

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Geometrik

Menurut Ir. Hamirhan Saodang, Desain geometrik jalan merupakan bagian dari suatu perencanaan atau perancangan konstruksi jalan yang meliputi rancangan pola arah dan visualisasi dimensi nyata dari suatu trase jalan dan bagian lainnya kemudian disesuaikan dengan persyaratan parameter kendaraan, lalu lintas dan juga bagi pengendara jalan. Dengan adanya desain geometrik ini diupayakan agar dapat menyesuaikan hubungan antara faktor yang berkaitan dengan parameter tersebut. Dalam perencanaanya harus direncanakan sedemikian rupa agar jalan tersebut dapat memberikan pelayanan yang optimal. Pada umumnya perencanaan geometrik jalan mencakup aspek yang berhubungan dengan lebar jalan, tikungan, kelandaian jalan, jarak pandang, ruas jalan, perlintasan suatu jalan. Untuk desain geometrik sendiri akan menekankan pada parameter yang berkaitan langsung dengan karakter lalu lintas dan turunannya.

2.1.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Pada daerah yang tidak memiliki layanan data curah hujan, maka dapat menggunakan data dari stasiun diluar daerah layanan yang dianggap masih dapat mewakili. Penggunaan jumlah data curah hujan yang diperlukan atau digunakan minimal 10 tahun.

2.1.2 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan data yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan teknik jalan, hal ini dikarenakan kapasitas jalan yang akan dibuat akan tergantung dari komposisi lalu lintas yang digunakan pada suatu segmen jalan yang akan ditinjau. Besarnya volume atau arus lalu lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar lajur, pada satu jalur jalan dalam penentuan karakteristik geometrik, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau muatan

sumbu terberat yang akan berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan. Analisis data lalu lintas pada intinya dilakukan untuk menentukan kapasitas jalan, akan tetapi harus dilakukan bersamaan dengan perencanaan geometrik lainnya, karena saling terkait satu dengan lainnya. Unsur lalu lintas adalah benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas, sedangkan unsur lalu lintas di atas roda disebut dengan kendaraan.

2.1.3 Trase Jalan

Penentuan lokasi dan perencanaan suatu trase jalan sampai pada batas tertentu akan sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik dan topografi dan juga pada lahan yang akan dilalui. Trase suatu jalan dipengaruhi oleh keadaan tanah dasar, jika tanah dasar tersebut dalam keadaan kurang baik maka akan dilakukan penimbunan. Selain itu kondisi iklim juga bisa mempengaruhi penetapan dan penentuan lokasi dan bentuk daripada geometrik itu sendiri.

Dalam keadaan normal penentuan trase jalan dan pemetaan saat dilapangan tidak terlalu banyak memerlukan perbaikan tanah sehingga hanya dilakukan pekerjaan galian dan timbunan.

2.1.4 Peta Topografi

Persyaratan desain geometrik sendiri memiliki persyaratan dasar yang dikaitkan dengan beberapa kondisi diluar persyaratan teknis yang harus diperhatikan dalam perancangannya yaitu tinjauan lokasi jalan. penentuan lokasi dan perencanaan suatu jalan akan dipengaruhi oleh keadaan fisik dan topografi. Data topografi dalam penetapan trase jalan sangat memiliki peranan yang sangat penting, karena dapat mempengaruhi penetapan alinyemen, kelandaian jalan, jarak pandangan, penampang melintang, saluran tepi dan lainnya.

Untuk lokasi topografi pada daerah datar pengaruhnya tidak begitu nyata, penentuan trase dapat dengan bebas ditarik kemana saja dan disesuaikan dengan arah dan tujuan rute jalan yang direncanakan. Untuk daerah perbukitan atau daerah pegunungan topografi sangat mempengaruhi pemilihan lokasi serta penetapan

bagian jalan lainnya dan dapat mempengaruhi penetapan tipe jalan. Dibawah ini ditunjukkan klasifikasi medan jalan berdasarkan topografi.

Tabel 2.1 Klasifikasi Medan Jalan

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

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

2.2 Klasifikasi Jalan

2.2.1 Jalan Berdasarkan Fungsinya

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya dibagi menjadi empat jenis, antara lain sebagai berikut :

a. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan yang dapat melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi, serta jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien. Pada umumnya jaringan jalan ini melayani lalu lintas tinggi antara kota-kota penting. Jalan dalam golongan ini harus direncanakan dapat melayani lalu lintas cepat dan berat.

b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan yang dapat melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi. Pada umumnya jaringan jalan ini melayani lalu lintas yang cukup tinggi antara kota-kota yang lebih kecil dan juga melayani daerah sekitarnya.

c. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan yang dapat melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. Pada umumnya jaringan jalan ini digunakan untuk keperluan aktifitas daerah, juga dipakai sebagai jalan penghubung antara jalan dari golongan yang sama atau berlainan.

d. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri jarak perjalanan dekat dan kecepatan rendah.

2.2.2 Jalan Berdasarkan Kelasnya

Klasifikasi jalan berdasarkan pembagian kelas menurut UU No. 22 Tahun 2009 mengenai Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dikelompokkan sebagai berikut :

a. Jalan Kelas I

Jalan kelas I yang mencakup jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan MST kurang/sama dengan 10 ton. LHR diatas 20.000 smp. Jumlah jalur banyak, melayani lalu lintas berat dan cepat dan dalam komposisi lalu lintas tidak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor.

b. Jalan Kelas II

Jalan kelas II yang mencakup jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan MST 8 Ton dengan lebar kendaraan kurang dari 2500 mm. LHR antara 6.000 smp s.d 20.000 smp. Jalan 2 jalur atau lebih, dalam komposisi lalu lintas terdapat kendaraan lambat tetapi tidak terdapat kendaraan tanpa bermotor dan untuk lalu lintas lambat disediakan jalur tersendiri.

c. Jalan Kelas III (IIIA, IIIB, IIIC)

Jalan kelas III yang mencakup jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan MST 8 Ton dengan lebar kendaraan kurang dari 2100 mm. LHR relatif kecil. Jalan dengan jalur tunggal namun ada juga yang dua jalur dan merupakan jalur penghubung.

d. Jalan Kelas Khusus

Jalan kelas khusus yang mencakup jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2500 mm, ukuran panjang melebihi 18000 mm, ukuran paling tinggi 4200 mm MST lebih dari 10 ton.

Adapun pengelompokkan kelas jalan ini jika dalam bentuk tabel akan terlihat seperti berikut ini :

Tabel 2.2 Pembagian Kelas Jalan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kend Maksimum			Muatan Sumbu Terberat (Ton)
		Lebar (m)	Panjang (m)	Tinggi (m)	
I	Arteri, Kolektor,	2,5	18	4,2	10
II	Arteri, Kolektor,	2,5	12	4,2	8
	Lokal, Lingkungan				
III	Arteri, Kolektor,	2,1	9	3,5	8
	Lokal, Lingkungan				
Khusus	Arteri	>2,5	>18	4,2	>10

(Sumber : UU No. 22 Tahun 2009)

2.2.3 Jalan Berdasarkan Status

Adapun klasifikasi jalan berdasarkan status dan wewenang pengawasannya yang telah diatur menurut Undang-undang No. 2 Tahun 2022 memiliki lima status sebagai berikut :

- a. Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.
- b. Jalan Provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/ kota atau antar ibukota kabupaten/kota dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota.

2.2.4 Jalan Berdasarkan Penyediaan Prasarana

Adapun klasifikasi jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarananya yang telah diatur menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan Raya Tahun 2021, adalah sebagai berikut :

- a. Jalan Bebas Hambatan merupakan jalan dengan spesifikasi jalan umum yang melayani lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, dilengkapi dengan median, paling sedikit mempunyai 2 lajur setiap arah, dan lebar lajur paling sedikit 3,5 m.

- b. Jalan Sedang yaitu jalan umum yang melayani lalu lintas jarak sedang, paling sedikit dua lajur untuk dua arah dengan lebar jalur baku paling sedikit 7 m.
- c. Jalan Kecil yaitu jalan umum yang melayani lalu lintas setempat, paling sedikit mempunyai 2 lajur untuk dua arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 m.
- d. Jalan Lalu Lintas Rendah yaitu jalan umum yang melayani lalu lintas rendah (LHRTD < 2000 SMP/hari, atau $qJD < 200$ SMP/Jam), paling sedikit mempunyai 1 lajur untuk dua arah dengan lebar jalur paling sedikit 4,0 m.

2.3 Bagian Jalan

Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan 2022 bagian jalan terbagi atas :

1. Ruang Manfaat Jalan

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

- a. Lebar ruang bebas diukur di antara dua garis vertikal pada batas terluar ambang pengaman atas batas terluar Rumaja.
- b. Tinggi ruang bebas minimal 5,1 m di atas permukaan jalur lalu lintas.
- c. Kedalaman ruang bebas minimal 1,5 m di bawah permukaan jalur lalu lintas terendah.

2. Ruang Milik Jalan

Ruang Milik Jalan (RUMIJA) merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu, meliputi Rumaja dan sejalur tanah tertentu di luar Rumaja. Rumija paling sedikit memiliki lebar sebagai berikut :

- a. Jalan bebas hambatan 30 m.
- b. Jalan raya 25 m.
- c. Jalan sedang 15 m
- d. Jalan kecil 11 m.

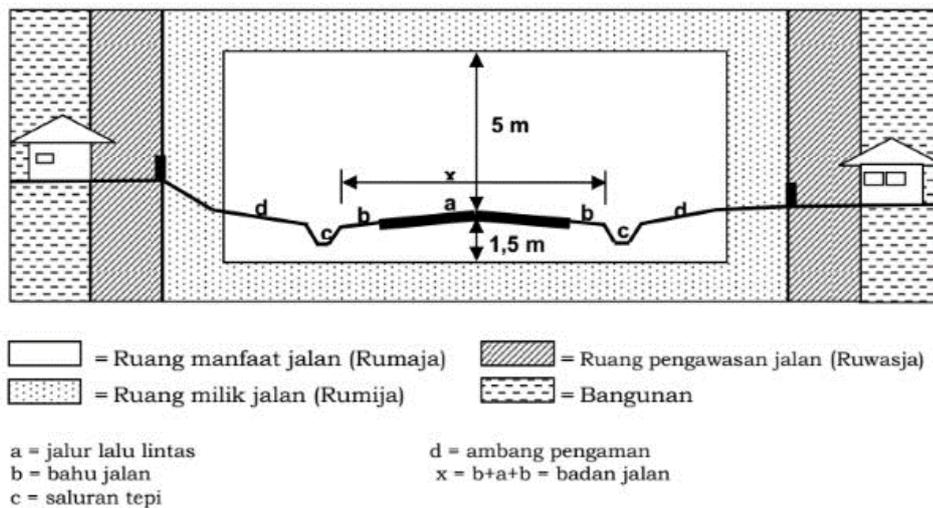
3. Ruang Pengawasan Jalan

Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA) merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu, meliputi ruang tertentu di luar Rumija.

Ruwasja diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan, serta pengamanan fungsi jalan. Ruwasja pada dasarnya adalah ruang lahan milik masyarakat umum yang mendapat pengawasan dari pembina jalan. Dalam hal Rumija tidak cukup luas, maka lebar Ruwasja ditentukan dari tepi badan jalan paling sedikit :

- a. Jalan arteri primer 15 m.
- b. Jalan kolektor primer 10 m.
- c. Jalan lokal primer 7 m.
- d. Jalan lingkungan primer 5 m.
- e. Jalan arteri sekunder 15 m.
- f. Jalan kolektor sekunder 5 m.
- g. Jalan lokal sekunder 3 m.
- h. Jalan lingkungan sekunder 2 m.
- i. Jembatan 100 m ke arah hilir dan hulu.

Bagian jalan yang digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Bagian-bagian Jalan

2.3.1 Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas merupakan bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Jalur lalu lintas dapat terdiri

atas beberapa lajur dan jalur lalu lintas tersebut adapun beberapa tipe sebagai berikut :

1. 1 jalur-2 lajur-2 arah (2/2 Tidak terbagi)
2. 1 jalur-2 lajur-1 arah (2/1 Tidak terbagi)
3. 2 jalur-4 lajur-2 arah (4/2 Terbagi)
4. 2 jalur- jumlah lajur-2 arah (jumlah/2 Terbagi)

2.3.2 Lajur Lalu Lintas

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang yang dibatasi oleh marka lajur jalan dan 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 penggunaan drainase permukaan jalan lajur lalu lintas pada alinyemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :

1. 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton
2. 4-5% untuk perkerasan kerikil.

Lebar lajur lalu lintas merupakan bagian yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar lajur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan karena :

1. Lintasan kendaraan yang satu tidak mungkin akan dapat diikuti oleh lintasan kendaraan lain dengan tepat.
2. Lajur lalu lintas tak mungkin tepat sama dengan lebar kendaraan maksimum. Untuk keamanan dan kenyamanan setiap pengemudi membutuhkan ruang gerak antara kendaraan.
3. Lintasan kendaraan tak mungkin dibuat tetap sejajar sumbu lajur lalu lintas, karena kendaraan selama bergerak akan mengalami gaya samping seperti tidak rata permukaan, gaya sentrifugal di tikungan dan gaya angin akibat kendaraan lain yang menyiap.

Lebar lajur lalu lintas dipengaruhi oleh faktor Kapasitas Dasar dan Kapasitas Mungkin. Kapasitas Dasar dan Kapasitas Mungkin dari suatu jalan dapat berkurang dikarenakan oleh lebar lajur yang sempit dan penyempitan lebar bahu, hambatan di sepanjang daerah manfaat jalan, kelandaian, serta kendaraan yang berukuran besar.

Tabel 2.3 Lebar Lajur Minimum

V_D (Km/Jam)	Lebar Lajur Lalu Lintas paling kecil (m)
Kec. Tinggi : $V_D \geq 80$	3,60
Kec. Sedang : $40 \leq V_D < 80$	3,50
Kec. Rendah : $V_D < 40$	2,75

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021)

a. Bahu Jalan

Bahu jalan merupakan bagian jalan yang terletak di kedua sisi jalur lalu lintas. Secara fungsi struktural bahu jalan berfungsi untuk memberikan dukungan lateral bagi lapisan perkerasan jalan. Sedangkan fungsi bahu jalan bagi lalu lintas antara lain sebagai berikut :

1. Memberikan ruang bagi kendaraan kehilangan kendali kembali terkendali.
2. Ruang bagi kendaraan untuk berhenti di atas permukaan keras pada jarak aman dari lajur lalu lintas.
3. Daerah yang bisa dilalui untuk penggunaan kendaraan darurat.
4. Ruang bebas terhadap halangan lateral seperti rambu-rambu.
5. Ketika bahu jalan diberi lapis aspal, akan memberi lebar tambahan untuk lintasan roda kendaraan besar.
6. Jarak pandang ditingkatkan sehingga meningkatkan keselamatan jalan.
7. Kapasitas jalan meningkat karena kecepatan seragam dimungkinkan.
8. Keterbukaan ruang yang dibuat oleh bahu jalan lebar, membuat mengemudi lebih mudah mengendarai kendaraan dengan ketegangan (*stress*) yang lebih kecil.
9. Dalam keadaan tertentu dapat menjadi ruang bagi pengendara sepeda.

b. Median

Pada arus lalu lintas yang tinggi membutuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah, Jadi median merupakan jalur yang terletak ditengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah. Secara garis besar median berfungsi sebagai berikut :

1. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar dimana pengendara masih dapat mengontrol kendaraannya dalam keadaan darurat.
2. Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi atau mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
3. Menambah kenyamanan pengendara.
4. Mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah arus lalu lintas.

Untuk memenuhi keperluan tersebut di atas, maka median serta batas-batasnya harus dapat dilihat nyata oleh setiap mata pengendara baik pada siang hari maupun pada malam hari serta segala cuaca dan keadaan. Lebar median bervariasi antara 1,0 -12 meter. Median dengan lebar sampai 5 meter sebaiknya ditinggikan dengan kereb atau dilengkapi dengan pembatas agar tidak dilanggar kendaraan. Semakin lebar median semakin baik bagi lalu lintas tetapi semakin mahal biaya yang dibutuhkan. Jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih perlu dilengkapi median. Median dapat dibedakan menjadi :

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

Lebar minimum median terdiri atas jalur tepian selebar 0,25-0,50 meter dan bangunan pemisah jalur, ditunjukkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.4 Lebar Median

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

(Sumber : Dasar Perencanaan Geometrik)

c. Jalur Pejalan Kaki

Trotoar merupakan jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus dipergunakan 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 tergantung dari volume pedestrian dan volume lalu lintas pengguna jalan tersebut. Lebar trotoar yang dibutuhkan ditentukan oleh volume pejalan kaki, tingkat pelayanan pejalan kaki yang diinginkan, dan fungsi jalan. Untuk itu lebar 1,5-3,0 meter merupakan nilai yang umum dipergunakan.

d. Saluran Tepi Jalan

Saluran tepi jalan pada umumnya dibuat dengan bentuk trapesium atau persegi empat. Pada daerah perkotaan dimana daerah pembebasan jalan sudah sangat terbatas maka saluran samping dapat dibuat empat persegi panjang dari konstruksi beton dan ditempatkan di bawah trotoar sedangkan di daerah pedalaman dimana pembebasan jalan bukan menjadi masalah, saluran samping umumnya dibuat berbentuk trapesium. Dinding saluran dapat menggunakan pasangan batu kali, atau tanah asli. Lebar dasar saluran disesuaikan dengan besarnya debit yang diperkirakan akan mengalir pada saluran tersebut, minimum sebesar 30 cm. Landai dasar saluran biasanya dibuatkan mengikuti kelandaian dari jalan. Tetapi pada kelandaian jalan yang cukup besar, dan saluran hanya terbuat dari tanah asli, kelandaian dasar saluran tidak lagi mengikuti kelandaian Jalan. Hal ini untuk mencegah pengkikisan oleh aliran air. Kelandaian dasar saluran dibatasi sesuai dengan material dasar saluran, jika terjadi perbedaan yang cukup besar antara kelandaian dasar saluran dan kelandaian jalan, maka perlu dibuatkan terasering. Talud untuk saluran samping yang berbentuk trapesium dan tidak diperkeras atau sesuai dengan kemiringan yang memberikan kestabilan lereng yang aman.

e. Pengaman Tepi

Pengaman tepi bertujuan untuk memberikan ketegasan tepi badan jalan. Jika terjadi kecelakaan, dapat mencegah kendaraan keluar dari badan jalan. Umumnya digunakan di sepanjang jalan yang menyusur jurang, pada tanah timbunan dengan

tikungan yang tajam, pada tepi jalan dengan tinggi timbunan lebih besar dari 2,5 meter, dan pada jalan dengan kecepatan tinggi. Pengaman tepi dapat dibedakan atas

1. Pengaman tepi dari besi yang *digalvanised (guard rail)*

Pagar pengaman dari besi dipergunakan jika bertujuan untuk melawan tumbukan (*impact*) dari kendaraan dan mengembalikan kendaraan ke arah dalam sehingga kendaraan tetap bergerak dengan kecepatan yang makin kecil sepanjang pagar pengaman. Dengan adanya pagar pengaman diharapkan kendaraan tidak dengan tiba-tiba berhenti atau berguling ke luar badan jalan.

2. Pengaman tepi dari beton (parapet)

Pengaman tepi dari beton dianjurkan untuk dipergunakan pada jalan dengan kecepatan rencana 80 - 100 km/jam.

2.4 Karakteristik Lalu Lintas

2.4.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana merupakan kendaraan dengan dimensi dan radius putarnya digunakan sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Menurut Pedoman Desain Geometrik Jalan Nomor 13/P/BM /2021 terdapat dua karakteristik utama kendaraan desain yang perbedaan utamanya antara lain:

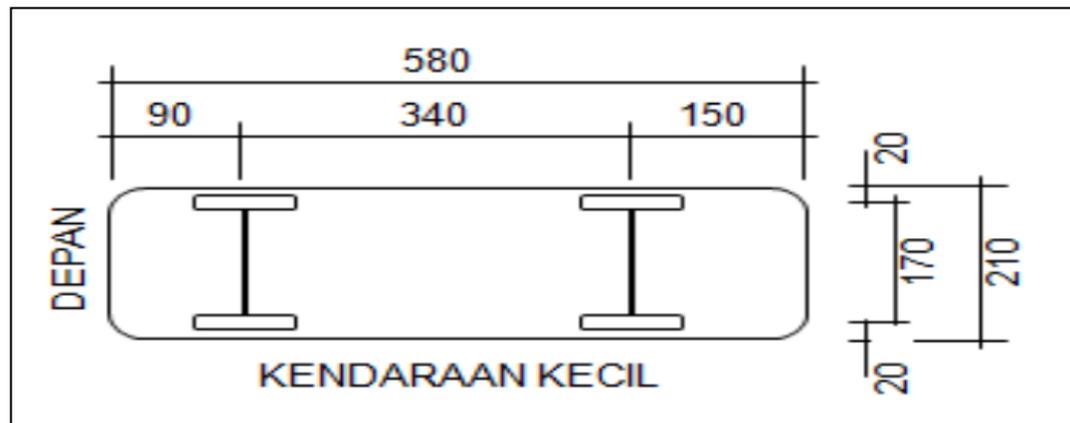
- a. Kendaraan penumpang memiliki tinggi mata pengemudi yang lebih rendah, kecepatannya relatif kurang terpengaruh oleh kelandaian jalan dan dapat berakselerasi lebih cepat sehingga jarak pengeremannya lebih pendek.
- b. Kendaraan besar jika dibandingkan dengan kendaraan penumpang, memiliki tinggi mata pengemudi yang lebih tinggi, kecepatannya langsung dipengaruhi oleh kelandaian jalan, dan kemampuan berakselerasinya lebih rendah sehingga jarak pengeremannya lebih panjang; memerlukan lajur yang lebih lebar, radius tikungan yang lebih besar, pelebaran lajur di tikungan yang lebih besar untuk mengakomodasi jalur lapak roda dan jalur ruang bebas vertikal badan kendaraan.

Untuk ukuran kendaraan rencana untuk kendaraan penumpang, truk atau bus tanpa gandengan dan semi trailer diatur dalam tabel berikut ini :

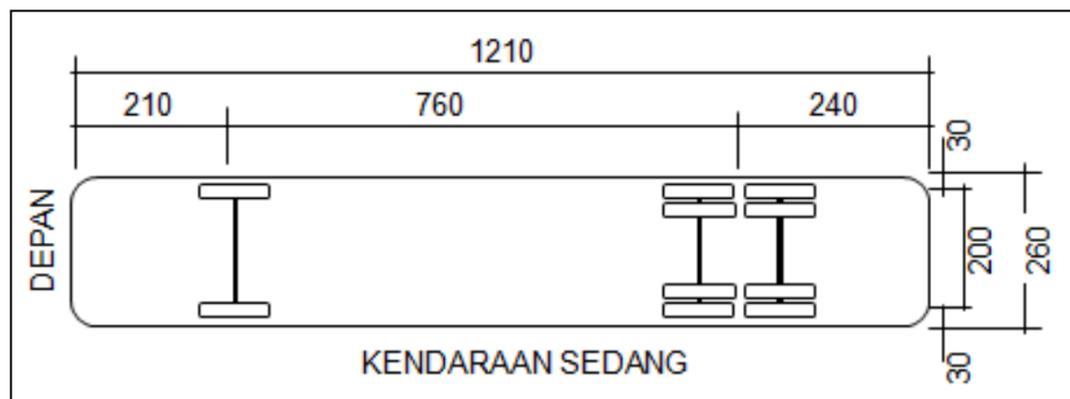
Tabel 2.5 Dimensi Kendaraan Rencana

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

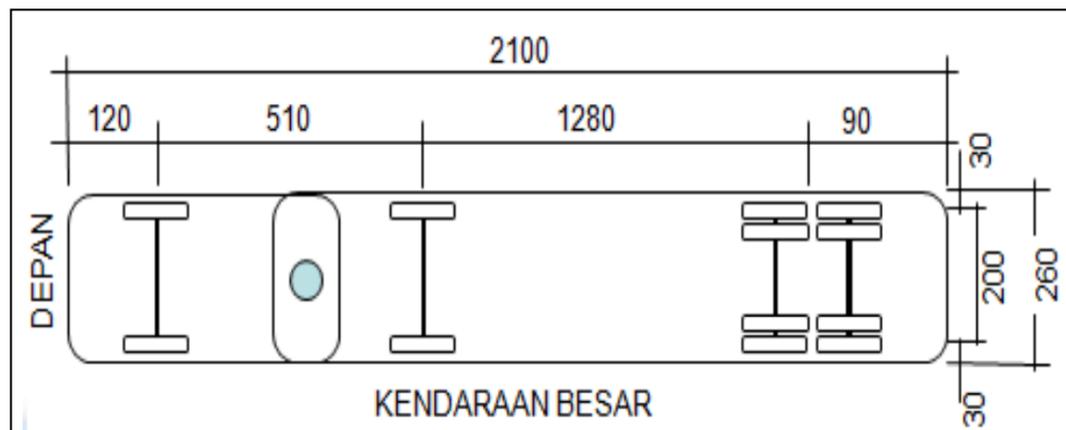
(Sumber : Bina Marga 007/BM/2009 dan AASHTO 2018)



Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan Rencana Kecil



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana Sedang



Gambar 2.4 Dimensi Kendaraan Rencana Besar

2.4.2 Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang (SMP) merupakan angka satuan kendaraan dalam kapasitas jalan, dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang. Dalam perencanaan geometrik jalan volume lalu lintas umumnya ditetapkan dalam Satuan Mobil Penumpang per satuan waktu (SMP/hari) atau (SMP/jam). Sehingga masing-masing kendaraan yang akan melewati jalan rencana harus dikonversikan ke dalam satuan tersebut, dengan terlebih dahulu dikalikan dengan nilai ekivalen mobil penumpang (EMP). Untuk pengelompokan jenis kendaraan dimuat dalam tabel sebagai berikut :

2.6 EMP Masing-masing SMP

No.	Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2	Pick-up, Bus kecil, Truck Kecil	1,2-2,4	1,9-3,5
3	Bus dan Truck Besar	1,2-5,0	2,2-6,0

(Sumber : Perencanaan Geometrik Antar Kota, 1997)

2.4.3 Volume Lalu Lintas

Volume lalu-Lintas merupakan total atau jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (kendaraan/hari dan kend/jam).

Volume lalu-lintas untuk keperluan desain kapasitas geometrik jalan perlu dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) yaitu dengan menyesuaikan dengan nilai smp pada setiap jenis kendaraan. Volume lalu lintas juga dipergunakan untuk perencanaan desain, jumlah dan lebar lajur jalan. Istilah-istilah yang kerap berhubungan dengan volume lalu lintas antara lain lalu lintas harian rata-rata (LHR), volume jam perencanaan (VJP), satuan mobil penumpang (SMP), arus lalu lintas jam desain (qJD), kapasitas, dan tingkat pelayanan jalan. Satuan mobil penumpang berdasarkan jenis kendaraan ditunjukkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 2.7 Satuan Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Nilai SMP
Sepeda	0,5
Mobil penumpang/Sepeda motor	1,0
Truk ringan <5 ton	2,0
Truk sedang >5 ton	2,5
Truk berat >10 ton	3,0
Bus	3,0
Kendaraan tidak bermotor	7,0

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Pada umumnya penggunaan satuan volume lalu lintas yang digunakan sehubungan dengan jumlah dan lebar lajur adalah sebagai berikut

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

Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) merupakan jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur selama 24 jam dan diperoleh dari data satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365 \text{ hari}} \dots\dots\dots (2.1)$$

b. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lama pengamatan}} \dots\dots\dots (2.2)$$

2.4.4 Kecepatan Rencana

Kecepatan merupakan besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh yang dinyatakan dalam Km/Jam. Sedangkan kecepatan rencana (*design speed*) adalah kecepatan yang ditentukan untuk perencanaan dan korelasi dari bentuk fisik jalan yang mempengaruhi operasi dari kendaraan. Kecepatan rencana merupakan kecepatan maksimum yang masih dalam ambang aman dilakukan oleh pengemudi di sepanjang ruas jalan tersebut. Kecepatan rencana ini harus disesuaikan dengan kelas jalan, fungsi jalan dan klasifikasi medan jalan tersebut dan pada bentuk geometrik jalan seperti bentuk tikungan, superelevasi dan jarak pandang juga dapat memberikan kontribusi dalam penentuan kecepatan rencana dalam sebuah jalan. Kecepatan kendaraan terbagi menjadi :

- Kecepatan sesaat (*spot speed*) yaitu kecepatan yang diukur disuatu tempat dalam sesaat.
- Kecepatan gerak yaitu kecepatan yang dari hasil bagi antara jarak dengan lama bergerak kendaraan.
- Kecepatan perjalanan, yaitu kecepatan yang dihitung dari hasil bagi antara jarak dengan lama menempuh termasuk penundaan yang terjadi.

Kecepatan rencana pada masing-masing kendaraan akan ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.8 Kecepatan Rencana VR (Sesuai dengan klasifikasi fungsi dan klasifikasi medan jalan)

Fungsi	Kec Rencana VR Km/Jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70-120	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

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

2.5 Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal terdiri dari garis lurus atau tangen yang dihubungkan dengan garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur peralihan atau busur lingkaran. Ditinjau secara umum penempatan alinyemen horizontal harus dapat menjamin keselamatan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Untuk itu perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Sedapat mungkin menghindari *broken back* artinya tikungan searah yang hanya dipisahkan oleh tangen yang sangat pendek yang dapat mengurangi keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.
2. Pada bagian yang relatif lurus dan panjang jangan tiba-tiba terdapat tikungan yang tajam yang dapat membahayakan pengemudi.
3. Jika tidak terpaksa jangan menggunakan radius minimum sebab jalan tersebut akan sulit mengikuti perkembangan yang akan terjadi dimasa yang akan datang.
4. Apabila terpaksa menghadapi tikungan ganda maka dalam perencanaan harus diusahakan agar jari-jari (R_1) lebih kecil atau sama dengan jari-jari lengkung kedua (R_2) x 1.5.
5. Hindari sedapat mungkin lengkung yang terbalik dengan mendadak.
6. Hindarkan lengkung yang tajam pada timbunan yang tinggi.

2.5.1 Penentuan Titik Koordinasi Trase Jalan

Penentuan titik koordinat pada gambar rencana yang dibuat berdasarkan kondisi jalan setempat sehingga titik koordinat (X dan Y) dapat ditentukan dari jalan tersebut.

2.5.2 Menghitung Jarak

Menghitung jarak dilakukan setelah melakukan penentuan titik koordinat setiap tikungan. Setelah itu dapat menentukan jarak pada titik awal yaitu awal proyek sampai ketitik akhir proyek.

2.5.3 Penentuan Panjang Bagian Lurus

Pada salah satu aspek desain geometrik yaitu alinyemen horizontal yang dimana jika topografi merupakan daerah datar maka dapat terjadi bagian lurus atau disebut tangen akan menjadi panjang. Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan bagi pengguna jalan yang telah ditinjau dari segi keadaan pengendara maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu kurang lebih 2,50 menit (V_R). Desain panjang alinyemen jalan yang lurus perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- Silau sorotan lampu di malam hari dari kendaraan yang berlawanan arah menjadi pengganggu pada jarak lebih dekat dari 3000 m.
- Pada jarak lebih dari 2500 m pengendara akan sulit memperkirakan kecepatan kendaraan yang datang dari arah berlawanan tanpa komponen visual dari samping seperti saat kendaraan berada di tikungan.
- Silau sinar matahari pagi dan sore pada jalan dengan sumbu alinyemen arah timur barat yang bisa menyilaukan mata pengendara.

Untuk menentukan panjang bagian lurus dapat menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$LL \leq 2,5 \text{ menit} \times V_d \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

LL : Panjang bagian lurus (Km)

V_d : Kec. Desain (Km/Jam)

Pada tabel dibawah ini akan ditunjukkan panjang bagian lurus maksimum pada alinyemen horizontal sebagai berikut :

Tabel 2.9 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	3.000	2500	2000
Kolektor	2.000	1750	1500

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

2.5.4 Penentuan Tikungan

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

2.5.4.1 Jari-jari Minimum

Kendaraan yang melintasi suatu tikungan dengan kecepatan tertentu maka kendaraan akan menerima gaya sentrifugal yang bisa mengurangi kenyamanan bagi penegendara. Gaya sentrifugal dapat diimbangi dengan menyediakan suatu kemiringan melintang jalan atau superelevasi yang bertujuan untuk mendapatkan komponen gaya berat yang bisa mengimbangi gaya sentrifugal.

Terdapat hal yang dapat membatasi superelevasi maksimum pada suatu jalan yaitu sebagai berikut :

1. Kondisi cuaca yang dimana pada kondisi ini superelevasi maksimum akan menjadi rendah dibandingkan dengan daerah yang kondisi cuacanya baik.
2. Kondisi medan seperti daerah datar, daerah perbukitan dan daerah pegunungan yang dimana daerah tersebut memiliki superelevasi masing-masing.
3. Kondisi lingkungan yang terjadi pada daerah perkotaan (urban) dan luar perkotaan (rural).
4. Komposisi jenis kendaraan dari arus lalu lintas karena terdapat banyaknya kendaraan berat yang bergerak dengan kecepatan lambat dan adanya kendaraan yang ditarik dan kendaraan tidak bermotor sehingga mengakibatkan pergerakan lalu lintas menjadi tidak menentu. Pada kondisi seperti ini sebaiknya dipilih superelevasi maksimum yang lebih rendah.

Penurunan rumus yang mengkorelasikan kemiringan superelvasi, koefisien gesek, kecepatan dan radius lengkung sebagai berikut :

$$e + f = \frac{v^2}{gR} \dots\dots\dots (2.4)$$

Jika V dinyatakan dalam Km/Jam $g = 9,81 \text{ m/det}^2$ dan R dalam meter maka besaran nilai pada radius tikungan minimum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$e + f = \frac{V^2}{127 R} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

R : Jari-jari tikungan minimum (m)

V : Kecepatan Rencana (km/j)

e : Superelevasi

F : Koefisien gesek

Pada kecepatan tertentu ditentukan jari-jari min untuk superelevasi mak. yang ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 2.10 Panjang Jari-jari Min.

VD (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari min.	600	370	210	110	80	50	30	15

(Sumber : PDGJ 2021)

2.5.4.2 Batas Tikungan tanpa Kemiringan

Kemiringan jalan merupakan fungsi dari ketajaman suatu lingkungan. Untuk tikungan yang tumpul karena kecilnya kemiringan yang diperlukan maka dapat meniadakan kemiringan. Dalam menentukan batas tersebut perlu diperhatikan kemiringan minimum yaitu dengan menyamakannya dengan kemiringan normal yang berlaku senilai 2% dan besarnya koefisien gesekan yang timbul pada bagian dengan lereng yang berlawanan dengan memperhatikan batas yang aman. Berdasarkan kektentuan tersebut maka batas tikungan yang tidak diperlukan superelevasi adalah jika jari-jari lebih besar atau sama dengan yang ditunjukkan oleh tabel sebagai berikut :

Tabel 2.11 Jari-jari yang diizinkan tanpa superelevasi.

Kec. Rencana - V_R (Km/Jam)	R (m)
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

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

2.5.4.3 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan merupakan lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari jari tetap R berfungsi mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan berjari jari tetap R sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Lengkung peralihan diperlukan agar supaya pengemudi dapat menyesuaikan manuver kendaraan pada bagian-bagian geometrik jalan yang bertransisi dari alinyemen lurus ke lingkaran, atau dari lurus ke lurus atau juga dari alinyemen llingkaran ke lingkaran.

Bentuk lengkung peralihan yang paling sesuai dengan gerakan manuver kendaraan yang aman dan nyaman berbentuk spiral atau *clothoid* yaitu lengkung dengan radius di setiap titik berbanding terbalik dengan panjang lengkungnya. Fungsi Lengkung peralihan pada alinyemen horizontal adalah:

- a. Membuat gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat berubah secara berangsur-angsur.
- b. Tempat berubahnya kemiringan perkerasan untuk mengimbangi gaya sentrifugal.
- c. Tempat dimana dimulainya perubahan lebar perkerasan untuk mengakomodasi radius putar kendaraan.
- d. Memudahkan pengemudi agar tetap pada lajunya saat menikung.

Bentuk lengkung peralihan dapat berupa parabola atau spiral (*clothoid*). Dalam tata cara ini digunakan bentuk spiral. Panjang lengkung peralihan (L) ditetapkan atas pertimbangan sebagai berikut :

1. Lama waktu perjalanan di lengkung peralihan perlu dibatasi untuk menghindari kesan perubahan alinyemen yang mendadak ditetapkan 3 detik (pada kecepatan VR).
2. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur angsur pada lengkung peralihan dengan aman.

3. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui r_{e-max} yang ditetapkan sebagai berikut :
 - a. untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_{e-max} = 0.035$ m/m/detik
 - b. untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_{e-max} = 0.025$ m/m/detik.

Menurut peraturan Bina Marga panjang lengkung peralihan dimulai dari penampang melintang yang berbentuk mahkota atau *crown* sampai kemiringan terbesar superelevasi. Adapun nilai yang diambil menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota No. 038/T/BM/1997 yaitu nilai terbesar dari tiga persamaan dibawah ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimum selama 3 detik untuk melintasi lengkung peralihan maka rumus untuk panjang lengkung adalah sebagai berikut :

$$L_S = \frac{V_R}{3,6} T \dots\dots\dots (2.6)$$

2. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_S = 0,022 \frac{V_R^3}{R C} - 2,727 \frac{V_R e}{C} \dots\dots\dots (2.7)$$

3. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_S = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 r_{e'}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

- T : Waktu tempuh lengkung peralihan yang ditetapkan selama 3 detik
 V_R : Kec. Rencana (Km/Jam)
 e : Superelevasi
 C : Perubahan percepatan $0,4$ m/det²
 R : Jari-jari Busur Lingkaran (m)
 C_m : Superelevasi max.
 e_n : Superelevasi normal
 r_e : Tingkat perubahan kemiringan melintang jalan (m/m/det)

Lengkung dengan R yang lebih besar atau sama akan ditunjukkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.12 Jari-jari min. 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 No.038/T/BM/1997)

2.5.4.4 Kelandaian Relatif

Landai relatif (L/M) merupakan besarnya kelandaian akibat perbedaan elevasi tepi perkerasan sebelah luar sepanjang lengkung peralihan. Perbedaan elevasi dalam hal ini hanya berdasarkan tinjauan atas perubahan bentuk penampang melintang jalan dan belum diperhitungkan terhadap gabungan dari perbedaan elevasi akibat kelandaian vertikal jalan. Agar pengemudi tidak merasakan perubahan yang mendadak pada saat manuver kendaraan terhadap tepi luar perkerasan maka besarnya landai relatif yang digunakan pada tahap perencanaan dapat dihitung berdasarkan Ketentuan Bina Marga dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Landai relatif : } 1/m = h/L_s \dots\dots\dots (2.9)$$

$$1/m = \frac{(e+e_n)B}{L_s} \dots\dots\dots (2.10)$$

Menurut AASHTO Tahun 1990

$$\text{Landai relatif : } 1/m = h_1/L_s \dots\dots\dots (2.11)$$

$$1/m = \frac{(e_n)B}{L_s} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

$1/m$: Landai relatif

L_s : Panjang lengkung peralihan

B : lebar jalur 1 arah (m)

e : Superelevasi (%)

e_n : kemiringan melintang normal (m/m')

Besarnya landai relatif maksimum dipengaruhi oleh kecepatan dan bagaimana penggunaan kendaraan.

Tabel 2.13 Nilai Kelandaian Relatif Max.

Kec. Rencana	Kelandaian relatif max.	Kec. Rencana	Kelandaian relatif max.
Km/Jam	AASHTO TH 1990	Km/Jam	BINA MARGA (Luar Kota)
32	1/33	20	1/50
48	1/150	30	1/75
64	1/175	40	1/100
80	1/200	50	1/115
88	1/213	60	1/125
96	1/222	80	1/150
104	1/244	100	
112	1/250		

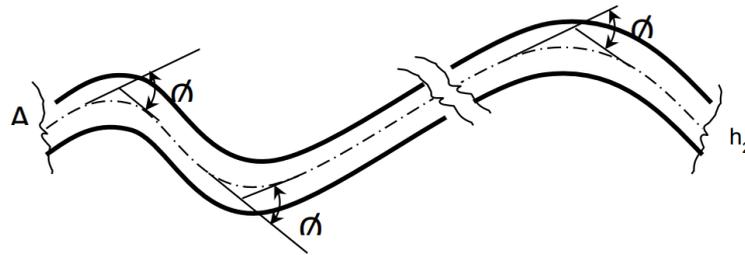
(Sumber : AASHTO Tahun 1990 dan Bina Marga)

2.5.4.5 Bentuk Tikungan

Bentuk geometri lengkung horizontal yang digunakan dan aman diterapkan di lapangan untuk keperluan perencanaan teknis berdasarkan Peraturan Desain Geometrik Jalan Tahun 2021 terdapat 3 jenis tikungan yaitu sebagai berikut :

1. Tikungan busur lingkaran / *Full Circle* (FC)
2. Tikungan lengkung spiral-lingkaran-spiral/ *Spiral-Circle Spiral* (SCS)
3. Tikungan lengkung spiral-spiral (S-S)

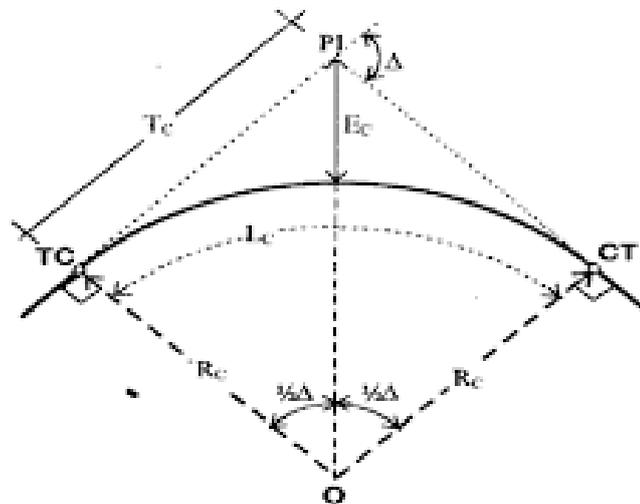
Bentuk bagian dari tikungan lengkung horizontal yang diterapkan dalam perencanaan jalan raya dapat berupa lengkung penuh atau lengkung peralihan. Pendekatan yang digunakan untuk memilih bentuk tikungan (Full circle dan Spiral-circle-spiral) dapat menggunakan nilai sudut perpotongan horizontal (θ), panjang bagian lurus dan jarak kebebasan samping. Adapun bentuk dan komponen dari tipe tikungan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.5 Sudut Perpotongan Horizontal

1. Lengkung lingkaran / *Full Circle* (FC)

Full Circle (FC) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan *Full Circle* hanya digunakan untuk R (jari-jari) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil maka dibutuhkan superelevasi yang besar.



Gambar 2.6 Bentuk Lengkung *Full Circle*

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

R	= Jari – jari kelengkungan busur
TC, CT	= Titik singgung, perubahan dari garis lurus ke garis lengkung
PI	= Titik perpotongan antara tergent I dan II (<i>Point of Intersection</i>)
O	= Titik pusat lingkaran
Δ	= Sudut defleksi
α	= Sudut jurusan / Azimuth

Jika α_1 merupakan azimuth tangen I dan α_2 merupakan azimuth tangen II, maka $\Delta = \alpha_2 - \alpha_1$ (lihat sket) dengan catatan $\Delta > 0$. Perhitungan komponen utama pada lengkung tipe Full-Circle dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ \dots\dots\dots (2.13)$$

$$R = \frac{V^2}{127 (e+f)} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Tc = Rc.tg. \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.15)$$

$$Ec = Tc.tg. \frac{1}{4}\Delta \dots\dots\dots (2.16)$$

$$Lc = \frac{\pi}{180} \cdot \Delta \cdot Rc \dots\dots\dots (2.17)$$

$$Tlb \text{ TC} - CT = 2 \cdot Rc \cdot \sin 0.5 \Delta \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

Rc = Jari-jari lengkung rencana (m)

Ec = Pergeseran horizontal (m)

Lc = Panjang busur lingkaran (m)

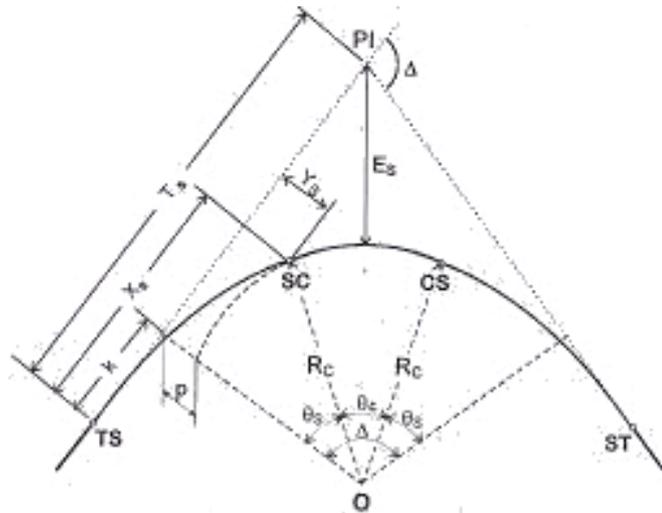
Δ = Sudut defleksi (derajat)

Tlb = Panjang Tali Busur

Pencapaian superelevasi pada lengkun FC dilakukan sebagian pada segmen yang lurus dan sebagian lainnya pada segmen lengkung. Karena ketiadaan bagian lengkung peralihan, panjang daerah pencapaian kemiringan disebut peralihan fiktif (Ls'). Bina Marga menempatkan $\frac{3}{4} Ls'$ dibagian lurus dan $\frac{1}{4} Ls'$ ditempatkan dibagian Lengkung

2. Tikungan lengkung spiral-lingkaran-spiral/ *Spiral-Circle Spiral* (S-C-S)

Spiral – Circle – Spiral (SCS) merupakan tikungan yang terdiri dari satu lengkung lingkaran dan dua lengkung spiral atau lengkung peralihan. Tikungan ini dimaksudkan jika tidak bisa digunakan jenis FC karena ruang untuk kendaraan berbelok tidak terlalu besar atau sedang, maka alternatif kedua menggunakan tikungan jenis ini, karena pada tikungan ini menggunakan lengkung peralihan pada saat masuk tikungan, kemudian busur lingkaran di puncak tikungan dan diakhiri lagi dengan lengkung peralihan saat kendaraan keluar tikungan.



Gambar 2.7 Bentuk Lengkung *Spiral Circle Spiral*

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

Lengkung TS-SC adalah lengkung peralihan berbentuk spiral yang menghubungkan bagian lurus dengan bagian radius tak berhingga diawal spiral (kiri TS) dan bagian berbentuk lingkaran dengan radius = R_c diakhir spiral (kanan SC). Titik TS adalah titik peralihan bagian lurus ke bagian berbentuk spiral dan titik SC adalah peralihan bagian spiral ke bagian lingkaran. Perhitungan komponen tikungan Spiral-Circle-Spiral dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R_c^2} \right) \dots\dots\dots (2.19)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R_c} \dots\dots\dots (2.20)$$

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

$$p = \frac{L_s^2}{6 R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.22)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R_c^2} R_c \cdot \sin \theta_s \dots\dots\dots (2.23)$$

$$T_s = (R_c + p) \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots (2.24)$$

$$E_s = (R_c + p) \cdot \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c \dots\dots\dots (2.25)$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_c \dots\dots\dots (2.26)$$

$$L_t = L_c + 2L_s \dots\dots\dots (2.27)$$

3. Tikungan lengkung spiral-spiral (S-S)

Lengkung spiral-spiral (S-S) merupakan bentuk tikungan yang digunakan pada keadaan jalan yang sangat tajam. Pada lengkung spiral-spiral memiliki rumus sebagai berikut :

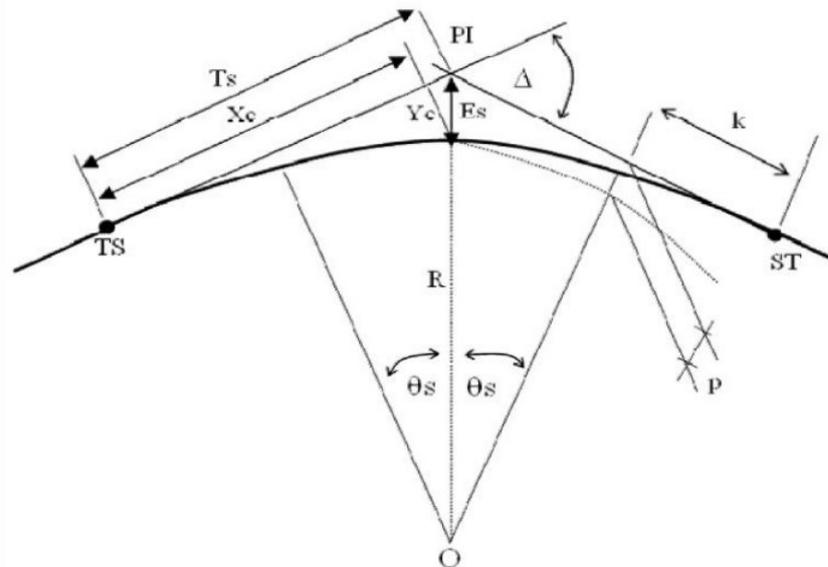
$$a. \theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.28)$$

$$b. L_t = 2L_s \dots\dots\dots (2.29)$$

Untuk menentukan atau mendapatkan L_s maka menggunakan rumus :

$$c. L_s = \frac{(\theta_s \cdot \pi \cdot R_c)}{90} \dots\dots\dots (3.30)$$

$$L_t < 2 \cdot T_s$$



Gambar 2.8 Bentuk Lengkung *Spiral-Spiral*

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

2.5.4.6 Superelevasi

Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997. Superelevasi merupakan suatu kemiringan melintang pada tikungan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan atau V dan nilai superelevasi maksimum yang ditetapkan senilai 10%.

Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai pada kemiringan maksimum pada bagian

lengkung jalan. Dengan menggunakan diagram elevasi penentuan bentuk penampang melintang pada setiap titik disuatu lengkung horizontal yang direncanakan. Terdapat tiga cara dalam penggambaran diagram superelevasi yakni sebagai berikut :

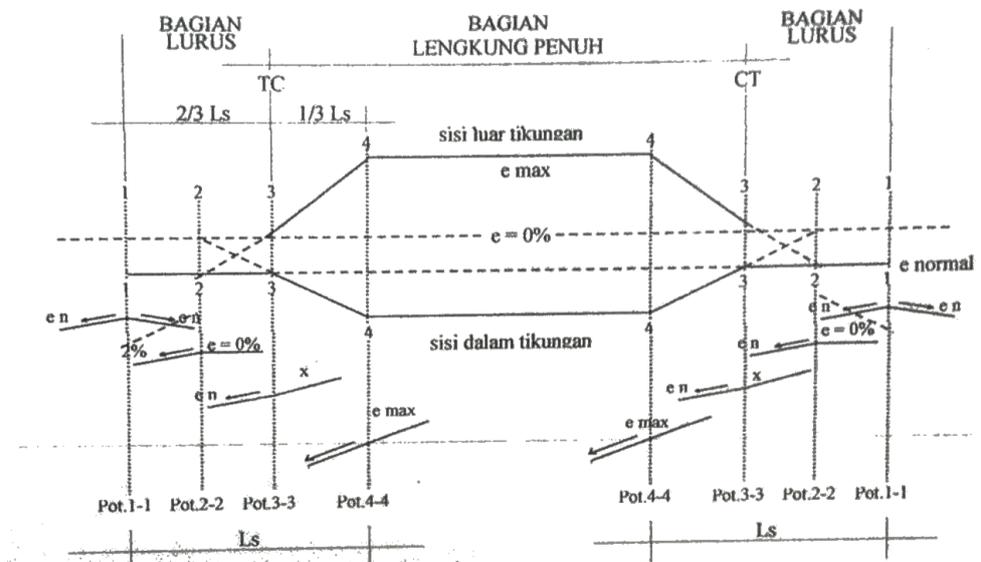
1. Sumbu jalan yang digunakan sebagai sumbu putar.
2. Tepi perkerasan jalan sebelah dalam yang digunakan sebagai sumbu putar.
3. Tepi perkerasan jalan sebelah luar yang digunakan sebagai sumbu putar.

Untuk jalan raya yang memiliki median jalan raya terpisah, maka pencapaian kemiringan didasarkan pada lebar dan bentuk penampang melintang median yang sesuai dan juga dapat dilakukan dengan menggunakan 3 cara yakni sebagai berikut :

1. Masing-masing pada perkerasan diputar sendiri dengan menggunakan sumbu jalan masing-masing jalur jalan sebagai sumbu putar.
2. Kedua perkerasan tersebut diputar sendiri-sendiri dengan sisi median sebagai sumbu putar sedangkan median sendiri dibuat dengan dalam kondisi datar.
3. Seluruh jalur jalan termasuk median diputar dalam satu bidang yang sama dan sumbu putarnya merupakan sumbu median.

Adapun bentuk dari diagram superelevasi pada tikungan jalan adalah sebagai berikut :

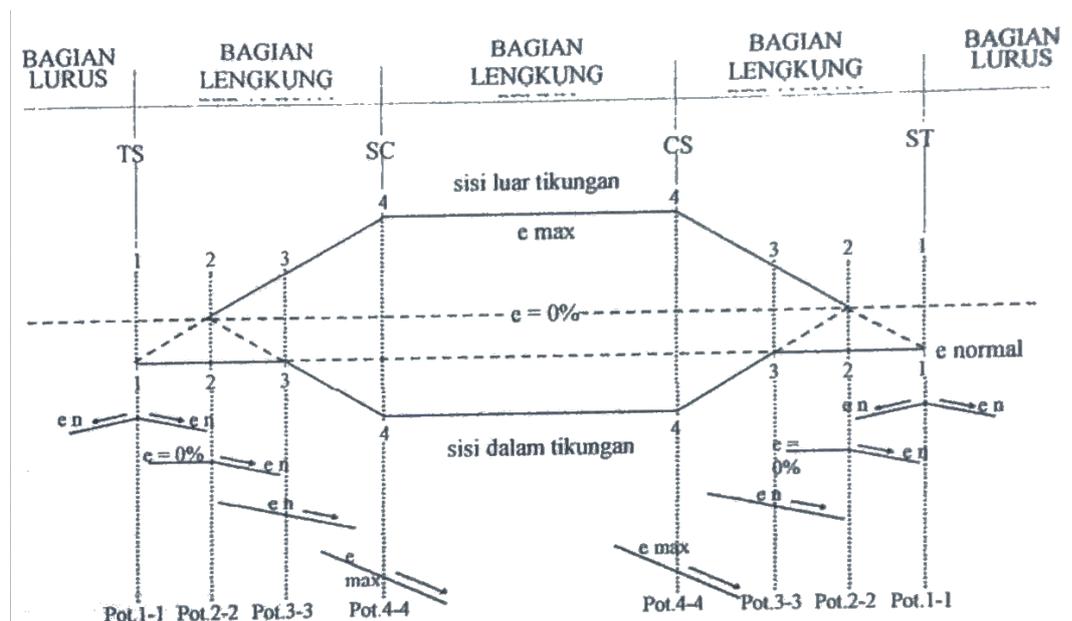
1. Tikungan *Full Circle* (FC)



Gambar 2.9 Superelevasi *Full Circle* (FC)

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

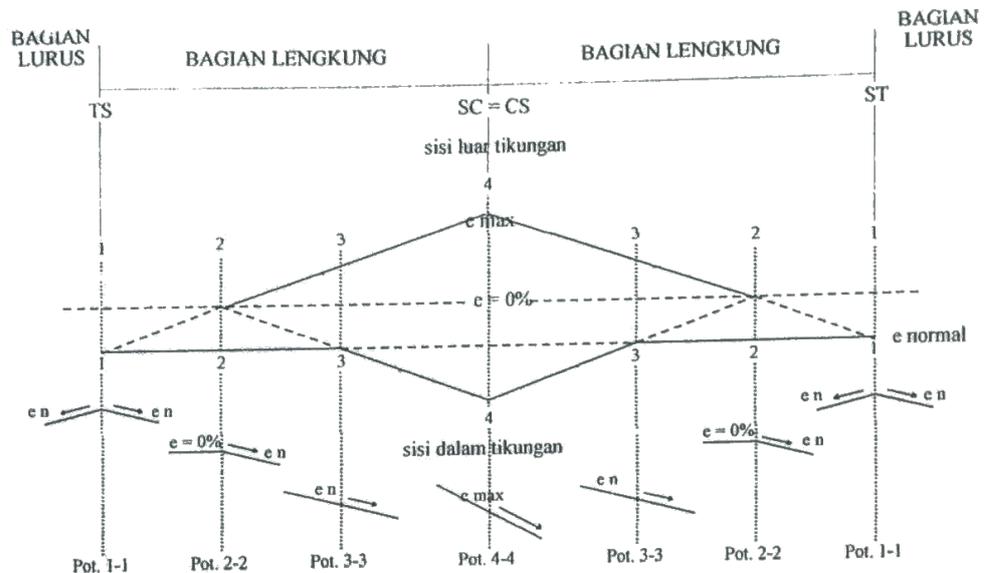
2. Tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS)



Gambar 2.10 Superelevasi *Spiral Circle Spiral* (SCS)

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

3. Tikungan Spiral Spiral (SS)



Gambar 2.11 Superelevasi Spiral Spiral (SS)

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

2.5.4.7 Overlapping

Kontrol overlapping dilakukan untuk tikungan yang telah direncanakan agar tikungan tersebut aman sesuai dengan kecepatan rencana. Jika hal tersebut terjadi maka tikungan menjadi tidak aman.

2.5.4.8 Pelebaran pada tikungan

Menurut Pedoman Perencanaan Geometrik Jalan Raya Pelebaran pada tikungan bertujuan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas ditikungan sama dengan dibagian lurus. Pelebaran jalan ditikungan mempertimbangkan :

1. Kesulitan bagi penegendara untuk menempatkan kendaraan tetap pada lajunya.
2. Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar.
3. Pelebaran yang lebih kecil dari 0.6 meter dapat diabaikan.

Adapun cara menghitung pelebaran tikungan sebagai berikut :

- a. Tentukan besaran nilai Rc. Rc adalah radius lengkung untuk lintasan luar roda depan sehingga :

$$R_c = R - \frac{1}{2} (B_n / 2) + \frac{1}{2} b \dots\dots\dots (2.31)$$

- b. Menentukan nilai B. Nilai B adalah lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan pada lajur sebelah dalam sehingga :

$$B = \sqrt{\left\{ \sqrt{R_c^2 - (p + A)^2} + \frac{1}{2} b \right\}^2 + (p + A)^2} - \sqrt{R_c^2 - (p + A)^2} + \frac{1}{2} b \dots\dots\dots (2.32)$$

- c. Hitung nilai *off tracking*

$$(U): U = B - b \dots\dots\dots (2.33)$$

- d. Hitung tambahan lebar akibat kesukaran mengemudi di tikungan (Z)

$$Z = \frac{0,105 V}{\sqrt{R}} \dots\dots\dots (2.34)$$

- e. Tambahan lebar tikungan (Δb) dapat dihitung:

$$B_t = n (B + C) + Z \dots\dots\dots (2.35)$$

Dimana :

C (kebebasan samping) = $0,5 B_n - B$

$\Delta b = B_t - B_n$

Keterangan :

R = Radius lajur sebelah dalam (m)

B_n = Lebar perkerasan pada bagian lurus (m) *jika terdapat 2 lajur maka

$B_n = 2 \times B$ b = Lebar kendaraan rencana (m)

p = Jarak antar gardan (m)

A = Tonjolan depan kendaraan (m)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

n = Jumlah lajur

B = Lebar lajur (m)

2.5.4.9 Kebebasan samping

Kebebasan samping adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandangan pengemudi di tikungan. Daerah Kebebasan samping ini dimaksudkan untuk

memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan objek-objek penghalang pandangan pengemudi. Perhitungan kebebasan samping dibagi berdasarkan jarak pandangan henti dan berdasarkan jarak pandangan menyiap.

Rumus perhitungan berdasarkan

Jarak Pandangan Henti

$$\theta = \frac{90^\circ \cdot Jh}{\pi \cdot R} \dots\dots\dots(2.36)$$

$$E = R(1 - \cos \theta) \dots\dots\dots(2.37)$$

Rumus perhitungan berdasarkan

Jarak Pandangan Mendahului :

$$\theta = \frac{90^\circ \cdot Lt}{\pi \cdot R} \dots\dots\dots(2.38)$$

$$E = R(1 - \cos \theta) + 0,5 (Jd - Lt) \sin \theta \dots\dots\dots(2.39)$$

Dimana

Jh : Jarak pandangan

R : Jari – jari tikungan

θ : Setengah sudut pusat lungkung sepanjang L

E : jarak dari penghalang ke sumbu lajur sebelah dalam.

Berikut ini tabel jarak pandang henti minimum dan jarak pandang mendahului

Tabel 2.14 jarak pandang henti minimum

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30
Jh min (m)	250	175	120	75	55	27	16

(Sumber: TPJGAK, 1997)

Tabel 2.15 jarak pandang mendahului

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

(Sumber: TPJGAK, 1997)

2.5.4.10 Stasioning

Penomoran (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberi nomor pada interval tertentu dari awal sampai akhir proyek. Nomor jalan (STA) jalan dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali

lokasi yang sedang ditinjau dan sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Adapun interval untuk masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangent pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal adalah sebagai berikut:

1. Setiap 100 m, untuk daerah datar
2. Setiap 50 m, untuk daerah perbukitan
3. Setiap 25 m, untuk daerah gunung

2.6 Alinyemen Vertikal

Menurut Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya Alinyemen vertikal merupakan profil memanjang sepanjang garis tengah jalan yang terbentuk dari rangkaian segmen dengan kelandaian memanjang dan lengkung vertikal. Alinyemen vertikal juga dapat disebut sebagai bentuk perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif berupa tanjakan dan kelandaian negatif berupa turunan, sehingga kombinasinya dapat berupa lengkung cembung ataupun lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian nol atau disebut sebagai medan datar.

Lengkungan Vertikal pada jalan raya merupakan lengkungan yang digunakan untuk mengadakan peralihan secara berangsur-angsur dari suatu landai ke landai berikutnya. Terdapat 2 jenis lengkung vertikal antara lain sebagai berikut :

- a. Lengkung Vertikal cembung : PVI berada diatas permukaan jalan
- b. Lengkung Vertikal cekung : PVI berada dibawah permukaan jalan

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandangan henti. Untuk merencanakan bentuk lengkung vertikal, didasarkan pada bentuk parabola vertikal sederhana dengan persamaan yang didapat $y = a X^2 + b X + C$

Persamaan umum Parabola Sederhana :

$$y = \frac{(g_1 - g_2)}{200 L} X^2 \quad E_v = \frac{(g_1 - g_2) * L}{800} \dots\dots\dots (2.40)$$

Keterangan :

g1 = %

L = Panjang lengkung

X = $0 - \frac{1}{2} L$

Alinyemen vertikal harus mengikuti medan alami dengan mempertimbangkan keseimbangan pekerjaan tanah, penampilan, keselamatan, drainase dan kelengkungan vertikal maksimum dan minimum yang diizinkan dinyatakan sebagai nilai K. Untuk tujuannya panjang minimal lengkung vertikal dapat dinyatakan sekitar 0,6 kali VD (Km/Jam), $L_{\min} = 0,6 V D$, dimana VD dalam satuan Km/Jam dan L adalah dalam m. Secara praktis, jarak pandang lebih panjang mungkin lebih dikehendaki, dimana lebih sesuai dengan kondisi medan dan tidak berbenturan dengan pengendali desain lainnya. Lengkung vertikal yang terlalu besar hendaknya dihindari untuk mencegah terjadinya genangan air. Lengkungan vertikal besar juga meningkatkan panjang jarak pandang yang terbatas.

Pada umumnya lengkung vertikal didesain menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L = K \cdot A$$

$$K = \frac{S^2}{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2} \text{ untuk } S < L \dots\dots\dots (2.41)$$

$$K = \frac{2S}{A} \frac{200 (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})}{A^2}, \text{ untuk } S > L \dots\dots\dots (2.42)$$

Keterangan :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

K = Panjang lengkung vertikal dalam meter guna setiap perubahan kelandaian 1%

A = Perubahan kelandaian aljabar (%)

S = Jarak pandang (m)

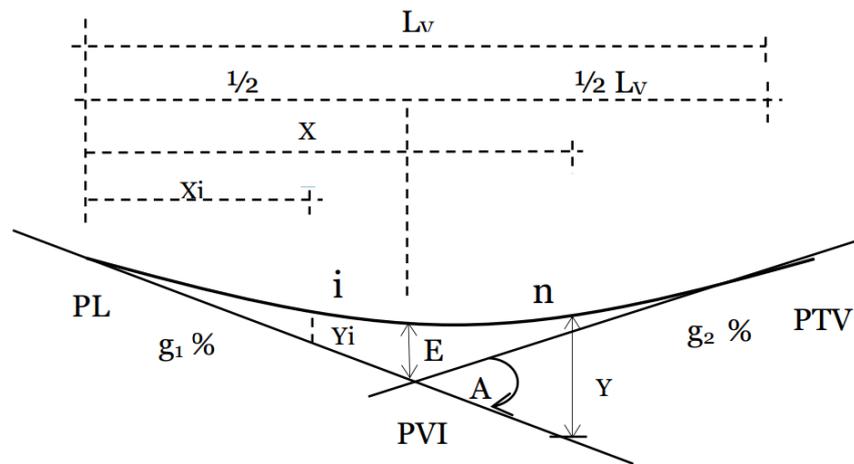
h1 = Tinggi mata pengendara (m)

h2 = Tinggi objek yang digunakan untuk menetapkan jarak pandang (m)

2.6.1 Alinyemen Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung merupakan suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen benda di bawah permukaan jalan. Dilakukan

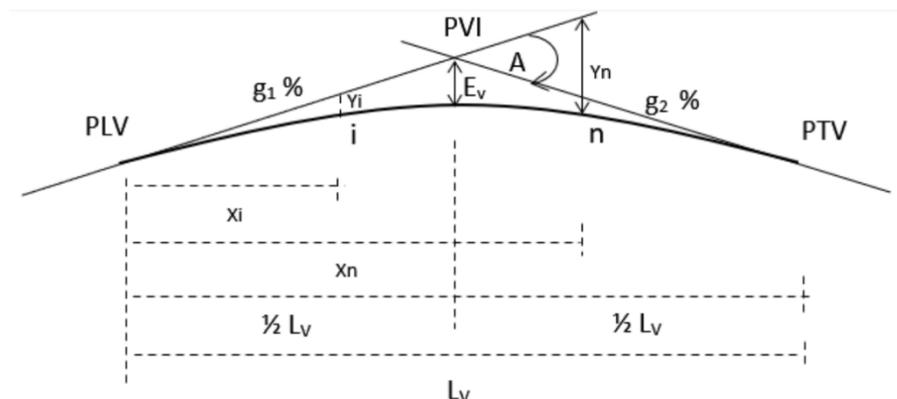
pemilihan panjang lengkung cekung vertikal harus merupakan panjang terpanjang yang dibutuhkan setelah mempertimbangkan jarak penyinaran lampu dari kendaraan, ketentuan drainase, kenyamanan pengemudi dan penampilan secara umum.



Gambar 2.12 Bentuk Geometrik Vertikal Cekung

2.6.2 Alinyemen Vertikal Cembung

Lengkung vertikal cembung merupakan lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang tersebut. Pengendali utama lengkung vertikal cembung adalah penyediaan jarak pandang yang cukup untuk mendapatkan sudut pandang yang aman, kenyamanan, dan penampilan. Perencana hendaknya membatasi panjang lengkung vertikal cembung yang memiliki kelandaian kurang dari 0,3% sampai 5% untung panjang 30-50 meter.



Gambar 2.13 Bentuk Geometrik Vertikal Cembung

2.6.3 Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum menurut Dasar Perencanaan Geometrik dimaksudkan untuk menjaga agar kendaraan tersebut dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang memiliki muatan penuh dan mampu bergerak dengan penurunan kecepatan yang tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

2.6.4 Panjang Kelandaian Kritis

Panjang kelandaian kritis merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui panjang maksimum tanjakan dimana truk yang melewati sebuah ruas jalan dapat beroperasi dengan pengurangan kecepatan yang tidak berlebihan. Pengurangan kecepatan yang direkomendasikan berkisar antara 15 – 25 Km/jam.

Tabel 2.16 Panjang Kelandaian Kritis

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

(Sumber : Pedoman Desain Geometrik Jalan, 1997)

2.7 Galian dan Timbunan

Menurut Ir. Widodo Budi Dermawan, Galian dan timbunan merupakan pemindahan sejumlah volume tanah akibat adanya perbedaan ketinggian (ketinggian muka tanah asli dengan ketinggian rencana trase) di suatu tempat. Pekerjaan galian timbunan dilakukan apabila alinyemen vertikal dan horizontal dan penomoran stasion telah pasti.

Adapun galian dan timbunan yang dilakukan diperoleh dari :

1. Peta situasi yang dilengkapi dengan garis kontur atau diperoleh langsung dari lapangan melalui pengukuran sipat datar profil melintang sepanjang koridor jalur proyek atau bangunan.
2. Peta situasi dengan metode penggambaran profil melintang sepanjang jalur proyek.

3. Peta situasi dengan metode grid (*gridding*) yang meninjau galian dan timbunan dari tampak atas dan menghitung selisih tinggi garis kontur terhadap ketinggian proyek ditempat perpotongan garis kontur dengan garis proyek.

Terdapat cara dalam perhitungan galian dan timbunan pada konstruksi jalan raya sebagai berikut :

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

Tujuan perhitungan galian timbunan

1. Meminimalkan penggunaan volume galian dan timbunan pada tanah sehingga pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan stabilitas tanah dasar dapat dikurangi.
2. Untuk menentukan peralatan (alat berat) yang digunakan dengan mempertimbangkan kemampuan daya operasional alat tersebut.
3. Menghemat waktu dan biaya.

Tabel 2.17 Perhitungan Galian dan Timbunan

STA	Luas (m ²)		Jarak (m)	Volume (m ³)	
	Galian	Timbunan		Galian	Timbunan
0+000	A	A	L	$\frac{A+B}{2} L = C$	$\frac{A+B}{2} L = C$
0+100	B	B			
Jumlah				$\sum C, \dots, N$	$\sum C, \dots, N$

(Sumber : Hendra Suyardhama, 1999)

2.8 Perencanaan Perkerasan

Perencanaan perkerasan jalan merupakan suatu bagian konstruksi pada jalan yang terletak diatas tanah dasar dengan tujuan untuk melewati lalu lintas dengan aman serta menerima dan meneruskan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Diketahui terdapat beberapa macam tipe perkerasan suatu jalan. Diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) merupakan perkerasan yang didalamnya menggunakan bahan campuran aspal, agregat atau bahan yang bersifat tidak kaku atau lentur.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

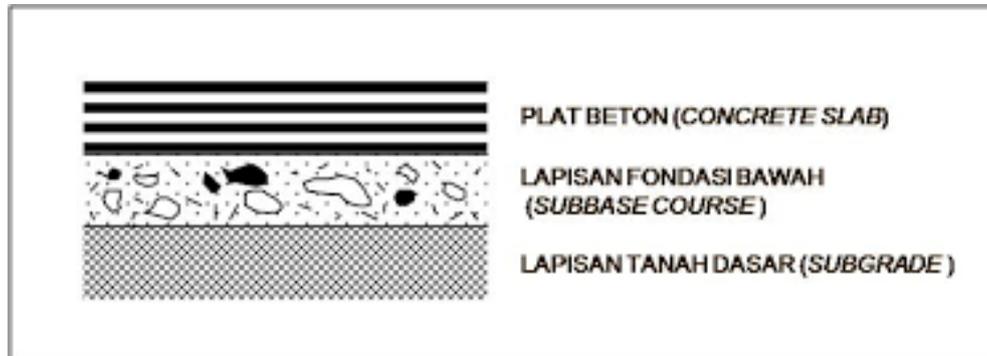
Struktur Jalan Kaku (*Rigid Pavement*) disebut juga Perkerasan Jalan Beton Semen. Dapat dilaksanakan pada kondisi daya dukung tanah dasar yang kurang baik (kecil misal berkisar 2%) atau beban lalu lintas yang harus dilayani relatif besar, maka dibuat solusi dengan konstruksi perkerasan kaku. Struktur perkerasan kaku terdiri atas pelat beton yang diletakkan pada lapis pondasi bawah yang menumpu pada tanah dasar.

3. Perkerasan Komposit (*Composit Pavement*)

Merupakan jenis perkerasan kombinasi antara perkerasan rigid dan diatasnya dilapisi dengan perkerasan lentur dimana kedua perkerasn tersebut bersama dalam memikul beban lalu lintas. Struktur perkerasan terdiri atas beberapa lapisan, lapisan pondasi bawah terbuat dari campuran beton dengan bahan pengikat semen sedangkan lapisan diatasnya menggunakan perkerasan lentur. Pada struktur ini, perkerasan kaku berupa pelat beton digunakan sebagai lapisan pondasi, sedangkan untuk lapisan pondasi bawah disesuaikan sesuai dengan struktur lapisan perkerasan lentur.

2.8.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Perencanaan tebal perkerasan kaku yang terdiri atas :



Gambar 2.14 Struktur Perkerasan Kaku

1. Tanah dasar

Tanah dasar pada perkerasan kaku merupakan struktur perkerasan beton yang dipengaruhi oleh tegangan akibat beban lalu lintas dalam jumlah yang relatif kecil namun daya dukung dan keseragaman pada tanah dasar sangat mempengaruhi kekuatan dari perkerasan kaku. Daya dukung tanah dasar pada konstruksi perkerasan beton ditentukan berdasarkan nilai CBR yang sesuai dengan ketentuan SNI 03-1731-1989.

2. Lapis Pondasi Bawah

Dalam perkerasan kaku hanya terdapat satu lapisan pondasi yaitu lapis pondasi bawah. Lapis pondasi pada perkerasan kaku memiliki fungsi utama sebagai lantai kerja yang rata dan fungsi lainnya sebagai berikut :

- a. Mengendalikan kembang dan susut tanah dasar
- b. Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan retakan dan tepi pelat.
- c. Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

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

Pondasi bawah dengan material berbutir lepas dapat berupa sirtu yang harus memenuhi persyaratan SNI 03-6388-2000 (Agregat Kelas B). Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm

serta derajat kepadatan lapis pondasi bawah adalah minimum 100% yang sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

3. Pelat Beton Semen

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

2.8.2 Lalu Lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*) sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

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

2.8.3 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola

pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

2.8.4 Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

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

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain sebagai berikut :

1. Sambungan memanjang
2. Sambungan melintang
3. Sambungan isolasi

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

2.8.5 Penulangan

Tujuan utama penulangan untuk :

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

Jumlah tulangan yang diperlukan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan dalam hal beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

2.9 Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap jalan merupakan salah satu konstruksi yang berhubungan dengan jalan yang bersifat struktural. Bangunan pelengkap digunakan untuk memenuhi persyaratan kelancaran pada lalu lintas dan menghindari kerusakan yang

terjadi akibat air yang berdampak kepada kenyamanan pengguna jalan serta diperlukan adanya bangunan pelengkap jalan.

2.9.1 Sistem Drainase

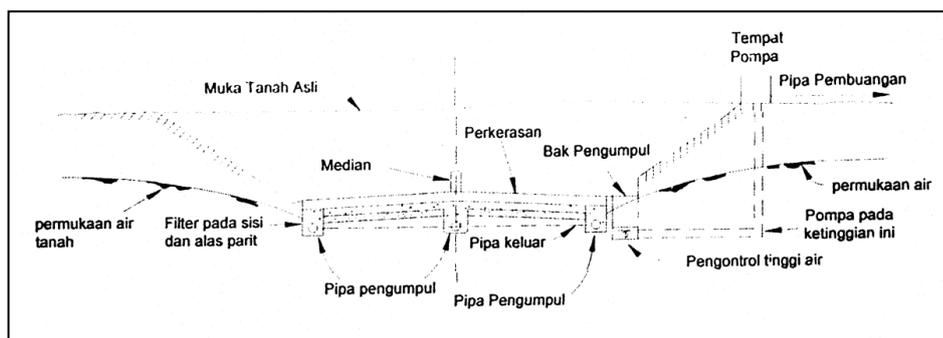
Sistem drainase terbagi menjadi 2 yakni sebagai berikut :

1. Sistem Drainase Permukaan

Sistem drainase permukaan berfungsi untuk mengendalikan limpasan air hujan dipermukaan jalan dan dari daerah sekitarnya agar tidak merusak konstruksi jalan, seperti kerusakan karena air banjir yang melimpas diatas perkerasan jalan atau kerusakan pada badan jalan akibat erosi. Sistem drainase jalan harus memperhitungkan debit pengaliran dari saluran samping jalan yang memanfaatkan saluran samping jalan tersebut untuk menuju badan air atau resapan buatan. Suatu sistem drainase permukaan jalan terdiri atas kenriringan melintang perkerasan dan bahu jalan, saluran samping jalan, drainase lereng dan gorong-gorong.

2. Sistem Drainase bawah Permukaan

Drainase dibawah permukaan bertujuan agar dapat menurunkan muka air tanah dan mencegah serta membuang air infiltrasi dari daerah sekitar jalan dan permukaan jalan atau air yang naik dari subgrade jalan.



Gambar 2.15 Tipikal Sistem Drainase Jalan

2.9.2 Ketentuan Teknis

2.9.2.1 Drainase Permukaan

Pada perencanaan drainase permukaan diuraikan sebagai berikut :

a. Plot rute jalan di pesta topografi (L)

Diantaranya plot rute jalan rencana pada topografi diperlukan untuk mengetahui gambaran topografi atau daerah kondisi sepanjang trase jalan yang akan dilalui dapat dipelajari dan kondisi tenain pada daerah layanan diperlukan untuk menentukan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi pola aliran.

b. Inventarisasi data

Bangunan drainase (gorong-gorong, jembatan dan lainnya) eksisting meliputi lokasi, dimensi, arah aliran pembuangan dan kondisi Data ini digunakan agar perencanaan sistem drainase jalan tidak mengganggu sistem drainase yang telah ada.

c. Segmen panjang segmen saluran (L).

Penentuan panjang segmen saluran (L) didasarkan pada, kemiringan rute jalan disarankan kemiringan saluran mendekati kemiringan rute jalan, adanya tempat buangan air seperti badan air (misalnya sungai, waduk, dll) dan langkah coba yang dilakukan sehingga dimensi saluran menjadi ekonomis.

d. Luas daerah layanan (A)

Perhitungan luas daerah layanan didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau, luas daerah layanan (A) untuk saluran samping jalan perlu diketahui agar dapat diperkirakan daya tampungnya terhadap curah hujan atau untuk memperkirakan volume limpasan permukaan yang akan ditampung saluran samping jalan, luas daerah layanan terdiri atas luas setengah badan jalan (A1), luas bahu jalan (A2) dan luas daerah di sekitar (A3).

e. Batasan luas daerah (A)

Batasan luas daerah (A) Layanan tergantung dari daerah sekitar dan topografi dan daerah sekelilingnya. panjang daerah pengaliran yang diperhitungkan terdiri atas setengah lebar badan jalan (11), lebar bahu jalan (12), dan daerah sekitar (13) yang terbagi atas daerah perkotaan yaitu kurang lebih 10 m dan untuk daerah luar kota yang didasarkan pada topografi daerah tersebut terakhir. Jika diperlukan, pada daerah perbukitan, direncanakan beberapa saluran untuk menampung limpasan dari daerah bukit dengan batas daerah layanan adalah puncak bukit tersebut tanpa merusak stabilitas lereng. Sehingga saluran tersebut hanya menampung air dari luas

daerah layanan daerah sekitar (A3). Waktu konsentrasi untuk saluran terbuka dihitung dengan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.43)$$

Tc = Waktu konsentrasi (menit)

t₁ = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjatuh (mnt)

t₂ = Waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (mnt)

f. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) dipengaruhi kondisi permukaan tanah (tata guna lahan) pada daerah layanan dan kemungkinan perubahan tata guna lahan. Angka ini akan mempengaruhi debit yang mengalir, sehingga dapat diperkirakan daya tampung saluran. Untuk itu diperlukan peta topografi dan melakukan survei lapangan agar corak topografi daerah proyek dapat lebih diperjelas. Diperlukan pula jenis sifat erosi dan tanah pada daerah sepanjang trase jalan rencana, antara lain tanah dengan permeabilitas tinggi (sifat lulus air) atau tanah dengan tingkat erosi permukaan. Secara visual akan nampak pada daerah yang menunjukkan alur pada permukaan.

g. Faktor Limpasan (fk)

Faktor Limpasan (fk) merupakan faktor atau angka yang dikalikan dengan koefisien *runoff* biasa dengan tujuan agar kinerja saturan tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaturan yang terlalu luas. Harga faktor limpasan (fk) disesuaikan dengan kondisi permukaan tanah. Daerah pengaliran atau daerah layanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, nilai C rata-rata ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 \cdot f_k}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots (2.44)$$

Keterangan :

C₁, C₂, C₃ = Koef. pengaliran permukaan sesuai tipe kondisi permukaan

A₁, A₂, A₃ = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

Fk = Faktor limpasan

h. Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu Konsentrasi (T_c) merupakan waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan setelah melewati titik tertentu.

i. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi mencakup data curah hujan, periode ulang, intensitas curah hujan dan formulasi perhitungan intensitas curah hujan. Untuk menghitung debit aliran air (Q) digunakan rumus rasional :

$$Q = \frac{1}{3,6} C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.45)$$

Keterangan :

Q = Debit aliran air (m^3/det)

C = koefisien pengaliran rata-rata dari C_1, C_2, C_3

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah layanan (km^2) terdiri atas A_1, A_2, A_3

2.9.2.2 Saluran terbuka

Perencanaan saluran terbuka secara hidrolika dengan jenis aliran yang terjadi adalah aliran terbuka yang merupakan pengaliran air dengan permukaan bebas. Perencanaan ini digunakan untuk perencanaan saluran samping jalan maupun gorong-gorong.

2.9.2.3 Saluran tertutup

Jenis saluran tertutup direncanakan sesuai dengan periode ulang curah hujan

1. Curah hujan dengan kala ulang 5 tahun
2. Curah hujan dengan kala ulang 50 tahun

Waktu pengaliran di saluran tertutup :

$$T_2 = t_1 + t_{ch} + t_2 \dots\dots\dots (2.46)$$

2.9.2.4 Bangunan pelengkap

Saluran penghubung merupakan saluran kecil (*gutter*) yang dibuat antara kereb dan badan jalan untuk menyalurkan air hujan yang jatuh diatas permukaan jalan ke saluran samping jalan. Kapasitas saluran yang akan menampung air tergenang pada kereb yang akan disalurkan ke saluran samping jalan dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus manning yakni sebagai berikut :

$$Q = 0,0375 \times \frac{z_1}{n} \times i_j \frac{1}{2} \times d^{\frac{8}{3}} \dots\dots\dots (2.47)$$

$$z_i = \frac{1}{i_m} \dots\dots\dots (2.48)$$

Keterangan :

- Q = debit saluran
- d = kedalaman genangan air disaluran
- i_m = kemiringan melintang jalan atau bahu jalan (i_b)
- i_j = kemiringan melintang jalan atau bahu jalan
- n = koef. *manning* dasar saluran
- z_1 = $1/i_m$ atau $1/i_b$
- Zd = lebar genangan (maks. 2,0 m)

2.10 Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu. (Santoso, 2003)

2.10.1 Daftar Satuan Bahan dan Upah

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

2.10.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa satuan harga merupakan perhitungan perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Penggunaan dari satuan harga ini agar dapat mengetahui harga satuan dari setiap pekerjaan yang ada. Dimana harga yang terdapat di dalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya (RAB).

2.10.3 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perhitungan dengan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya lainnya 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 sama akan 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 (m^2) luas lantai Anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti.

2. Anggaran Biaya Teliti

Anggaran biaya teliti merupakan anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat penyusunan anggaran biaya.

2.10.4 Rekapitulasi Biaya

Rekapitulasi biaya merupakan biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikannya dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok pekerjaan beserta biayanya dan waktu pelaksanaannya. Disamping

itu juga dapat menunjukkan bagaimana lamanya pemakaian alat dan bahan yang diperlukan serta pengaturan ha tersebut tidak saling menggagu pelaksanaan pekerjaan.

2.10.5 Rencana Kerja

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

2.10.6 Jaringan Kerja

Jaringan Kerja/Network planing (NWP). Adapun kegunaan dari NWP ini adalah sebagi berikut :

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

Adapun data yang diperlukan dalam menyusun NWP adalah sebagai berikut :

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

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

1. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya duration maupun *resources* yang dibutuhkan.
2. Aktivitas apa yang mendahului dan aktifitas apa yang mengikuti.
3. Aktivitas apa yang dapat dilakukan bersama-sama.
4. Aktivitas itu dibatasi mulai dan selesai.
5. Waktu, biaya dan *resources* yang dibutuhkan dari aktifitas itu kemudian mengikutinya.
6. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman. Jika proyek itu baru sama sekali biasanya diberikan.
7. Kepala anak panah menjadi arah pedoman dari setiap kegiatan.
8. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.

2.10.7 Barchart

Barchart merupakan sekumpulan daftar kegiatan atau aktivitas yang disusun dalam kolom arah vertikal dan kolom arah horizontal yang menunjukkan skala waktu. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Penggunaan Barchart bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan pada saat pelaporan. Perincian yang terdapat pada barchart adalah sebagai berikut :

1. Pada sumbu horizontal X tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, bulan, tahun. Waktu mulai dan akhir suatu kegiatan tergambar dengan ujung kiri dan kanan balok dari kegiatan yang bersangkutan.
2. Pada sumbu vertikal Y dicantumkan kegiatan atau aktivitas proyek dan digambar sebagai balok.
3. Perlu diperhatikan urutan antara kegiatan satu dengan lainnya, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain.

4. Format penyajian barchart yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.
5. Jika barchart atau bagan balok dibuat berdasarkan jaringan keia *Activity* dn *Arrow*, maka yang pertama kali digambarkan atau dibuat baloknya adalah kegiatan kritis, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan nonkritis.

2.10.8 Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progres pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan bertambah atau tidaknya suatu persentase pembangunan konstruksi dapat dilihat pada kurva S dan dapat dibandingkan dengan keadaan dilapangan. Kegunaan dari Kurva S adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis kemajuan progres suatu proyek secara keseluruhan.
2. Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.
3. Untuk rnengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual (Iman Soeharto, 1998).