

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Dasar Perencanaan Geometrik**

##### **2.1.1 Pengertian**

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan.

Yang menjadi dasar perencanaan geometrik jalan adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraannya, dan karakteristik arus lalu lintas. Hal tersebut haruslah menjadi bahan pertimbangan perencana sehingga dihasilkan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat kenyamanan dan keamanan yang diharapkan (Sukarman, 1999)

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari suatu perencanaan konstruksi jalan yang meliputi rancangan pola arah dan visualisasi dimensi nyata dari suatu trase jalan beserta bagian-bagiannya. Perencanaan geometrik jalan merupakan suatu perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, menyangkut beberapa komponen jalan yang dirancang berdasarkan kelengkapan data dasar, yang didapatkan melalui hasil survei lapangan yang kemudian dianalisis berdasarkan acuan persyaratan geometrik yang berlaku (Saodang, 2010)

##### **2.1.2 Data peta topografi**

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

Pengukuran peta topografi untuk mengumpulkan data topografi yang cukup yang akan digunakan dalam perencanaan geometrik. Data peta topografi menentukan

kecepatan sesuai dengan daerahnya. Pengukuran peta topografi dilakukan pada sepanjang trase jalan rencana.

Pekerjaan pengukuran terdiri dari beberapa kegiatan berikut :

- a. Pekerjaan perintisan berupa merintis atau membuka sebagian daerah yang akan diukur sehingga pengukuran dapat berjalan lancar.
- b. Kegiatan Pengukuran yang meliputi :
  1. Penentuan titik-titik kontrol vertikal dan horizontal yang dipasang setiap interval 100 meter pada rencana as jalan.
  2. Pengukuran penampang melintang dan penampang memanjang.
  3. Pengukuran situasi pada bagian kiri dan kanan dari jalan dimaksud dan disebutkan tata guna tanah disekitar trase jalan.
  4. Perhitungan perencanaan desain jalan dan juga penggambaran peta topografi berdasarkan titik-titik koordinat kontrol diatas.

### **2.1.3 Data lalu lintas**

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 jalur dalam penentuan karakteristik geometrik, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau muatan sumbu terberat yang akan berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan (Saodang, 2004)

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 atau survei kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan, sehingga dari hasil pendataan ini kita dapat mengetahui volume lalu lintas yang melintasi jalan tersebut. Data volume lalu lintas diperoleh dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam).

Volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) yang didapat dengan mengalikan atau mengkonversikan angka faktor ekuivalensi (FE) setiap kendaraan yang melintasi jalan tersebut dengan jumlah kendaraan yang diperoleh dari

hasil pendataan (kend/jam). Volume lalu lintas dalam SMP ini menunjukkan besarnya jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang melintasi jalan tersebut. Dari lalu lintas rata-rata (LHR) yang didapatkan kita dapat merencanakan tebal perkerasan.

Untuk merencanakan teknik jalan baru, survei lalu lintas tidak dapat dilakukan karena belum ada jalan. Akan tetapi, untuk menentukan dimensi jalan tersebut diperlukan data jumlah kendaraan untuk itu hal yang harus dilakukan sebagai berikut :

- a. 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.
- b. Survei asal tujuan yang dilakukan pada lokasi yang dianggap tepat dengan cara melakukan wawancara kepada pengguna jalan untuk mendapatkan gambaran rencana jumlah dan komposisi pada jalan yang direncanakan (Herdarsin, 2000)

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 2017. Faktor laju pertumbuhan Lalu Lintas tahun 2015-2035 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	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 : MKJI, 2017)

#### 2.1.4 Data penyelidikan tanah

Data penyelidikan tanah didapat dengan melakukan penyelidikan tanah di lapangan, meliputi pekerjaan :

- a. Penelitian

Penelitian data tanah yang terdiri dari sifat-sifat indeks, klasifikasi USCS dan AASHTO, pemadatan dan nilai CBR. Pengambilan data CBR dilapangan dilakukan

sepanjang ruas jalan rencana, dengan interval 100 meter dengan menggunakan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Hasil tes DCP ini dievaluasi melalui penampilan grafik yang ada, sehingga menampilkan hasil nilai CBR di setiap titik lokasi. Penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara analisis dan grafis.

#### 1. Cara Analisis

Adapun rumus yang digunakan pada CBR analisis adalah :

$$CBR_{\text{segmen}} = (CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}) / R \dots\dots\dots(2.1)$$

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam suatu segmen. Nilai R untuk perhitungan CBR segmen diberikan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai R untuk perhitungan CBR segmen

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,57
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

(Sumber : Sukarman, 1995)

#### 2. Cara Grafis

Prosuder adalah sebagai berikut :

- a) Tentukan nilai CBR terendah.
- b) Tentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR kemudian disusun pada tabel, mulai dari CBR terkecil sampai yang terbesar.

- c) Angka terbanyak diberi nilai 100 %, angka yang lain merupakan persentase dari 100 %.
- d) Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dengan persentase nilai tadi.
- e) Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90 %.

b. Analisa

Melakukan analisa pada contoh tanah terganggu dan tidak terganggu juga terhadap bahan konstruksi, dengan menggunakan ketentuan ASTM dan AASTHO maupun standar yang berlaku di Indonesia.

c. Pengujian Laboratorium

Uji bahan konstruksi untuk mendapatkan :

1. Sifat-sifat indeks (*indeks properties*) yaitu meliputi  $G_s$  (*specific gravity*),  $W_N$  (*water natural conten*),  $\gamma$  (berat isi),  $e$  (angka pori),  $n$  (*porositas*),  $S_r$  (derajat kejenuhan).
2. Klasifikasi USCS dan AASTHO
  - a) Analisa ukuran butir (*Grain Size Analysis*)
    - Analisa saringan (*sieve analysis*)
    - Hidrometer (*hydrometer analysis*)
  - b) Batas-batas atterberg (*atterberg limits*)
    - *Liquid limit* (LL) = batas cair
    - *Plastic limit* (PL) = batas plastis
    - *Indeks plastis* (IP) = LL-PL
- c) Pemadatan :  $\gamma_d$  maks dan  $W_{opt}$ 
  - Pemadatan standar
  - Pemadatan modifikasi
  - Dilapangan di cek dengan *sandcone*  $\pm 100\% \gamma_d$  maks
- d) CBR laboratorium (CBR rencana), berdasarkan pemadatan  $\gamma_{dmax}$  dan  $W_{opt}$

- CBR lapangan : DCP → CBR lapangan

### **2.1.5 Data penyelidikan material**

Data penyelidikan material meliputi pekerjaan sebagai berikut :

- a. Mengadakan penelitian terhadap semua data material yang ada selanjutnya melakukan penyelidikan sepanjang proyek tersebut, berdasarkan survei langsung dilapangan maupun dengan pemeriksaan laboratorium.
- b. Penyelidikan lokasi sumber material yang ada beserta perkiraan jumlahnya untuk pekerjaan-pekerjaan penimbunan pada jalan dan jembatan serta bangunan pelengkap.

Pengidentifikasi material secara virtual yang dilakukan oleh teknisi tanah dilapangan hanya berdasarkan gradasi butiran dan karakteristik keplastisannya saja yaitu :

1. Tanah berbutir kasar

Tanah yang termasuk dalam kelompok butiran kasar contohnya adalah kerikil dan pasir.

2. Tanah berbutir halus

Dilapangan tanah kelompok ini sudah dibedakan secara virtual antara lempung dan lanau, kecuali dengan cara perkiraan karakteristik plastisnya (Hendarsin Shirley, 2000)

## **2.2 Klasifikasi Jalan**

### **2.2.1 Klasifikasi jalan menurut fungsi jalan**

Klasifikasi berdasarkan Undang-undang No. 38 mengenai jalan dapat dilihat dibawah ini :

- a. Jalan Arteri

1. Jalan Arteri Primer

Adalah ruas jalan yang menghubungkan antar kota jenjang kesatu yang berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang

kedua. Jika ditinjau dari peranan jalan itu sendiri, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi adalah :

- i. Kecepatan rencana  $> 60$  km/jam.
- ii. Lebar badan jalan  $> 8,0$  m.
- iii. Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- iv. Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan yang tercapai.
- v. Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal.
- vi. Jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kota.

## 2. Jalan Arteri Sekunder

Adalah ruas jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder lainnya atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi adalah :

- i. Kecepatan rencana  $> 30$  km/jam.
- ii. Lebar jalan  $> 8,0$  m.
- iii. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dari volume lalu lintas rata-rata.
- iv. Tidak boleh diganggu oleh lalu lintas lambat.

## b. Jalan Kolektor

### 1. Jalan Kolektor Primer

Adalah ruas jalan yang menghubungkan antar kota kedua dengan kota jenjang kedua, atau kota jenjang kesatu dengan kota jenjang ketiga. Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi adalah :

- i. Kecepatan rencana  $> 40$  km/jam.
- ii. Lebar badan jalan  $> 7,0$  m.
- iii. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu lintas rata-rata.
- iv. Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak terganggu.

- v. Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal.
  - vi. Jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki daerah kota.
2. Jalan Kolektor Sekunder
- Adalah ruas jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder lainnya atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi adalah :
- i. Kecepatan rencana  $> 20$  km/jam.
  - ii. Lebar jalan  $> 7,0$  m.
- c. Jalan Lokal
1. Jalan Lokal Primer, adalah ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil, kota jenjang kedua dengan persil, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga lainnya, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang di bawahnya. Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi adalah :
    - i. Kecepatan rencana  $> 20$  km/jam
    - ii. Lebar badan jalan  $> 6,0$  m
    - iii. Jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa.
  2. Jalan Lokal Sekunder, adalah ruas jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, atau kawasan sekunder kedua dengan perumahan, atau kawasan sekunder ketiga dan seterusnya. Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh adalah :
    - i. Kecepatan rencana  $> 10$  km/jam.
    - ii. Lebar jalan  $> 5,0$  m.
  3. Jalan Lingkungan, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri sebagai berikut (UU No. 38 Tahun 2004):
    - i. Perjalanan jarak dekat.
    - ii. Kecepatan rata-rata rendah.

### 2.2.2 Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

Dalam penentuan kelas jalan sangat diperlukan adanya data lalu lintas harian rata-rata (LHR), baik itu merupakan data jalan sebelumnya bila jalan yang akan di rencanakan tersebut merupakan peningkatan atau merupakan data yang didapat dari jalan sekitar bila jalan yang akan di buat merupakan jalan baru.

Setelah didapat nilai LHR yang direncanakan dan dikalikan dengan faktor ekuivalensi (FE), maka didapat klasifikasi kelas jalan tersebut. Nilai faktor ekuivalensi dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Faktor Ekuivalensi Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
1	<i>Sedan, Jeep, Station Wagon</i>	1,00	1,00
2	<i>Pick-up, Bus kecil, Truk kecil</i>	1,20-2,40	1,90
3	Bus dan Truk besar	1,20-5,00	2,20-6,00

(Sumber : PGJRD 1997 )

Tabel 2.4 Klasifikasi Kelas Jalan

No	Klasifikasi jalan	Kelas	Lalu lintas harian (LHR)
1	Jalan utama	I	> 20.000
2	Jalan sekunder	II A	6.000 - 20.000
		II B	1.500 - 8.000
		II C	< 2.000
3	Jalan penghubung	III	-

Dalam menghitung besarnya volume lalu lintas untuk keperluan penetapan kelas jalan kecuali untuk jalan-jalan yang tergolong dalam kelas II C dan III, kendaraan yang tidak bermotor tak diperhitungkan dan untuk jalan-jalan kelas II A dan I, kendaraan lambat tak diperhitungkan.

Khusus untuk perencanaan jalan-jalan kelas I sebagai dasar harus digunakan volume lalu lintas pada saat-saat sibuk. Sebagai volume waktu sibuk yang digunakan untuk dasar suatu perencanaan ditetapkan sebesar 15 % dari volume harian rata-rata.

a. Kelas I

Kelas jalan ini mencakup semua jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam komposisi lalu lintasnya tak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor. Jalan raya dalam kelas ini merupakan jalan-jalan raya yang berjalurbanyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya tingkatan pelayanan terhadap lalu lintas.

b. Kelas II

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

1. Kelas II A

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis aspal beton (*hotmix*) atau yang setarap, dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat, tapi tanpa kendaraan yang tak bermotor.

2. Kelas II B

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan dari penetrasi berganda atau yang setarap dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tapi tanpa kendaraan tak bermotor.

3. Kelas II C

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak 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 pelaburan dengan aspal.

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

Klasifikasi menurut kelas jalan, dan dimensi kendaraan maksimum (panjang dan lebar) yang diijinkan melalui jalan tersebut, secara umum dapat dilihat dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Klasifikasi Kelas Jalan dalam MST

Kelas jalan	Fungsi jalan	Dimensi kendaraan maksimum		Muatan sumbu terberat (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
I	Arteri	18	2,5	> 10
II		18	2,5	10
III A		18	2,5	8
III A	Kolektor	18	2,5	8
III B		12	2,5	8
III C	Lokal	9	2,1	8

(Sumber: RSNi No. T/14/2004)

### 2.2.3 Klasifikasi jalan menurut medan jalan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan. Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Golongan Medan	Kemiringan Medan (%)
----------------	----------------------

Datar (D)	<3
Perbukitan (B)	3 – 25
Gunung (G)	>25

(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

#### 2.2.4 Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaan jalan

Jaringan jalan dikelompokkan menurut wewenang pembinaan, terdiri dari :

##### a. Jalan Nasional

- 1) Jalan Arteri Primer, yang menghubungkan pusat kegiatan nasional atau antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.
- 2) Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan antar ibukota Provinsi.
- 3) Jalan selain dari yang termasuk arteri/kolektor primer, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Nasional, yakni jalan, yang tidak dominan terhadap pengembangan ekonomi, tapi mempunyai peranan menjamin kesatuan dan keutuhan nasional, melayani daerah – daerah yang rawan dan lain – lain.

##### b. Jalan Provinsi

- 1) Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan ibukota Provinsi dengan ibukota Kabupaten atau Kotamadya.
- 2) Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan antar ibukota Kabupaten atau Kotamadya.
- 3) Jalan selain dari yang disebut diatas, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Provinsi, yakni jalan yang biarpun tidak dominan terhadap perkembangan ekonomis, tapi mempunyai peranan tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintahan yang baik dalam pemerintahan daerah tingkat I dan terpenuhinya kebutuhan – kebutuhan sosial lainnya.
- 4) Jalan dalam Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali jalan yang termasuk jalan nasional.

##### c. Jalan Kabupaten

- 1) Jalan Kolektor Primer, yang tidak termasuk dalam kelompok jalan Nasional dan kelompok Jalan Provinsi.
- 2) Jalan Lokal Primer, jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang dibawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil, atau kota dibawah jenjang ketiga sampai persil.
- 3) Jalan Sekunder lain, selain bagaimana dimaksud sebagai jalan Nasional, dan Jalan Provinsi.
- 4) Jalan selain dari yang disebutkan diatas, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Kabupaten, yakni jalan yang walaupun tidak dominan terhadap pengembangan ekonomi, tapi mempunyai peranan tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintahan dalam Pemerintah Daerah.

d. Jalan Kotamadya

Yang termasuk kedalam jalan kotamadya adalah jaringan jalan sekunder didalam kotamadya. Penetapan status suatu ruas jalan arteri sekunder dan atau ruas jalan kolektor sekunder sebagai jalan kotamadya dilakukan dengan keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I atas usul Pemerintah Daerah Kotamadya yang bersangkutan. Penetapan suatu ruas jalan local sekunder sebagai jalan kotamadya dilakukan dengan keputusan Walikota madya Daerah Tingkat II yang bersangkutan.

e. Jalan Khusus

Adalah jalan yang dibangun dan dipelihara oleh instansi/badan hukum/perorangan untuk melayani kepentingan masing-masing. Penetapan status suatu ruas jalan khusus dilakukan oleh instansi/badan hukum/perorangan yang memiliki ruas jalan khusus tersebut dengan memperhatikan pedoman yang ditetapkan oleh Menteri Pekerjaan Umum.

### 2.3 Kriteria Perencanaan Jalan

Dalam perencanaan jalan, bentuk geometrik jalan harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada arus lalu lintas sesuai dengan fungsinya. Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat 3 tujuan utama, yaitu :

1. Memberikan keamanan dan kenyamanan, seperti jarak pandang, ruang yang cukup bagi manuver kendaraan dan koefisien gesek permukaan jalan yang cukup.
2. Menjamin suatu perencanaan yang ekonomis.
3. Memberikan suatu keseragaman geometrik jalan sehubungan dengan jenis medan.

#### 2.3.1 Kendaraan rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya digunakan sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Dilihat dari bentuk, ukuran, dan daya dari kendaraan-kendaraan yang mempergunakan jalan, kendaraan-kendaraan tersebut dikelompokkan menjadi :

- a. Kendaraan ringan / kecil (LV)

Adalah kendaraan yang mempunyai dua as dengan jarak as 2-3 meter (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobus, *pick up*, dan truk kecil sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga.

Tabel 2.7 Dimensi Kendaraan Rencana (m)

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Min	maks	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

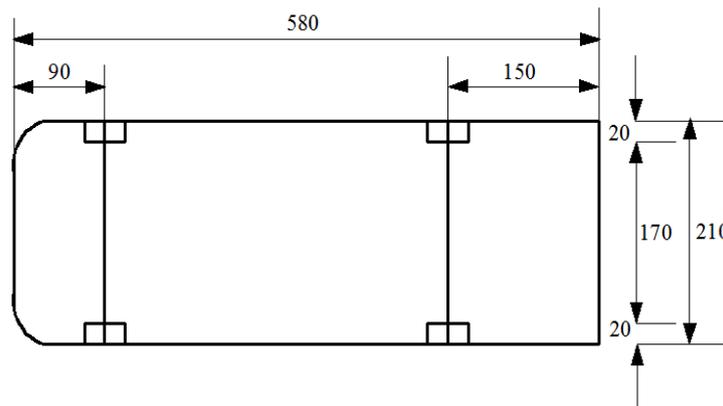
(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

1. Kendaraan sedang (MHV)

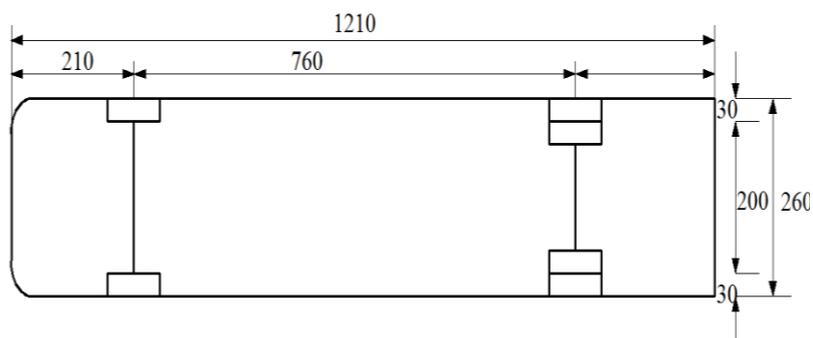
Adalah kendaraan yang mempunyai dua as gandar, dengan jarak 3,5-5,0 meter (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga.

2. Kendaraan berat /besar (LB-LT)Bus besar (LB)

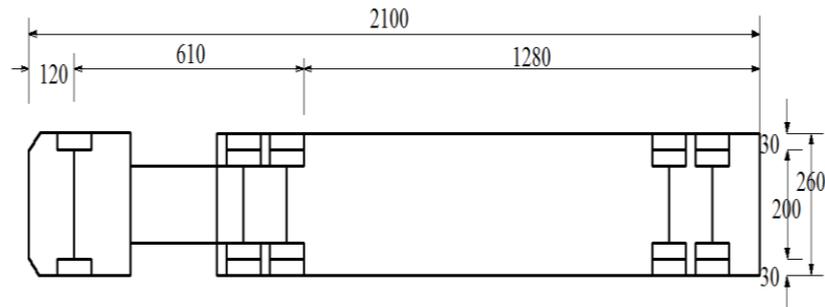
Bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak 5-6 meter.



Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan Sedang



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Besar

### 2.3.2 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang, dan sebagainya. Kecepatan yang dipilih tersebut adalah kecepatan tertinggi menerus dimana kendaraan dapat berjalan dengan aman dan keamanan itu sepenuhnya dari bentuk jalan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana antara lain :

- Kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan
- Sifat fisik jalan dan keadaan medan sekitarnya
- Sifat dan penggunaan daerah
- Cuaca
- Adanya gangguan dari kendaraan lain
- Batasan kecepatan yang diizinkan

Kecepatan rencana inilah yang dipergunakan untuk dasar perencanaan geometrik (alinyemen). Kecepatan rencana dari masing-masing kendaraan dapat ditetapkan pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kecepatan Rencana (VR) Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Kelas Jalan

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

(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997))

### 2.3.3 Volume lalu lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satuan waktu (hari, jam atau menit). Volume lalu lintas yang ini membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih besar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas yang rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya pada kecepatan tinggi. Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah :

a. Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)

Adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data satu tahun penuh.

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas dalam 1 tahun}}{365} \dots\dots\dots(2.2)$$

b. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Selama Pengamatan}}{\text{Lamanya Pengamatan}} \dots\dots\dots(2.3)$$

c. Volume Jam Rencana

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

$$VJR = \frac{LHR}{24} \dots\dots\dots(2.4)$$

d. Kapasitas (C )

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu. Kapasitas jalan akan menunjukkan jumlah arus lalu lintas yang maksimum dapat melewati penampang tersebut dalam waktu satu jam sesuai kondisi jalan. Persamaan dasar yang menghitung kapasitas ruas jalan dalam MKJI (1999) jalan luar kota adalah sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \text{ (smp/ jam)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/ jam)

Co = Kapasitas dasar (smp/ jam)

FCw = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FCsp = Faktor Penyesuaian Pemisah arah

FCsf = Faktor penyesuaian hambatan samping

Tabel 2.9 Kapasitas Dasar Ruas Jalan ( CO)

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	Perlajur
	Bukit		1,850	2,250	
	Gunung		1,800	2,150	
Empat lajut tak terbagi	Datar	1,500	1,700		Perlajur
	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: MKJI, 1997)

e. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan dasar untuk menentukan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/ jam)

C = Kapasitas (smp/ jam)

Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas (FCw)

Tipe Jalan	Lebar lajur lalu lintas efektif (Cw) (m)	FCw		
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar kota	Jalan Bebas Hambatan
Enam atau empat lajur terbagi atau jalan satu arah (6/2 D) atau (4/2 D)	Per lajur			
	3,00	0,92	0,91	
	3,25	0,96	0,96	0,96
	3,50	1,00	1,00	100
	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			

Lanjutan 1...

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 : MKJI, 1997)

Tabel 2.11 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	0,985	0,97	0,955	0,94
FCsp	Jalan luar kota	(2/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
		(4/2)	1,00	0,975	0,95	0,925	0,9
FCsp	Jalan bebas hambatan	(2/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

(Sumber : MKJI, 1997)

Tabel 2.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FCsf)

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping Untuk jalan dengan bahu (FCsf)			
		Lebar bahu efektif			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
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 : MKJI, 1997)

Tabel 2.13 Tingkat pelayanan jalan

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

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

f. Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, di mana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu SMP. SMP untuk jenis jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya. Dapat dilihat dalam tabel Detail nilai SMP dapat dilihat pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No.036/TBM/1997.

Tabel 2.14 Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
Sepeda, <i>Jeep</i> , <i>Station Wagon</i>	1,0	1,0
<i>Pick – Up</i> , Bus Kecil, Truk Kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
Bus dan Truck Besar	1,23 – 5,0	2,2 – 6,0

(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

### 2.3.4 Bagian-bagian jalan

Suatu Jalan Raya terdiri dari bagian-bagian jalan, dimana bagian-bagian jalan tersebut, dibedakan berdasarkan :

a. DAMAJA (Daerah Manfaat Jalan)

Merupakan ruas sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman ruang bebas tertentu yang ditetapkan oleh Pembina Jalan dan diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, pemisahan jalur, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman timbunan dan galian gorong-gorong perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap lainnya. Lebar DAMAJA ditetapkan oleh pembina jalan sesuai dengan keperluannya. Tinggi minimum 5 meter dan kedalaman 1,5 meter diukur dari permukaan perkerasan.

b. DAMIJA (Daerah Milik Jalan)

Merupakan ruas sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai oleh pembina jalan guna peruntukkan daerah manfaat jalan dan pelebaran jalan maupun menambahkan jalur lalu lintas dikemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan. Lebar Damija sekurang-kurangnya sama dengan lebar Damaja. Tinggi atau kedalaman, yang diukur dari permukaan jalur lalu lintas, serta penentuannya didasarkan pada keamanan, pemakai jalan sehubungan pemanfaatan satu daerah milik jalan, daerah manfaat jalan serta ditentukan oleh pembina jalan.

c. DAWASJA (Daerah Pengawasan Jalan)

Merupakan ruas disepanjang jalan di luar daerah milik jalan yang ditentukan berdasarkan kebutuhan terhadap pandangan pengemudi, ditetapkan oleh pembina jalan.

Daerah pengawasan Jalan dibatasi oleh lebar diukur dari as jalan.

- i. Untuk Jalan Arteri Primer tidak kurang dari 20 meter
- ii. Untuk Jalan Arteri Sekunder tidak kurang dari 20 meter.
- iii. Untuk Jalan Kolektor Primer tidak kurang dari 15 meter.
- iv. Untuk Jalan Kolektor Sekunder tidak kurang dari 7 meter.

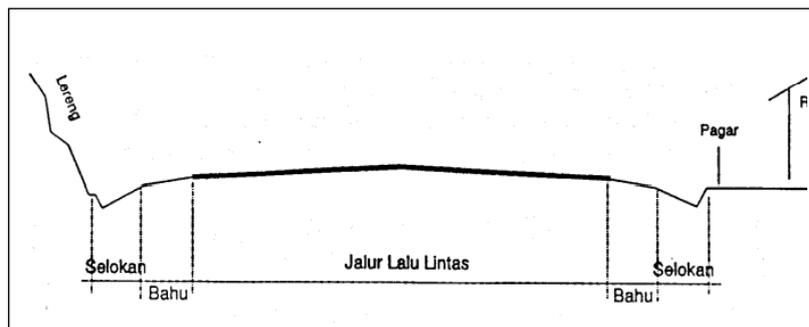
- v. Untuk Jalan Lokal Primer tidak kurang dari 10 meter.
- vi. Untuk Jalan Lokal Sekunder tidak kurang dari 4 meter.
- vii. Untuk Jembatan tidak kurang dari 100 meter ke arah hulu dan hilir.

Tinggi diukur dari permukaan jalur lalu lintas dan penentuannya didasarkan pada keamanan pemakai jalan baik di jalan lurus, maupun ditikungan dalam hal pandangan bebas pengemudi, ditentukan oleh pembina jalan.

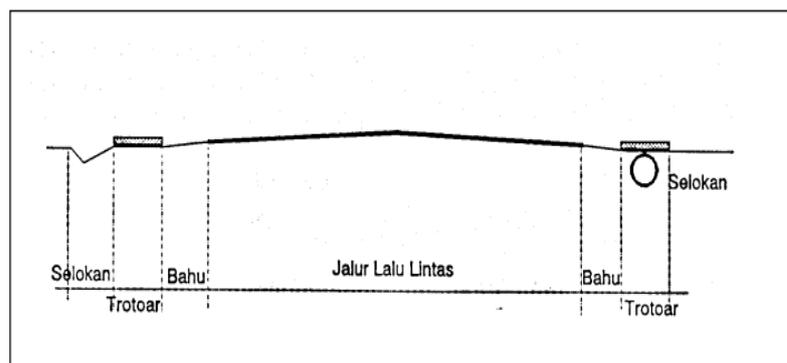
## 2.4 Penampang Melintang

Penampang melintang jalan terdiri atas bagian – bagian sebagai berikut terdiri dari :

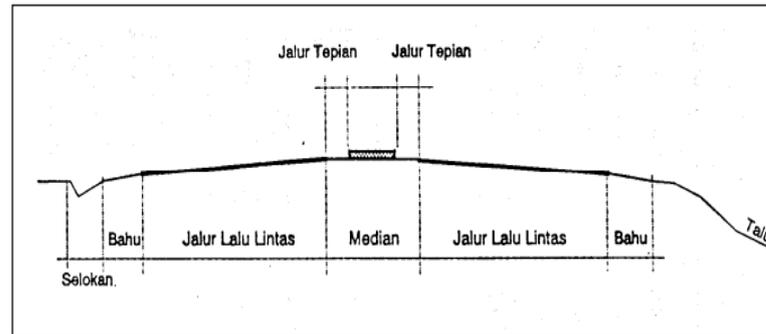
1. Jalur Lalu Lintas
2. Median
3. Bahu Jalan
4. Jalur Pejalan Kaki
5. Selokan
6. Lereng



Gambar 2.4 Penampang Melintang Jalan Tipikal



Gambar 2.5 Penampang Melintang Jalan Tipikal yang Dilengkapi Trottoar



Gambar 2.6 Penampang Melintang Jalan Tipikal yang Dilengkapi Median

### 2.4.1 Jalur lalu lintas

- a. Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batas Jalur lalu lintas dapat berupa :
  - 1) Median
  - 2) Bahu
  - 3) Trotoar
  - 4) Pulau jalan, dan
  - 5) Separator
- b. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur.
- c. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe
  - 1) 1 jalur – 2 lajur – 2 arah (2/2 TB)
  - 2) 1 jalur – 2 lajur – 1 arah (2/1 TB)
  - 3) 2 jalur – 4 lajur – 2 arah (4/2 B)
  - 4) 2 jalur – n lajur – 2 arah (n/2 B), di mana n = jumlah lajur

Keterangan : TB = tidak terbagi, B = terbagi
- d. Lebar Jalur
  - 1) Lebar jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur permukaannya. Menunjukkan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR-nya.
  - 2) Lebar jalur minimum adalah 4,5 meter, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan. Papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu-waktu dapat menggunakan bahu jalan.

Tabel 2.15 Penentuan Lebar Jalur

VLHR (smp/hari)	Arteri		Kolektor		Lokal	
	Ideal	Minimum	Ideal	Minimum	Ideal	Minimum
	Lebar Jalur (m)					
<3.000	6	4.5	6	4.5	6	4.5
3.000-10000	7	6	7	6	7	6
10000-25000	7	7	7	**)	-	-
>25000	2n x 3.5*	2 x 7*	2n x 3.5*	**)	-	-

(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

Keterangan :

\*\* ) = Mengacu pada persyaratan ideal

\* ) = 2 Jalur terbagi, masing – masing  $n \times 3.5\text{m}$ , dimana  $n$  = jumlah lajur perjalur

- = Tidak ditentukan

#### 2.4.2 Lajur dan kemiringan melintang jalan

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam tabel 2.11.

Jumlah lajur ditetapkan dengan mengacu kepada MKJI berdasarkan tingkat kinerja yang direncanakan, dimana untuk suatu ruas jalan dinyatakan oleh nilai rasio antara volume terhadap kapasitas yang nilainya tidak lebih dari 0.80. Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :

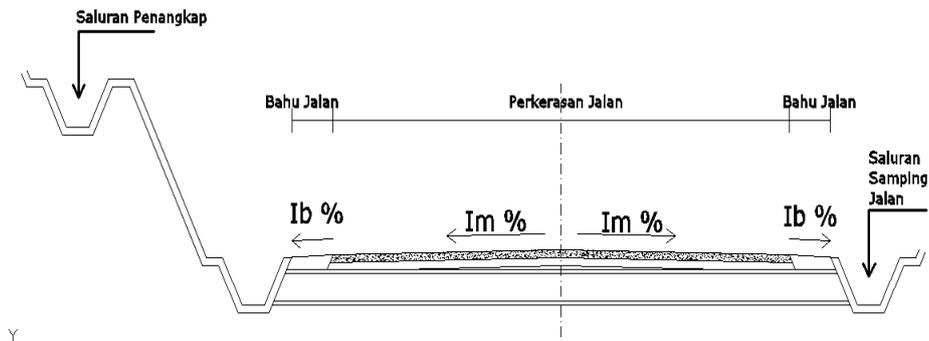
- a. 2 – 3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;
- b. 4 – 5% untuk perkerasan krikil

Tabel 2.16 Lebar Jalur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II,IIIA	3,50

Kolektor	IIIA, IIIB	3.00
Lokal	IIIC	3.00

(Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)



Gambar 2.7 Kemiringan Melintang Jalan Normal

### 2.4.3 Bahu jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras. Fungsi bahu jalan adalah 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) Lebar bahu jalan dapat dilihat dalam tabel 2.17.

Tabel 2.17 Penentuan Lebar Bahu Jalan

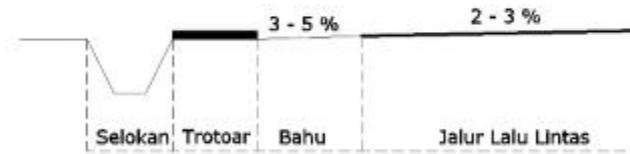
VLHR (smp/hari)	Arteri		Kolektor		Lokal	
	Ideal	Minimum	Ideal	Minimum	Ideal	Minimum
	Lebar Bahu (m)					
<3.000	1.5	1	1.5	1	1	1
3.000-10000	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1
10000-25000	2	2	2	**)	-	-
>25000	2.5	2	2	**)	-	-

Sumber : Ditjen Bina Marga, 1997)

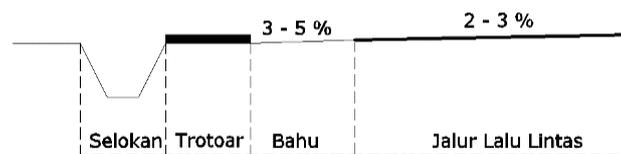
Keterangan :

\*\*)= Mengacu pada persyaratan ideal

- \*) = 2 Jalur terbagi, masing – masing  $n \times 3.5\text{m}$ , dimana  $n$  = jumlah lajur perjalur  
 - = Tidak ditentukan



Gambar 2.8 Bahu Jalan



Gambar 2.9 Bahu Jalan dengan Trottoar

#### 2.4.4 Median jalan

Median adalah bagian bangunan jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah. Fungsi median adalah untuk:

- f. Ruang lapak tunggu penyebrang jalan,
- g. penempatan fasilitas jalan,
- h. tempat prasarana kerja sementara,
- i. penghijauan,
- j. tempat berhenti darurat (jika cukup luas) dan
- k. Cadangan lajur (jika cukup luas);
- l. mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan.

Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi median. Median dapat dibedakan atas :

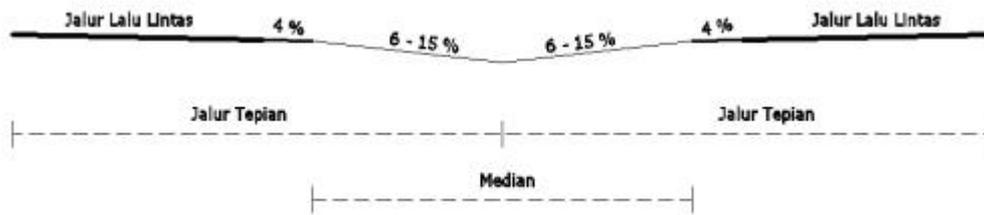
1. Median direndahkan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang direndahkan
2. Median ditinggikan, terdiri atas jalur tepian dan bangunan pemisah jalur yang ditinggikan

Lebar minimum median terdiri atas jalur tepian selebar 0,25 – 0,50 meter dan bangunan pemisah jalur, ditetapkan dapat dilihat dalam tabel 2.18.

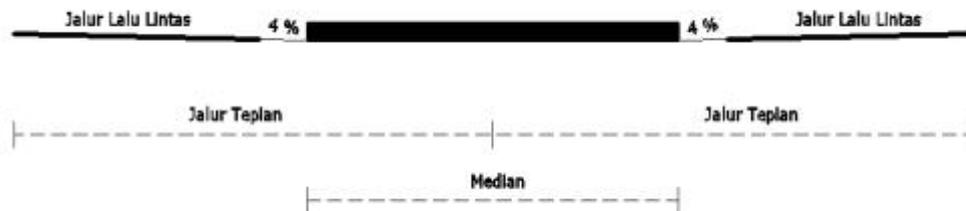
Tabel 2.18 Lebar Minimum Median

Bentuk Median	Lebar Minimum (m)
Median ditinggikan	2,0
Median direndahkan	7,0

(Sumber : Ditjen Bina Marga,, 1997)



Gambar 2.10 Median Jalan yang direndahkan



Gambar 2.11 Median jalan yang ditinggikan

## 2.5 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 dilapangan, tidak terlalu banyak memerlukan 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:

a. Syarat Ekonomis

1. Penarikan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga dapat memghemat biaya dalam pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan nantinya.
2. Penyediaan material dan tenaga kerja yang diharapkan tidak terlalujauh dari lokasi proyek sehinga dapat menekan biaya.

b. Syarat Teknis

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

## 2.6 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal juga dikenal dengan nama "situasi jalan". Alinyemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja atau busur lingkaran saja. Ditinjau secara umum penempatan alinyemen horizontal harus dapat menjamin keselamatan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Untuk itu perlu diperhatikan hal-hal berikut :

- a. Sedapat mungkin menghindari *broken back*, artinya tikungan searah yang hanya dipisahkan oleh tangen yang sangat pendek yang dapat mengurangi keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.
- b. Pada bagian yang relatif lurus dan pajang jangan tiba-tiba terdapat tikungan yang tajam yang dapat membahayakan pengemudi.
- c. Kalau tidak terpaksa jangan menggunakan radius minimum sebab jalan tersebut akan sulit mengikuti perkembangan yang akan terjadi dimasa yang akan datang.
- d. Apabila terpaksa menghadapi tikungan ganda maka dalam perencanaan harus diusahakan agar jari-jari ( $R_1$ ) lebih kecil atau sama dengan jari-jari lengkung kedua ( $R_2$ ) x 1,5.
- e. Hindari sedapat mungkin lengkung yang terbalik dengan mendadak.
- f. Hindarkan lengkung yang tajam pada timbunan yang tinggi.

### 2.6.1 Lengkung peralihan

Lengkung peralihan merupakan suatu lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R. Lengkung peralihan berfungsi mencegah perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang ada pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Bentuk lengkung peralihan dapat berupa parabola atau spiral (*clothoid*). Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan jenis SCS. (Shirley, 2000).

Panjang lengkung peralihan ( $L_s$ ), menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Raya Antar Kota 1997, diambil nilai yang terbesar dari tiga persamaan di bawah ini :

1) Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik) di lengkung peralihan  $L_s = \frac{VR}{3,6} \cdot T$   
 .....(2.7)

2) Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal  
 $L_s = 0,222 \cdot \frac{VR^3}{R \cdot C} - 2,727 \frac{VR \cdot e}{C}$ .....(2.8)

3) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian  
 $L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot r_e} \cdot VR$ .....(2.9)

Keterangan :

T = Waktu tempuh (3 detik)

R = Jari-jari busur lingkaran

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

VR = Kecepatan rencana (km/jam)

E = Superelevasi

Em = Superelevasi maksimum

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

Untuk  $VR \leq 70$  km/jam re maks = 0,035 m/m/det

Untuk  $VR \geq 80$  km/jam re maks = 0,025 m/m/det

Tabel 2.19 Jari-jari yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

VR (km/h)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Sumber: Ditjen Bina Marga No.038/T/BM1997)

### 2.6.2 Menghitung panjang garis tangen

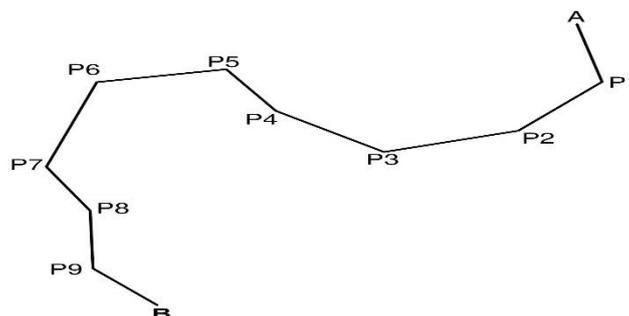
Perencanaan geometrik jalan raya merupakan perencanaan bentuk fisik jalan dalam tiga dimensi. Untuk mempermudah dalam penggambaran bagian-bagian perencanaan, maka bentuk fisik jalan digambarkan dalam bentuk alinyemen horizontal atau trase jalan, alinyemen vertikal tau penampang memaniang jalan dan potongan melintang jalan. (Hamirhan Saodang, 2004)

Adapun perhitungan jarak titik-titik penting yang diperoleh dari pemilihan rencana alinyemen horizontal dapat menggunakan rumus berikut ini.

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

- d = Jarak titik A titik P1
- X<sub>2</sub> = Koordinat titik P1.1 pada sumbu X
- X<sub>1</sub> = Kordinat titik A pada sumbu X
- Y<sub>2</sub> = Koordinat titik P1.1 pada sumbu Y
- Y<sub>3</sub> = Koordinat titik A pada sumbu Y



Gambar 2.12 Panjang Trase dari Titik A ke Titik B

### 2.6.3 Menghitung sudut azimuth dan sudut antara dua tangen ( $\Delta$ )

Setelah menentukan koordinat dan menghitung panjang garis tangen maka selanjutnya menghitung sudut azimuth dan sudut antara dua tangen dengan rumus berikut ini :

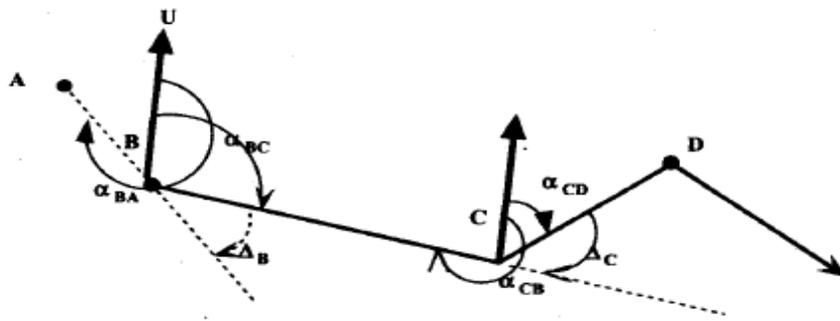
$$\alpha_A = \text{arc tg} \frac{X_{p1} - X_A}{Y_{p1} - Y_A} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\text{Azimuth A} = 180^\circ - \alpha_A \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\alpha_{p1} = \text{arc tg} \frac{X_{p2} - X_{p1}}{Y_{p2} - Y_{p1}} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\text{Azimuth P1} = 180^\circ - \alpha_{p1} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\text{Azimuth } \alpha_A \text{ (terbesar)} - \text{Azimuth } \alpha_{p1} \text{ (terkecil)} \dots\dots\dots (2.15)$$



Gambar 2.13 Sudut Azimuth dan Sudut Tangen

### 2.6.4 Menghitung medan jalan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan, dapat dilihat pada tabel 2.6 apakah medan jalan tersebut datar, perbukitan atau pegunungan.

### 2.6.5 Bagian lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pengguna jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka maksimum bagian jalanyang lurus harus ditempuh tidak

lebih dari 2,5 menit (sesuai VR). Nilai panjang bagian lurus maksimum dapat dilihat pada tabel 2.20.

Tabel 2.20 Panjang bagian lurus maksimum

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

(Sumber : Ditjen Bina Maraga, 1997)

### 2.6.6 Bagian tikungan

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan, dimana terdapat gaya sentrifugal ini mendorong kendaraan secara radial keluar jalur. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan yang aman dan nyaman memperhatikan hal-hal berikut:

#### a. Jari-jari minimum

Agar kendaraan stabil pada saat melalui tikungan, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut superelevasi. Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang.

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu ditentukan jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum dapat dilihat pada tabel 2.21.

Tabel 2.21 Panjang Jari-jari Minimum untuk emaks = 10 %

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

(Sumber: Ditjen Bina Marga No.038/T/BM1997)

b. Jenis-jenis Tikungan

Didalam suatu perencanaan garis lengkung maka perlu diketahui hubungan kecepatan rencana dengan kemiringan melintang jalan (superelevasi) karena garis lengkung yang direncanakan garis dapat mengurangi gaya sentrifugal secara berangsur-angsur mulai dari nol sampai nol kembali. Bentuk tikungan dalam perencanaan tersebut adalah:

1. Tikungan Full Circle (FC)

Jenis tikungan *full circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengemudi dan kendaraannya, namun apabila ditinjau dari penggunaan lahan dan biaya pembangunan yang relatif terbatas, jenis tikungan ini merupakan pilihan yang sangat mahal. Adapun batasan diperbolehkan menggunakan *full circle* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.22 Jari-Jari yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

VR (km/h)	120	100	80	60	50	40	30	20
Rmin(m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Sumber: Ditjen Bina Marga 1997)

Untuk tikungan yang jari-jarinya lebih kecil dari angkadiatas maka bentuk tikungan yang dipakai adalah *Spiral Circle Spiral*. Adapun rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *full circle*, yaitu:

$$L_c = \frac{\pi}{180} \Delta R \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

$$E_c = T \tan \frac{1}{4} \Delta \quad \dots\dots\dots(2.18)$$

$$L_c = \frac{R}{180} \quad \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana:

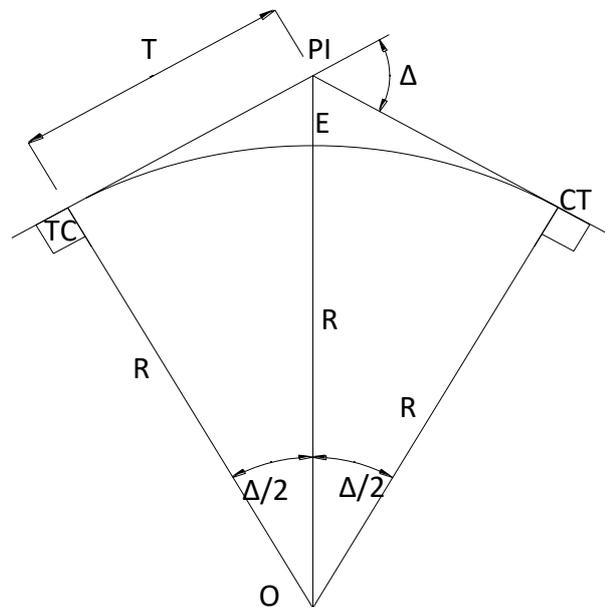
$\Delta$  = Sudut tikungan atau sudut tangen ( ° )

$T_c$  = Jarak tangen dari  $T_c$  ke PI atau PI ke  $CT$  (m)

$R_c$  = Jari-jari lingkaran (m)

$E_c$  = Jarak PI ke busur lingkaran (m)

$L_c$  = Panjang busur lingkaran (m)



Gambar 2.14 Tikungan Full Circle

Keterangan :

$\Delta$  = Sudut tikungan atau sudut tangen ( $^{\circ}$ )

$R_c$  = Jari-jari lingkaran (m)

O = Titik pusat lingkaran

T = Jarak TC-PI atau PI-CT

$E_c$  = Jarak PI ke puncak busur lingkaran (m)

$L_c$  = Panjang lengkung (CT-TC) (m)

PI = Titik potong antara 2 garis tangen

## 2. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

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

- a. Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10

b. Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08

- Lengkung Peralihan

Panjang lengkung peralihan,  $L_s$  menurut TPGJAK 1997 diambil nilai yang terbesar dari tiga persamaan dibawah ini :

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

$$L_s = \frac{VR}{3.6} \times T \dots\dots\dots(2.20)$$

2) Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal :

$$L_s = 0.022 \frac{VR^3}{Rc.C} T - 2.727 \frac{VR - e}{C} \dots\dots\dots(2.21)$$

3) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{VR}{3.6R\Gamma_e} \times VR \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana:

$T$  = Waktu tempuh (3 det)

$Rc$  = Jari-jari busur lingkaran (m)

$C$  = Perubahan kecepatan 0,3-1,0 m/det

$\Gamma_e$  = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan

Untuk  $V \leq 70$  km/jam,  $\Gamma_e = 0,035$  m/m/det

Untuk  $V \geq 80$  km/jam,  $\Gamma_e = 0,025$  m/m/det

- Circle

Radius circle diambil berdasarkan kecepatan rencana dan tidak mengakibatkan kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum. Besar jari-jari minimum ditentukan berdasarakan rumus :

$$R = \frac{v^2}{127(e+fm)} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana:

$R$  = Jari-jari lengkung minimum

$e$  = Kemiringan tikungan (%)

$fm$  = Koefisien gesek melintang maksimum

V = Kecepatan rencana (km/jam)

Adapun harga fm tiap kecepatan seperti tercantum pada tabel 2.23.

Tabel 2.23 Harga fm

V	30	40	60	80	100	120
fm	0.17125	0.1650	0.1525	0.14	0.1275	0.115

(Sumber :Saodang, 2010)

Rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung perencanaan tikungan spiral-circle-spiral :

$$T_s = (R+P) \tan \frac{1}{2}\Delta + k \dots \dots \dots (2.24)$$

$$E_s = \frac{R+P}{\cos \frac{1}{2}\Delta} - R \dots \dots \dots (2.25)$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \dots \dots \dots (2.26)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2\pi R \dots \dots \dots (2.27)$$

$$2\theta_s = \frac{L_s}{2\pi R} \times 360 \dots \dots \dots (2.28)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s \dots \dots \dots (2.29)$$

$$P = Y_s - R (1 - \cos \theta_s) \dots \dots \dots (2.30)$$

$$k = X_s - R \sin \theta_s \dots \dots \dots (2.31)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R} \dots \dots \dots (2.32)$$

$$X_s = \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R^2}\right) \dots \dots \dots (2.33)$$

Dimana:

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

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

$L_s$  = Panjang lengkung peralihan (m)

$L_c$  = Panjang busur lingkaran (dari titik SC ke CS), (m)

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

$E_s$  = Jarak dari PI ke lingkaran (m)

$R$  = Jari-jari lingkaran (m)

$p$  = Pergeseran tangen terhadap spiral (m)

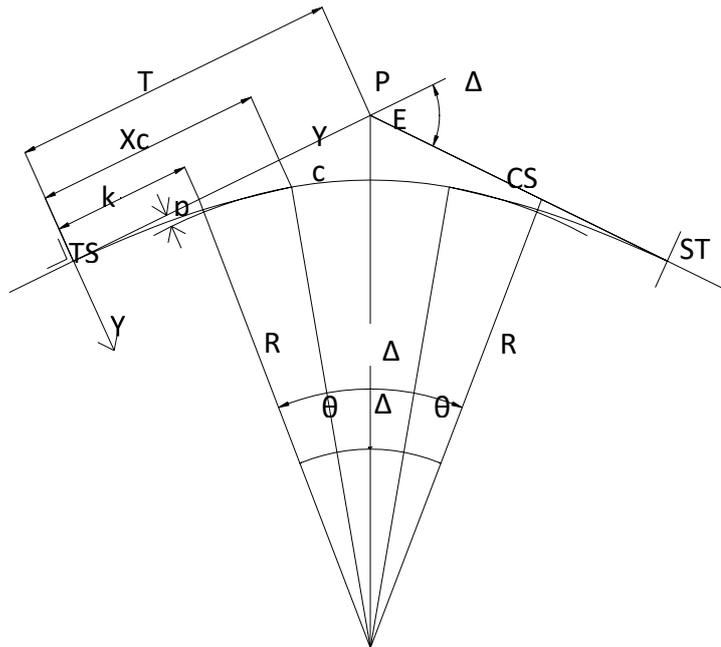
$K$  = Absis dari  $p$  pada garis tangen spiral (m)

$\Delta$  = Sudut tikungan atau sudut tangen ( $^\circ$ )

$\Theta_s$  = Sudut lengkung spiral ( $^\circ$ )

Jika diperoleh  $L_c < 25$  m, maka sebaiknya tidak digunakan untuk SCS, tetapi digunakan lengkung SS yaitu lengkung yang terdiri dari 2 lengkung peralihan. Jika  $p$  yang dihitung dengan rumus :

$p = L_s^2 / 24 \cdot R < 0.25$  maka digunakan tikungan jenis FC



Gambar 2.15 Bentuk Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

### 3. Tikungan *Spiral-spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam. Adapun rumus-rumus yang digunakan pada tikungan spiral-spiral, yaitu:

$$\Theta_s = \frac{1}{2}\Delta, L_c =$$

$$0 \dots \dots \dots (2.34)$$

$$L_s = \frac{\Theta_s}{28,648} \times R \dots \dots \dots$$

(2.35)

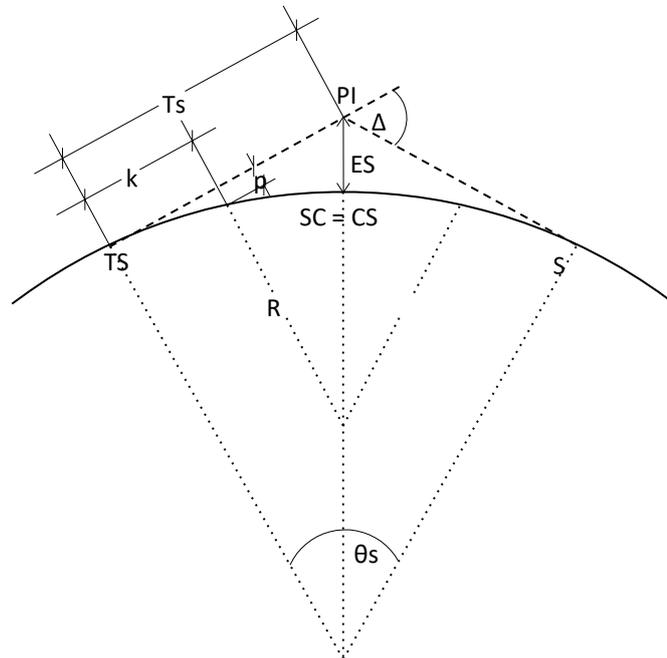
$$T_s = (R+P) \tan \frac{1}{2}\Delta + k \dots \dots \dots (2.36)$$

$$E_s = \frac{R+P}{\cos \frac{1}{2}\Delta} - R \dots \dots \dots (2.37)$$

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

$$K = k^* \cdot L_s \dots\dots\dots (2.39)$$

$$P = p^* \cdot L_s \dots\dots\dots(2.40)$$



Gambar 2.16 Tikungan *Spiral-spiral*

### 2.6.7 Superelevasi

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

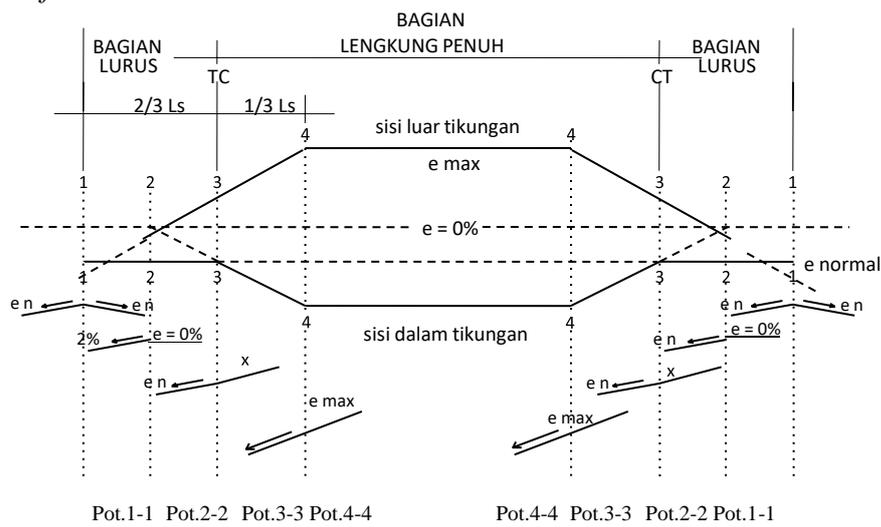
#### a. Pencapaian Superelevasi

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

sepanjang  $1/3 L_s$ . Pada tikungan *spiral-spiral*, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral. Superelevasi tidak diperlukan jika radius cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LN) atau bahkan tetap lereng normal (LN)

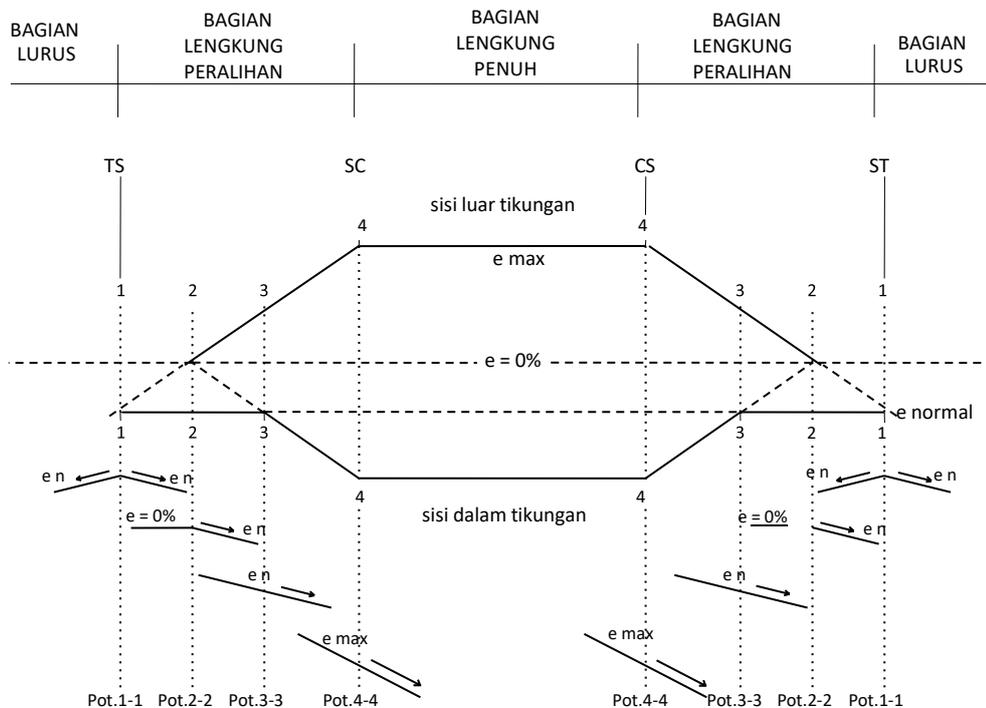
b. Diagram Superelevasi

1. Tikungan *full circle*



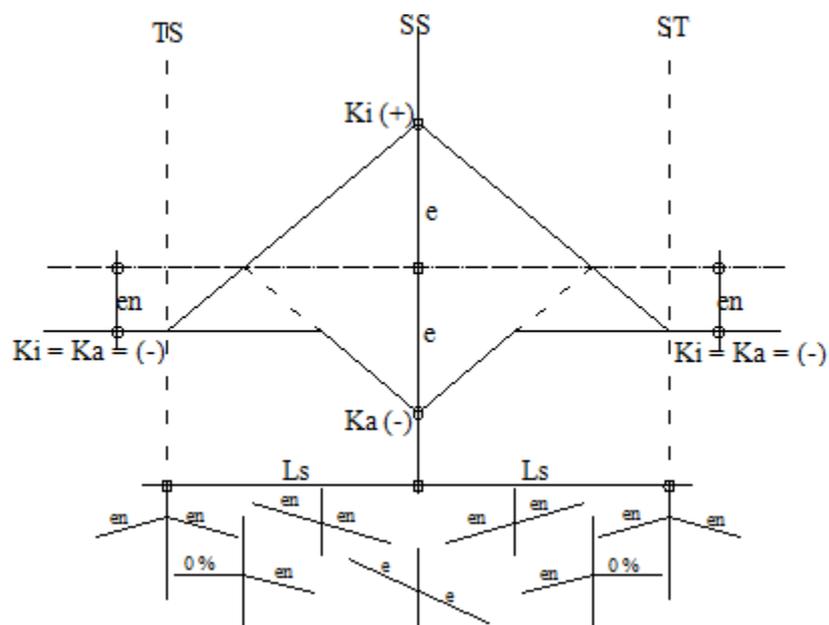
Gambar 2.17 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Full-Circle*

2. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*



Gambar 2.18 Pencapaian Superlevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

### 3. Tikungan *Spiral-Spiral*



Gambar 2.19 Pencapaian Superlevasi Tikungan *Spiral-Spiral*

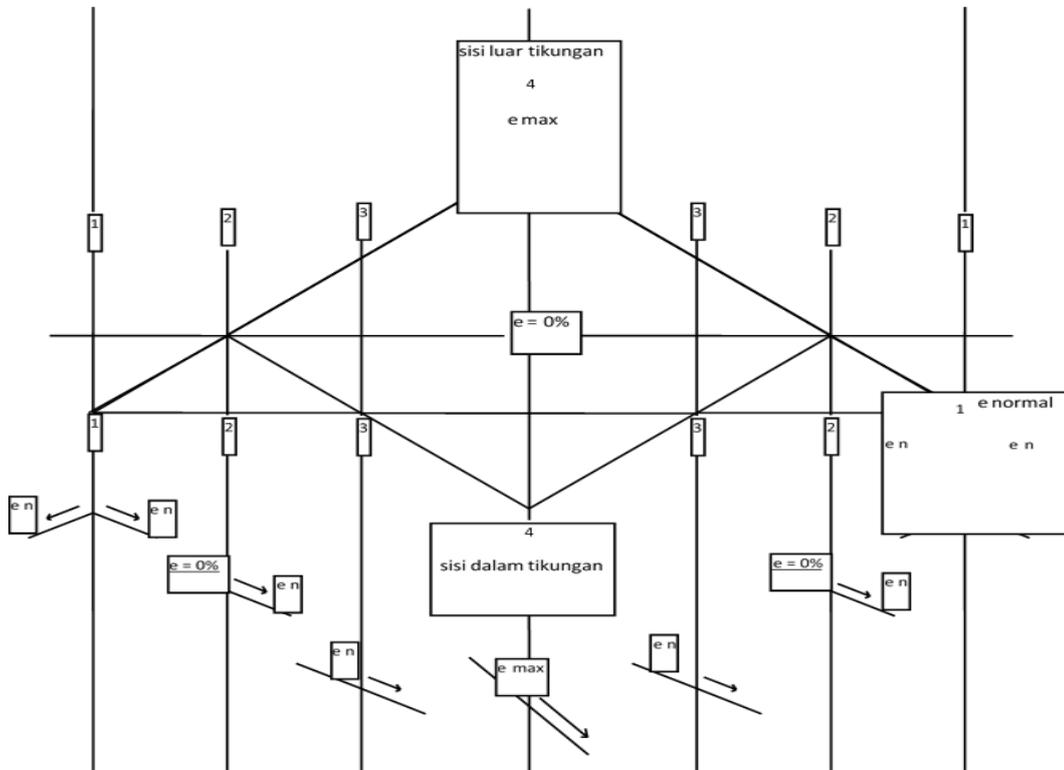
#### 2.6.8 Jarak pandang

Jarak pandang adalah jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudikan kendaraan sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Panjang jalan di depan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi, disebut dengan jarak pandang. Jarak pandang berguna untuk:

- Menghindari 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 di jalur jalan.

- b. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur sebelahnya.
- c. Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
- d. Sebagai pedoman pengatur lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan



Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam suatu perencanaan jalan raya untuk mendapatkan keamanan setinggi-tingginya bagi lalu lintas adalah sebagai berikut :

#### 1. Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak pandang minimum yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak ini merupakan dua jarak yang ditempuh sewaktu melihat benda hingga menginjak rem dan jarak untuk berhenti setelah menginjak rem. Jarak Pandang Henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. Adapun jarak panjang henti terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu:

##### a) Jarak tanggap

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

$$d1 = V \times t \dots\dots\dots(2.41)$$

Dimana:

d1 = jarak saat melihat rintangan sampai menginjak pedal rem (m)

V = kecepatan (km/jam)

t = waktu reaksi = 2,5 detik

maka :

$$d1 = 0,278 V \times t \dots\dots\dots(2.42)$$

b) Jarak pengereman

Jarak pengereman adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti. Jarak pengereman ini dipengaruhi oleh faktor ban, sistem pengereman itu sendiri, kondisi muka jalan, dan kondisi perkerasan jalan.

$$Gf \cdot m \cdot d2 = \frac{GV^2}{2g} \dots\dots\dots(2.43)$$

$$d^2 = \frac{V^2}{2g \cdot f_m} \dots\dots\dots(2.44)$$

Dimana :

Fm = Koefisien gesekan antar ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan

d2 = Jarak mengerem (m)

V = kecepatan kendaraan (km/jam)  $g = 9,81 \text{ m/det}^2$

G = berat kendaraan (ton)

Jarak minimum yang diperlukan dilihat pada tabel 2.24.

Tabel 2.24 Jarak Pandang Henti Minimum

VR (km/h)	100	80	60	50	40	30	20
Ss minimum(m)	165	110	75	55	40	30	20

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Jarak pandang henti (Jh) dalam satuan meter, dihitung dengan rumus:

$$J_h = 0,694 V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{f_p} \dots\dots\dots(2.45)$$

Dimana:

$V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$f_p$  = Koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal (0,35-0,55)

Rumus untuk menghitung jalan dengan kelandaian tertentu adalah :

$$J_h = 0,694 V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{f_p \pm L} \dots\dots\dots(2.46)$$

Dimana:

$V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$f_p$  = Koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal (0,35-0,55)

$J_h$  = jarak pandang henti, (m)

$L$  = landai jalan dalam (%) dibagi 100

## 2. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Pada jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TB), kendaraan dengan kecepatan tinggi sering mendahului kendaraan lain dengan kecepatan yang lebih rendah sehingga pengemudi tetap dapat mempertahankan kecepatan sesuai dengan yang diinginkannya. Gerakan mendahului dilakukan dengan mengambil lajur jalan yang diperuntukkan untuk kendaraan dari arah yang berlawanan. Jarak yang dibutuhkan pengemudi sehingga dapat melakukan gerakan mendahului dengan aman dan dapat melihat kendaraan dari arah depan dengan bebas dinamakan jarak pandangan mendahului.

Jarak pandang mendahului (Jd) standar dihitung berdasarkan panjang jalanyang diperlukan untuk dapat melakukan gerakan mendahului suatu kendaraan dengan sempurna dan aman berdasarkan asumsi yang diambil. Apabila dalam suatu kesempatan dapat mendahului dua kendaraan sekaligus, hal itu tidaklah merupakan dasar dari perencanaan suatu jarak pandangan mendahului total. Jarak pandangan

mendahului ( $J_d$ ) standar pada jalan dua lajur dua arah dihitung berdasarkan beberapa asumsi terhadap sifat arus lalu lintas yaitu:

- a) Kendaraan yang akan didahului harus mempunyai kecepatan yang tetap.
- b) Sebelum melakukan gerakan mendahului, kendaraan harus mengurangi kecepatannya, mengikuti kendaraan yang akan disiap dengan kecepatan yang sama.
- c) Apabila kendaraan sudah berada pada lajur untuk mendahului, maka pengemudi harus mempunyai waktu untuk menentukan apakah gerakan mendahului dapat diteruskan atau tidak.
- d) Kecepatan kendaraan yang mendahului mempunyai perbedaan sekitar 15 km/jam dengan kecepatan kendaraan yang didahului pada waktu melakukan gerakan mendahului.
- e) Pada saat kendaraan yang mendahului telah berada kembali pada lajur jalannya, maka harus tersedia cukup jarak dengan kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan.
- f) Tinggi mata pengemudi diukur dari permukaan perkerasan menurut Bina Marga (TPGJAK 1997) sama dengan tinggi objek yaitu 105 cm.
- g) Kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan mempunyai kecepatan yang sama dengan kendaraan yang mendahului

Adapun estimasi jarak pandangan mendahului diformulasikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.47)$$

Dimana:

$d_1$  = jarak yang ditempuh selama aktu tanggap (m)

$d_2$  = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

$d_3$  = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)

$d_4$  = jarak ditempuh kendaraan yang datang dari arah berlawanan (m)

Adapun rumusan estimasi  $d_1, d_2, d_3$  dan  $d_4$  adalah :

$$d_1 = 0,278 T_1 \left\{ V_r - m + \frac{aT_2}{2} \right\} \dots\dots\dots(2.48)$$

$$d_2 = 0,278 V_r \cdot T_2 \dots\dots\dots(2.49)$$

$$d_3 = \text{antara } 30\text{-}100 \text{ m} \dots\dots\dots(2.50)$$

$$d_4 = 2/3 d_2 \dots\dots\dots(2.51)$$

Dimana:

$T_1$  = waktu dalam (detik), = 2,12 + 0,026 VR

$T_2$  = waktu kendaraan berada di jalur lawan, (detik), = 6,56 + 0,048

VR

a = percepatan rata-rata, (km/jam/detik), = 2,052 + 0,0036 VR

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

Nilai jarak pandang mendahului untuk jalan antar kota menurut kecepatan rencana yang dipilih, disajikan pada tabel 2.25. sedangkan untuk jalan perkotaan disajikan pada tabel 2.26.

Tabel 2.25 Panjang Jarak Pandang mendahului

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

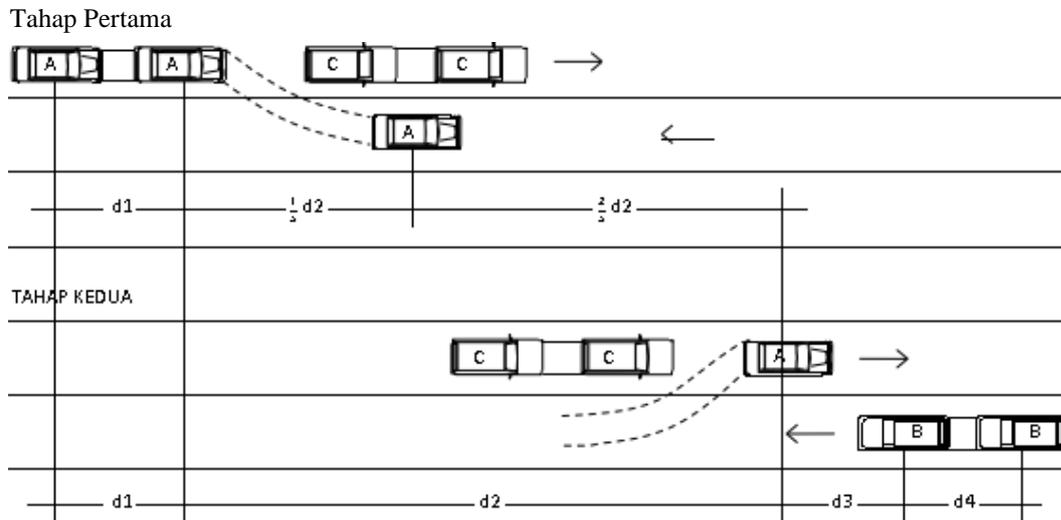
(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)

Tabel 2.26 Jarak Pandang Mendahului Untuk Jalan Kota

Kecepatan (km/jam)	Jarak Pandang Mendahului standar (m)	jarak pandang mendahului minimum (m)
80	550	350
60	350	250
50	250	200
40	200	150
30	150	100

20	100	70
----	-----	----

(Sumber: Ditjen Bina Marga, 1997)



### 2.6.9 Pelebaran Perkerasan Jalan Pada Tikungan

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju tikungan, seringkali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada lajur yang disediakan. Hal ini disebabkan karena:

- Pada waktu berbelok pertama kali hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang agak keluar lajur (*off tracking*).
- Jarak lintasan kendaraan tidak lagi berimpit, karena bumper depan dan belakang kendaraan akan mempunyai lintasan yang berbeda dengan lintasan roda depan dan roda belakang kendaraan.
- Pengemudi akan mengalami kesulitan dalam mempertahankan lintasannya tetap pada lajur jalannya terutama pada tikungan-tikungan yang tajam atau pada kecepatan-kecepatan tinggi.

Untuk menghindari hal-hal tersebut maka pada tikungan yang tajam perlu perlu perkerasan jalan yang diperlebar. Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari jari-

jari lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan rencana yang akan dipergunakan sebagai jalan perencanaan.

Pada umumnya truk tunggal sebagai dasar penentuan tambahan lebar perkerasan yang dibutuhkan. Tetapi di 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. Pelebaran perkerasan pada tikungan, sudut tikungan dan kecepatan rencana. Dalam peraturan perencanaan geometrik jalan raya, mengenai hal ini dirumuskan:

$$B = n (b'' + c) + (n - 1).T_d + Z \dots \dots \dots (2.52)$$

Dimana:

- B = Lebar perkerasan pada tikungan
- N = Jumlah jalur lalu lintas
- B'' = Lebar lintasan truk pada tikungan
- T<sub>d</sub> = Lebar melintang akibat tonjolan depan
- C = Kebebasan samping

#### 2.6.10 Stationing

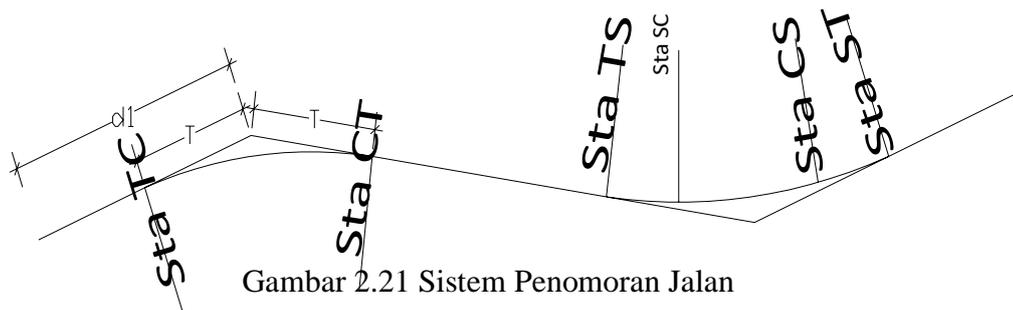
Penomoran (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan (STA jalan) dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya menjadi panduan untuk lokasi suatu tempat. Nomor jalan ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Disamping itu dari penomoran jalan tersebut diperoleh informasi tentang panjang jalan secara keseluruhan. Setiap STA jalan dilengkapi dengan gambar potongan melintangnya.

Adapun interval untuk masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangen pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal adalah sebagai berikut :

- a. Setiap 100 m, untuk daerah datar
- b. Setiap 50 m, untuk daerah bukit
- c. Setiap 25 m, untuk daerah gunung

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

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



Gambar 2.21 Sistem Penomoran Jalan

## 2.7 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan yang umumnya biasa disebut profil/penampang memanjang jalan. Perencanaan alinyemen vertikal sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain :

- a. Kondisi tanah dasar
- b. Keadaan Medan
- c. Fungsi Jalan
- d. Muka air banjir
- e. Muka air tanah
- f. Kelandaian yang masih memungkinkan

Selain hal tersebut diatas dalam perencanaan alinyemen vetikal, akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga terdapat suatu kombinasi yang berupa lengkung cembung dan lengkung cekung serta akan ditemui pula kelandaian = 0 yang berarti datar.

Gambar rencana suatu profil memanjang jalan dibaca dari kiri ke kanan, sehingga landai jalan diberi tanda positif untuk pendakian dari kiri ke kanan, dan landai negatif untuk penurunan dari kiri ke kanan.

### 2.7.1 Landai Maksimum dan Panjang Landai Maksimum

- Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.
- Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.27 Kelandaian Maksimum

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

(Sumber : RSNI. T/14/2004)

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

Tabel 2.28 Panjang Kritis

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

(Sumber : Saodang, 2004)

### 2.7.2 Landai Minimum

Lereng melintang jalan hanya cukup untuk mengalirkan air hujan yang jatuh dibadan jalan, dan untuk membuat kemiringan dasar saluran samping, yang berfungsi membuang air permukaan sepanjang diperlukan suatu kelandaian minimum. Dalam menentukan landai minimum ini terdapat 2 tinjauan, yaitu :

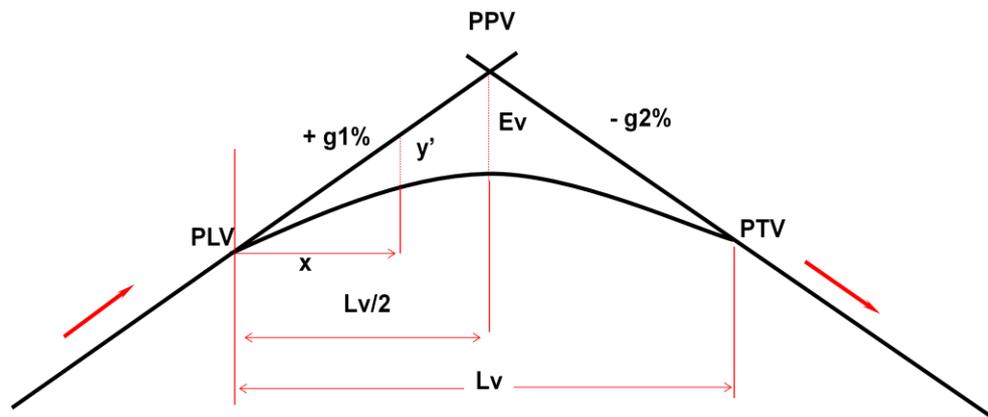
1. Kepentingan lalu lintas, yang ideal 0%
2. Kepentingan drainase, yang ideal jalan berlandai

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

- Landai datar, untuk jalan diatas timbunan tanpa kerb.
- Landai 0,15%, untuk jalan diatas timbunan, medan datar dengan kerb.
- Landai min. 0,3 - 0,5%, untuk jalan pada daerah galian yang kerb.

### 2.7.3 Lengkung Vertikal

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



Gambar 2.22 Lengkung Vertikal

Kelandaian menaik diberi tanda (+) dan kelandaian menurun tanda(-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri ke kanan. Dari gambar diatas, besarnya defleksi ( $y''$ ) antara garis kemiringan (tangen) dangaris lengkung dapat dihitung dengan rumus:

$$y' = \frac{(g_2 - g_1)}{200Lv} \cdot x^2 \dots\dots\dots(2.53)$$

Dimana :

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

$y'$  = besarnya penyimpangan (jarak vertikal) antara garis kemiringan dengan lengkungan (m).

$g_1, g_2$  = besar kelandaian (kenaikan/penurunan) (%)

$L_v$  = panjang lengkung vertikal (m).

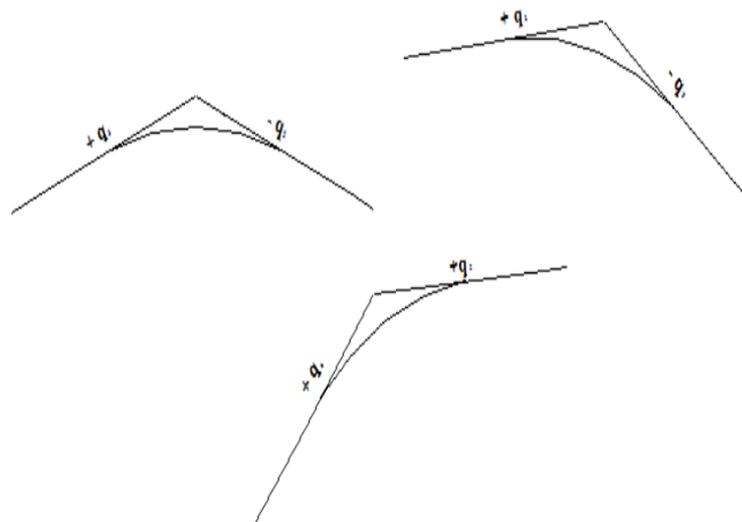
Untuk  $x = \frac{1}{2} L_v$ , maka  $y' = E_v$  dirumuskan:

$$E_v = \frac{(g_2 - g_1)L_v}{800} \dots\dots\dots(2.54)$$

Lengkung vertikal dibagi dua macam, yaitu

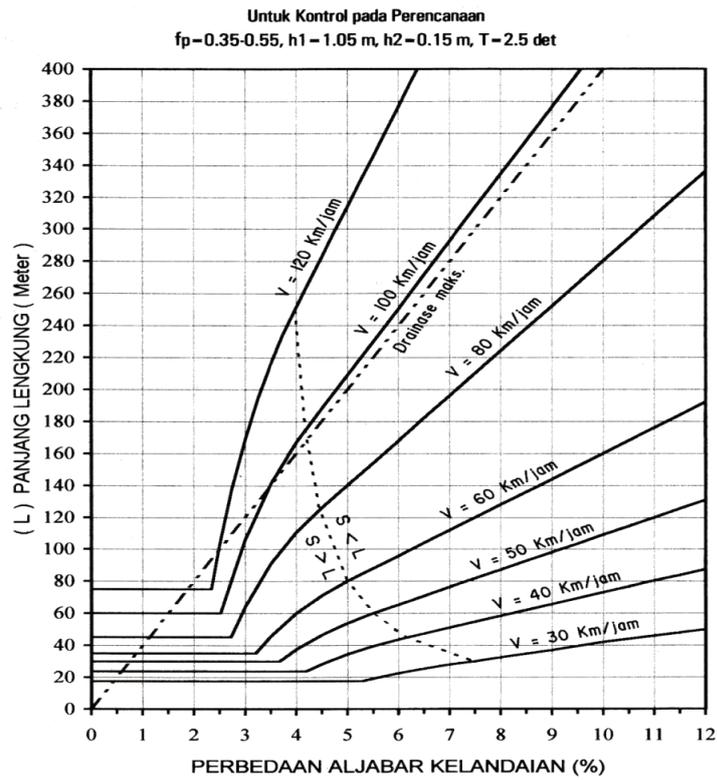
b. Lengkung vertikal cembung.

Titik perpotongan antara ke 2 tangen berada di atas permukaan jalan.

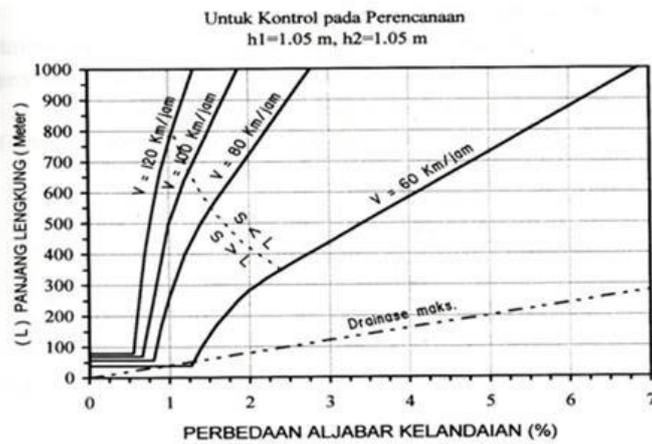


Gambar 2.23 Alinyemen Vertikal Cembung

Untuk menentukan Panjang lengkung vertikal cembung ( $L_v$ ) dapat juga ditentukan berdasarkan Grafik pada Gambar 2.24 (untuk jarak pandang henti) dan Grafik pada Gambar 2.25 (untuk jarak pandang menyiap) di bawah ini :

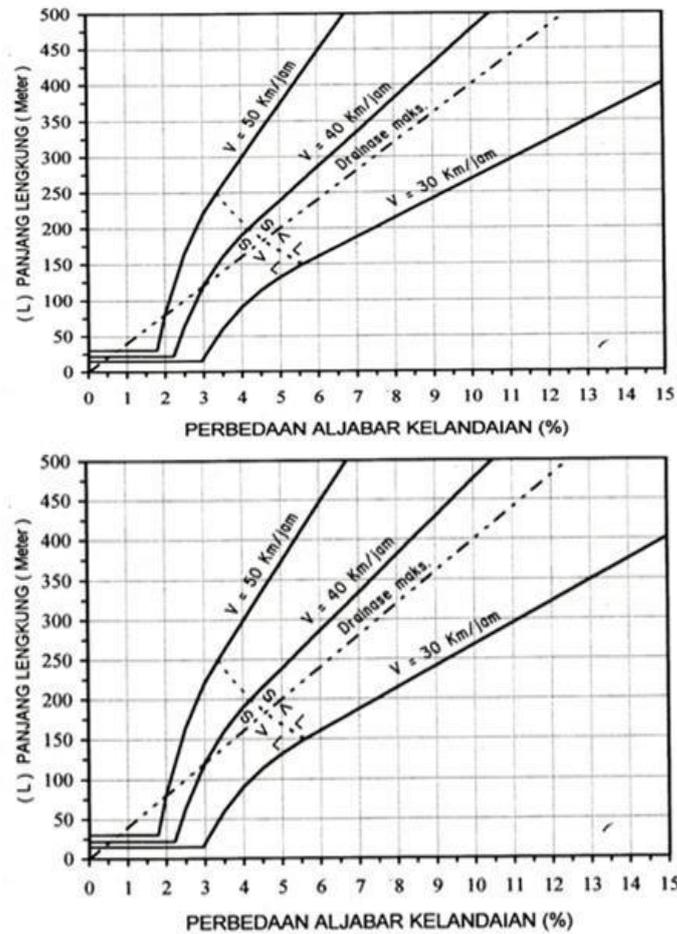


Grafik Panjang  
 Vertikal



Gambar 2.24  
 Lengkung  
 Cekung

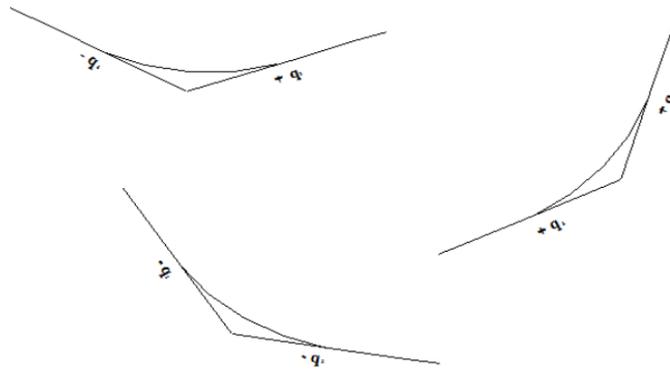
Gambar 2.24 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung berdasarkan jarak pandang henti



Gambar 2.25 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung berdasarkan jarak Pandang Menyiap

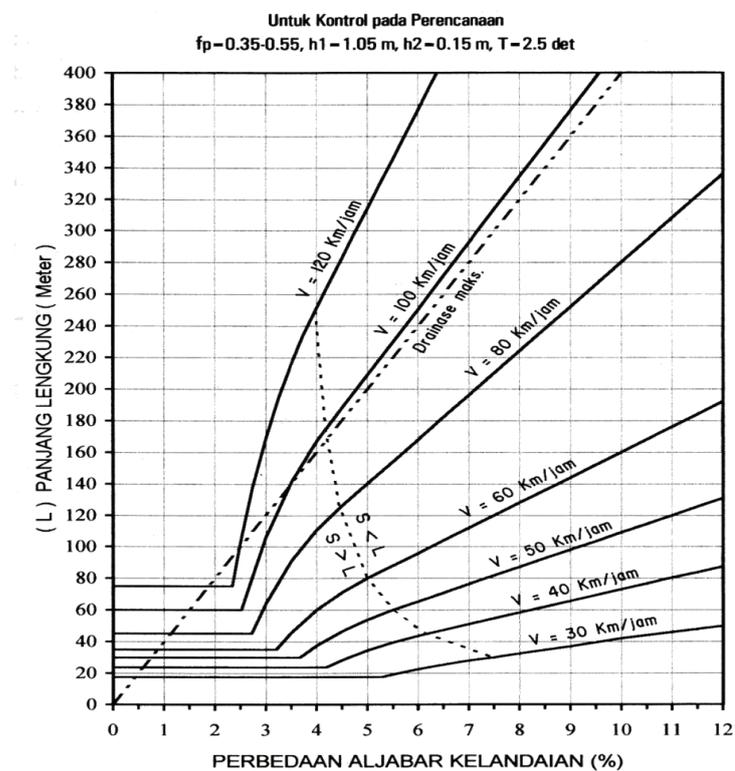
c. Lengkung Vertikal Cekung

Titik perpotongan antara ke 2 tangen berada di bawah permukaan jalan. Gambar Alinyemen Vertikal Cekung dapat dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2.26 Alinyemen Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung ditentukan berdasarkan jarak pandang pada waktu malam hari dan syarat drainase sebagaimana tercantum dalam grafik pada gambar 2.27.



Gambar 2.27 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung

## 2.8 Perencanaan Galian dan Timbunan

Dalam perencanaan jalan raya diusahakan volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen vertikal dan horizontal memungkinkan

kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan. Langkah-langkah dalam perhitungan galian dan timbunan, antara lain :

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

## 2.9 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah lapisan atas badan jalan yang menggunakan bahan-bahan khusus yang secara konstruktif lebih baik dari pada tanah dasar. Perkerasan jalan berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadikerusakan yang berarti.

Secara umum perkerasan jalan mempunyai persyaratan yaitu kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan. Oleh karena itu bahan perkerasan jalan yang paling cocok adalah pasir, kerikil, batu dan bahan pengikat (aspal atau semen).

Berdasarkan suatu bahan ikat, lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi dua kategori, yaitu :

1. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)  
Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton bertulang, atau bahan-bahan yang bersifat kaku.
2. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)  
Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dan agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku/lentur.
3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)  
Yaitu perkerasan dengan memakai dua bahan, dengan maksud menggabungkan dua bahan yang berbeda yaitu aspal dan beton.

### 2.9.1 Jenis dan fungsi konstruksi perkerasan lentur

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan diatas permukaan tanah dasar yang telah dipadatkan. Berikut beberapa tipikal struktur perkerasan lentur.

#### 1. Perkerasan lentur pada permukaan tanah asli



Gambar 2.28

Perkerasan Lentur Pada Permukaan Tanah Asli

#### 2. Perkerasan lentur pada timbunan



Gambar 2.29 Perkerasan Lentur pada timbunan

### 3. Perkerasan lentur pada galian



Gambar 2.30 Perkerasan Lentur pada galian

#### 1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan merupakan lapis paling atas dari struktur perkerasan jalan. Lapis permukaan perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapis yang kedap air, stabilitas tinggi dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan.

Fungsi dari lapisan permukaan ini adalah sebagai berikut :

- a) Lapisan perkerasan menahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b) Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
- c) Lapis aus (*wearing course*), yaitu lapisan yang langsung mengalami gesekan akibat rem kendaraan, sehingga mudah aus.
- d) Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah

#### 2. Lapisan pondasi (*Base Course*)

Lapis pondasi adalah lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Jika tidak digunakan lapis pondasi bawah, maka lapis pondasi diletakkan langsung diatas permukaan tanah dasar.

Adapun fungsi dari lapisan pondasi yaitu sebagai:

- a) Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan disebarkan ke lapis dibawahnya.

- b) Lapis peresap untuk lapis pondasi bawah.
- c) Bantalan atau perletakan lapis permukaan.

Material yang digunakan untuk lapis pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapis pondasi dapat dipilih lapis berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan aspal sebagai pengikat.

### 3. Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*)

Lapis pondasi bawah adalah lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- a) Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b) Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif mudah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c) Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapis pondasi.
- d) Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar.

### 4. Lapisan tanah dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah (*subgrade*) merupakan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Mutu persiapan lapis tanah dasar sebagai perletakan struktur perkerasan jalan sangat menentukan ketahanan struktur dalam menerima beban lalu lintas selama masa pelayanan. Masalah-masalah yang sering ditemui terkait dengan lapis tanah dasar adalah

- a) Perubahan bentuk tetap dan rusaknya struktur perkerasan jalan secara menyeluruh.
- b) Sifat mengembang dan menyusut pada jenis tanah yang memiliki sifat plastisitas tinggi. Perubahan kadar air tanah dasar dapat berakibat terjadinya retak dan atau perubahan bentuk.
- c) Perbedaan daya dukung tanah akibat perbedaan jenis tanah.
- d) Perbedaan penurunan akibat terdapatnya lapis tanah lunak dibawah lapisan

tanah dasar.

- e) Kondisi geologi yang dapat berakibat terjadinya patahan.

### 2.9.2 Metode Perencanaan Tebal Perkerasan

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

- a. Kekuatan lapisan tanah dasar yang dinamakan nilai CBR atau Modulus Reaksi Tanah Dasar ( $k$ ).
- b. Kekuatan Beton yang digunakan untuk lapisan perkerasan.
- c. Prediksi volume dan komposisi lalu lintas selama usia rencana.
- d. Ketebalan dan kondisi lapisan pondasi bawah (*sub base*) yang diperlukan untuk menopang konstruksi, lalu lintas, penurunan akibat air dan perubahan *volume* lapisan tanah dasar serta sarana perlengkapan daya dukung permukaan yang seragam di bawah dasar beton.

Terdapat banyak metode yang telah dikembangkan dan dipergunakan di berbagai Negara untuk merencanakan tebal perkerasan. Metode tersebut kemudian secara spesifik diakui sebagai standar perencanaan tebal perkerasan. Salah satunya adalah Metode Bina Marga Tahun 2017.

### 2.9.3 Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan

1. Umur rencana perkerasan jalan baru

Umur rencana sesuai dengan jenis perkerasan yang direncanakan, untuk umur rencana dapat dilihat pada tabel 2.29.

Tabel 2.29 Umur Rencana

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) <sup>(1)</sup>

Perkerasan lentur	Lapisan aspal daan lapisan berbutir <sup>(2)</sup>	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan tulang ( <i>overlay</i> ), seperti jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

(Sumber : Bina Marga 2017)

Catatan :

- a) Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka digunakan umur rencana yang berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted lifecycle cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia.
- b) Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.

## 2. Pemilihan jenis perkerasan

Pemilihan tipe perkerasan ditentukan berdasarkan perhitungan nilai ESA5, dan untuk jenis perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.30. Dan untuk tingkat kesulitannya sebagai berikut.

- 1) – kontraktor kecil – medium
- 2) – kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai;
- 3) –membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus–kontraktor spesialis burtu/burda

Tabel 2.30 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0-0,5	0,1-4	>4-10	>10-30	>30-200

Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan CBR $\geq$ 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah perdesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC-WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq$ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis pondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber : Bina Marga 2017)

### 3. Jenis kendaraan

Mengelompokkan jenis kendaraan sesuai dengan golongan dan sumbunya, dapat dilihat pada tabel 2.31.

Tabel 2.31 Jenis Kendaraan

Golongan	Kelompok Jenis kendaraan	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda 3	1.1
2	Sedan, jeep, station wagon	1.1
3	Angkutan penumpang sedang	1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran	1.1
5a	Bus kecil	1.1
5b	Bus besar	1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu	1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu	1.2
7a	Truk 3 sumbu	1.2.2
7b	Truk gandengan	1.2.2-2.2
7c	Truk semitrailer	1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor	-

(Sumber : Bina Marga 2017)

#### 4. Analisis volume dan data lalu lintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survey yang selanjutnya di proyeksikan ke depan sepanjang tahun perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi.

Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah:

- a. Beban gandar kendaraan komersial.
- b. Volume lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu standar.

Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata rata (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survey volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k.

#### 5. Faktor pertumbuhan lalu lintas (i)

Faktor pertumbuhan lalu lintas (i) berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka tabel 2.32 dapat digunakan (2015-2035).

Tabel 2.32 Faktor pertumbuhan lalu lintas (i)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	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 : Bina Marga 2017)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*cumulative growth factor*):

$$R = \frac{(1+0,01)^{UR}-1}{0,01 \cdot i} \dots\dots\dots (2.55)$$

Dengan :

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

Apabila diperkirakan akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tahunan sepanjang total umur rencana (UR), dengan 1,% selama periode awal (UR1 tahun) dan 12% selama sisa periode berikutnya (UR-UR1). faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung dari formula berikut:

$$R = \frac{(1+0,01i_1)^{UR_1} - 1}{0,01 i_1} + (1+0,01i_1)^{(UR_1-1)}(1+0,01i_2) \left( \frac{(1+0,01i_2)^{(UR-UR_1)} - 1}{0,01 i_2} \right) \dots\dots\dots (2.56)$$

Dengan :

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

i<sub>1</sub> = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan periode 1 (%)

i<sub>2</sub> = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan periode 2 (%)

UR = total umur rencana (tahun)

UR<sub>1</sub> = umur rencana periode 1(tahun)

Formula di atas digunakan untuk periode rasio volume kapasitas (RVK) yang belum mencapai tingkat kejenuhan ( $RVK \leq 0.85$ )

Apabila kapasitas lalu lintas diperkirakan tercapai pada tahun ke (Q) dari umur rencana (UR) faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+0,01i)^Q - 1}{0,01 \cdot i} + (UR - Q)(1 + 0,01i)^{(Q-1)} \dots\dots\dots (2.57)$$

#### 6. Faktor distribusi lajur

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam.

Tabel 2.33 Faktor distribusi lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber : Bina Marga 2017)

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada suatu arah tertentu.

#### 7. Faktor ekivale beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana. Desain akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi/survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh karena itu, survey beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan.

Tabel 2.34 Pengumpulan data beban gandar

Spesifikasi penyediaan Prasarana jalan	Sumber Data Beban Gandar
Jalan bebas hambatan	1 atau 2
Jalan raya	1 atau 2 atau 3
Jalan sedang	2 atau 3
Jalan kecil	2 atau 3

(Sumber : Bina Marga 2017)

Jika survei beban gandar tidak mungkin dilakukan oleh perencana dan data survei beban gandar sebelumnya tidak tersedia, maka nilai VDF pada tabel 2.35 dapat digunakan untuk menghitung ESA.

Tabel 2.35 Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga

Jenis kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua				
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0	
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-	
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0	
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0	
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-	
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-	
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-	

(Sumber : Bina Marga 2017)

## 8. Beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang ditentukan sebagai berikut :

Menggunakan VDF masing masing kendaraan Niaga

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots \dots \dots (2.58)$$

Dengan :

$ESA_{TH-1}$  = Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun pertama.

$LHR_{JK}$  = Lintasan harian rata-rata tiap jenis kendaraan.

$VDF_{JK}$  = Faktor ekivalen beban tiap jenis kendaraan niaga.

$DD$  = Fator distribusi arah.

$DL$  = Faktor distribusi lajur.

$R$  = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

$CESAL$  = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

#### 9. Menentukan segmen tanah dasar

Setelah penyesuaian harus diingat bahwa akurasi nilai DCP pada musim kemarau adalah rendah. Dengan pertimbangan tersebut, untuk mengurangi ketidakpastian nilai DCP akibat pengaruh musim kemarau, disarankan untuk mengadakan pengujian DCP pada musim hujan.

Tabel 2.36 faktor penyesuaian modulus tanah dasar terhadap kondisi musim

musim	Faktor penyesuaian minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0,90
Masa transisi	0,80
Musim kemarau	0,70

(Sumber : Bina Marga 2017)

Nilai CBR desain = (CBR hasil pengujian DCP) x faktor penyesuaian

a. Metode distribusi normal standar

Jika tersedia cukup data yang valid (minimum 10 titik data uji per segmen yang seragam) rumus berikut ini dapat digunakan:

CBR karakteristik = CBR rata-rata – f x deviasi standar

- f = 1,645 (probabilitas 95%), untuk jalan tola tau jalan bebas hambatan.
- f = 1,282 (probabilitas 90%), untuk jalan kolektor atau arteri.
- f = 0,842 (probabilitas 80%), untuk jalan lokal dan jalan kecil.
- Koefisien variasi (CV) maksimum dari data CBR untuk suatu segmen tidak lebih besar dari 25%. Koefisien variasi sampai dengan 30% masih boleh digunakan.

Apabila jumlah data per segmen kurang dari 10 maka nilai CBR terkecil dapat mewakili sebagai CBR segmen.

b. Metode persentil

Metode persentil menggunakan distribusi data nilai CBR pada segmen seragam yang dianggap terdistribusi secara normal. Nilai persentil ke “x” dari suatu kumpulan data membagi kumpulan data tersebut dalam dua bagian, yaitu bagian yang mengandung “x” persen data dan bagian yang mengandung (100-x) persen data.

Nilai CBR yang dipilih adalah nilai persentil ke 10, yang berarti 10% data segmen yang bersangkutan lebih kecil atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut. Atau 90% dari data CBR pada segmen seragam tersebut lebih besar atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut.

10. Menentukan struktur pondasi perkerasan

Struktur pondasi perkerasan dilihat dari nilai CBR design yang didapat, apakah tanah dasar memerlukan perbaikan atau tidak. Agar lebih jelas bisa dilihat pada tabel 2.37.

### 11. Menentukan struktur perkerasan

Pemilihan struktur perkerasan dilihat dari hasil dari perhitungan ESA5 dan pada pemilihan tipe perkerasan terdapat beberapa bagan desain yang menjadi acuannya, diantaranya bagan desain-3 pada tabel 2.38, bagan desain-3A pada tabel 2.39, bagan desain-3B pada tabel 2.40, dan bagan desain-3C pada tabel 2.41.

Tabel 2.37 Desain pondasi jalan minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas kekuatan tanah dasar	Uraian struktur pondasi	Perkerasan lentur			Perkerasan kaku
			Beban lalulintas pada lajur rencana dengan umur rencana 4 tahun (juta ESA5)			Stabilitas semen
			<2	2-4	>4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilitas semen atau material timbunan pilihan	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2,5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)				400	500	600
Perkerasan diatas tanah lunak	SG1	Lapis penopang	1000	1100	1200	
		Lapis penopang dan geogrid	650	750	850	

Tanah gambut dengan HRS untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum ketentuan lain berlaku)	Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500	jalan perkerasan lentur
--	-------------------------	------	------	------	-------------------------

(Sumber: Bina Marga 2017)

Tabel 2.38 Bagan Desain – 3. Desain perkerasan lentur opsi biaya minimum dengan CTB

	F1	F2	F3	F4	F5
Untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA5 lihat bafan desain 3A-3B dan 3C	Lihat bagan desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku				
Repitisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana	>10 -30	>30-50	>50-100	>100-200	>200-500
Jenis permukaan berpangkat	AC	AC			
Jenis lapis pondasi	Cement Treated Base (CTB)				

(Sumber: Bina Marga 2017)

Tabel 2.39 Bagan Desain -3A : Desain Perkerasan Lentur dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6 CESA_6$ )	$FF1 < 0,5$	$0,5 \leq FF2 \leq 4,0$
Jenis permukaan	HRS atau penetrasi makadem	HRS

Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
	HRS WC	50
HRS Base	-	35
LFA kelas A	150	250
LFA kelas A atau kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10% <sup>5</sup>	150	125

(Sumber: Bina Marga 2017)

Tabel 2.40 Bagan Desain -3B: Desain Perkerasan Lentur-Aspal dengan lapis Pondasi Berbutir

	Struktur Perkerasan								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Solusi yang dipilih	Perkerasan dengan CTB (bagian desain 3) dan pilihan perkerasan kaku dapat lebih efektif biaya tapi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia								
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (ESA5)	< 2	≥ 2-4	> 4-7	> 7-10	> 10-20	> 20-30	>30-50	>50-100	>100-200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC BASE	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300

(Sumber: Bina Marga 2017)

Tabel 2.41 Bagan Desain- 3C penyesuain tebal lapis pondasi agregat A untuk tanah dasar  $CBR \geq 7\%$  (Hanya untuk bagan desain 3B)

	Struktur Perkerasan								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (ESA5)	< 2	$\geq$ 2-4	> 4-7	> 7-10	> 10-20	> 20-30	>30-50	>50-100	>100-200
<b>TEBAL LPA A (mm) PENYESUAIAN TERHADAP BAGAN DESAIN 3B</b>									
Subgrade $CBR \geq 5,5 - 7$	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Subgrade $CBR > 7-10$	330	220	215	210	205	200	200	200	200
Subgrade $CBR \geq 10$	260	150	150	150	150	150	150	150	150
Subgrade $CBR \geq 15$	200	150	150	150	150	150	150	150	150

(Sumber: Bina Marga 2017)

12. Menentukan standar drainase bawah permukaan

a. Tinggi minimum timbunan untuk drainase

Tinggi minimum permukaan tanah dasar diatas muka air tanah dan level muka air banjir adalah seperti ditunjukkan pada tabel 2.42.

Tabel 2.42 Tinggi Minimum Tanah Dasar diatas Muka Air Tanah dan Muka Air Banjir

Kelas jalan (berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan)	Tinggi tanah dasar muka diatas muka air tanah (mm)	Tinggi tanah dasar diatas muka air banjir (mm)
Jalan bebas hambatan	1200 (jika ada drainase bawah permukaan di median)	500 (banjir 50 tahunan)
	1700 (tanah lunak jenuh atau gambut tanpa lapis drainase)	

Jalan raya	1200 (tanah lunak jenuh atau gambut tanpa lapis drainase) 800 (tanah lunak jenuh atau gambut dengan lapis drainase) 600 (tanah dasar normal)	
Jalan sedang	600	500 (banjir 10 tahunan)
Jalan kecil	400	NA

(Sumber: Bina Marga 2017)

Apabila timbunan terletak diatas tanah jenuh air, sedangkan ketentuan tersebut diatas tidak dapat dipenuhi maka harus disediakan lapis drainase (*drainage blanket layer*). Lapisan tersebut berfungsi untuk mencegah terjadinya perembesan material halus tanah lunak ke dalam lapis pondasi (sub base). Kontribusi daya dukung lapis drainase terhadap daya dukung struktur perkerasan tidak diperhitungkan.

Tabel 2.43 Koefisien drainase “m” untuk tebal lapis berbutir

Kondisi Lapangan ( digunakan untuk pemilihan nilai m yang sesuai)	Nilai “m” untuk desain
Galian dengan drainase bawah permukaan yang ideal (outlet drainase bawah permukaan selalu diatas muka air banjir)	1,0
Timbunan dengan lapis pondasi bawah menerus sampai bahu jalan (day-lighting) (tidak terkena banjir)	1,0
Timbunan dengan tepi permeabilitas rendah dan lapis pondasi bawah berbentuk kotak	1,0

Galian pada permukaan tanah atau timbunan tanpa drainase bawah permukaan dan permeabilitas rendah pada pinggir > 500 mm. Gunakan 0,9 jika ≤ 500 mm	0,7
Tanah dasar jenuh air secara permanen selama musim hujan dan tidak teralirkan. Tidak ada system outlet. Ketentuan lapisan penopang (capping layer) dapat digunakan.	0,4

(Sumber: Bina Marga 2017)

b. Koreksi tebal lapis agregat

Menentukan ebal desain lapis agregat menggunakan rumus dibawah ini:

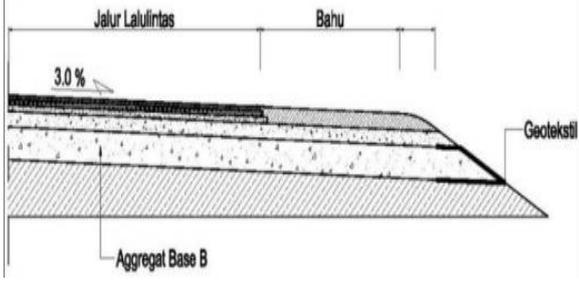
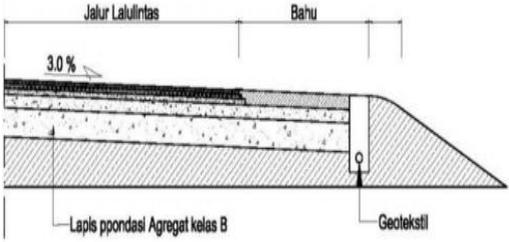
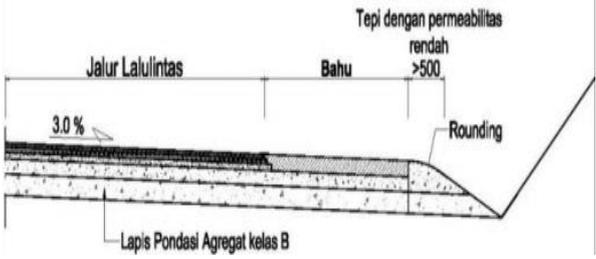
$$= \frac{\text{tebal berdasarkan perhitungan atau bagan desain}}{m} \dots\dots\dots(2.59)$$

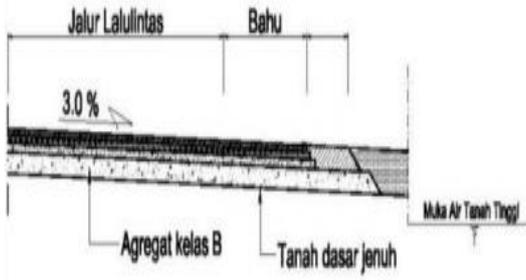
Dimana:

m = koefisien drainase

Tabel 2.44 koefisien drainase ‘m’ untuk tebal lapis berbutir

Kondisi lapangan (digunakan untuk pemilihan nilai m yang sesuai)	Nilai ‘m’ untuk design	Detail tipikal
Galian dengan drainase bawah permukaan yang ideal (outlet drainase bawah permukaan selalu diatas muka air banjir	1,0	

<p>Timbunan dengan lapis pondasi bawah menerus sampai bahu jalan (day-lighting) (tidak terkena banjir)</p>	<p>1,0</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a road shoulder. The top surface is labeled 'Jalur Lalulintas' (Traffic Lane) and 'Bahu' (Shoulder). A 3.0% slope is indicated. The subgrade consists of multiple layers: a top layer, a middle layer labeled 'Aggregat Base B', and a bottom layer. A 'Geotekstil' (geotextile) is shown at the bottom of the subgrade layers, extending to the shoulder edge.</p>
<p>Timbunan dengan tepi permeabilitas rendah dan lapis pondasi bawah berbentuk kotak</p>	<p>1,0</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a road shoulder. The top surface is labeled 'Jalur Lalulintas' (Traffic Lane) and 'Bahu' (Shoulder). A 3.0% slope is indicated. The subgrade consists of multiple layers, with the bottom layer labeled 'Lapis pondasi Agregat kelas B'. A 'Geotekstil' is shown at the bottom of the subgrade layers, extending to the shoulder edge. A small square symbol is present at the bottom right corner of the subgrade layers.</p>
<p>Galian pada permukaan tanah atau timbunan tanpa drainase bawah permukaan dan permeabilitas rendah pada pinggir &gt; 500 mm. gunakan 0,9 jika <math>\leq 500</math> mm</p>	<p>0,7</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a road shoulder. The top surface is labeled 'Jalur Lalulintas' (Traffic Lane) and 'Bahu' (Shoulder). A 3.0% slope is indicated. The subgrade consists of multiple layers, with the bottom layer labeled 'Lapis Pondasi Agregat kelas B'. The shoulder edge is labeled 'Tepi dengan permeabilitas rendah &gt;500' and 'Rounding'. A small square symbol is present at the bottom right corner of the subgrade layers.</p>

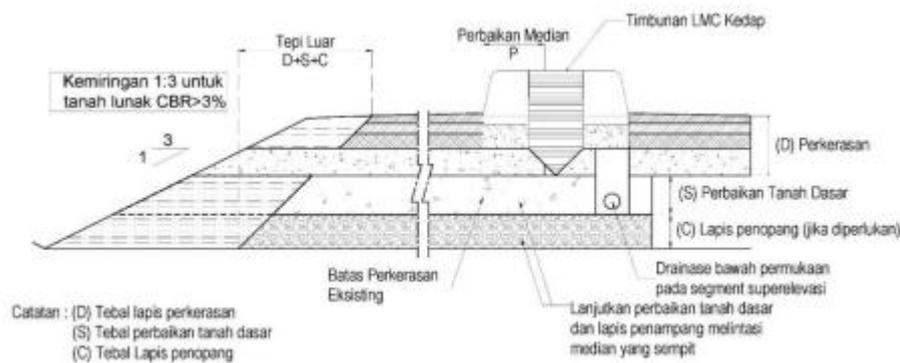
<p>Tanah dasar jenuh air secara permanen selama musim hujan dan tidak teralirkan. Tidak ada sistim outlet. Ketentuan lapisan penopang (capping layer) dapat digunakan.</p>	0,4	
--	-----	--

(Sumber: Bina Marga 2017)

### 13. Daya dukung tepi perkerasan

Struktur perkerasan memerlukan daya dukung tepi yang cukup, terutama bila terletak pada tanah lunak atau gambut. Ketentuan daya dukung tepi dinyatakan secara detail dalam gambar-gambar kontrak. Ketentuan minimum adalah :

- Setiap lapisan perkerasan harus dipasang sampai lebar yang sama atau lebih dari nilai minimum yang dinyatakan pada gambar 2.31 dukungan tepi perkerasan.
- Timbunan tanpa penahan pada tanah lunak ( $CBR < 2,5\%$ ) atau tanah gambut harus dipasang pada kemiringan tidak lebih curam dari 1V : 3H
- 



Gambar 2.31 Dukungan tepi perkerasan

#### 14. Kebutuhan pelapisan (*Sealing*) bahu jalan

##### a. Tebal lapis berbutir

Elevasi tanah dasar untuk bahu harus sama dengan elevasi tanah dasar perkerasan atau setidaknya pelaksanaan tanah dasar badan jalan harus dapat mengalirkan air dengan baik. Untuk memudahkan pelaksanaan, pada umumnya tebal lapis berbutir bahu dibuat sama dengan tebal lapis berbutir perkerasan.

##### b. Bahu tanpa pengikat – lapis berbutir kelas S

Lapis permukaan harus berupa lapis pondasi agregat kelas S, atau kerikil alam yang memenuhi ketentuan dengan Indeks Plastisitas (IP) antara -12%. Tebal lapis permukaan bahu LFA kelas S sama dengan tebal lapis beraspal tapi tidak lebih tebal dari 200 mm. Jika tebal lapis beraspal kurang dari 125 mm, maka tebal minimum LFA kelas S 125 mm.

##### - Bahu diperkeras

Bahu diperkeras untuk kebutuhan berikut :

- 1) Jika terdapat kerb (bahu harus ditutup sampai dengan garis kerb)
- 2) Gradien jalan lebih dari 4%
- 3) Sisi yang lebih tinggi dari kurva superelevasi (superelevasi  $\geq 0\%$ ). Dalam kasus ini, bahu pada sisi superelevasi yang tinggi harus sama dengan superelevasi badan jalan.
- 4) Jalan dengan LHRT lebih dari 10.000 kendaraan
- 5) Jalan tol dan jalan bebas hambatan.

##### - Material bahu diperkeras dapat berupa :

- 1) Penetrasi makadam
- 2) Burtu/burda
- 3) Beton aspal (AC)
- 4) Beton semen
- 5) Kombinasi bahu beton 500 mm – 600 mm atau pelat beton dengan tied shoulder, atau bahu dengan aspal.

##### - Lalu lintas untuk desain bahu

Beban lalu lintas desain pada bahu yang diperkirakan akan menggunakan bahu jalan (diambil yang terbesar). Untuk bahu diperkeras dengan lapis penutup. Pada umumnya, hal ini dapat dipenuhi dengan burda atau penetrasi makadam yang dilaksanakan dengan baik.

## **2.10 Manajemen Proyek**

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

Ada banyak faktor yang mempengaruhi lancarnya pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Salah satunya adalah ketersediaan dana untuk membiayai pelaksanaan proyek konstruksi. Sebagai dasar untuk membuat sistem pembiayaan dalam sebuah proyek, kegiatan estimasi juga digunakan untuk merencanakan jadwal pelaksanaan konstruksi. Kegiatan estimasi dalam proyek konstruksi dilakukan dengan tujuan tertentu tergantung dari pihak yang membuatnya.

### **a. Rencana kerja dan syarat-syarat**

Rencana kerja dan syarat-syarat adalah segala ketentuan dan formasi yang diperlukan terutama hal-hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat mengikuti pelelangan maupun pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan olehnya. Rencana kerja dan syarat-syarat terdiri :

- 1) Syarat umum
- 2) Syarat administrasi
- 3) Syarat Teknis
- 4) Syarat Teknik Khusus

### **b. Daftar Harga Satuan Alat dan Bahan**

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

menghitung perancangan anggaran biaya pekerjaan dan upah yang dipakai kontraktor. Adapun harga satuan dan upah adalah harga yang termasuk pajak - pajak.

c. Analisa Satuan Harga Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan ialah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerjaberdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat dipasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenag kerja didapat dilokasi, dikumpulkan dan dicatatdalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan upah. Analisa bahan suatu pekerjaan ialah menghitung banyaknya volume masing-masing bahan serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

d. 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.

Dalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen vertikal dan horizontal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan. langkah – langkah dalam perhitungan galian dan timbunan, antara lain :

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

e. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah merencanakan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya dalam perencanaan anggaran biaya perlu dilampirkan

analisa harga satuan bahan dari setiap pekerjaan agar jelas jenis-jenis pekerjaan dan bahan yang digunakan.

f. 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 dan waktu pelaksanaannya. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

g. Rencana Kerja (*Time Schedule*)

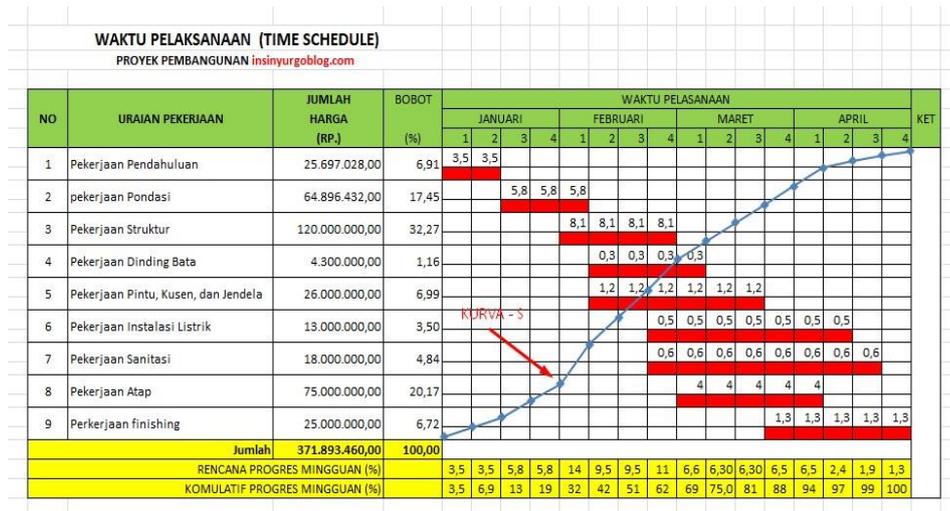
Rencana Kerja (*Time Schedule*) Adalah pengaturan waktu rencana kerja secara terperinci terhadap suatu item pekerjaan yang berpengaruh terhadap selesainya secara keseluruhan suatu proyek konstruksi. Adapun jenis – jenis *time schedule* atau rencana kerja :

1) Bagan Balok (*Barchart*)

Barchart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal dan kolom arah horizontal yang menunjukkan skala waktu.

2) Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan komulatif *progress* pada setiap waktu dalam pekerjaan. Bertambah atau tidaknya persentase pembangunan konstruksi dapat dilihat pada kurva s dan dapat dibandingkan dengan keadaan dilapangan.



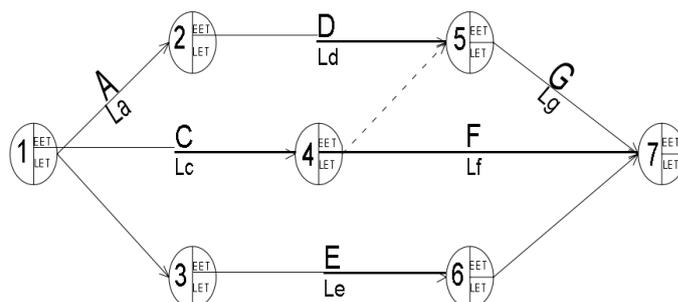
Gambar 2.33 Kurva S

3) Jaringan Kerja / *Network planning* (NWP)

4)

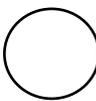
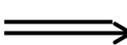
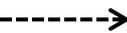
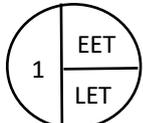
NWP adalah salah satu cara baru dalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Di dalam NWP dapat diketahui adanya hubungan ketergantungan antara bagian – bagian pekerjaan satu dengan yang lain. Hubungan ini digambarkan dalam suatu diagram network, sehingga kita akan dapat mengetahui bagian – bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan dan pekerjaan mana yang dapat menunggu. Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

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



Gambar 2.33 Sketsa *Network Planning*

Keterangan :

- a)  (*Arrow*), bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas atau kegiatan. Simbol ini merupakan pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya yang membutuhkan jangka waktu tertentu dan juga *resources* tertentu. Anak panah menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak-anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu
- b)  (*Node / event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Simbol ini adalah permulaan atau akhir dari suatu kegiatan
- c)  (*Double arrow*), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critikcal path*).
- 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.
- e)  1 = Nomor kejadian  
 EET (*Earliest Event Time*) = waktu yang palingcepat yaitu menjumlahkan durasi dari kejadian yangdimulai dari kejadian awal dilanjutkan kegiatan berikutnya dengan mengambil angka yang terbesar. LET (*Laetest Event Time*) = waktu yang palinglambat, yaitu mengurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan kegiatan sebelumnya dengan mengambil angkaterkecil.
- f) A, B, C, D, E, F, G, H merupakan kegiatan, sedangkan La, Lb, Lc, Ld, Le, Lf, Lg dan Lh merupakan durasi dari kegiatan tersebut.