

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Dasar Perencanaan Geometrik

2.1.1 Pengertian

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

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yang memberikan kenyamanan yang optimal pada arus lalu lintas sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. Secara umum perencanaan geometrik terdiri dari aspek-aspek perencanaan trase jalan, badan jalan yang terdiri dari bahu jalan dan jalur lalu lintas, tikungan, drainase, kelandaian jalan serta galian dan timbunan. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan. (Sukirman Silvia, 1999)

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 dari hasil survey lapangan, kemudian di analisis berdasarkan acuan persyaratan perencanaan geometrik yang berlaku. Acuan perencanaan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang berlaku. Acuan perencanaan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang dianut di Indonesia. (Hamiran Saodang, 2010)

Yang menjadi dasar perencanaan geometrik 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. (Silvia Sukirman, 1999)

Dalam merencanakan suatu konstruksi jalan raya harus memiliki data perencanaan, diantaranya data lalu lintas, data topografi, data tanah dan data penunjang lainnya. Semua data ini sangat diperlukan dalam merencanakan suatu konstruksi jalan raya. Data-data ini sangat diperlukan dalam merencanakan konstruksi jalan raya karena data-data ini memberikan gambaran yang sebenarnya dari kondisi suatu daerah dimana ruas jalan ini akan dibangun. Dengan adanya data-data ini, kita dapat menentukan geometrik dan ketebalan perkerasan yang diperlukan dalam merencanakan suatu konstruksi jalan raya.

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

Volume lalu lintas dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang didapat dengan mengalikan atau mengkonversikan angka faktor ekuivalensi (FE) setiap kendaraan yang melintasi jalan tersebut dengan jumlah kendaraan yang kita peroleh dari hasil pendataan (kend/jam). Volume lalu lintas dalam SMP ini menunjukkan besarnya jumlah Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang melintasi jalan tersebut. Dari Lalu Lintas Rata-rata (LHR) yang didapatkan kita dapat merencanakan tebal perkerasan.

Untuk merencanakan teknik jalan baru, survey 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:

1. Survey perhitungan lalu lintas dilakukan pada jalan yang sudah ada, yang diperkirakan mempunyai bentuk, kondisi dan keadaan komposisi lalu lintas akan serupa dengan jalan yang direncanakan.
2. Survey asal dalam 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. (L.Hendarsin, 2000)

2.1.3 Data peta topografi

Keadaan topografi dalam penetapan trase jalan memegang peranan penting, karena akan mempengaruhi penetapan alinyemen, kelandaian jalan, jarak pandang, penampang melintang, saluran tepi dan lain sebagainya. (Hamirhan Saodang, 2004)

Pengukuran peta topografi dimaksudkan untuk mengumpulkan data topografi yang cukup untuk digunakan dalam perencanaan geometrik. Data peta topografi digunakan untuk menentukan kecepatan sesuai dengan daerahnya. Pengukuran peta topografi dilakukan pada sepanjang trase jalan rencana dengan mengadakan tambahan dan pengukuran detail pada tempat-tempat yang memerlukan realinyemen dan tempat-tempat persilangan dengan sungai atau jalan lain, sehingga memungkinkan didapatkannya trase jalan yang sesuai dengan standar.

Pekerjaan pengukuran ini terdiri dari beberapa kegiatan berikut :

- a. Pekerjaan peritisan untuk pengukuran, dimana secara garis besar ditentukan kemungkinan rute alternatif dan trase jalan.
- b. Kegiatan pengukuran meliputi :
 1. Penentuan titik-titik kontrol *vertikal* dan *horizontal* yang dipasang setiap interval 100 meter pada rencana as jalan.
 2. Pengukuran situasi sebelah kiri dan kanan dari jalan yang dimaksud dan disebutkan serta tata guna tanah disekitar trase jalan.
 3. Pengukuran penampang melintang (*cross section*) dan penampang memanjang.
 4. Perhitungan perencanaan desain jalan dan penggambaran peta topografi berdasarkan titik-titik koordinat kontrol diatas.

2.1.4 Data penyelidikan tanah

Data penyelidikan tanah di dapat dengan cara melakukan penyelidikan tanah dilapangan, meliputi pekerjaan :

1. Penelitian

Penelitian data tanah yang terdiri dari sifat-sifat indeks, klasifikasi USCS dan AASHTO, pemadatan dan nilai CBR. Pengambilan data di lapangan dilakukan sepanjang ruas jalan rencana, dengan interval 100 meter dengan menggunakan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Hasil tes DCP ini dievaluasi melalui penampilan grafik yang ada, sehingga menampakkan hasil nilai di setiap titik lokasi. Penentuan nilai dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara analitis dan grafis.

- a. Cara Analitis

Adapun rumus yang digunakan pada analitis adalah :

$$CBR_{\text{Segmen}} = \left(\frac{\text{Rata} - \text{min}}{\quad} \right) / R$$

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam satu segmen. Nilai R untuk perhitungan segmen diberikan pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1
Nilai R untuk perhitungan 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, Perkerasan lentur jalan raya, 1995)

b. Cara Grafis

Prosedur adalah sebagai berikut :

1. Tentukan nilai terendah.
2. Tentukan berapa banyak nilai yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai kemudian disusun secara tabelaris, mulai dari terkecil sampai yang terbesar.
3. Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%.
4. Dibuat grafik hubungan antara harga dengan persentase nilai tadi.
5. Nilai segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

2. Analisa

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

3. Pengujian Laboratorium

Uji bahan konstruksi untuk mendapatkan :

- a. Sifat-sifat Indeks (*indeks Properties*) yaitu meliputi Gs (*Specific gravity*), wN (*Natural water content*), γ (berat isi), e (*voidratio/angka pori*), n (*porositas*), Sr (derajat kejenuhan).
- b. Klasifikasi USCS dan AASHTO
 1. Analisa ukuran butir (*Grain Size Analysis*)
 - a. Analisa saringan (*sieve Analysis*)
 - b. Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)
 2. Batas-batas Atteberg (*Atteberg Limits*)
 - a. *Liquid Limit* (LL) = batas cair
 - b. *Plastic Limit* (PL) = batas palstis
 - c. $IP = LL - PL$
 3. Pematatan : γ d maks dan w_{opt}
 - a. Pematatan standar/proctor
 - b. Pematatan Modifikasi
 - c. Dilapangan dicek dengan sandcone $\pm 100\% \gamma$ d maks
 4. CBR laboratorium (CBR rencana), berdasarkan pematatan γ d maks dan w_{opt}
 - a. CBR lapangan : DCP \longrightarrow lapangan

2.1.5 Data penyelidikan material

Data penyelidikan material dilakukan dengan melakukan penyelidikan material meliputi pekerjaan sebagai berikut :

1. Mengadakan penelitian terhadap semua data material yang ada selanjutnya melakukan penyelidikan sepanjang proyek tersebut yang akan dilakukan berdasarkan survey langsung dilapangan maupun dengan pemeriksaan dilaboratorium.

2. Penyelidikan lokasi sumber material yang ada beserta perkiraan jumlahnya untuk pekerjaan-pekerjaan penimbunan pada jalan dan jembatan serta bangunan pelengkap jalan.

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

- a. Tanah berbutir kasar

Tanah yang termasuk dalam kelompok ini adalah kerikil, pasir, dan kerikil.

- b. Tanah berbutir halus

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

2.2 Klasifikasi jalan

2.2.1 klasifikasi menurut fungsi jalan

klasifikasi menurut fungsi jalan Pasal 11, PP. No.43/1993 dapat dilihat di bawah ini :

1. Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah kendaraan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah kendaraan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah kendaraan masuk tidak dibatasi.

2.2.2 klasifikasi menurut kelas jalan

Dalam penentuan kelas jalan sangat diperlukan adanya data Lalulintas Harian Rata-rata (LHR), baik itu merupakan data jalan sebelumnya bila jalan yang akan direncanakan tersebut merupakan peningkatan atau merupakan data yang didapat dari jalan sekitar bila jalan yang akan dibuat merupakan jalan baru.

Salah satu penentuannya adalah dengan cara menghitung LHR akhir umur rencana. LHR akhir umur rencana adalah jumlah perkiraan kendaraan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang akan di capai pada akhir tahun rencana dengan mempertimbangkan perkembangan jumlah kendaraan mulai dan saat merencanakan dan pelaksanaan jalan itu dikerjakan.

Adapun rumus yang akan digunakan dalam menghitung nilai LHR umur rencana yaitu :

$$P_n = P_o (1 + i)^n \tag{2.1}$$

Dimana :

- P_n = Jumlah kendaraan pada akhir umur rencana
- P_o = Jumlah kendaraan pada saat merencanakan dan pelaksanaan jalan itu dikerjakan
- i = Angka pertumbuhan lalu lintas (%)
- n = Umur rencana

Setelah didapat nilai LHR yang direncanakan dan dikalikan dengan faktor ekuivalensi (FE) (tabel 2.2), maka didapat klasifikasi kelas jalan tersebut.

Tabel 2.2
Nilai faktor ekuivalensi kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Datar/perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, jeep, station wagon	1,00	1,00
2	Pick-up, bus kecil, truk kecil	1,20-2,40	1,90
3	Bus dan truk besar	1,20-5,00	2,20-6,00

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

Kelas jalan sesuai dengan peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPCGR 1997) dapat di klasifikasikan pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3
Klasifikasi kelas jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8

Kolektor	III A III B	8
Lokal	III C	8

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

Klasifikasi jalan di Indonesia menurut peraturan perencanaan geometrik jalan raya (PPGJR,1997). Dapat dikelompokkan berdasarkan volume lalu lintas harian rata-rata (VLHR) .
Klasifikasi jalan berdasarkan volume lalu lintas harian rata-rata dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Klasifikasi jalan Berdasarkan VLHR

VLHR (SMP/Hari)	Faktor-K (%)	Faktor-F (%)
>50.000	4-6	0,90-1
30.000-50.000	6-8	0,80-1
10.000-30.000	6-8	0,80-1
5.000-10.000	8-10	0,60-0,80
1.000-5.000	10-12	0,60-0,80
<1.000	12-16	<0,60

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

Kelas I :

Jalan kelas I yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter,dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton.

Kelas II

Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter,ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton

Kelas III A

Jalan kelas III A yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran tidak melebihi 2.500 milimeter,dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

Kelas III B

Jalan kelas III B yaitu jalan kolektor yang dapat di lalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter,ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter,dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

Kelas III C

Jalan kelas III C yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

2.3 Kriteria Perencanaan Jalan

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

1. Memberikan keamanan dan kenyamanan, seperti jarak pandangan, ruang yang cukup bagi manuver kendaraan

dan koefisien gesek permukaan jalan yang cukup.

2. Menjamin suatu perencanaan ekonomis.
3. Memberikan suatu keseragaman geometrik jalan sehubungan dengan jenis medan (*terrain*).

Berikut ini adalah parameter kendaraan yang digunakan dalam perencanaan geometrik jalan raya antara lain:

2.3.1 Kendaraan rencana

Kendaraan rencana merupakan kendaraan yang dipakai dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometric.

Kendaraan rencana dikelompokkan kedalam 3 kategori :

- a. kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang.
- b. kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem dan bus besar 2as.
- c. kendaraan besar, diwakili oleh truk *semi-trailer*.

Dimensi dasar untuk masing masing kategori kendaraan rencana ditunjukkan dalam tabel 2.5.

Tabel 2.5 dimensi kendaraan rencana

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi kendaraan (cm)			tonjolan		Radius putar (cm)		Radius Tonjolan (cm)
	Tinggi	lebar	panjang	depan	belakang	Min	Maks	
Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Sedang	410	260	1210	240	240	740	1280	1410
Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

Sumber : tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, Departemen PU, dijen bina marga, 1997

2.3.2 kecepatan rencana

kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti: tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang, kelandaian jalan, dan lain-lain. Kecepatan rencana tersebut merupakan kecepatan tertinggi menerus dimana kendaraan dapat berjalan dengan aman dan keamanan itu sepenuhnya bergantung dari bentuk jalan.

Kecepatan rencana tergantung kepada:

1. kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan
2. sifat fisik jalan dan keadaan medan disekitarnya
3. cuaca
4. adanya gangguan dari kendaraan lain
5. batasan kecepatan yang di iijinkan.

Kecepatan rencana inilah yang di pergunakan untuk dasar perencanaan geometrik (alinyemen). Kecepatan rencana dari masing-masing kendaraan dapat ditetapkan pada table 2.6.

Tabel 2.6 kecepatan rencana (V_r) Sesuai klasifikasi fungsi dan kelas jalan.

Fungsi jalan	Kecepatan rencana (V_r), Km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan

Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

Sumber: tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, departemen pu, Ditjen Bina Marga, 1997

2.4 bagaian bagian jalan dan penentuan trase jalan

suatu jalan raya terdiri dari bagian-bagaian jalan, dimana bagian-bagian jalan tersebut, dibedakan berdasarkan :

1. daerah manfaat jalan (damaja)

daerah ,manfaat jalan (Damaja) yaitu daerah meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengaman.

Daerah manfaat jalan (Damaja) dibatasi antara lain oleh:

- a. lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan dikedua sisi jalan.
- b. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan
- c. Kedalaman ruang bebas 1,5 meter dibawah muka jalan.

2. Daerah milik jalan (Damija)

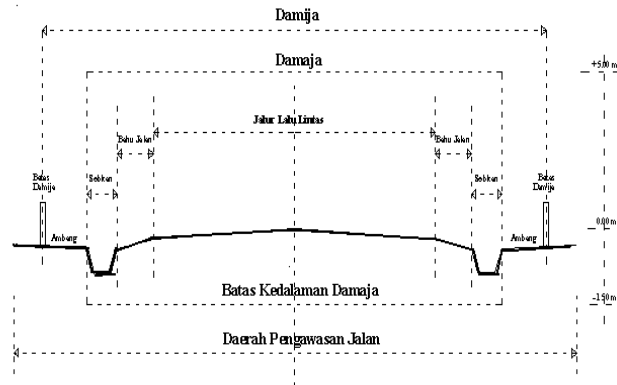
Daerah milik jalan (damija) adalah ruang yang di batasi oleh lebar yang sama dengan damaja di tambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

3. Daerah pengawasan jalan (Dawasja)

Daerah pengawasan jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan diluar damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Jalan arteri minimum 20 meter
- b. Jalan kolektor minimum 15 meter
- c. Jalan lokal minimum 10 meter

Untuk keselamatan pengguna jalan seperti yang dijelaskan diatas dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.1 bagian-bagian jalan

Dalam pembuatan jalan harus di tentukan juga trase jalan yang harus diterapkan sedemikian rupa, agar dapat memberikan pelayanan yang baik sesuai dengan fungsinya, serta keamanan dan kenyamanan pemakainya.

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

1. Syarat Ekonomis

Dalam perencanaan yang menyangkut syarat-syarat ekonomis yaitu :

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

2. Syarat Teknis

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

2.5 penampang melintang

Penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian bagian jalan .bagaian bagaian jalan terdiri dari:

1. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas (travelled way) adalah keseluruhan bagaian perkererasan jalan yang diperuntukkan untuk lalulintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (lane) kendaraan. Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus di peruntukkan oleh rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah. Jadi jumlah lajur minimal untuk 2 arah adalah 2 dan pada umumnya disebut sebagai jalan 2 lajur 2 arah. Jalur lalu lintas untuk 1 arah minimal terdiri

dari 1 lajur lalu lintas. (Silvia Sukirman,1999)

2. Bahu jalan

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai :

- a. Ruang sebagai tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau yang sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan di tempuh, atau beristirahat.
- b. Ruang untuk menghindarkan diri saat-saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
- c. Memberikan kelelahan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
- d. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
- e. Ruang pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan (untuk tempat penempatan alat-alat, dan penimbunan bahan material).
- f. Ruang untuk lintasan kendaraan-kendaraan patroli, ambulans, yang sangat dibutuhkan pada kendaraan darurat seperti terjadinya kecelakaan. (Silvia Sukirman,1999).

3. Trotoar

Trotoar adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus di gunakan untuk pejalan kaki (*pedestrian*). Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus dibuat terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa kereb. Perlu atau tidaknya trotoar disediakan sangat bergantung dari volume pedestrian dan volume lalu lintas pemakai jalan tersebut.

4. Median

Pada arus lalu lintas yang sangat tinggi seringkali dibutuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah. Jadi median adalah jalur yang terletak di tengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah.

Secara garis besar median berfungsi sebagai:

- a. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar di mana pengemudi masih dapat mengontrol kendaraannya pada saat-saat darurat.
- b. Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi/ mengurangi kesalahan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
- c. Menambah rasa kelelahan, kenyamanan dan keindahan bagi setiap pengemudi.

5. Selokan

Selokan dibuat untuk mengendalikan air (limpasan) permukaan akibat air hujan dan bertujuan untuk memelihara agar jalan tidak tergenang air hujan dalam waktu yang cukup lama (yang akan mengakibatkan kerusakan konstruksi jalan).

6. Lereng

Lereng merupakan bagian dari kondisi alam yang tidak terkena pengaruh dari perencanaan suatu ruas jalan. Lereng alam ini biasanya berupa bukit yang harus diperkuat untuk melindungi lereng timbunan atau galian dan menahan gerusan air.

2.6 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama " Situasi jalan" atau "trase jalan". Alinyemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. (Silvia Sukirman,1999)

Pada perencanaan alinyemen horizontal, umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan, yaitu bagian lurus dan bagian lengkung. Umumnya disebut tikungan yang terdiri dari tiga jenis tikungan. Tikungan yang digunakan yaitu :

1. Full Circle (FC).

2. Spiral Circle Spiral (S-C-S).
3. Spiral-Spiral (S-S).

2.6.1 Penentuan golongan medan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan. Klasifikasi golongan medan diberikan pada tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2.7
Klasifikasi golongan medan

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

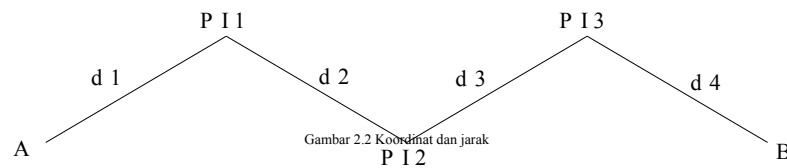
(Sumber :Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

2.6.2 Penentuan peta topografi

Dari peta topografi yang dilengkapi dengan koordinat hasil pengukuran ditentukan arah utara diambil searah dengan sumbu Y.

2.6.3 Penentuan koordinat dan jarak

Penentuan titik-titik penting yang diperoleh dari pemilihan rencana alinyemen horizontal.



Titik penting yang perlu ditentukan koordinatnya adalah :

1. Titik A sebagai titik awal proyek.
2. Titik P I 1, P I 2, ..., P I n sebagai titik potong (*point of intersection*) dari dua bagian lurus rencana alinyemen horizontal.
3. Titik B sebagai titik akhir proyek

Jarak yang harus dihitung setelah penentuan koordinat adalah :

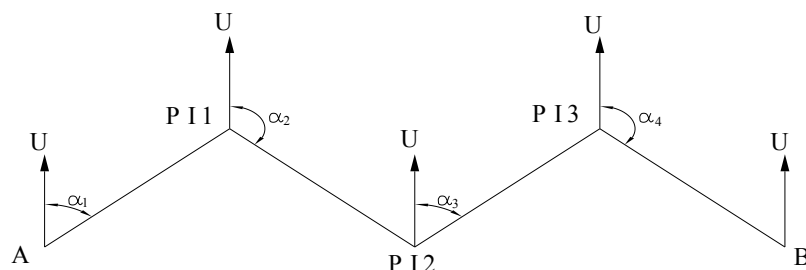
- d1 = jarak titik A – titik P I 1
- d2 = jarak titik P I 1 – titik P I 2
- d3 = jarak titik P I 2 – titik P I 3
- d4 = jarak titik P I 3 – titik B

Rumus yang dipakai untuk menghitung jarak adalah :

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

2.6.4 Penentuan sudut jurusan (α) dan tikungan (Δ)

Sudut jurusan (α) ditentukan berdasarkan arah utara



Gambar 2.3 Sudut jurusan (α)

$$\alpha 1 = \alpha(A - PI1)$$

$$\alpha 2 = \alpha(PI1 - PI 2)$$

$$\alpha 3 = \alpha(PI 2 - PI 3)$$

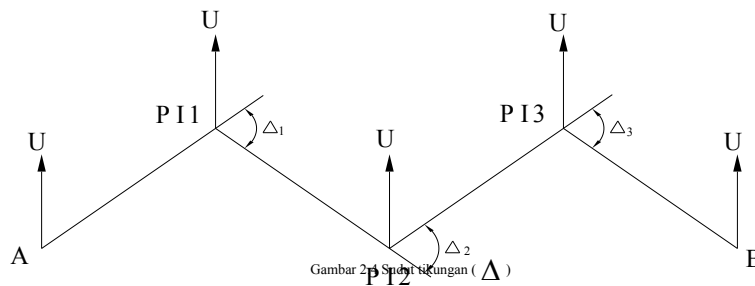
$$\alpha 4 = \alpha(PI 4 - B)$$

Sudut jurusan (α) dihitung dengan rumus :

$$\alpha = 90 - \arctg \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\alpha = \arctg \frac{x_b - x_a}{y_b - y_a} \dots\dots\dots(2.4)$$

Sudut Δ adalah tikungan



$$\Delta 1 = (\alpha 2 - \alpha 1)$$

$$\Delta 2 = (\alpha 3 - \alpha 2)$$

$$\Delta 3 = (\alpha 4 - \alpha 3)$$

2.6.5 Bentuk-bentuk tikungan

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan, dimana terdapat gaya yang dapat melempar kendaraan-kendaraan yang disebut gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal ini mendorong kendaraan secara radial keluar jalur.

Di Indonesia yang sesuai standar Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga tikungan terbagi tiga jenis, yaitu :

1. **Tikungan *full circle***

Full Circle adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan *Full Circle* hanya digunakan untuk R (jari-jari tikungan) yang besar agar tidak terjadi patahan serta dengan sudut tangent yang relatif kecil, karena dengan R kecil maka diperlukan super elevasi yang besar. Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan diberikan pada tabel 2.8 dibawah ini.

Tabel 2.8
Jari-jari tikungan yang tidak memerlukan lengkung peralihan

V _R km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
R _{min} (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

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

Untuk tikungan yang jari-jari lebih kecil dari harga diatas, maka bentuk tikungan yang dipakai adalah *spiral-circle-spiral*.

Disamping ketentuan jari-jari lengkung minimum diatas ada ketentuan lain yang harus kita penuhi, yaitu :

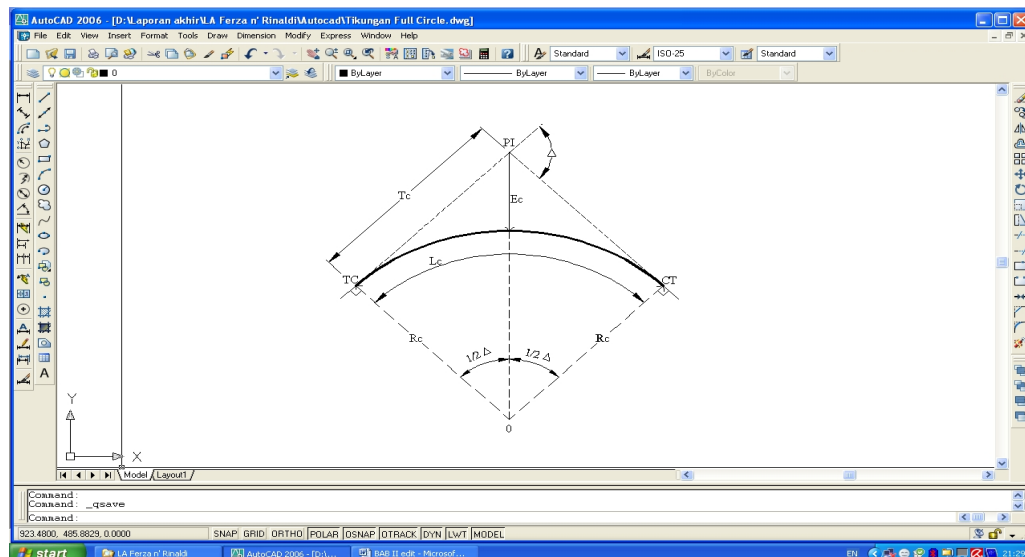
$$L_c = \frac{\Delta}{180} \cdot \pi \cdot R_c \quad (m) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$T_c = R_c \cdot \text{Tg} 1/2 \Delta \quad (m) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$E_c = T_c \cdot \text{Tg} 1/4 \Delta \quad (m) \dots\dots\dots(2.7)$$

- Dimana :
- Δ = Sudut tikungan atau sudut tangent (derajat)
 - T_c = Panjang tangent dari TC ke PI atau PI ke CT (m)
 - R_c = Jari-jari lingkaran (m)
 - L_c = Panjang busur lingkaran (m)
 - E_c = Jarak luar dari P1 ke busur lingkaran

Bentuk tikungan *Full Circle* dapat dilihat pada gambar 2.5



- Δ = Sudut tikungan
- T_c = Panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT
- R_c = Jari-jari lingkaran
- L_c = Panjang busur lingkaran
- E_c = Jarak luar dari P1 ke busur lingkaran

2. Tikungan *spiral-circle-spiral*

Spiral-circle-spiral adalah bentuk tikungan dari bagian lurus ke circle yang panjangnya diperhitungkan dengan melihat perubahan gaya sentrifugal dari nol sampai ada nilai gaya sentrifugal.

Jenis alinyemen horizontal ini sering dipakai dalam perencanaan suatu jalan, karena tikungan ini memiliki tingkat keamanan dan kenyamanan yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis tikungan yang lainnya.

Bentuk tikungan ini digunakan pada daerah-daerah perbukitan atau pegunungan, karena tikungan jenis ini memiliki lengkung peralihan yang memungkinkan perubahan menikung tidak secara mendadak dan tikungan tersebut menjadi aman.

a. Lengkung Peralihan

Pada bentuk spiral ini merupakan transmisi dan bagian lurus ke bagian circle, kemudian dikenal dengan istilah *Transmition Curve*.

Fungsi utama dari *Transmition Curve* adalah :

1. Menjaga agar perubahan sentrifugal yang timbul pada saat kendaraan memasuki atau meninggalkan tikungan, dapat terjadi secara bertasur-angsur. Dengan demikian dapat melintasi jalur yang telah disediakan dan tidak melintasi jalur lain.
2. Untuk memungkinkan mengadakan perubahan dari lereng jalan normal ke kemiringan sebesar super elevasi yang diperhitungkan.

Panjang lengkung peralihan, L_s menurut TPGJAK 1997 diambil nilai yang terbesar dari ketiga persamaan dibawah ini;

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

$$L_s = T \quad (m) \dots \dots \dots (2.8)$$

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus *modifikasi short*, sebagai berikut;

$$L_s = 0,022 \cdot V^3 \quad (m) \dots \dots \dots (2.9)$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian;

$$L_s = \frac{V_R^2}{C} \quad (m) \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

T = Waktu tempuh (3 detik)

R_c = jari-jari busur lingkaran (m)

C = perubahan kecepatan 0,3 -1,0 m/detik (disarankan 0,4 m/detik.

= tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan;

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

Untuk $V_R \geq 80$ km/jam, = 0,035 m/m/dt

b. Circle

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

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 \cdot (e + fm)} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :
 R = Jari-jari lengkung minimum (m)
 e = Kemiringan tikungan (%)
 fm = Koefesien gesek melintang maksimum
 V = Kecepatan rencana (Km/jam)

Adapun harga fm tiap kecepatan seperti tercantum pada tabel 2.9

Tabel 2.9
Harga fm

V	30	40	60	80	100	120
Fm	0.17125	0.165	0.1525	0.14	0.1275	0.115

Sumber: (geometrik jalan, Hamirhan Saodang 2004)

Adapun jari-jari yang diambil untuk tikungan *Spiral-Circle-Spiral* haruslah sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang telah ditentukan, yaitu

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

Jari-jari lengkung maksimum untuk setiap kecepatan rencana ditentukan berdasarkan:

- a. Kemiringan tikungan maksimum
- b. Koefesien gesekan melintang maksimum

Rumus-rumus yang berlaku dalam perencanaan tikungan *Spiral-Circle-Spiral* ini adalah :

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (m) \dots \dots \dots (2.12)$$

$$E_s = \frac{(R_c + p)}{\cos 1/2 \Delta} - R_c \quad (m) \dots \dots \dots (2.13)$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \quad (m) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \cdot 2\pi \cdot R_c \quad (m) \dots \dots \dots (2.15)$$

$$\Delta = \Delta - 2 \cdot \theta_s \quad (^\circ) \dots \dots \dots (2.16)$$

$$p = Y_s - R (1 - \cos \theta_s) \quad (m) \dots \dots \dots (2.17)$$

$$k = X_s - R \sin \theta_s \quad (m) \dots \dots \dots (2.18)$$

$$Y_s = \dots \dots \dots (m) \dots \dots \dots (2.19)$$

$$X_s = L_s - \dots \dots \dots (m) \dots \dots \dots (2.20)$$

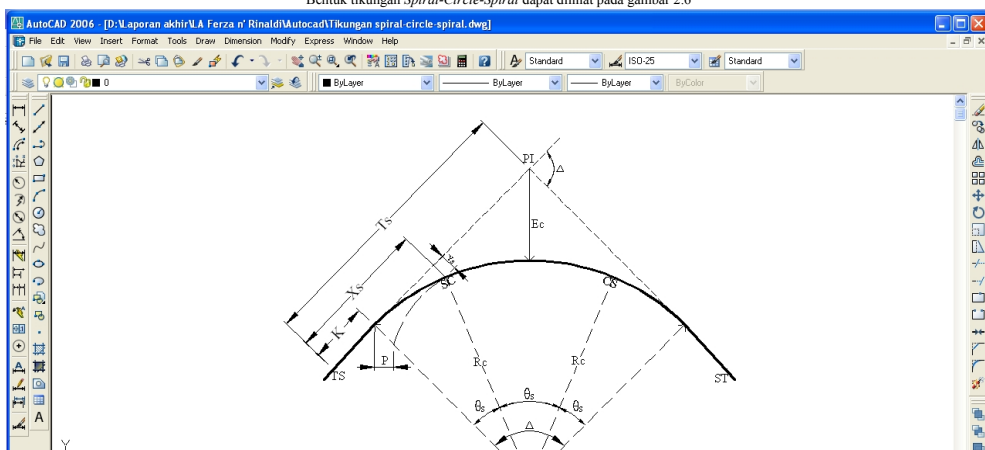
Kontrol :

Jika diperoleh $L_c < 25$ m, maka sebaiknya tidak digunakan bentuk SCS ,tetapi gunakan lengkung SS, yaitu lengkung yang terdiri dari 2 lengkung peralihan.

Jika p yang dihitung dengan rumus;

$$p < 0.25 \text{ maka digunakan tikungan jenis fc}$$

Bentuk tikungan *Spiral-Circle-Spiral* dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

Keterangan :

X_s	=	Absis titik SC pada garis tangen, jarak dan titik TS ke SC
Y_s	=	Ordinat titik SC pada garis tegak lurus pada garis tangen
L_s	=	Panjang lengkung peralihan
L'	=	Panjang busur lingkaran (dari titik SC ke CS)
T_s	=	Panjang tangen (dan titik PI ke TS atau ke ST)
TS	=	Titik dari tangen ke spiral
SC	=	Titik dari spiral ke lingkaran
E_s	=	Jarak dari PI ke lingkaran
R_c	=	Jari-jari lingkaran
p	=	Pergeseran tangen terhadap spiral
K	=	Absis dari p pada garis tangen spiral
Δ	=	Sudut tikungan atau sudut tangen
θ_s	=	Sudut lengkung spiral

3. Tikungan *spiral-spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada keadaan yang sangat tajam. Lengkung horizontal berbentuk spiral-spiral adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga SC berimpit dengan titik CS. Adapun semua rumus dan aturannya sama seperti rumus *spiral-circle-spiral*, yaitu :

$$L_s = \frac{\theta_s}{28,648} \cdot R_c \quad (m) \dots \dots \dots (2.21)$$

$$T_s = (R_c + p) \cdot \text{Tg.} 1/2 \Delta + K \quad (m) \dots \dots \dots (2.22)$$

$$E_s = \frac{(R_c + p)}{\text{Cos} 1/2 \Delta} - R_c \quad (m) \dots \dots \dots (2.23)$$

$$L = 2 \cdot L_s \quad (m) \dots \dots \dots (2.24)$$

$$K = k^* \cdot L_s$$

$$P = p^* \cdot L_s$$

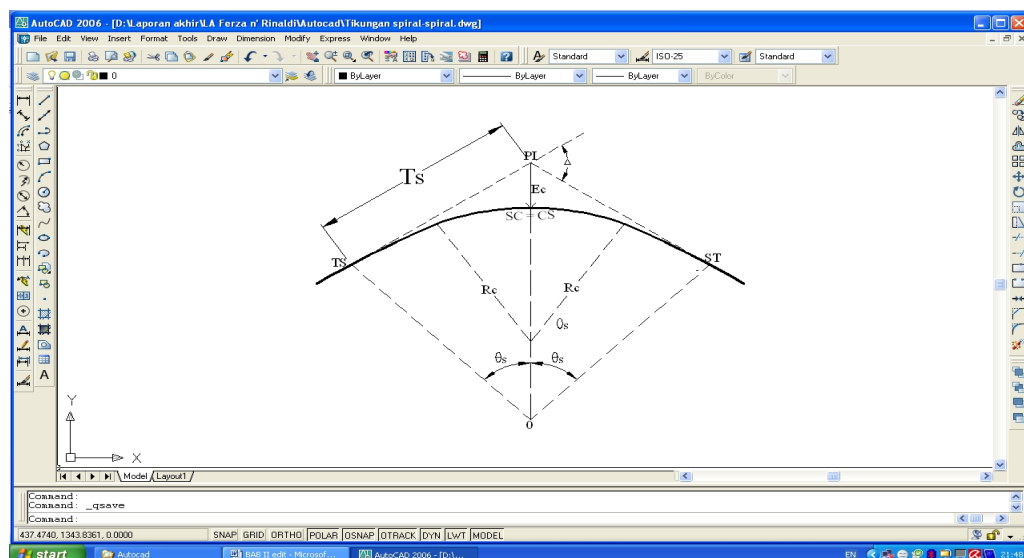
s0	p*	k*
0.5	0.000727	0.499998
1.0	0.001454	0.499994
1.5	0.002182	0.499988
2.0	0.002909	0.499979
2.5	0.003637	0.499968
3.0	0.004366	0.499954
3.5	0.005095	0.499937
4.0	0.005824	0.499918
4.5	0.006555	0.499897
5.0	0.007286	0.499872
5.5	0.008017	0.499846
6.0	0.009484	0.499816
6.5	0.010219	0.499784
7.0	0.010219	0.499750
7.5	0.010955	0.499713
8.0	0.011692	0.499735
8.5	0.012430	0.499312
9.0	0.013170	0.499586
9.5	0.013912	0.499538
10.0	0.014655	0.499488
10.5	0.015399	0.499435
11.0	0.016146	0.499380
11.5	0.016894	0.499321
12.0	0.017644	0.499260
12.5	0.018396	0.499197
13.0	0.019150	0.499131
13.5	0.019907	0.499061

s0	p*	k*
14.0	0.020665	0.498880
14.5	0.021426	0.498915
15.0	0.022189	0.498838
15.5	0.022955	0.498758
16.0	0.023723	0.498675
16.5	0.024494	0.498589
17.0	0.025268	0.498500
17.5	0.026044	0.498409
18.0	0.026823	0.498314
18.5	0.027606	0.498217
19.0	0.028391	0.498117
19.5	0.029179	0.498013
20.0	0.029971	0.497907
20.5	0.030766	0.497798
21.0	0.031564	0.497686
21.5	0.032366	0.497570
22.0	0.033171	0.497452
22.5	0.033980	0.497331
23.0	0.034792	0.497206
23.5	0.035608	0.497078
24.0	0.036428	0.496947
24.5	0.037252	0.496813
25.0	0.038080	0.496676
25.5	0.038912	0.496536
26.0	0.039748	0.496392
26.5	0.040589	0.496245
27.0	0.041434	0.496094

s0	p*	k*
27.5	0.042283	0.495940
28.0	0.043136	0.495783
28.5	0.043994	0.495622
29.0	0.044857	0.495458
29.5	0.045724	0.495290
30.0	0.046596	0.495119
30.5	0.047473	0.494944
31.0	0.048355	0.494766
31.5	0.049242	0.494584
32.0	0.050134	0.494398
32.5	0.051031	0.494209
33.0	0.051933	0.494016
33.3	0.052840	0.493819
34.0	0.053753	0.493618
34.5	0.054671	0.493414
35.0	0.055595	0.493205
35.5	0.056520	0.492993
36.0	0.057460	0.492776
36.5	0.058400	0.492556
37.0	0.059347	0.492332
37.5	0.060299	0.492103
38.0	0.061258	0.491871
38.5	0.062222	0.491634
39.0	0.063192	0.491393
39.5	0.064169	0.491148
40.0	0.065152	0.490898

Tabel 2.10 nilai p* dan k* untuk LS = 1

(Sumber: peraturan perencanaan geometrik jalan raya, 1997)



Gambar 2.7 Tikungan *Spira-Spiral*

Keterangan :

Es	=	Jarak dan PI ke busur lingkaran
Ts	=	Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST
TS	=	Titik dari tangen ke spiral
SC	=	Titik dari spiral ke lingkaran
Re	=	Jari-jari lingkaran
k	=	Absis dan p pada garis tangen spiral
p	=	Pergeseran tangen terhadap spiral

2.6.6 Kemiringan melintang

Pada jalan lurus kendaraan bergerak tanpa membutuhkan kemiringan melintang jalan. Tetapi agar air hujan yang jatuh diatas permukaan jalan cepat mengalir ke samping dan masuk ke selokan samping, maka dibuatkan kemiringan melintang jalan yang umum disebut sebagai kemiringan melintang normal. Besarnya kemiringan melintang normal ini sangat tergantung dari jenis lapis permukaan yang dipergunakan. Semakin kedap air muka jalan tersebut semakin landai kemiringan melintang jalan yang dibutuhkan, sebaliknya lapis permukaan yang mudah dirembesi oleh air harus mempunyai kemiringan melintang jalan yang cukup besar, sehingga kerusakan konstruksi perkerasan dapat dihindari. Besarnya kemiringan melintang ini (e_n) berkisar antara 2 – 4%.

2.6.7 Menentukan stationing

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

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

2.6.8 Superelevasi

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

1. Tikungan *Full Circle*

$$d = B \quad (m) \dots \dots \dots (2.25)$$

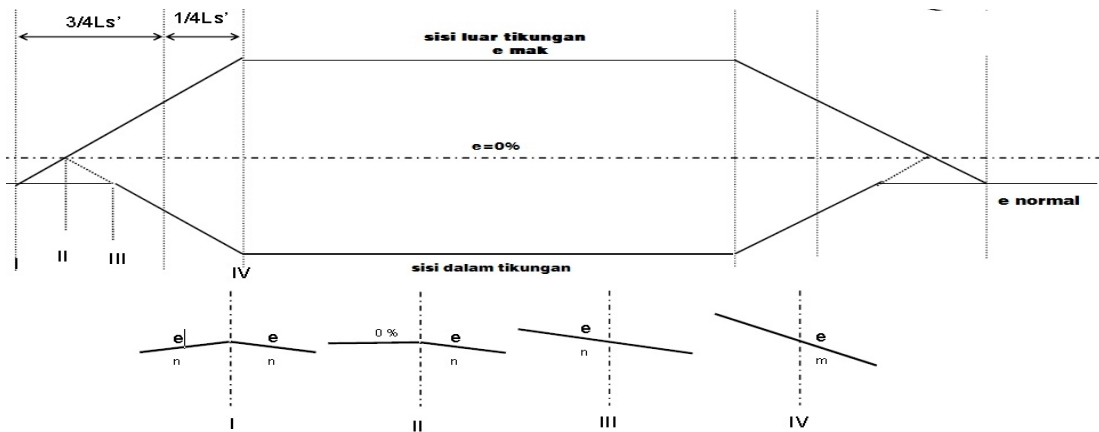
Dimana	:	d	=	Lebar jalan (m)
		s	=	Kemiringan jalan
		B	=	Perubahan pelebaran jalan (m)

$$e_{\text{normal}} = e_{\text{mak}} = \frac{1/2b}{(1/2b + b')} \dots \dots \dots (2.26)$$

Harga e_{mak} dan e_n didapat dalam tabel berdasarkan harga L_s yang dipakai :

$$L_s = B \cdot e_m \cdot M$$

Dimana	:	L_s	=	Panjang lengkung peralihan
		E_m	=	kemiringan lengkung melintang maksimum
		M	=	1 (landai relatif maksimum antara tepi perkerasan)



Gambar 2.8 Metoda pencapaian superelevasi pada tikungan FC (contoh untuk tikungan kekiri)

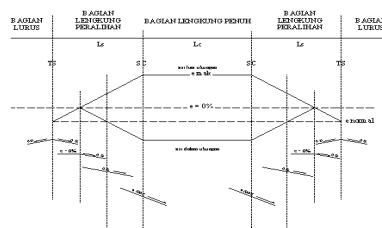
2. **Tikungan spiral-circle-spiral**

$$d = \frac{e_{\max} + e_n}{2s} \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana : S = pencapaian kemiringan

$$d = \frac{e_n + b}{2s}$$

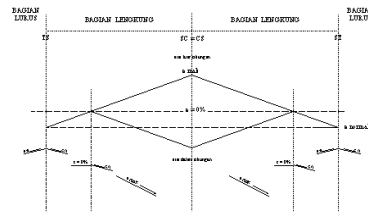
Harga e_{\max} dan e_n didapat dari tabel berdasarkan harga Ls yang dipakai



Gambar 2.9 Metoda pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SCS (contoh untuk tikungan ke kanan)

3. **Tikungan spiral-spiral**

Untuk tikungan ini, kemiringan yang timbul adalah sebesar e_n seperti terlihat pada diagram super elevasi gambar, yang dihitung berdasarkan rumus-rumus seperti terlihat dalam alinyemen horizontal.



Gambar 2.10 Metode pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SS
(contoh untuk tikungan kekanan)

2.6.9 Pelebaran perkerasan jalan pada tikungan

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

Adapun rumus-rumus yang berlaku untuk menghitung pelebaran pada tikungan :

$$B = n (b'+c) + (n-1) Td + Z \quad (m) \dots\dots\dots (2.28)$$

- Dimana :
- B = Lebar perkerasan pada tikungan (m)
 - n = Jumlah jalur lalu lintas
 - b' = Lebar lintas kendaraan pada tikungan (m)
 - Td = Lebar melintang akibut tonjolan depan (m)
 - Z = Lebar tambahan akibut kelainan dalam mengemudi (m)
 - c = Kebebasan samping (0,80 m)

$$b' = b + R - \dots\dots\dots (2.29)$$

dimana b' = penambahan lebar pengerasan yang diperlukan (m)

b = lebar lajur (m)

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

P = jarak antara gandar (m)

$$Td = - R \dots\dots\dots (2.30)$$

Dimana : Td = lebar penambahan untuk tonjolan depan (m)

R = jari-jari tikungan (m)

A = panjang bagian depan kendaraan di ukur dari as roda depan pada saat menikung (diambil 1,2 m)

P = jarak anatar gandar (diambil 6,1 m)

$$Z = 0,105 \dots\dots\dots (2.31)$$

Dimana : V = kecepatan rencana (km/jam)

R = jari-jari tikungan

Rumus ini dipakai bila $\frac{1000}{R} \leq 6$ (dapat ditentukan dalam grafik) dan bila hasil perhitungan $b <$ lebar jalan pada bagian lurus mak tikungan tidak perlu ada

pelebaran. Hal ini bisa terjadi pada tikungan dengan jari-jari yang besar ($R > 1200$ m) dan sudut tangent kecil (mendekati 100).

Pelebaran perkerasan pada tikungan ini dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan kendaraan akan keluar dari jalurnya karena kecepatan yang terlalu tinggi. Pelebaran ini dilakukan sepanjang pencapaian superelevasi (dalam diagram superelevasi).

2.6.10 Jarak pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam perencanaan jalan raya ditunjukkan untuk mendapatkan keamanan yang setinggi-tingginya bagi lalu lintas. Adapun jarak-jarak pandang tersebut adalah :

a. Jarak pandang henti

Jarak pandang henti adalah jarak yang diperlukan oleh pengemudi kendaraan untuk menghentikan kendarannya. Jarak pandang henti minimum harus dapat memungkinkan kendaraan melaju dengan kecepatan maksimum pada jalan raya. Suatu jalan raya harus direncanakan jarak pandang hentinya yang lebih besar atau paling tidak jaraknya sama dengan jarak henti minimum.

Jarak pandang henti terdiri dari dua elemen ,yaitu:

1. Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti saat mengemudi menginjak rem.
2. Jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti diformulasikan dengan berdasarkan asumsi: tinggi mata pengemudi 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diatas permukaan jalan. Rumus untuk menentukan jarak pandang henti sebagai berikut:

$$Jh = Jht + Jhr$$

Untuk jalan datar :

$$Jh = 0,694 V_R + 0,004 \dots\dots\dots(2.32)$$

Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$Jh = 0,694 VR + 0,004 \dots\dots\dots(2.33)$$

Di mana :

Jh = jarak pandang henti ,(m)

V_R = kecepatan rencana, (km/jam)

f_p = koefesien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, f_p akan semakin kecil jika kecepatan (VR) semakin tinggi dan sebaliknya.

L = landai jalan dalam (%) dibagi 100.

Nilai jarak pandang henti (jh) minimum dapat menggunakan hasil hitungan dan juga dapat dihitung sebagaimana pada tabel 2.11

Tabel 2.11 jarak pandang henti (jh) minimum

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh minimum (m)	450	175	120	75	55	40	27	16

(Sumber : tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota 1997)

b. Jarak pandang mendahului

Jarak pandang mendahului adalah panjangnya bagian jalan yang diperlukan oleh pengemudi kendaraan untuk mengadakan gerakan mendahului atau menyalip kendaraan lain

yang lebih lambat. Jarak pandang mendahului dapat dihitung dengan rumus :

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots(2.34)$$

$$d_1 = 0,278 t_1 \left(V - m + \frac{a t_1}{2} \right) \dots\dots\dots(2.35)$$

$$d_2 = 0,278 \cdot V \cdot t_2 \dots\dots\dots(2.36)$$

d_3 = diambil 30-100 meter (berdasarkan buku Dasar-dasar Geometrik Jalan, penerbit NOVA)

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 \dots\dots\dots(2.37)$$

Dimana :

- d = Jarak pandang mendahului datar
- d_1 = Jarak yang ditempuh selama waktu reaksi oleh kendaraan yang hendak mendahului dan membawa kendaraannya yang hendak membelok ke lajur kanan.
- d_2 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang menyiap selama berada dalam lajur kanan.
- d_3 = Jarak bebas yang ada antara kendaraan yang berlawanan arah setelah gerakan mendahului dilakukan.
- d_4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang berlawanan arah selama 2/3 dari waktu yang diperlukan oleh kendaraan mendahului berada pada lajur sebelah kanan atau sama dengan 2/3 d_2 .

Tabel 2.12 Panjang jarak pandang mendahului

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

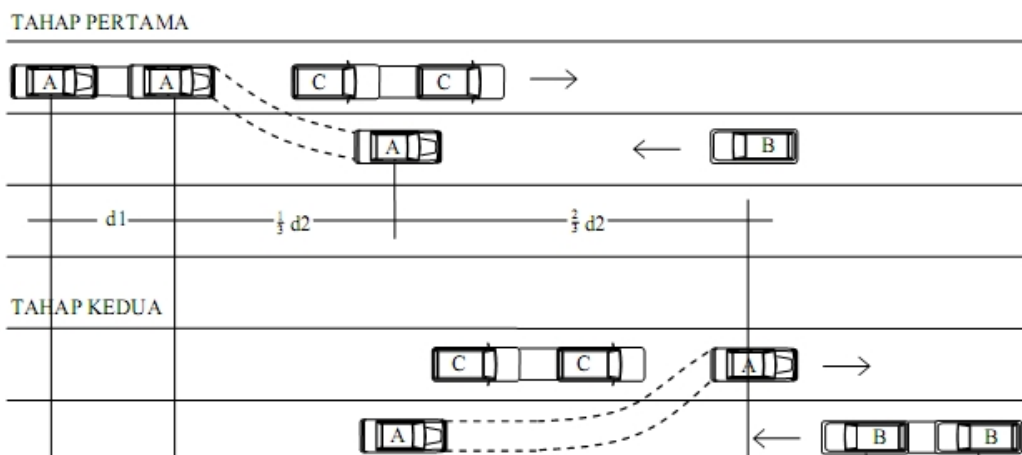
(sumber: tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota 1997)

Daerah yang mendahului harus disebar disepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut:

Adapun asumsi yang diambil dalam perhitungan adalah:

1. Kendaraan yang disalip berjalan dengan keadaan tetap.
2. Sebelum penyiap berada dijalur lawan, ia telah mengurangi kecepatan selama mengikuti kendaraan yang akan disalip.
3. Bila saat penyiapan tiba,penyiap memerlukan waktu berpikir mengenai amannya daerah penyiapan.
4. Penyiapan dilakukan dengan "start terlambat" dan bersegera untuk kembali ke jaliur semula dengan kecepatan rata-rata 10 mph lebih tinggi dari kendaraan yang disalip.
5. Pada waktu kendaraan penyiap telah kembali jalur asal, masih ada jarak dengan kendaraan lawan.

Gambar proses pergerakan mendahului untuk jarak pandang mendahului dapat dilihat pada gambar 2.11



- c. Ketentuan untuk mengukur jarak pandangan

Jarak pandang diukur dari mata pengemudi ke puncak penghalang. Untuk jarak pandang henti, ketinggian mata pengemudi adalah 125 cm dan ketinggian penghalang adalah 10 cm, sedang untuk jarak pandang menyiap ketinggian penghalang 125 cm.

2.6.11 Kebebasan samping pada tikungan

Sesuai dengan panjang jarak pandang yang diperlukan, baik jarak pandang henti maupun jarak pandang menyiap maka diperlukan kebebasan samping. Pada tikungan ini tidak selalu harus dilengkapi dengan kebebasan samping (jarak pembebasan). Hal ini tergantung pada :

- a. Jari-jari tikungan (R).
- b. Kecepatan rencana (Vr) yang langsung berhubungan dengan jarak pandang (S).
- c. Keadaan medan lapangan.

Seandainya pada perhitungan diperlukan adanya kebebasan samping akan tetapi keadaan memungkinkan, maka diatasi dengan memberikan atau memasang rambu peringatan sehubungan dengan kecepatan yang diizinkan.

Dalam meninjau jarak kebebasan samping suatu tikungan ada dua teori pendekatan :

- 1. Jarak pandang lebih kecil dari panjang tikungan (S<L)

- AB = Garis pandang
- ACB = Jarak pandang (S)
- STCTS = Panjang tikungan (L)
- m = Ordinat tengah sumbu jalur dalam ke jarak penghalang
- Ø = Setengah sudut pusat busur lingkaran sepanjang S (Ø)

perhatikan Δ ODA

$$\cos \theta = \frac{R - m}{R} \text{ atau } m = R (1 - \cos \theta)$$

$$\frac{S}{2\pi R} = \frac{2 \cdot \theta}{360} \text{ atau } \theta = \frac{90^\circ \cdot S}{\pi R}$$

$$\text{jadi } m = R \left(1 - \cos \frac{90^\circ \cdot S}{\pi R} \right) \dots\dots\dots(2.38)$$

- 2. Jarak pandang lebih besar dari panjang tikungan (S>L)

- S = L + 2d
- d = ½ (S - L)
- FG = d sin Ø
- CF = R (1 - cos Ø)

Rumus menjadi

$$m = R(1 - \cos \theta) + \frac{1}{2}(S-L) \sin \theta \dots \dots \dots (2.39)$$

Dimana : $\theta = \frac{90^\circ L}{\pi R}$

Rumus ini merupakan rumus-rumus umum yang biasa digunakan oleh Bina Marga. Adapun standard yang biasa digunakan oleh Bina Marga ini dapat disatukan dengan menggunakan grafik II "PPGJR".

Adapun caranya sebagai berikut :

Dari harga V = Didapat harga S = (dari daftar II)

atau $S = 0,278 V \cdot t$ (t = 2,5 detik)

$$R = \text{jari-jari tikungan atau } R \text{ min} = \frac{V^2}{127(e + fm)}$$

R' = jari-jari as jalur dalam

R' = R - ¼ lebar jalan

= R - ½ lebar jalur

Hitung Harga = $\frac{L}{R} = \dots \dots \dots$ dan $\frac{L}{S}$

Dengan grafik II

Didapat : $\frac{m}{S}$ maka didapat harga : m

Catatan :

Bila dipakai $S < L$ maka $\frac{L}{R}$ diganti dengan $\frac{S}{R}$ dan $\frac{L}{S} = 1$

2.7 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap keadaan muka tanah asli, sehingga memberikan gambaran terhadap kemampuan kendaraan dalam keadaan naik dan bermuatan penuh (untuk itu truk digunakan sebagai kendaraan standard).

Alinyemen vertikal sangat erat hubungannya dengan biaya konstruksi jalan, biaya penggunaan kendaraan dan jumlah lalu lintas. Jika pada alinyemen horizontal (bagian tikungan), maka pada alinyemen vertikal yang merupakan bagian kritis justru pada bagian yang lurus. Kemampuan pendakian dari kendaraan truk dipengaruhi oleh panjang pendakian (panjang kritis landai) dan juga besarnya landai.

2.7.1 Kelandaian maksimum

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksud agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya pembangunan sangat memaksa dan hanya untuk jarak pendek.

Panjang maksimum landai yang masih diterima tanpa mengakibatkan gangguan jalannya arus lalu lintas yang berarti biasanya disebut dengan istilah panjang kritis landai. Panjang ini mengakibatkan pengurangan kecepatan maksimum sebesar 25 km/jam bila pertimbangan biaya memaksa, maka panjang kritis dapat dilampaui dengan syarat ada jalur khusus untuk kendaraan berat. Pada tabel 2.13 dapat dilihat landai maksimum.

Tabel 2.13
Landai maksimum

Landai max %	3	3	4	5	8	9	10	10
V _R (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

Landai maksimum saja tidak cukup merupakan faktor penentu dalam suatu perencanaan alinyemen vertikal, karena jarak yang pendek memberikan faktor pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan jarak yang panjang pada kelandaian yang sama. Kelandaian yang besar akan mengakibatkan penurunan kecepatan pada kendaraan truk yang cukup berarti, jika kelandaian tersebut dibuat panjang pada jalan yang cukup panjang tetapi sebaliknya akan kurang berarti jika panjang jalan dengan kelandaian tersebut hanya pendek saja.

Panjang kritis adalah panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa, sehingga penurunan kecepatan yang terjadi tidak lebih dari separuh kecepatan rencana (V_R). lama perjalanan tersebut tidak lebih dari satu menit. (Hamirhan Saodang, 2004).

Tabel panjang kritis dapat dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14 panjang kritis (m)

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

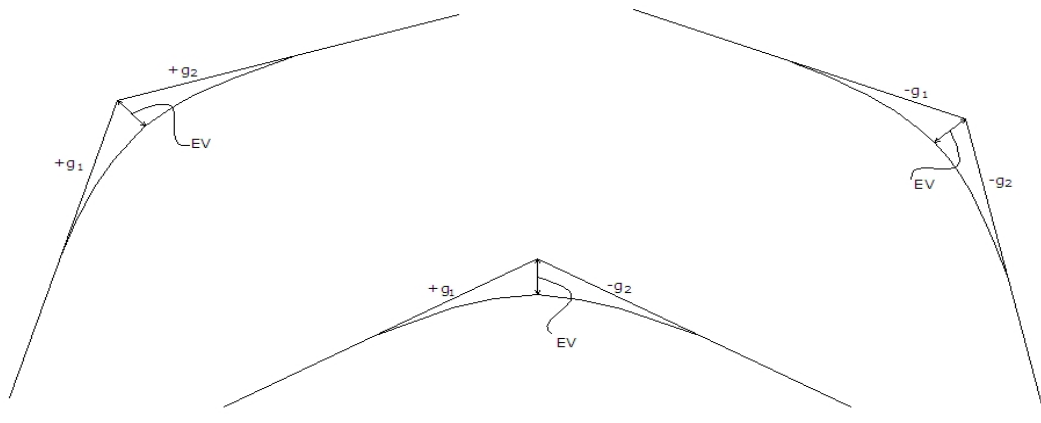
(Sumber : geometrik jalan, Hamirhan Saodang, 2004)

2.7.2 Lengkung vertikal

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

Lengkung vertikal ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu :

a. **Lengkung vertikal cembung**



Gambar 2.12 Lengkung vertikal cembung

Bentuk persamaan umumnya :

$$Y' = \frac{(q_2 - q_1)x^2}{2L} \dots\dots\dots(2.40)$$

Rumusan untuk lengkung vertikal cembung adalah :

$$Y' = Ev = \frac{(AL_V)}{800} \dots\dots\dots(2.41)$$

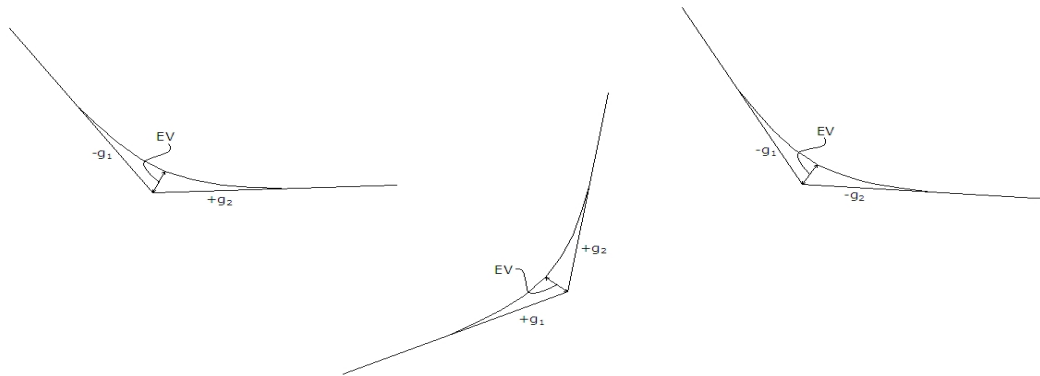
$$A = [q_2 - q_1] \dots\dots\dots(2.42)$$

Dimana :

- Ev = Penyimpangan kedua dari titik potong kedua tangen kelengkungan vertikal.
($Y' = Ev$ ntuk $x = \frac{1}{2} L$)
- L = Panjang lengkung vertikal cembung, adapun panjang umumnya ditentukan berdasarkan :

1. Syarat pandang henti drainage (lihat grafik III “PPGJR”).
2. Syarat pandang menyiap (grafik IV dari “PPGJR”).

b. Lengkung vertikal cekung



Gambar 2.13 Lengkung vertikal cekung

Analogi dengan penjelasan pada lengkung vertikal cembung hanya panjang lengkung cekung selalu ditentukan berdasarkan jarak pandangan waktu malam dan syarat drainage sebagaimana tercantum dalam grafik V “PPGJR”.

Catatan :

Pada alinyemen vertikal tidak selalu dibuat lengkung dengan jarak pandang menyiap akan tetapi tergantung pada klasifikasi medan.

Dalam menentukan harga A = q2-q1 ada dua cara, yaitu :

- a. Bila persen ikut serta dihitung maka rumus yang digunakan seperti pada lengkung cembung.
- b. Bila persen tidak digunakan dalam rumus maka rumus menjadi :

$$Y' = E_v = \frac{(q_2 - q_1)}{8} \times L_v \dots\dots\dots(2.43)$$

2.8 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perkerasan jalan adalah suatu bagian konstruksi jalan yang terletak diatas tanah dasar yang bertujuan untuk melewati lalu lintas dengan aman dan nyaman serta menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar.

2.8.1 Jenis perkerasan

Bila ditinjau dari bahan campurannya, perkerasan jalan terdiri atas dua macam, yaitu :

- a. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

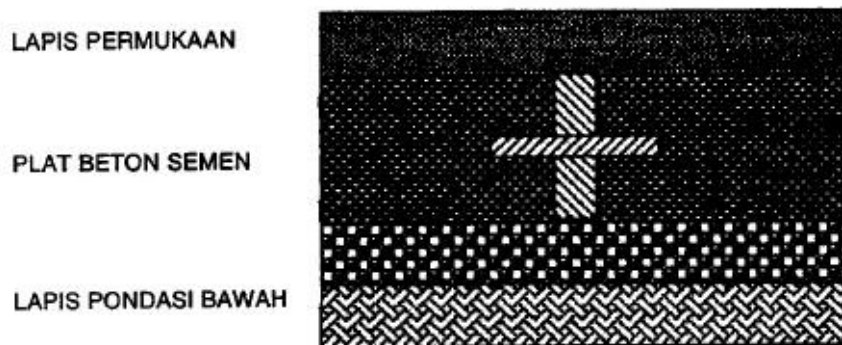
yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton bertulang atau bahan-bahan yang bersifat kaku. Perkerasan kaku ini menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan di letakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

Keuntungan menggunakan perkerasan kaku adalah:

- a. Umur pelayanan panjang dengan pemeliharaan yang sederhana;
- b. Durabilitas baik;
- c. Mampu bertahan pada banjir yang berulang, atau genangan air tanpa terjadinya kerusakan yang berarti.(Silvia Sukirman,1995).

Kerugian menggunakan perkerasan kaku adalah:

- Kekesatan jalan kurang baik dan sifat kekasaran permukaan dipengaruhi oleh proses pelaksanaan;
- Memberikan kesan silau bagi si pengguna jalan;
- Membutuhkan lapisan tanah dasar yang memiliki penurunan (*settlement*) yang homogen agar pelat beton tidak retak. (Silvia Sukirman,1995)



Gambar 2.14 Perkerasan kaku (<http://www.civiliana.com>)

b. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

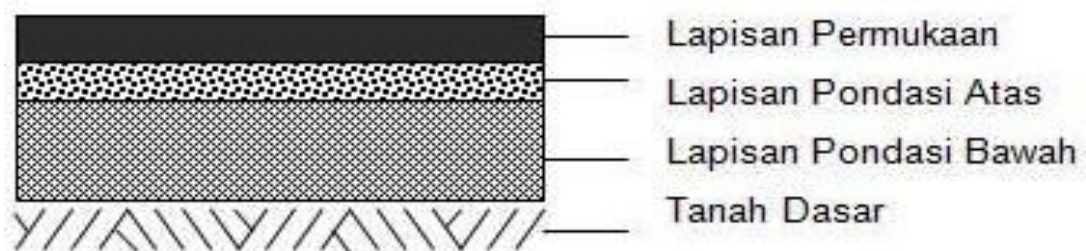
Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dan agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku atau lentur. Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

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. (Silvia Sukirman,1995).

Kerugian menggunakan perkerasan lentur adalah:

- Tebal struktur perkerasan lebih tebal dari pada perkerasan kaku;
- Kelenturan dan saifat kohesi berkurang selama masa pelayanan;
- Frekuensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku;
- Tidak baik digunakan jika sering digenangi air;
- Membutuhkan agregat lebih banyak. (Silvia Sukirman,1995).



Gambar 2.15 Perkerasan lentur

2.8.2 Umur rencana

Umur rencana adalah jangka waktu sejak jalan raya tersebut dibuka sampai hingga saat diperlukan perbaikan atau telah dianggap perlu untuk memberi lapisan perkerasan baru.

Pada jalan baru yang diperlukan suatu umur rencana, karena kita dapat mengetahui kapan jalan tersebut harus mengalami perbaikan atau peningkatan. Umur rencana ditentukan berdasarkan pertimbangan klasifikasi jalan, pola lalu lintas dan pengembangan wilayah.

2.8.3 Tanah dasar

Tanah dasar atau tanah asli adalah permukaan tanah semula sebelum dilakukan pelaksanaan galian dan timbunan yang merupakan perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

Perkerasan jalan diletakkan diatas tanah dasar, dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan yang tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing jenis tanah tergantung dari tekstur, kadar air, kondisi lingkungan dan lain sebagainya.

Masalah-masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar adalah :

- a. Perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tertentu akibat lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sulit ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda.
- d. Perbedaan akibat penurunan terdapatnya lapisan tanah lunak dibawah tanah dasar akibat terjadinya perubahan bentuk tetap.

2.8.4 Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan pondasi bawah merupakan lapisan kedua dalam yang menyebarkan beban yang diperoleh dari lapisan yang diatas seperti kerikil alam (tanpa proses). Pasir kerikil atau lempung kepasiran. Lapisan pondasi bawah terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Adapun fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda ke tanah dasar;
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan diatasnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi);
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan pondasi;
- d. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar;
- e. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas. (Silvia Sukirman, 1995).

2.8.5 Lapisan pondasi (*Base course*)

Lapisan pondasi adalah lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Lapisan pondasi atas merupakan lapisan utama dalam yang menyebarkan beban badan, perkerasan umumnya terdiri dari batu pecah (kerikil) atau tanah berkerikil yang tercantum dengan batuan pasir dan pasir lempung dengan stabilitas semen, kapur dan bitumen.

Adapun fungsi dari lapisan pondasi atas adalah :

- a. Sebagai perletakan terhadap lapisan permukaan;
- b. Melindungi lapisan dibawahnya dari pengaruh luar;

- c. Untuk menerima beban terusan dari lapisan permukaan;
- d. Untuk memperkuat lapisan dibawahnya dari bahaya deformasi.(Silvia Sukirman,1995).

2.8.6 Lapisan permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan merupakan lapisan teratas dari suatu perkerasan yang biasanya terdiri dari lapisan bitumen sebagai penutup lapisan permukaan. Pemilihan bahan untuk lapisan permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan umur rencana serta penahapan konstruksi agar dapat dicapai manfaat yang sebenarnya dari biaya yang dikeluarkan.

Adapun fungsi lapisan permukaan adalah :

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda;
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi perusakan akibat pengaruh cuaca;
- c. Sebagai lapisan aus;(Silvia Sukirman,1995).

2.8.7 Jenis-jenis material

Beberapa jenis material yang sering digunakan pada konstruksi jalan antara lain :

- 1. Sirtu/Agregat

Berbagai macam bahan yang digunakan untuk pekerjaan lapisan ATB, dijelaskan pada uraian-uraian dibawah ini. Merupakan hasil dari percobaan di laboratorium dan penerapan dilapangan yang tertulis dalam Job Mix Formula (JMF) yang disesuaikan dengan persyaratan-persyaratan didalam spesifikasi.

- a. Persyaratan umum agregat

Agregat yang digunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- 1. **Bahan yang digunakan dalam pembuatan Hot Mix terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan aspal.**
- 2. Agregat haruslah bersih, keras dan awet serta mempunyai pelekak terhadap aspal 95%.
- 3. Agregat halus yang digunakan harus bersih, keras dan bebas dari gumpalan lempung dan dapat berupa pasir alam maupun pasir buatan.
- 4. Aspal adalah bahan pengikat agregat dan merupakan penutup lapis perkerasan dari pengaruh air. Umumnya digunakan aspal dengan penetrasi 60/70 atau 70/100.

- b. Persyaratan khusus agregat

Bahan-bahan harus terlebih dahulu diperiksa mutu dan gradasinya, sehingga bahan yang digunakan hanyalah yang memenuhi persyaratan.

- 1. Agregat Kasar

Agregat yang digunakan adalah batu pecah yang kering, dengan persyaratan sebagai berikut:

- a. **Keausan agregat yang diperiksa dengan mesin los angles pada 500 putaran harus mempunyai nilai minimum 40%**
- b. Kelekatan terhadap aspal harus lebih besar dari 95%
- c. Indeks kepipihan agregat maksimum 25%
- d. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%
- e. Berat jenis semu atau apparent agregat minimum 2.5%
- f. Gumpalan lempung agregat maksimum 0.25%
- g. Bagian-bagian batu yang lunak dari agregat maksimum 5%

Yang termasuk agregat kasar dalam pembuatan dan perencanaan ATB ini adalah splitte dan screen.

- a. Splitte adalah agregat atau batu pecah dari hasil stone crusher yang lolos saringan No. 1 dan tertahan saringan No. 8. sifat dan fungsi splitte dalam campuran ATB ini

adalah sebagai agregat kasar yang memperkeras permukaan jalan dan menunjang stabilitas kekuatan lapisan ATB.
 b. Screen adalah agregat atau batu pecah yang begradasi medium 3/8 samapai No. 8. sifat dan fungsi screen dalam campuran ATB ini adalah sebagai bahan pengisi diantara agregat kasar dan halus serta untuk menunjang stabilitas kekuatan lapisan ATB.

2. Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari bahan-bahan yang berbidang kasar, bersudut tajam dan bersih dari kotoran-kotoran atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki.
 Agregat halus terdiri dari pasir bersih, bahan halus hasil pemecahan batu atau kombinasi dari bahan-bahan tersebut dan dalam keadaan kering.

Agregat halus mempunyai syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Berat jenis semua (apparent) maksimum 2.50.
- b. Peresapan agregat terhadap air maksimum 3%.

Yang termasuk agregat halus dalam pembuatan dan perencanaan campuran ATB ini adalah pasir dan abu batu.

1. Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir alam atau buatan yang harus bebas dari lempung 1%, bersih dan keras. Kegunaan pasir dalam campuran ini adalah sebagai bahan pengisi pada campuran ATB dan memperkecil rongga udara.

2. Abu Batu

Abu batu adalah agregat dari hasil stone crusher yang begradasi lolos saringan No. 4. sifat dan fungsi abu batu dalam pembuatan dan pencampuran ATB ini adalah untuk memperkecil rongga udara pada campuran ATB dan juga berfungsi sebagai bahan pengisi.

2. Aspal

Aspal yang digunakan adalah jenis aspal minyak atau aspal semen. Aspal yang digunakan untuk campuran ATB adalah jenis aspal keras, sedangkan untuk lapisan perekat digunakan aspal cair yaitu campuran aspal dengan :

a. Aspal keras

Aspal yang digunakan untuk campuran ATB adalah aspal dengan penetrasi 60/70 atau aspal dengan penetrasi 80/100 yang memenuhi persyaratan pada tabel persyaratan aspal keras.

b. Aspal cair

Aspal yang digunakan untuk lapisan peresap dan lapisan pengikat adalah sebagai berikut :

- 1. Untuk lapisan peresap pengikat (prime coat) digunakan aspal cair dengan campuran 30/70 yaitu 30% minyak tanah dan 70% aspal.
- 2. Untuk lapisan pengikat (tack coat) digunakan aspal cair dengan campuran 40/60 yaitu 40% minyak tanah dan 60% aspal.

2.8.8 Tahapan dalam mendesain tebal perkerasan

Dalam mendesain tebal perkerasan tahapan-tahapan yang harus dilaksanakan antara lain :

- a. Menentukan nilai LHR setiap jenis kendaraan pada awal umur rencana dan menghitung angka ekuivalen.
- b. Menghitung lintas ekuivalen permulaan (LEP).

$$LEP = \sum_{j=i}^n LHR_j x C_j x E_j \dots\dots\dots(2.44)$$

Dimana : C_j = Koefesien distribusi kendaraan, diperoleh dari tabel.
 E_j = Angka ekuivalen setiap kendaraan, didapatkan dari tabel.

c. Menghitung lintas ekuivalen akhir ()

$$= \sum_{j=1}^n LHR_j(1+i)^{UR} x C_j x E_j \dots\dots\dots(2.45)$$

Dimana : n = Umur rencana jalan.
i = Angka pertumbuhan lalu lintas (%).

d. Menghitung lintas ekuivalen tengah (LET).

$$LET = \frac{1}{2} (LEP + LEA) \dots\dots\dots(2.46)$$

e. Menghitung lintas ekuivalen rencana (LER).

$$LER = LET \cdot \frac{UR}{10} \dots\dots\dots(2.47)$$

f. Mencari harga indeks tebal perkerasan () berdasarkan data-data CBR, Ipo, Ipt, LER dan FR.

Tabel 2.15
Harga faktor regional (FR)

IKLIM	KELANDAIAAN (<6%)		KELANDAIAAN (6%-10%)		KELANDAIAAN (<10%)	
	% KENDARAAN BERAT					
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
IKLIM I <900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
IKLIM II <900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

(Sumber : SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-1732-1989)

Catatan : Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m). FR ditambah dengan 0,5. pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0

g. Menetapkan tebal perkerasan

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

Dimana : ITP = Indeks tebal perkerasan
a = Koefesien kekuatan relative bahan perkerasan.
D = Tebal masing-masing perkerasan (cm)

Untuk menetapkan tebal masing-masing lapis perkerasan dapat menggunakan tabel 2.16 sedangkan koefesien kekuatan relatif masing-masing bahan di tunjukkan pada tabel 2.17

Tabel 2.16 tebal minimum tiap lapisan (cm)

ITP	Tebal minimum	Bahan
Lapis permukaan		
<3,00	5	Lapis pelindung: (buras/burtu/burda)
3,00-6,70	5	Lapen/aspal macadam,HRA, lasbutag,laston
6,71-7,49	7,5	Lapen/aspal macadam,HRA, lasbutag,laston
7,50-9,99	7,5	Lasbutag,laston
≥10,00	10	Laston
Lapis pondasi atas		
<3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3,00-7,49	20 *)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,stabilisai tanah dengan kapur

	10	Laton atas
7,50-9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan seemen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam laston atas
	15	Laston atas
10-12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan seemen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam,lapen, laston atas.
≥12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan seemen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam,lapen, laston atas
Lapis pondasi bawah		
Untuk setiap ITP, tebal minimum adalah 10 cm.		

(Sumber: Perkerasan Lentur Jalan Raya,1995)

Catatan = *) batas 20 cm dapat diturunkan menjadi 15 cm bila lapis pondasi bawah digunakan material-material kasar

Tabel 2.17
Koefisien kekuatan relative

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan bahan			Jenis bahan
A1	A2	A3	MS (Kg)	Kt (kg/cm2)	CBR (%)	
0,40 0,35 0,32 0,30 0,35			744 590 454 340 744			laston
0,31 0,28			590 454			asbuton
0,26			340			Hot rolled asphalt
0,30			340			Aspal Macadam
0,26			340			LAPEN (mekanis)
0,25 0,20						LAPEN (mekanis)
	0,28 0,26		590 454			Laston atas
	0,24 0,23		340			LAPEN (mekanis)
	0,19					Stabilisasi tanah dengan semen
	0,15			22		
	0,13			18		
	0,15			22		Stabilisasi tanah Dengan kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Pondasi macadam

2.10.2 Analisa satuan harga pekerjaan

Yang dimaksud dengan analisa satuan harga adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam satu proyek. Guna dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat didalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya. Adapun yang termasuk didalam analisa satuan harga ini adalah :

a. Analisa harga satuan pekerjaan

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

b. Analisa satuan alat berat

Perhitungan analisa satuan alat berat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu :

1. Pendekatan *on the job*, yaitu pendekatan yang dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan produksi berdasarkan data yang diperoleh dari data hasil lapangan dan data ini biasanya didapat dari pengamatan observasi lapangan.
2. Pendekatan *off the job*, yaitu pendekatan yang dipakai untuk memperoleh hasil perhitungan berdasarkan standar yang biasanya ditetapkan oleh pabrik pembuat.

2.10.3 Perhitungan volume pekerjaan

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

2.10.4 Perhitungan rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang samaakan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara sebagai berikut :

1. Anggaran biaya kasar (taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap meter persegi (m²) luas lantai. Anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti.

2. Anggaran biaya teliti

Yang dimaksud dengan anggaran biaya teliti, ialah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Pada anggaran biaya kasar sebagaimana diuraikan terdahulu, harga satuan dihitung berdasarkan harga taksiran setiap luas lantai m². Taksiran tersebut haruslah berdasarkan harga yang wajar, dan tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

Sedangkan penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh :

a) Bestek

Gunanya untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat

b) Gambar bestek

Gunanya untuk menentukan/menghitung/ besarnya masing-masing volume pekerjaan.

c) Harga satuan pekerjaan

Didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisa BOW.

2.10.5 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.