

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan geometri jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang menitik beratkan bentuk fisik serta memiliki tujuan menghasilkan infrastruktur yang menjamin keamanan, kenyamanan bagi pemakai jalan dan memberikan pelayanan optimum bagi arus lalu lintas. Pada umumnya perencanaan geometri jalan terbagi menjadi tiga bagian penting yaitu Alinyemen Horizontal atau trase jalan, alinyemen vertikal atau penampang memanjang jalan dan penampang melintang jalan.

Dalam perencanaan geometri jalan, peta topografi sangatlah penting untuk menentukan lokasi jalan dan mempengaruhi alinyemen jalan, jarak pandang serta penampang melintang. Perencanaan geometri jalan menghasilkan bentuk fisik jalan yang nyata dari suatu jalan dengan mengolah dimensi nyata jalan raya beserta bagian yang disesuaikan dan karakteristik arus lalu lintas. Perencanaan geometri jalan harus lebih teliti dalam memilih lokasi perencanaan geometrik, menghasilkan desain bentuk dan ukuran jalan serta ruang gerak kendaraan sehingga memenuhi tingkat keamanan, kenyamanan, efisiensi dan ekonomis.

2.1 Parameter Perencanaan Geometri Jalan

Parameter perencanaan geometri jalan merupakan suatu penentu tingkat keamanan dan kenyamanan oleh suatu bentuk geometri jalan. Berikut penjelasan mengenai parameter geometri jalan tersebut.

2.1.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Jalan berdasarkan fungsi berdasar Undang-undang No 38 tahun 2004 tentang Jalan pasal 8 terbagi menjadi 4, sebagai berikut.

1. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

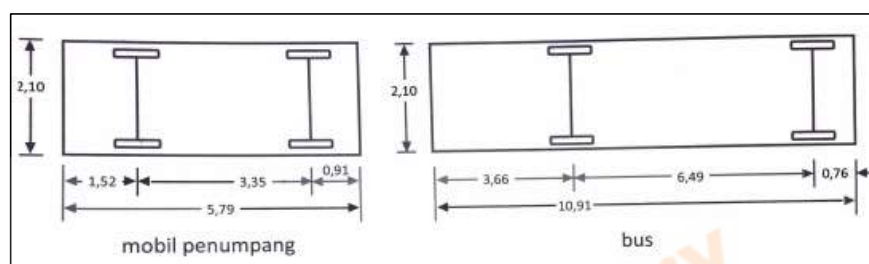
2.1.2 Kendaraan Rencana

Menurut (Sukirman, 2015), kendaraan bermotor yang dilayani oleh jalan dikelompokkan berdasarkan bentuk, ukuran, dan dayanya menjadi kelompok mobil penumpang, bus/truk, semi trailer disebut sebagai kendaraan rencana. Ukuran lebar kendaraan rencana akan mempengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan. Sifat membelok kendaraan akan mempengaruhi perencanaan tikungan dan lebar median dimana mobil dikenakan untuk memutar. Pemilihan kendaraan rencana ditentukan oleh fungsi jalan dan jenis kendaraan dominan yang memakai jalan tersebut. Pertimbangan biaya juga ikut menentukan kendaraan rencana yang dipilih sebagai kriteria perencanaan. **Tabel 2.1.** menggambarkan ukuran kendaraan rencana untuk kendaraan penumpang, truk/bus tanpa gandengan dan semi trailer yang diberikan oleh Bina Marga 007/BM/2009 dan AASHTO 2004. **Gambar 2.1** sampai dengan **Gambar 2.5** menggambarkan dimensi kendaraan rencana sesuai **Tabel 2.1**. Lintasan dengan radius minimum untuk setiap jenis kendaraan sesuai yang diberikan oleh (AASHTO, 2004) seperti pada **Gambar 2.6** sampai dengan **Gambar 2.10**.

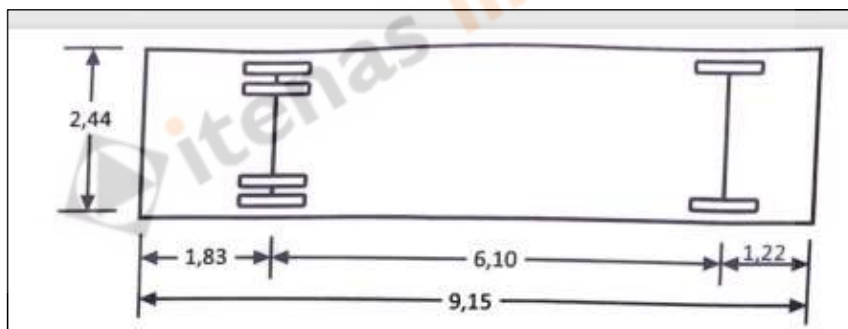
Tabel 2.1 Dimensi Kendaraan Rencana

Jenis		Dimensi Kendaraan (m)			Dimensi Tonjolan (m)		Radius Putar Min. (m)
Kendaraan rencana		Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	
Bina Marga	Kode AASHTO						
Mobil Penumpang	P	1,3	2,13	5,79	0,91	1,52	7,31
Bus	S-Bus 11	3,2	2,44	10,91	0,76	3,66	11,86
Truk 2 as	SU	4,1	2,44	9,15	1,22	1,83	12,8
Truk 3 as		4,1	2,44	12	1,2	1,8	
Truk 4 as	WB-12	4,1	2,44	13,87	0,91	0,86	12,2
Truk 5 as	WB-15	4,1	2,44	16,79	0,91	0,62	13,72

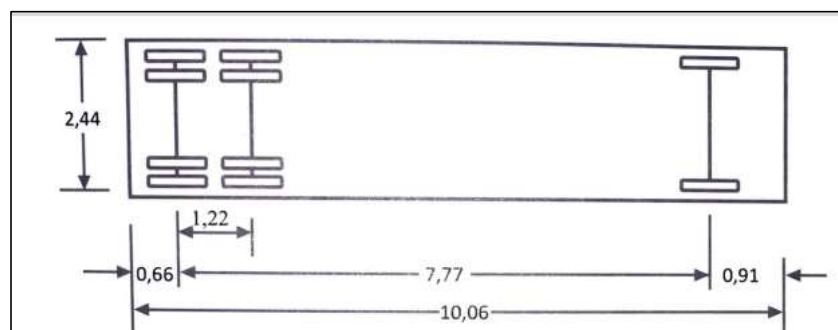
(Sumber : Bina Marga no 007/BM/2009 dan (AASHTO, 2004))



(Sumber: No. 007/BM/2009)

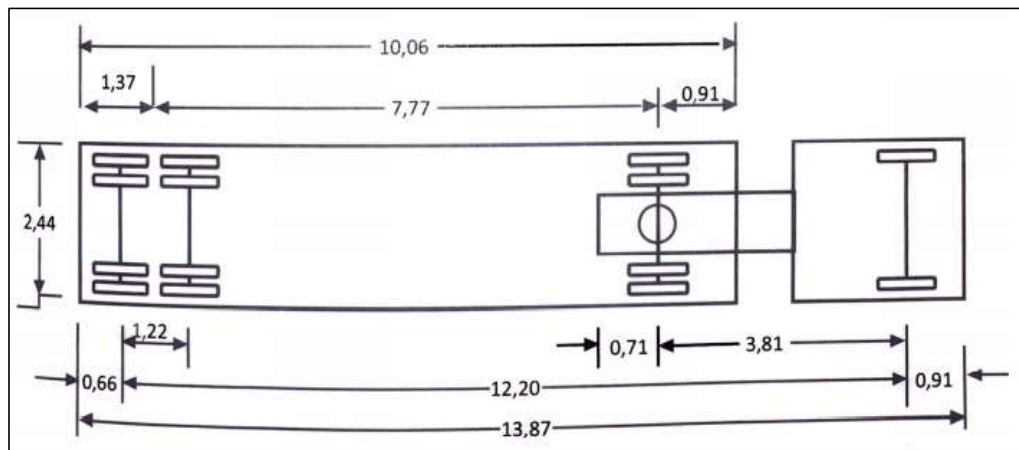
Gambar 2.1 Dimensi Kendaraan rencana mobil penumpang dan bus

(Sumber: No. 007/BM/2009)

Gambar 2.2 Dimensi Kendaraan rencana truk 2 as

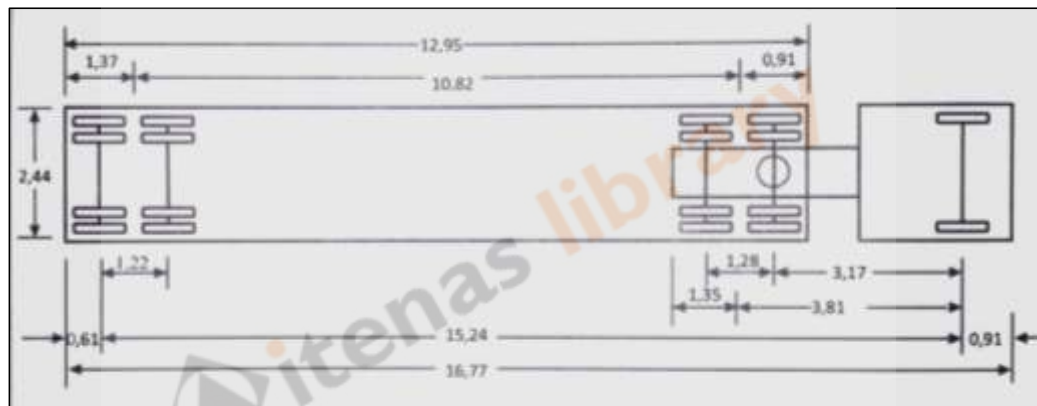
(Sumber: No. 007/BM/2009)

Gambar 2.3 Dimensi kendaraan rencana truk 3 as



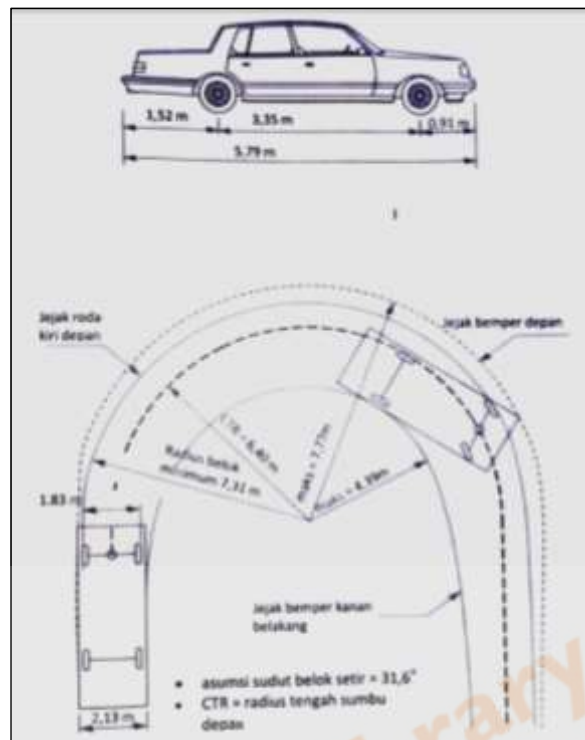
(Sumber: No. 007/BM/2009)

Gambar 2.4 Dimensi kendaraan rencana truk 4 as



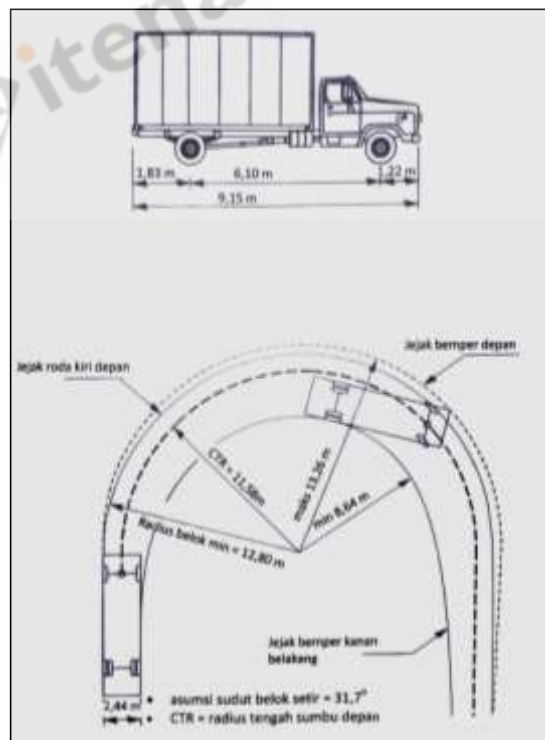
(Sumber: No. 007/BM/2009)

Gambar 2.5 Dimensi kendaraan rencana truk 5 as



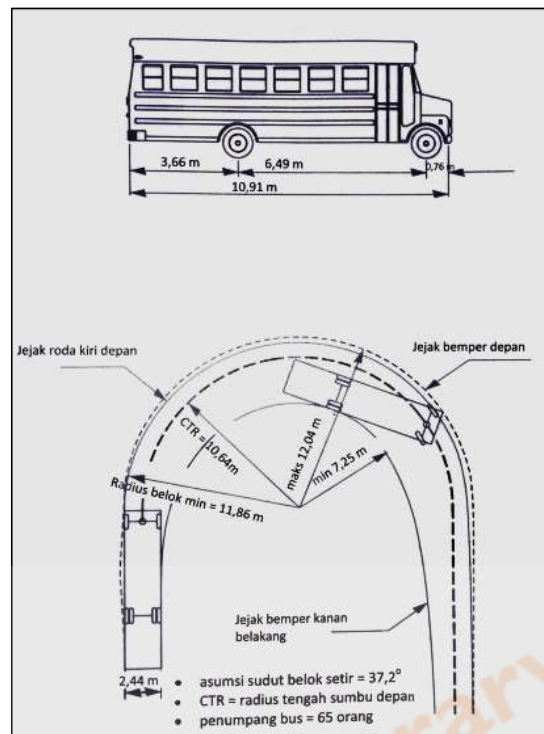
(Sumber: (AASHTO, 2004))

Gambar 2.6 Lintasan minimum membelok kendaraan rencana P



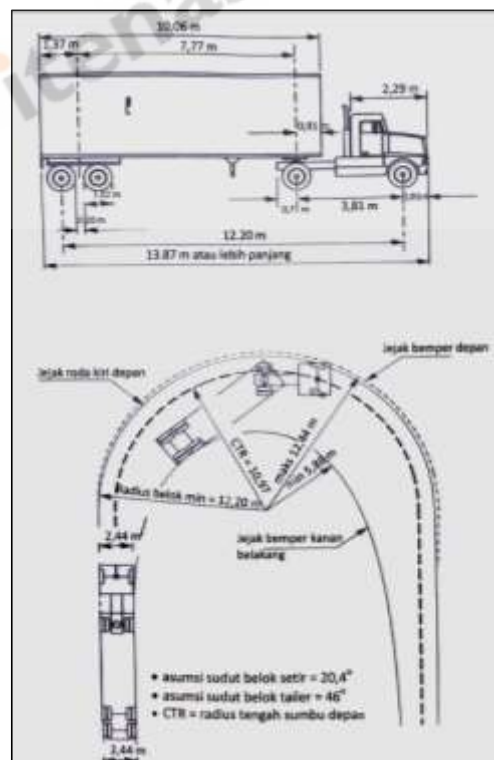
(Sumber : (AASHTO, 2004))

Gambar 2.7 Lintasan minimum membelok kendaraan rencana SU



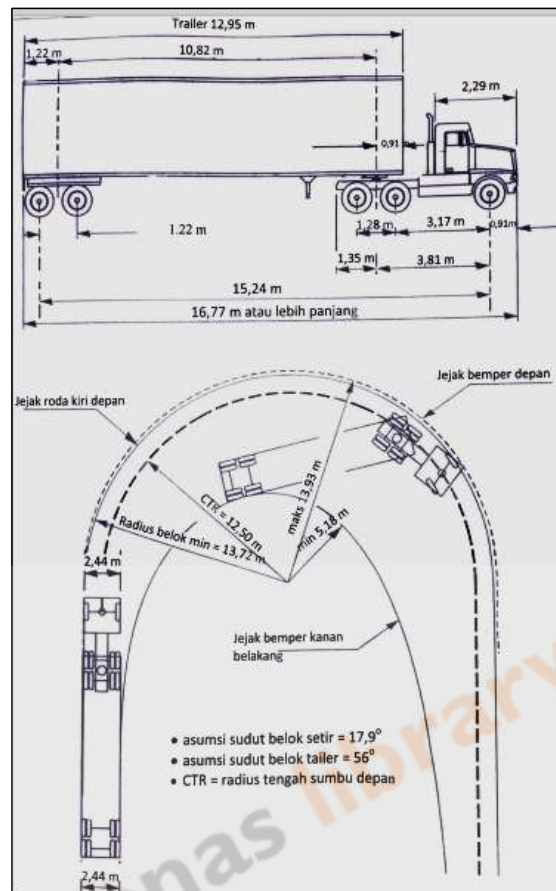
(Sumber : (AASHTO 2004))

Gambar 2.8 Lintasan minimum membelok kendaraan rencana S-Bus 11



(Sumber : (AASHTO 2004))

Gambar 2.9 Lintasan minimum membelok kendaraan rencana WB - 12



(Sumber : (AASHTO 2004))

Gambar 2.10 Lintasan minimum membelok kendaraan rencana WB-15

2.1.3 Kecepatan Rencana

Menurut buku (Sukirman, 2015), Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh biasanya km/jam. Kecepatan rencana merupakan kecepatan kendaraan yang mendasari perencanaan teknis jalan yaitu kecepatan kendaraan yang dapat dicapai bila berjalan tanpa gangguan dan aman. Pertimbangan yang digunakan dalam penetapan kecepatan rencana antara lain ditentukan oleh biaya pembangunan jalan, medan yang dilalui, fungsi jalan, besarnya perkiraan arus lalu lintas, keselamatan dan penggunaan energi. **Tabel 2.2** memberikan nilai kecepatan rencana sesuai fungsi jalan berdasarkan Permen PU No.19/PRT/M/2011 sebagai

pembandingan diberikan **Tabel 2.3** yang menunjukkan nilai kecepatan rencana berdasarkan AASHTO 2004.

Tabel 2.2 Kecepatan Rencana Sesuai Fungsi Jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana, km/jam		
	Datar	Perbukitan	Pergunungan
Jaringan Jalan Primer			
Jalan Bebas Hambatan	80-120	70-110	60-100
Jalan Raya	60-120	50-100	40-80
Jalan Sedang	60-80	50-80	30-80
Jalan Kecil	30-60	25-50	20-40
Jaringan Jalan Sekunder			
Jalan Bebas Hambatan	80-120		
Jalan Raya	40-100		
Jalan Sedang	40-80		
Jalan Lokal, lingkungan	30-60		

(Sumber : Permen PU No.19/PRT/M/2011)

Tabel 2.3 Kecepatan Rencana berdasarkan AASHTO 2004

Fungsi jalan LHR, kend/hari	Kecepatan rencana minimal, km/jam		
	Kondisi medan		
	Datar	Perbukitan	Pergunungan
Jalan lokal antar kota			
<50	50	30	30
50-250	50	50	30
250-400	60	50	30
>400	80	60	50
Kolektor, antar kota			
<400	60	50	30
400-2000	80	60	50
>2000	100	80	60
Arteri	100-120	80-100	60-80
Jalan Bebas Hambatan	>80		

(Sumber : (AASHTO, 2004))

2.1.4 Volume Lalu Lintas

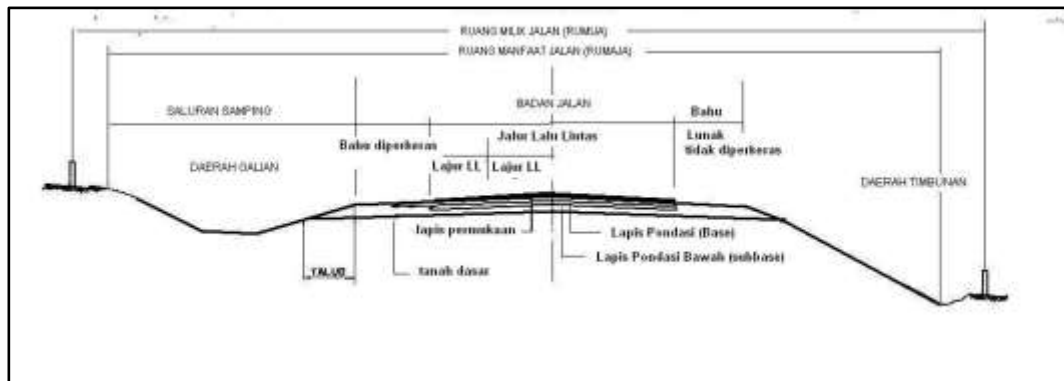
Menurut buku (Sukirman, 2015), volume Lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (kendaraan/hari, kendaraan/jam, kendaraan/menit). Volume lalu lintas untuk

perencanaan geometri jalan biasanya dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) yaitu hasil mengalikan setiap jenis kendaraan dengan ekivalensi mobil penumpang (emp) jenis kendaraan tersebut. Satuan volume lalu lintas yang umum digunakan dalam perencanaan geometri jalan adalah:

1. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) yaitu volume total yang melintasi suatu titik atau ruas jalan selama masa beberapa hari pengamatan dibagi dengan jumlah hari pengamatan. Untuk jalan dengan median LHR dinyatakan dalam SMP/hari/arah, sedangkan untuk jalan tanpa median dinyatakan dalam SMP/hari/2arah.
2. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) adalah LHR yang datanya diperoleh selama satu tahun dibagi dengan jumlah hari dalam satu tahun.
3. Volume lalu lintas harian rencana (VLHR) yaitu taksiran atau prakiraan volume lalu lintas untuk masa yang akan datang pada bagian jalan tertentu. VLHR diperoleh berdasarkan LHR atau LHRT saat ini yang diproyeksikan ke masa yang akan datang sesuai dengan umur rencana dan faktor pertumbuhan lalulintas.
4. Volume Jam Rencana (VJR) yaitu prakiraan volume lalu lintas per jam pada sibuk tahun rencana, dinyatakan dalam satuan smp/jam, dihitung dari perkalian VLHR dengan faktor K, sehingga $VJR = VLHR \times K$. Faktor K dikenal dengan faktor jam sibuk ditetapkan oleh penyelenggara jalan yang nilainya disesuaikan dengan fungsi jalan, volume lalulintas, dan kondisi lingkungan dimana jalan tersebut berada.

2.2 Penampang Melintang Jalan

Penampang melintang jalan adalah suatu potongan jalan yang tegak lurus pada sumbu jalan yang menunjukkan bentuk serta susunan bagian-bagian jalan yang bersangkutan dalam arah melintang. Penampang melintang yang digunakan harus sesuai dengan klasifikasi jalan dan kebutuhan lalu lintas yang bersangkutan, demikian pula lebar badan jalan, drainase dan kebebasan pada jalan raya harus disesuaikan dengan peraturan yang berlaku.



(Sumber : Bina Marga, 1997)

Gambar 2.11 Tipikal Potongan Melintang Jalan

2.2.1 Lajur Lalu Lintas

Menurut (Sukirman, 1994), Lajur lalu lintas (traveled way = carriage way) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (lane) kendaraan. Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah. Jadi jumlah lajur minimal untuk jalan 2 arah adalah 2 lajur lalu lintas dan pada umumnya disebut sebagai jalan 2 lajur 2 arah. Jalur lalu lintas untuk 1 arah minimal terdiri dari 1 lajur lalu lintas.

2.2.2 Lebar lajur lalu lintas

Menurut (Sukirman, 2015), Lebar lajur lalu lintas merupakan bagian yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Lebar lajur lalu lintas merupakan lebar kendaraan ditambah dengan ruang bebas antara kendaraan yang besarnya sangat ditentukan oleh keamanan dan kenyamanan yang diharapkan. Jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas kecepatan tinggi memerlukan ruang bebas untuk menyiap dan bergerak yang lebih besar dibandingkan dengan jalan untuk kecepatan rendah.

Besarnya lebar lajur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan karena:

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

2.2.3 Jalur Lalu Lintas

Menurut (Sukirman, 1994), Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan dan jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur kendaraan. Kemiringan melintang jalur lalu lintas di jalan lurus diperuntukkan terutama untuk kebutuhan drainase jalan. Kemiringan melintang bervariasi antara 2% - 4 % untuk jenis lapisan permukaan dengan menggunakan bahan pengikat seperti aspal atau semen. Semakin kedap lapisan tersebut, semakin kecil kemiringan melintang yang dapat dipergunakan. Sedangkan untuk jalan dengan lapisan permukaan belum menggunakan bahan pengikat seperti jalan berkerikil, kemiringan melintang dibuat sebesar 5 %. Kemiringan melintang jalur lalu lintas ditikungan dibuat untuk kebutuhan keseimbangan gaya sentrifugal yang bekerja, disamping kebutuhan akan drainase.

2.2.4 Bahu Jalan

Menurut (Sukirman, 2015), Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai:

1. ruangan untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau yang sekedar berhenti karena mengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh, atau untuk beristirahat.
2. ruangan untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.

3. memberikan kelegaan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
4. ruangan pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan (untuk tempat penempatan alat-alat, dan penimbunan bahan material).
5. memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
6. ruangan untuk lintasan kendaraan-kendaraan patroli, ambulans, yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

Menurut (Sukirman, 2015), dilihat dari letaknya bahu terhadap arah arus lalu lintas, maka bahu jalan dapat dibedakan atas:

1. Bahu kiri/bahu luar (left shoulder/outersoulder), adalah bahu yang terletak ditepi sebelah kiri jalur lalu lintas.
2. Bahu kanan/bahu dalam (right/inner shoulder), adalah bahu yang terletak ditepi sebelah kanan dari jalur lalu lintas.

Menurut (Sukirman, 2015), kemiringan melintang bahu jalan bervariasi sampai dengan 6% dan lebih besar dari kemiringan melintang jalur perkerasan jalan, tergantung dari jenis permukaan bahu, intensitas hujan, dan kemungkinan penggunaan bahu jalan. Kemiringan melintang bahu jalan harus disesuaikan demi keamanan pemakai jalan dan fungsi drainase itu sendiri. Menurut (AASHTO, 2004), perubahan kelandaian antara kemiringan melintang perkerasan jalan dan bahu (roll over) maksimum 8%.

2.2.5 Saluran Samping

Konstruksi jalan harus selalu dalam keadaan kering dan tidak terendam maka dibutuhkan saluran samping untuk mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan dan bagian luar jalan. Pada umumnya bentuk saluran samping trapesium atau empat persegi panjang. 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 mempergunakan pasangan batu kali, atau tanah asli.

Lebar dasar saluran yang berguna untuk mencegah pengikisan oleh aliran air disesuaikan dengan besarnya debit yang diperkirakan akan mengalir pada saluran tersebut, minimum sebesar 30 cm. Landai dasar saluran dalam perencanaan biasanya disesuaikan mengikuti kelandaian dari jalan, namun pada kelandaian jalan yang cukup besar saluran hanya terbuat dari tanah asli, kelandaian dasar saluran tidak lagi mengikuti kelandaian jalan. Terasering dibuat jika terjadi perbedaan yang cukup besar antara kelandaian dasar saluran dan kelandaian jalan.

Talud untuk saluran samping yang berbentuk trapesium dan tidak diperkeras adalah 2H:1V, atau sesuai dengan kemiringan yang memberikan kestabilan lereng yang aman. Pada saluran samping yang mempergunakan pasangan batu, talud dapat dibuat 1H:1V.

2.2.6 Kereb

Menurut (Sukirman, 2015), Kereb adalah peninggian tepi perkerasan atau bahu jalan yang digunakan untuk keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan dan memberikan ketegasan tepi perkerasan. Berdasarkan fungsinya, kereb dibedakan atas:

1. Kereb peninggi (mountable curb), adalah kereb yang direncanakan agar dapat didaki kendaraan, biasanya terdapat di tempat parkir di pinggir jalan/lalu lintas. Kereb peninggi mempunyai bentuk permukaan lengkung yang tingginya berkisar antara 10 - 15 cm.
2. Kereb penghalang (barrier curb), adalah kereb yang direncanakan untuk menghalangi atau mencegah kendaraan meninggalkan jalur lalu lintas terutama di median, trotoar, pada jalan-jalan tanpa pagar pengaman. Tingginya berkisar 25 - 30 cm.
3. Kereb berparit (gutter curb), adalah kereb yang direncanakan untuk membentuk sistem drainase perkerasan jalan. Kereb ini dianjurkan pada jalan yang memerlukan sistem drainase perkerasan yang baik. Pada jalan lurus

diletakkan di tepi luar dari perkerasan, sedangkan pada tikungan diletakkan pada tepi dalam. Tingginya berkisar 10 - 20 cm.

4. Kereb penghalang berparit (Barrier gutter curb), adalah kereb penghalang yang direncanakan untuk membentuk sistem drainase perkerasan jalan. Tingginya berkisar antara 20 - 30 cm.

2.3 Bagian – Bagian Jalan

2.3.1 Rumaja (Ruang Manfaat Jalan)

Menurut PP No. 34 tahun 2006, Bab III, pasal 34.1, Rumaja (Ruang Manfaat Jalan) adalah ruang yang dimanfaatkan untuk konstruksi jalan, yang meliputi badan jalan, bahu jalan, jalur lalu lintas, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanan jalan.

1. Badan Jalan adalah jalur lalu lintas dengan atau tanpa jalur pemisah dan bahu jalan, termasuk jalur pejalan kaki, bahu jalan hanya diperuntukkan bagi layanan lalu lintas dan angkutan jalan serta pengamanan konstruksi jalan,
2. Bahu jalan adalah bagian dari daerah manfaat jalan yang berdampingan dengan jalur lalu lintas yang digunakan untuk menampung kendaraan berhenti dalam keperluan darurat, dan diperlukan juga untuk mendukung bagian samping konstruksi jalan,
3. Jalur Lalu lintas adalah bagian jalur jalan yang direncanakan khusus (perkerasan) untuk lintasan kendaraan roda empat,
4. Saluran Tepi jalan adalah saluran yang hanya diperuntukkan bagi penampungan dan penyaluran air agar badan jalan bebas dari pengaruh/genangan air,
5. Ambang Pengamanan Jalan adalah berupa bidang tanah dan/atau konstruksi bangunan pengaman yang berada diantara tepi badan jalan dan batas ruang manfaat jalan yang hanya diperuntukkan bagi pengamanan konstruksi.

2.3.2 Rumija (Ruang Milik Jalan)

Menurut PP No. 34 tahun 2006, Bab III, Pasal 39.1, Rumija (Ruang milik Jalan terdiri dari ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan. Ruang manfaat minimal harus memiliki lebar :

1. Jalan bebas hambatan 30 meter,
2. Jalan raya 25 meter,
3. Jalan sedang 15 meter,
4. Jalan kecil 11 meter.

2.3.3 Ruwasja (Ruang Pengawasan Jalan)

Menurut PP No. 34 tahun 2006, Bab III, Pasal 44.1, Ruwasja (Ruang Pengawasan Jalan) adalah ruang tertentu diluar ruang milik jalan yang penggunaannya ada dibawah pengawasan penyelenggara jalan. Ruang Pengawaan jalan ditentukan dari tepi jalan yang paling rendah sebagai berikut :

1. Jalan Arteri 15 meter,
2. Jalan Kolektor Primer 10 meter,
3. Jalan Lokal Primer 7 meter,
4. Jalan Lingkungan Primer 5 meter,
5. Jalan Arteri Sekunder 15 meter,
6. Jalan Kolektor Sekunder 5 meter,
7. Jalan Lokal Sekunder 3 meter,
8. Jalan Lingkungan sekunder 2 meter,
9. Jembatan 100 meter.

2.4 Alinyemen Horizontal

Menurut (Hendarsin, 2000), perencanaan alinyemen horizontal umumnya akan ditemui dua jenis bagian jalan yaitu bagian lurus dan bagian lengkung atau tikungan. Tikungan terdiri dari tiga jenis yaitu *Full Circle* (FC) , *Spiral – Circle – Spiral* (S-C-S) dan *Spiral – Spiral* (S-S).

2.4.1 Bagian Lurus

Menurut (Hendarsin, 2000), Panjang maksimum bagian lurus, harus dapat menempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit sesuai V_R , dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat dari kelelahan.

Tabel 2.4 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

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

2.4.2 Lengkung atau Tikungan

Menurut (Hadihardaja, 1987) dalam perancangan tikungan dikenal 2 bentuk lengkung dasar yang sering digunakan yaitu: lengkung lingkaran (circle) dan lengkung spiral. Lengkung spiral sering digunakan sebagai lengkung peralihan. Penggunaan kedua lengkung dasar tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dan persyaratan teknis. Untuk itu dikenal beberapa bentuk tikungan yang digunakan dalam perancangan yaitu: lingkaran penuh (full circle), spiral-spiral (S-S) dan spiral lingkaran spiral (S-C-S).

1. Jari – jari minimum

Lengkung dengan radius minimum adalah lengkung yang mempunyai superelevasi maksimum dan koefisien gesek maksimum. Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan (V) akan menerima gaya setrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil, agar dapat mengimbangi gaya sentrifugal tersebut, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut superelvasi (e).

Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya gesekan melintang. Perbandingan gaya gesekan melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang (f). Rumus umum yang digunakan untuk lengkung horizontal adalah :

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

R = Jari –Jari Lengkung (m)

D = Derajat Lengkung (°)

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu dapat dihitung jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum dan koefisien gesekan maksimum,

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$D_{\max} = \frac{181913,53(e_{\max} + f_{\max})}{V_R^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

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

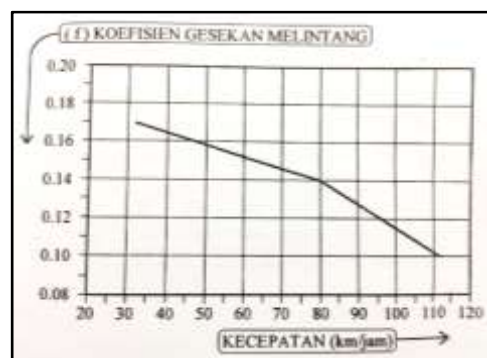
V_R = Kecepatan kendaraan rencana, (km/jam)

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

$f_{\max}$ = Koefisien gesekan melintang maksimum

D = derajat lengkung

$D_{\max}$ = derajat maksimum



(Sumber : AASHTO 2004)

Grafik 2.1 Nilai (f), untuk $e_{\max} = 6\%$, 8% dan 10%

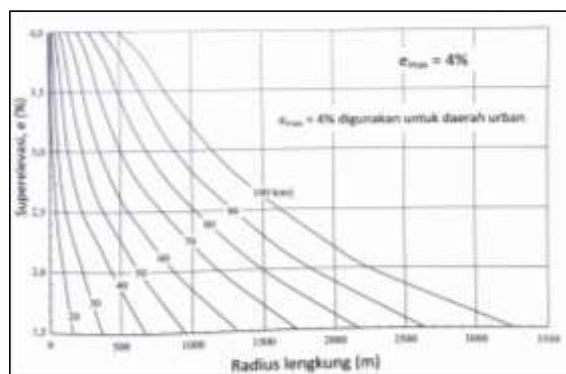
Tabel 2.5 Jari – jari minimum berdasarkan kecepatan rencana

V (Km/jam)	f_{maks}	e_{maks} (%)	Radius minimum, m		V (km/jam)	f_{maks}	e_{maks} (%)	Radius minimum, m	
			Hitung	Pembulatan				Hitung	Pembulatan
15	0,40	4	4,0	4	70	0,15			
		6	3,9	4			6	183,7	184
		8	3,7	4			8	167,8	168
		10	3,5	4			10	154,3	154
20	0,35	4	9,0	9	80	0,14			
		6	7,7	8			6	252,0	252
		8	7,3	7			8	229,1	229
		10	7,0	7			10	210,0	210
30	0,28	4	22,1	22	90	0,13			
		6	20,8	21			6	335,7	336
		8	19,7	20			8	303,7	304
		10	18,7	19			10	277,3	277
40	0,23	4	46,7	47	100	0,12			
		6	43,4	43			6	437,5	437
		8	40,6	41			8	393,7	394
		10	38,2	38			10	357,9	358
50	0,19	4	85,6	86	110	0,11			
		6	78,7	79			6	560,4	560
		8	72,9	73			8	501,5	501
		10	67,9	68			10	453,7	454
60	0,17	4	135,0	135	120	0,09			
		6	123,3	123			6	755,9	756
		8	113,4	113			8	667,0	667
		10	105,0	105			10	596,8	597

(Sumber : AASHTO 2004)

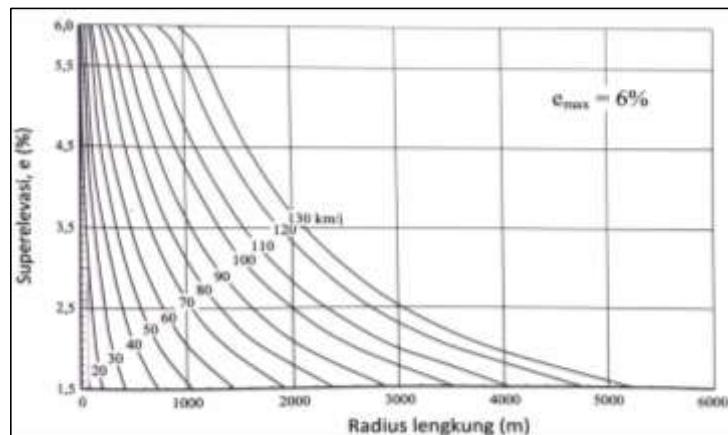
2. Nilai Superelevasi untuk berbagai Radius

Menurut (Sukirman, 2015), Gaya sentrifugal yang terjadi pada lengkung horizontal diimbangi bersama-sama oleh komponen berat kendaraan akibat adanya superelevasi dan gaya gesek melintang antara permukaan jalan dan ban kendaraan. AASHTO 2004 memberikan nilai superelevasi untuk berbagai radius lengkung seperti pada **Grafik 2.2** sampai dengan **Grafik 2.4** dan **Tabel 2.6** sampai dengan **Tabel 2.12**.



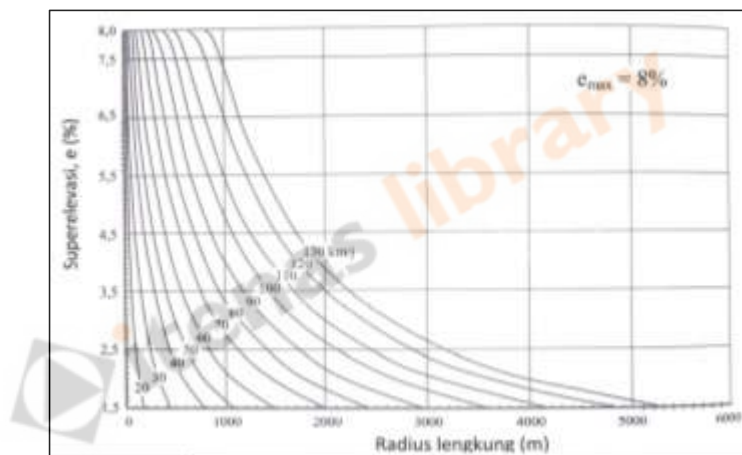
(Sumber : AASHTO 2004)

Grafik 2.2 Distribusi e dan R untuk e_{maks} 4%



(Sumber : AASHTO 2004)

Grafik 2.3 Distribusi e dan R untuk e_{maks} 6%



(Sumber : AASHTO 2004)

Grafik 2.4 Distribusi e dan R untuk e_{maks} 8%

Tabel 2.6 Radius lengkung dan superelevasi untuk $e_{maks} = 4\%$

e (%)	Kecepatan rencana, V					
	40 km/jam	50 km/jam	60 km/jam	70 km/jam	80 km/jam	90 km/jam
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
2,0	441	632	877	1180	1490	1830
2,2	363	534	749	1020	1290	1590
2,4	273	435	626	865	1110	1390
2,6	209	345	508	720	944	1200
2,8	167	283	422	605	802	1030
3,0	137	236	356	516	690	893
3,2	114	199	303	443	597	779
3,4	96	170	260	382	518	680
3,6	81	144	222	329	448	591
3,8	67	121	187	278	381	505
4,0	47	86	135	203	280	375

(Sumber : AASHTO 2004)

Tabel 2.7 Radius lengkung dan superelevasi untuk $e_{maks} = 6\%$

e(%)	Kecepatan rencana, V							
	50 km/jam	60 km/jam	70 km/jam	80 km/jam	90 km/jam	100 km/jam	110 km/jam	120 km/jam
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
2,0	750	1030	1380	1710	2090	2560	2970	3510
2,2	668	919	1230	1530	1880	2300	2670	3160
2,4	599	825	1110	1380	1700	2080	2420	2870
2,6	540	746	1000	1260	1540	1890	2210	2630
2,8	488	676	910	1150	1410	1730	2020	2420
3,0	443	615	831	1050	1290	1590	1870	2240
3,2	402	561	761	959	1190	1470	1730	2080
3,4	364	511	697	882	1100	1360	1600	1940
3,6	329	465	640	813	1020	1260	1490	1810
3,8	294	422	586	749	939	1170	1390	1700
4,0	261	380	535	690	870	1090	1300	1590
4,2	234	343	488	635	806	1010	1220	1500
4,4	210	311	446	584	746	983	1140	1410
4,6	190	283	408	538	692	873	1070	1330
4,8	172	258	374	496	641	812	997	1260
5,0	156	235	343	457	594	755	933	1190
5,2	142	214	315	421	549	701	871	1120
5,4	128	195	287	386	506	648	810	1060
5,6	115	176	260	351	463	594	747	980
5,8	102	156	232	315	416	537	679	900
6,0	79	123	184	252	336	437	560	756

(Sumber : AASHTO 2004)

Tabel 2.8 Radius lengkung dan superelevasi untuk $e_{maks} = 8\%$

e(%)	Kecepatan rencana, V							
	50 km/jam	60 km/jam	70 km/jam	80 km/jam	90 km/jam	100 km/jam	110 km/jam	120 km/jam
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
2,0	791	1090	1450	1790	2190	2680	3090	3640
2,2	711	976	1300	1620	1980	2420	2790	3290
2,4	644	885	1190	1470	1800	2200	2550	3010
2,6	587	808	1080	1350	1650	2020	2340	2760
2,8	539	742	992	1240	1520	1860	2160	2550
3,0	496	684	916	1150	1410	1730	2000	2370
3,2	458	633	849	1060	1310	1610	1870	2220
3,4	425	588	790	988	1220	1500	1740	2080
3,6	395	548	738	924	1140	1410	1640	1950
3,8	368	512	690	866	1070	1320	1540	1840
4,0	344	479	648	813	1010	1240	1450	1740
4,2	321	449	608	766	948	1180	1380	1650
4,4	301	421	573	722	895	1110	1300	1570
4,6	281	395	540	682	847	1050	1240	1490
4,8	263	371	509	645	803	996	1180	1420
5,0	246	349	480	611	762	947	1120	1360

(Sumber : AASHTO 2004)

Tabel 2.9 Radius lengkung dan superelevasi untuk $e_{maks} = 8\%$

e(%)	Kecepatan rencana, V							
	50 km/jam	60 km/jam	70 km/jam	80 km/jam	90 km/jam	100 km/jam	110 km/jam	120 km/jam
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
5,2	229	328	454	579	724	901	1070	1300
5,4	213	307	429	549	689	859	1020	1250
5,6	198	288	405	521	656	819	975	1200
5,8	185	270	382	494	625	781	933	1150
6,0	172	253	360	469	595	746	894	1100
6,2	161	238	340	445	567	713	857	1060
6,4	151	224	322	422	540	681	823	1020
6,6	141	210	304	400	514	651	789	982
6,8	132	198	287	379	489	620	757	948
7,0	123	185	270	358	464	591	724	914
7,2	115	174	254	338	440	561	691	879
7,4	107	162	237	318	415	531	657	842
7,6	99	150	221	296	389	499	621	803
7,8	90	137	202	273	359	462	579	757
8,0	73	113	168	229	304	394	501	667

(Sumber : AASHTO 2004)

Tabel 2.10 Radius lengkung dan superelevasi untuk $e_{maks} = 10\%$

e (%)	Kecepatan rencana, V							
	50 km/jam	60 km/jam	70 km/jam	80 km/jam	90 km/jam	100 km/jam	110 km/jam	120 km/jam
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
2,0	815	1120	1480	1840	2230	2740	3160	3700
2,2	735	1020	1340	1660	2020	2480	2860	3360
2,4	669	920	1220	1520	1840	2260	2620	3070
2,6	612	844	1120	1390	1700	2080	2410	2830
2,8	564	778	1030	1290	1570	1920	2230	2620
3,0	522	720	952	1190	1460	1790	2070	2440
3,2	485	670	887	1110	1360	1670	1940	2280
3,4	453	626	829	1040	1270	1560	1820	2140
3,6	424	586	777	974	1200	1470	1710	2020
3,8	398	551	731	917	1130	1390	1610	1910
4,0	374	519	690	866	1060	1310	1530	1810
4,2	353	490	652	820	1010	1240	1450	1720
4,4	333	464	617	777	953	1180	1380	1640
4,6	315	439	586	738	907	1120	1310	1560
4,8	299	417	557	703	864	1070	1250	1490
5,0	283	396	530	670	824	1020	1200	1430
5,2	269	377	505	640	788	975	1150	1370
5,4	256	359	482	611	754	934	1100	1320
5,6	243	343	461	585	723	896	1060	1270
5,8	232	327	441	561	693	860	1020	1220
6,0	221	312	422	538	666	827	976	1180

(Sumber : AASHTO 2004)

Tabel 2.11 Radius lengkung dan superelevasi untuk $e_{maks} = 10\%$

e (%)	Kecepatan rencana, V							
	50 km/jam	60 km/jam	70 km/jam	80 km/jam	90 km/jam	100 km/jam	110 km/jam	120 km/jam
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
6,2	210	298	404	516	640	795	941	1140
6,4	200	285	387	496	616	766	907	1100
6,6	191	273	372	476	593	738	876	1060
6,8	181	261	357	458	571	712	846	1030
7,0	172	249	342	441	551	688	819	993
7,2	164	238	329	425	532	664	792	963
7,4	156	228	315	409	513	642	767	934
7,6	148	218	303	394	496	621	743	907
7,8	141	208	291	380	479	601	721	882
8,0	135	199	279	366	463	582	699	857
8,2	128	190	268	353	448	564	679	834
8,4	122	182	257	339	432	546	660	812
8,6	116	174	246	326	417	528	641	790
8,8	110	166	236	313	402	509	621	770
9,0	105	158	225	300	386	491	602	751
9,2	99	150	215	287	371	472	582	731
9,4	94	142	204	274	354	453	560	709
9,6	88	133	192	259	337	432	537	685
9,8	81	124	179	242	316	407	509	656
10,0	68	105	154	210	277	358	454	597

(Sumber : AASHTO 2004)

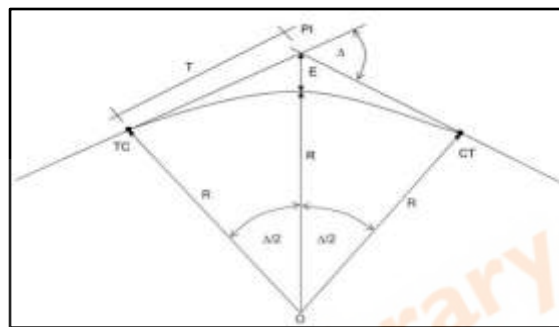
Tabel 2.12 Radius lengkung untuk kecepatan kurang dari 60 km/jam

e (%)	Kecepatan rencana, V				
	20 km/jam	30 km/jam	40 km/jam	50 km/jam	60 km/jam
	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)	R (m)
0,0	9	25	55	104	167
2,0	9	24	50	94	149
2,2	8	24	50	93	148
2,4	8	23	50	92	146
2,6	8	23	49	91	145
2,8	8	23	49	90	143
3,0	8	23	48	89	142
3,2	8	23	48	89	140
3,4	8	23	48	88	139
3,6	8	22	47	87	138
3,8	8	22	47	86	136
4,0	8	22	47	86	135
4,2	8	22	46	85	134
4,4	8	22	46	84	132
4,6	8	22	46	83	131
4,8	8	22	45	83	130
5,0	8	21	45	82	129
5,2	8	21	45	81	128
5,4	8	21	44	81	127
5,6	8	21	44	80	125
5,8	8	21	44	79	124
6,0	8	21	43	79	123

(Sumber : AASHTO 2004)

3. Full Circle

Menurut (AASHTO 2004), Lengkung horizontal full circle adalah lengkung yang hanya terdiri dari satu busur lingkaran saja, tanpa lengkung peralihan. Dengan tidak tersedianya tempat transisi atau peralihan dari kemiringan melintang di jalan lurus ke superelevasi, maka lengkung horizontal berbentuk lingkaran ini hanya diperkenankan untuk lengkung dengan radius yang besar dimana pergeseran tangen ke bagian lengkung (p) maksimum 0,2 m.



(Sumber : Buku Perencanaan Teknik Jalan Raya (Hendarsin, 2000))

Gambar 2.12 Komponen FC

Rumus yang digunakan untuk Full Circle adalah:

$$T_C = R_C \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.5)$$

$$E_C = T_C \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots (2.6)$$

$$L_C = \frac{\Delta 2\pi R_C}{360^\circ} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

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 PI ke busur lingkaran

4. Lengkung Spiral – Circle – Spiral

Menurut (Hendarsin, 2000), Lengkung Spiral-Circle-Spiral adalah lengkung peralihan berbentuk spiral (clothoid) yang menghubungkan bagian lurus dengan radius tak berhingga di awal spiral (kiri TS atau kanan ST) dan bagian berbentuk lingkaran dengan radius = R_C diakhir spiral (titik SC atau CS). Titik TS adalah titik peralihan bagian lurus ke bagian berbentuk spiral dan titik SC adalah titik peralihan bagian spiral ke bagian lingkaran. Panjang lengkung peralihan (L_s) diambil pada **Tabel 2.13** atau nilai yang terbesar dari tiga persamaan dibawah ini :

- a. Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung :

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \dots\dots\dots (2.8)$$

- b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi Shortt, sebagai berikut :

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R_C} - 2,727 \frac{V_R e}{C} \dots\dots\dots (2.9)$$

- c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian :

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \Gamma e} V_R \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

T = Waktu tempuh = 3 detik

R_C = Jari – jari busur lingkaran, (m)

C = Perubahan percepatan, 0,3-1,0 disarankan 0,4 m/detik³.

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

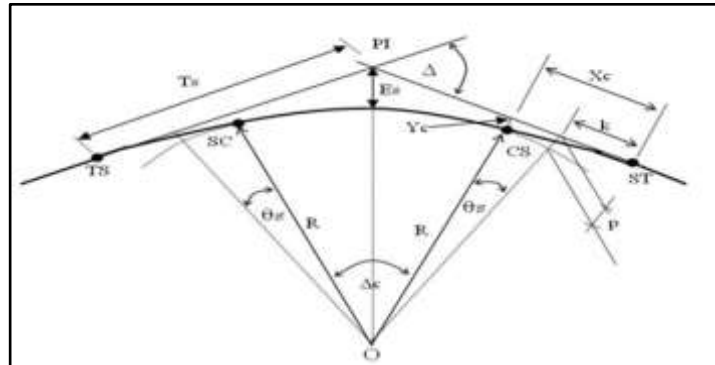
Untuk $V_R \leq 70$ km/jam, τ_e mak = 0,035 m/m/detik

Untuk $V_R \geq 80$ km/jam, τ_e mak = 0,025 m/m/detik

e = Superelevasi

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi normal



(Sumber : Buku Perencanaan Teknik Jalan Raya (Hendarsin, 2000))

Gambar 2.13 Komponen S-C-S

Rumus yang digunakan :

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R_c^2} \right) \dots\dots\dots (2.11)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R_c} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\theta_s = \frac{90}{\pi} \frac{L_s}{R_c} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$p = \frac{L_s}{6R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$k = L_s - R_c (1 - \sin \theta_s) \dots\dots\dots (2.15)$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots (2.16)$$

$$E_s = (R_C + p) \tan \frac{1}{2} \Delta - k \dots\dots\dots (2.17)$$

$$L_s = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times R_C \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

X_s = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (Jarak lurus lengkung peralihan).

Y_s = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung.

L_s = panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST)

T_s = panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST.

TS = titik dari tangen ke spiral

SC = titik dari spiral ke lingkaran

E_s = jarak dari PI ke busur lingkaran

θ_s = sudut lengkung spiral

R_C = jari – jari lingkaran

p = pergeseran tangen terhadap spiral

k = absis dari p pada garis tangen spiral

Tabel 2.13 Panjang L_s berdasarkan landai relatif maksimum

e (%)	Kecepatan (km/jam)													
	20		30		40		50		60		70		80	
	km/jam		km/jam		km/jam		km/jam		km/jam		km/jam		km/jam	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)	L_s (m)
2,0	9	14	10	14	10	15	11	17	12	18	13	20	14	22
2,2	10	15	11	16	11	17	12	18	13	20	14	22	16	24
2,4	11	16	12	17	12	19	13	20	14	22	16	24	17	26
2,6	12	18	12	19	13	20	14	22	16	23	17	26	19	28
2,8	13	19	13	20	14	22	16	23	17	25	18	27	20	30
3,0	14	20	14	22	15	23	17	25	18	27	20	29	22	32
3,2	14	22	15	23	16	25	18	27	19	29	21	31	23	35

3,4	15	23	16	24	17	26	19	28	20	31	22	33	24	37
3,6	16	24	17	26	19	28	20	30	22	32	24	35	26	39
3,8	17	26	18	27	20	29	21	32	23	34	25	37	27	41
4,0	18	27	19	29	21	31	22	33	24	36	26	39	29	43
4,2	19	28	20	30	22	32	23	35	25	38	27	41	30	45
4,4	20	30	21	32	23	34	24	37	26	40	29	43	32	48
4,6	21	31	22	33	24	35	25	38	28	41	30	45	33	50
4,8	22	32	23	35	25	37	27	40	29	43	31	47	35	52
5,0	23	34	24	36	26	39	28	42	30	45	33	49	36	54

Catatan :

1. Panjang lengkung peralihan untuk jalan 2 lajur 2 arah

2. Panjang lengkung peralihan untuk jalan 4 lajur 2 arah

(Sumber : AASHTO 2004)

Tabel 2.14 Panjang L_s berdasarkan landai relatif maksimum

e (%)	Kecepatan (km/jam)													
	20		30		40		50		60		70		80	
	km/jam		km/jam		km/jam		km/jam		km/jam		km/jam		km/jam	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
5,2	23	35	25	37	27	40	29	43	31	47	34	51	37	56
5,4	24	36	26	39	28	42	30	45	32	49	35	53	39	58
5,6	25	38	27	40	29	43	31	47	34	50	37	55	40	60
5,8	26	39	28	42	30	45	32	48	35	52	38	57	42	63
6,0	27	41	29	43	31	46	33	50	36	54	39	59	43	65

Catatan :

1. Panjang lengkung peralihan untuk jalan 2 lajur 2 arah

2. Panjang lengkung peralihan untuk jalan 4 lajur 2 arah

(Sumber : AASHTO 2004)

5. Lengkung Peralihan Spiral – Spiral

Menurut buku (Sukirman, 2015), Lengkung horizontal berbentuk Spiral – Spiral (lengkung SS) adalah lengkung tanpa busur lingkaran, sehingga titik SC berimpit dengan titik CS seperti pada **Gambar 2.14** dan disebut titik SCS. Dengan demikian panjang busur lingkaran $L_c = 0$ dan $\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$. Persamaan – persamaan untuk lengkung berbentuk SCS dapat digunakan untuk lengkung SS dengan memperhatikan kondisi spesifik yaitu :

medan, fungsi jalan, muka air banjir, muka air tanah, kelayakan yang masih memungkinkan.

2.5.1 Kelayakan Pada Alinyemen Vertikal

1. Landai Minimum

Menurut (Sukirman, 2015), berdasarkan kepentingan arus lalu lintas, landai ideal adalah landai datar (0%). Sebaliknya jika ditinjau dari kepentingan drainase, jalan yang berlandai adalah jalan yang ideal. Dalam suatu perencanaan disarankan menggunakan :

- a. Landai datar untuk jalan-jalan yang diatas tanah timbunan yang tidak mempunyai kereb. Lereng melintang jalan dianggap cukup mengaliri air di atas badan jalan dan kemudian ke lereng jalan.
- b. Landai 0,15 % dianjurkan untuk jalan-jalan diatas tanah timbunan dengan medan datar dan mempergunakan kereb. Kelayakan ini cukup membantu mengalirkan air hujan ke saluran pembuangan.
- c. Landai datar untuk jalan-jalan yang diatas tanah timbunan yang tidak mempunyai kereb. Lereng melintang jalan dianggap cukup mengaliri air di atas badan jalan dan kemudian ke lereng jalan.
- d. Landai 0,15% dianjurkan untuk jalan-jalan diatas tanah timbunan dengan medan datar dan mempergunakan kereb. Kelayakan ini cukup membantu mengalirkan air hujan ke saluran pembuangan.
- e. Landai minimum sebesar 0,3-0,5% dianjurkan dipergunakan untuk jalan-jalan di daerah galian atau jalan yang memakai kereb. Lereng melintang hanya cukup untuk mengalirkan air hujan yang jatuh diatas badan jalan, sedangkan landai jalan dibutuhkan untuk membuat kemiringan dasar saluran samping.

2. Landai Maksimum

Menurut (Sukirman, 2015), kelayakan maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelayakan maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari

separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.15 Kelandaian Maksimum

Vr (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian maksimal	3	3	4	5	8	9	10	10

(Sumber : Teknik Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 36)

3. Panjang kritis suatu kelandaian

Menurut (Sukirman, 2015), panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan rencana.

Tabel 2.16 Panjang Kritis

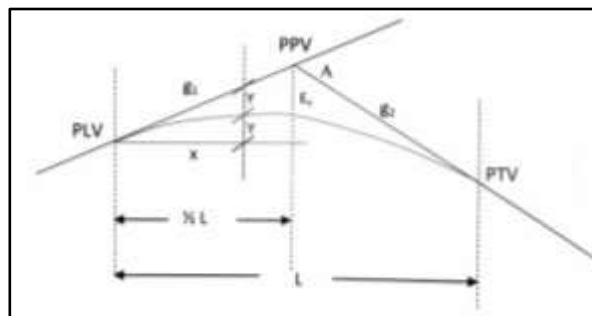
Kecepatan pada awal tanjakan km/jam	Kelandaian %						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

(Sumber : Teknik Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 36)

2.5.2 Bentuk Lengkung Vertikal

Menurut (Sukirman, 2015), lengkung vertikal berbentuk lengkung parabola sederhana. Untuk penentuan panjang lengkung vertikal dan elevasi setiap titik pada lengkung digunakan asumsi sebagai berikut:

- Panjang lengkung vertikal sama dengan panjang proyeksi lengkung vertikal;
- Titik PPV terletak di tengah – tengah garis proyeksi lengkung vertikal.



(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.15 Tipikal lengkung vertikal parabola sederhana

Pada **Gambar 2.15** dapat dilihat bahwa:

Titik PLV = Titik Permulaan Lengkung Vertikal, adalah titik peralihan dari bagian tangen vertikal ke bagian lengkung vertikal.

Titik PTV = Titik Permulaan Tangen Vertikal, adalah titik peralihan dari bagian tangen vertikal.

L = panjang proyeksi lengkung vertikal,
= panjang lengkung vertikal (asumsi)

g_1 = kelandaian bagian tangen vertikal sebelah kiri, %

g_2 = kelandaian bagian tangen vertikal sebelah kanan, %

A = perbedaan aljabar landai, dinyatakan dalam persen
= $g_1 - g_2$

E_v = pergeseran vertikal titik PPV terhadap lengkung vertikal

Dari **Gambar 2.15** diperoleh **Persamaan 2.21** dan **Persamaan 2.22**.

$$y = \frac{Ax^2}{200L} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$E_v = \frac{AL}{800} \dots\dots\dots (2.22)$$

E_v bernilai positif menunjukkan lengkung vertikal cembung karena PPV terletak di atas lengkung vertikal. E_v bernilai negatif menunjukkan lengkung vertikal cekung karena titik PPV terletak dibawah lengkung.

2.5.3 Lengkung Vertikal Cekung

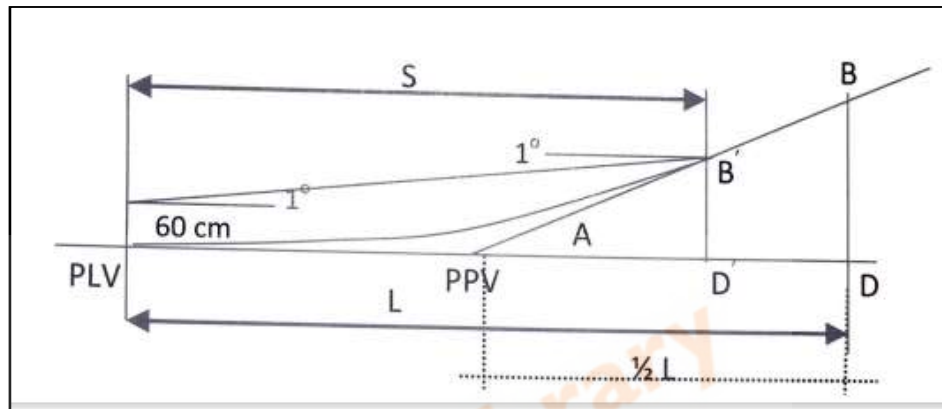
Menurut (Sukirman, 2015), pergantian dari suatu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan menggunakan lengkung vertikal. Titik perpotongan dua bagian tangen vertikal dinamakan Titik Perpotongan dua bagian tangen vertikal dinamakan Titik Perpotongan Vertikal (= titik TPV), dikenal dengan nama *Point of Vertical Intersection* (PVI) atau sering disebut Poin Perpotongan Vertikal (PPV). Jenis lengkung vertikal dilihat dari letak titik potong kedua bagian tangen dibedakan menjadi:

1. Lengkung vertikal cekung, adalah lengkung dimana titik PPV berada di bawah permukaan jalan. Panjang lengkung vertikal cekung ditentukan dengan memperhatikan hal sebagai berikut :

a. Jarak Pandang malam hari

Posisi jarak pandang dibagi menjadi 2 keadaan yaitu :

- Jarak Penyinaran lampu < L



(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.16 Jarak penyinaran lampu depan < L

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,50S} \dots\dots\dots (2.23)$$

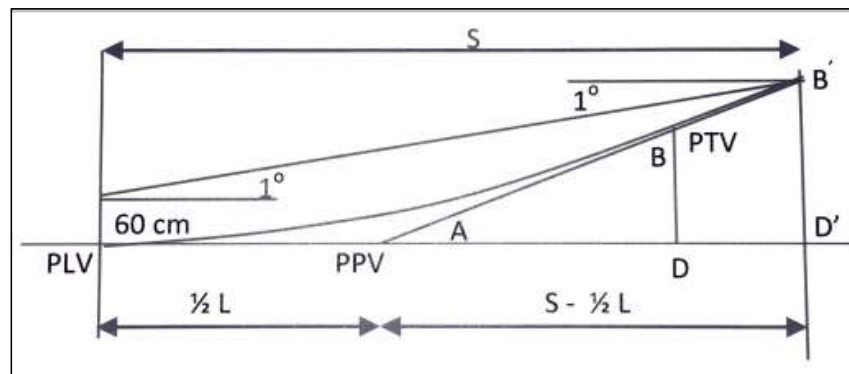
Keterangan :

L = panjang lengkung vertikal cekung (m)

S = jarak penyinaran lampu (m)

A = perbedaan aljabar landai (%)

- Jarak Penyinaran lampu > L



(Sumber : (Sukirman, Dasar-Dasar Perencanaan Geometri Jalan, 2015))

Gambar 2.17 Jarak penyinaran lampu depan > L

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5S}{A} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

L = panjang lengkung vertikal cekung (m)

S = jarak penyinaran lampu (m)

A = perbedaan aljarbar landai (%)

Tabel 2.17 menunjukan nilai K berdasarkan jarak pandang henti hasil hitungan dan nilai K setelah pembulatan untuk lengkung vertikal cekung. Menurut (Sukirman, 2015) dalam kegiatan merancang alinyemen vertikal, nilai K yang sudah dibulatkan dapat digunakan tanpa memberikan perbedaan hasil yang berarti.

Tabel 2.17 Nilai K berdasarkan jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung

Kecepatan rencana (Km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai K = L/A	
		Hitungan	Pembulatan
20	20	2,1	3
30	35	5,1	6
40	50	8,5	9
50	65	12,2	13
60	85	17,3	18
70	105	22,6	23
80	130	29,4	30
90	160	37,6	38
100	185	44,6	45
110	220	54,4	55
120	250	62,8	63
130	285	72,7	73

(Sumber : AASHTO 2004)

b. Kebutuhan drainase pada lengkung vertikal cekung

Lengkung vertikal cekung yang panjang dan relatif datar dapat menimbulkan masalah drainase jika di sepanjang jalan tidak mengalir lancar. Untuk menghindari hal tersebut di atas (AASHTO 2004) membatasi panjang lengkung vertikal tidak melebihi 51A.

c. Syarat kenyamanan penumpang

Gaya sentrifugal dan gravitasi pada lengkung vertikal cekung menimbulkan rasa tidak nyaman kepada penumpang. Panjang lengkung vertikal cekung minimum berdasarkan (AASHTO 2004) sebagai berikut :

$$L = \frac{AV^2}{395} \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan :

V = Kecepatan rencana (km/jam)

A = Perbedaan aljabar landai

L = panjang lengkung vertikal cekung (m)

d. Syarat bentuk visual

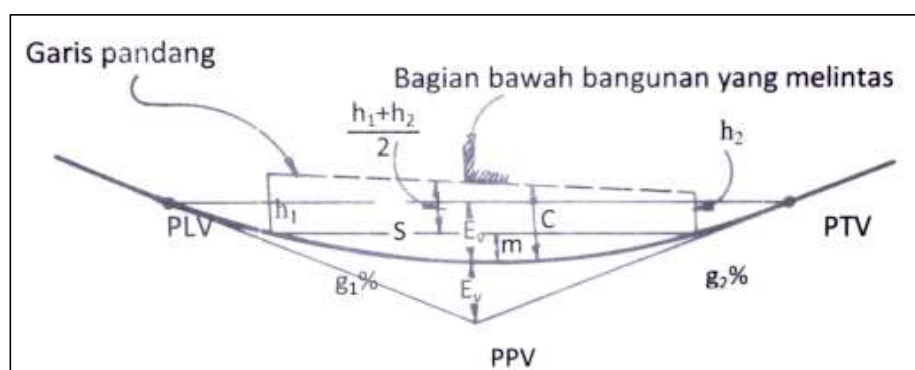
(AASHTO 2004) memberikan batasan bentuk lengkung vertikal dengan panjang minimum sebagai berikut:

$$L = 30A \dots\dots\dots (2.26)$$

e. Jarak pandang bebas di bawah bangunan pada lengkung vertikal Cekung

Menurut (Sukirman, 2015), jarak pandang bebas pengemudi pada jalan dimana terdapat lintasan jalan lain, jembatan penyeberangan, *viaduct*, *aquaduct* perlu dicek karena seringkali terhalangi oleh bagian bawah bangunan tersebut. Kontrol terhadap jarak pandang di bawah bangunan pada lengkung vertikal cekung berdasarkan kondisi bangunan yang tepat berada di atas titik PPV dan jarak pandang dihitung tepat pada posisi *simetris*. Posisi jarak pandang dibedakan atas 2 keadaan yaitu:

- Jarak Pandang $S < L$



(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.18 Jarak pandang bebas di bawah bangunan yang melintas

$$E_v = \frac{AL}{800} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$\left(\frac{S}{L}\right)^2 = \frac{800m}{AL} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$L = \frac{AS^2}{800m} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$m = \frac{AS^2}{800L} \dots\dots\dots (2.30)$$

$$m = C - \frac{h_1 + h_2}{2} \dots\dots\dots (2.31)$$

$$L = \frac{AS^2}{800 - 400(h_1 + h_2)} \dots\dots\dots (2.32)$$

Keterangan :

L = panjang lengkung vertikal cekung (m)

A = perbedaan aljabar landai (%)

S = jarak pandangan henti atau menyiap minimum (m)

C = tinggi bebas dari muka jalan ke bagian bawah bangunan yang melintas (m)

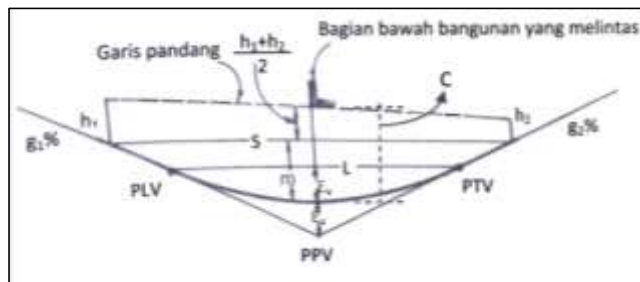
h_1 = tinggi mata pengemudi dari muka jalan (m)

h_2 = tinggi objek dari muka jalan (m)

Jika menggunakan tinggi pengemudi truk 2,40 m dan tinggi objek = 0,6 m sebagai tinggi bagian belakang kendaraan yangt dilihat oleh truk, maka **persamaan 2.32** menjadi :

$$L = \frac{AS^2}{800C - 1200} \dots\dots\dots (2.33)$$

- Jarak Pandang $S > L$



(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.19 Jarak pandang bebas di bawah bangunan yang melintas dengan $S > L$

$$\frac{S}{L} = \frac{E_v + m}{2E_v} \dots\dots\dots (2.34)$$

$$\frac{S}{L} = \frac{E_v + m}{2E_v} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$\frac{S}{L} = \frac{1}{2} + \frac{m}{2E_v} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$L = \frac{AS^2}{800} \dots\dots\dots (2.37)$$

$$m = C - \frac{h_1 - h_2}{2} \dots\dots\dots (2.38)$$

$$L = 2S - \frac{800C - 400(h_1 + h_2)}{A} \dots\dots\dots (2.39)$$

Jika menggunakan tinggi mata pengemudi truk = 2,40 m dan tinggi objek = 0,6 m sebagai tinggi bagian belakang kendaraan yang dilihat oleh truk, maka persamaan.. menjadi:

$$L = 2S - \frac{800C - 1200}{A} \dots\dots\dots (2.40)$$

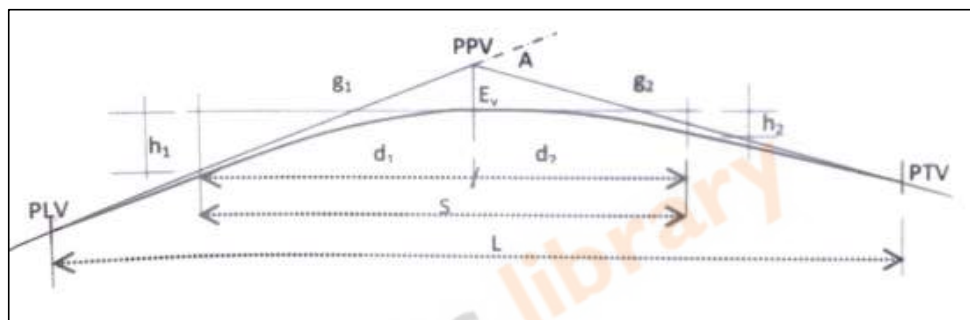
2.5.4 Lengkung Vertikal Cembung

Menurut (Sukirman, 2015), lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik PPV berada di atas permukaan jalan. Lengkung vertikal cembung dirancang berbentuk parabola, sedangkan panjang lengkung ditentukan dengan memperhatikan syarat :

1. Berdasarkan Jarak Pandang

Jarak pandang ketika menentukan panjang lengkung vertikal cembung yaitu :

- a. Jarak pandang lebih pendek dari panjang lengkung dan berada seluruhnya dalam daerah lengkung ($S < L$) seperti pada **Gambar 2.20**.



(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.20 Panjang lengkung vertikal cembung dengan $S < L$

Dari **Gambar 2.20** dapat dilihat bahwa :

L = Panjang lengkung vertikal, m

S = Panjang jarak pandang, m

A = Perbedaan aljabar landai, %

h_1 = tinggi mata pengemudi di atas muka jalan, m

h_2 = tinggi objek di atas muka jalan, m

Dari **Gambar 2.20** dapat diperoleh **Persamaan 2.41** sampai dengan **Persamaan 2.45**.

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \dots\dots\dots (2.41)$$

Untuk jarak pandang = jarak henti, maka $h_1 = 1,08$ m dan $h_2 = 0,6$ m, sehingga:

$$L = \frac{AS^2}{658} \dots\dots\dots (2.42)$$

Jika $L = \frac{AS^2}{658}$ dinyatakan dalam KA

$$\text{Maka } K = \frac{S^2}{658} = 0,00152S^2$$

$$K = \frac{S^2}{658} \dots\dots\dots (2.43)$$

Jika panjang lengkung vertikal dihitung berdasarkan jarak pandang mendahului untuk jalan 2 lajur 2 arah, dengan $h_1 = 1,08$ m dan $h_2 = 1,08$ m sehingga:

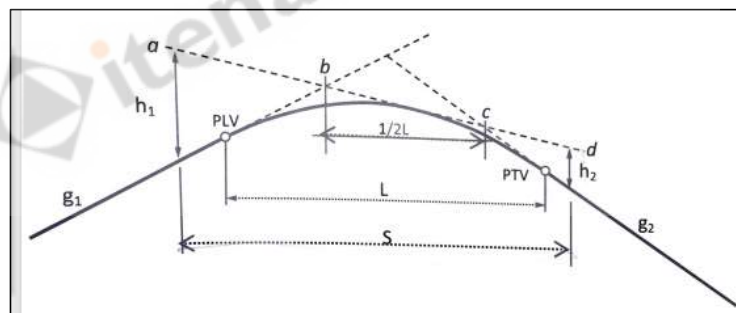
$$L = \frac{AS^2}{864} \dots\dots\dots (2.44)$$

Jika $L = \frac{AS^2}{864}$ dinyatakan dalam KA

$$\text{Maka } K = \frac{S^2}{864} = 0,00116S^2$$

$$K = \frac{S^2}{864} \dots\dots\dots (2.45)$$

- b. Jarak pandang lebih panjang dari panjang lengkung dan berada di luar dan dalam daerah lengkung ($S > L$)



(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.21 Panjang lengkung vertikal dengan $S > L$

Dari **Gambar 2.21** diperoleh **Persamaan 2.46** sampai dengan **Persamaan 2.48**

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \dots\dots\dots (2.46)$$

Jika panjang lengkung vertikal dihitung berdasarkan jarak pandang henti, dengan $h_1 = 1,08$ m dan $h_2 = 0,6$ m

$$L = 2S - \frac{658}{A} \dots\dots\dots (2.47)$$

Jika panjang lengkung vertikal dihitung berdasarkan jarak pandang mendahului untuk jalan 2 lajur 2 arah, dengan $h_1 = 1,08$ m dan $h_2 = 1,08$ m, sehingga:

$$L = 2S - \frac{864}{A} \dots\dots\dots (2.48)$$

Tabel 2.15 menunjukan nilai K berdasarkan jarak pandang henti hasil hitungan dan nilai K setelah pembulatan. Menurut (Sukirman, 2015) dalam kegiatan merancang alinyemen vertikal cembung, nilai K yang sudah dibulatkan dapat digunakan tanpa memberikan perbedaan hasil yang berarti.

Tabel 2.18 Nilai K berdasarkan jarak pandang henti pada lengkung vertikal cembung

Kecepatan rencana (Km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)	Nilai K = L/A	
		Hitungan	Pembulatan
20	20	0,6	1
30	35	1,9	2
40	50	3,8	4
50	65	6,4	7
60	85	11,0	11
70	105	16,8	17
80	130	25,7	26
90	160	38,9	39
100	185	52,0	52
110	220	73,6	74
120	250	95,0	95
130	285	123,4	124

(Sumber : AASHTO 2004)

2. Kebutuhan drainase pada lengkung vertikal cembung

Sebagian lengkung vertikal cembung bermasalah dalam hal drainase jalan, tetapi jika panjang lengkung vertikal cembung relatif panjang dan datar maka dapat menyebabkan kesulitan dalam masalah drainase jika di sepanjang jalan dipasang kereb. Air di samping jalan tidak mengalir lancar. Untuk menghindari hal tersebut, maka (AASHTO 2004) membatasi panjang lengkung vertikal tidak melebihi 51A.

$$L < 51A \dots\dots\dots (2.49)$$

3. Kenyamanan Penumpang

Panjang lengkung vertikal cembung ditetapkan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan rasa nyaman bagi pengemudi kendaraan. Lengkung cembung yang

terlalu pendek memberikan rasa tidak nyaman kepada pengemudi akibat adanya gaya sentrifugal, terlebih-lebih jika dilalui dengan kecepatan tinggi. Menurut (AASHTO 2004) batasan lengkung vertikal cembung adalah sebagai berikut:

$$L_{\min} = 0,6V \dots\dots\dots (2.50)$$

Keterangan:

L = panjang lengkung vertikal cembung minimum (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

Batasan panjang lengkung vertikal berdasarkan jarak pandang mendahului tidak umum dilakukan karena akan meningkatkan biaya konstruksi dan panjang lengkung menjadi lebih panjang daripada jika berdasarkan jarak pandang henti.

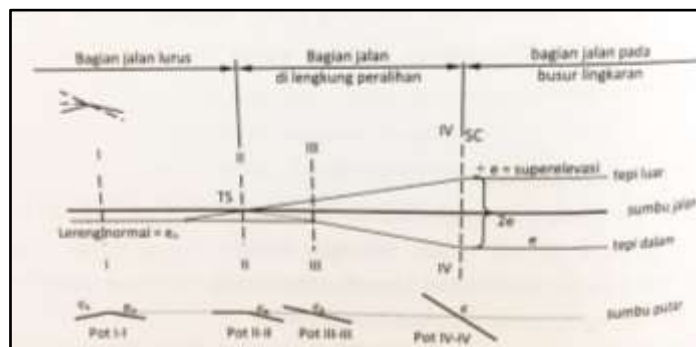
Tabel 2.19 menunjukkan nilai K berdasarkan jarak pandang mendahului.

Tabel 2.19 Nilai K berdasarkan jarak pandang mendahului pada lengkung vertikal cembung

Kecepatan Rencana Km/jam	Jarak Pandang Mendahului m	Nilai K = L/A
30	200	46
40	270	84
50	345	138
60	410	195
70	485	272
80	540	338
90	615	438
100	670	520
110	730	617
120	775	695
130	815	769

(Sumber : (AASHTO, 2004))

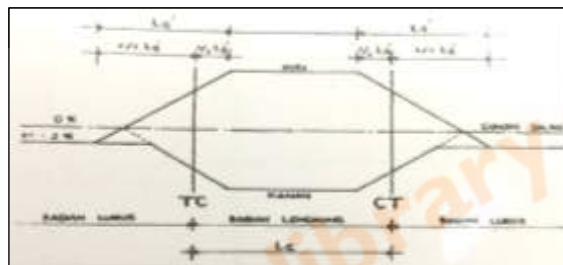
2.6 Superelevasi



(Sumber : (Sukirman, 2015))

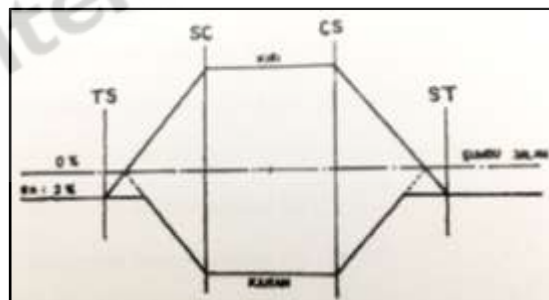
Gambar 2.22 Diagram Komponen Superelevasi

Menurut (Sukirman, 2015), Superelevasi adalah kemiringan melintang jalan pada lengkung horizontal. (AASHTO 2004) menetapkan beberapa nilai superelevasi maksimum yaitu 4, 6, 8, 10 dan 12%. Di Indonesia, nilai superelevasi maksimum dibatasi 4 - 10% berdasarkan pedoman RSNI T-14-2004. Diagram superelevasi menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal ke superelevasi penuh sehingga dengan menggunakan diagram superelevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik di lengkung horizontal yang direncanakan. Elevasi sumbu jalan pada lengkung horizontal jalan berlandai perlu diperhitungkan akibat perubahan bentuk dan kelandaian.



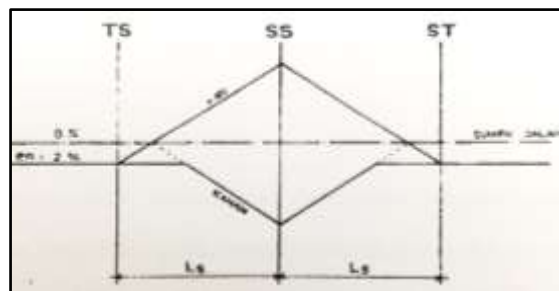
(Sumber : (Sukirman, 1999))

Gambar 2.23 Diagram superelevasi lengkung FC



(Sumber : (Sukirman, 1999))

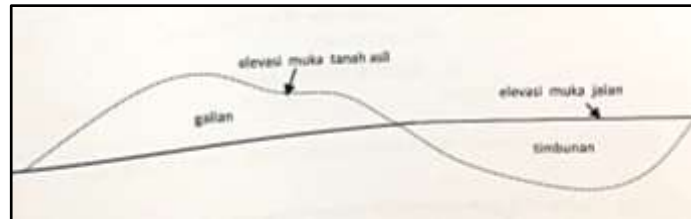
Gambar 2.24 Diagram superelevasi lengkung S-C-S



(Sumber : (Sukirman, 1999))

Gambar 2.25 Diagram superelevasi lengkung S-S

2.7 Galian dan Timbunan

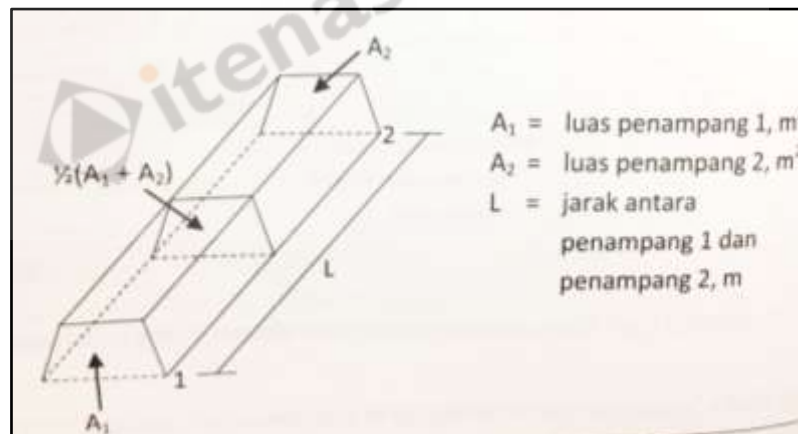


(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.26 Pekerjaan Galian dan Timbunan

Menurut buku yang ditulis oleh (Sukirman, 2015), perhitungan volume galian dan timbunan merupakan bagian dari proses desain geometri jalan yang hasilnya digunakan untuk menentukan biaya pelaksanaan konstruksi. Volume galian dan timbunan dihitung dengan cara sebagai berikut;

2.7.1 Perhitungan volume dengan luas melintang rata-rata



(Sumber : (Sukirman, 2015))

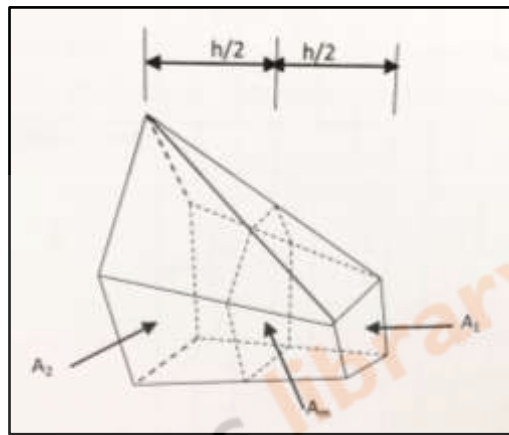
Gambar 2.27 Perhitungan Volume dengan luas penampang melintang rata-rata

Menurut (Sukirman, 2015), Luas potongan melintang rata-rata dikalikan jarak antara kedua penampang melintang. Dari **Gambar 2.27** diperoleh luas penampang rata-rata antara titik 1 dan 2 adalah $\frac{1}{2}(A_1 + A_2)$. Metode ini kurang teliti jika luas atau bentuk penampang galian atau timbunan sepanjang L tidak homogen. Luas

penampang rata-rata ini diasumsikan sama di sepanjang L, sehingga volume galian/timbunan dapat dihitung menggunakan **persamaan 2.51**

$$\text{Volume} = \frac{1}{2} (A_1 + A_2) \times L \dots \dots \dots (2.51)$$

2.7.2 Perhitungan volume berdasarkan bentuk prisma



(Sumber : (Sukirman, 2015))

Gambar 2.28 Perhitungan volume dengan bentuk prisma

Menurut (Sukirman, 2015), Volume dihitung berdasarkan bentuk prisma seperti pada gambar dan dengan menggunakan persamaan. Perhitungan volume dengan menggunakan persamaan ini dikenal sebagai metode simson. Metode simson lebih teliti dari metode menghitung volume dengan luas melintang rata-rata dan juga dilakukan dengan menggunakan *spreadsheet*.

$$\text{Volume} = \frac{h}{6} \times (A_1 + 4A_m + A_3) \dots \dots \dots (2.52)$$

Keterangan :

V = volume galian atau timbunan

A_1 = luas bidang 1 prisma, m^2

A_2 = luas bidang 2 prisma, m^2

A_m = luas bidang tengah-tengah jarak h, m^2

2.8 Perencanaan Geometri Jalan menggunakan software Autocad Civil 3D

AutoCAD Civil 3D adalah aplikasi atau *software* berbasis komputer yang memiliki kegunaan untuk mendesain perencanaan geometrik jalan yang memiliki hasil *output* berupa gambar rencana dari perencanaan geometrik jalan. Kecanggihan teknologi harus dimanfaatkan secara maksimal pada penggunaan *software Autocad Civil 3D* dengan menggunakan standar (AASHTO, 2004). Sebelum adanya *software Autocad Civil 3D* untuk menggambar hasil perhitungan geometrik jalan menggunakan metode manual yaitu Bina Marga. Pengoprasian aplikasi *AutoCAD Civil 3D* dimulai dengan memasukkan data kontur jalan dan kemudian melakukan pendesainan rencana geometrik jalan dengan memasukkan data-data perencanaan lainnya.

Rencana desain geometri jalan pada program *Autocad civil 3D 2018* yaitu mengimport point elevasi kontur, membuat *surface* dan kontur (sebagai peta dasar/*layout*), membuat rencana geometrik jalan raya (*alignment horisontal/layout plan*), membuat rencana geometrik (*alignment vertikal/profile*), membuat diagram superelevasi dan membuat potongan melintang dan menghitung volume (*cross section*).

2.8.1 Membuat Garis Kontur

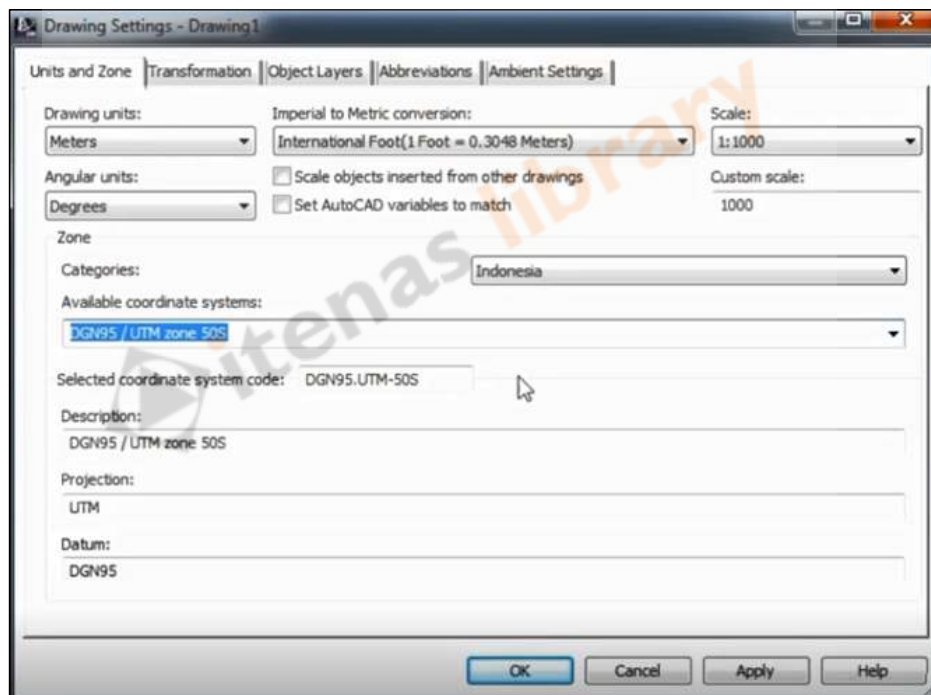
Tahapan pertama adalah membuat kontur pada program *Autocad Civil 3D* yaitu dengan cara menekan ikon *Toolspace* Menu → Setting tab, kemudian klik kanan pada *Drawing1* → *edit drawing setting* seperti pada **Gambar 2.29**.



Gambar 2.29 Ikon Drawing pada menu Surface

Pada jendela *Drawing Setting*, lakukan *setting* sebagai berikut :

Pada tab *Unit and Zone* → pilih *Drawing Unit* : meter atau feet → pilih *Angular Unit* : *Degrees*, *Grads*, atau *Radians* → pilih *Datum*, cth : UTM, WGS84 datum → pilih *Coordinat system*, cth : DGN95 UTM-50S, Datum DGN95 dan *Zone* Indonesia seperti pada **Gambar 2.30**. Pada tab *Ambient Setting* bisa di atur settingan yang lainnya seperti angka desimal dibelakang koma (*precision*) untuk *Unitless*, *Dimension*, *Elevasi*, *Coordinat*, *Grid*, *Slope*. Pada tab *Abbreviations* terdapat setingan *default label* untuk *Alignment*, *Seperelevasi* dan *Profile* di biarkan saja karena autocad sudah membuat sesuai dengan standart AAHSTO. Klik *Apply* atau *Ok*, *Setting Drawing* sudah selesai.



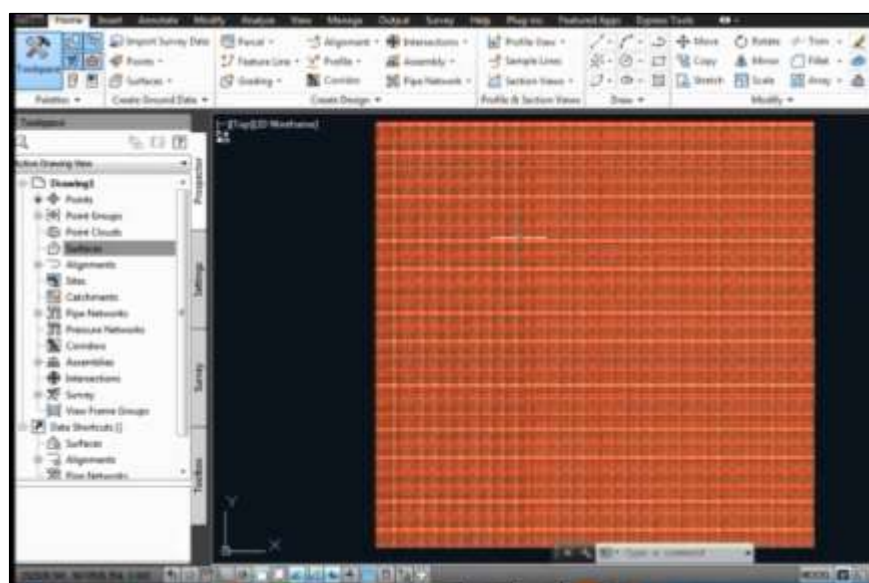
Gambar 2.30 *Drawing Settings*

Tahapan kedua adalah mempersiapkan titik-titik koordinat yang akan di import, dengan mengunduh data kontur dari *Digital Elevation Model Nasional* (DEMNAS) sesuai daerah penelitian berupa *file tif* atau mengambil data kontur pada *Google earth* dengan mencantumkan koordinat lokasi. Data kontur dari DEMNAS atau *Google Earth* tersebut diolah menggunakan aplikasi *Global Mapper* sehingga menjadi file berupa *xyz*. selanjutnya file tersebut bisa diolah pada aplikasi *Autocad Civil 3D 2018*. Peng-inputan titik koordinat pada *Autocad*

Civil 3D dengan menekan menu *Insert* → pilih *Point from file* → pada jendela *Import point*, klik *add files* (+) → masukan nama *file* nya, kemudian pilih formatnya yang sesuai dengan format data yang akan di *import* → klik OK seperti pada **Gambar 2.31**. Setelah itu muncul titik-titik koordinat ketinggian seperti pada **Gambar 2.32**.

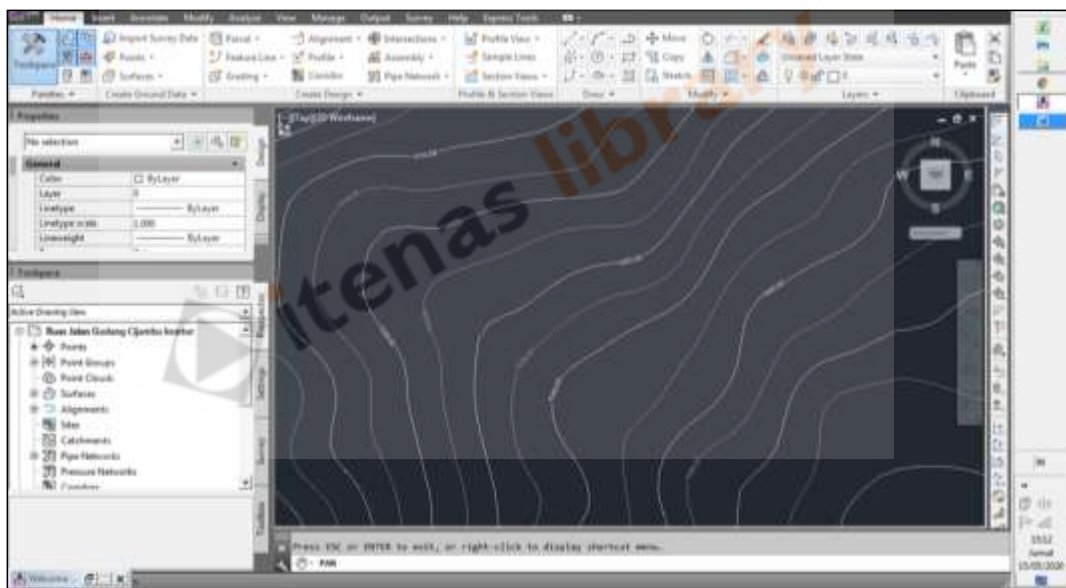


Gambar 2.31 Peng-inputan titik-titik koordinat



Gambar 2.32 Titik – titik koordinat ketinggian permukaan bumi Gudang-Cijambu

Tahapan ketiga adalah penggambaran garis kontur dengan menekan ikon *Toolspace* → klik kanan *Surface* → klik *create surface*, pada kotak dialog isi *type surface* dengan *Tin Surface* (menggunakan elevasi - elevasi yang sama pada titik yang terdekat sehingga membentuk jaringan *triangular*) dan pada *properties* di isi nama *surface* (cth: Gudang Cijambu), *Render Material* isi *bylayer* dan isi juga interval *contour* → klik ok. *Surface* telah terbuat, kembali menekan ikon *surface* → *Definition* → *Point Groups*, kemudian garis kontur muncul namun masih ada titik – titik berwarna merah. Untuk menghilangkan titik - titik kontur berwarna merah dengan menekan ikon *Point Groups* → (+) Gudang Cijambu → *Point Group Properties* → *Point Style* pilih *none* → *Point label style* pilih *none* → klik oke, garis kontur Gudang-Cijambu telah selesai dibuat seperti pada **Gambar 2.33**.

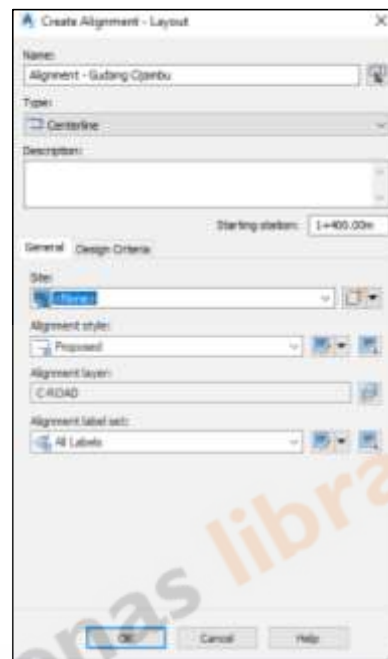


Gambar 2.33 Kontur Gudang Cijambu

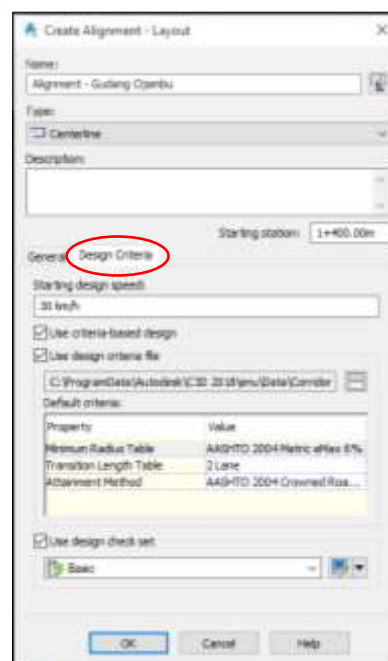
2.8.2 Membuat Trase Jalan

Tahapan pertama pada pembuatan trase jalan adalah membuat alinyemen horizontal pada *software Autocad civil 3D 2018* dengan menekan ikon *home* → klik *alinyemen* → *alinyemen create tools*, lalu muncul seperti **Gambar 2.34**. Kemudian atur kecepatan rencana kendaraan yang akan dipakai tergantung fungsi jalan, e maksimum dan lajur jalan sesuai peraturan AASHTO yang telah ada pada aplikasi *Civil 3D 2018* pada *desain criteria* seperti pada **Gambar 2.35**.

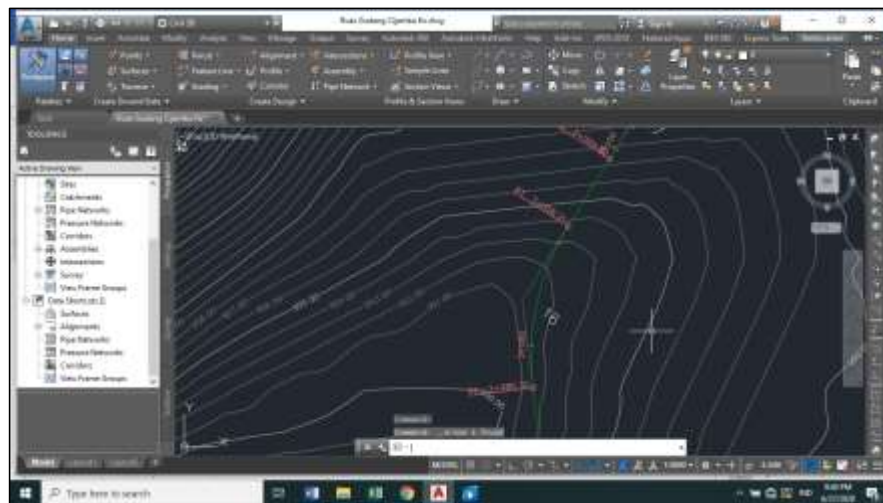
Selanjutnya gambar alinyemen horizontal bagian lurus dan lengkung dengan 3 jenis tikungan yaitu *Full Circle* (FC) seperti pada **Gambar 2.36**, *Spiral – Circle – Spiral* (S-C-S) seperti pada **Gambar 2.37** dan *Spiral – Spiral* (S-S) seperti pada **Gambar 2.38**. Alinyemen horizontal selesai dibuat seperti pada **Gambar 2.39**.



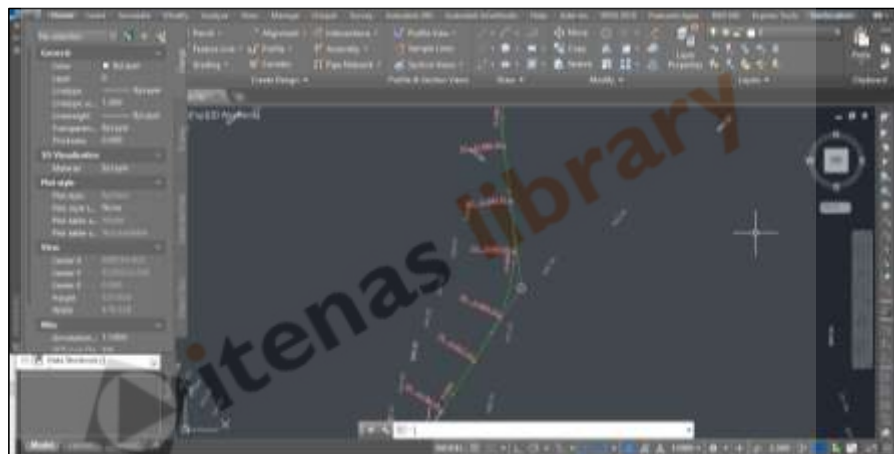
Gambar 2.34 Alinyemen Create tools



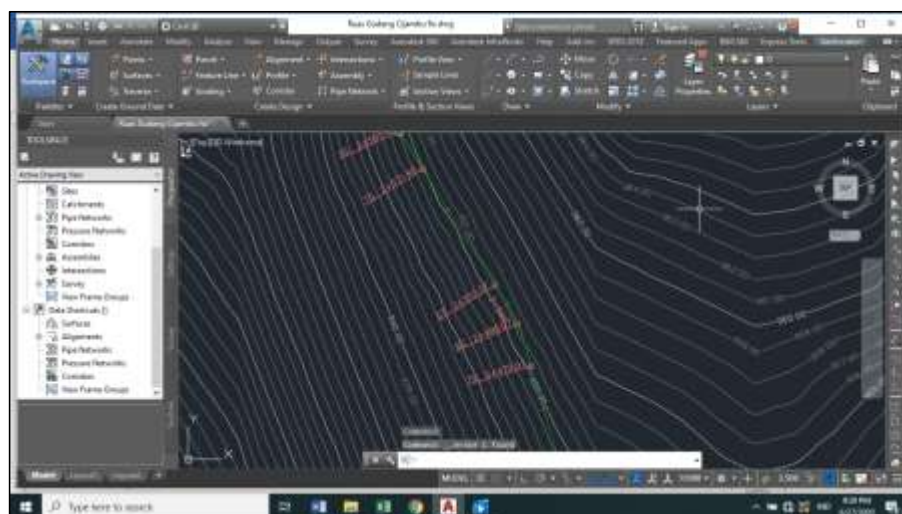
Gambar 2.35 Desain Criteria



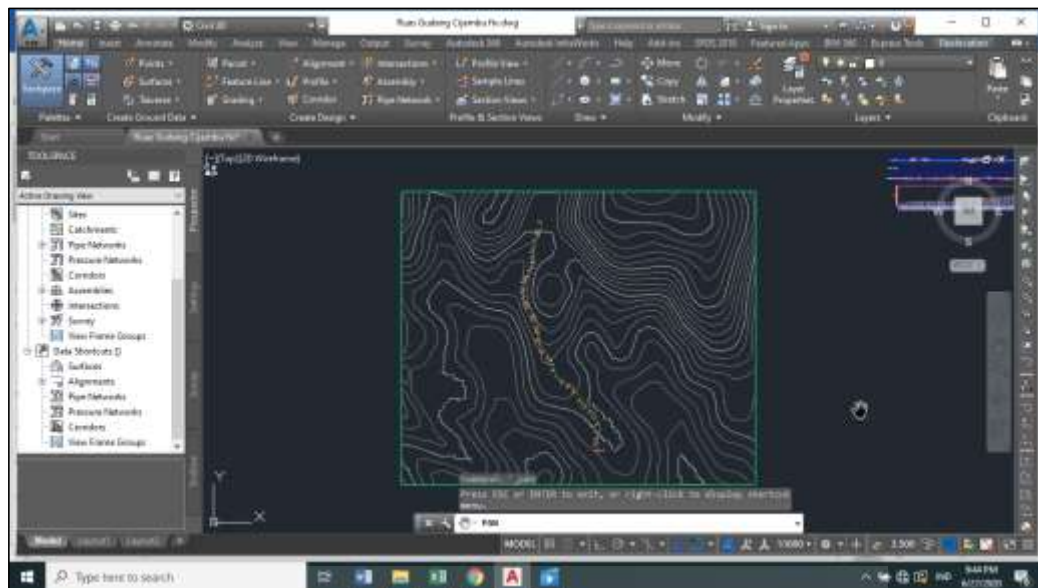
Gambar 2.36 Full Circle



Gambar 2.37 Spiral - Circle - Spiral

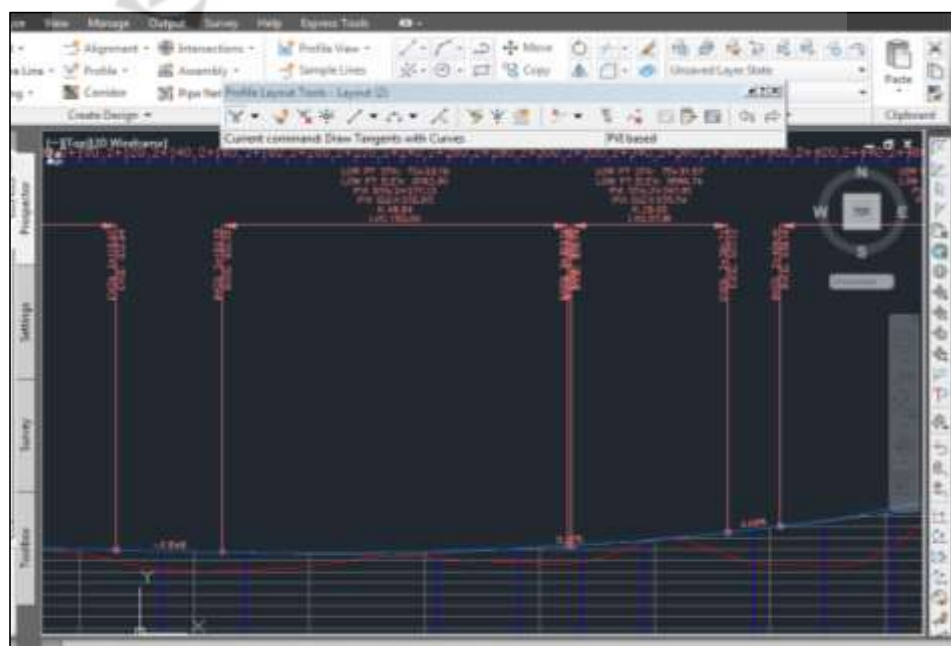


Gambar 2.38 Spiral - Spiral



Gambar 2.39 Alinyemen horizontal

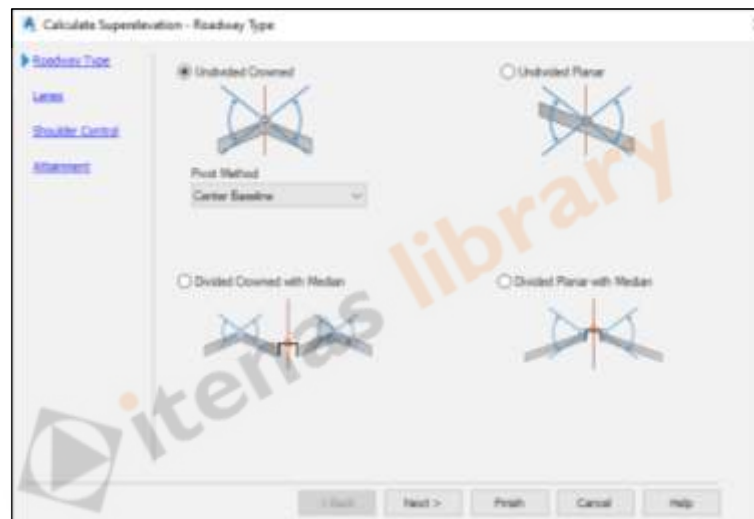
Tahapan kedua adalah membuat *alinyemen vertikal* pada *software civil 3D 2018* dengan menekan ikon *home* → *Profile* → *create surface profile* → *select surface* : Gudang Cijambu → *Add* → *Draw in profile view*. Kemudian atur menggunakan peraturan AASHTO yang terdapat pada *software Autocad civil 3D* dengan menekan ikon *profile* → *profile creation tools*, lalu gambar *alinyemen vertikal* seperti pada **Gambar 2.40**.



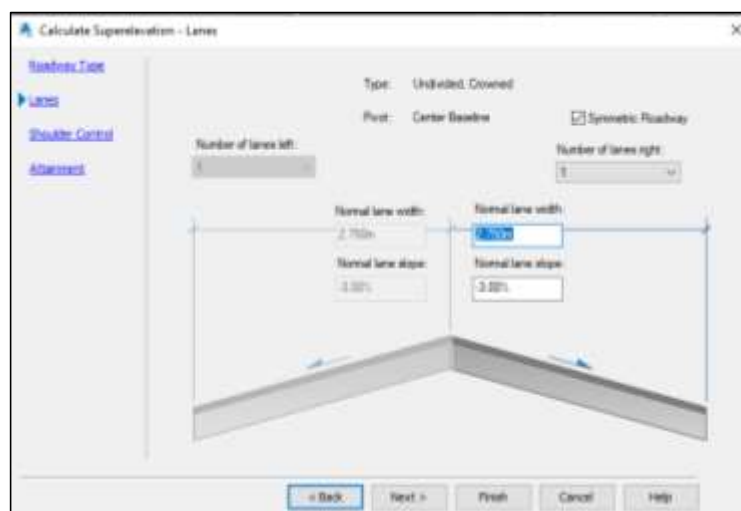
Gambar 2.40 Alinyemen vertikal

2.8.3 Membuat Superelevasi

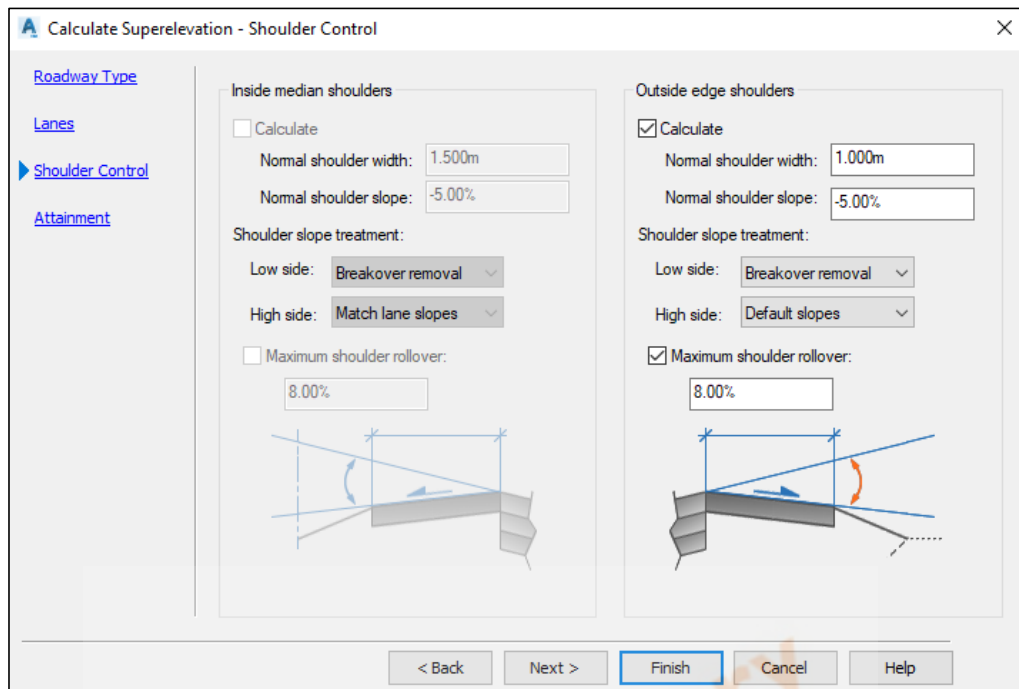
Tahapan membuat diagram superelevasi pada aplikasi *AutoCad Civil 3D* 2018 adalah menekan klik kanan pada trase → *Edit superelevation* → *Calculate superelevation now* → *undivided crowned* seperti pada **Gambar 2.41** karena hanya merencanakan jalan 2 lajur dan tidak ada median. Kemudian isi kemiringan jalan, lebar perkerasan jalan seperti pada **Gambar 2.42** dan lebar bahu jalan seperti pada **Gambar 2.43** yang akan dirancang sesuai pada gambar kerja dengan menggunakan peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.19/PRT/M/2011. Diagram superelevasi selesai dibuat seperti pada **Gambar 2.44**.



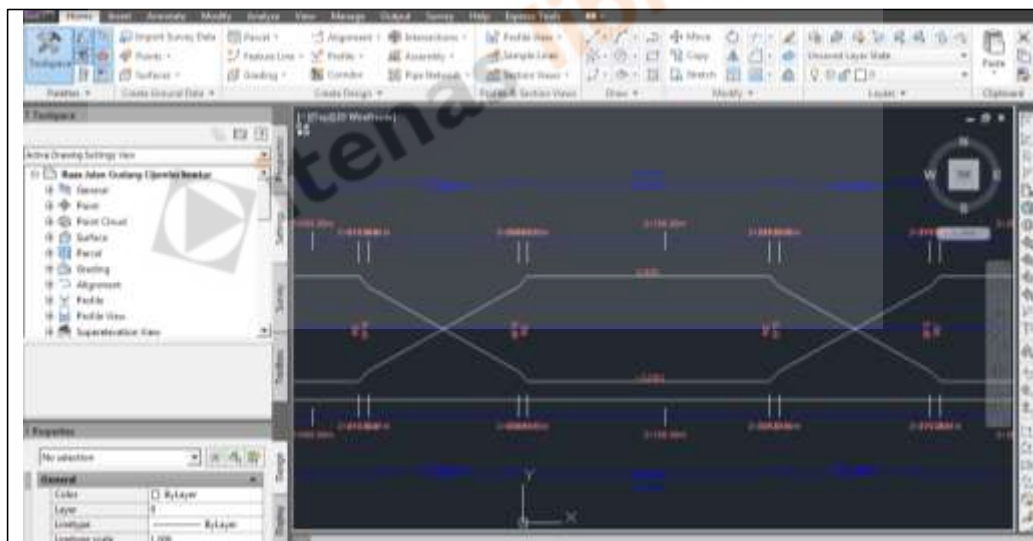
Gambar 2.41 *Undivided crowned*



Gambar 2.42 Peng-inputan data



Gambar 2.43 Peng-inputan data

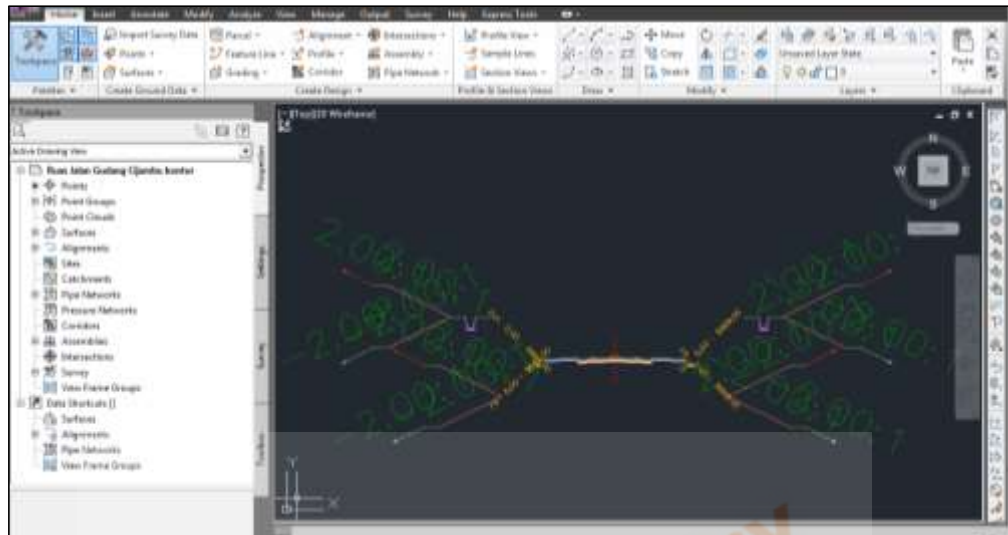


Gambar 2.44 Diagram superelevasi

2.8.4 Membuat Potongan Melintang Jalan

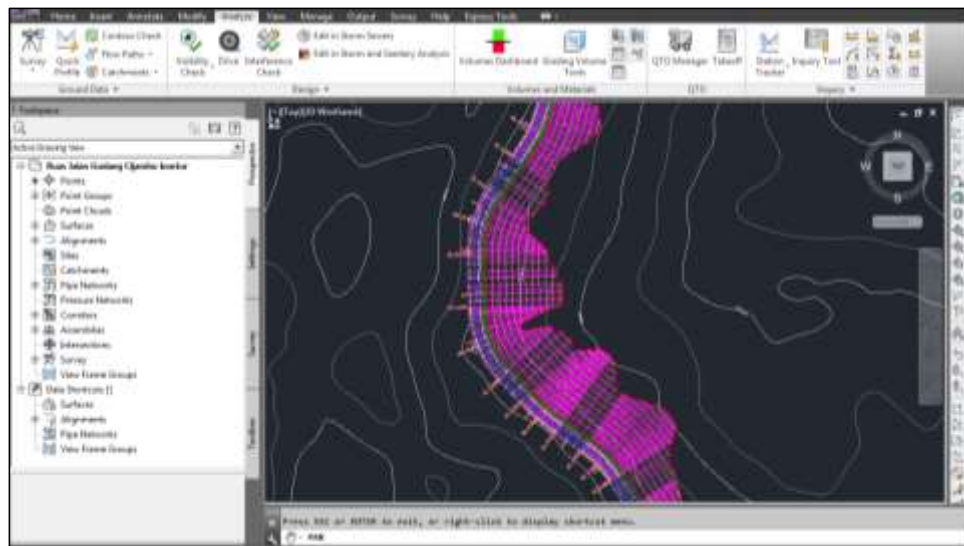
Tahapan pertama membuat potongan melintang jalan adalah membuat assembly pada software AutoCad Civil 3D 2018 dengan menekan ikon *Home* → *Assembly* → *Create Assembly* → pilih assembly type : *Undivided crowned road* → klik Oke, kemudian rancang material perkerasan jalan beserta dimensi jalan

berupa lebar perkerasan jalan, lebar bahu jalan dan kemiringan jalan seperti pada **Gambar 2.45**.

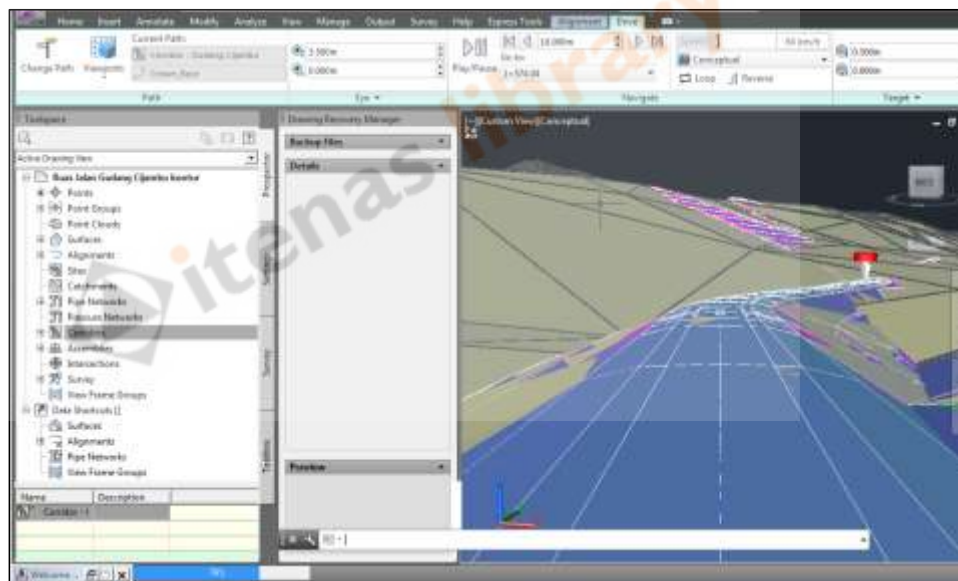


Gambar 2.45 Assembly

Tahapan kedua membuat potongan melintang jalan adalah membuat koridor jalan. Menurut kamus tata ruang 1997, koridor jalan merupakan suatu lorong ataupun penggal jalan yang menghubungkan satu kawasan dengan kawasan lain dan mempunyai batasan fisik satu lapis bangunan dari jalan. Langkah membuat koridor jalan pada software AutoCad Civil 3D 2018 dengan menekan ikon *Home* → *Corridor* → *Create Corridor* → Isi trase : Gudang-Cijambu, *profile* : Gudang-Cijambu, *assembly* dan *surface* yang telah dibuat → *Baseline and corridor parameter* → *Corridor properties* → *Rebuild the corridor* → OK, kemudian akan muncul koridor jalan seperti pada **Gambar 2.46**. langkah selanjutnya membuat situasi koridor jalan pada *software AutoCad Civil 3D 2018* dengan menekan *menubar analyze* → *Drive* → Klik pada sumbu tengah trase → *select a feature line* → OK, kemudian situasi koridor jalan selesai dibuat seperti pada **Gambar 2.47**.



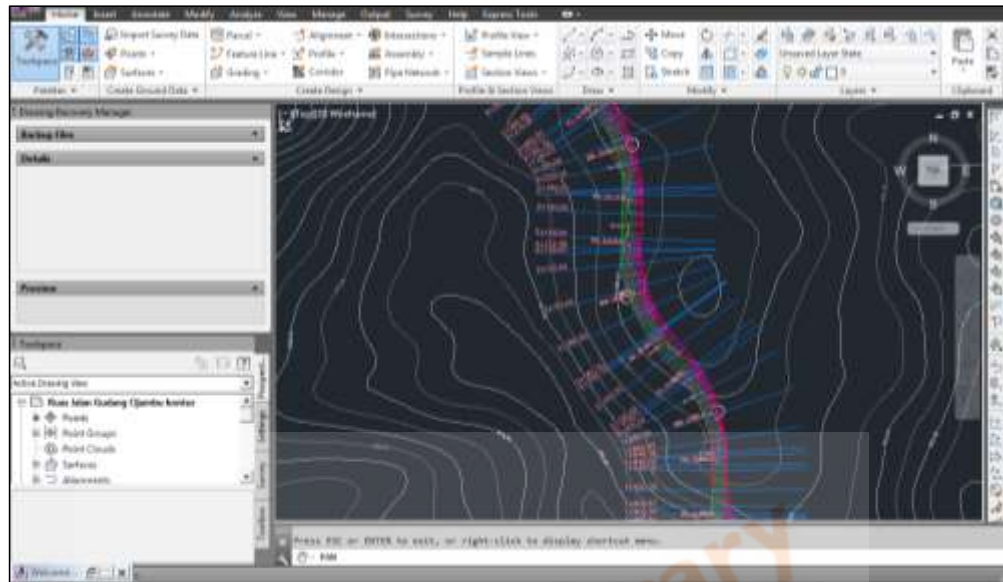
Gambar 2.46 Koridor Jalan



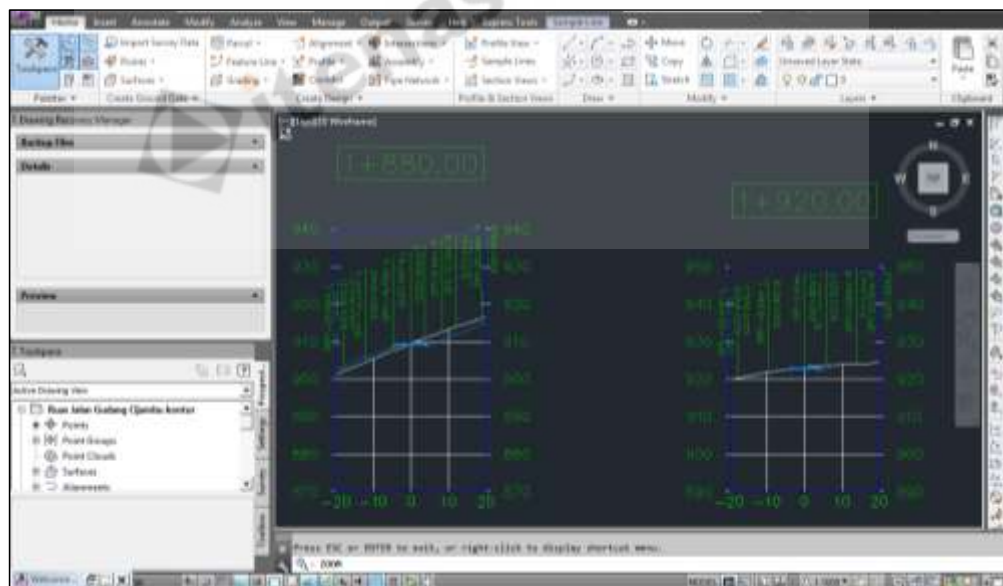
Gambar 2.47 Situasi Koridor Jalan

Tahapan ketiga membuat potongan melintang jalan adalah membuat *Cross Section* pada software *AutoCad Civil 3D 2018* dengan menekan *menubar home* → *sample lines* → *Enter* → *select alinyemen* → *create sample line groups* → *sample line creation methods* → *by range of sections* → *at superelevations critical* : *True* → *OK*, kemudian akan muncul seperti pada **Gambar 2.48**. Langkah selanjutnya adalah menekan ikon *sections view* → *Create multiple view*, lalu atur potongan

melintang jalan per sekian meter → klik *Create section view*, kemudian *cross sections* selesai dibuat seperti pada **Gambar 2.49**.



Gambar 2.48 Langkah membuat *Cross Section*

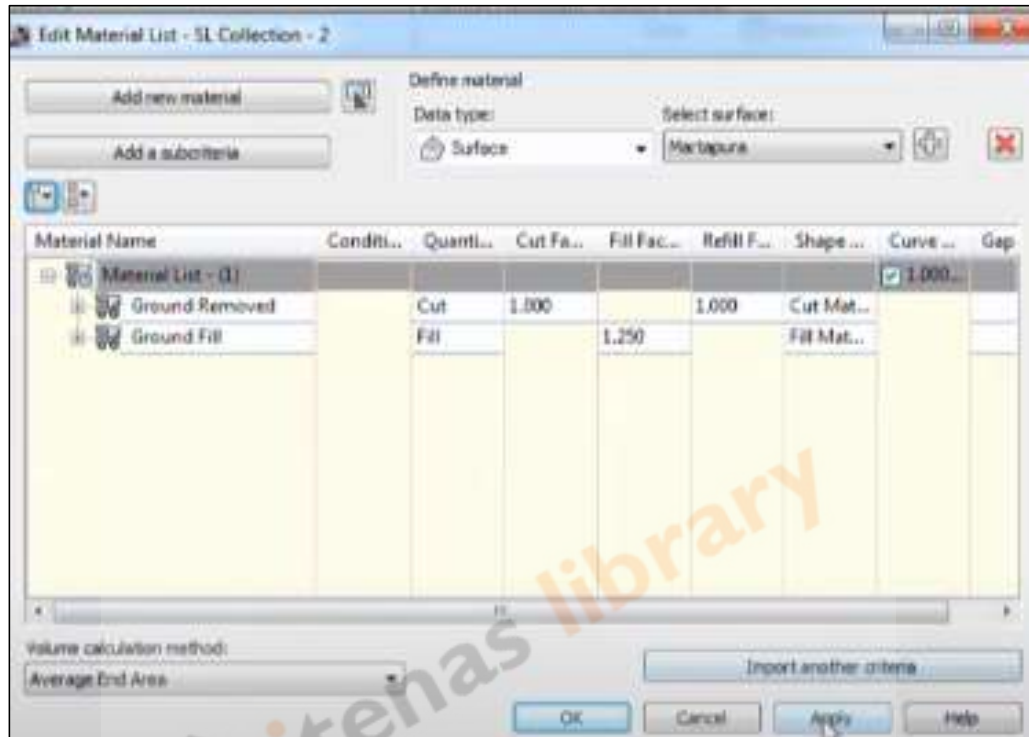


Gambar 2.49 Penampang melintang jalan

2.8.5 Membuat Galian dan Timbunan

Tahapan membuat volume galian dan timbunan dalam *software AutoCad Civil 3D 2018* adalah dengan menekan *menu bar analyze* → *Compute Material* →

pilih alinyemen dan *sample line group* → *Edit material list* → *Apply* → OK seperti pada **Gambar 2.50**, kemudian akan muncul jumlah volume galian dan timbunan ruas jalan Gudang – Cijambu.



Gambar 2.50 Langkah output volume Galian dan Timbunan

2.9 Kajian Terdahulu

Penelitian ini disusun dengan dasar dari studi yang pernah dilakukan sebelumnya sebagai bahan perbandingan dan kajian. Kajian terdahulu yang menjadi acuan untuk penelitian ini yaitu oleh (Triyono, Mudianto, & Purwanti, 2019) dengan judul artikel penelitian Perbandingan Perencanaan Geometrik Jalan Menggunakan Aplikasi *AutoCad Civil 3D* Dengan Metode Bina Marga (Studi kasus : Ruas Jalan Bangurejo – Wates, Provinsi Lampung) dan penelitian yang disusun oleh (Kaharu, 2020) dengan judul Evaluasi Geometri Jalan Pada Ruas Jalan Trans Sulawesi Manado-Gorontalo Di Desa Botumoputi sepanjang 3 km. Perkembangan jaman memunculkan inovasi-inovasi yang baru, salah satunya adalah penggunaan aplikasi berbasis komputer. *AutoCAD Civil 3D* adalah aplikasi atau *software* berbasis komputer yang memiliki

kegunaan diantaranya untuk mendesain perencanaan geometrik jalan yang memiliki hasil *output* berupa gambar rencana dari perencanaan geometrik jalan. *AutoCAD Civil 3D* mengacu pada *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 2004*.

Dari hasil perencanaan menggunakan aplikasi *AutoCAD Civil 3D*, dirancang radius rencana (Rd) 115 meter sesuai dengan keadaan eksisting dilapangan. Ada selisih panjang antar titik, dimana perencanaan alinyemen horizontal dengan cara Bina Marga lebih panjang dari perencanaan menggunakan *AutoCAD Civil 3D* kemungkinan itu terjadi karena faktor keakuratan penentuan koordinat, sudut dan pembulatan angka desimal pada perhitungan Bina Marga. Dalam merencanakan geometrik jalan, menggunakan Aplikasi *AutoCAD* lebih memudahkan dalam pengerjaannya dan memiliki tingkat akurasi yang lebih baik. Karena dalam tahap penghitungan pada perencanaan, perbedaan dijit desimal mempengaruhi hasil dari perencanaan. Dan menggunakan Aplikasi *AutoCAD Civil 3D*, dapat menampilkan data yang diinginkan lebih lengkap dan lebih mudah.