
60		2.3	3.3	4.7	5			
50	1.6	3.0	3.9	$R_{min}=8$				
40	2.1	$R_{min}=3$	$R_{min}=5$	0				
30	$R_{min}=1$	0	0					
20	5							
15								

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

Tabel 2.27 E (m) untuk  $J_h > L_t$ ,  $V_R$  (km/jam) dan  $J_h$  (m), di mana  $J_h - L_t \geq 25$  m.

R(m)	$V_R=20$	30	40	50	60	80	100	120
	$J_h=16$	27	40	55	75	120	175	250
6000								
5000								
3000								
2000								
1500								
1200								
1000								
800								
600								1,6
500								1,9
400							1,6	3,1
300			1,5	1,8	1,5	1,5	2,5	4,7
250			1,8	2,4	2,0	2,5	3,3	6,2
200		1,5	2,2	2,9	2,3	3,2	4,1	7,8
175		1,7	2,6	3,6	2,9	4,2	4,9	9,4
150		2,0	3,0	4,1	3,9	5,1	6,1	11,7
130		2,2	3,5	4,8	4,7	6,4	8,2	15,6
120	1,5	2,4	3,7	5,5	5,8	8,5	9,8	18,6
110	1,6	2,6	4,1	6,0	6,7	10,1	12,2	$R_{\min}=5$
100	1,9	2,9	4,5	6,5	7,8	$R_{\min}=210$	$R_{\min}$ =350	00
90	2,2	3,2	5,0	7,2	8,9			
80	2,6	3,7	5,6	7,9	9,7			
70	3,3	4,3	6,4	8,9	$R_{\min}=115$			
60	4,4	5,1	7,4	$R_{\min}$				
50	6,4	6,4	8,8	=80				
40	8,4	8,4	$R_{\min}=50$					
30	$R_{\min}=15$	$R_{\min}=3$						
20		0						
15								

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

Tabel 2.28 E (m) untuk  $J_h > L_t$ ,  $V_R$  (km/jam) dan  $J_h$  (m), di mana  $J-L_s=50$  m.

R (m)	$V_R=20$	30	40	50	60	80	100	120
	$J_h=16$	27	40	55	75	120	175	250
6000								1,8
5000								2,2
3000						1,6	2,0	3,6
2000						2,2	3,0	5,5
1500						2,7	4,0	7,3
1200						3,3	5,0	9,1
1000					1,6	4,1	6,0	10,9
800				1,8	2,1	5,5	7,5	13,6
600				2,1	2,7	6,6	10,0	18,1
500			1,7	2,7	3,3	8,2	12,0	21,0
400			2,3	3,5	4,1	10,9	15,0	$R_{min}=500$
300		1,7	2,8	4,3	5,5	13,1	$R_{min}=350$	
250		2,1	3,5	5,3	6,5	$R_{min}=210$		
200		2,4	4,0	6,1	8,2			
175	1,5	2,9	4,7	7,1	9,3			
150	1,8	3,3	5,4	8,1	10,8			
130	1,9	3,6	5,8	8,8	12,5			
120	2,1	3,9	6,3	9,6	13,5			
110	2,3	4,3	7,0	10,5	$R_{min}=115$			
100	2,6	4,7	7,7	11,7				
90	2,9	5,3	8,7	13,1				
80	3,3	6,1	9,9	$R_{min}=80$				
70	3,9	7,1	11,5					
60	4,6	8,5	13,7					
50	5,8	10,5	$R_{min}=50$					
40	7,6	13,9						
30	11,3	$R_{min}=30$						
20	14,8							
15	$R_{min}=15$							

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

### 2.6.10. Penentuan *Stasioning*

Penomoran (*Stasioning*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan

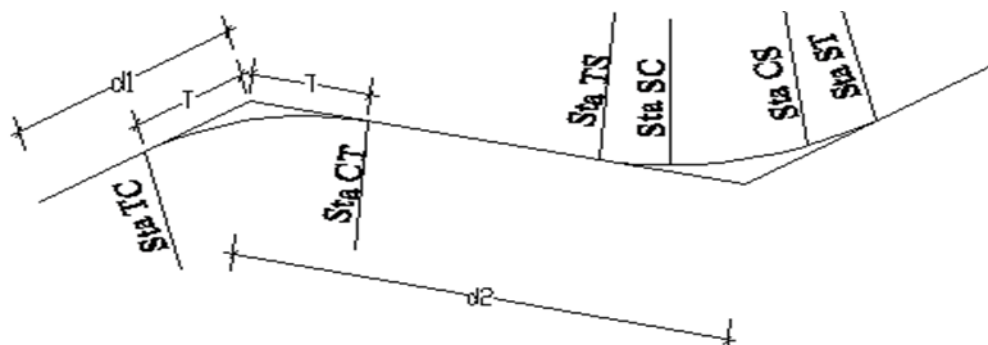
ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Nomor jalan (STA Jalan) dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenal lokasi suatu tempat. Di samping itu dari penomoran jalan tersebut diperoleh informasi tentang panjang jalan secara keseluruhan. Setiap STA jalan dilengkapi dengan gambar potongan melintangnya. (Silvia Sukirman, 2000).

Patok km berupa patok permanen yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok STA merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut.

Untuk Penomoran STA Jalan dimulai dari 9+510 berarti lokasi jalan terletak pada jarak 9 km dan 510 m dari awal pekerjaan. Jika tidak terjadi perubahan arah tangen pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal, maka penomoran selanjutnya dilakukan :

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

Pada tikungan penomoran dilakukan pada setiap titik penting, jadi terdapat STA titik TC, dan STA titik CT pada tikungan jenis lingkaran sederhana. STA titik TS, STA titik SC, STA titik CS, dan STA titik ST pada tikungan jenis spiral – busur lingkaran, dan *spiral*



Gambar 2.22 Sistem Penomoran Stationing Jalan  
( Sumber : Silvia Sukirman, 2000)

## 2.7. Alinyemen Vertikal

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

dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain : Kondisi tanah dasar, keadaan medan, fungsi jalan, muka air banjir, muka air tanah dan kelandaian yang masih memungkinkan (Ir. Hamirham Saodang,2010:108).

Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan) sehingga kombinasinya berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping itu akan ditemui pula kelandaian = 0 (datar) (Shirley L. Hendarsin,2000:114).

### 2.7.1. Landai Maksimum

Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh dan mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.29 Landai maksimum

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

(Sumber : Shirley L.Hendarsin,2000)

### 2.7.2. Landai Minimum

Lereng melintang jalan hanya cukup untuk mengalirkan air hujan yang jatuh di badan jalan, sedangkan untuk membuat kemiringan dasar saluran samping, yang berfungsi membuang air permukaan sepanjang jalan diperlukan suatu kelandaian minimum. Dalam menentukan landai minimum ini terdapat dua tinjauan, yaitu:

1. Kepentingan lalu lintas, yang ideal 0%,
2. Kepentingan drainase, yang ideal jalan berlandai.

Dari tinjauan tersebut, maka dalam perencanaan alinyemen vertikal sangat dianjurkan :

- a. Landai datar, untuk jalan di atas timbunan tanpa kerb,
- b. Landai 0,15%, untuk jalan di atas timbunan, medan datar dengan kerb,
- c. Landai min 0,3-05%, untuk jalan pada daerah galian dengan kerb.

### 2.7.3. Panjang Landai Kritis

Panjang kritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh VR. Lama perjalanan pada panjang kritis tidak lebih dari satu menit.

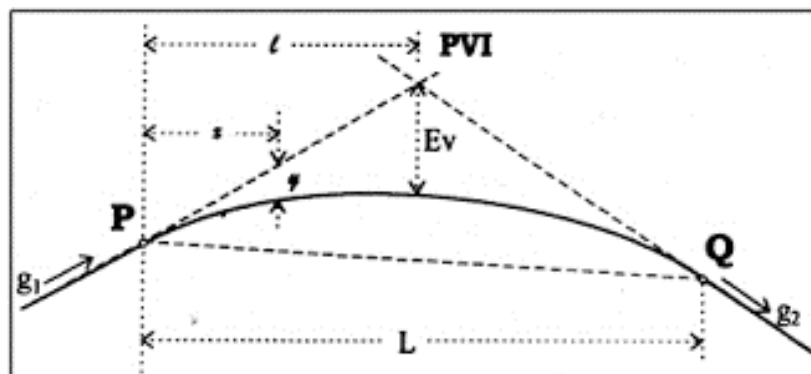
Tabel 2.30 Panjang landai kritis

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	130	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

(Sumber : Shierley L.Hendarsin,2000)

### 2.7.4. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal adalah garis yang menghubungkan antara dua kelandaian arah memanjang jalan agar tidak terjadi patahan, lengkung vertical direncanakan untuk merubah secara bertahap dari perubahan dua macam kelandaian arah memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan yang bertujuan untuk memenuhi keamanan, kenyamanan bagi pengguna jalan serta penyediaan drainase yang baik.



Gambar 2.23 Lengkung Vertikal

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

Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut :

$$x = \frac{Lg_1}{g_1 - g_2} = \frac{Lg_1}{A} \dots\dots\dots (2.60)$$



$$y = \frac{Lg_1^2}{2(g_1 - g_2)} = \frac{Lg_1^2}{2A} \dots\dots\dots (2.61)$$

Dimana :

- x = Jarak dari titik p ke titik yang ditinjau pada stasiun (STA)  
y = Perbedaan elevasi titik P dan titik yang ditinjau pada STA (m)  
L = Panjang lengkung vertical parabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik A dan titik Q (STA)  
g1 = Kelandaian tangen dari titik P (%)  
g2 = Kelandaian tangen dari titik Q (%)

Rumus di atas untuk lengkung simetris,  $(g_1 \pm g_2) = A =$  perbedaan aljabar untuk kelandaian (%). Kelandaian menaik (pendakian) diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun (penurunan) diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri.

$$Ev = \frac{A.L}{800} \dots\dots\dots (2.62)$$

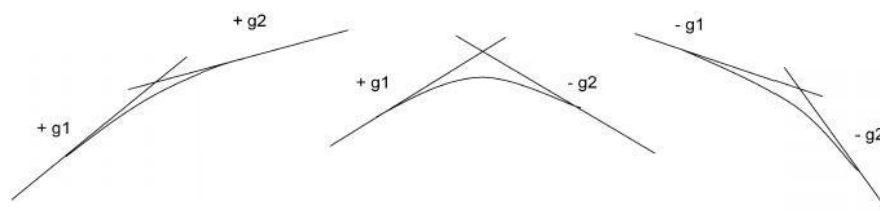
Untuk :  $x = \frac{1}{2} L$

$$y = Ev$$

Lengkung vertikal dibagi menjadi dua macam, yaitu sebagai berikut :

- a. Lengkung vertikal cembung

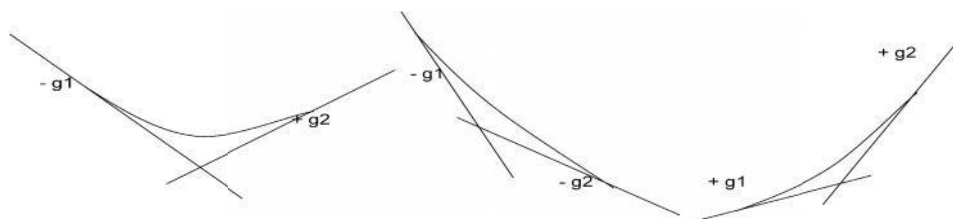
Titik terpotong antara ke dua tangen berada dipermukaan jalan.



Gambar 2.24 Alinyemen Vertikal Cembung  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

- b. Lengkung vertikal cekung

Titik perpotongan antara ke dua tangen berada dibawah permukaan jalan.



Gambar 2.25 Alinyemen Vertikal Cekung  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

## 2.8. Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan berat.

Lapisan perkerasan jalan adalah suatu struktur konstruksi yang terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas yang berada diatasnya menyebar kelapisan dibawahnya.

Beban lalu lintas yang yang bekerja diatas konstruksi perkerasan jalan yaitu meliputi :

- a. Beban atau gaya vertikal ( berat kendaraan dan muatannya).
- b. Beban atau gaya horizontal ( gaya rem kendaraan).
- c. Getaran-getaran roda kendaraan.

### 2.8.1. Data Tanah

Menurut (Darwis,2018) Tanah terbentuk berlapis-lapis karena proses fisik, kimia, dan biologi yang meliputi transformasi bahan tanah. Di kalangan Insinyur Sipil, membagi materi penyusun kerak bumi atas dua jenis, yakni “tanah” dan “batuan”. Tanah adalah kumpulan butiran mineral alami (agregat) yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanis bila agregat tersebut diaduk dalam air. Sedangkan batuan adalah agregat yang mineralnya satu sama lain diikat oleh gaya-gaya kohesif yang permanen dan kuat, dan tidak bisa dipisahkan dengan cara mekanis sederhana.

Menurut Bowles (1989) dalam Fauizek dkk (2018), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

- a. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
- b. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
- d. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
- e. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang “diam” yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Sebelum dilakukan konstruksi jalan maka tanah akan dilakukan beberapa pengujian diantaranya :

1. Tes *Provoling*

Tes *Provoling* adalah pengetesan yang dilakukan dengan menggunakan dump truck yang diisi muatan, bila tanah yang dilewati sudah tidak berombak maka tes *provoling* dinyatakan selesai dan dilanjutkan tes kepadatan tanah yaitu sand cone.

2. Test CBR

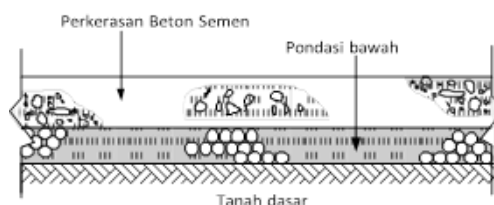
CBR digunakan untuk mencari daya dukung tanah. Mengukur ketahanan geser tanah pada suatu kepadatan dan kadar air yang tertentu.,nilai CBR yang didapat digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan.

### 2.8.2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Menurut Hardiyatmo (2015) perkerasan kaku terdiri dari pelat beton semen portland yang terletak langsung di atas tanah dasar, atau di atas lapisan granuler (*subbase*). Perkerasan kaku memiliki modulus elastisitas yang cukup tinggi. Pelat beton dapat mendistribusikan beban dari atas menuju ke bidang tanah dasar dengan area yang cukup luas dibandingkan dengan perkerasan lentur. Kemampuan tersebut menunjukkan bahwa bagian terbesar dari kekuatan struktur perkerasan kaku diperoleh dari pelat beton sendiri.

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari pelat beton semen yang menerus (tanpa atau dengan tulangan) dan menerus dengan tulangan yang terletak di atas lapisan pondasi bawah tanpa atau dengan lapisan permukaan aspal.

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar 2.26 dibawah ini.



Gambar 2.26. Tipikal Perkerasan Beton Semen  
(Sumber : Bina Marga,2003)

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan.

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

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

Metode perancangan yang diambil untuk menentukan tebal lapisan perkerasan didasarkan pada perkiraan sebagai berikut:

1. Perkiraan lalu lintas dan komposisi lalu lintas selama umur rencana
2. Kekuatan lapisan tanah dasar yang dinamakan nilai CBR atau modulus reaksi tanah dasar (k)
3. Kekuatan beton yang digunakan untuk lapisan perkerasan
4. Jenis bahu jalan
5. Jenis perkerasan
6. Jenis penyaluran beban.

Selain beberapa pertimbangan diatas ada beberapa keuntungan dan kerugian dalam pemakaian konstruksi perkerasan kaku.

Adapun keuntungan menggunakan konstruksi perkerasan kaku yaitu sebagai berikut :

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.

Adapun Kerugian dalam pemakaian konstruksi perkerasan kaku, yaitu sebagai berikut :

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.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm.

### **2.8.3. Persyaratan Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku**

Terdapat beberapa persyaratan dalam merencanakan perkerasan kaku, Menurut Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen 2003, 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 %.

#### **b. Pondasi Bawah**

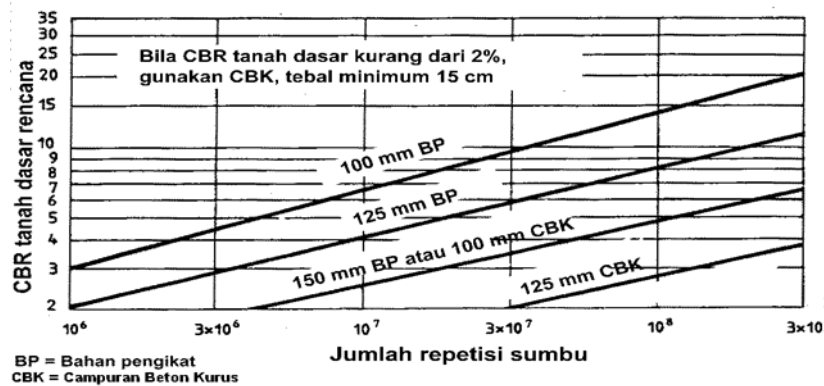
Bahan pondasi bawah dapat berupa :

1. Bahan berbutir.
2. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
3. Campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*).

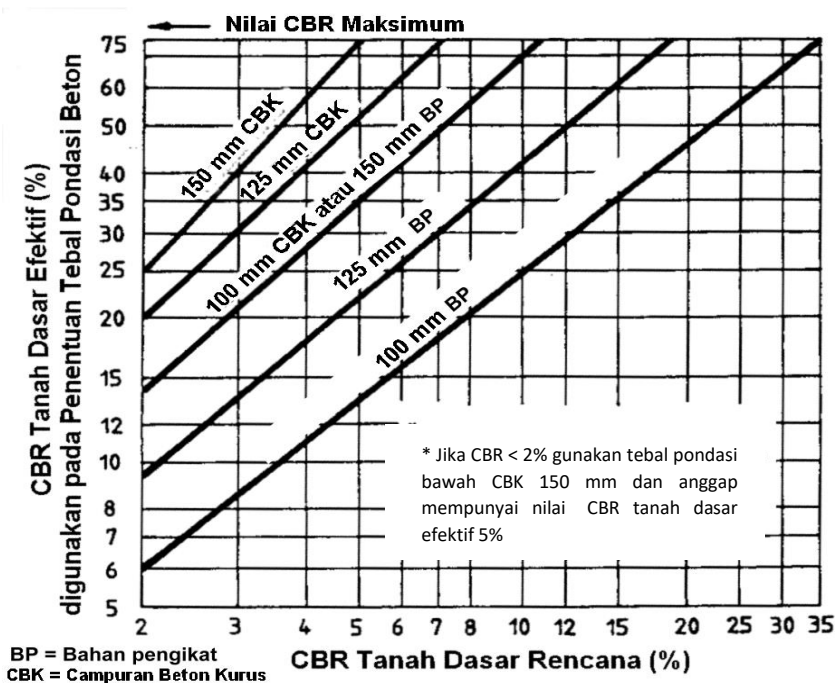
Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku

tanah ekspansif.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. 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 2.27 dan CBR tanah dasar efektif didapat dari Gambar 2.28



Gambar 2.27 Tebal Pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen  
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)



Gambar 2.28 CBR Tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah  
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

1. Pondasi Bawah material berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-03-6388- 2000. 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%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100 %, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

2. Pondasi bawah dengan bahan pengikat (*Bound Sub-base*)

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat digunakan salah satu dari :

- a. 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.
- b. Campuran beraspal bergradasi rapat (*dense-graded asphalt*).
- c. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm<sup>2</sup>).

3. Pondasi Bawah dengan 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/cm<sup>2</sup>) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 MPa (70 kg/cm<sup>2</sup>) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

4. Lapis Pemecah Ikatan Pondasi Bawah dan pelat

Perencanaan ini didasarkan bahwa antara pelat dengan pondasi bawah tidak ada ikatan. Jenis pemecah ikatan dan koefisien geseknya dapat dilihat pada Tabel 2.31.

Tabel 2.31. Nilai koefisien gesekan ( $\mu$ )

No.	Lapis pemecah ikatan	Koefisien gesekan ( $\mu$ )
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5



No.	Lapis pemecah ikatan	Koefisien gesekan ( $\mu$ )
3	Karet kompon ( <i>A chlorinated rubber curing compound</i> )	2,0

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

### c. Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 MPa (30-50 kg/cm<sup>2</sup>). 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/cm<sup>2</sup>). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm<sup>2</sup>) terdekat.

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

$$f_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa atau}$$

$$f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/cm}^2$$

Dengan pengertian :

$$f_c' = \text{kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm}^2\text{)}$$

$$f_{cf} = \text{kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm}^2\text{)}$$

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

Kuat tarik lentur dapat juga ditentukan dari hasil uji kuat tarik belah beton yang dilakukan menurut SNI 03-2491-1991 sebagai berikut :

$$f_{cf} = 1,37.f_{cs}, \text{ dalam MPa atau } f_{cf} = 13,44.f_{cs}, \text{ dalam kg/cm}^2$$

Dengan pengertian :

$$f_{cs} = \text{kuat tarik belah beton 28 hari}$$

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton, untuk jalan plaza tol, putaran dan perhentian bus. Panjang serat baja antara 15 mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker dan/atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal serat dengan panjang antara 15 dan 50 mm

dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 kg/m<sup>3</sup>. Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

#### **2.8.4. Kriteria Konstruksi Perkerasan Jalan**

Konstruksi perkerasan jalan harus memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan. Oleh karena itu konstruksi perkerasan jalan harus dipenuhi syarat-syarat yaitu sebagai berikut :

1. Syarat untuk lalu lintas
  - a. Permukaan harus rata, tidak melendut, tidak bergelombang serta tidak berlubang.
  - b. Permukaan cukup kaku, tidak mudah mengalami deformasi akibat beban yang bekerja.
  - c. Permukaan cukup memiliki kekesatan sehingga mampu memberikan tahanan gesek yang baik antara ban dan permukaan jalan.
  - d. Permukaan jalan tidak mengkilap ( tidak menyilaukan jika terkena sinar matahari) .
2. Syarat kekuatan struktural
  - a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu meneyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar .
  - b. Kedap terhadap air sehingga air tidak meresap ke lapisan bawahnya.
  - c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang ada dipermukaan jalan dapat cepat dialirkan.
  - d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi permanen.

#### **2.8.5. Jenis Konstruksi Dan Perkerasan**

Berdasarkan bahan pengikatnya jenis konstruksi perkerasan jalan terbagi menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut :

- a. Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)  
Yaitu, perkerasan yang menggunakan semen (PC) sebagai bahan pengikat.

b. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Yaitu, perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan beraspal bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

c. Perkerasan Komposit (*composite pavement*)

Yaitu, perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. (Sukirman,1999)

Pada laporan akhir ini akan membahas mengenai perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*).

### 2.8.6. Tipe – Tipe Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu perkerasan beton dengan sambungan dan tanpa sambungan. Adapun yang disebut perkerasan beton konvensional antara lain (Hardiyatmo, 2015) :

1. Perkerasan beton bertulang tak bersambungan (*Jointed Plain Concrete Pavement, JPCP*)
2. Perkerasan beton bertulang bersambungan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement, JRCP*)
3. Perkerasan beton bertulang kontinyu (*Continuous Reinforced Concrete Pavement, CRCP*)
4. Selain tipe konvensional, terdapat pula tipe perkerasan beton prategang, beton pracetak dan *roller compacted concrete* (RCC).

### 2.8.7. Lalu Lintas Untuk Perkerasan Kaku

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 :

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
  2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
  3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
  4. Sumbu tridem roda ganda (STrRG).
- a. 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 2.19

Tabel 2.32 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien distribusi (C) Kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar perkerasan(Lp)	Jumlah lajur (n)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50\text{m}$	1 lajur	1	1
$5,50\text{m} \leq L_p < 8,25\text{m}$	2 lajur	0,70	0,50
$8,25\text{m} \leq L_p < 11,25\text{m}$	3 lajur	0,50	0,475
$11,23\text{m} \leq L_p < 15,00\text{m}$	4 lajur	-	0,45
$15,00\text{m} \leq L_p < 18,75\text{m}$	5 lajur	-	0,425
$18,75\text{m} \leq L_p < 22,00\text{m}$	6 lajur	-	0,40

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

b. 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.

c. 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 :

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{e \log(1+i)} \dots\dots\dots(2.63)$$

Dengan pengertian :

- R : Faktor pertumbuhan lalu lintas
- i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.
- UR : Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu-lintas (R) dapat juga ditentukan berdasarkan Tabel 2.33.

Tabel 2.33. Faktor Lajur Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Umur Rencana (Tahun)	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
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

Apabila setelah waktu tertentu (UR<sub>m</sub> tahun) pertumbuhan lalu-lintas tidak terjadi lagi, maka R dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR}}{i} + (UR - UR_m)\{(1+i)^{UR_m} - 1\} \dots\dots\dots(2.64)$$

Dengan pengertian :

- R : Faktor pertumbuhan lalu lintas
- i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.
- UR<sub>m</sub> : Waktu tertentu dalam tahun, sebelum UR selesai.

(Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003).

d. 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 survai beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots (2.65)$$

Dengan pengertian :

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana .

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

R = Faktor pertumbuhan komulatif

C = Koefisien distribusi kendaraan

#### e. 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 2.21.

Tabel 2.34 Faktor Keamanan Beban (FKB)

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

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

#### 2.8.8. Sambungan

Terdapat beberapa Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- a. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh

penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.

- b. Memudahkan pelaksanaan.
- c. Mengakomodasi gerakan pelat.

Berikut beberapa jenis sambungan :

1. Sambungan pelaksanaan (*construction joint*).

Sambungan pelaksanaan merupakan sambungan yang memisahkan bagian-bagian pelat beton yang dicor pada waktu yang berbeda. Jadi, sambungan ini merupakan pertemuan antara beton yang dicor lebih awal dan sesudahnya.

2. Sambungan muai (*expansion joint*).

Sambungan muai atau sambungan ekspansi berfungsi untuk memberikan ruang pemuaian pelat beton yang cukup di antara pelat-pelat perkerasan guna mencegah adanya tegangan tekan berlebihan yang dapat mengakibatkan perkerasan beton bertekuk.

3. Sambungan susut (*contraction joint*)

Sambungan kontraksi/sambungan susut berguna untuk mengendalikan retak susut beton

4. Sambungan lengkung (*warping joint*) atau sendi (*hinge*)

Sambungan lengkung atau sendi digunakan dalam perkerasan beton untuk mengendalikan retak disepanjang sumbu dari perkerasan. Jenis sambungan yang digunakan tergantung pada pengecoran pelat beton.

5. Dowel

Dowel adalah batang baja yang berfungsi sebagai alat penyalur beban antara dua pelat yang berdampingan.

Pola sambungan pada perkerasan beton semen harus mengikuti batasan-batasan sebagai berikut :

- a. Jarak maksimum sambungan memanjang 3 – 4 meter.
- b. Jarak maksimum sambungan melintang 25 kali tebal pelat, maksimum 5,0 meter.
- c. Semua sambungan susut harus menerus sampai kerb dan mempunyai

kedalaman seperempat dan sepertiga dari tebal perkerasan masing-masing untuk lapis pondasi berbutir dan lapis stabilisasi semen.

- d. Antar sambungan harus bertemu pada satu titik untuk menghindari terjadinya retak refleksi pada lajur yang bersebelahan.
  - e. Sudut antar sambungan yang lebih kecil dari 60 derajat harus dihindari dengan mengatur 0,5 m panjang terakhir dibuat tegak lurus terhadap tepi perkerasan.
  - f. Apabila sambungan berada dalam area 1,5 meter dengan manhole atau bangunan yang lain, jarak sambungan harus diatur sedemikian rupa.
- Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain

:

1. 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 :

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots(2.66)$$

$$L = (38,3 \times \varphi) + 75 \dots\dots\dots(2.67)$$

Dengan pengertian :

$A_t$  = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan ( $\text{mm}^2$ ).

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

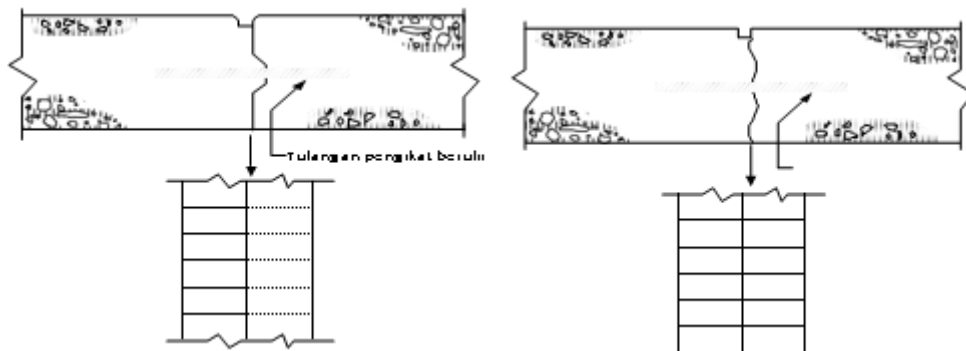
$h$  = Tebal pelat (m).

$l$  = Panjang batang pengikat (mm).

$\varphi$  = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).



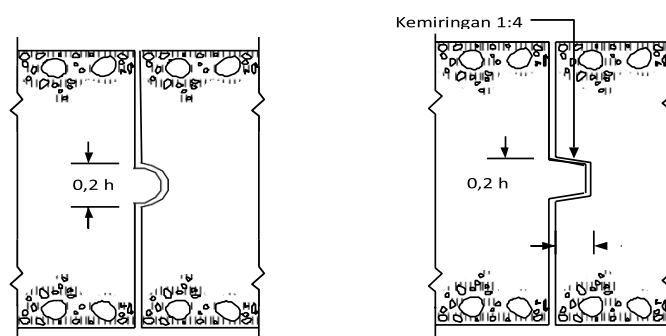
Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm. Tipikal sambungan memanjang diperlihatkan pada Gambar 2.29.



Gambar 2.29 Tipikal Sambungan Memanjang  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

## 2. 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 2.30.



Gambar 2.30 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

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.

### 3. 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.

### 4. Sambungan Susut dan 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.

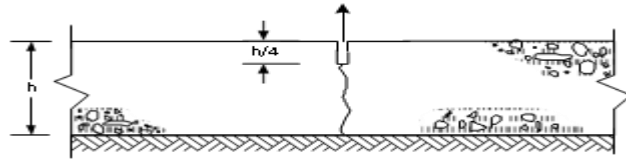
### 5. Sambungan Susut Melintang

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. 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 pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 2.35 Diameter ruji.

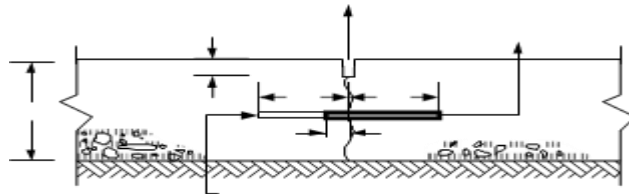
Tabel 2.35 Diameter Ruji

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
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)



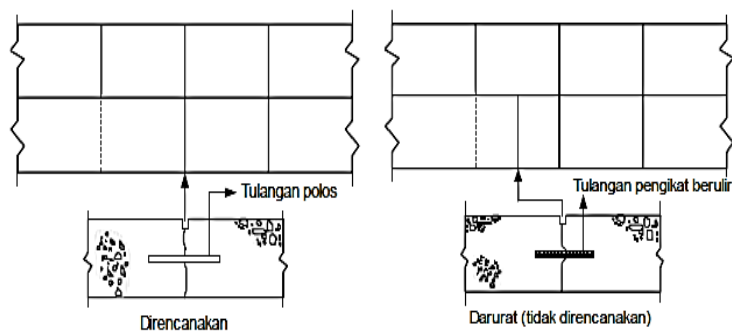
Gambar 2.31. Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)



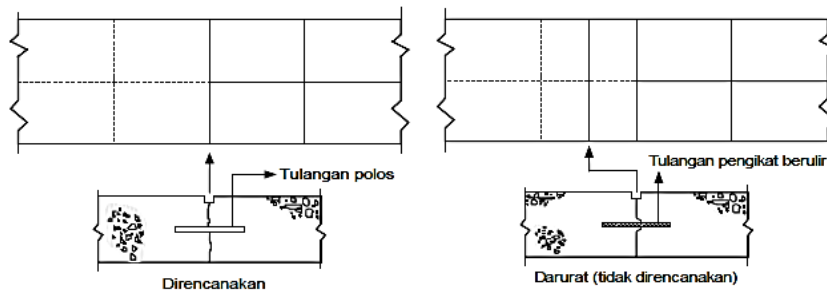
Gambar 2.32 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

#### 6. Sambungan Pelaksanaan Melintang

Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tebal pelat.



Gambar 2.33 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran pelajur  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)



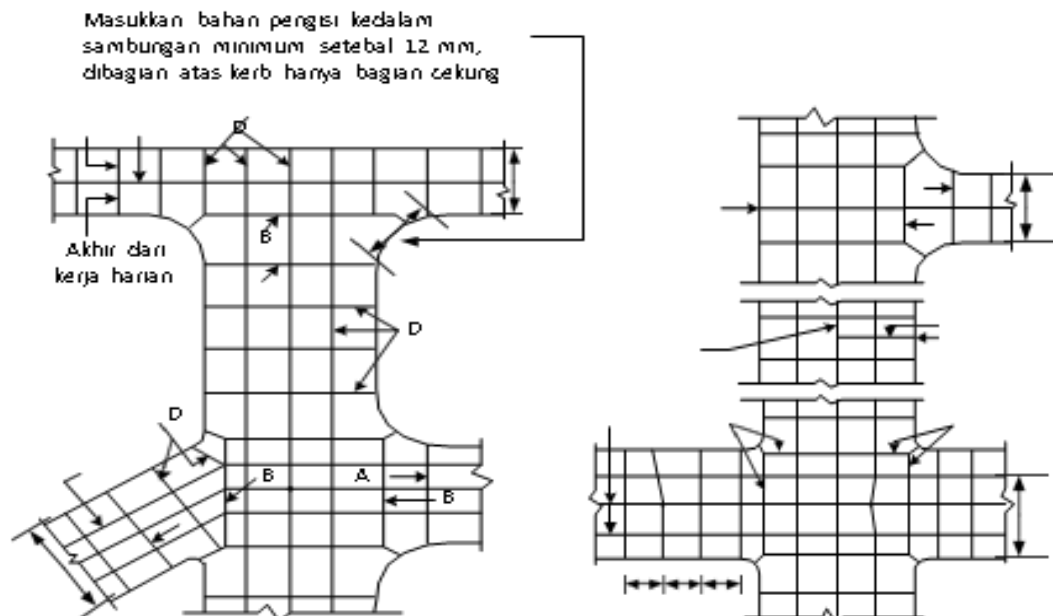
Gambar 2.34 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

#### 7. Sambungan isolasi

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

#### 8. 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 (*blow up*).



Gambar 2.35 Detail Potongan Melintang Sambungan Perkerasan  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Keterangan :

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

(Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, 2003)

### **2.8.9. 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%. Langkah-langkah perencanaan tebal pelat diperlihatkan pada Tabel 2.36

Tabel 2.36. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk perkerasan tanpa Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
150	5	1,7	2,72	2,25	1,68	2,8	3,4	3,50	3,55	2,6	3,21	3,3	3,37
150	10	1,62	2,56	2,09	1,58	2,79	3,39	3,46	3,5	2,59	3,2	3,28	3,32
150	15	1,59	2,48	2,01	1,53	2,78	3,38	3,44	3,47	2,59	3,2	3,27	3,3
150	20	1,56	2,43	1,97	1,51	2,77	3,37	3,43	3,46	2,59	3,19	3,26	3,29
150	25	1,54	2,37	1,92	1,48	2,77	3,37	3,42	3,44	2,59	3,19	3,25	3,28
150	35	1,49	2,28	1,82	1,43	2,76	3,36	3,39	3,4	2,58	3,18	3,23	3,25
150	50	1,43	2,15	1,73	1,4	2,74	3,34	3,36	3,37	2,57	3,17	3,21	3,22
150	75	1,38	2,02	1,64	1,36	2,72	3,32	3,33	3,32	2,56	3,16	3,19	3,19
160	5	1,54	2,49	2,06	1,55	2,72	3,32	3,43	3,47	2,52	3,12	3,22	3,3
160	10	1,47	2,34	1,92	1,44	2,71	3,31	3,39	3,43	2,51	3,11	3,2	3,26
160	15	1,44	2,26	1,84	1,39	2,7	3,3	3,37	3,41	2,51	3,11	3,19	3,24
160	20	1,41	2,22	1,8	1,37	2,69	3,29	3,36	3,4	2,5	3,1	3,18	3,23
160	25	1,39	2,17	1,76	1,34	2,69	3,29	3,35	3,38	2,5	3,1	3,17	3,21
160	35	1,34	2,07	1,67	1,29	2,68	3,28	3,32	3,34	2,49	3,09	3,15	3,18
160	50	1,3	1,96	1,58	1,25	2,66	3,26	3,28	3,3	2,49	3,09	3,13	3,15
160	75	1,24	1,85	1,49	1,23	2,64	3,24	3,26	3,25	2,48	3,08	3,12	3,12
170	5	1,41	2,27	1,93	1,44	2,64	3,24	3,37	3,43	2,44	3,04	3,15	3,24
170	10	1,34	2,14	1,78	1,33	2,62	3,22	3,33	3,38	2,43	3,03	3,13	3,2
170	15	1,31	2,07	1,71	1,28	2,62	3,22	3,31	3,35	2,43	3,03	3,12	3,18
170	20	1,29	2,03	1,67	1,26	2,61	3,21	3,3	3,34	2,42	3,02	3,11	3,17
170	25	1,27	1,99	1,63	1,23	2,61	3,21	3,29	3,32	2,42	3,02	3,1	3,15
170	35	1,23	1,9	1,54	1,18	2,6	3,2	3,25	3,28	2,41	3,01	3,08	3,12
170	50	1,19	1,81	1,46	1,14	2,58	3,18	3,22	3,24	2,4	3,01	3,06	3,08
170	75	1,14	1,7	1,37	1,1	2,57	3,17	3,19	3,19	2,4	3	3,04	3,05
180	5	1,29	2,1	1,81	1,35	2,57	3,17	3,33	3,37	2,36	2,97	3,09	3,2
180	10	1,23	1,98	1,66	1,24	2,55	3,15	3,28	3,32	2,35	2,96	3,07	3,15
180	15	1,2	1,92	1,59	1,19	2,55	3,15	3,25	3,29	2,35	2,96	3,05	3,12
180	20	1,18	1,88	1,55	1,17	2,54	3,14	3,24	3,28	2,35	2,95	3,04	3,11
180	25	1,16	1,84	1,51	1,14	2,54	3,14	3,23	3,26	2,35	2,95	3,03	3,09
180	35	1,12	1,76	1,43	1,09	2,53	3,13	3,2	3,22	2,34	2,94	3,01	3,06
180	50	1,09	1,67	1,35	1,05	2,51	3,11	3,17	3,19	2,33	2,93	2,99	3,02
180	75	1,03	1,57	1,26	1,01	2,49	3,1	3,13	3,14	2,32	2,92	2,97	2,99
190	5	1,19	1,95	1,69	1,27	2,5	3,11	3,28	3,32	2,29	2,9	3,03	3,15
190	10	1,13	1,84	1,55	1,16	2,48	3,09	3,23	3,27	2,28	2,89	3	3,1
190	15	1,1	1,78	1,49	1,11	2,48	3,08	3,2	3,24	2,28	2,88	2,98	3,07
190	20	1,09	1,75	1,45	1,09	2,47	3,07	3,19	3,23	2,27	2,88	2,98	3,06
190	25	1,07	1,71	1,41	1,06	2,47	3,07	3,17	3,21	2,27	2,88	2,97	3,04
190	35	1,03	1,63	1,33	1,01	2,46	3,06	3,14	3,17	2,26	2,87	2,95	3
190	50	1	1,55	1,26	0,97	2,44	3,04	3,1	3,14	2,26	2,86	2,93	2,97
190	75	0,96	1,46	1,17	0,91	2,43	3,03	3,07	3,09	2,25	2,85	2,91	2,93
200	5	1,1	1,81	1,6	1,2	2,44	3,04	3,23	3,27	2,23	2,83	2,97	3,1
200	10	1,05	1,7	1,46	1,1	2,42	3,02	3,18	3,22	2,22	2,82	2,95	3,05
200	15	1,02	1,65	1,4	1,05	2,42	3,02	3,15	3,19	2,22	2,82	2,93	3,02
200	20	1,01	1,62	1,36	1,02	2,41	3,01	3,14	3,18	2,21	2,81	2,92	3,01
200	25	0,99	1,59	1,33	0,99	2,4	3,01	3,12	3,16	2,21	2,81	2,91	2,99
200	35	0,96	1,52	1,25	0,94	2,39	3	3,09	3,12	2,2	2,8	2,89	2,95
200	50	0,92	1,44	1,18	0,89	2,38	2,98	3,06	3,09	2,19	2,79	2,87	2,92
200	75	0,89	1,36	1,1	0,84	2,36	2,96	3	3,04	2,18	2,78	2,85	2,88
210	5	1,02	1,69	1,5	1,14	2,38	2,99	3,18	3,23	2,17	2,77	2,92	3,06
210	10	0,97	1,59	1,38	1,04	2,36	2,97	3,13	3,18	2,16	2,76	2,89	3,01
210	15	0,94	1,54	1,32	0,99	2,36	2,95	3,1	3,15	2,15	2,75	2,87	2,98
210	20	0,93	1,51	1,28	0,96	2,35	2,95	3,09	3,13	2,14	2,75	2,87	2,96
210	25	0,92	1,48	1,25	0,93	2,34	2,95	3,07	3,11	2,14	2,75	2,86	2,94
210	35	0,89	1,41	1,18	0,88	2,33	2,94	3,04	3,07	2,13	2,74	2,84	2,9
210	50	0,86	1,35	1,11	0,83	2,32	2,92	3,01	3,04	2,13	2,73	2,81	2,86
210	75	0,82	1,27	1,03	0,78	2,3	2,9	2,95	2,96	2,12	2,72	2,79	2,83

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

Tabel 2.37. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk perkerasan tanpa Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
220	5	0.94	1.58	1.42	1.08	2.33	2.93	3.14	3.19	2.11	2.71	2.87	3.02
220	10	0.9	1.49	1.3	0.98	2.31	2.91	3.09	3.13	2.1	2.7	2.84	2.96
220	15	0.88	1.44	1.25	0.93	2.3	2.9	3.06	3.1	2.09	2.69	2.82	2.93
220	20	0.87	1.42	1.22	0.91	2.29	2.89	3.05	3.09	2.08	2.69	2.81	2.92
220	25	0.85	1.39	1.18	0.88	2.29	2.89	3.03	3.07	2.08	2.69	2.8	2.9
220	35	0.82	1.33	1.11	0.83	2.28	2.88	2.99	3.03	2.07	2.68	2.78	2.86
220	50	0.79	1.27	1.04	0.79	2.26	2.88	2.96	3	2.07	2.67	2.78	2.83
220	75	0.76	1.19	0.97	0.73	2.24	2.85	2.92	2.95	2.06	2.68	2.72	2.78
230	5	0.88	1.49	1.35	1.03	2.28	2.88	3.1	3.14	2.05	2.65	2.82	2.98
230	10	0.84	1.41	1.24	0.94	2.26	2.86	3.05	3.09	2.04	2.64	2.79	2.92
230	15	0.82	1.38	1.19	0.89	2.25	2.85	3.02	3.06	2.03	2.64	2.77	2.89
230	20	0.81	1.34	1.16	0.87	2.24	2.84	3	3.05	2.03	2.63	2.76	2.88
230	25	0.8	1.31	1.12	0.84	2.23	2.83	2.98	3.03	2.03	2.63	2.75	2.86
230	35	0.77	1.25	1.05	0.78	2.21	2.81	2.94	2.99	2.02	2.62	2.73	2.82
230	50	0.74	1.19	0.99	0.74	2.2	2.8	2.91	2.95	2.01	2.61	2.7	2.78
230	75	0.71	1.12	0.91	0.7	2.19	2.79	2.86	2.91	2	2.6	2.68	2.74
240	5	0.82	1.4	1.29	0.98	2.23	2.83	3.06	3.11	1.99	2.6	2.78	2.94
240	10	0.79	1.32	1.18	0.89	2.21	2.81	3.01	3.05	1.98	2.59	2.74	2.88
240	15	0.77	1.28	1.13	0.85	2.2	2.8	2.98	3.02	1.98	2.58	2.72	2.85
240	20	0.76	1.26	1.1	0.83	2.19	2.79	2.96	3.01	1.97	2.57	2.72	2.84
240	25	0.75	1.23	1.06	0.8	2.18	2.78	2.94	2.99	1.97	2.57	2.71	2.82
240	35	0.72	1.17	0.99	0.74	2.17	2.76	2.9	2.95	1.96	2.56	2.69	2.78
240	50	0.69	1.12	0.94	0.7	2.15	2.75	2.88	2.91	1.95	2.55	2.66	2.74
240	75	0.67	1.05	0.86	0.66	2.13	2.74	2.83	2.88	1.94	2.54	2.63	2.69
250	5	0.77	1.33	1.23	0.94	2.18	2.78	3.02	3.07	1.94	2.54	2.73	2.9
250	10	0.74	1.25	1.12	0.86	2.16	2.76	2.97	3.01	1.93	2.53	2.7	2.85
250	15	0.72	1.21	1.07	0.81	2.15	2.75	2.94	2.99	1.93	2.53	2.68	2.82
250	20	0.71	1.18	1.04	0.79	2.14	2.74	2.93	2.97	1.92	2.52	2.67	2.8
250	25	0.7	1.16	1.01	0.76	2.13	2.73	2.91	2.95	1.92	2.52	2.66	2.78
250	35	0.68	1.11	0.95	0.71	2.12	2.71	2.87	2.91	1.91	2.51	2.64	2.74
250	50	0.65	1.06	0.89	0.67	2.1	2.7	2.83	2.88	1.9	2.5	2.61	2.7
250	75	0.63	0.99	0.82	0.61	2.08	2.69	2.79	2.83	1.89	2.49	2.59	2.65
260	5	0.73	1.26	1.18	0.9	2.13	2.73	2.99	3.03	1.89	2.49	2.69	2.87
260	10	0.7	1.18	1.08	0.82	2.11	2.71	2.93	2.98	1.88	2.48	2.68	2.81
260	15	0.68	1.15	1.03	0.78	2.1	2.7	2.9	2.95	1.88	2.48	2.64	2.78
260	20	0.67	1.12	1	0.75	2.09	2.69	2.89	2.93	1.87	2.47	2.63	2.76
260	25	0.66	1.1	0.97	0.73	2.08	2.69	2.87	2.91	1.87	2.47	2.62	2.74
260	35	0.64	1.05	0.91	0.68	2.07	2.68	2.83	2.87	1.86	2.46	2.59	2.7
260	50	0.61	1	0.85	0.64	2.05	2.65	2.8	2.84	1.85	2.45	2.56	2.67
260	75	0.59	0.95	0.78	0.58	2.03	2.64	2.75	2.78	1.84	2.44	2.54	2.61
270	5	0.68	1.19	1.13	0.87	2.09	2.69	2.95	3	1.84	2.44	2.65	2.83
270	10	0.66	1.12	1.03	0.79	2.07	2.67	2.9	2.94	1.83	2.43	2.62	2.78
270	15	0.64	1.09	0.98	0.75	2.06	2.66	2.87	2.91	1.83	2.43	2.6	2.75
270	20	0.63	1.06	0.96	0.72	2.05	2.65	2.85	2.9	1.82	2.42	2.59	2.73
270	25	0.62	1.04	0.93	0.7	2.04	2.64	2.83	2.88	1.82	2.42	2.58	2.71
270	35	0.6	0.99	0.87	0.65	2.02	2.63	2.79	2.84	1.81	2.41	2.55	2.67
270	50	0.58	0.95	0.81	0.61	2	2.61	2.78	2.8	1.8	2.4	2.52	2.63
270	75	0.56	0.89	0.74	0.57	1.99	2.59	2.7	2.75	1.79	2.39	2.5	2.58
280	5	0.65	1.13	1.06	0.83	2.05	2.65	2.92	2.97	1.8	2.4	2.62	2.8
280	10	0.62	1.06	0.99	0.75	2.03	2.63	2.86	2.91	1.79	2.39	2.58	2.74
280	15	0.6	1.03	0.94	0.72	2.01	2.62	2.83	2.88	1.78	2.38	2.56	2.71
280	20	0.6	1.01	0.92	0.69	2	2.61	2.82	2.87	1.77	2.37	2.55	2.7
280	25	0.59	0.99	0.89	0.67	1.99	2.6	2.8	2.85	1.77	2.37	2.54	2.68
280	35	0.57	0.94	0.83	0.62	1.97	2.58	2.78	2.81	1.76	2.36	2.51	2.64
280	50	0.55	0.9	0.78	0.59	1.96	2.56	2.72	2.77	1.75	2.35	2.48	2.6
280	75	0.53	0.86	0.71	0.53	1.94	2.55	2.68	2.72	1.74	2.34	2.46	2.55

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

Tabel 2.38. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk perkerasan tanpa Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
290	5	0,61	1,08	1,04	0,8	2,01	2,61	2,89	2,93	1,75	2,35	2,58	2,77
290	10	0,59	1,01	0,95	0,73	1,99	2,59	2,83	2,88	1,74	2,34	2,54	2,71
290	15	0,58	0,98	0,9	0,7	1,97	2,58	2,8	2,85	1,74	2,34	2,52	2,68
290	20	0,57	0,96	0,88	0,67	1,96	2,57	2,79	2,83	1,73	2,33	2,51	2,67
290	25	0,56	0,94	0,85	0,65	1,95	2,56	2,77	2,81	1,73	2,33	2,5	2,65
290	35	0,54	0,90	0,80	0,60	1,93	2,54	2,73	2,77	1,72	2,32	2,47	2,61
290	50	0,52	0,86	0,75	0,56	1,92	2,52	2,69	2,74	1,71	2,31	2,44	2,56
290	75	0,5	0,81	0,68	0,52	1,9	2,5	2,64	2,68	1,7	2,3	2,42	2,51
300	5	0,58	1,03	1	0,77	1,97	2,57	2,86	2,9	1,71	2,31	2,55	2,74
300	10	0,56	0,97	0,91	0,7	1,95	2,55	2,8	2,85	1,7	2,3	2,51	2,68
300	15	0,55	0,94	0,87	0,67	1,93	2,54	2,77	2,82	1,69	2,3	2,49	2,65
300	20	0,54	0,92	0,85	0,65	1,92	2,53	2,76	2,8	1,68	2,29	2,48	2,64
300	25	0,53	0,9	0,82	0,63	1,91	2,52	2,74	2,78	1,68	2,29	2,46	2,62
300	35	0,51	0,86	0,77	0,58	1,89	2,5	2,7	2,74	1,67	2,28	2,43	2,58
300	50	0,49	0,82	0,72	0,54	1,88	2,48	2,66	2,7	1,66	2,26	2,41	2,53
300	75	0,47	0,78	0,65	0,5	1,86	2,46	2,61	2,65	1,65	2,26	2,37	2,48
310	5	0,55	0,98	0,97	0,74	1,94	2,54	2,83	2,88	1,67	2,27	2,51	2,71
310	10	0,53	0,92	0,89	0,68	1,91	2,51	2,77	2,82	1,66	2,26	2,47	2,65
310	15	0,52	0,89	0,84	0,65	1,89	2,49	2,75	2,79	1,65	2,25	2,45	2,62
310	20	0,51	0,88	0,82	0,63	1,89	2,49	2,74	2,77	1,64	2,24	2,44	2,61
310	25	0,5	0,86	0,79	0,6	1,88	2,48	2,73	2,75	1,64	2,24	2,43	2,592
310	35	0,49	0,82	0,74	0,55	1,86	2,46	2,7	2,71	1,63	2,23	2,4	2,55
310	50	0,47	0,78	0,69	0,51	1,84	2,44	2,67	2,67	1,62	2,22	2,37	2,5
310	75	0,45	0,74	0,63	0,48	1,82	2,42	2,62	2,62	1,61	2,21	2,34	2,45
320	5	0,53	0,94	0,93	0,71	1,9	2,5	2,8	2,85	1,63	2,23	2,48	2,69
320	10	0,51	0,88	0,85	0,65	1,87	2,48	2,74	2,79	1,62	2,22	2,44	2,63
320	15	0,5	0,85	0,81	0,62	1,85	2,46	2,71	2,76	1,61	2,21	2,42	2,6
320	20	0,49	0,84	0,79	0,6	1,85	2,45	2,7	2,74	1,6	2,2	2,41	2,58
320	25	0,48	0,82	0,76	0,58	1,84	2,44	2,68	2,72	1,6	2,2	2,4	2,56
320	35	0,46	0,78	0,71	0,54	1,82	2,42	2,64	2,68	1,59	2,19	2,37	2,52
320	50	0,44	0,75	0,67	0,51	1,8	2,4	2,6	2,64	1,58	2,18	2,33	2,47
320	75	0,43	0,71	0,61	0,45	1,78	2,38	2,55	2,59	1,57	2,17	2,31	2,42
330	5	0,5	0,9	0,9	0,69	1,87	2,47	2,78	2,82	1,59	2,19	2,45	2,66
330	10	0,48	0,85	0,82	0,63	1,84	2,44	2,72	2,76	1,58	2,18	2,41	2,6
330	15	0,47	0,82	0,79	0,6	1,82	2,42	2,69	2,73	1,57	2,17	2,39	2,57
330	20	0,46	0,8	0,76	0,58	1,81	2,42	2,67	2,72	1,56	2,16	2,38	2,55
330	25	0,46	0,78	0,74	0,56	1,8	2,41	2,65	2,7	1,56	2,16	2,36	2,53
330	35	0,45	0,74	0,69	0,52	1,78	2,39	2,61	2,66	1,55	2,15	2,33	2,49
330	50	0,42	0,71	0,64	0,48	1,76	2,36	2,57	2,62	1,54	2,14	2,3	2,45
330	75	0,41	0,68	0,59	0,45	1,74	2,35	2,52	2,57	1,53	2,13	2,28	2,4
340	5	0,48	0,86	0,87	0,65	1,84	2,44	2,75	2,79	1,55	2,15	2,42	2,63
340	10	0,46	0,8	0,79	0,61	1,81	2,41	2,69	2,74	1,54	2,14	2,38	2,57
340	15	0,45	0,78	0,76	0,58	1,79	2,39	2,66	2,71	1,53	2,14	2,36	2,54
340	20	0,44	0,77	0,73	0,57	1,78	2,38	2,64	2,69	1,52	2,13	2,35	2,52
340	25	0,44	0,75	0,71	0,55	1,77	2,37	2,62	2,67	1,52	2,12	2,33	2,5
340	35	0,43	0,72	0,66	0,51	1,75	2,35	2,58	2,63	1,51	2,11	2,3	2,46
340	50	0,4	0,68	0,62	0,47	1,73	2,33	2,54	2,59	1,5	2,1	2,27	2,42
340	75	0,39	0,65	0,56	0,43	1,71	2,31	2,49	2,54	1,49	2,09	2,24	2,37
350	5	0,46	0,83	0,85	0,63	1,8	2,41	2,72	2,77	1,51	2,11	2,39	2,61
350	10	0,44	0,78	0,77	0,59	1,77	2,38	2,67	2,71	1,5	2,1	2,35	2,55
350	15	0,43	0,75	0,74	0,56	1,75	2,36	2,64	2,68	1,5	2,1	2,33	2,52
350	20	0,42	0,74	0,71	0,55	1,75	2,35	2,62	2,66	1,49	2,09	2,32	2,5
350	25	0,42	0,72	0,69	0,53	1,74	2,34	2,6	2,64	1,49	2,09	2,3	2,48
350	35	0,41	0,69	0,64	0,49	1,72	2,32	2,56	2,6	1,48	2,08	2,27	2,44
350	50	0,39	0,65	0,6	0,46	1,69	2,28	2,52	2,55	1,46	2,07	2,24	2,39
350	75	0,37	0,62	0,54	0,42	1,67	2,26	2,47	2,51	1,46	2,06	2,21	2,34

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su



Tabel 2.39. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk perkerasan dengan Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
150	5	1,42	2,16	1,81	1,45	2,34	2,94	2,99	3	2,14	2,74	2,78	2,81
150	10	1,36	2,04	1,7	1,39	2,32	2,92	2,94	2,94	2,13	2,72	2,73	2,75
150	15	1,33	1,98	1,65	1,36	2,32	2,92	2,91	2,91	2,12	2,72	2,7	2,72
150	20	1,32	1,94	1,62	1,35	2,31	2,91	2,9	2,9	2,11	2,71	2,69	2,7
150	25	1,3	1,9	1,59	1,33	2,3	2,9	2,88	2,88	2,1	2,7	2,67	2,67
150	35	1,27	1,82	1,53	1,3	2,29	2,89	2,85	2,84	2,08	2,69	2,64	2,63
150	50	1,23	1,74	1,49	0,1	2,27	2,87	2,82	2,81	2,06	2,67	2,6	2,59
150	75	1,2	1,65	1,43	1,26	2,25	2,85	2,79	2,77	2,04	2,65	2,57	2,56
160	5	1,29	1,98	1,67	1,33	2,26	2,87	2,93	2,95	2,06	2,66	2,72	2,77
160	10	1,24	1,87	1,56	1,28	2,24	2,85	2,88	2,89	2,04	2,64	2,67	2,69
160	15	1,21	1,82	1,51	1,23	2,24	2,84	2,85	2,86	2,04	2,64	2,64	2,66
160	20	1,2	1,79	1,49	1,21	2,23	2,83	2,84	2,84	2,03	2,63	2,62	2,64
160	25	1,18	1,75	1,46	1,2	2,23	2,83	2,82	2,82	2,02	2,62	2,6	2,62
160	35	1,15	1,67	1,41	1,17	2,22	2,82	2,79	2,78	2	2,61	2,56	2,57
160	50	1,12	1,6	1,38	1,15	2,2	2,8	2,75	2,75	1,98	2,59	2,53	2,53
160	75	1,1	1,52	1,3	1,13	2,18	2,78	2,72	2,69	1,97	2,57	2,5	2,49
170	5	1,17	1,83	1,55	1,22	2,19	2,8	2,88	2,9	1,99	2,59	2,66	2,72
170	10	1,13	1,73	1,45	1,18	2,17	2,78	2,83	2,84	1,97	2,57	2,61	2,64
170	15	1,11	1,69	1,4	1,13	2,17	2,77	2,8	2,81	1,96	2,57	2,59	2,61
170	20	1,1	1,65	1,38	1,12	2,16	2,76	2,79	2,79	1,95	2,56	2,57	2,59
170	25	1,08	1,62	1,35	1,1	2,16	2,76	2,77	2,77	1,95	2,55	2,55	2,57
170	35	1,05	1,55	1,3	1,07	2,15	2,75	2,73	2,73	1,94	2,53	2,51	2,53
170	50	1,03	1,49	1,25	1,04	2,13	2,73	2,7	2,7	1,91	2,51	2,47	2,48
170	75	1,02	1,41	1,19	1,03	2,11	2,71	2,66	2,64	1,89	2,49	2,43	2,43
180	5	1,07	1,7	1,44	1,13	2,13	2,73	2,83	2,86	1,92	2,52	2,61	2,68
180	10	1,03	1,6	1,35	1,07	2,11	2,71	2,78	2,79	1,9	2,5	2,58	2,6
180	15	1,01	1,55	1,3	1,04	2,1	2,71	2,75	2,76	1,89	2,5	2,53	2,57
180	20	1,01	1,53	1,28	1,03	2,09	2,7	2,73	2,74	1,88	2,49	2,51	2,54
180	25	1	1,5	1,25	1,01	2,09	2,69	2,71	2,72	1,88	2,48	2,49	2,52
180	35	0,98	1,44	1,2	0,98	2,08	2,68	2,67	2,68	1,87	2,46	2,45	2,47
180	50	0,95	1,39	1,16	0,96	2,06	2,66	2,64	2,64	1,84	2,44	2,42	2,42
180	75	0,94	1,31	1,1	0,94	2,04	2,64	2,61	2,6	1,82	2,42	2,36	2,37
190	5	0,99	1,58	1,35	1,05	2,07	2,67	2,78	2,82	1,86	2,46	2,57	2,64
190	10	0,96	1,49	1,26	0,99	2,05	2,65	2,72	2,75	1,84	2,44	2,51	2,56
190	15	0,94	1,44	1,21	0,97	2,04	2,64	2,7	2,72	1,83	2,43	2,48	2,53
190	20	0,93	1,42	1,19	0,96	2,03	2,63	2,69	2,7	1,82	2,42	2,46	2,5
190	25	0,92	1,4	1,17	0,94	2,03	2,63	2,67	2,68	1,81	2,41	2,44	2,48
190	35	0,9	1,35	1,12	0,91	2,02	2,62	2,63	2,64	1,79	2,4	2,4	2,43
190	50	0,88	1,29	1,08	0,88	2	2,6	2,6	2,6	1,77	2,38	2,36	2,38
190	75	0,87	1,22	1,02	0,86	1,98	2,58	2,55	2,55	1,76	2,36	2,32	2,31
200	5	0,91	1,47	1,27	0,99	2,01	2,61	2,74	2,78	1,8	2,4	2,52	2,6
200	10	0,89	1,39	1,18	0,93	1,99	2,59	2,69	2,71	1,78	2,38	2,46	2,52
200	15	0,87	1,35	1,15	0,9	1,98	2,59	2,66	2,68	1,77	2,37	2,43	2,49
200	20	0,86	1,33	1,12	0,89	1,97	2,58	2,64	2,66	1,76	2,36	2,42	2,48
200	25	0,85	1,3	1,1	0,87	1,97	2,57	2,62	2,64	1,75	2,35	2,4	2,44
200	35	0,83	1,25	1,05	0,84	1,96	2,56	2,58	2,6	1,73	2,33	2,36	2,39
200	50	0,82	1,2	1,01	0,82	1,94	2,54	2,54	2,55	1,71	2,31	2,32	2,33
200	75	0,81	1,14	0,95	0,8	1,92	2,52	2,51	2,5	1,69	2,3	2,27	2,28
210	5	0,85	1,38	1,2	0,83	1,96	2,56	2,7	2,75	1,74	2,34	2,48	2,57
210	10	0,82	1,3	1,11	0,87	1,94	2,54	2,65	2,67	1,72	2,32	2,42	2,49
210	15	0,8	1,27	1,08	0,84	1,93	2,53	2,62	2,64	1,71	2,31	2,39	2,45
210	20	0,8	1,24	1,05	0,83	1,92	2,52	2,6	2,62	1,7	2,3	2,37	2,43
210	25	0,79	1,22	1,03	0,81	1,91	2,51	2,58	2,6	1,69	2,29	2,35	2,4
210	35	0,77	1,17	0,98	0,78	1,9	2,49	2,54	2,56	1,67	2,28	2,31	2,34
210	50	0,76	1,13	0,94	0,76	1,88	2,48	2,51	2,51	1,65	2,26	2,27	2,29
210	75	0,75	1,07	0,9	0,74	1,86	2,47	2,45	2,46	1,64	2,24	2,22	2,22

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

Tabel 2.40. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk perkerasan dengan Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
220	5	0,79	1,3	1,13	0,87	1,91	2,51	2,67	2,72	1,68	2,29	2,44	2,54
220	10	0,77	1,22	1,05	0,81	1,89	2,49	2,61	2,64	1,66	2,27	2,38	2,46
220	15	0,76	1,19	1,02	0,79	1,88	2,48	2,58	2,61	1,66	2,26	2,35	2,42
220	20	0,75	1,17	0,99	0,78	1,87	2,47	2,56	2,58	1,65	2,25	2,33	2,39
220	25	0,74	1,15	0,97	0,76	1,86	2,46	2,54	2,56	1,64	2,24	2,31	2,37
220	35	0,72	1,11	0,92	0,73	1,85	2,45	2,5	2,52	1,62	2,22	2,27	2,32
220	50	0,71	1,06	0,88	0,71	1,83	2,43	2,47	2,48	1,6	2,2	2,23	2,26
220	75	0,7	1,01	0,85	0,69	1,81	2,41	2,41	2,41	1,58	2,18	2,18	2,19
230	5	0,74	1,22	1,08	0,82	1,86	2,46	2,63	2,69	1,63	2,23	2,4	2,5
230	10	0,72	1,15	1	0,77	1,84	2,44	2,57	2,61	1,61	2,21	2,34	2,42
230	15	0,71	1,12	0,97	0,75	1,83	2,43	2,54	2,58	1,6	2,21	2,31	2,39
230	20	0,7	1,1	0,94	0,74	1,82	2,42	2,52	2,55	1,59	2,2	2,29	2,36
230	25	0,69	1,08	0,92	0,72	1,81	2,41	2,5	2,53	1,58	2,19	2,27	2,34
230	35	0,68	1,04	0,87	0,69	1,8	2,4	2,46	2,48	1,56	2,17	2,23	2,28
230	50	0,67	1	0,83	0,67	1,78	2,38	2,43	2,44	1,54	2,15	2,19	2,22
230	75	0,66	0,96	0,8	0,65	1,76	2,36	2,37	2,37	1,53	2,13	2,12	2,16
240	5	0,69	1,16	1,02	0,78	1,81	2,41	2,6	2,66	1,58	2,18	2,36	2,47
240	10	0,67	1,09	0,95	0,72	1,79	2,39	2,54	2,58	1,56	2,17	2,3	2,39
240	15	0,66	1,06	0,92	0,7	1,78	2,38	2,51	2,55	1,55	2,15	2,27	2,36
240	20	0,65	1,04	0,89	0,69	1,77	2,37	2,49	2,52	1,54	2,14	2,25	2,33
240	25	0,65	1,02	0,87	0,68	1,76	2,36	2,47	2,5	1,53	2,13	2,23	2,31
240	35	0,64	0,98	0,83	0,66	1,75	2,35	2,43	2,45	1,51	2,11	2,19	2,25
240	50	0,63	0,95	0,79	0,63	1,73	2,33	2,39	2,41	1,49	2,1	2,15	2,19
240	75	0,62	0,89	0,76	0,61	1,71	2,31	2,34	2,34	1,48	2,08	2,1	2,13
250	5	0,65	1,09	0,98	0,73	1,77	2,37	2,56	2,63	1,54	2,14	2,32	2,45
250	10	0,63	1,03	0,9	0,69	1,74	2,35	2,5	2,55	1,52	2,12	2,26	2,37
250	15	0,62	1	0,87	0,67	1,73	2,34	2,47	2,52	1,5	2,11	2,23	2,33
250	20	0,61	0,99	0,85	0,66	1,72	2,33	2,45	2,49	1,49	2,1	2,22	2,3
250	25	0,61	0,97	0,83	0,64	1,72	2,32	2,43	2,47	1,48	2,09	2,2	2,28
250	35	0,6	0,93	0,79	0,61	1,71	2,3	2,39	2,42	1,4	2,07	2,16	2,22
250	50	0,59	0,9	0,75	0,59	1,68	2,28	2,36	2,38	1,44	2,05	2,11	2,16
250	75	0,58	0,86	0,72	0,57	1,66	2,27	2,3	2,31	1,43	2,03	2,06	2,1
260	5	0,61	1,04	0,93	0,71	1,72	2,33	2,53	2,61	1,49	2,09	2,29	2,42
260	10	0,6	0,98	0,86	0,66	1,7	2,3	2,47	2,53	1,47	2,07	2,23	2,34
260	15	0,59	0,95	0,83	0,63	1,69	2,28	2,44	2,49	1,46	2,06	2,2	2,3
260	20	0,58	0,94	0,81	0,62	1,68	2,28	2,42	2,46	1,45	2,05	2,18	2,28
260	25	0,57	0,92	0,79	0,61	1,67	2,27	2,4	2,44	1,44	2,04	2,16	2,25
260	35	0,56	0,88	0,75	0,59	1,66	2,26	2,36	2,39	1,42	2,02	2,12	2,19
260	50	0,56	0,85	0,71	0,56	1,64	2,24	2,32	2,35	1,4	2	2,08	2,13
260	75	0,55	0,81	0,68	0,54	1,62	2,22	2,27	2,28	1,38	1,98	2,01	2,06
270	5	0,57	0,99	0,89	0,66	1,68	2,28	2,5	2,58	1,45	2,05	2,25	2,39
270	10	0,55	0,93	0,83	0,62	1,66	2,26	2,44	2,5	1,43	2,03	2,2	2,31
270	15	0,55	0,9	0,8	0,6	1,65	2,25	2,41	2,47	1,41	2,02	2,17	2,27
270	20	0,54	0,89	0,78	0,59	1,64	2,24	2,39	2,44	1,4	2,01	2,15	2,25
270	25	0,54	0,87	0,76	0,58	1,63	2,23	2,37	2,42	1,39	2	2,13	2,22
270	35	0,53	0,84	0,72	0,56	1,61	2,22	2,33	2,37	1,37	1,98	2,09	2,16
270	50	0,53	0,8	0,68	0,53	1,59	2,2	2,29	2,32	1,35	1,96	2,04	2,11
270	75	0,52	0,77	0,65	0,52	1,58	2,18	2,24	2,25	1,34	1,94	1,99	2,03
280	5	0,54	0,94	0,86	0,63	1,64	2,25	2,48	2,56	1,4	2,01	2,22	2,37
280	10	0,52	0,89	0,79	0,6	1,62	2,22	2,41	2,48	1,38	1,99	2,16	2,29
280	15	0,52	0,86	0,76	0,58	1,61	2,2	2,38	2,44	1,37	1,97	2,13	2,25
280	20	0,51	0,85	0,74	0,57	1,6	2,2	2,36	2,42	1,36	1,96	2,12	2,22
280	25	0,51	0,83	0,73	0,56	1,59	2,19	2,34	2,39	1,35	1,95	2,1	2,2
280	35	0,5	0,8	0,69	0,54	1,57	2,18	2,3	2,34	1,33	1,93	2,06	2,14
280	50	0,5	0,76	0,66	0,51	1,55	2,16	2,26	2,29	1,31	1,91	2,01	2,08
280	75	0,49	0,74	0,62	0,49	1,54	2,14	2,21	2,22	1,29	1,89	1,96	2

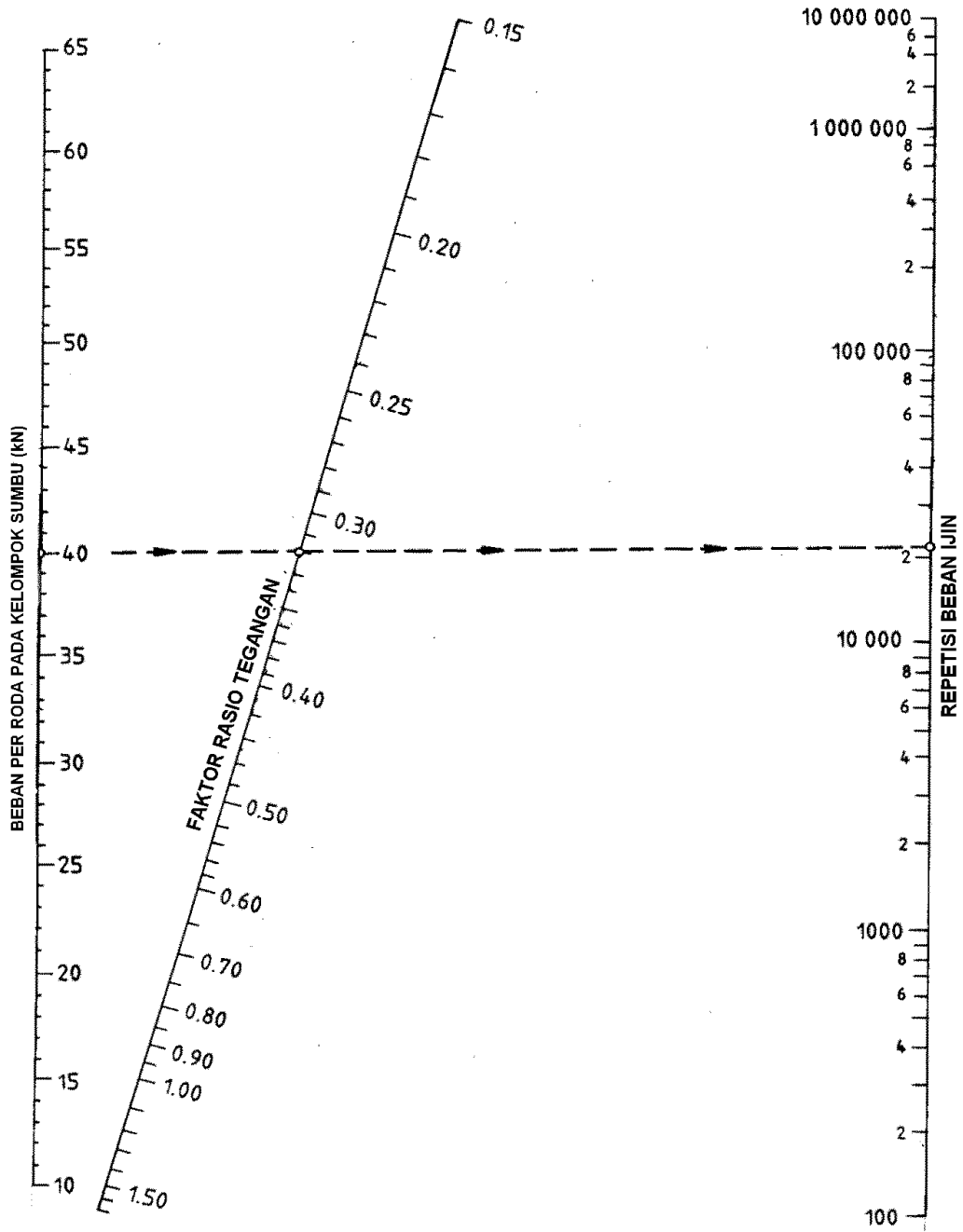
STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

Tabel 2.41 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk perkerasan dengan Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
290	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,61	2,21	2,45	2,54	1,36	1,97	2,19	2,34
290	10	0,5	0,85	0,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,26
290	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,16	2,36	2,42	1,33	1,92	2,1	2,22
290	20	0,49	0,81	0,72	0,54	1,56	2,16	2,34	2,39	1,32	1,92	2,08	2,2
290	25	0,49	0,79	0,7	0,53	1,55	2,15	2,32	2,37	1,31	1,91	2,06	2,17
290	35	0,48	0,76	0,66	0,51	1,53	2,14	2,28	2,32	1,29	1,89	2,02	2,11
290	50	0,47	0,73	0,63	0,49	1,51	2,12	2,23	2,27	1,27	1,87	1,98	2,05
290	75	0,47	0,7	0,6	0,47	1,5	2,1	2,18	2,19	1,25	1,85	1,93	1,98
300	5	0,49	0,86	0,79	0,58	1,57	2,17	2,42	2,52	1,32	1,93	2,16	2,32
300	10	0,48	0,81	0,73	0,55	1,55	2,15	2,36	2,44	1,3	1,91	2,1	2,24
300	15	0,47	0,78	0,7	0,53	1,53	2,14	2,33	2,4	1,29	1,89	2,07	2,2
300	20	0,46	0,77	0,69	0,52	1,52	2,13	2,31	2,37	1,28	1,88	2,05	2,18
300	25	0,48	0,76	0,67	0,51	1,51	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,15
300	35	0,46	0,73	0,64	0,49	1,49	2,1	2,25	2,3	1,25	1,85	1,99	2,09
300	50	0,45	0,7	0,6	0,46	1,48	2,08	2,2	2,24	1,23	1,83	1,95	2,03
300	75	0,45	0,67	0,57	0,45	1,46	2,06	2,15	2,17	1,21	1,81	1,9	1,95
310	5	0,46	0,81	0,76	0,55	1,54	2,14	2,4	2,5	1,29	1,89	2,13	2,3
310	10	0,4	0,77	0,7	0,52	1,51	2,11	2,33	2,42	1,27	1,87	2,07	2,22
310	15	0,45	0,75	0,68	0,5	1,49	2,09	2,3	2,38	1,25	1,86	2,04	2,18
310	20	0,44	0,74	0,66	0,5	1,49	2,09	2,28	2,35	1,24	1,85	2,03	2,15
310	25	0,44	0,72	0,64	0,49	1,48	2,08	2,26	2,33	1,23	1,84	2,01	2,13
310	35	0,43	0,69	0,61	0,47	1,48	2,06	2,22	2,28	1,21	1,82	1,97	2,07
310	50	0,43	0,67	0,58	0,44	1,44	2,04	2,18	2,22	1,19	1,79	1,92	2,01
310	75	0,42	0,63	0,54	0,43	1,42	2,02	2,13	2,15	1,17	1,77	1,87	1,93
320	5	0,44	0,78	0,74	0,53	1,5	2,11	2,37	2,48	1,25	1,85	2,1	2,27
320	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,31	2,4	1,23	1,83	2,05	2,19
320	15	0,43	0,72	0,65	0,48	1,46	2,06	2,28	2,36	1,22	1,82	2,02	2,15
320	20	0,42	0,71	0,64	0,48	1,45	2,06	2,26	2,33	1,21	1,81	2	2,13
320	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,24	2,31	1,2	1,8	1,98	2,1
320	35	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,2	2,26	1,18	1,78	1,94	2,04
320	50	0,41	0,64	0,55	0,43	1,41	2,01	2,15	2,2	1,15	1,76	1,89	1,98
320	75	0,41	0,62	0,53	0,41	1,39	1,99	2,1	2,12	1,13	1,74	1,84	1,91
330	5	0,42	0,74	0,71	0,51	1,47	2,07	2,35	2,46	1,22	1,82	2,07	2,25
330	10	0,41	0,71	0,65	0,48	1,44	2,05	2,29	2,38	1,19	1,79	2,02	2,17
330	15	0,41	0,69	0,63	0,46	1,42	2,03	2,26	2,34	1,17	1,77	1,99	2,13
330	20	0,4	0,68	0,62	0,46	1,42	2,02	2,24	2,31	1,17	1,77	1,97	2,11
330	25	0,4	0,67	0,6	0,45	1,41	2,01	2,21	2,29	1,16	1,76	1,95	2,08
330	35	0,39	0,64	0,57	0,43	1,39	1,99	2,17	2,24	1,14	1,74	1,91	2,02
330	50	0,39	0,61	0,53	0,41	1,37	1,97	2,13	2,18	1,12	1,72	1,87	1,96
330	75	0,39	0,59	0,51	0,39	1,35	1,95	2,06	2,1	1,1	1,7	1,8	1,88
340	5	0,4	0,71	0,69	0,49	1,44	2,04	2,33	2,44	1,18	1,78	2,05	2,23
340	10	0,39	0,68	0,64	0,47	1,41	2,02	2,26	2,36	1,16	1,76	1,99	2,15
340	15	0,39	0,66	0,61	0,45	1,39	2	2,23	2,32	1,15	1,75	1,96	2,11
340	20	0,38	0,65	0,6	0,44	1,39	1,99	2,21	2,29	1,14	1,74	1,94	2,09
340	25	0,38	0,64	0,58	0,43	1,38	1,98	2,19	2,27	1,13	1,73	1,92	2,06
340	35	0,37	0,62	0,55	0,41	1,36	1,96	2,15	2,22	1,11	1,71	1,88	2
340	50	0,37	0,59	0,52	0,39	1,34	1,94	2,1	2,16	1,08	1,69	1,84	1,94
340	75	0,37	0,57	0,49	0,38	1,32	1,92	2,05	2,08	1,06	1,67	1,79	1,86
350	5	0,38	0,69	0,67	0,47	1,41	2,01	2,31	2,43	1,15	1,75	2,02	2,21
350	10	0,37	0,65	0,62	0,45	1,38	1,98	2,24	2,35	1,13	1,73	1,97	2,13
350	15	0,37	0,63	0,59	0,44	1,36	1,96	2,21	2,3	1,11	1,71	1,94	2,09
350	20	0,36	0,62	0,58	0,43	1,36	1,96	2,19	2,28	1,1	1,7	1,92	2,07
350	25	0,36	0,61	0,56	0,42	1,35	1,95	2,17	2,25	1,09	1,69	1,9	2,04
350	35	0,36	0,59	0,53	0,4	1,33	1,93	2,13	2,19	1,07	1,67	1,86	1,98
350	50	0,36	0,57	0,5	0,38	1,31	1,91	2,08	2,14	1,05	1,65	1,81	1,92
350	75	0,35	0,55	0,47	0,36	1,29	1,89	2,03	2,06	1,03	1,63	1,76	1,84

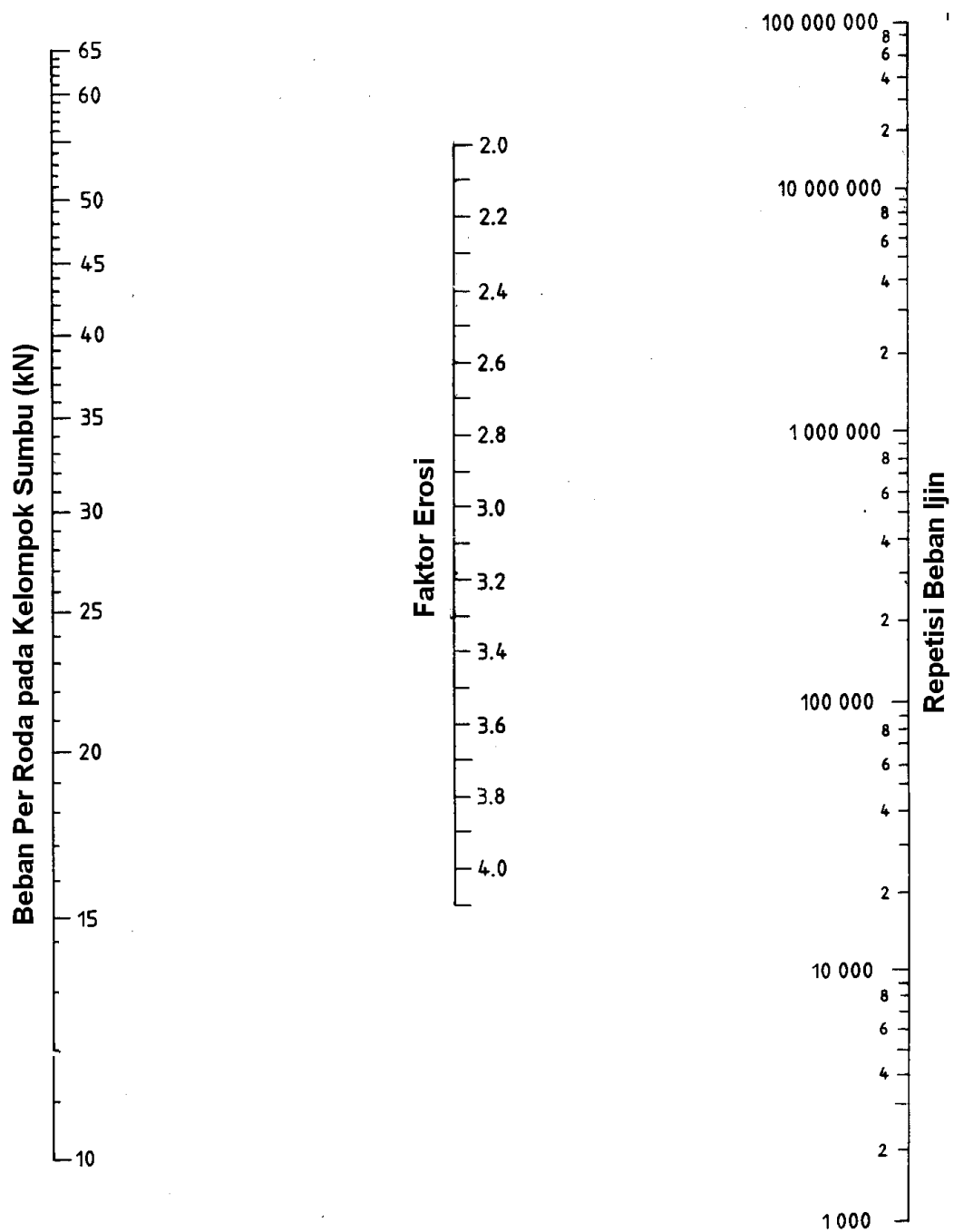
STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, pd T-14-2003)



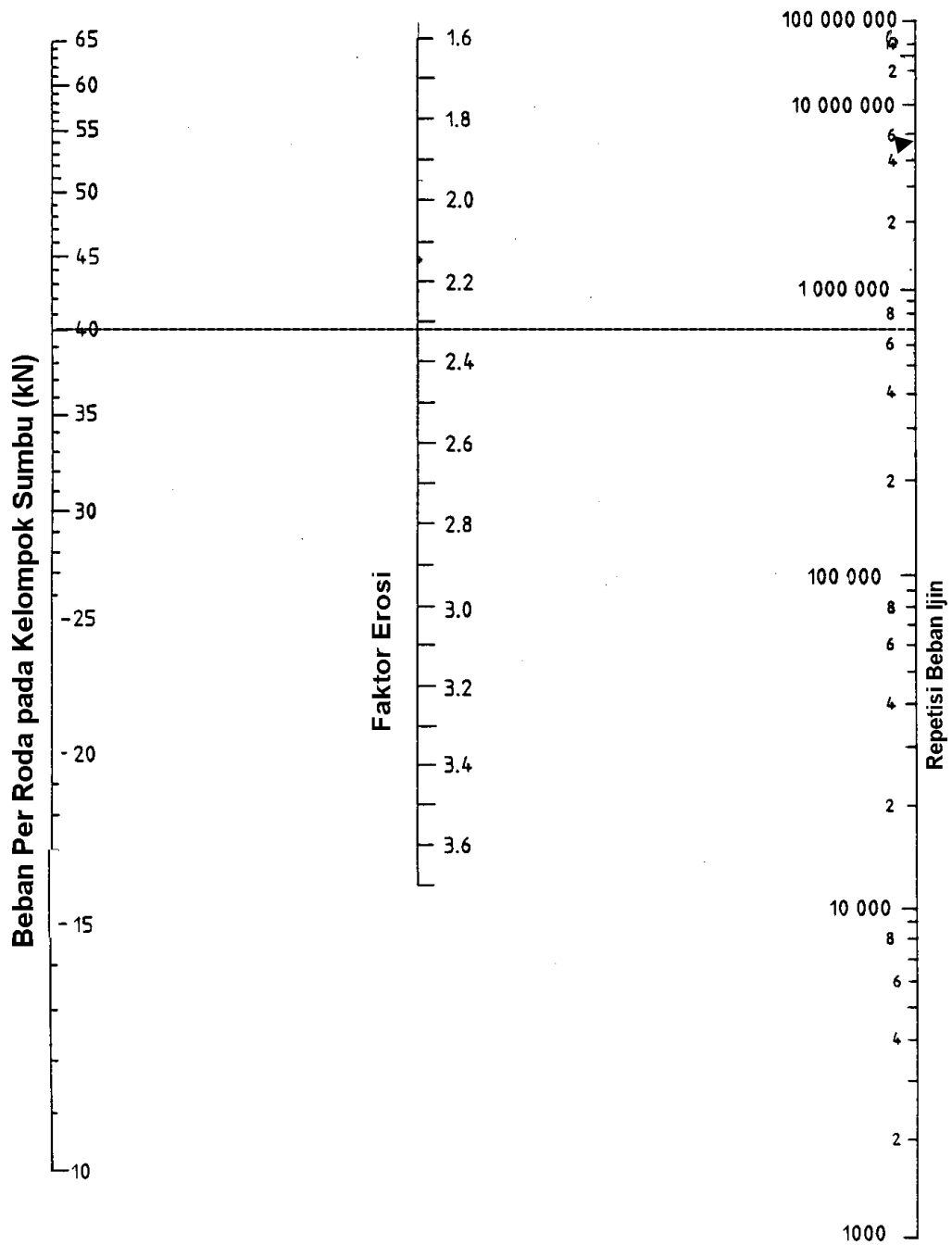
Gambar 2.36 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan /tanpa bahu beton

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



Gambar 2.37 Analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton

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



Gambar 2.38 Analisis erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton  
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

### 2.8.10. Perencanaan Tulangan Beton

Tujuan utama penulangan untuk :

1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
  2. Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
  3. Mengurangi biaya pemeliharaan
  4. Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.
- 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 :

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

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \dots\dots\dots (2.68)$$

Dengan pengertian:

$A_s$  : luas penampang tulangan baja ( $\text{mm}^2/\text{m}$  lebar pelat).

$f_s$  : kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.

$g$  : gravitasi ( $\text{m}/\text{detik}^2$ ).

$H$  : tebal pelat beton (m)

$L$  : jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)

$M$  : berat per satuan volume pelat ( $\text{kg/m}^3$ )

$\mu$  : koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

Luas penampang tulangan berbentuk anyaman empat persegi panjang dan bujur sangkar ditunjukkan pada Tabel 2.42.

Tabel 2.42. Ukuran Dan Berat Tulangan Polos Anyaman Las

Tulangan Memanjang		Tulangan Melintang		Luas Penampang Tulangan		Berat Per Satuan Luas ( $\text{kg/m}^2$ )
Diameter (mm)	Jarak (mm)	Diameter (mm)	Jarak (mm)	Memanjang ( $\text{mm}^2/\text{m}$ )	Melintang ( $\text{mm}^2/\text{m}$ )	
Empat Persegi Panjang						
12,5	100	8	200	1227	251	11,606
11,2	100	8	200	986	251	9,707
10	100	8	200	785	251	8,138
9	100	8	200	636	251	6,967
8	100	8	200	503	251	5,919
7,1	100	8	200	396	251	5,091
9	200	8	250	318	201	4,076
8	200	8	250	251	201	3,552
Bujur Sangkar						
8	100	8	100	503	503	7,892
10	200	10	200	393	393	6,165
9	200	9	200	318	318	4,994
8	200	8	200	251	251	3,946
7,1	200	7,1	200	198	198	3,108
6,3	200	6,3	200	156	156	2,447
5	200	5	200	98	98	1,542
4	200	4	200	63	63	0,987

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan

1. Penulangan Memanjang

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

$$P_s = \frac{100 F_{ct} (1,3 - 0,2\mu)}{f_y - n \cdot f_t} \dots \dots \dots (2.69)$$

Dengan Pengertian :

$P_s$  : persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%)

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



- $f_y$  : tegangan leleh rencana baja ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $n$  : angka ekuivalensi antara baja dan beton ( $E_s/E_c$ ),  
 $\mu$  : koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya  
 $E_s$  : modulus elastisitas baja =  $2,1 \times 10^6$  ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $E_c$  : modulus elastisitas beton =  $1485\sqrt{f'_c}$  ( $\text{kg/cm}^2$ )

Tabel 2.43. Hubungan kuat tekan beton dan angka ekuivalen baja dan beton (n)

$f'_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	N
175 - 225	10
235 - 285	8
290 - ke atas	6

(Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen, Pd T-14-2003)

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 :

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (E_s E_c - f_{ct})} \dots \dots \dots (2.70)$$

Dengan pengertian :

- $L_{cr}$  : 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 =  $(1,97\sqrt{f'_c})/d$ . ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $E_s$  : koefisien susut beton =  $(400 \cdot 10^{-6})$ .  
 $f_{ct}$  : kuat tarik langsung beton =  $(0,4 - 0,5 f_{cf})$  ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $n$  : angka ekuivalensi antara baja dan beton =  $(E_s/E_c)$ .  
 $E_c$  : modulus Elastisitas beton =  $14850\sqrt{f'_c}$  ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $E_s$  : modulus Elastisitas baja =  $2,1 \times 10^6$  ( $\text{kg/cm}^2$ )

Untuk menjamin agar didapat retakan-retakan yang halus dan jarak antara

retakan yang optimum, maka :

- a. Persentase tulangan dan perbandingan antara keliling dan luas tulangan harus besar
- b. 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 12 mm dan 20 mm.

## 2. Penulangan Melintang

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

- a. Diameter batang ulir tidak lebih kecil dari 12 mm.
- b. Jarak maksimum tulangan dari sumbu-ke-sumbu 75 cm.

## 3. Penempatan Tulangan

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

## 2.9. Bangunan Pelengkap

Bangunan Pelengkap Jalan merupakan bangunan untuk mendukung fungsi dan keamanan konstruksi. Jembatan, tembok penahan tanah, dan saluran drainase yang dibangun sesuai dengan persyaratan teknis termasuk bangunan pelengkap jalan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 13/PRT/M/2011). Bangunan pelengkap Jalan berfungsi sebagai jalur lalu lintas, pendukung konstruksi jalan dan fasilitas lalu lintas serta pendukung pengguna jalan.

### 2.9.1. Data Curah Hujan

Untuk merencanakan suatu sistem drainase diperlukan data tinggi hujan tahunan. Data tinggi hujan tahunan tersebut didapatkan dari stasiun pengamatan

yang terletak di sekitar kawasan penelitian perencanaan sistem drainase. Data tinggi hujan ini digunakan untuk perhitungan analisis hidrologi, dimana hasil dari analisis hidrologi tersebut akan digunakan untuk memperoleh besaran intensitas hujan yang nantinya menjadi debit maksimum yang kemungkinan dapat terjadi di lapangan.

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimal dari stasiun hujan yang ada. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 10 tahun hingga 20 tahun.

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan satu milimeter artinya adalah dalam luasan satu meter persegi tempat yang datar, tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan merupakan banyaknya curah hujan per-satuan jangka waktu tertentu. Jadi, apabila intensitas hujan dikatakan besar, itu tandanya hujan lebat dan dapat menimbulkan banjir. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), tinggi curah hujan 1 mm sama dengan jumlah air hujan sebanyak 1 liter dalam luasan 1 meter persegi ( 1 mm = 1 liter/m<sup>2</sup> ). Keadaan curah hujan dikatakan musim kering jika curah hujan kurang dari 50 mm/10 hari (< 50 mm/10 hari) dan musim hujan jika curah hujan mencapai lebih dari atau sama dengan 50 mm/10 hari (≥ 50 mm/10 hari). Berdasarkan intensitas curah hujan dibedakan menjadi 3 yaitu hujan sedang berada diantara 20 dan 50 mm perhari, hujan lebat berada diantara 50 dan 100 mm perhari, dan hujan sangat lebat berada diatas 100 mm perhari.

Untuk mengelola frekuensi hujan (R) menjadi intensitas hujan dapat digunakan cara sebagai berikut

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left( \frac{24^{\frac{2}{3}}}{t} \right) \dots \dots \dots (2.71)$$

Dimana :

I = Intesitas Hujan (mm/Jam)

T = lamanya curah hujan (menit)

R<sub>24</sub> = Curah Hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

### 2.9.2. Drainase Jalan

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Menurut Dr. Ir. Suripin, M. Eng. (2004; 7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Drainase dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya ialah sebagai berikut :

#### 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.

Menurut fungsinya drainase permukaan dibedakan menjadi:

##### a. Saluran samping

Saluran samping adalah saluran yang berada di sisi jalan yang dapat langsung menampung air dari badan jalan dan mengalirkannya keluar dari badan jalan.

##### b. Saluran pembuang

Saluran pembuang berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran samping ke tempat pembuangan yang lebih rendah seperti sungai, rawa atau kolam.

##### c. Saluran penangkap

Saluran penangkap berfungsi untuk mengalirkan air permukaan dari Daerah yang lebih tinggi, sebelum air mencapai badan jalan.

##### d. Gorong-gorong

Gorong-gorong adalah saluran melintang dan memotong badan jalan yang berada dibawah permukaan jalan yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sisi jalan ke sisi jalan lainnya.

#### 2. Drainase bawah

Drainase bawah harus dikerjakan terlebih dahulu sebelum pekerjaan badan jalan karena letaknya ada dibawah permukaan jalan yang biasa berfungsi penunjang

utama dalam mengalirkan air.

Agar saluran air hujan dapat ditampung dan dialirkan ketempat pembuangan (sungai dll) sehingga kapasitas sarana drainase jalan, ukuran/dimensinya harus direncanakan terlebih dahulu berdasarkan besarnya kapasitas yang diperlukan ( $Q_s$ ) yaitu bisa menampung besarnya debit aliran rencana ( $Q_r$ ).

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

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6} \dots\dots\dots(2.72)$$

Dimana :

$Q$  : Debit limpasan ( $m^3/det$ )

3,6 : Konstata

$C$  : Koefisien limpasan atau pengaliran

$I$  : Intensitas hujan selama waktu konsetrasi (mm/jam)

$A$  : Luas daerah tangkapan hujan ( $km^2$ )

### 2.9.3. Persyaratan Teknis Perencanaan Drainase

Syarat umum perencanaan drainase adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan yang efektif dan efisien, perencanaan drainase haruslah sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuangan air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna.
- b. Ekonomis dan aman, pemeliharaan 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.

Ketentuan kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan dalam perencanaan drainase :

- a. Pada daerah yang datar dan lurus

Penanganan pengendalian air untuk daerah ini biasanya dengan membuat

kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan menurun/melandai ke arah selokan samping. Besarnya kemiringan bahu jalan biasanya diambil 2% lebih besar daripada kemiringan permukaan jalan.

Adapun besarnya kemiringan normal pada perkerasan jalan, dapat dilihat pada Tabel 2.44 berikut ini :

Tabel 2.44. Kemiringan melintang perkerasan dan bahu jalan

No.	Jenis lapisan permukaan jalan	Kemiringan melintang
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Jalan yang dipadatkan	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

( Sumber : Perencanaan sistem drainase, 2006)

b. Daerah jalan yang lurus pada tanjakan/penurunan

Penanganan pengendalian air pada daerah ini perlu mempertimbangkan pula besarnya kemiringan alinyemen vertikal jalan yang berupa tanjakan dan turunan agar aliran air secepatnya bisa mengalir ke selokan samping. Untuk itu maka kemiringan melintang perkerasan jalan disarankan agar menggunakan nilai-nilai maksimum.

c. Pada daerah tikungan

Kemiringan melintang pada perkerasan jalan pada daerah ini harus mempertimbangkan kebutuhan kemiringan jalan menurut persyaratan alinyemen horizontal jalan, karena kemiringan perkerasan jalan harus dimulai dari sisi luar tikungan menurun/melandai kesisi dalam tikungan. Besarnya kemiringan pada daerah ini ditentukan oleh nilai maksimum dari kebutuhan kemiringan menurut keperluan drainase.

Menurut Perencanaan Sistem Drainase Jalan hal-hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan drainase permukaan diuraikan dibawah ini :

a. Plot rute jalan di peta topografi (L)

1. Plot rute jalan rencana pada topografi diperlukan untuk mengetahui gambaran topografi atau daerah kondisi sepanjang trase jalan yang akan dilalui dapat dipelajari.
  2. Kondisi *terrain* pada daerah layanan diperlukan untuk menentukan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi pola aliran.
- b. Panjang segmen saluran (L)
- Penentuan panjang segmen saluran (L) didasarkan pada:
1. Kemiringan rute jalan, disarankan saluran mendekati kemiringan rute jalan.
  2. Adanya tempat buangan air seperti badan air (misalnya sungai, waduk, dan lain-lain).
  3. Langkah coba-coba sehingga dimensi saluran paling ekonomis.
- c. Luas daerah layanan (A)
1. Perhitungan luas daerah layanan didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau.
  2. 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.
  3. Luas daerah layanan terdiri atas luas setengah badan jalan ( $A_1$ ), luas bahu jalan ( $A_2$ ) dan luas daerah di sekitar ( $A_3$ ).
  4. Batasan luas daerah layanan tergantung dari daerah sekitar dan topografi dan daerah sekelilingnya. Panjang daerah pengaliran yang diperhitungkan terdiri atas setengah lebar badan jalan ( $l_1$ ) lebar bahu jalan ( $l_2$ ) dan daerah sekitar ( $l_3$ ) yang terbagi atas daerah perkotaan yaitu  $\pm 10$  m dan untuk daerah luar kota yang didasarkan pada topografi daerah tersebut.
  5. 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 menampung air dari luas

daerah layanan daerah sekitar ( $A_3$ ).

d. 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.

e. Faktor limpasan (fk)

1. Merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien *run off* biasa dengan tujuan agar kinerja saluran tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran yang terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah.
2. 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:

$$C = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots (2.73)$$

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

Fk = Faktor limpasan sesuai guna lahan

f. Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )

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 rumus berikut :

$$T_c = t_1 + t_2 \text{ atau } T_c = t_o + t_d \dots\dots\dots (2.74)$$



$$t_1 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times l_0 \times \frac{nd}{\sqrt{is}} \dots\dots\dots (2.75)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \dots\dots\dots (2.76)$$

Dimana :

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

t<sub>1</sub>/t<sub>0</sub> = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

t<sub>2</sub>/t<sub>d</sub> = Waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

l<sub>0</sub> = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

Nd = Koefisien hambatan

is = Kemiringan saluran memanjang

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

Waktu Konsentrasi (Tc)

1. Analisa hidrologi

- a. 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 terletak pada daerah layanan saluran samping jalan.
- b. Jika daerah layanan tidak memiliki data curah hujan, maka dapat digunakan data dari stasiun di luar daerah layanan yang dianggap masih dapat mewakili. Jumlah data curah hujan diperlukan minimal 10 tahun terakhir.

2. 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.

3. 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.

#### 4. Debit aliran air (Q)

Untuk menghitung debit aliran air (Q) menggunakan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.77)$$

Dimana :

Q = Debit aliran air (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien pengaliran rata-rata dari

C1,C2,C3I = Intensitas kl (mm/jam)

A = Luas daerah layanan (km) terdiri atas A1,A2,A3

#### 2.9.4.Box Culvert

*Box culvert* adalah gorong-gorong persegi dari beton bertulang yang kaku dengan konstruksi plat dinding, plat alas, dan plat atas menyatu berupa kotak ataubox. Ditempatkan melintang jalan yang berfungsi untuk menampung air dari hulu saluran drainase yang mengalirkannya, dengan dimensi yang harus cukup besar untuk melewati debit air secara maksimum dari daerahn pengaliran secara efisien dan dibuat dengan tipe permanen.

Tipe dan bahan gorong-gorong yang permanen dapat dilihat pada Tabel 2.62 dengan desain umur rencana untuk periode ulang untuk perencanaan gorong-gorong disesuaikan dengan fungsi jalan tempat gorong-gorong berlokasi:

- Jalan Tol = 25 tahun
- Jalan Arteri = 10 tahun
- Jalan Kolektor = 7 tahun
- Jalan Lokal = 5 tahun.

Perhitungan gorong-gorong mengambil asumsi sebagai saluran terbuka dan dimensi gorong-gorong harus memperkirakan debit yang masuk gorong-gorong tersebut. Dimensi gorong-gorong minimum dengan diameter 80 cm dengan kedalaman minimum 1 m-1,5 m tergantung tipe. (Lihat Tabel 2.45) dengan kedalaman minum 1 m-1,5 m dari permukaan jalan.

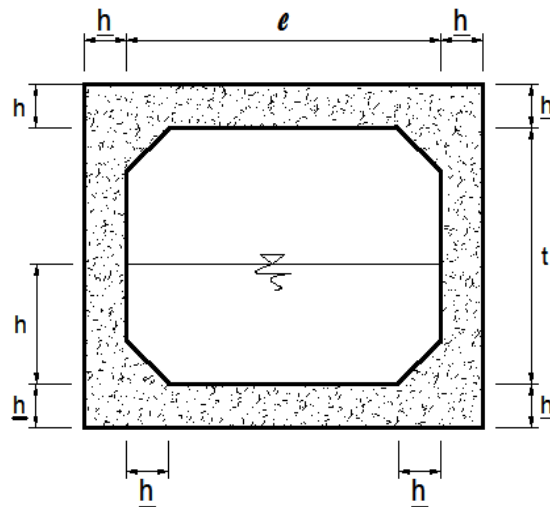
Tabel 2.45. Tipe penampang gorong-gorong

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

(Sumber : Pd. T-02-2006-B Perencanaan Sistem Drainase Jalan)

**2.9.5. Kriteria Perencanaan Drainase Dan Gorong – Gorong**

Ditempatkan pada melintang jalan yang berfungsi untuk menampung air dari hulu saluran drainase dengan dimensi yang harus cukup besar supaya melewati debit air secara maksimum dari daerah pengaliran dengan efisien dan dibuat dengan tipe permanen. Kriteria Perencanaan dan desain gorong-gorong sebagai berikut:



Gambar 2.39. Gorong – Gorong  
(Sumber : Pd. T-02-2006-B Perencanaan Sistem Drainase Jalan)

$$V = \frac{Q}{V_{izin}} \dots\dots\dots(2.78)$$

$$b = 2h \dots\dots\dots(2.79)$$

$$A = I \times h \dots\dots\dots(2.80)$$

$$w = \sqrt{0,5h} \dots\dots\dots(2.81)$$

- V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)  
 Q = Debit aliran ( $m^3$  /detik)  
 A = Luas penampang basah ( $m^2$ )  
 W = Tinggi jagaan (m)  
 b = Tinggi penampang saluran (m)  
 I = Lebar saluran (m)  
 h = Tinggi muka air (m)

Tabel 2.46. Angka Kekasaran *Manning* (n)

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
Saluran Buatan					
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
Saluran Alam					
8	Bersih, lurus, tidak berpasir dan tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
9	Seperti no.8 tapi ada timbunan alau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir	0,030	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no. 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti no.11 sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
Saluran Buatan, Beton, atau Batu Kali					
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

(Sumber : Pd. T-02-2006-B Perencanaan Sistem Drainase Jalan)

### 2.9.6. Dasar Perencanaan Dan Pembebanan Pada Gorong – Gorong

Bangunan gorong-gorong persegi (*box culvert*) (Sosrodarsono, Suyono dan Nakazawa, Kazuto : 2005, Pradnya Paramita).

#### a. Dasar perencanaan

Diperlukan pemeriksaan terhadap gorong-gorong persegi ditinjau dari segi

pembebanan yaitu gaya-gaya samping dan gaya arah memanjang. Tetapi bila panjang dari gorong-gorong kurang dari 15 m, pemeriksaan terhadap gaya - gaya arah memanjang boleh diabaikan. Untuk perencanaan gorong-gorong karena gaya - gaya dari samping dimensi dari pada bentuk luar dipergunakan dalam perhitungan beban, sedangkan ukuran dari sumbu pusat di tiap-tiap bagian dipergunakan dalam perhitungan tegangan. Kemudian untuk analisa “kerangka kaku” digunakan metode “*Slope Deflection*”.

b. Beban yang dipergunakan untuk perencanaan

Beban yang bekerja pada gorong-gorong persegi (*Box Culvert*) adalah tekanan tanah vertikal yang berasal dari tanah diatas gorong-gorong, tekanan tanah mendatar yang diberikan oleh tinggi timbunan di samping gorong-gorong, beban hidup diatas gorong-gorong dan gaya-gaya reaksi. Pada gorong-gorong persegi yang biasa, perubahan-perubahan kombinasi pembebanan tergantung dari pada tinggi tanah penutup di atas gorong-gorong, apakah lebih tinggi atau lebih rendah dari 3,50 meter. Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,50 meter, perhitungan dibuat dalam 2 kombinasi dan bila momen lentur dan gaya geser pada tiap-tiap titik telah didapat dari kedua perhitungan kombinasi tersebut, maka salah satu hasil yang lebih besar yang dipakai untuk perencanaan penampang.

Tanda-tanda/notasi pada gambar berarti sebagai berikut:

$P_{vd1}$  = Tekanan tanah vertikal, yang bekerja pada bidang permukaan atas gorong-gorong ( $\text{ton/m}^2$ )

$P_{hd}$  = Tekanan tanah mendatar bekerja pada bagian samping gorong-gorong ( $\text{ton/m}^2$ )

$P_{v1}$  = Beban vertikal karena beban hidup, dihitung dengan mengambil yang sesuai dengan ketebalan tanah penutup.

1. Bila tebal penutup  $< 3,50$  m

$$P_{V1} = \frac{P_{i+i}}{W_1} \left( \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) \dots\dots\dots (2.82)$$

2. Bila tebal tanah penutup  $> 3,50$  m

Muatan merata diatas gorong-gorong ( $P_{v1}$ ) =  $1,0 \text{ ton/m}^2$

$K_o$  = Koefisien tekanan tanah dalam keadaan statis, dipengaruhi oleh tekanan

tanah mendatar  $1,0 \text{ ton/m}^2 \times K_o$ , yang diakibatkan oleh beban muatan.

$P_v2$  = Reaksi tanah

Adapun ukuran dimensi gorong-gorong tipe single dapat dilihat pada Tabel

2.40 dibawah ini :

Tabel 2.47.Ukuran dimensi gorong-gorong

Tipe <i>single</i> (cm)												
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	28	30	30	30

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

### 2.9.7. Marka Jalan, Rambu Lalu Lintas, Pengaman Jalan Dan Trotoar

#### 1. Marka Jalan

Marka jalan dibuat dengan cat warna putih dan kuning atau dengan material lainnya yang ditempatkan atau dibuat pada permukaan perkerasan jalan, kerb atau objek lainnya dengan maksud untuk mengatur lalulintas atau mengingatkan pengendara (Shirley L. Hendarsin, 2000:330). Ada 5 kategori marka jalan yang digunakan, yaitu : marka pada perkerasan jalan, pada kerb jalan, tanda pada objek, petunjuk dan perkerasan yang diberi warna.

Jenis marka yang paling umum adalah marka pada perkerasan yang terdiri darigaris memanjang dan melintang dengan tulisan dan lambang. 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”, Garis penuh bersifat “dilarang”,Garis penuh ganda bersifat “dilarang keras”.
2. Warna untuk garis-garis tersebut menunjukkan sebagai berikut : warna putih memisahkan arus lalu lintas (batas lajur) pada arah yang sama dan warna kuning memisahkan arus lalulintas pada arah yang berlawanan.
3. Tebal garis menunjukkan derajat penekanan

Tabel 2.48 Penggunaan Tipikal Marka Pada Perkerasan

Tipe	Penggunaan Tipikal
Garis Memanjang	
Garis putih putus – putus	Garis batas lajur untuk jalan multilajur
Garis kuning putus – putus	Dijinkan untuk menyalip / mendahului pada jalan dua lajur dua jalur
Garis putih penuh	Tanda / batas tepi perkerasan
Garis ganda putih penuh	Garis pemisah karena akan ada rintangan
Garis kuning penuh	Digunakan bersamaan dengan garis putus – putus warna kuning, yang menunjukkan tidak boleh mendahului
Garis kuning ganda putus - putus	Tepi lajur arus kendaraan berlawanan
Garis titik - titik	Garis tambahan melalui samping sebidang/tidak
Garis Melintang	
Marka pada bahu	Untuk menghalangi penggunaan bahu jalan sebagai lajur lalu lintas
Pasangan garis putih penuh dengan lebar 15 cm dan panjang + 200 cm	Tempat penyebrangan pejalan kaki ( <i>Cross Walks</i> ) / <i>Zebra Cross</i>
Garis putih penuh dengan lebar 3 – 6 m	Garis henti yang menunjukkan kendaraan diperlukan untuk berhenti

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, 2000)

## 2. Rambu Lalu Lintas

Dilihat dari fungsinya rambu lalulintas terdiri dari 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 : lingkaran, belah ketupat, persegi panjang atau bujur sangkar, bersilang, berbetuk anak segi delapan. Warna yang digunakan pada umumnya seragam atau standar yang berlaku internasional.

Tabel 2.49. Jenis Rambu Jalan dan Warna Yang Digunakan

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

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, 2000)

### 3. Pengaman Jalan

#### a. Pagar pengaman

Pagar pengaman atau rel pengaman dipasang pada tikungan yang cukup 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 dengan jarak 2 meter. Bahan untuk pagar pengaman adalah baja galvanizer, dimensi dan spesifikasinya sesuai dengan standar dari Bina Marga.

#### b. Patok pengarah

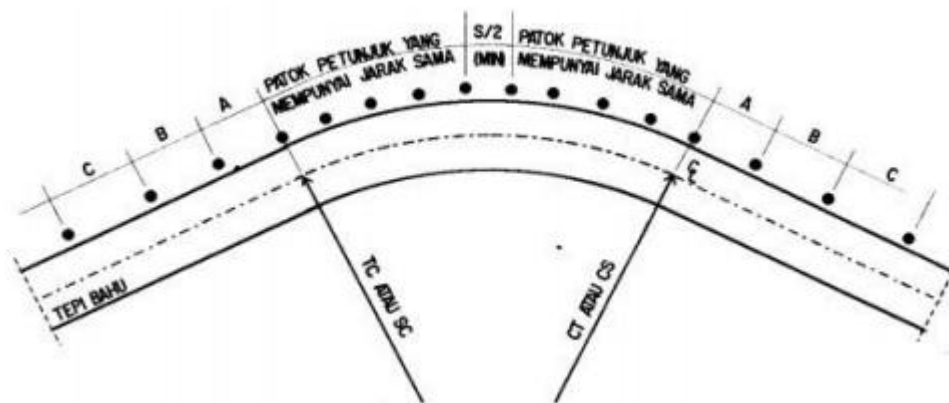
Selain patok kilometer yang dipasang untuk penunjuk arah, patok beton yang berfungsi sebagai pengarah harus dipasang pada tikungan dan jalan masuk jembatan, dimensi patok sesuai dengan ketentuan standar dari Bina Marga.

Jarak atau letak antar patok pengarah dapat dilihat pada tabel 2.66 dibawah ini :

Tabel 2.50. Jarak Patok Pengarah

Radius (m)	Jarak antar 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	20
30 - < 60	8	10	20	20
< 30	6	10	15	15

(Sumber : Shirly L. Hendarsin, 2000)



Gambar 2.40. Denah Letak Patok Pengarah

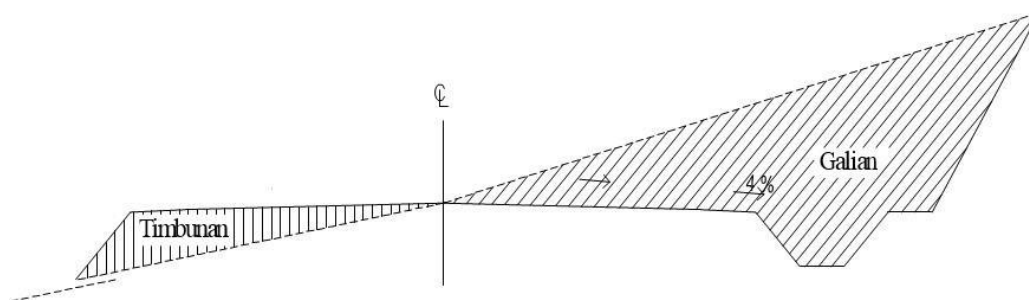
(Sumber : Shirly L. Hendarsin, 2000)

#### 4. Trotoar

Trotoar termasuk dalam sarana pedestrian untuk memberikan pelayanan yang optimal kepada pejalan kaki baik dari segi keamanan maupun kenyamanan. Trotoar dapat ditempatkan khusus, juga dapat digunakan sekaligus sebagai penutup saluran samping

## 2.10. Perhitungan Galian Dan Timbunan

Pada perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian dan timbunan sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen vertikal dan horizontal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan. Menurut Ir. Hamirhan Saodang (2004: 177),



Gambar 2.41 Galian dan Timbunan

langkah-langkah dalam pekerjaan galian dan timbunan, antara lain sebagai berikut :

- Perhitungan penampang tanah
- Perhitungan volume tanah, dilakukan dengan metoda *Double End Areas* (luas ujung rangkap) yaitu dengan mengambil rata-rata luas kedua ujung penampang dari STA 1 dan STA 2 kemudian dikalikan jarak kedua STA. Ini dilakukan untuk semua titik STA yang berada pada rancangan trase jalan.

$$\text{Volume} = (A1 + A2) / 2 \times \text{Jarak (m)}$$

Dimana :

A1 = Luas Penampang STA 1

A2 = Luas Penampang STA 2

- Diagram massa, adalah kurva yang menggambarkan pemindahan tanah pada suatu penampang melintang diatas atau dibawah profil jalan, mulai dari suatu stasiun tertentu sampai stasiun berikutnya.
- Pemindahan tanah, dengan menggunakan diagram massa pekerjaan tanah dimana efisiensi akan tercapai bila mana volume galian hampir sama dengan volume timbunan.

Tabel 2.51. Perhitungan Galian dan Timbunan

STA	Luas (m <sup>2</sup> )		Jarak (m)	Volume	
	Galian	Timbunan		Galian	Timbunan
0 + 000	A	A	L	$\frac{A + B}{2} \times L = C$	$\frac{A + B}{2} \times L = C$
0 + 100	B	B			
Jumlah				$\Sigma C, \dots, N$	$\Sigma C, \dots, N$

## 2.11. Pengelolaan Proyek

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi yang tepat diperlukan adanya hubungan ketergantungan antar bagian-bagian pekerjaan dengan pekerjaan lainnya. Oleh karena itu dengan adanya pengelolaan proyek maka pekerjaan yang akan dikerjakan akan dapat sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Pengelolaan proyek harus diatur secara baik agar pelaksanaan proyek berjalan sesuai dengan aturan, maka dari itu diperlukan pengaturan manajemen proyek dan perhitungan anggaran biaya proyek.

### 2.11.1. RKS (Rencana Kerja Dan Syarat)

Sebagai kelengkapan dari dokumen tender, Rencana Kerja dan Syarat (RKS) ditempatkan sebagai dokumen penting selain gambar rencana, karena menentukan kepentingan dari berbagai pihak yang akan terlibat dalam realisasi pekerjaan, dimulai sejak tahap awal dari proses realisasi ide dari pemilik proyek (owner).

1) Syarat-syarat umum

Menjelaskan pasal-pasal yang berisi tentang proyek tersebut dari awal sampai akhir proyek tersebut.

2) Syarat-syarat administrasi

Dalam peraturan administrasi dibedakan pula antara peraturan administrasi keuangan dan teknis.

Administrasi keuangan mencakup hal-hal sebagai berikut: Harga penawaran

termasuk didalamnya biaya pelelangan, ketentuan apabila terjadi pekerjaan tambah kurang, persyaratan yang harus dipenuhi dari setiap jenis jaminan yang digunakan, ketentuan denda yang disebabkan karena keterlambatan, kelalaian pekerjaan, pemutusan kontrak dan pengaturan pembayaran kepada kontraktor, resiko akibat kenaikan harga upah dan bahan. Administrasi Teknis memuat hal-hal sebagai berikut: ketentuan apabila terjadi perselisihan beserta cara-cara penyelesaian, syarat-syarat penawaran, ketentuan penyampaian dokumen penawaran dan sampul penawaran, syarat peserta lelang dan sanksi yang harus diberikan apabila terjadi pelanggaran, hak sanggah dan kegagalan pelelangan, serta persyaratan pengadaan subkontraktor dan kualifikasi.

### 3) Syarat teknis

Rincian dari setiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan dimulai pekerjaan persiapan sampai dengan *finishing*. Bisa juga disebut Metode Kerja Pelaksanaan Pekerjaan, bahan-bahan yang akan digunakan beserta persyaratan.

#### **2.11.2. Membuat Daftar Harga Satuan Bahan Dan Upah**

Daftar satuan bahan dan upah adalah harga yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga tempat proyek berada karena tidak setiap daerah memiliki standar yang sama. Penggunaan daftar upah ini juga merupakan pedoman untuk menghitung rancangan anggaran biaya pekerjaan dan upah yang dipakai kontraktor. Adapun harga satuan bahan dan upah adalah harga yang termasuk pajak-pajak.

#### **2.11.3. Perhitungan Analisa Satuan Harga Pekerjaan**

Analisa satuan harga adalah perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Gunanya agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat di dalam analisa satuan harga ini nantinya akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya. Adapun yang termasuk di dalam Analisa Satuan Harga ini adalah :

##### 1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan-perhitungan biaya pada setiap pekerjaan yang ada pada suatu proyek. Dalam menghitung analisa harga satuan pekerjaan, sangatlah erat hubungannya dengan daftar harga satuan bahandan upah.

## 2. Analisa Satuan Alat Berat

Perhitungan analisa satuan alat berat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu:

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

### 2.11.4. Perhitungan Volume Pekerjaan

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

### 2.11.5. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Menurut Ibrahim (1993), yang dimaksud rencana anggaran biaya (begrooting) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Menurut Djojowiriono (1984), rencana anggaran biaya merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Adapun menurut Niron (1992), rencana anggaran biaya mempunyai pengertian sebagai berikut :

Rencana : Himpunan planning termasuk detail dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan.

Anggaran : Perhitungan biaya berdasarkan gambar bestek (gambar rencana) pada suatu bangunan.

Biaya : Besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan yang ada. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$RAB = \Sigma \text{ Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan} \dots\dots\dots(2.82)$$

Menurut Mukomoko (1987), dalam menyusun biaya diperlukan gambar-gambar bestek serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan.

Menurut Sastraatmadja (1984), dalam bukunya "Analisa Anggaran Pelaksanaan", bahwa rencana anggaran biaya dibagi menjadi dua, yaitu rencana anggaran terperinci dan rencana anggaran biaya kasar.

a. Rencana Anggaran Biaya Kasar

Merupakan rencana anggaran biaya sementara dimana pekerjaan dihitung tiap ukuran luas. Pengalaman kerja sangat mempengaruhi penafsiran biaya secara kasar, hasil dari penafsiran ini apabila dibandingkan dengan rencana anggaran yang dihitung secara teliti didapat sedikit selisih.

**2.11.6. Rekapitulasi Biaya**

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikannya dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok- pokok pekerjaan beserta biayanya.

### 2.11.7. *Time Schedule*

Rencana kerja yaitu pembagian waktu secara rinci yang disediakan untuk masing-masing bagian pekerjaan awal sampai pekerjaan akhir. Manfaat dan kegunaan rencana kerja sebagai berikut :

- a. Alat koordinasi bagi pemimpin
- b. Pedoman kerja para pelaksana
- c. Penilaian kemajuan pekerjaan
- d. Evaluasi hasil pekerjaan

Rencana kerja terdiri dari :

#### 1. NWP (*Network Planning*)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP adalah suatu alat pengendalian pekerjaan di lapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan.


Kegunaan dari *Network Planning* adalah :

- a. Mengkoordinasikan berbagai pekerjaan
- b. Mengetahui apakah suatu pekerjaan bebas atau tergantung dengan pekerjaan lainnya
- c. Mengetahui logika proses yang berlangsung dan hasil proses itu sendiri

Proses penyusunan *Network Planning* secara garis besar, meliputi :

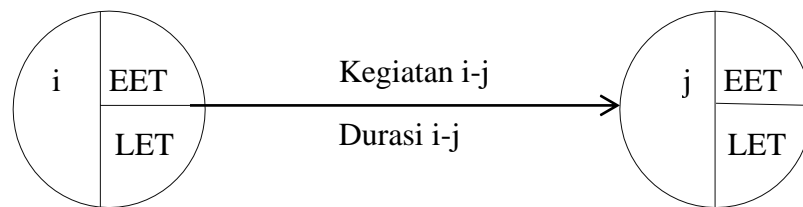
- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek
- b. Menyusun hubungan logika ketergantungan antar kegiatan
- c. Memberikan perkiraan waktu untuk setiap kegiatan
- d. Mengidentifikasi jalur kritis dan float
- e. Menentukan jadwal yang paling ekonomis

Simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran *Network Planning* :

- a.  Anak panah (*Arrow*) bentuk ini merupakan anak panah yang menunjukkan aktifitas atau kegiatan. Kegiatan ini adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu. Kepala anakpanah menunjukkan arah kegiatan dari kiri ke kanan.



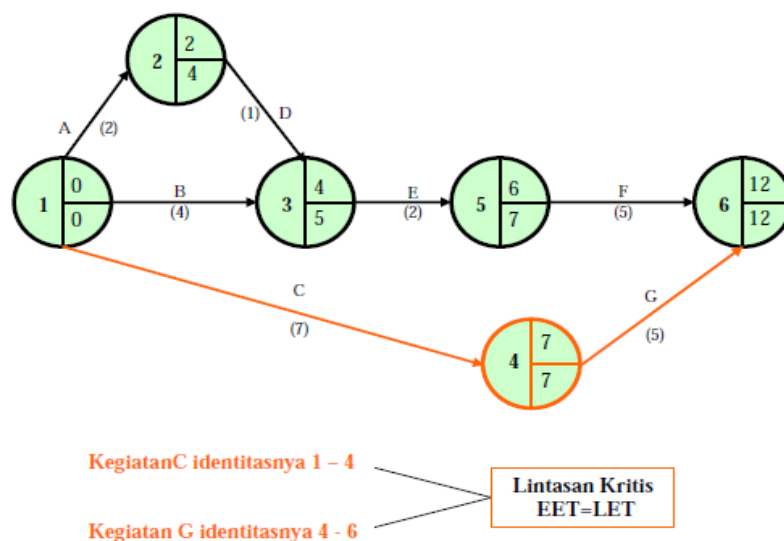
- b.  $\Rightarrow$  (*Double arrow*) anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critical path*).
- c.  $\bigcirc$  (*Node/event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Ini adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan-kegiatan.
- d.  $----->$  (*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 2.42. *Net Work Planning*

Dimana :

- Earliest Event Time (EET)* : Waktu permulaan paling awal
- Latest Event Time (LET)* : Waktu permulan paling akhiri ,
- j (Event)* : Urutan pekerjaan



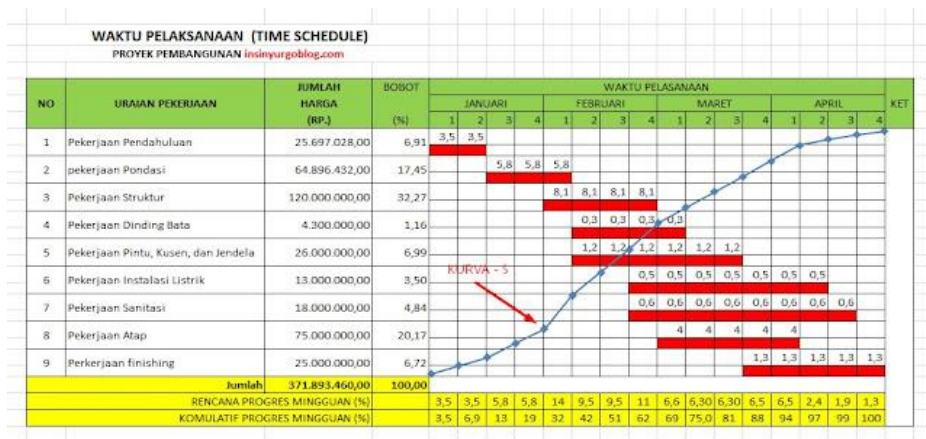
Gambar 2. 43. Sketsa *Net Work Planning*

2. *Barchart*

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

3. Kurva “S”

Dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan. Visual kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husein,2011) .



Gambar 2.44. Kurva S