

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

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

##### **2.1.1 Pengertian**

Dasar Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititikberatkan 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 rasio tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan.

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 :
  - Penentuan titik-titik kontrol vertikal dan horizontal yang dipasang setiap interval 100 meter pada rencana as jalan.
  - Pengukuran penampang melintang dan penampang memanjang.
  - Pengukuran situasi pada bagian kiri dan kanan dari jalan dimaksud dan disebutkan tata guna tanah disekitar trase jalan.
  - 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 dapat diketahui 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 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 berikut.

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*). 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 :

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

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam suatu segmen.

Nilai R untuk perhitungan CBR segmen diberikan pada tabel berikut.

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 : Silvia Sukirman, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur 2010*)

#### 2. Cara Grafis

Prosuder adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan nilai CBR terendah,
- b. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90 %.

- c. 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.
- d. Angka terbanyak diberi nilai 100 %, angka yang lain merupakan persentase dari 100 %.
- e. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dengan persentase nilai tadi.

### 3. Analisa

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

### 4. Pengujian Laboratorium

Uji bahan kontruksi untuk mendapatkan :

- 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).
- 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  $\gamma_d$  maks dan  $W_{opt}$ 
    - CBR lapangan : DCP  $\rightarrow$  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 :

- a. Tanah berbutir kasar  
Tanah yang termasuk dalam kelompok butiran kasar contohnya adalah kerikil dan pasir.
- b. 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 Pengelompokan Jalan**

Desain geometrik jalan harus ditetapkan klasifikasinya. Dalam PP No. 34 tahun 2006 tentang jalan dan UU No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, jalan dikelompokkan menurut :

1. Peruntukkan.
2. Sistem Jaringan Jalan (SJJ).
3. Status Jalan.
4. Fungsi Jalan; dan
5. Klasifikasi jalan yang terdiri dari Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan (SPPJ) dan kelas penggunaan jalan.

### **2.2.1 Pengelompokan Berdasarkan Peruntukan Jalan**

Berdasarkan peruntukan jalan, jalan diperuntukkan sebagai jalan umum dan jalan khusus.

1. Jalan Umum, adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, termasuk JBH dan jalan tol, dikelola oleh pemerintah.
2. Jalan Khusus, adalah jalan yang tidak diperuntukkan untuk lalu lintas umum, hanya diperuntukkan bagi kepentingan dan/atau untuk manfaat langsung kepada perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha, atau instansi tertentu. Penyelenggaraan jalan khusus sesuai pengaturan dilaksanakan oleh bukan pemerintah, sedangkan berkaitan dengan pembinaan, pengawasan, pengusahaan, dan pengoperasiannya dapat dilakukan oleh instansi pemerintah atau pemerintah bersama – sama swasta atau swasta, perorangan, atau kelompok masyarakat tertentu. Kepemilikan jalan khusus dapat dimiliki oleh perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha, dan atau instansi tertentu termasuk instansi pemerintah.

### **2.2.2 Pengelompokan Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan**

Sistem Jaringan Jalan (SJJ) merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari SJJ primer dan SJJ sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki fungsi jalan. Masing – masing SJJ diuraikan sebagai berikut :

1. Sistem Jaringan Jalan (SJJ) primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat – pusat kegiatan yaitu pusat kegiatan nasional (PKN), pusat kegiatan wilayah (PKW), pusat kegiatan lokal (PKL) sampai ke pusat kegiatan lingkungan (PKLing) dan menghubungkan antar – PKN. Ruas – ruas jalan dalam SJJ primer yang berfungsi menghubungkan pusat – pusat kegiatan yang umumnya berwujud kota dan berlokasi di luar kota dikategorikan sebagai jalan Antarkota.

2. Sistem Jaringan Jalan (SJJ) sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil. Ruas – ruas jalan dalam SJJ sekunder yang berfungsi menghubungkan pusat – pusat kegiatan yang umumnya berwujud kawasan di dalam kota dikategorikan sebagai jalan Perkotaan.

Untuk mewujudkan efisiensi dan kesinambungan pelayanan perjalanan, maka SJJ Primer tidak boleh terputus melayani dari origin ke destinasinya, sehingga ruas – ruas jalan dalam SJJ primer dapat memasuki wilayah SJJ sekunder (atau wilayah perkotaan).

### **2.2.3 Pengelompokan Berdasarkan Status Jalan**

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan menjadi 5, yaitu jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa. Berdasarkan fungsi masing – masing kelompok tersebut mengelompokannya lagi, menjadi :

1. Jalan nasional adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat, terdiri atas ;
  - jalan arteri primer;
  - jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi;
  - jalan tol; dan
  - jalan strategis nasional.
2. Jalan provinsi adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah provinsi, terdiri atas :
  - jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota;
  - jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten atau kota;
  - jalan strategis provinsi; dan
  - jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta.



3. Jalan kabupaten adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri atas :
  - jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi;
  - jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antar desa;
  - jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota; dan
  - jalan strategis kabupaten.
4. Jalan kota adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kota dan berada dalam jaringan jalan didalam kota.
5. Jalan desa adalah jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri dari jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten, berada di dalam kawasan perdesaan, dan menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

#### **2.2.4 Pengelompokan Berdasarkan Fungsi Jalan**

Sesuai dengan fungsinya, jalan dikelompokkan dan dibedakan keberadaannya dalam SJJ (PP No. 34/2006).

##### **a. Pengelompokan Jalan Berdasarkan Fungsinya dalam SJJ Primer**

Jalan dalam SJJ primer terdiri dari :

1. Jalan Arteri Primer, berfungsi menghubungkan antar – PKN atau antara PKN dengan PKW, melayani angkutan utama dengan ciri – ciri:
  - Melayani perjalanan lalu lintas jarak jauh yang tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal.
  - Kecepatan rata – rata tinggi dengan  $V_D$  paling rendah 60Km/jam.
  - Mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata ratanya.

- Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 11,0 m.
  - Persimpangan sebidang diatur sedemikian sehingga sesuai dengan ketentuan pada butir a, b, dan c.
  - Jumlah jalan masuk dibatasi.
  - Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
2. Jalan kolektor primer, berfungsi menghubungkan antara PKN dengan PKL, antar – PKW, atau antara PKW dengan PKL, melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri – ciri:
- Melayani perjalanan lalu lintas jarak sedang.
  - Kecepatan rata – rata sedang dengan  $V_D$  paling rendah 40 Km/jam.
  - Mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata – ratanya.
  - Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 9,0 m.
  - Persimpangan sebidang pada jalan arteri primer dengan pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada butir a, b, dan c.
  - Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
  - Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
3. Jalan Lokal Primer, berfungsi menghubungkan PKN dengan PKL, PKW dengan PKLing, antar – PKL, atau PKL dengan PKLing, serta antar – PKLing, melayani angkutan setempat, dengan ciri – ciri:
- Perjalanan jarak dekat;
  - Kecepatan rata – rata rendah dengan  $V_D$  paling rendah 20 Km/jam.
  - Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m.
  - Jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lokal primer yang memasuki kawasan perdesaan tidak boleh terputus.

5. Jalan Lingkungan Primer, berfungsi menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan, melayani angkutan lingkungan dengan ciri – ciri:
- Perjalanan menuju persil/ rumah;
  - Kecepatan rata – rata rendah dengan  $V_D$  paling rendah 15 Km/Jam.
  - Mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 6,5 m untuk melayani kendaraan bermotor roda 3 atau lebih, atau lebar badan jalan paling sedikit 3,5 m untuk melayani kendaraan bermotor roda 2.
  - Jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

b. Pengelompokkan Jalan Berdasarkan Fungsinya dalam SJJ Sekunder

Jalan dalam SJJ sekunder terdiri dari :

1. Jalan Arteri Sekunder, berfungsi menghubungkan kawasan primer (KP) dengan kawasan sekunder kesatu (KS1), antar – KS1, atau KS1 dengan kawasan sekunder kedua (KS2), dengan ciri – ciri:
  - $V_D$  paling rendah 30 Km/Jam;
  - Lebar badan jalan paling sedikit 11,0 m;
  - Mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata – rata;
  - Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat; dan
  - Persimpangan sebidang diatur dengan pengaturan tertentu sesuai dengan ketentuan pada butir a, b, dan c.
2. Jalan Kolektor Sekunder, berfungsi menghubungkan antar – KS2 atau KS2 dengan kawasan sekunder ketiga (KS3), dengan ciri – ciri:
  - $V_D$  paling rendah 20 Km/Jam;
  - Lebar badan jalan paling sedikit 9,0 m;
  - Mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata – rata;
  - Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat; dan
  - Persimpangan sebidang pada jalan kolektor sekunder dengan pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada butir a, b, dan c.

3. Jalan Lokal Sekunder, berfungsi menghubungkan KS1 dengan perumahan, KS2 dengan perumahan, KS3 dan seterusnya sampai ke perumahan/persil, dengan ciri – ciri:
  - $V_D$  paling rendah 10 Km/Jam; dan
  - Lebar badan jalan paling sedikit 7,5 m.
4. Jalan Lingkungan Sekunder atau juga dikenal sebagai jalan permukiman di lingkungan perkotaan berfungsi menghubungkan antar persil dalam kawasan perkotaan, dengan ciri – ciri:
  - $V_D$  paling rendah 10 Km/Jam;
  - Lebar badan jalan paling sedikit 6,5 m;
  - Diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih; dan
  - Yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 m.

### **2.2.5 Pengelompokan Berdasarkan Kelas Jalan**

Kelas jalan dikelompokkan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan (LLAJ), serta spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan (SPPJ).

Pembagian kelas jalan berdasarkan penggunaan jalan dan kelancaran LLAJ adalah jalan kelas I, jalan kelas II, jalan kelas III, dan jalan khusus. Pembagian kelas jalan berdasarkan SPPJ adalah JBH, JRY, JSD, dan JKC.

#### **a. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan (SPPJ)**

SPPJ dikelompokkan berdasarkan pengendalian jalan masuk, keberadaan persimpangan sebidang, jumlah dan lebar lajur, ketersediaan median, serta pagar Rumija. SPPJ dikelompokkan menjadi empat, yaitu :

- a) JBH yaitu jalan dengan spesifikasi :
  - Pengendalian jalan masuk; secara penuh,
  - Persimpangan sebidang; tidak ada
  - Jumlah lajur paling sedikit; 2 lajur untuk setiap arah
  - Lebar lajur paling sedikit; 3,5 m

- Median; dilengkapi
  - Pagar Rumija; dilengkapi
- b) JRY yaitu jalan umum untuk lalu lintas secara menerus dengan spesifikasi :
- Pengendalian jalan masuk; terbatas
  - Persimpangan sebidang; ada
  - Jumlah lajur paling sedikit; 2 lajur untuk setiap arah
  - Lebar lajur paling sedikit; 3,5 m
  - Median; dilengkapi
  - Pagar Rumija; tidak dilengkapi
- c) JSD adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan spesifikasi :
- Pengendalian jalan masuk; tidak dibatasi
  - Persimpangan sebidang; ada
  - Jumlah lajur paling sedikit; 2 lajur untuk 2 arah
  - Lebar jalur paling sedikit; 7,0 m
  - Median; tidak dilengkapi
  - Pagar Rumija; tidak dilengkapi
- d) JKC adalah jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat dengan spesifikasi :
- Pengendalian jalan masuk; tidak dibatasi
  - Persimpangan sebidang; ada
  - Jumlah lajur paling sedikit; 2 lajur untuk 2 arah
  - Lebar jalur paling sedikit; 5,5 m
  - Median; tidak dilengkapi
  - Pagar Rumija; tidak dilengkapi
- e) Jalan lalu lintas rendah (JLR) adalah jalan umum yang belum diatur dalam peraturan yang berlaku, tetapi dirumuskan untuk melayani lalu lintas yang rendah ( $LHRTD < 2000$  SMP/hari, atau kurang lebih  $< 200$  SMP/jam) dengan spesifikasi:
- Pengendalian jalan masuk; tidak dibatasi

- Persimpangan sebidang; ada
- Jumlah lajur paling sedikit; 1 lajur untuk 2 arah
- Lebar jalur paling sedikit; 4,0 m
- Median; tidak dilengkapi
- Pagar Rumija; tidak dilengkapi

### b. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Penggunaan Jalan

Jalan berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran LLAJ, diklasifikasikan menjadi 4 seperti diuraikan dalam berikut.

Tabel 2.3 Kelas jalan sesuai penggunaannya

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan m			Muatan Sumbu Terberat (MST) ton
		Lebar	Panjang	Tinggi	
Kelas I	Arteri, Kolektor	$\leq 2,55$	$\leq 18,0$	$\leq 4,2$	10
Kelas II	Arteri, Kolektor, Lokal, dan Lingkungan	$\leq 2,55$	$\leq 12,0$	$\leq 4,2$	8
Kelas III		$\leq 2,2$	$\leq 9,0$	$\leq 3,5$	8 <sup>*)</sup>
Kelas Khusus	Arteri	$\leq 2,55$	$\leq 18,0$	$\leq 4,2$	> 10

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

### 2.2.6 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

Medan jalan dimana jalan dibangun diklasifikasikan yang mempunyai ciri – ciri, baik secara bentuk fisik unsur geometrik maupun secara operasional dari Pengguna Jalan, dan ciri – ciri tersebut saling sinergi satu dengan lainnya. Dalam proses desain awal, potongan melintang topografi medan jalan mempunyai pengaruh terhadap penetapan alinyemen horizontal dan vertikal jalan, serta kecepatan desain. Masing – masing memiliki kriteria kemiringan medan yang diukur tegak lurus terhadap garis konturnya.

Tabel 2.4 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Golongan Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	< 10,0 %

Bukit	B	10,0 % – 25,0 %
Gunung	G	> 25,0 %

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

\*) nilai kemiringan medan rata – rata per 50 m dalam satu kolimeter

Jalan – jalan di wilayah Perkotaan (dalam SJJ sekunder) dianggap seluruhnya berada pada medan datar dan jalan – jalan di wilayah luar kota (dalam SJJ primer) termasuk jalan – jalan yang melayani Antarkota dan JBH dapat berada pada ketiga klasifikasi medan tersebut.

Pada medan datar, jarak pandang umumnya panjang dan dapat dibuat tanpa kesulitan konstruksi atau pun biaya besar. Pada medan bukit, lereng alam yang naik turun dan yang kadang – kadang berlereng curam membatasi bentuk alinyemen horizontal dan vertikal untuk memenuhi persyaratan teknis alinyemen jalan. Pada medan gunung, perubahan memanjang maupun melintang permukaan tanah yang besar dan mendadak, sering menyebabkan pembelokan alinyemen dan memerlukan penggalian tanah atau menimbunnya untuk mendapat alinyemen horizontal dan vertikal yang dapat memenuhi kriteria desain.

Secara umum, medan gunung, menghasilkan kelandaian alinyemen memanjang jalan yang lebih curam dibandingkan dengan alinyemen pada medan bukit dan pada medan bukit menghasilkan kelandaian memanjang yang lebih curam dibandingkan dengan medan datar, masing – masing menyebabkan truk – truk berat harus mengurangi kecepatannya yang umumnya jauh lebih rendah dari kecepatan mobil penumpang, sehingga medan gunung maupun bukit mempunyai efek yang lebih besar dari medan datar dalam penentuan alinyemen jalan.

### 2.2.7 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 biar pun 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

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 lokal sekunder sebagai jalan kotamadya dilakukan dengan keputusan Walikota madya Daerah Tingkat II yang bersangkutan.

e. Jalan Khusus

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 Desain**

### **2.3.1 Elemen Kriteria Desain**

Kriteria desain geometrik jalan adalah parameter – parameter geometrik yang nilainya ditetapkan pada awal desain dan menjadi dasar untuk menetapkan desain elemen – elemen geometrik lainnya. Kriteria desain dibedakan menjadi dua, yaitu kriteria desain utama, dan kriteria desain lainnya yang elemen – elemennya ditetapkan berdasarkan kriteria desain utama. Elemen kriteria desain meliputi kriteria desain utama adalah :

1.  $V_D$ , dan
2. Kelas penggunaan jalan

Kriteria desain lainnya adalah :

1. Tipe jalan, ukuran jalan, dan SPPJ
2. Jenis perkerasan
3. Ruang jalan; dan
4. Geometrik pada Bangkapja dan Perlengkapan jalan.

Pemilihan dan penetapan kriteria desain tersebut diuraikan sebagai berikut: Desain Geometrik jalan berprinsip bahwa alinemen jalan harus didesain sedemikian sehingga elemen – elemen geometriknya mengoptimalkan efektivitas dan efisiensi antara pemenuhan terhadap kuantitas dan kualitas kebutuhan pergerakan kendaraan yang akan melaluinya dengan ketersediaan sumber daya, lingkungan, dan sosial, serta mengacu kepada peraturan perundang – undangan yang berlaku. Mengacu kepada kriteria desain teknis jalan yang diatur dalam Permen PU No.19/2011, perwujudan prinsip tersebut menjadi keharusan bahwa suatu desain teknis jalan memiliki persyaratan teknis yang ditetapkan berdasarkan ketentuan:

1. Penggolongan jalan sesuai dengan peruntukan jalan, SJJ, status, fungsi jalan, kelas jalan berdasarkan penggunaannya, dan kelas jalan berdasarkan SPPJ.
2. Persyaratan geometrik jalan;
3. MST, volume lalu lintas, dan kapasitas jalan;
4. Dimensi jalan;
5. Ruang jalan; dan
6. Bangkapja dan Perlengkapan jalan.

Dari aspek desain, korelasi tersebut menjelaskan bahwa pada awal desain, harus ditetapkan peran jalan dalam menghubungkan simpul – simpul jasa distribusi (contoh, menghubungkan IKP dengan IKK, baik keseluruhan segmen atau pun hanya sebagian dari peran menghubungkan tersebut). Dalam proses penetapan tersebut, seyogianya peran dan penggolongan jalan konsisten, yang berarti sesuai dengan peraturan yang berlaku, tetapi dalam kenyataannya dapat ditemukan ketidak – konsistenan seperti:

- a. Jalan daerah yang diserahkan pengelolaannya kepada pemerintah pusat, aslinya berperan menghubungkan pusat – pusat kegiatan di kawasan daerah, misalnya menghubungkan IKK dengan IKC dengan fungsi sebagai jalan lokal primer yang seharusnya dikelola pemerintah Kabupaten, pada saat diserahkan kepada pemerintah pusat, jalan tersebut akan memiliki peran yang tidak sesuai lagi dengan peran jalan yang dikelola pemerintah pusat, yaitu jalan dengan peran menghubungkan paling tidak antar IKP.
- b. Jalan baru yang menghubungkan IKP dengan suatu Desa di perbatasan negara (seperti di Kalimantan Utara), pengelolanya pemerintah pusat melalui Balai Besar Pengelola Jalan Nasional dan jalan yang dibangun berfungsi sebagai jalan arteri primer, tetapi perannya hanya menghubungkan IKP dengan Desa.

Di sisi lain, untuk jalan yang akan dibangun berdasarkan kebijakan politik, kriteria desainnya ditetapkan tidak berdasarkan demand lalu lintas, tetapi berdasarkan kebijakan tersebut. Dalam hal ketidak – konsistenan seperti diuraikan di atas, penetapan kriteria desainnya wajib mendapat izin/persetujuan dari penyelenggara jalan sesuai dengan kewenangannya.

### **2.3.2 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)**

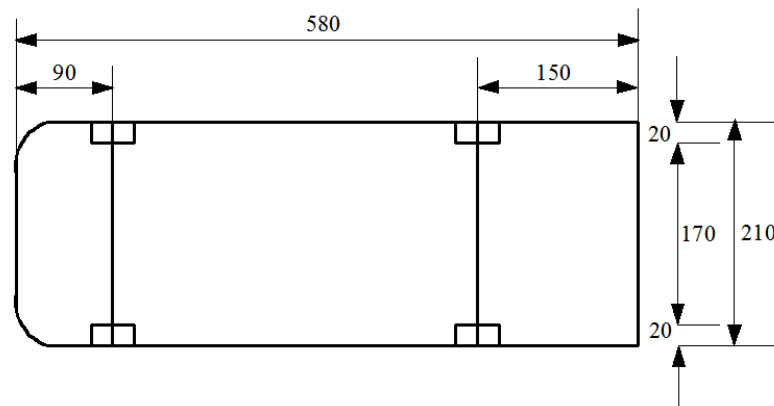
Adalah kendaraan yang mempunyai dua as dengan jarak as 2-3 meter (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobus, *pick up*, dan truk kecil sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga.

b. Kendaraan sedang (MHV)

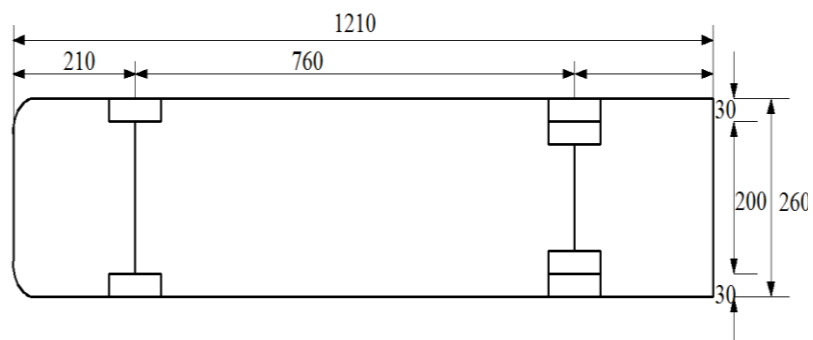
Adalah kendaraan yang mempunyai dua as gandar, dengan jarak 3,5-5,0 meter (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga.

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

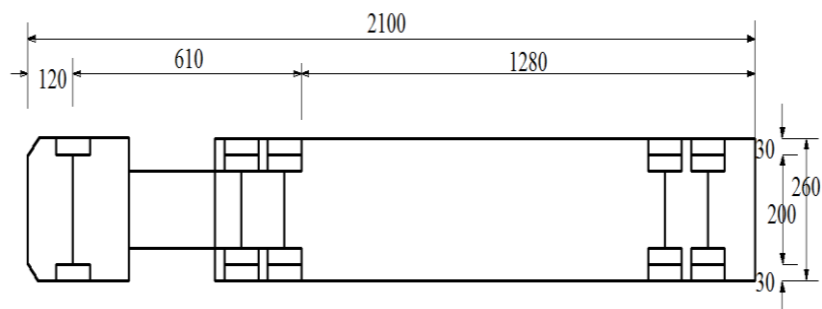
Bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak 5-6 meter.



Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan Sedang



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Besar

Tabel 2.5 Dimensi dan Radius Putar Kendaraan Desain Sesuai Kelas Pengguna Jalan

No	Jenis-jenis Kendaraan	Dimensi kendaraan			Jarak Antar Sumbu	Julur		RPM	RPK	R <sub>maks</sub>	R <sub>min</sub> , pada sudut belok kendaraan				
		Panjang	Lebar	Tinggi		Depan	Belakang				25°	45°	90°	135°	180°
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
<b>Jenis-jenis kendaraan, berdasarkan dimensi, yang dapat beroperasi pada jalan kelas 1, 2, dan 3</b>															
1	Toyota Avanza	4,19	1,66	1,69	2,65	0,75	0,79	5,49	4,72	5,82	3,58	3,40	3,28	3,19	3,10
2	Toyota Hiace	5,38	1,88	2,29	3,11	1,07	1,20	6,44	5,61	6,95	4,30	4,09	3,91	3,91	3,70
3	Isuzu ELF NLR 55 BLX	6,17	1,84	2,17	3,36	1,11	1,70	7,41	6,72	7,92	5,44	5,26	5,07	5,07	4,94
4	Truk Pemadam Kebakaran 2*	7,73	2,40	-	4,28	1,25	2,20	7,77	6,66	8,31	4,90	4,60	4,32	4,19	3,95
5	Bus Angkutan Masal Sedang*	7,30	2,15	3,15	3,74	1,24	2,33	6,80	5,81	7,35	4,28	3,98	3,65	3,55	3,41
6	Bus Mitsubishi Kecil	7,05	2,10	3,30	3,78	1,48	2,00	6,86	5,88	7,52	4,37	4,07	3,76	3,64	3,50
7	Bus Sedang Mitsubishi FE84GBC(4x2)*	7,68	2,10	3,05	3,85	1,48	2,35	7,00	5,99	7,73	4,44	4,16	3,82	3,71	3,59
8	Truk Hino 500 Cargo FG 260 JM (T1.2)	8,85	2,49	2,75	5,08	1,28	2,49	9,08	7,90	9,60	5,99	5,62	5,23	5,06	4,86
9	Truk Isuzu Giga FVR 34 S 245 PS (T1.2)	7,60	2,49	2,97	4,30	1,25	2,05	7,69	6,69	8,38	4,89	4,59	4,25	4,10	3,92
<b>Jenis-jenis kendaraan, berdasarkan dimensi, yang dapat beroperasi pada jalan kelas 1 dan 2</b>															
10	Truk Pemadam Kebakaran 1*	9,93	2,49	-	4,60	1,40	2,48	9,31	8,17	9,93	6,24	5,89	5,46	5,36	5,08
11	Bus angkutan massal ukuran besar*	11,95	2,50	3,50	6,00	2,46	3,48	10,53	9,33	11,65	7,36	6,89	6,30	6,20	5,99
12	Truk Hino 500 Cargo FL 245 JW (T1.22)	11,95	2,49	2,78	5,83+1,35	1,28	3,49	11,11	10,06	11,83	8,03	7,60	7,08	6,83	6,59
13	Truk Isuzu Giga FVR 34 U (T1.2)	11,95	2,49	2,93	6,60	1,25	4,10	11,49	10,27	11,95	8,16	7,75	7,17	6,97	6,69
<b>Jenis-jenis kendaraan, berdasarkan dimensi, yang dapat beroperasi pada jalan kelas 1</b>															
14	Bus Besar	12,10	2,50	3,40	5,80	2,90	3,40	10,23	9,03	11,57	7,05	6,61	6,13	5,95	5,74
15	Truk Gandengan Hino 5 sumbu (T1.22+2.2)	16,80	2,50	2,50	3,20-7,50-1,40-1,40	1,70	3,70	11,37	10,13	11,75	7,53	6,70	5,79	4,54	3,89
16	Truk Gandengan Hino 4 sumbu (T1.2+2.2)	16,20	2,51	3,10	4,30-5,20-1,30	1,20	2,40	11,04	9,81	11,64	7,52	6,94	6,48	5,84	5,37
17	Truk Tempelan Hino 6 sumbu (T1.22+222)	16,40	2,50	3,20	3,40-1,20-6,70-1,30-1,30	1,20	1,40	11,47	10,24	11,84	7,64	6,86	6,02	4,70	4,01

Sumber: Lawalata dan Rahman, 2020

Catatan: RPM - Radius putar minimum ban kendaraan pada sumbu depan terluar

R<sub>min</sub> - Radius putar minimum ban kendaraan pada sumbu paling belakang sebelah dalam

RPK - Radius putar pusat sumbu depan kendaraan

R<sub>maks</sub> - Radius putar badan kendaraan depan terluar

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

### **2.3.3 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 :

- a. Kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan
- b. Sifat fisik jalan dan keadaan medan sekitarnya
- c. Sifat dan penggunaan daerah
- d. Cuaca
- e. Adanya gangguan dari kendaraan lain
- f. Batasan kecepatan yang diizinkan

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

Tabel 2.6 Kecepatan Rencana

SJJ	Peran menghubungkan	Pengelompokan fungsi Jalan	Status dan Penyelenggara jalan	Kelas jalan			SPPJ	Tipe jalan (paling kecil)	Rentang V <sub>D</sub> , Km/Jam			Keterangan
				I	II	III			Datar	Bukit	Gunung	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
SJJ Primer (Jalan Antarkota)	Jalan Tol	Jalan Arteri Primer	Jalan Nasional (Pemerintah Pusat)  (Jalan Perintis dan Ex jalan daerah)	x	-	-	JBH	4/2-T	80 - 120	70 - 110	60 - 100	-IKN=Ibu Kota Negara
	IKP - IKN			x	x	x	JRY	4/2-T	60 - 100	50 - 90	40 - 80	-IKP=Ibu Kota Provinsi
	IKP - IKP			x	x	x	JRY	4/2-T				-IKK=Ibu Kota Kabupaten
	IKP - IKP			-	-	x	JLR	2/2-TT	15 - 60	15 - 50	15 - 40	-KT=Kota -IKC=Ibu Kota Kecamatan
	IKP - IKP	Jalan Kolektor Primer	Jalan Nasional (Jalan perintis dan Ex jalan daerah)	x	x	x	JRY	4/2-T	40 - 80	30 - 70	20 - 60	-PD=Pusat Desa (di pulau Jawaseperti kelurahan)
	IKP - IKP			-	-	x	JLR	2/2-TT	15 - 40	15 - 40	15 - 40	-DS=Desa (di pulau Jawa sepertiDukuh)
	IKP - IKK/KT	Jalan Lokal Primer	Jalan Provinsi (Pemerintah Provinsi)	x	x	x	JSD	2/2-TT	40 - 80	30 - 70	20 - 60	-KP=Kawasan Primer -KS1=Kawasan Sekunder1
	IKK - IKK			x	x	x	JSD	2/2-TT				-KS2=Kawasan Sekunder2
	KT - KT			x	x	x	JSD	2/2-TT				-KS3=Kawasan Sekunder3
	IKK - IKC		Jalan Kabupaten (Pemerintah Kabupaten)	-	x	x	JSD	2/2-TT	20 - 60	20 - 50	20 - 40	-KSn=Kawasan Sekunder ke-n;
	IKK - PD			-	x	x	JSD	2/2-TT				-Prm=Perumahan/Persil
	IKC - IKC			-	-	x	JKC	2/2-TT				-Semua jalan Antarkota yang masukke dalam kota, pengelompokannya dari SJJ primer berubah menjadi SJJ sekunder, adapun jalan-jalan lainnya yang sudah ada di dalam
	IKC - PD			-	-	x	JKC	2/2-TT				
	PD - PD		Jalan Ling-kungan Primer	Jalan Kabupaten (Pemerintah Kabupaten)	-	-	x	JLR	2/2-TT	15 - 30	15 - 30	15 - 30
PD - DS	-	-			x	JLR	1/2					
DS - DS	-	-			x	JLR	1/2					

Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

### 2.3.4 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.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas dalam 1 tahun}}{365}$$

- b. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

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

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Selama Pengamatan}}{\text{Lamanya Pengamatan}}$$

- 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 :

$$\text{VJR} = \frac{\text{LHR}}{24}$$

- 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 (2017) jalan luar kota adalah sebagai berikut:



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

Dimana :

$C$  = Kapasitas (smp/ jam)

$C_o$  = Kapasitas dasar (smp/ jam)

$FC_w$  = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

$FC_{sp}$  = Faktor Penyesuaian Pemisah arah

$FC_{sf}$  = Faktor penyesuaian hambatan samping

Tabel 2.7 Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas ( $FC_w$ )

Tipe Jalan	Lebar lajur lalu lintas efektif ( $C_w$ ) (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			

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah ( $FC_{sp}$ )

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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Tabel 2.9 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Tabel 2.10 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

e. 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 2.11 Ekvivalen 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)

### 2.3.5 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan bebas hambatan untuk jalan tol didefinisikan sebagai kemampuan ruas jalan bebas hambatan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu. Tingkat pelayanan minimum untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol antarkota adalah B dan tingkat pelayanan minimum untuk jalan bebas hambatan untuk jalan tol perkotaan adalah C. Karakteristik operasi terkait untuk tingkat pelayanan di jalan tol dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.12 Standar Pelayanan dan Karakteristik Operasi

Tingkat Pelayanan	Karakteristik
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arus Bebas</li> <li>– Volume pelayanan 1400 smp/jam pada 2 lajur 1 arah</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arus stabil dengan kecepatan tinggi</li> <li>– Volume pelayanan maksimal 2000 smp/jam pada lajur 1 arah</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arus masih stabil</li> <li>– Volume pelayanan pada 2 lajur 1 arah &lt; 75% kapasitas lajur, yaitu (1500 smp/jam/lajur atau 3000 smp/jam untuk 2 lajur)</li> </ul>

(Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga,2009)

### 2.3.6 Lebar Lajur dan Bahu Jalan

Lebar lajur dan bahu jalan ditentukan berdasarkan lokasi jalan dan kecepatan rencana. Lebar lajur dan bahu jalan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.13 Lebar Lajur dan Bahu Jalan Tol

VLHR (smp/hari)	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3.000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3.000-10.000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10.001-25.000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**)	**)	-	-	-	-
>25.000	2n×3,5 <sup>*)</sup>	2,5	2×7,0 <sup>*)</sup>	2,0	2n×3,5 <sup>*)</sup>	2,0	**)	**)	-	-	-	-

Keterangan: \*\*) = Mengacu pada persyaratan ideal  
 \*) = 2 jalur terbagi, masing – masing  $n \times 3,5$  m, di mana n= Jumlah lajur per jalur  
 - = Tidak ditentukan

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

### 2.3.7 Bagian - Bagian Jalan

Suatu Ruang Jalan terdiri dari bagian – bagian jalan, dimana bagian – bagian jalan tersebut, dibedakan berdasarkan :

#### a. RUMAJA (Ruang Manfaat Jalan)

RUMAJA (Ruang Manfaat Jalan) merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu, saluran tepi jalan, ambang pengaman, serta Rubeja jika dibutuhkan. Rumaja dilengkapi ruang bebas sebagai berikut :

- Lebar ruang bebas diukur diantara dua garis vertikal pada batas terluar ambang pengaman atas batas terluar Rumaja.
- Tinggi ruang bebas minimal 5,1 m diatas permukaan jalur lalu lintas.
- Kedalaman ruang bebas minimal 1,5 m dibawah permukaan jalur lalu lintas terendah.

b. RUMIJA (Ruang Milik Jalan)

RUMIJA (Ruang Milik Jalan) merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, kedalaman, dan tinggi tertentu. Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan. Rumija paling sedikit memiliki lebar sebagai berikut :

- Jalan Bebas Hambatan (JBH) = 30 m
- Jalan Raya (JRY) = 25 m
- Jalan Sedang (JSD) = 15 m; dan
- Jalan Kecil (JKC) = 11 m

c. RUWASJA (Ruang Pengawasan Jalan)

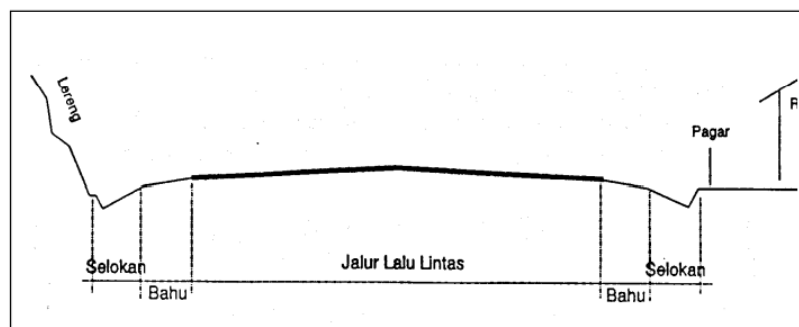
RUWASJA (Ruang Pengawasan Jalan) merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu, meliputi ruang tertentu diluar Rumija. Ruwasja diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengaman konstruksi jalan, serta pengamanan fungsi jalan. Ruwasja pada dasarnya adalah ruang lahan milik masyarakat umum yang mendapatkan pengawasan dari pembina jalan. Dalam hal Rumija tidak cukup luas, maka lebar Ruwasja ditentukan dari tepi badan jalan paling sedikit :

- Jalan arteri primer 15 (lima belas) meter;
- Jalan kolektor primer 10 (sepuluh) meter;
- Jalan lokal primer 7 (tujuh) meter;
- Jalan lingkungan primer 5 (lima) meter;
- Jalan arteri sekunder 15 (lima belas) meter;
- Jalan kolektor sekunder 5 (lima) meter;
- Jalan lokal sekunder 3 (tiga) meter;
- Jalan lingkungan sekunder 2 (dua) meter;, dan
- Jembatan 100 (seratus) meter ke arah hilir dan hulu.

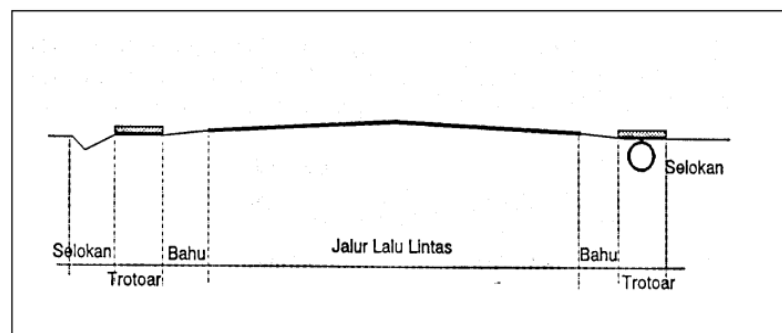
## 2.4 Penampang Melintang

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

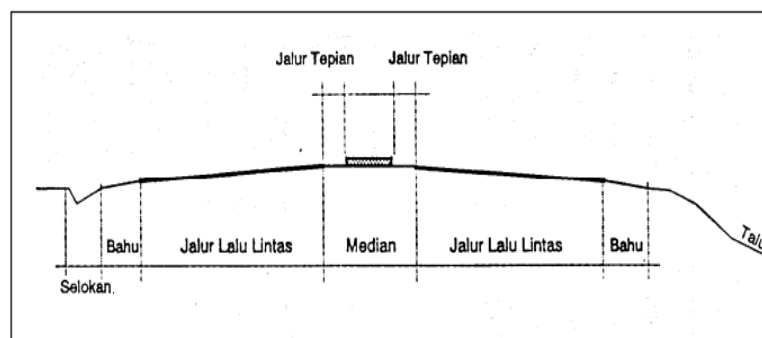
1. Jalur Lalu Lintas
2. Median
3. Bahu Jalan
4. Jalur Pejalan Kaki
5. Selokan dan Lereng



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 perkerasaan jalan. Batas Jalur lalu lintas dapat berupa median, bahu, trotoar, pulau jalan, dan 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

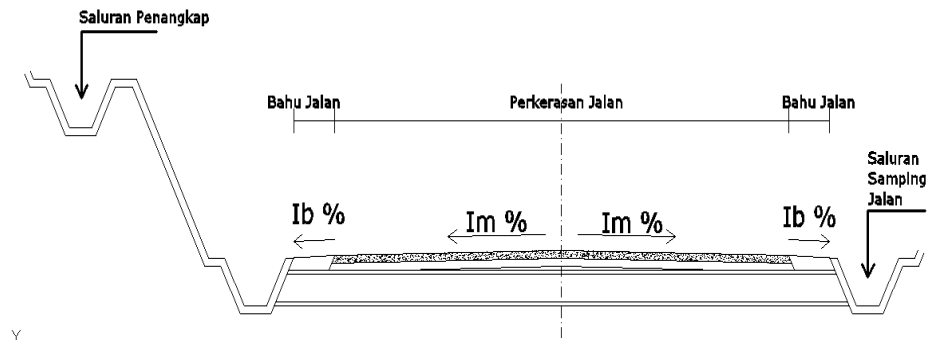
#### d. Lebar Jalur

- 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.

### 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. 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 perkerasaan aspal dan perkerasaan beton;
- b. 4 – 5% untuk perkerasaan krikil

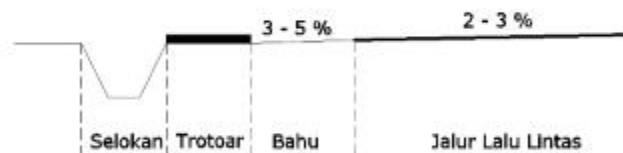


Gambar 2.7 Kemiringan Melintang Jalan Normal

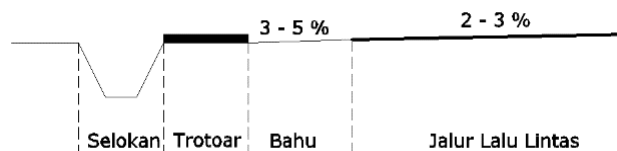
### 2.4.3 Bahu Jalan

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.



Gambar 2.8 Bahu Jalan



Gambar 2.9 Bahu Jalan dengan Trotoar

### 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:



- a. Ruang lapak tunggu penyebrang jalan,
- b. penempatan fasilitas jalan,
- c. tempat prasarana kerja sementara,
- d. penghijauan,
- e. tempat berhenti darurat (jika cukup luas) dan
- f. Cadangan lajur (jika cukup luas);
- g. mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan.

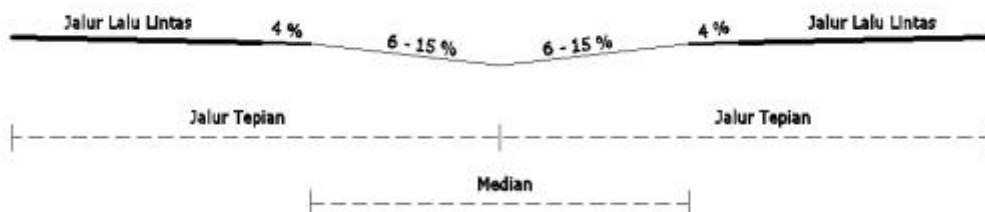
Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi median. Median dapat dibedakan atas :

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

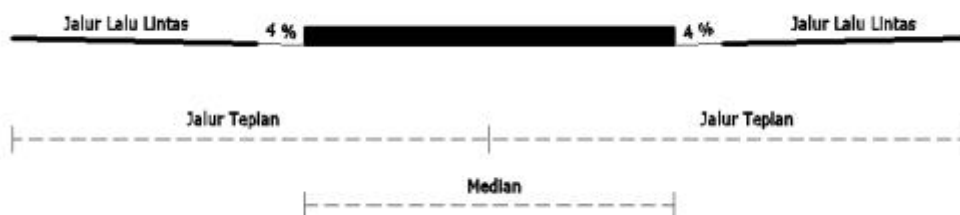
Tabel 2.14 Lebar Minimum Median

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 menghemat biaya dalam pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan nantinya.
2. Penyediaan material dan tenaga kerja yang diharapkan tidak terlalujauh dari lokasi proyek sehingga 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.

### 2.5.1 Menghitung Koordinat dan Jarak

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 atau penampang memanjang 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:

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

Keterangan :

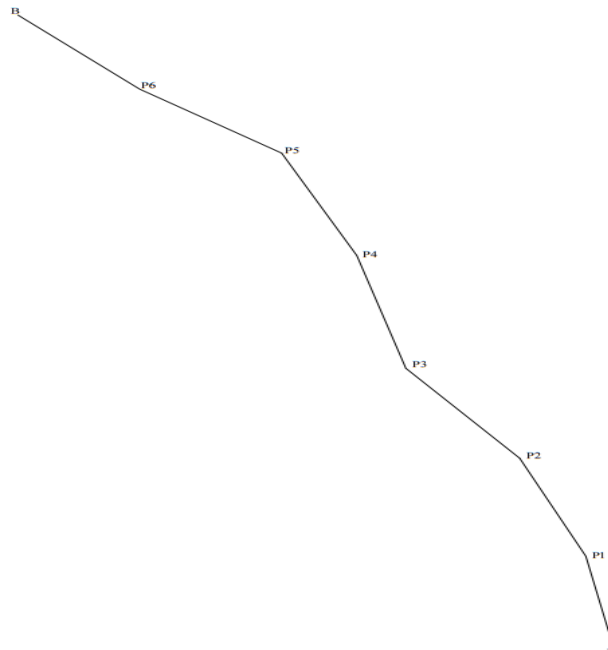
$d$  = Jarak titik A titik P1

$X_2$  = Koordinat titik P1.1 pada sumbu X

$X_1$  = Kordinat titik A pada sumbu X

$Y_2$  = Koordinat titik P1.1 pada sumbu Y

$Y_3$  = Koordinat titik A pada sumbu Y



Gambar 2.12 Panjang Trase dari Titik A ke Titik B

### 2.5.2 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 :

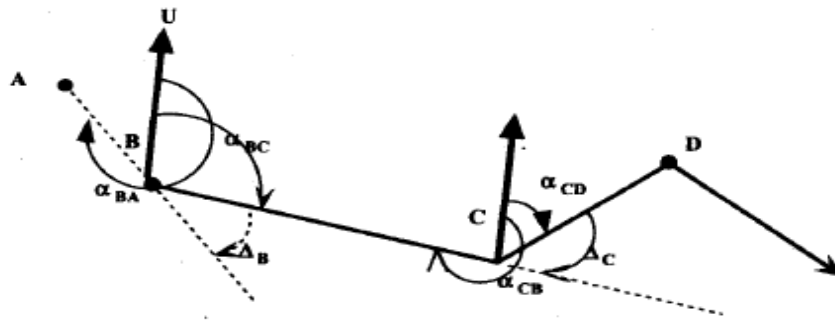
$$\alpha_A = \text{arc tg} \frac{X_{P1} - X_A}{Y_{P1} - Y_A}$$

$$\text{Azimuth A} = 180^\circ - \alpha_A$$

$$\alpha_{P1} = \text{arc tg} \frac{X_{P2} - X_{P1}}{Y_{P2} - Y_{P1}}$$

$$\text{Azimuth P1} = 180^\circ - \alpha_{P1}$$

Azimuth  $\alpha_A$  (terbesar) – Azimuth  $\alpha_{P1}$  (terkecil)



Gambar 2.13 Sudut Azimuth dan Sudut Tangen

### 2.5.3 Menghitung Medan Jalan

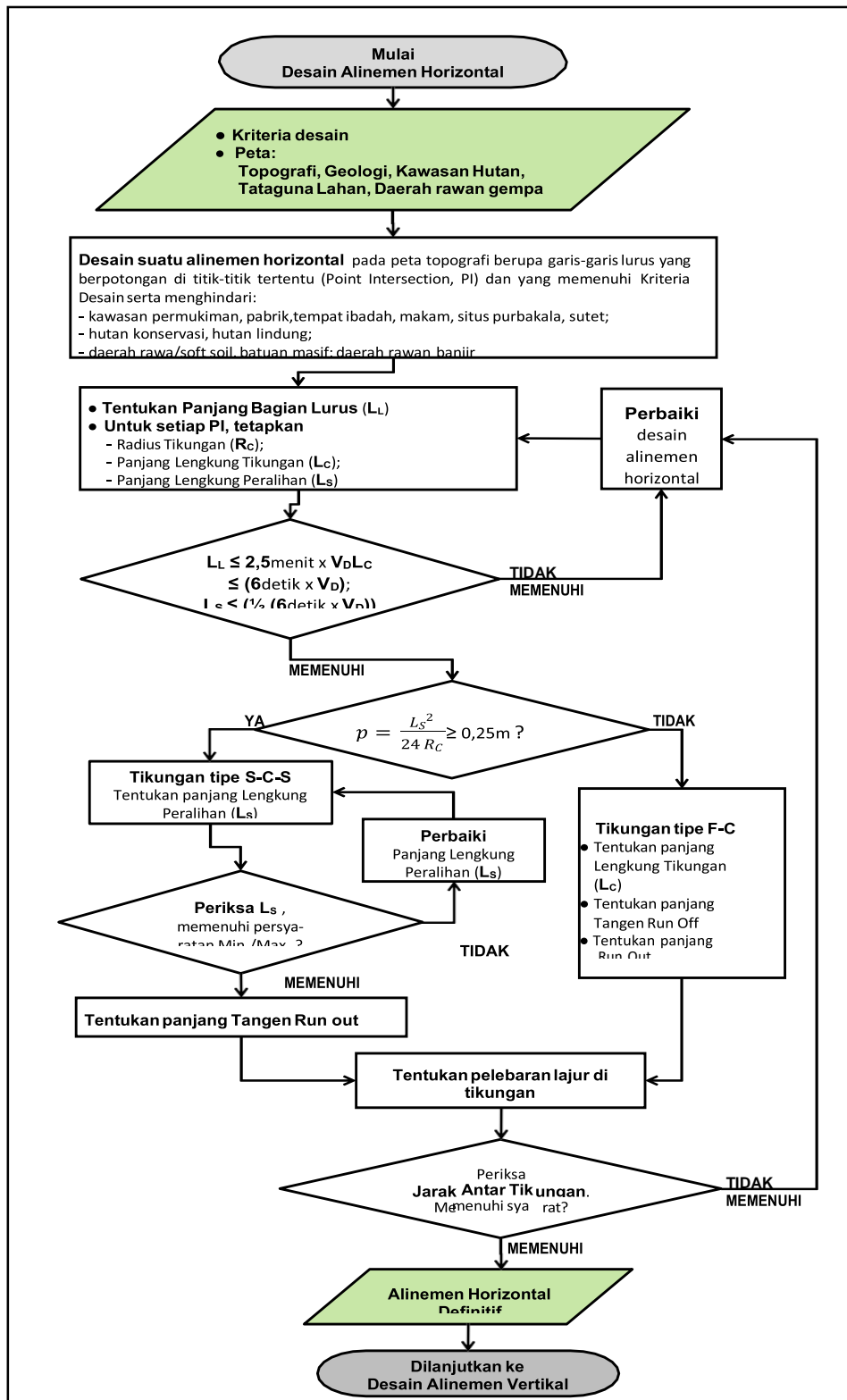
Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan, dapat dilihat pada tabel 2.4 apakah medan jalan tersebut datar, perbukitan atau pegunungan.

## 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.
- b. Pada bagian yang relatif lurus dan panjang.
- c. Kalau tidak terpaksa jangan menggunakan radius minimum.
- d. Apabila terpaksa menghadapi tikungan ganda maka dalam perencanaan harus diusahakan agar jari-jari ( $R_1$ )  $\leq$  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.

Tabel 2.15 Diagram Perencanaan Alinyemen Horizontal



(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

### 2.6.1 Bagian Jalan Lurus Maksimum

Jalan lurus dan panjang dalam waktu berkendara yang lama dengan kecepatan tinggi dan tingkat konsentrasi yang tinggi, cenderung menyebabkan kelelahan dan ngantuk. Berdasarkan hal ini dan beberapa faktor lain, desain panjang alinemen jalan yang lurus perlu mempertimbangkan hal – hal sebagai berikut.

- a. Silau sorotan lampu di malam hari dari kendaraan yang berlawanan arah menjadi mengganggu pada jarak lebih dekat dari 3.000 m.
- b. Pada jarak lebih dari 2.500 m, pengemudi akan sulit memperkirakan kecepatan kendaraan yang datang dari arah berlawanan, tanpa komponen visual dari samping seperti saat kendaraan berada di tikungan; dan
- c. Silau sinar matahari pagi dan sore pada jalan dengan sumbu alinemen arah timur – barat yang bisa menyilaukan mata pengemudi.

Desainer agar memperhatikan hal – hal di atas dan mendesain suatu alinyemen yang mengurangi konsekuensi – konsekuensi tersebut dan memberikan alinyemen tikungan yang datar dengan mengikuti kontur medan sedapat mungkin. Memberi kesempatan mendahului jika memungkinkan, panjang bagian lurus setidaknya setara dengan jarak pandang yang diperlukan untuk mendahului. Panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai  $V_r$ ) ditetapkan menurut tabel berikut :

Tabel 2.16 Panjang Bagian Lurus Maksimum

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

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

### 2.6.2 Jari - Jari Tikungan

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

$$R_{\min} = \frac{V_r^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

Keterangan :

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

$V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$e_{\max}$  = Superelevasi maksimum (%)

$f_{\max}$  = Koefisien gesek maksimum

Besaran nilai superelevasi maksimum, ditentukan menggunakan tabel berikut :

Tabel 2.17 Superelevasi maksimum berdasarkan tata guna lahan dan iklim

Superelevasi Maksimum	Kondisi yang digunakan
10%	Maksimum untuk jalan tol antarkota
8%	Maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi
6%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan
4%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

Besaran nilai koefisien gesek maksimum, ditentukan menggunakan tabel berikut :

Tabel 2.18 Koefisien gesek maksimum berdasarkan  $V_R$

$V_R$ (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum ( $f_{\max}$ )
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

Atau berdasarkan buku dasar – dasar perencanaan geometrik jalan (Silvia Sukirman, 1999) nilai  $f_{\max}$  dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

– Untuk  $V_r < 80$  km/jam,  $f_{\max} = - 0,00065 \times V_R + 0,192$

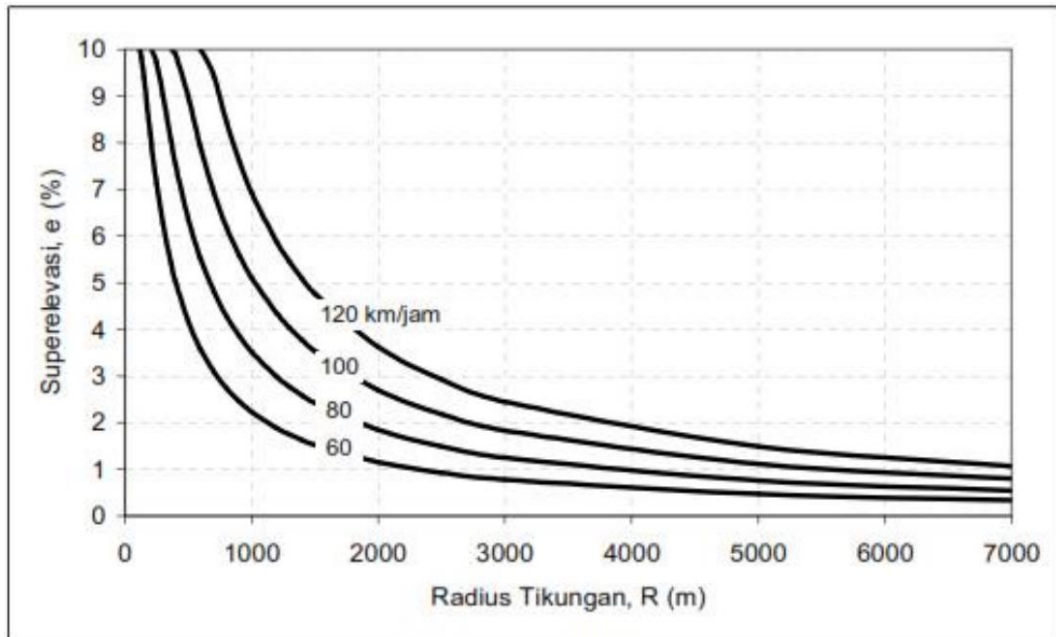
– Untuk  $V_r 80 - 112$  km/jam,  $f_{\max} = - 0,00125 \times V_R + 0,24$

Tabel 2.19 Panjang Jari – jari minimum (dibulatkan)

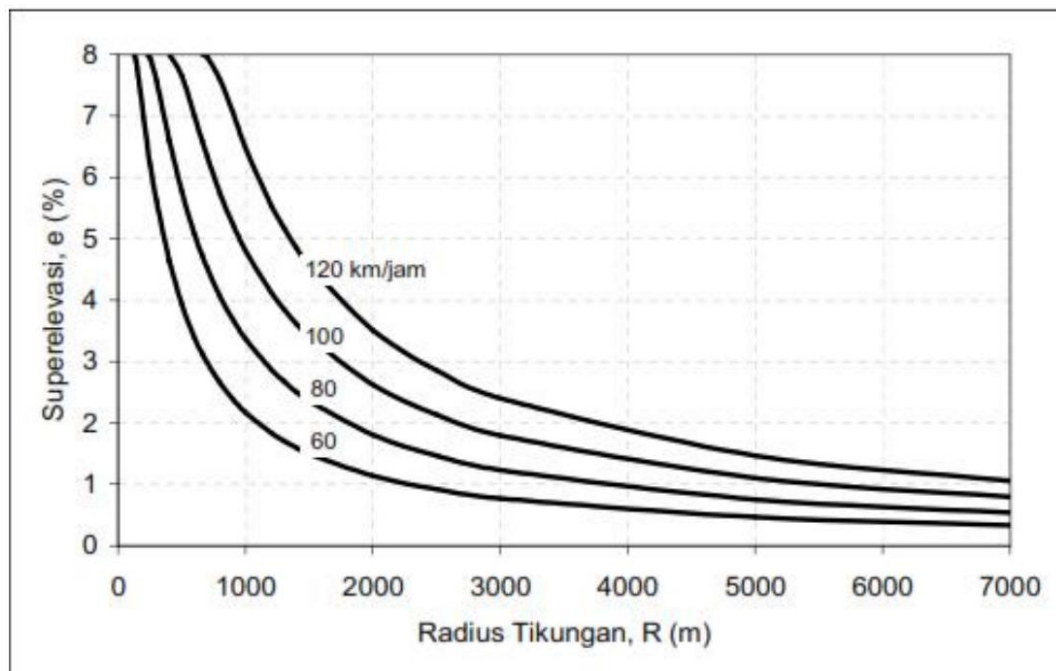
$e_{\max}$ (%)	$V_R$ (km/jam)	$f_{\max}$	$(e/100+f)$	$R_{\min}$ (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590
10,0	100	0,116	0,216	364,5	365
10,0	80	0,140	0,240	210,0	210
10,0	60	0,152	0,252	112,5	110
8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
8,0	100	0,116	0,196	401,7	400
8,0	80	0,140	0,220	229,1	230
8,0	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746,0	745
6,0	100	0,116	0,176	447,4	445
6,0	80	0,140	0,200	252,0	250
6,0	60	0,152	0,212	133,7	135
4,0	120	0,092	0,132	859,0	860
4,0	100	0,116	0,156	504,7	505
4,0	80	0,140	0,180	280,0	280
4,0	60	0,152	0,192	147,6	150

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

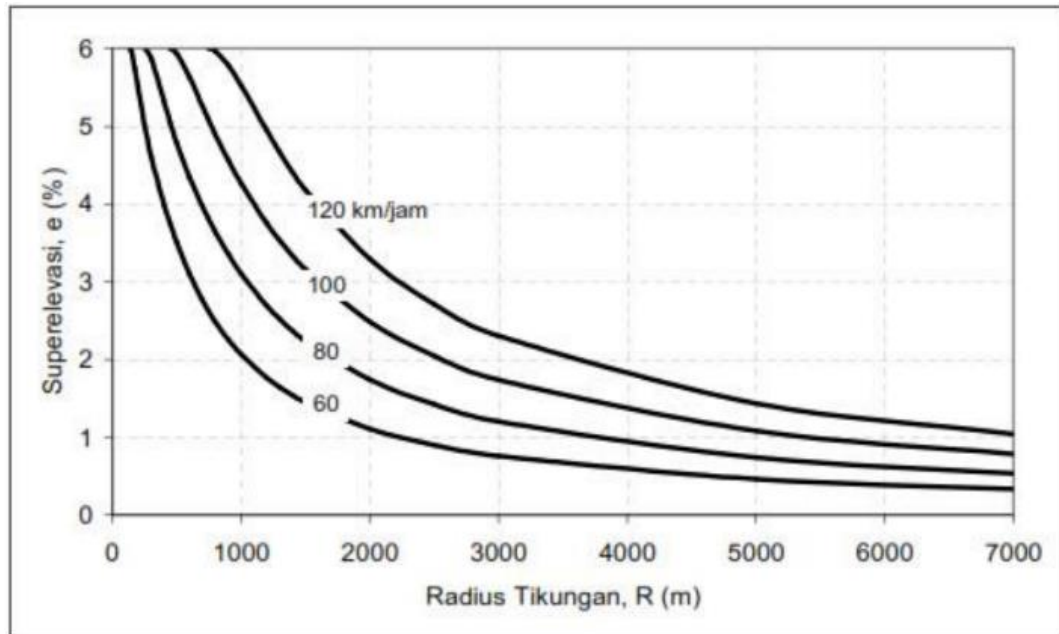




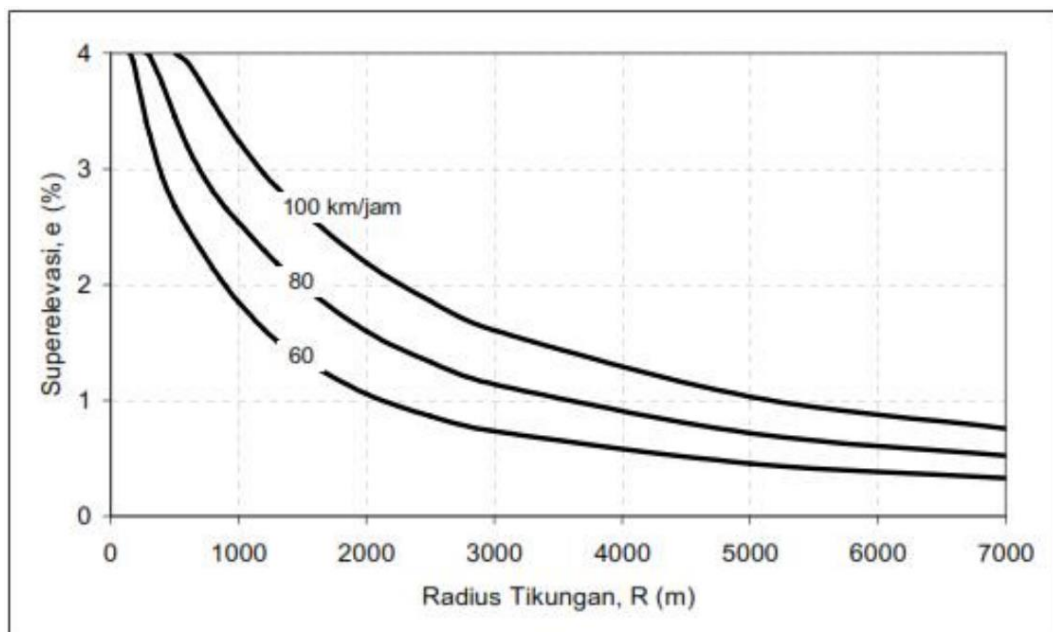
Gambar 2.14 Distribusi Besaran Superelevasi untuk Superelevasi Maksimum 10%



Gambar 2.15 Distribusi Besaran Superelevasi untuk Superelevasi Maksimum 8%



Gambar 2.16 Distribusi Besaran Superelevasi untuk Superelevasi Maksimum 6%



Gambar 2.17 Distribusi Besaran Superelevasi untuk Superelevasi Maksimum 4%

Pemilihan  $R_{\min}$  atau tikungan dengan  $e_{\max}$  untuk suatu tikungan adalah tidak memberikan kenyamanan pada pengguna jalan. Disamping itu, kecepatan kendaraan yang menikung bervariasi, dengan demikian penggunaan  $R_{\min}$  hanya untuk kondisi medan jalan yang sulit dan hanya di daerah perkotaan, maka diharuskan menggunakan  $R$  yang lebih besar dari pada  $R_{\min}$ .

### 2.6.3 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan ( $L_s$ ) 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  $R$  tetap, dengan demikian gaya sentrifugal yang ada pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur – angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Dengan adanya lengkung peralihan, maka tikungan menggunakan jenis SCS (Shirley, 2000).

Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk *spiral (clothoide)*.
- b. Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut :
  1. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
  2. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan
  3. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
  4. Tingkat perubahan kelandaian relatif
- c.  $L_s$  ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai  $L_s$  yang terpanjang.
  - 1) Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} \times T$$

Keterangan :

$V_r$  = kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

Atau digunakan tabel berikut :

Tabel 2.20  $L_S$  min berdasarkan waktu perjalanan

$V_R$ (km/jam)	$L_S$ min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

## 2) Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan ( $r_e$ ) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui  $r_e - \text{maks}$  yang ditetapkan sebagai berikut :

- Untuk  $V_r \leq 70$  km/jam  $r_e - \text{maks} = 0,035$  m/m/detik
- Untuk  $V_r \geq 80$  km/jam  $r_e - \text{maks} = 0,025$  m/m/detik

Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_S = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot r_e} \times V_r$$

Keterangan :

$e_m$  = Superelevasi maksimum (%)

$e_n$  = Superelevasi normal (%)

$V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$r_e$  = Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

## 3) Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan

Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur – angsur pada lengkung peralihan dengan aman. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L_S = 0,022 \frac{V_r^3}{R \times C}$$

Keterangan :

$V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$R$  = Radius tikungan (m)

$C$  = Perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det<sup>3</sup>) digunakan 1,2 m/det<sup>3</sup>

## 4) Tingkat perubahan kelandaian relatif

Tingkat perubahan kelandaian relatif ( $\Delta$ ) dari bentuk kemiringan normal ke bentuk kemiringan superelevasi penuh tidak boleh melampaui  $\Delta$  maksimum yang ditetapkan seperti pada tabel 2.23 sebagai berikut :

Tabel 2.21 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum

Vr (km/jam)	$\Delta$ (m/m)
120	1/263
100	1/227
80	1/200
60	1/167

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

Panjang pencapaian perubahan kelandaian dari kemiringan normal sampai ke kemiringan superelevasi penuh ( $L_s$ ) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$L_s = \frac{wn_1 e_d}{\Delta} \text{ (b}_w\text{) Keterangan :}$$

$L_s$  = panjang minimum superelevasi lengkung peralihan

$w$  = Lebar satu lajur lalu lintas (m)

$e_d$  = Superelevasi rencana (%)

$n_1$  = Jumlah lajur yang diputar

$b_w$  = Faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

$n_1$	1	1,5	2
$b_w$	1,00	0,83	0,75

$\Delta$  = tingkat perubahan kelandaian relatif (m/m)

Tikungan yang memiliki R dengan nilai  $e = LN$  tidak memerlukan lengkung peralihan dan tikungan yang memiliki R dengan nilai  $e = RC$  tidak memerlukan superelevasi.

Tabel 2.22 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan  $V_r$

( $e_n = 2\%$ ;  $e_{max} = 8\%$ )

R (m)	Vr = 20 km/jam			Vr = 30 km/jam			Vr = 40 km/jam			Vr = 50 km/jam			Vr = 60 km/jam			Vr = 70 km/jam			Vr = 80 km/jam			Vr = 90 km/jam			Vr = 100 km/jam			Vr = 110 km/jam			Vr = 120 km/jam		
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)	
		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4
7000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN		
5000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	19	28
3000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	15	23	RC	16	24	2,1	18	27	2,4	23	34
2500	LN			LN			LN			LN			LN			RC	14	21	RC	15	23	2,1	17	26	2,4	21	32	2,9	27	40			
2000	LN			LN			LN			LN			RC	13	20	RC	14	21	2,2	17	25	2,6	21	32	3,0	26	39	3,5	33	49			
1500	LN			LN			LN			RC	12	18	RC	13	20	2,4	17	25	2,8	22	32	3,4	27	41	3,9	34	50	4,6	43	64			
1400	LN			LN			LN			RC	12	18	2,1	14	20	2,5	18	27	3,0	23	34	3,6	29	43	4,1	36	53	4,9	45	68			
1300	LN			LN			LN			RC	12	18	2,2	15	22	2,7	19	29	3,2	24	36	3,8	31	46	4,4	38	57	5,2	48	72			
1200	LN			LN			LN			RC	12	18	2,4	16	23	2,9	21	31	3,4	26	39	4,1	33	50	4,7	41	61	5,6	52	77			
1000	LN			LN			LN			RC	11	17	2,2	13	20	2,8	18	27	3,4	24	36	4,0	30	45	4,8	39	58	5,5	47	71	6,5	60	90
900	LN			LN			LN			RC	11	17	2,4	14	21	3,1	20	30	3,7	26	39	4,4	33	49	5,2	42	63	6,0	52	77	7,1	66	98
800	LN			LN			RC	10	15	2,0	11	17	2,7	16	24	3,4	22	33	4,1	29	43	4,8	36	54	5,7	46	69	6,5	56	84	7,6	71	106
700	LN			LN			RC	10	15	2,2	13	19	3,0	18	27	3,8	25	37	4,5	32	48	5,3	40	60	6,3	50	75	7,2	62	92	8,0	74	111
600	LN			LN			RC	10	15	2,6	14	21	3,4	20	30	4,3	28	41	5,1	36	54	6,0	45	67	6,9	56	83	7,7	66	99			
500	LN			LN			2,2	12	17	3,0	17	25	3,9	23	35	4,9	32	47	5,8	41	61	6,7	51	76	7,6	61	91						
400	LN			RC	10	14	2,7	14	21	3,6	20	30	4,7	28	41	5,7	37	55	6,6	47	70	7,5	56	84	8,0	64	96						
300	LN			2,1	10	15	3,4	18	26	4,5	25	37	5,6	33	50	6,7	43	65	7,6	54	80												
250	LN			2,5	12	18	3,9	20	30	5,1	28	41	6,2	37	55	7,3	47	71	7,9	56	84												
200	RC	9	14	3,0	15	22	4,6	24	35	5,8	32	47	7,0	41	62	7,9	51	76															
175	RC	9	14	3,4	16	24	5,0	25	38	6,2	34	50	7,4	44	65	8,0	51	77															
150	RC	9	14	3,8	18	27	5,4	27	41	6,7	36	54	7,8	46	69																		
140	2,0	9	14	4,0	19	28	5,6	28	42	6,9	38	56	7,9	47	70																		
130	2,2	10	15	4,2	20	30	5,8	29	44	7,1	39	58	8,0	47	70																		
120	2,3	11	16	4,4	21	31	6,0	31	46	7,4	40	60																					
110	2,5	11	17	4,7	22	33	6,3	32	47	7,6	41	62																					
100	2,7	12	18	4,9	24	35	6,5	33	49	7,8	42	63																					
90	2,9	13	20	5,2	25	37	6,8	35	52	7,9	43	63																					
80	3,2	15	22	5,5	26	39	7,2	36	54																								
70	3,6	16	24	5,9	28	42	7,5	38	57																								
60	4,0	18	27	6,3	30	45	7,8	40	59																								
50	4,6	20	30	6,9	33	49	8,0	40	60																								
40	5,2	23	34	7,5	35	53																											
30	5,9	26	39	8,0																													
20	7,1	31	47																														

$e_{max}$  : Superelevasi maksimum 8%  
R: Jari – jari Lengkung  
 $V_r$  : Asumsi Kecepatan rencana  
e: Tingkat Superelevasi  
Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off  
(Tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)  
LN: Lereng Normal  
RC: Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapatkan kemiringan melintang sebesar lereng normal

(Sumber : Pedoman Desain Geometri Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

Tabel 2.23 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan  $V_r$

( $e_n = 2\%$ ;  $e_{max} = 6\%$ )

R (m)	Vr = 20 km/jam			Vr = 30 km/jam			Vr = 40 km/jam			Vr = 50 km/jam			Vr = 60 km/jam			Vr = 70 km/jam			Vr = 80 km/jam			Vr = 90 km/jam			Vr = 100 km/jam			Vr = 110 km/jam			Vr = 120 km/jam											
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)										
		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4	2	4	2	4	2	4			
		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls		Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls	Ls		
7000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN											
5000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN											
3000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	16	24	2,0	18	26	2,3	22	32									
2500	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	15	23	2,0	17	25	2,3	20	30	2,7	26	38						
2000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	14	21	2,1	16	24	2,5	20	30	2,8	25	37	3,3	31	46			
1500	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	13	20	2,2	16	24	2,7	20	30	3,1	26	38	3,6	31	46	4,2	39	58
1400	LN			LN			LN			LN			RC	12	18	2,0	13	20	2,4	17	25	2,8	21	32	3,3	27	40	3,8	33	49	4,4	41	62									
1300	LN			LN			LN			LN			RC	12	18	2,1	14	21	2,5	18	27	3,0	23	34	3,5	28	42	4,0	35	52	4,7	44	65									
1200	LN			LN			LN			LN			RC	12	18	2,2	15	22	2,7	19	29	3,2	24	36	3,7	30	45	4,2	37	55	5,0	46	69									
1000	LN			LN			LN			RC	11	17	2,1	13	19	2,6	17	25	3,1	22	33	3,6	28	41	4,2	34	51	4,8	41	62	5,6	52	77									
900	LN			LN			LN			RC	11	17	2,3	14	20	2,8	19	28	3,4	24	36	3,9	30	44	4,5	37	55	5,1	44	66	5,8	54	81									
800	LN			LN			LN			RC	11	17	2,5	15	22	3,1	20	30	3,6	26	39	4,2	32	48	4,9	39	58	5,4	47	70	6,0	56	83									
700	LN			LN			RC	10	15	2,1	12	18	2,8	17	25	3,4	22	33	4,0	28	42	4,6	35	52	5,2	42	63	5,8	50	74												
600	LN			LN			RC	10	15	2,4	13	20	3,1	19	28	3,8	25	37	4,3	31	46	5,0	38	56	5,6	45	67	6,0	51	77												
500	LN			LN			2,1	11	16	2,8	15	23	3,5	21	31	4,2	27	41	4,8	34	51	5,4	41	61	5,9	48	71															
400	LN			RC	10	14	2,5	13	20	3,3	18	27	4,0	24	36	4,7	31	46	5,3	38	56	5,9	44	66																		
300	LN			2,0	10	15	3,1	16	24	3,9	21	32	4,6	27	41	5,4	35	52	5,9	42	62																					
250	LN			2,3	11	17	3,5	18	27	4,2	23	34	5,0	30	45	5,8	37	55																								
200	LN			2,8	13	20	3,9	20	29	4,7	26	38	5,5	33	49	6,0	39	58																								
175	RC	9	14	3,0	15	22	4,1	21	31	5,0	27	41	5,8	34	51																											
150	RC	9	14	3,4	16	24	4,4	22	33	5,3	29	43	6,0	35	53																											
140	RC	9	14	3,5	17	25	4,5	23	34	5,4	30	44	6,0	35	53																											
130	2,0	9	14	3,6	17	26	4,6	24	35	5,6	30	45																														
120	2,2	10	15	3,8	18	27	4,8	25	37	5,7	31	47																														
110	2,3	11	16	3,9	19	28	5,0	25	38	5,8	32	48																														
100	2,5	11	17	4,1	19	29	5,2	26	39	5,9	33	49																														
90	2,7	12	18	4,3	20	30	5,4	27	41	6,0	33	49																														
80	2,9	13	20	4,5	21	32	5,6	29	43																																	
70	3,2	15	22	4,7	23	34	5,8	30	44																																	
60	3,5	16	24	5,0	24	36	6,0	30	45																																	
50	3,8	17	26	5,4	26	38																																				
40	4,2	19	28	5,8	28	41																																				
30	4,7	21	31																																							
20	5,5	25	37																																							

$e_{max}$ : Superelevasi maksimum 6%  
R: Jari – jari Lengkung  
 $V_r$ : Asumsi Kecepatan rencana  
e: Tingkat Superelevasi  
Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off  
(Tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)  
LN: Lereng Normal  
RC: Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapatkan kemiringan melintang sebesar lereng normal

(Sumber : Pedoman Desain Geometri Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

Tabel 2.24 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan  $V_r$

( $e_n = 2\%$ ;  $e_{max} = 4\%$ )

R (m)	Vr = 20 km/jam			Vr = 30 km/jam			Vr = 40 km/jam			Vr = 50 km/jam			Vr = 60 km/jam			Vr = 70 km/jam			Vr = 80 km/jam			Vr = 90 km/jam			Vr = 100 km/jam			Vr = 110 km/jam			Vr = 120 km/jam								
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)							
		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4		2	4	2	4	2	4	2	4
7000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN								
5000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN								
3000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	16	24	RC	18	26	2,1	20	29						
2500	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	15	23	RC	16	24	2,1	18	27	2,4	23	34			
2000	LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			LN			RC	14	21	RC	15	23	2,2	18	27	2,4	21	32	2,8	26	39
1500	LN			LN			LN			LN			LN			RC	13	20	2,0	14	21	2,3	18	26	2,6	21	32	2,9	25	38	3,3	31	47						
1400	LN			LN			LN			LN			LN			RC	13	20	2,1	15	22	2,4	18	27	2,7	22	33	3,0	26	39	3,5	32	48						
1300	LN			LN			LN			RC	12	18	RC	13	20	2,2	16	23	2,5	19	28	2,8	23	34	3,1	27	41	3,6	34	50									
1200	LN			LN			LN			RC	12	18	2,0	13	20	2,3	17	25	2,6	20	30	2,9	24	36	3,3	28	42	3,7	35	52									
1000	LN			LN			LN			RC	12	18	2,2	15	22	2,5	18	27	2,8	22	32	3,2	26	39	3,6	31	46	3,9	37	55									
900	LN			LN			LN			RC	11	17	2,0	12	18	2,4	16	23	2,7	19	28	3,0	23	34	3,4	27	41	3,7	32	48	4,0	37	56						
800	LN			LN			LN			RC	11	17	2,1	13	19	2,5	17	25	2,8	20	30	3,2	24	36	3,5	29	43	3,9	33	50									
700	LN			LN			RC	10	15	RC	11	17	2,3	14	21	2,7	18	26	3,0	21	32	3,4	26	38	3,7	30	45	4,0	34	51									
600	LN			LN			RC	10	15	2,1	12	17	2,5	15	22	2,9	19	28	3,2	23	34	3,6	27	41	3,9	32	47												
500	LN			LN			RC	10	15	2,3	13	19	2,7	16	24	3,1	20	30	3,5	25	37	3,8	29	43	4,0	32	48												
400	LN			RC	10	14	2,1	11	17	2,5	14	21	2,9	18	26	3,4	22	33	3,7	27	40	4,0	30	45															
300	LN			RC	10	14	2,4	13	19	2,8	16	23	3,3	20	30	3,8	25	37	4,0	28	42																		
250	LN			2,0	10	15	2,6	13	20	3,0	17	25	3,6	21	32	3,9	26	38																					
200	LN			2,3	11	16	2,8	14	21	3,3	18	27	3,8	23	34																								
175	RC	9	14	2,4	12	17	2,9	15	22	3,5	19	29	3,9	23	35																								
150	RC	9	14	2,5	12	18	3,1	16	24	3,7	20	30	4,0	24	35																								
140	RC	9	14	2,6	13	19	3,2	16	24	3,8	21	31																											
130	RC	9	14	2,7	13	19	3,3	17	25	3,8	21	32																											
120	RC	9	14	2,7	13	20	3,4	17	26	3,9	22	32																											
110	2,0	9	14	2,8	14	2	3,5	18	27	4,0	22	33																											
100	2,1	10	14	2,9	14	21	3,6	19	28	4,0	22	33																											
90	2,2	10	15	3,0	15	22	3,7	19	28																														
80	2,3	11	16	3,2	15	23	3,8	20	29																														
70	2,4	11	17	3,3	16	24	3,9	20	30																														
60	2,6	12	17	3,5	17	25	4,0	20	30																														
50	2,7	12	18	3,7	18	27																																	
40	3,0	14	20	3,9	19	28																																	
30	3,3	15	22																																				
20	3,8	17	25																																				

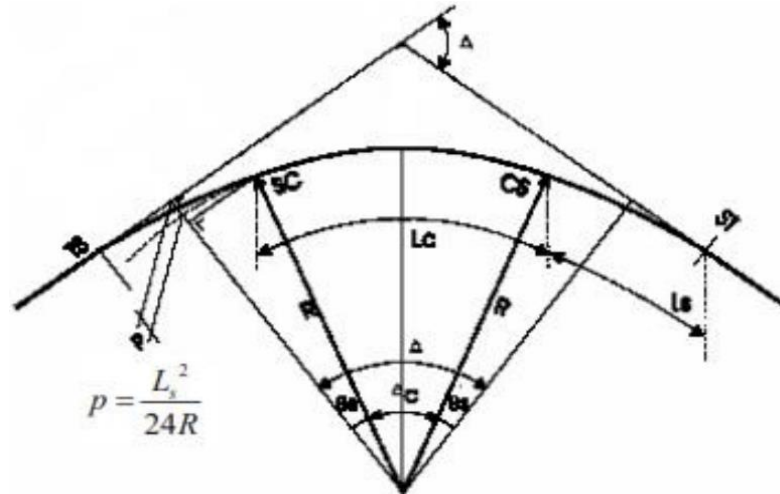
$e_{max}$ : Superelevasi maksimum 4%  
R: Jari – jari Lengkung  
 $V_r$ : Asumsi Kecepatan rencana  
e: Tingkat Superelevasi  
Ls : Panjang minimum pencapaian superelevasi run off  
(Tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)  
LN: Lereng Normal  
RC: Lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapatkan kemiringan melintang sebesar lereng normal

(Sumber : Pedoman Desain Geometri Jalan 2021)



5) Persyaratan  $L_s$  min dan  $L_s$  max

Jika lengkung peralihan digunakan, maka posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus ke arah sebelah dalam sejauh  $p$ .



Gambar 2.18 Pergeseran lintasan pada tikungan menggunakan lengkung peralihan

Apabila nilai  $p$  kurang dari 0,20 m, maka lengkung peralihan tidak diperlukan. Sehingga tipe tikungan menjadi *Full Circle*.

$$L_s \text{ min} = \sqrt{24(p_{\text{min}})R}$$

Lengkung peralihan juga dibatasi oleh besarnya nilai  $p$  yang diperbolehkan jika menggunakan lengkung peralihan yaitu 1,0 m. sehingga persamaan untuk panjang lengkung peralihan  $L_s$  max  $= \sqrt{24(p_{\text{max}})R}$ .

Tabel 2.25  $L_s$  min dan  $L_s$  max berdasarkan pergeseran lintasan ( $p$ )

R (m)	$L_s$ min (m)	$L_s$ max (m)	R(m)	$L_s$ min (m)	$L_s$ max (m)	R(m)	$L_s$ min (m)	$L_s$ max (m)
5000	155	346	1000	69	155	250	35	77
3000	120	268	900	66	147	200	31	69
2500	110	245	800	62	139	175	29	65
2000	98	219	700	58	130	150	27	60

1500	85	190	600	54	120	140	26	58
1400	82	183	500	49	110	130	25	56
1300	79	177	400	44	98	120	24	54
1200	76	170	300	38	85	110	23	51

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga,2009)

#### 2.6.4 Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pengguna jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai VR). Nilai panjang bagian lurus maksimum dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.26 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))

#### 2.6.5 Bagian Tikungan

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan, dimana terdapat gaya sentrifugal ini mendorong kendaraan secara radial keluar jalur. Ada dua bentuk tikungan yang sering digunakan, yaitu 1) *Full Circle (F-C)*; dan 2) *SpiralCircle-Spiral (S-C-S)* sesuai dari pedoman desain geometrik jalan 2021. 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.

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 2.27 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 angka diatas maka bentuk tikungan yang dipakai adalah *Spiral Circle Spiral*. Adapun rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *full circle*, yaitu:

$$L_c = \frac{\pi}{180} \Delta R$$

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$E_c = T \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$L_c = \frac{R}{180}$$

Dimana:

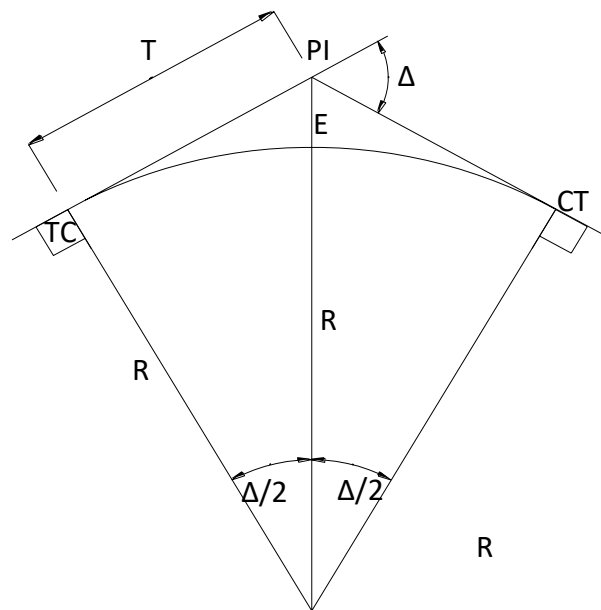
$\Delta$  = Sudut tikungan atau sudut tangen (  $^{\circ}$  )

Tc = Jarak tangen dari Tc ke PI atau PI ke CT (m)

Rc = Jari-jari lingkaran (m)

Ec = Jarak PI ke busur lingkaran (m)

Lc = Panjang busur lingkaran (m)



Gambar 2.19 Tikungan Full Circle

Keterangan :

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

Rc = Jari-jari lingkaran (m)

O = Titik pusat lingkaran

T = Jarak TC-PI atau PI-CT

Ec = Jarak PI ke puncak busur lingkaran (m)

Lc = 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 peralihan yang 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 :

$$L_s = \frac{VR}{3.6} \times T$$

- 2) Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal :

$$L_s = 0.022 \frac{VR^3}{R_c \cdot C} T - 2.727 \frac{VR - e}{C}$$

- 3) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{VR}{3.6R\Gamma_e} \times VR$$

Dimana:

$T$  = Waktu tempuh (3 det)

$R_c$  = 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

Radius circle diambil berdasarkan kecepatan rencana dan tidak mengakibatkan kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum.

Besar jari-jari minimum ditentukan berdasarkan rumus :

$$R = \frac{V^2}{127(e+fm)}$$

Dimana:

R = Jari-jari lengkung minimum

e = Kemiringan tikungan (%)

fm = Koefisien gesek melintang maksimum

V = Kecepatan rencana (km/jam)

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

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

$$E_s = \frac{R+P}{\cos \frac{1}{2}\Delta} - R$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \times 2\pi R$$

$$2\theta_s = \frac{L_s}{2\pi R} \times 360$$

$$\Delta_c = \Delta - 2.\theta_s$$

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

$$k = X_s - R \sin \theta_s$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R}$$

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

Dimana:

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

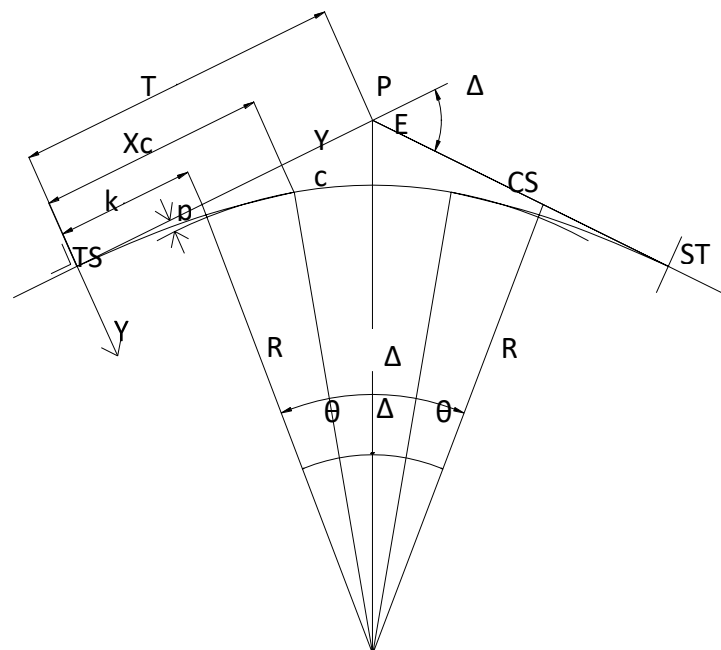
$Y_s$  = Ordinat titik SC pada titik tegak lurus pada titik tangen (m)

$L_s$  = 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 (°)  
 $\Theta_s$  = Sudut lengkung spiral (°)

Jika diperoleh  $L_c < 25$  m, maka sebaiknya tidak digunakan untuk SCS. Jika  $p$  yang dihitung dengan rumus :

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



Gambar 2.20 Bentuk Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

### 2.6.6 Superelevasi

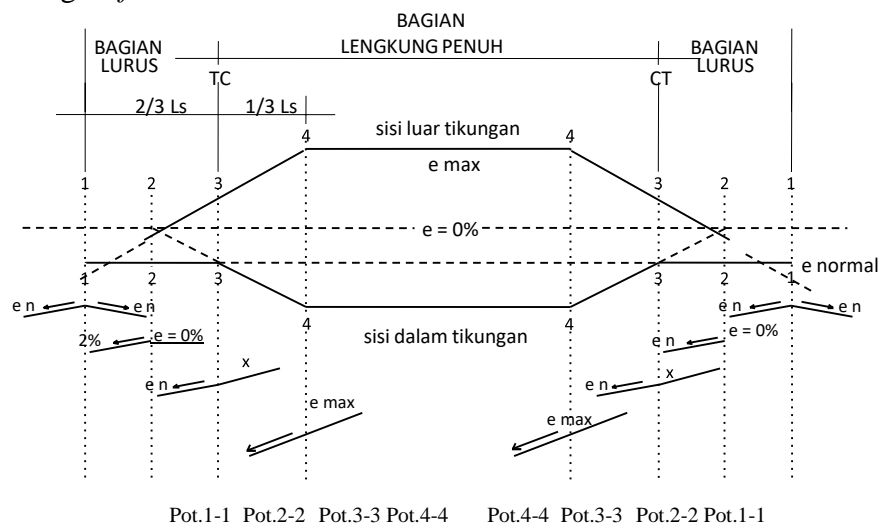
Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan jalan pada bagian tertentu, berfungsi untuk mempermudah dalam pelaksanaannya dilapangan.

### 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

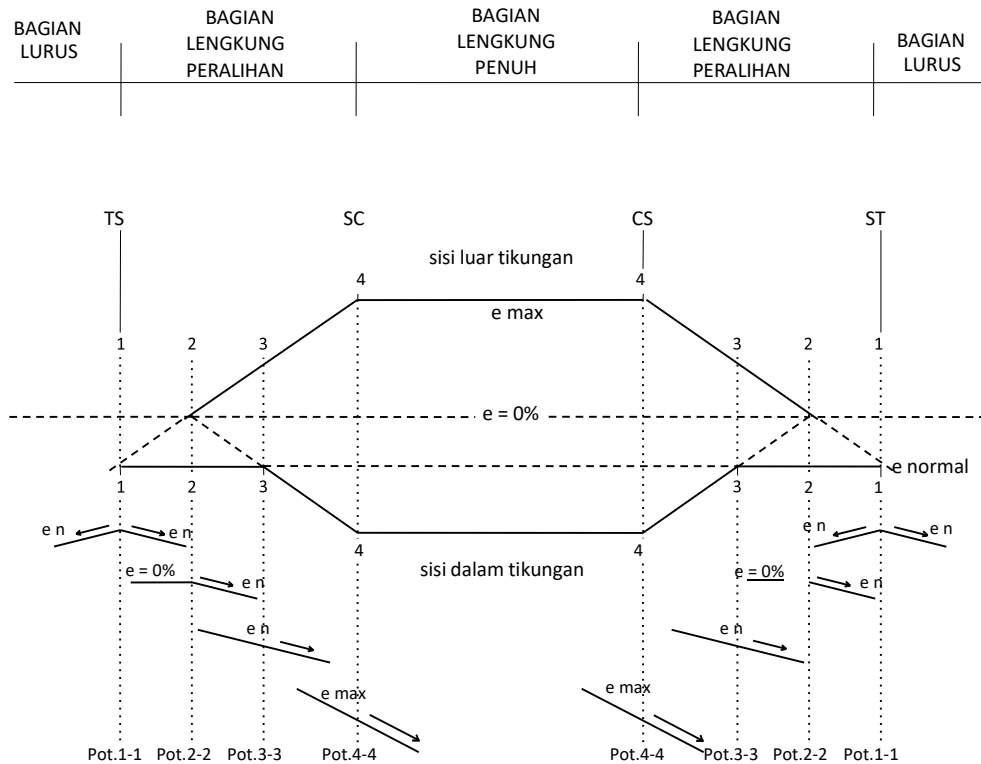
#### 1. Tikungan *full circle*



Gambar 2.21 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Full-Circle*



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



Gambar 2.22 Pencapaian Superlevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

### 2.6.7 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:

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

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

### 2.6.8 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 didepan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi, disebut dengan jarak pandang. Jarak pandang berguna untuk:

- a. 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.

$$d_1 = V \times t$$

Dimana:

$d_1$  = jarak saat melihat rintangan sampai menginjak pedal rem (m)

$V$  = kecepatan (km/jam)

$t$  = waktu reaksi = 2,5 detik

maka :

$$d_1 = 0,278 V \times t$$

## 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.

$$Gf_m \cdot d_2 = \frac{GV^2}{2g}$$

$$d^2 = \frac{V^2}{2g \cdot f_m}$$

Dimana :

$f_m$  = Koefisien gesekan antar ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan

$d_2$  = Jarak mengerem (m)

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

$G$  = berat kendaraan (ton)

Tabel 2.28 Jarak Pandang Henti Minimum

$V_D$ (Km/h)	Asumsi kecepatan kendaraan dalam arus (Km/Jam)		$J_{PM}$ (pembulatan) (m)
	Kendaraan didahului	Kendaraan mendahului	
30	29	44	200
40	36	51	270
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	485
80	65	80	540
90	73	88	615
100	79	94	670
110	85	100	730
120	90	105	775

(Sumber : Pedoman Desain Geometri Jalan 2021)

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

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

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 :

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

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 ( $J_d$ )

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 ( $J_d$ ) 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 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:

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Dimana:

$d_1$  = jarak yang ditempuh selama waktu 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 :

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

$$d_2 = 0,278 V_r \cdot T_2$$

$$d_3 = \text{antara } 30\text{-}100 \text{ m}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2$$

Dimana:

$$T_1 = \text{waktu dalam (detik), } = 2,12 + 0,026 V_R$$

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

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

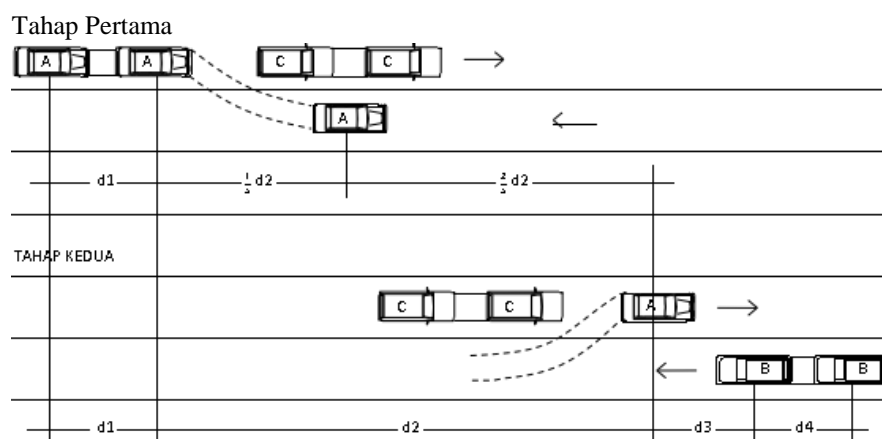
$m$  = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang mendahului dan kendaraan yang didahului, (biasanya diambil 10 – 15 km/jam)

Nilai jarak pandang mendahului untuk jalan antar kota menurut kecepatan rencana yang dipilih.

Tabel 2.29 Jarak Pandang mendahului

Komponen dari manuver mendahului	Rentang kecepatan arus (Km/Jam)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	Kecepatan rata-rata mendahului (Km/Jam)			
	56,2	70,0	84,5	99,8
$d_1$ =jarak yang ditempuh	45	66	89	113
Keberadaan pada lajur kanan: $t_2$ =waktu (detik) $d_2$ =jarak yang ditempuh	9,3 145	10,0 195	10,7 251	11,3 314
Panjang yang diizinkan: $d_3$ =jarak yang ditempuh	30	55	75	90
Kendaraan arah berlawanan: $d_4$ =jarak yang ditempuh	97	130	168	209
$J_{PM} = d_1+d_2+d_3+d_4$	317	446	583	726

(Sumber : Pedoman Desain Geometri Jalan 2021)



Gambar 2.23 Jarak Pandang Mendahului

### 2.6.9 Stationing

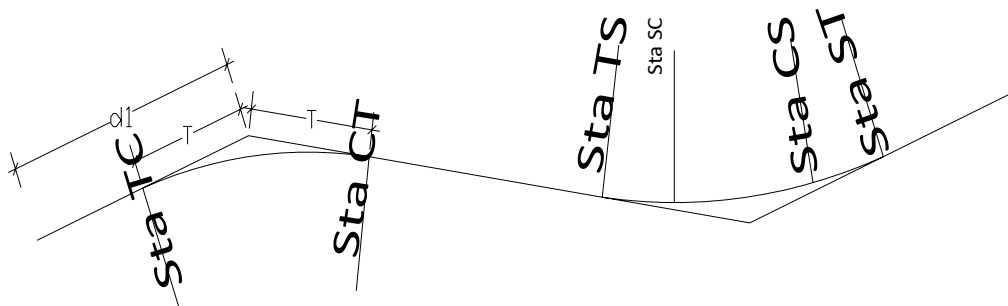
Penomoran (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan (STA jalan) dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya menjadi panduan untuk lokasi 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 dari awal sampai akhir pekerjaan.
2. Patok km berupa patok permanen yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok STA merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut.



Gambar 2.24 Sistem Penomoran Jalan

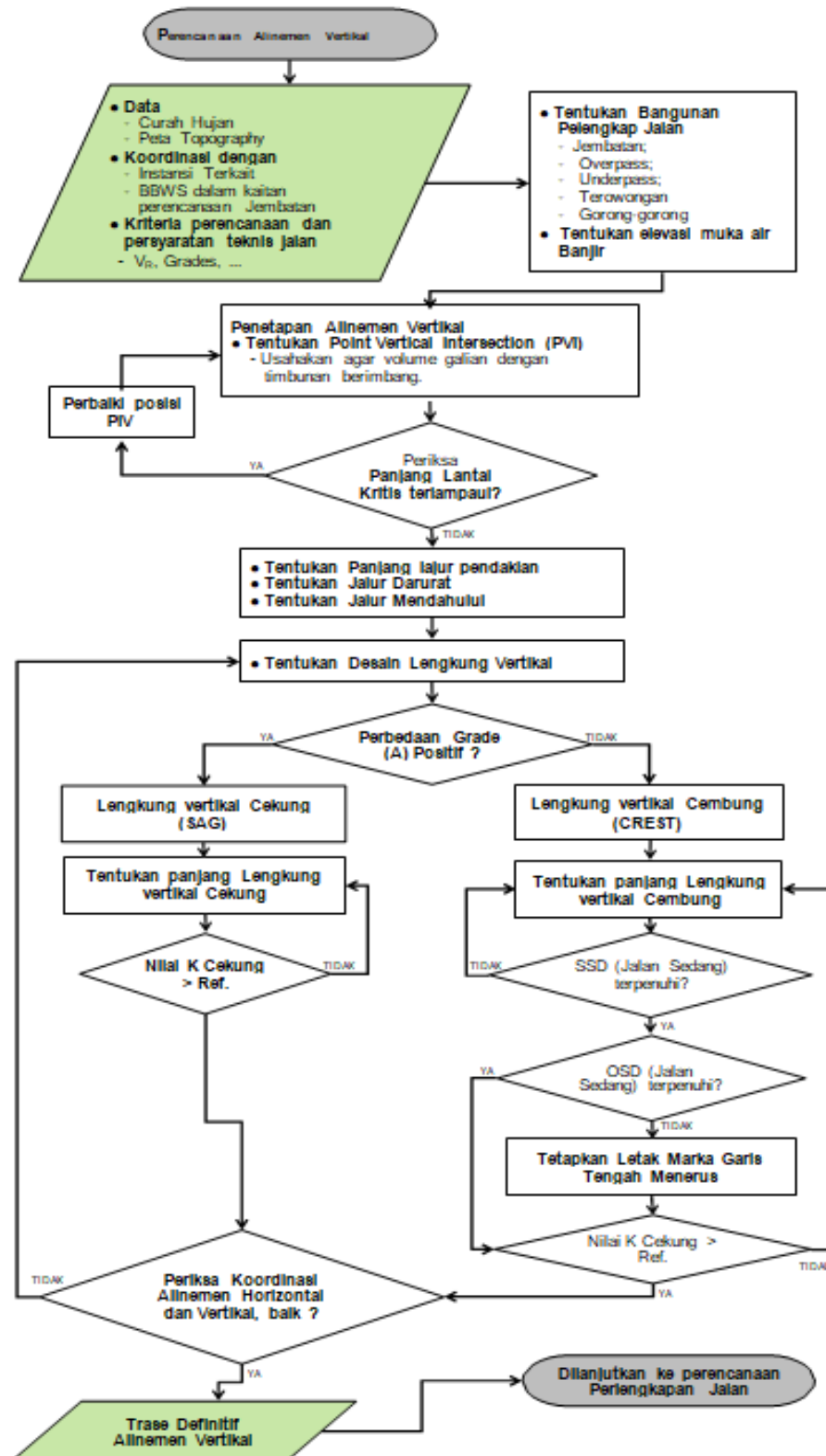


## 2.7 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan yang umumnya biasa disebut profil/penampang memanjang jalan (Saodang, 2010).

Alinemen vertikal merupakan profil memanjang sepanjang garis tengah jalan, yang terbentuk dari serangkaian segmen dengan kelandaian memanjang dan lengkung vertikal. Profilnya tergantung topografi, desain alinemen horizontal, kriteria desain, geologi, pekerjaan tanah, dan aspek ekonomi lainnya. Untuk membedakan topografi, medan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: datar, bukit, dan gunung. Pada medan datar biasanya jarak pandang lebih mudah dipenuhi tanpa kesulitan mengkonstruksinya atau tidak berbiaya besar. Pada medan bukit, lereng alami naik dan turun secara konsisten terhadap jalan. Pada medan gunung, perubahan elevasi permukaan tanah baik memanjang maupun melintang sepanjang alinemen jalan muncul secara mendadak, sehingga sering menyebabkan dibutuhkan penggalian yang terjal dan pembuatan lereng bertangga (*benching*) untuk memperoleh alinemen horizontal dan vertikal yang dapat diterima.

Tabel 2.30 Diagram Perencanaan Alinyemen Vertikal



(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

### 2.7.1 Landai Maksimum dan Panjang Landai Maksimum

#### a. Kelandaian minimum

Jalan dengan kelandaian datar dan tanpa kerb biasanya bisa memberikan drainase permukaan yang baik dimana kemiringan melintangnya mencukupi untuk membuang air secara lateral melalui bahu dan kemudian ke saluran samping. Kelandaian minimum yang pantas biasanya 0,3 persen (Tabel 2.36). Akan tetapi, drainase tepi jalan dan median mungkin memerlukan kelandaian lebih curam daripada kelandaian jalan agar bisa mengalirkan air dengan baik.

Tabel 2.31 Kelandaian memanjang minimum

Lokasi	Kelandaian Minimum
Jalan dengan kerb dan saluran	1,0% (ideal) 0,5% (minimum)
Jalan pada daerah galian :	
Saluran tanah	0,5%
Saluran pasangan	0,3%
Jalan tanpa kerb dan saluran, bukan daerah galian	

(Sumber : *Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021*)

#### b. Kelandaian maksimum

Pembatasan kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Semua jalan didesain dengan kecepatan operasi yang beragam di sepanjang ruas jalan tersebut. Kendaraan penumpang (katagori Kendaraan Kecil) umumnya dapat mengatasi kelandaian antara 4 – 5%, tetapi, tidak pada truk. Umumnya kecepatan Truk pada turunan akan bertambah sampai dengan 5% dan pada tanjakan akan menurun sampai dengan 7% atau bahkan lebih dibandingkan kecepatannya di daerah datar.

Mengacu pada Permen PU No.19/PRT/M/2011, kelandaian maksimum yang diterapkan menurut spesifikasi penyediaan prasarana

jalan dengan jenis medan yang berbeda ditampilkan dalam Tabel 2.37. Perlu diperhatikan pada menetapkan kriteria desain kelandaian maksimum, agar memperhatikan kendaraan desainnya terkait dengan kemampuannya dalam melintasi tanjakan dengan kelandaian maksimum. Pada jalan kelas I dengan kendaraan desain kendaraan besar (Truk berat semi trailer), kemampuannya melintasi tanjakan dengan kecepatan 40 km/jam paling tinggi kira – kira 5,5% sehingga kelandaian maksimum perlu dibatasi sesuai kemampuan tersebut. Jika kelandaian maksimum lebih besar dari 5,5% sangat dimungkinkan akan ditemui kendaraan besar dengan kecepatan  $\leq 40$  km/jam.

Tabel 2.32 Kelandaian Maksimum

SPPJ	Kelandaian Maksimum (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Jalan Bebas Hambatan	4	5	6
Jalan Raya	5	6	10
Jalan Sedang	6	7	10
Jalan Kecil	6	8	12

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

### c. Panjang Kelandai Kritis

Kelandaian maksimum yang ditentukan di atas bukan untuk kontrol sepenuhnya karena harus dipertimbangkan terhadap pengoperasian kendaraan. Istilah ‘Panjang Kelandaian Kritis’ digunakan untuk mengindikasikan panjang maksimum tanjakan dimana truk bermuatan bisa beroperasi tanpa adanya pengurangan kecepatan berlebihan. Dalam menentukan panjang kelandaian kritis, direkomendasikan agar pengurangan kecepatan truk sebesar 15 s.d. 25 km/jam. Panjang kelandaian kritis ditetapkan dari tabel 2.38 sebagai berikut :

Tabel 2.33 Panjang Kelandaian Kritis

Kelandaian memanjang (%)	Panjang kelandaian kritis (m)
4	600
5	450
6	350
7	300
8	250
9	230
≥ 10	200

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

Jika operating speed turun hingga 2 kali *Level of service*, maka menggunakan bordes.

- Jika operating speed berbeda (turun) 15 km/jam dari kecepatan desain maka menggunakan *climbing line*, Atau dengan menggunakan multi grade.
- Jika kecepatan turun lebih rendah dari 15 km/jam dari kecepatan arus maka kecepatan arus di asumsikan sama dengan kecepatan desain.

#### d. Lajur Pendakian

Menambahkan lajur pendakian pada jalan dua lajur dua arah dapat mengimbangi penurunan kecepatan operasi lalu lintas yang disebabkan oleh efek kelandaian, peningkatan arus lalu lintas, dan keberadaan kendaraan berat (truk), serta menyediakan cara yang relatif murah untuk menunda rekonstruksi dalam waktu lama.

1. Lajur pendakian dimaksudkan untuk menampung truk – truk yang bermuatan berat atau kendaraan lain yang lebih lambat dari kendaraan – kendaraan lain pada umumnya, agar kendaraan – kendaraan lain dapat mendahului kendaraan lambat tersebut tanpa harus berpindah lajur menggunakan lajur arah berlawanan.
2. Lajur pendakian harus disediakan pada ruas jalan yang mempunyai kelandaian yang besar, menerus, dan volume lalu lintasnya relatif padat.
3. Penambahan lajur pendakian dilakukan dengan ketentuan:

- a) Pada jalan arteri atau kolektor, dan
  - b) Apabila panjang tanjakan melampaui panjang kritis; memiliki  $LHRTD \geq 3.750$  SMP/hari (ekivalen dengan Ratio Volume per Kapasitas,  $RVK \geq 0,3$ ), dan persentase truk  $> 15\%$ .
4. Lebar lajur pendakian sama dengan lebar lajur desain.
  5. Lajur pendakian dimulai 30 m dari awal perubahan kelandaian dengan serongan sepanjang 45 m dan berakhir 50 m sesudah puncak kelandaian dengan serongan sepanjang 45 m (lihat Gambar 2.17).
  6. Jarak minimum antara 2 lajur pendakian adalah 1,5 km.
  7. Ketika panjang kelandaian kritis maximum tercapai, harus disediakan Bordes dengan panjang tertentu sebelum tanjakan berikutnya berlanjut.

### 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

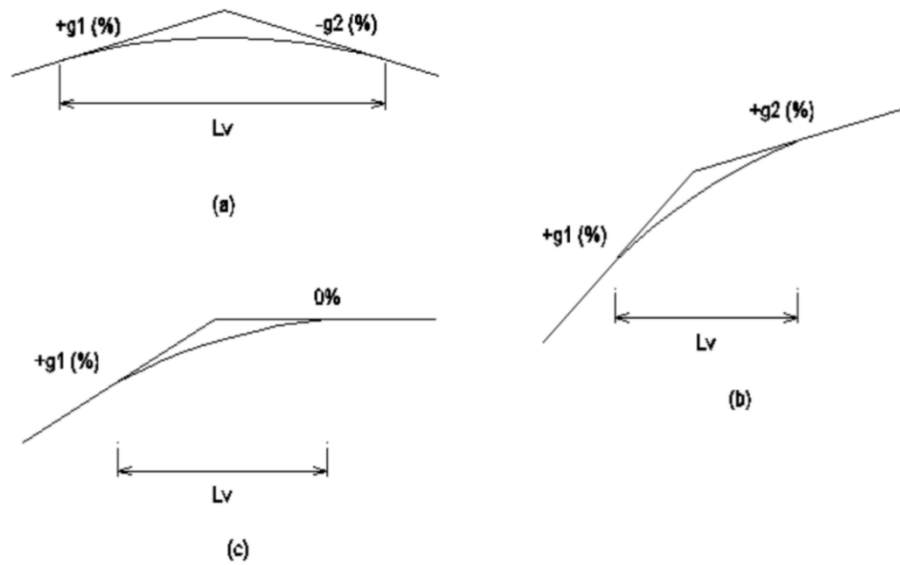
Dengan tinjauan tersebut, maka dalam perencanaan alinyemen vertikal sangat dianjurkan :

- 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

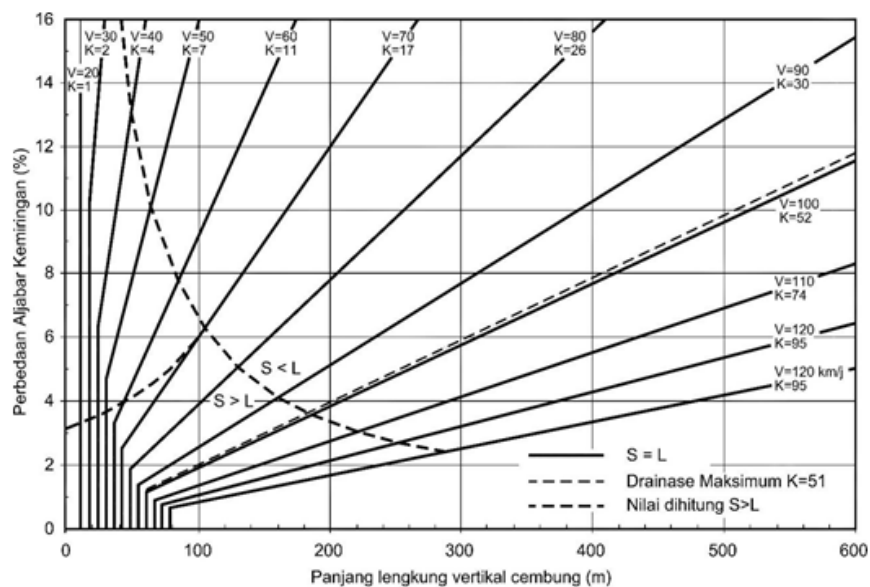
Pada setiap penggantian landai harus dibuat lengkung vertikal yang memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase yang baik. Lengkung vertikal adalah lengkung yang dipakai untuk mengadakan peralihan secara berangsur – angsur dari suatu landai ke landai berikutnya.





Gambar 2.26 Lengkung Vertikal Cembung

Untuk menentukan Panjang lengkung vertikal cembung ( $L_v$ ) dapat juga ditentukan berdasarkan Grafik pada Gambar 2.19 (untuk jarak pandang henti) dan Grafik pada Gambar 2.20 (untuk jarak pandang menyiap) di bawah ini :



(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, 2021)

Gambar 2.27 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cembung berdasarkan jarak pandang henti.



Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

a. jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S < L$ )

$$L = \frac{AS^2}{658}$$

b. jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S > L$ )

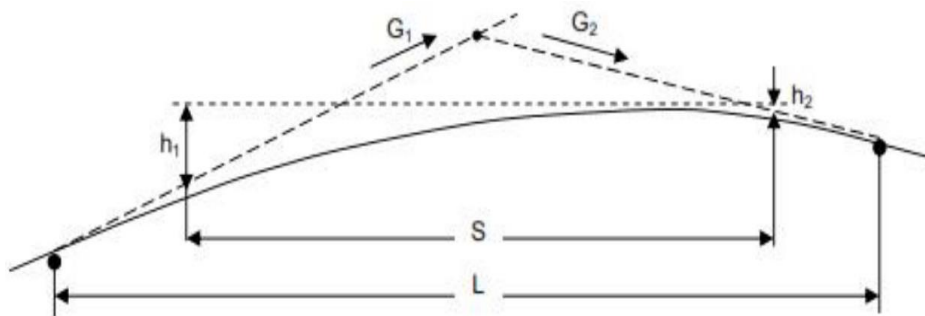
$$L = 2S - \frac{658}{A}$$

Keterangan :

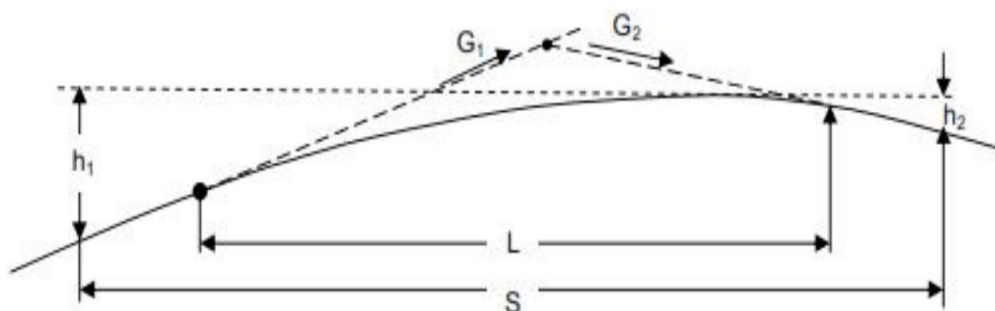
L = Panjang Lengkung Vertikal (m)

A = Perbedaan Aljabar Landai (%)

S = Jarak Pandang Henti (m)



Gambar 2.28 Jarak pandang henti lebih kecil dari Panjang lengkung vertikal cembung



Gambar 2.29 Jarak pandang henti lebih besar dari Panjang lengkung vertikal cembung

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal, yaitu  $L_{\min} = 0,6 V_r$  dalam km/jam dan  $L_{\min}$  dalam meter. Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti, untuk setiap kecepatan rencana ( $V_r$ ) menggunakan tabel 2.39 berikut ini:

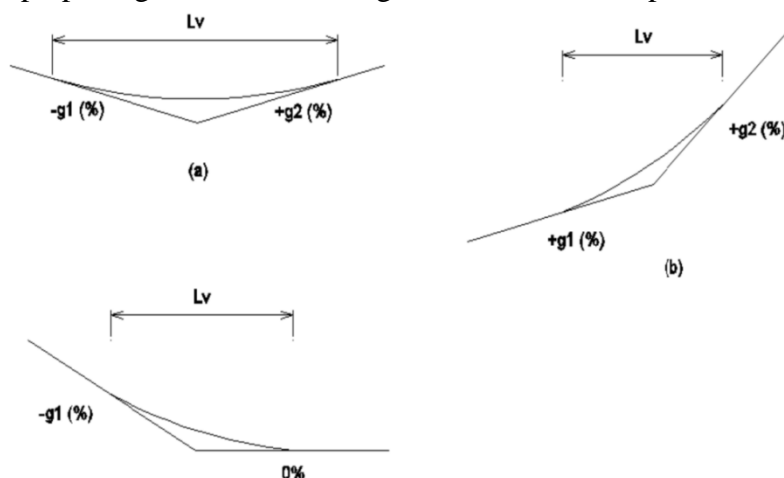
Tabel 2.34 Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandang henti

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cembung (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
12,0		625	309	132
11,0		573	283	121
10,0		521	257	110
9,0		469	232	99
8,0	760	417	206	88
7,0	665	365	180	76
6,0	570	313	155	61
5,0	475	261	129	39
4,0	380	209	96	36
3,0	285	151	48	36
2,0	171	60	48	36
1,0	72	60	48	36

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

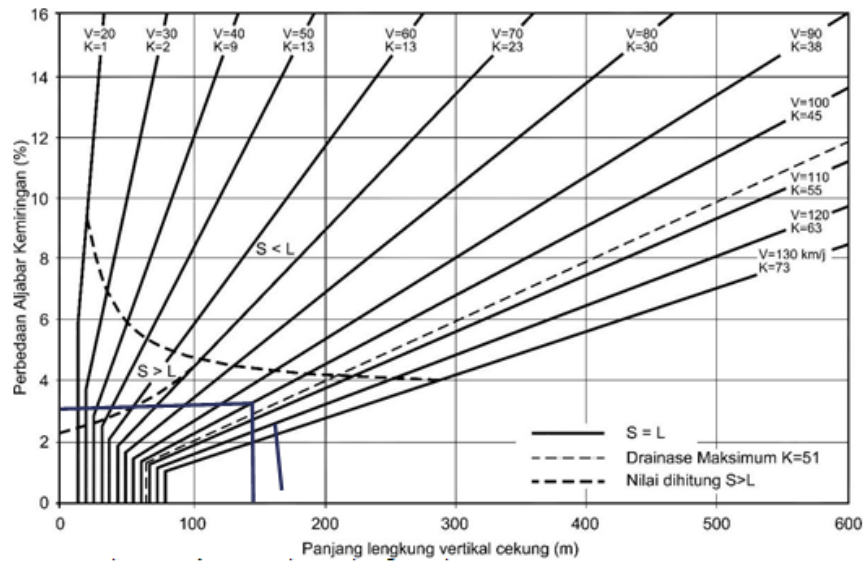
### c. Lengkung Vertikal Cekung

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



Gambar 2.30 Lengkung Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung ditentukan berdasarkan jarak pandang pada waktu malam hari dan syarat drainase sebagaimana tercantum dalam grafik pada gambar 2.30.



Gambar 2.31 Grafik Panjang Lengkung Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

- a. jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S < L$ )

$$L = \frac{AS^2}{120+3,5 S} \dots\dots\dots(2.60)$$

- b. jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S > L$ )

$$L = 2S - \frac{120+3,5 S}{A} \dots\dots\dots(2.61)$$

Keterangan :

L = Panjang Lengkung Vertikal (m)

A = Perbedaan Aljabar Landai (%)

S = Jarak Pandang Henti (m)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar panjang lengkung vertikal, yaitu  $L_{\min} = 0,6 V_r$  dalam km/jam dan  $L_{\min}$  dalam meter.

Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandang henti, untuk setiap kecepatan rencana ( $V_r$ ) menggunakan tabel 2.40 berikut ini :

Tabel 2.35 Panjang Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
12,0		536	353	208
11,0		491	324	191
10,0		446	294	174
9,0		402	265	156
8,0	503	357	236	139
7,0	440	313	206	122
6,0	377	268	177	104
5,0	315	223	147	87
4,0	252	179	117	66
3,0	169	115	69	36
2,0	72	60	48	36
1,0	72	60	48	36

(Sumber : Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Dirjen Bina Marga, 2009)

## 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 :

- Penentuan *stationing* (jarak patok) sehingga diperoleh panjang horizontal jalan dari alinyemen horizontal (trase jalan).
- Gambarkan profil memanjang (alinyemen vertikal) yang memperlihatkan perbedaan beda tinggi muka tanah asli dengan muka tanah rencana.

- 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.

Dalam perhitungan galian dan timbunan terdapat 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 mengenal lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya menjadi panduan untuk lokasi suatu tempat. Nomor jalan ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Di samping itu dari penomoran jalan tersebut diperoleh informasi tentang panjang jalan secara keseluruhan. Setiap STA jalan dilengkapi dengan gambar potongan melintangnya (Sukirman, 1999).

Jika tidak terjadi perubahan arah tangen pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal, maka penomoran selanjutnya dilakukan :

- a. Setiap 100 m pada medan datar.
- b. Setiap 50 m pada medan berbukit.
- c. Setiap 25 m pada medan pegunungan.

Nomor jalan (STA jalan) ini sama fungsinya dengan patok km disepanjang jalan. Perbedaannya adalah :

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

## 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



(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Gambar 2.32 Perkerasan Lentur Pada Permukaan Tanah Asli

2. Perkerasan lentur pada timbunan



(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Gambar 2.33 Perkerasan Lentur pada timbunan

### 3. Perkerasan lentur pada galian



(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Gambar 2.34 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 diatasnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c) Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan 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 lalulintas 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 Keuntungan dan Kerugian Perkerasan Lentur

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur adalah :

- Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas;
- Mudah diperbaiki;
- Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja;
- Memiliki tahanan geser yang baik;
- Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pemakai jalan;
- Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

Kerugian menggunakan perkerasan lentur adalah :

- Tebal total struktur perkerasan lebih tebal daripada perkerasan kaku;
- Tidak baik digunakan jika sering digenangi air;
- Membutuhkan agregat lebih banyak;
- Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan;
- Frekuensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku.

### 2.9.3 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.

#### 2.9.4 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 2.36 Umur Rencana

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) <sup>(1)</sup>
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan 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.	
Perkerasan kaku	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	40
	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 2.37 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 (didas 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

### 3. Jenis kendaraan

Mengelompokkan jenis kendaraan sesuai dengan golongan dan sumbunya, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.38 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 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 2.39 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

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

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

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:

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

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 ≤ 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:

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

#### 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 2.40 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 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 2.41 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 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 2.42 Nilai VDF Masing - Masing 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
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
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: Manual Desain Perkerasan Jalan 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

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

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 2.43 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 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:

$\text{CBR karakteristik} = \text{CBR rata-rata} - f \times \text{deviasi standar}$

- $f = 1,645$  (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.

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.

Tabel 2.44 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	Berlaku ketentuan yang sama dengan pondasi jalan perkerasan lentur
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2,5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)				400	500	600
Perkerasan diatas tanah lunak	SG1	Lapis penopang	1000	1100	1200	Berlaku ketentuan yang sama dengan pondasi jalan perkerasan lentur
		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	

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Tabel 2.45 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			
Repetisi 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Tabel 2.46 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	30
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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 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 2.49 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Tabel 2.50 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 $\leq 500$ 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 : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

b. Koreksi tebal lapis agregat

Menentukan ebal desain lapis agregat menggunakan rumus dibawah ini:

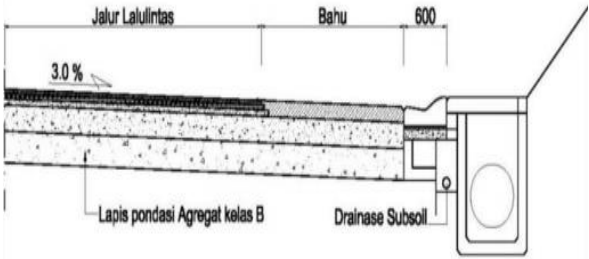
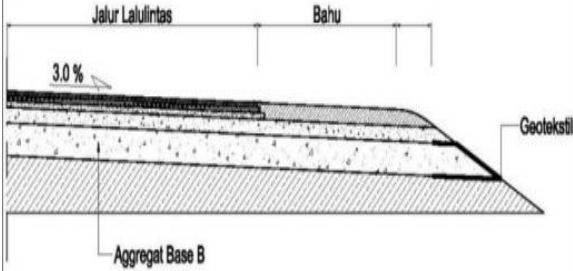
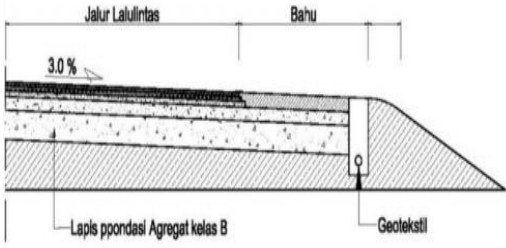
$$= \frac{\text{tebal berdasarkan perhitungan atau bagan desain}}{m}$$

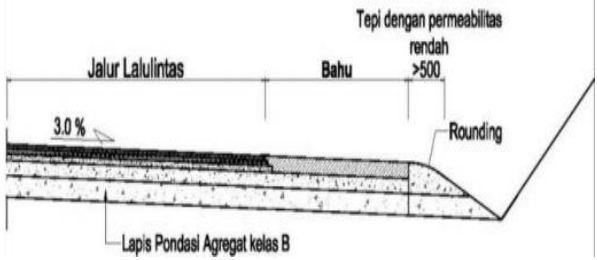
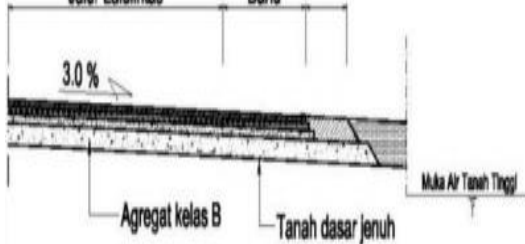
Dimana:

m = koefisien drainase



Tabel 2.51 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	
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	

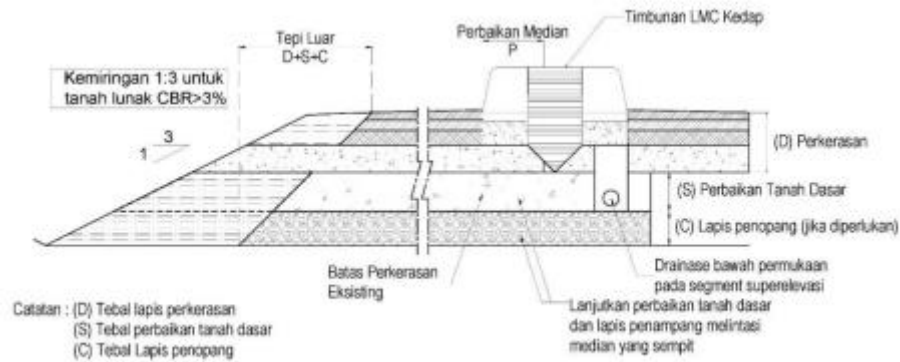
<p>Galian pada permukaan tanah atau timbunan tanpa drainase bawah permukaan dan permeabilitas rendah pada pinggir &gt; 500 mm. gunakan 0,9 jika <math>\leq 500</math> mm</p>	<p>0,7</p>	
<p>Tanah dasar jenuh air secara permanen selama musim hujan dan tidak teralirakan. Tidak ada sistim outlet. Ketentuan lapisan penopang (capping layer) dapat digunakan.</p>	<p>0,4</p>	

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 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 :

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



Gambar 2.35 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 lalulintas 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 kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat dipasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan daftar harga satuan bahan. Upah tenaga kerja didapat dilokasi, dikumpulkan dan dicatat dalam 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 dengan muka 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 menggagu 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

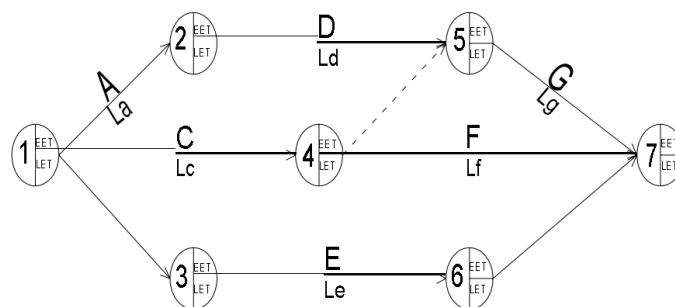
Kurva S adalah kurva yang menggambarkan komulatif *progress* pada setiap waktu dalam pekerjaan. Bertambah atau tidaknya persentase

pembangunan konstruksi dapat dilihat pada kurva s dan dapat dibandingkan dengan keadaan dilapangan.

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

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.



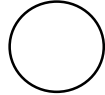
Gambar 2.36 Sketsa *Network Planning*

Keterangan :

- a)  $\longrightarrow$  (*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

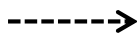
b) (*Node / event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Simbol ini adalah permulaan atau akhir dari suatu kegiatan



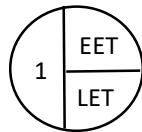
c) (*Double arrow*), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (critical path).



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 paling cepat yaitu menjumlahkan durasi dari kejadian yang dimulai dari kejadian awal dilanjutkan kegiatan berikutnya dengan mengambil angka yang terbesar. LET (*Laetest Event Time*) = waktu yang paling lambat, yaitu mengurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan kegiatan sebelumnya dengan mengambil angka terkecil.