

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut buku Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997, adalah pengelompokan jalan berdasarkan fungsi jalan, kelas jalan, medan jalan, dan wewenang pembinaan jalan.

2.1.1. Klasifikasi menurut fungsi jalan

a. Jalan Arteri

Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

b. Jalan Kolektor

Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.1.2. Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan kasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi menurut kelas jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	<10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8

Tabel 2.1 Klasifikasi menurut kelas jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Kolektor	III B	8

Sumber: PP No.43, 1993

2.1.3. Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi menurut medan jalan

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

Sumber: Bina Marga, 1997

2.1.4. Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.26/1985 adalah jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

2.2. Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe, yaitu:

- a. 2 lajur-2 arah (2/2 TT)
- b. 2 lajur-1 arah (2/1 TT)

c. 4 lajur-2 arah (4/2 T)

d. n lajur-2 arah (n/2 T) di mana n = jumlah lajur

keterangan:

TT = tidak terbagi

T = terbagi

2.3. Lajur Lalu Lintas

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lajur lalu lintas pada alinyemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal (e_n) yaitu 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton, dan 4-5% untuk perkerasan kerikil. Lebar lajur dapat ditentukan melalui Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Lebar Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,5
Kolektor	III A, III B	3
Lokal	III C	3

Sumber: Bina Marga, 1997

2.4. Kecepatan Rencana (V_R)

Kecepatan rencana, (V_R), pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Untuk kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam. V_R untuk masing masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana (V_R)

Fungsi	Kecepatan Rencana (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

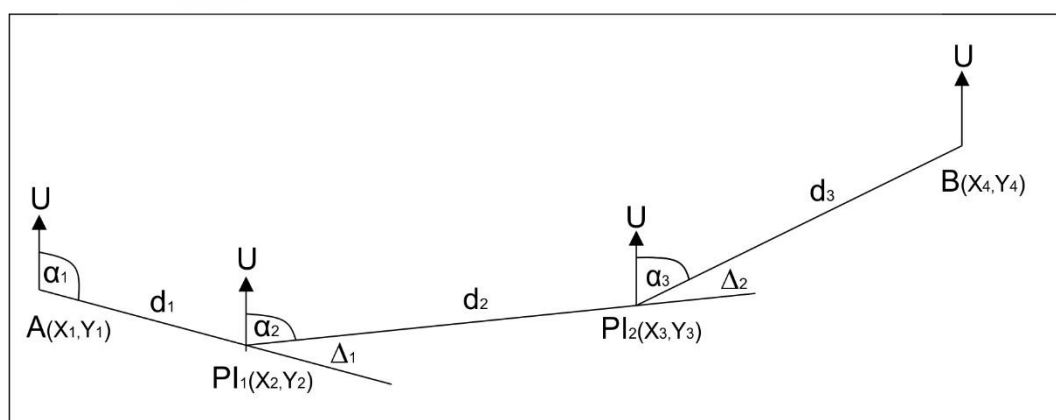
Sumber: Bina Marga, 1997

2.5. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga lengkung). Perencanaan geometri pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan rencana (V_R). Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan.

2.5.1. Sudut Peubah Arah

Dalam rekayasa geometrik jalan, perubahan arah jalan dinyatakan dengan sudut jurusan (α) yaitu sudut azimuth yang merupakan sudut berdasarkan arah utara, sedangkan sudut peubah jurusan (Δ) merupakan sudut peubah arah jalan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sudut Jurusan dan Sudut Peubah Jurusan

dengan:

d_1 = Jarak titik A – titik PI_1

$d_2 =$ Jarak titik $PI_1 -$ titik PI_2

$d_3 =$ Jarak titik $PI_2 -$ titik B

Jarak antar titik dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$d_1 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \quad (2.1)$$

Sudut jurusan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)} \text{ (untuk kuadran I)} \quad (2.2)$$

$$\alpha = 180 - \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)} \text{ (untuk kuadran II)} \quad (2.3)$$

$$\alpha = 180 + \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)} \text{ (untuk kuadran III)} \quad (2.4)$$

$$\alpha = 360 - \text{arc tg} \frac{(X_2 - X_1)}{(Y_2 - Y_1)} \text{ (untuk kuadran IV)} \quad (2.5)$$

Sudut peubah jurusan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta_1 = [\alpha_1 - \alpha_2] \quad (2.6)$$

$$\Delta_2 = [\alpha_2 - \alpha_3] \quad (2.7)$$

2.5.2. Alinyemen Horisontal Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih dari 2,5 menit (sesuai V_R). Nilai panjang bagian lurus maksimum dapat ditetapkan dari Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Panjang bagian lurus maksimum

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

Sumber: Bina Marga, 1997

2.5.3. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (L_s) adalah lengkung yang disisipkan di antara 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 lengkung berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati lengkung maupun meninggalkan lengkung. Nilai L_s dapat ditentukan berdasarkan rumus berikut:

- Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

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

- Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{R \cdot C} - 2,828 \frac{V_R \cdot e}{C} \quad (2.9)$$

- Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) V_R}{3,6 \cdot r_e} \quad (2.10)$$

Dengan nilai r_e sebesar 0,035 m/m/det untuk $V_R \leq 80$ km/ jam, dan 0,025 m/m/det untuk $V_R \geq 80$ km/ jam. Dari 3 perhitungan L_s diatas, diambil nilai yang terbesar. Nilai L_s juga dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.7.

Tabel 2.6 Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

V_R (km/jam)	Superelevasi, e (%)				
	2	4	6	8	10
	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s
40	10	15	15	25	35
50	15	20	20	30	40
60	15	20	25	35	50
70	20	25	30	40	60

Tabel 2.6 Panjang Lengkung Peralihan (L_s)

V_R (km/jam)	Superelevasi, e (%)				
	2	4	6	8	10
	L_s	L_s	L_s	L_s	L_s
80	30	40	45	65	90
90	30	40	50	70	10
100	35	45	55	80	0
110	40	50	60	90	11
120	40	55	70	95	0

Sumber: Bina Marga, 1997

2.5.4. Alinyemen Horisontal Bagian Lengkung

a. Bentuk bagian lengkung dapat berupa:

- *Spiral-Circle-Spiral* (SCS)

Lengkung SCS adalah lengkung yang terdiri atas 1 lengkung *circle* dan 2 lengkung spiral. Rumus yang digunakan pada perhitungan lengkung SCS yaitu:

$$\theta_s = \frac{L_s \times 360}{4 \times R_r \times \pi} \quad (2.11)$$

$$\theta_c = \Delta - 2\theta_s \quad (2.12)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_r^2}\right) \quad (2.13)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_r} \quad (2.14)$$

$$p = Y_s - R_r (1 - \cos\theta_s) \quad (2.15)$$

$$k = X_s - R_r \sin\theta_s \quad (2.16)$$

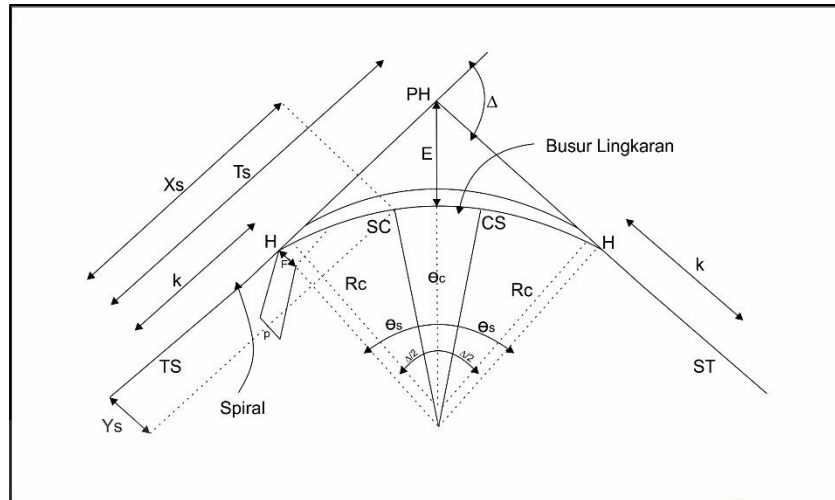
$$E_s = \frac{R_r + p}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R_r \quad (2.17)$$

$$T_s = (R_r + p) \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) + k \quad (2.18)$$

$$L_c = \frac{\theta_c}{180} \times \pi \times R_r \quad (2.19)$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \quad (2.20)$$

Syarat dari lengkung SCS adalah $0,20 \text{ m} < p \leq 1 \text{ m}$. Lengkung SCS dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Sumber: Bina Marga, 1997

Gambar 2.2 Lengkung spiral-circle-spiral

- *full Circle (fC)*

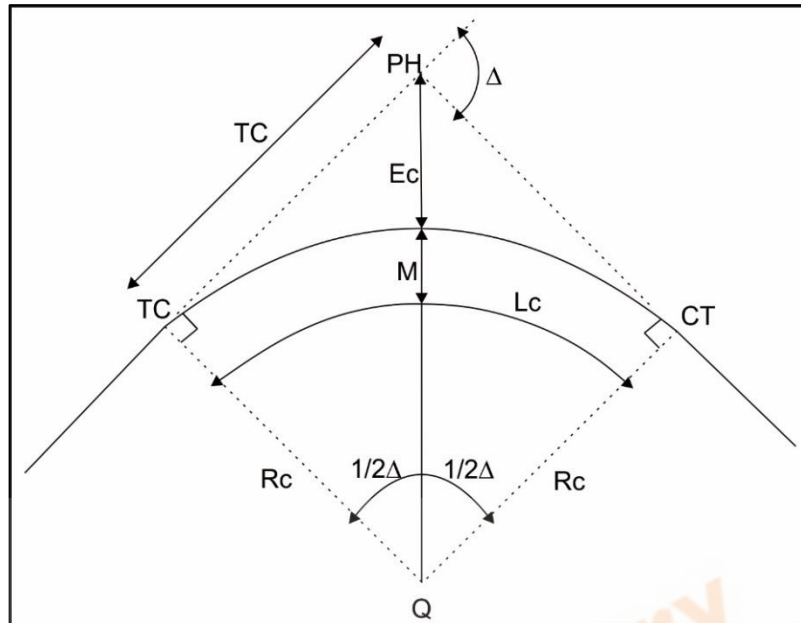
Lengkung fC merupakan lengkung yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Lengkung ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam. Rumus yang digunakan pada lengkung fC yaitu:

$$T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.21)$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.22)$$

$$L_c = \frac{\Delta 2\pi R_c}{360^\circ} \quad (2.23)$$

Syarat dari lengkung bentuk fC adalah $p_{maks} = 0,20 \text{ m}$. Lengkung *full circle* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Sumber: Bina Marga, 1997

Gambar 2.3 Lengkung *full circle*

- *Spiral-Spiral (SS)*

Lengkung bentuk SS adalah lengkung yang hanya terdiri atas dua lengkung spiral. Rumus yang digunakan pada perhitungan lengkung SS yaitu:

$$L_c = 0 \quad (2.24)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.25)$$

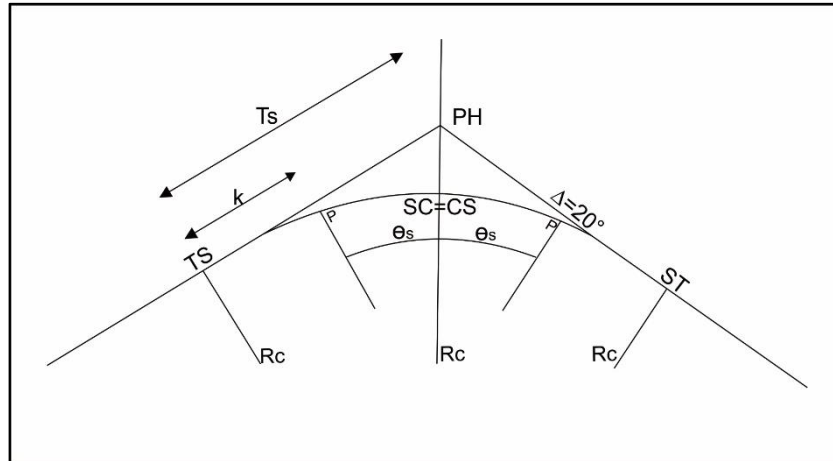
$$L_s = \frac{\theta_s \pi R_r}{90} \quad (2.26)$$

$$L_{s \min} = \sqrt{24(p_{\min})R_c} \quad (2.27)$$

$$L_{s \max} = \sqrt{24(p_{\max})R_c} \quad (2.28)$$

$$L_{tot} = 2L_s \quad (2.29)$$

Syarat dari lengkung SS adalah $L_{s \min} < L_s < L_{s \max}$, dimana $p_{\min} = 0,2 \text{ m}$ dan $p_{\max} = 1 \text{ m}$. Lengkung spiral - spiral dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Sumber: Bina Marga, 1997

Gambar 2.4 Lengkung *spiral – spiral*

b. Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di lengkung yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui lengkung pada kecepatan rencana (V_R). Di Indonesia, nilai superelevasi maksimum dibatasi antara 4–10%. Berdasarkan pedoman RSNI T-14-2004, superelevasi maksimum untuk jalan perkotaan adalah 6%, sedangkan berdasarkan Standar No.007/BM/2009 untuk geometri jalan bebas hambatan untuk jalan tol, superelevasi maksimum bervariasi mulai dari 4-10%, sedangkan sesuai Permen PU No. 19/PRT/M/2011 superelevasi maksimum dibatasi maksimal 8%.

c. Jari-jari lengkung

Untuk mencari jari-jari lengkung minimum (R_{min}), dapat digunakan rumus:

$$R_{min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{maks} \times f_{maks})} \quad (2.30)$$

dengan:

R_{min} = jari-jari lengkung minimum (m)

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

e_{maks} = superelevasi maksimum (%)

f_{maks} = koefisien gesek, untuk perkerasan aspal ($0,192 - 0,00065V_R$)

Nilai R_{\min} dapat ditetapkan dari Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Panjang Jari-Jari Minimum (dibulatkan)

V_R , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
R_{\min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber: Bina Marga, 1997

Lengkung dengan R lebih besar atau sama dengan yang ditunjukkan pada Tabel 2.8, tidak memerlukan lengkung peralihan.

Tabel 2.8 Jari-jari lengkung yang tidak memerlukan lengkungan peralihan

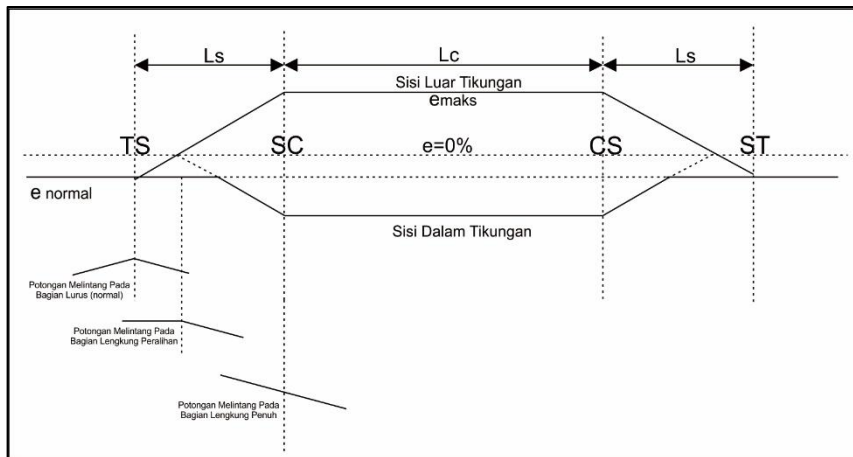
V_R , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
R_{\min} (m)	25000	1500	900	500	350	250	130	60

Sumber: Bina Marga, 1997

d. Pencapaian superelevasi

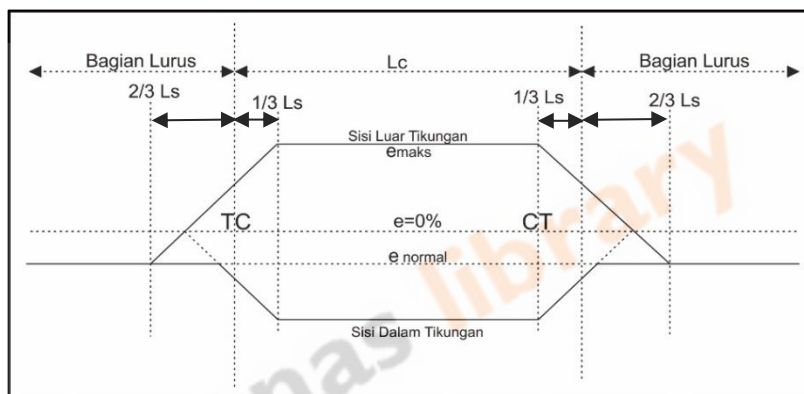
Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung. Pada lengkung SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear (lihat Gambar 2.7), diawali dari bentuk normal sampai awal lengkung peralihan (TS) pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan (SC).

Pada lengkung fC, pencapaian superelevasi dilakukan secara linear (lihat Gambar 2.5), diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3$ bagian panjang L_s .



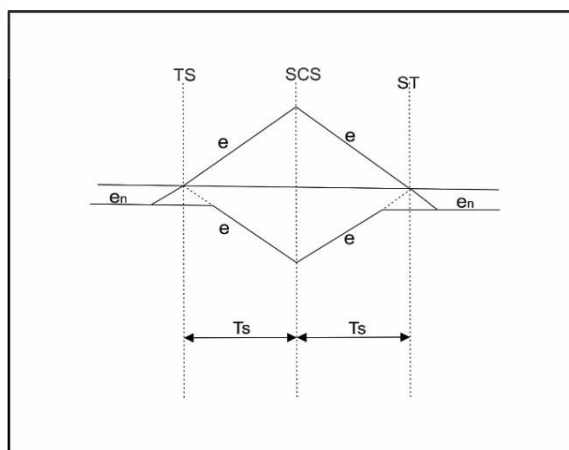
Sumber: Bina Marga, 1997

Gambar 2.5 Diagram superelevasi pada lengkung tipe SCS



Sumber: Bina Marga, 1997

Gambar 2.6 Diagram superelevasi pada lengkung tipe fC



Sumber: Sukirman, S., 2015

Gambar 2.7 Diagram superelevasi pada lengkung tipe SS

2.6. Software AutoCAD Civil 3D

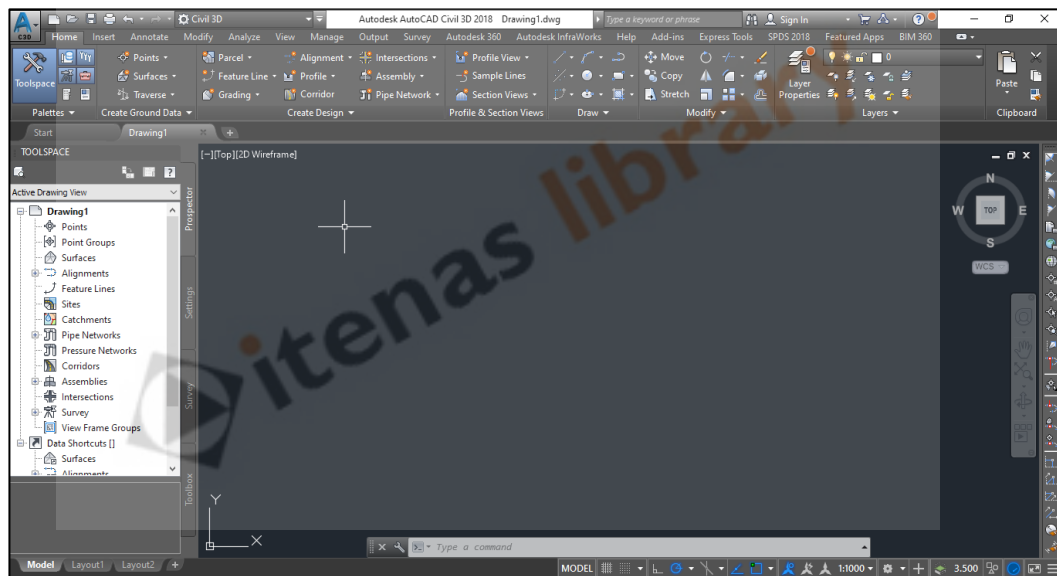
AutoCAD civil 3D adalah salah satu *software* desain dari Autodesk. *AutoCAD civil 3D* memiliki fungsi untuk perhitungan dan perencanaan geometrik jalan. Fungsi lain dari *software AutoCAD civil 3D* yaitu:

- Desain pekerjaan sipil: modelling jembatan, geoteknik layout jalan rel dsb;
- Sipil drafting: standard drafting, dokumentasi konstruksi, produksi peta;
- GPS survey: permodelan surface, pembuatan peta dasar;
- Kolaborasi data: 3Ds Max, Infawork 360, navis work, revit structure;

Berikut adalah bagian-bagian dari *AutoCAD Civil 3D* yaitu:

a. Home interface

Tampilan dari *home interface* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

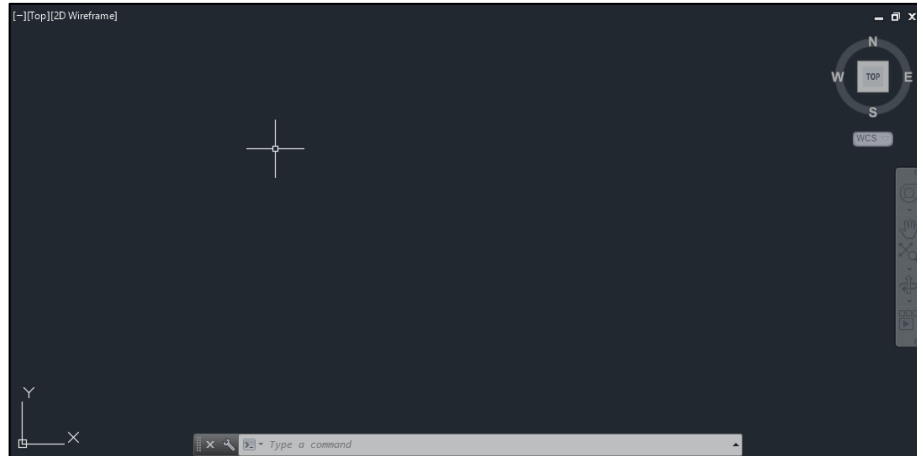


Sumber: *Civil 3D*, 2018

Gambar 2.8 Home interface AutoCAD civil 3D

b. Drawing area

Fungsi dari *drawing area* adalah membuat dan memodifikasi objek gambar. *Drawing area* ini dibedakan menjadi dua yaitu mode *space* dan *paper space*. Tampilan *drawing area* dapat dilihat pada Gambar 2.9.

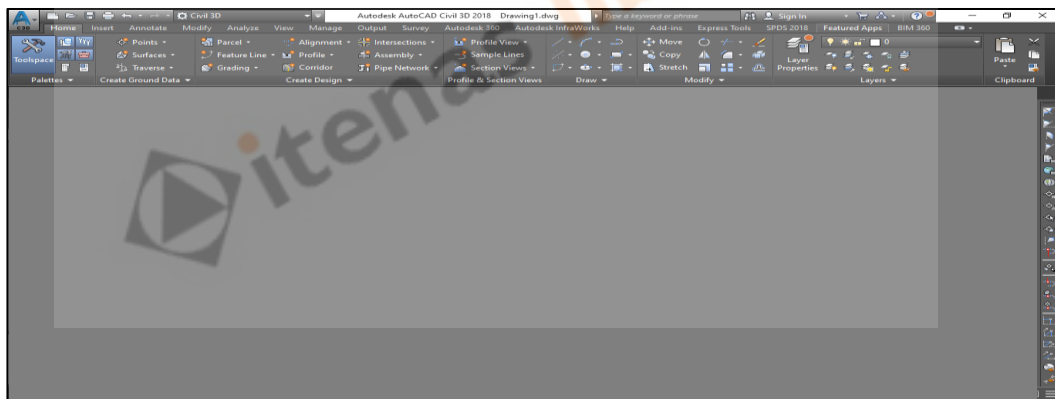


Sumber: *Civil 3D*, 2018

Gambar 2.9 *Drawing area*

c. *Ribbon* dan Panel

Pada *ribbon* dan panel terdapat tombol-tombol perintah *AutoCAD* yang dikelompokkan dalam panel sesuai dengan fungsinya. Tampilan dari *ribbon* dan panel dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Sumber: *Civil 3D*, 2018

Gambar 2.10 *Ribbon* dan panel

d. *Status bar*

Pada *status bar* terdapat pengaturan dan *file AutoCAD* yang sedang aktif. Pada *status bar* juga terdapat beberapa fitur yang dapat membantu dalam membuat model yang lebih presisi. Fitur-fitur tersebut dilengkapi dengan *shortcut* untuk

memudahkan penggunaannya. Tampilan dari *status bar* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Sumber: *Civil 3D*, 2018

Gambar 2.11 *Status Bar*

e. *Command line*

Fungsi dari *command line* adalah memasukan input perintah, koordinat, dan besaran. Tampilan dari *command line* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Sumber: *Civil 3D*, 2018

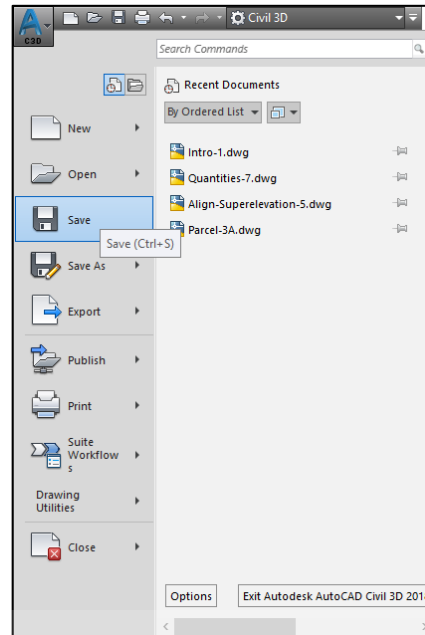
Gambar 2.12 *Command line*

f. *Menu browser*

Pada menu *browser* terdapat beberapa perintah yang bisa digunakan yaitu:

- *New* = untuk *file* dokumen kosong baru.
- *Open* = untuk membuka *file AutoCAD Civil 3D* yang tersimpan.
- *Save* = untuk menyimpan *file* dokumen aktif.
- *Save As* = untuk menyimpan *file* dokumen ke dalam format tertentu.
- *Export* = untuk *export* data ke format yang berbeda.
- *Publish* = untuk menerbitkan dokumen aktif via internet.
- *Print* = untuk mencetak file dokumen yang sedang aktif.
- *Close* = untuk menutup *file* dokumen aktif.
- *Drawing Utilities* = terdapat beberapa perintah pengoprasian *AutoCAD Civil 3D*.
- *Workflow* = untuk memanajemen *workflow*.

Tampilan dari menu *browser* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Sumber: *Civil 3D*, 2018
Gambar 2.13 *Menu browser*

– *Quick access*

Fungsi dari *quick access* hampir sama dengan menu *browser*, tetapi pada *quick access* terdapat beberapa tambahan seperti *properties*, *match properties*, dan deretan tombol *workspace*. Tampilan dari *quick access* dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Sumber: *Civil 3D*, 2018

Gambar 2.14 *Quick access*

2.7. Penelitian Terdahulu

Abdul Sunandi (2019) yang berjudul “Perbandingan Perancangan Geometri Jalan Manual dengan *Software* Civil 3D”.

Pada jurnal tugas akhir ini menjelaskan tentang perancangan geometri jalan dengan perhitungan manual dibandingkan dengan menggunakan *software* *AutoCAD Civil 3D*.

Hasil perancangan yang didapat pada *software* dan manual sama, pada alinyemen horizontal didapat 3 lengkung FC, 1 lengkung SCS dan alinyemen vertikal didapat 5 lengkung vertikal cekung, 4 lengkung vertikal cembung.

Perancangan manual panjang lengkung vertikal cekung dan cembung memenuhi syarat nilai K jarak pandang henti dan mendahului, sedangkan pada *AutoCAD Civil 3D* beberapa tidak memenuhi nilai K jarak pandang henti dan mendahului. Panjang minimum perancangan manual dan *AutoCAD Civil 3D* pada kenyamanan memenuhi syarat, tetapi pada bentuk visual tidak. Perhitungan volume galian dan timbunan dari perancangan manual dan *AutoCAD Civil 3D* berbeda, 0,5% untuk galian dan 1,31% untuk timbunan.

