

BAB V

PERANCANGAN GEOMETRIK

5.1 Standar Perancangan

Dalam hal ini dipergunakan standar perancangan yang berasal dari beberapa sumber dan disesuaikan dengan sifat masing-masing jalan, agar diperoleh bentuk geometrik yang memenuhi persyaratan kekuatan, keamanan dan kenyamanan.

Standar perancangan yang dipergunakan adalah :

1. Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota, Dinas Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1990
2. Indonesian Highway Capacity Manual Part-II, Interurban Roads, No. 05/T/BT/1995, Directorate General of Highway, Ministry of Public Works.
3. A Policy on Geometric Design of Rural Highway, AASHTO 1994

Adapun aspek-aspek perancangan geometriknya adalah sebagai berikut :

5.1.1 Kecepatan Rencana

Karena daerah sepanjang jalan ini dikategorikan daerah berbukit maka kecepatan rencana pada :

- Jalan utama (*Freeway*) : 80 km/jam
- Jalan Penghubung (*Ramp*) : 40 km/jam
- Jalan keluar-masuk (*Acces Road*) : 60 km/jam, sebagai penerapan jalan kelas II menurut standar Bina Marga.

5.1.2 Kendaraan Rencana

Jenis kendaraan yang menjadi dasar perancangan pada proyek ini adalah mobil penumpang (*Single Unit*) atau disingkat (SU).

5.1.3 Jarak Pandangan

Jarak pandangan ini meliputi :

1. Jarak Pandangan Henti, yaitu jarak minimum yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada lajur yang dilaluinya. Untuk mengukur jarak pandangan henti diasumsikan, ketinggian mata pengemudi 1,25 meter dan ketinggian penghalang adalah 0,10 meter sesuai dengan standar Bina Marga maka jarak pandangan henti yang diambil adalah :

- Jalan utama : pada kecepatan 80 km/jam adalah sebesar 120 m.
- Jalan penghubung : pada kecepatan 40 km/jam adalah sebesar 40 m.
- Jalan keluar-masuk : pada kecepatan 60 km/jam adalah sebesar 75 m.

Secara umum untuk menghitung jarak pandangan henti dapat digunakan tabel 5.1 (Bina Marga 1990).

Tabel 5.1 Tabel jarak pandangan henti minimum

Kecepatan rencana (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Jarak pandangan minimum (m)	120	75	55	40	25	15

2. Jarak Pandangan Menyiap (untuk jalan dua lajur), yaitu jarak yang diperlukan pengemudi untuk menyiapkan kendaran di depannya dengan menggunakan lajur

lalu lintas lawan. Diasumsikan ketinggian mata pengemudi dan ketinggian penghalang sama yaitu 1.25m.

5.1.4 Penampang Melintang

1. Lebar R.O.W/ Daerah Penguasa Jalan (DPJ) minimum, R.W.O ini diperlukan untuk pengamanan dan keperluan pelebaran jalan di masa mendatang. Lebar R.O.W. yang diperlukan untuk jalan utama 4 lajur adalah 60 m.

2. Lebar Perkerasan

Lebar perkerasan pada proyek ini diambil 3.6 m per lajur untuk jalan utama, sedangkan untuk simpangannya untuk dua lajur digunakan 4.0 m dan untuk satu lajur juga 4.0 m, dan jalan aksesnya 3.5 m per lajurnya.

3. Lebar Bahu

Bahu jalan diperlukan untuk memberikan kebebasan samping dan tempat pemberhentian sementara bagi pengemudi dalam keadaan darurat, serta untuk meminimumkan pengaruh yang ditimbulkan akibat adanya kendaraan mogok.

Lebar bahu jalan yang diambil masing-masing adalah :

- Jalan Utama : Bahu luar 3.0 m dan bahu dalam 1.00 m
- Jalan Sim pang Susun : Bahu luar 3.0 m dan bahu dalam 0.50 m
- Jalan Akses : Bahu luar 3.0 m dan bahu dalam 0.25 m

4. Lebar Median

Median yang diperlukan sebagai ruang bebas – antara dan juga untuk pemasangan rambu, lampu dan pilar jembatan. Besarnya median disini adalah :

- Jalan Utama : 3.0 m
- Jalan Simpang Susun : 0.6 m
- Jalan Akses : 0.6 m

5. Kemiringan Perkerasan dan Bahu jalan

Kemiringan perkerasan dan bahu jalan diperlukan untuk mengalirkan air permukaan ke samping/bahu jalan dan seterusnya ke drainasi yang telah dipersiapkan. Kemiringan perkerasan pada jalan normal 2%, sedangkan pada bahu jalan 4%. Untuk kemiringan samping *Side Slope* diambil sebagai berikut :

- Jalan Utama : 2 : 1
- Jalan Simpang Susun : 2 : 1
- Jalan Akses : 2 : 1

6. Superelevasi

Superelevasi maksimum yaitu kemiringan melintang maksimum yang terdapat pada suatu tikungan dan dimaksudkan untuk mengimbangi gaya dorongan radial keluar tikungan pada kendaraan sebagai akibat gaya sentrifugal.

Harga superelevasi maksimum adalah 10%, sedangkan superelevasi yang diperlukan di setiap tikungan dapat ditentukan dengan menurut tabel 5.2 atau dihitung dengan rumus :

$$e = (V^2 / 127R) - f$$

dengan : e = superelevasi(m/m)

V= kecepatan rencana (km/jam)

R = jari-jari tikungan (m)

f = koefisien gesekan

Tabel 5.2 Superelevasi (Bina Marga 1990)

	Kecepatan Rencana (km/jam)						Super Elevasi (%)
	80	60	50	40	30	20	
(R) Jari	$230 \leq R < 280$	$120 \leq R < 150$	$80 \leq R < 100$	$50 < R < 65$	-	-	10
	$280 \leq R < 330$	$150 \leq R < 190$	$100 \leq R < 130$	$65 \leq R < 80$	-	-	9
	$330 \leq R < 380$	$190 \leq R < 230$	$130 \leq R < 160$	$80 \leq R < 100$	$30 \leq R < 40$	$15 \leq R < 20$	8
	$380 \leq R < 450$	$230 \leq R < 270$	$160 \leq R < 200$	$100 \leq R < 130$	$40 \leq R < 60$	$20 \leq R < 30$	7
	$450 \leq R < 540$	$270 \leq R < 330$	$200 \leq R < 240$	$130 \leq R < 160$	$60 \leq R < 80$	$30 \leq R < 40$	6
(m) Jari	$540 \leq R < 670$	$330 \leq R < 420$	$240 \leq R < 310$	$160 \leq R < 210$	$80 \leq R < 110$	$40 \leq R < 50$	5
	$670 \leq R < 870$	$420 \leq R < 560$	$310 \leq R < 410$	$210 \leq R < 280$	$110 \leq R < 150$	$50 \leq R < 70$	4
	$870 \leq R < 1240$	$560 \leq R < 800$	$410 \leq R < 590$	$280 \leq R < 400$	$150 \leq R < 220$	$70 \leq R < 100$	3
(m)	$1240 \leq R < 3500$	$800 \leq R < 2000$	$590 \leq R < 1300$	$400 \leq R < 800$	$220 \leq R < 500$	$100 \leq R < 200$	2

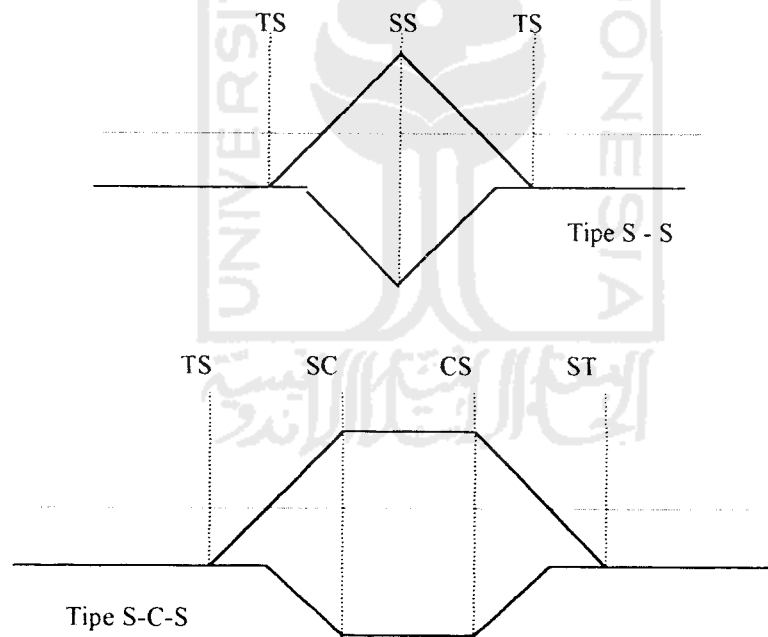
Untuk mencapai kemiringan penuh, dimulai dari bentuk permukaan jalan normal dapat dilakukan dengan 3 cara :

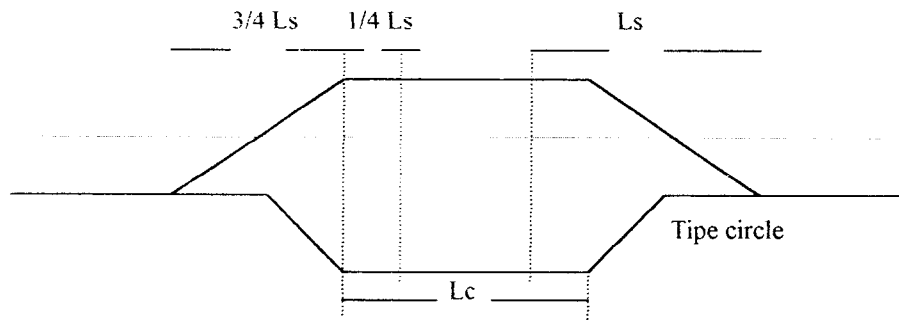
- Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu.
- Memutar perkerasan jalan terhadap tepi dalam.
- Memutar perkerasan jalan terhadap tepi luar

Pada profil ini, untuk jalan yang masing-masing arah dibagi/terpisah dipergunakan cara kedua, sedang untuk jalan dua lajur dua arah dipakai cara kesatu. Dalam pencapaian itu sendiri dilakukan secara bertahap agar dipenuhi syarat keamanan dan kenyamanan pemakai jalan. Pencapaian superelevasi

maksimum (*Superelevation run off*) pada lengkung tikungan menurut cara Bina Marga adalah sebagai berikut:

Untuk tikungan dengan lengkung peralihan, perubahan dilakukan sepanjang lengkung peralihan hingga superelevasi maksimum dicapai pada permulaan circle pada tipe Spiral-Circle-Spiral (S-C-S) atau pada titik SS untuk tikungan tipe spiral-spiral (S-S). Untuk tikungan tanpa lengkung peralihan (tipe Full Circle), perubahan dilakukan pada 3/4 bagian lajur yang lurus dan 1/4 bagian lagi bagian tikungan yang berupa lingkaran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut :





Gambar 5.1 Pengambilan pencapaian superelevasi maksimum

Untuk pencapaian superelevasi maksimum, Bina Marga mensyaratkan panjang lengkung peralihan minimum dihitung dengan rumus :

$$L_s = b.m.e ; \quad b = \text{lebar jalur}$$

m = satu perlandai relatif maksimum

e = kemiringan total maksimum ($e_a + e_{mak}$)

Tabel 5.3 Kelandaian relatif maksimum

Kecepatan rencana (km/jam)	Kelandaian relatif maksimum (1/m)
	Bina Marga (luar kota)
20	1/50
30	1/75
40	1/100
50	1/115
60	1/125
80	1/150
100	-

Pada proyek ini diambil harga relatif maksimum antara tepi perkerasan sebagai berikut :

- Jalan Utama = Kecepatan 80 km/jam diambil 1/50
- Jalan penghubung = Kecepatan 40 km jam diambil 1/100

5.1.5 Alinyemen Horisontal

Perancangan alinyemen horisontal ini sebagian besar menyangkut masalah tikungan, selengkapnya adalah sebagai berikut :

1. Jari – jari horisontal minimum

Besarnya jari – jari minimum ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana seperti ditunjukkan pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Jari – jari minimum (Bina Marga)

Kecepatan Rencana (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Jari-jari lengkung minimum (m)	210	115	80	50	30	15

Besarnya jari – jari minimum menentukan besarnya super elevasi maksimum, seperti diperlihatkan pada tabel 5.2.

Harga yang diperoleh dengan mempergunakan $e_{maks} = 10\%$ adalah sebagai berikut :

- Jalan utama dengan kecepatan 80 km/jam, $R_{min} = 210$ m
- Jalan penghubung dengan kecepatan 40 km/jam, $R_{min} = 50$ m

2. Panjang lengkung peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung pada tikungan yang digunakan untuk mengadakan peralihan dari bagian jalan yang mempunyai jari-jari kelengkungan tertentu.

Menurut Bina Marga besarnya lengkung peralihan minimum ditentukan oleh dua hal :

1. Jarak pencapaian kemiringan yang cukup untuk perubahan dan kemiringan jalan normal sampai mencapai kemiringan tikungan yang dipilih.
2. Panjang lengkung peralihan ditentukan dengan rumus :

$$L = V \cdot t = \frac{V}{3,6} t, \text{ dengan :}$$

L = panjang lengkung peralihan minimum (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

t = waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik),

umumnya besar t berkisar antara 3 – 5 detik, untuk perencanaan Bina Marga mengambil $t = 2$ detik.

Lengkung peralihan lainnya yang banyak diterapkan pada jalan-jalan bebas hambatan adalah lengkung spiral. Pada lengkung spiral gaya sentrifugal yang terjadi pada kecepatan konstan dimulai dari nol, lalu membesar hingga mencapai $\frac{mV^2}{R}$ secara berangsur-angsur.

Dengan demikian pemakai jalan akan merasakan gaya percepatan sentrifugal

sebesar : $\alpha_c = V^2 / R$

Persamaan dasar lengkung spiral adalah $R.L = 1/c = A^2$.

Parameter lengkung peralihan (A) adalah suatu konstanta dimensi yang menunjukkan besarnya spiral.

3. Jari - jari horisontal minimum tanpa lengkung peralihan

Bila jari - jari lengkung besar maka tidak diperlukan lengkung peralihan. Jika lengkung peralihan dipasang, alinyemen mendatar bergeser dari garis singgung ke suatu lengkung. Nilai pergeseran tergantung pada panjang lengkung peralihan dan jari - jari lengkung. Jika jari-jari besar maka pergeseran kecil, pergeseran dapat diadakan di dalam lebar jalur, maka tidak dibutuhkan lengkung peralihan. Rumus dibawah ini, untuk mendapatkannya dengan perubahan kurang dari 20 cm. Besarnya jari-jari tersebut direkomendasi Bina Marga, terlihat pada tabel 5.5.

$$S = (124) \times (L^2/R), \text{ dengan:}$$

S = Nilai pergeseran (m)

R = Jari-jari horisontal minimum tanpa lengkung peralihan (m)

L = Panjang lengkung peralihan (m)

Tabel 5.5 Jari-jari minimum tanpa lengkung peralihan

Kecepatan rencana (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Jari-jari lengkung (m)	900	500	350	250	130	60

4. Jari-jari horisontal minimum tanpa superelevasi

Besar jari-jari tersebut dapat dilihat pada tabel 5.6 atau dihitung dengan rumus :

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

R = Jari-jari horisontal minimum tanpa superelevasi (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

e = kemiringan perkerasan (en)

f_m = koefisien gesekan melintang

Tabel 5.6 Jari-jari minimum tanpa superelevasi

Kecepatan rencana (km/jam)	80	60	50	40	30	20
Jari-jari (m)	3500	2000	1300	800	500	200

5. Pelebaran perkerasan pada tikungan

Pelebaran perkerasan pada tikungan diperlukan agar pengoperasian kendaraan di tikungan sama dengan pada jalan lurus. Untuk menghitung lebar perkerasan pada tikungan dapat dipergunakan spesifikasi standar Bina Marga 1990, dihitung dengan menggunakan rumus atau dengan menggunakan tabel 5.7

Tabel 5.7 Perlebaran perkerasan pada tikungan

Jari-jari lengkung R (m)		Perlebaran perlajur (m)
Kelas 1	Kelas 2,3,4	
280>R≥150	160>R≥90	0,25
150>R≥100	90>R≥60	0,50
100>R≥70	60>R≥45	0,75
70>R≥50	45>R≥32	1,00
	32>R≥26	1,25
	26>R≥21	1,50
	21>R≥19	1,75
	19>R≥16	2,00
	16>R≥15	2,25

6. Pandangan bebas pada tikungan

Pandangan bebas ini dibuat dengan jalan memberikan kebebasan samping atau membatasi jarak penghalang ditepi tikungan dalam jalan yang bersangkutan.

Besarnya jarak pandangan bebas dapat dihitung dari rumus :

$$E = \frac{d^2}{8R}$$

E = Jarak pandang bebas pada tikungan (m)

d = Jarak pandangan henti (m)

R = Jari-jari tikungan (m)

5.1.6 Alinyemen Vertikal

Perancangan alinyemen vertikal ini meliputi masalah kelandaian jalan, lengkung vertikal dari pertemuan dua macam kelandaian dan jarak pandangan.

1. Landai maksimum dan panjang landai kritis

Besarnya landai maksimum yang dirancang pada proyek ini diambil sebagai berikut :

-landai maksimum jalan utama = 5 %

-landai maksimum jalanpenghubung = 5 %

Pembatasan kelandaian maksimum ini dimaksudkan untuk mengurangi efek menurunnya kecepatan lalu lintas terutama untuk kendaraan berat. Apabila keadaan memaksa digunakan landai maksimum, maka panjang landai dibatasi, biasanya disebut panjang landai kritis, yaitu dapat mengakibatkan pengurangan kecepatan maksimum sebesar 25 km/jam. Menurut standar perancangan Bina Marga maka panjang landai kritis seperti pada tabel 5.8 berikut :

Tabel 5.8 : Panjang landai kritis

Landai (%)	3	4	5	6
Panjang kritis (m)	480	330	250	200

2. Panjang minimum lengkung vertikal

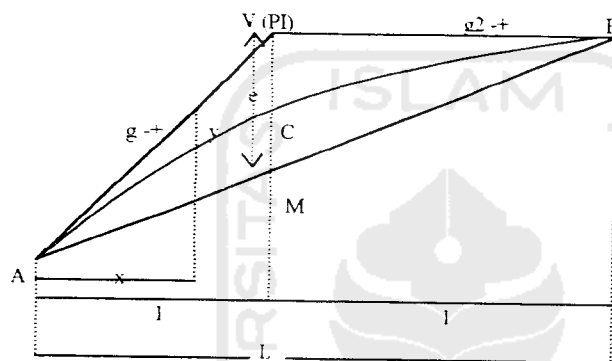
Lengkung ini digunakan untuk merubah secara bertahap antara dua macam kelandaian, agar diperoleh keamanan, kenyamanan dan memenuhi persyaratan drainasi yang baik. Lengkung vertikal ini pada dasarnya ada dua tipe yaitu langkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung (lihat gambar 5.2).

Persamaan lengkung yang digunakan adalah lengkung para bola sederhana tingkat – 2 yaitu :

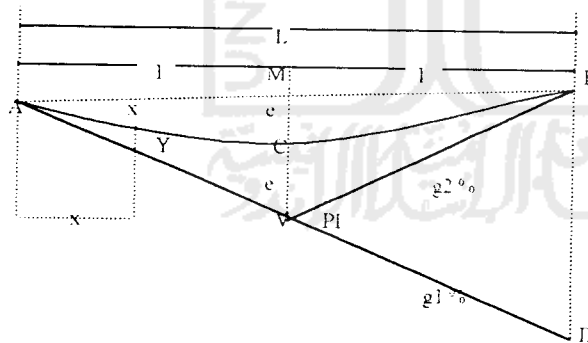
$$A = G_1 - G_2 \quad (5.1)$$

$$Ev = A \cdot \frac{Lv}{800} \quad (5.2)$$

Lengkung vertikal cembung

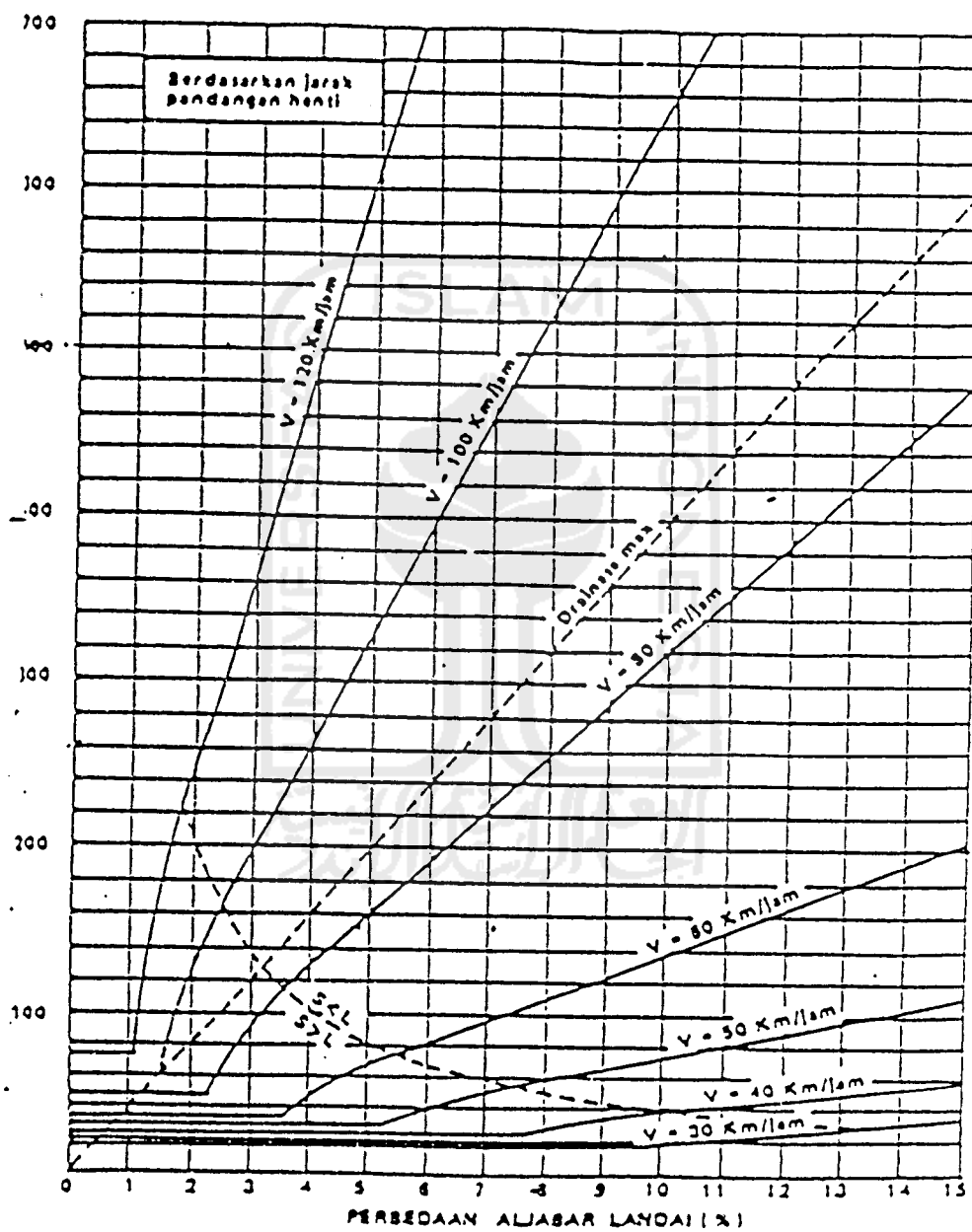


Lengkung vertikal cekung

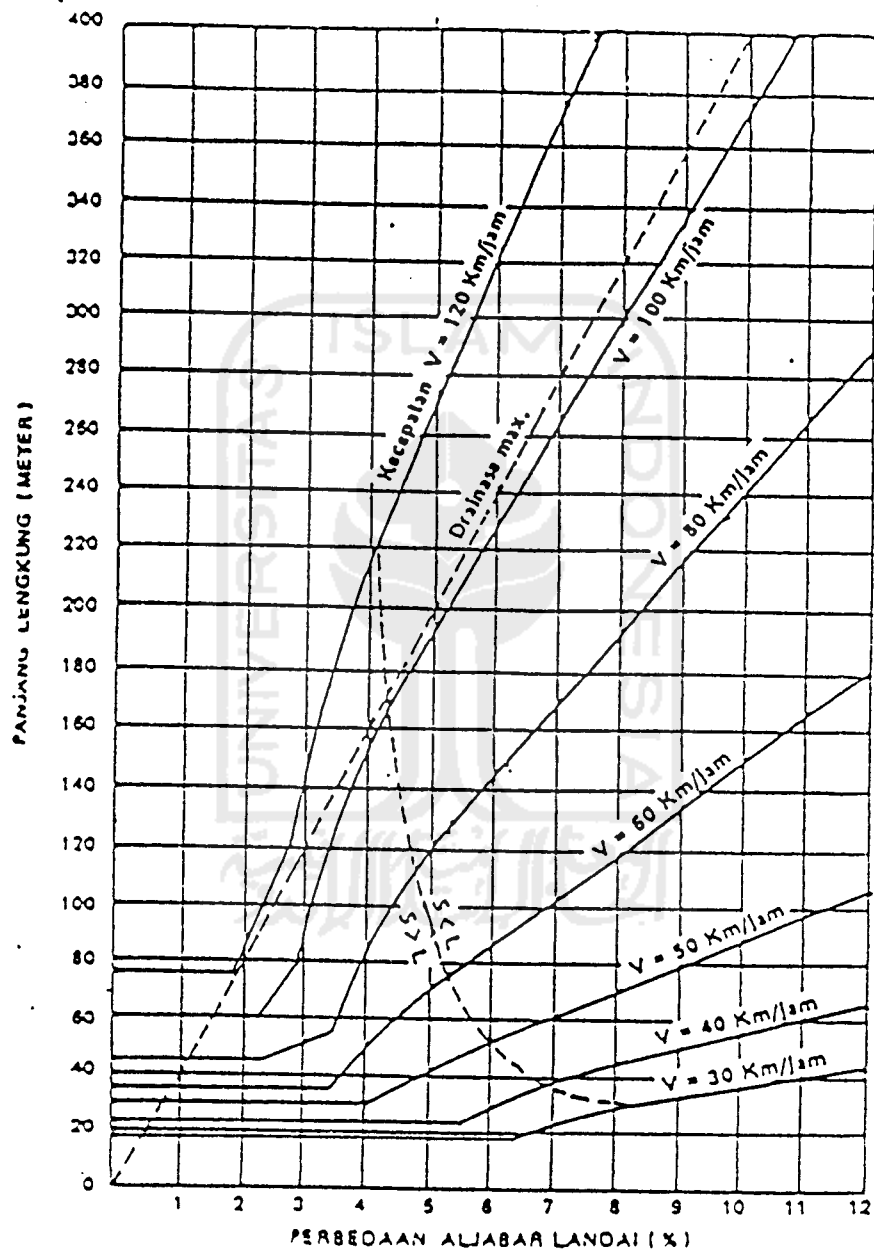


Gambar 5.2 : Lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung

Panjang minimum lengkung vertikal, dapat ditentukan menurut grafik 5.1 dan 5.2 berikut, sesuai dengan perancangan Bina Marga.



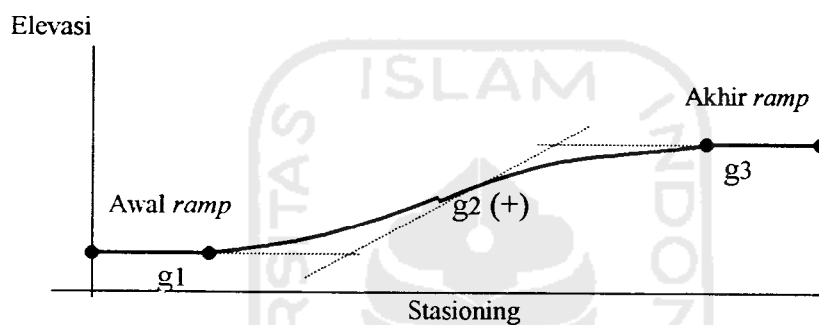
Grafik 5.1 : Panjang lengkung vertikal cembung



Grafik 5.2 : Panjang lengkung vertikal cekung

3. Profil jalan penghubung (*ramp*)

Elemen – elemen dari jalan utama berfungsi untuk mengontrol terhadap rancangan profil *ramp*. Profil memanjang biasanya mempunyai bentuk seperti huruf S, perubahan kelandaian ditandai oleh dua lengkung vertikal yaitu lengkung vertikal cekung pada terminal yang rendah dan lengkung vertikal cembung yang lebih tinggi (lihat gambar 5.3).



Gambar 5.3 : Profil *ramp*

5.2 Perhitungan Geometrik

Dalam perancangan jalan, standar perancangan mengambil beberapa sumber selain standar perancangan Bina Marga. Pertama-tama dalam perancangan persimpangan (*Interchange*) adalah memilih garis awal (*base line*) dari masing-masing kaki simpang susun dengan memperhatikan kriteria perancangan yang telah ditetapkan.

Berdasarkan gambar situasi / topografi skala, dibuat sket rencana trase *ramp* simpang susun dengan beberapa alternatif. Kemudian diadakan peninjauan lapangan

untuk melihat kemungkinan-kemungkinan penerapannya, pemilihan alternatif didasar pada :

1. Bentuk terbaik
2. Mudah pengoperasiannya
3. Luas daerah terkecil, sehubungan dengan biaya yang relatif rendah.

5.2.1 Perancangan Jalan Penghubung (*Ramp*)

Komponen-komponen jalan penghubung yang merupakan terminal pada masing-masing kaki, berupa jalan penghubung berbentuk lengkung, parameter-parameter adalah :

5.2.1.1 Kecepatan rencana

Kecepatan rencanan pada *ramp* tergantung pada kecepatan rencana jalan utamanya (*freeway*) dan tidak kurang dari 50% dari kecepatan rencana jalan utama. Kecepatan rencana pada jalan utama adalah 80 km/jam, maka kecepatan rencana di *ramp* berkisar antara 40 – 60 km/jam.

5.2.1.2 Jarak pandang henti

Jarak pandang henti di *ramp* untuk kecepatan rencana 40 km/jam diambil sebesar 40 m , sesuai dengan persyaratan Bina Marga.

5.2.1.3 Potongan melintang

a. Lebar perkerasan

Lebar perkerasan pada *ramp* diambil sebesar 7,50 meter untuk dua lajur dan 4,5 meter untuk satu lajur.

- b. Lebar bahu Bahu jalan disediakan di sebelah kiri pada *ramp* satu arah (*one way ramp*), sedangkan bahu di sebelah kanan disediakan sebagai kebebasan samping (*lateral clearance*).

Diambil : - lebar bahu kiri = 3,00 meter

- lebar bahu kanan = 0,6 meter

- c. Lebar median.

Sesuai dengan peraturan Bina Marga maka untuk *ramp* 2 lajur- 2 arah tidak diberikan median.

- d. Kemiringan perkerasan dan bahu

Harga kemiringan perkerasan dan bahu ini pada kemiringan normal diambil 2,0 % dan 4,0 %.

- e. Superelevasi

Harga superelevasi maksimum dan syarat pencapaiannya diambil sesuai dengan standar perencanaan Bina Marga yaitu sebesar 8 %.

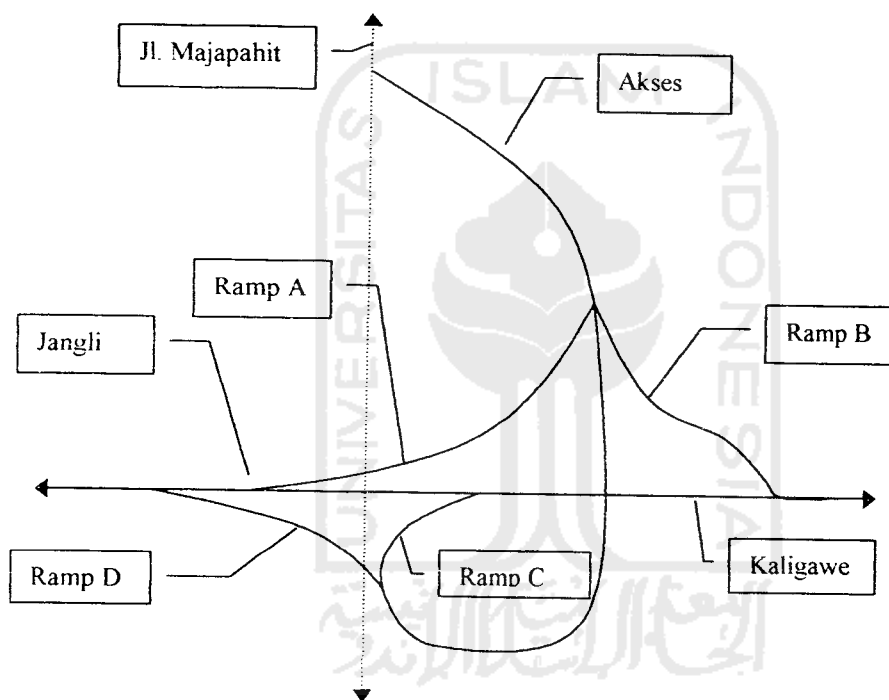
- f. Landai relatif maksimum.

Landai relatif antara tepi perkerasan dan garis sumbu diambil 1 : 100.

- g. Pemberian nama.

Tipe *Interchange* yang dipilih adalah tipe trompet (gambar 5.4), untuk memudahkan pembahasan selanjutnya ditetapkan penamaan masing – masing bagian sebagai berikut :

- Jalan utama untuk lalu lintas menerus disebut : *Highway*
- Jalan keluar masuk yang menghubungkan ke jalan Majapahit disebut *akses road*
- Jalan penghubung dari arah Jangli ke Majapahit disebut *Ramp A*
- Jalan penghubung dari Majapahit ke Kaligawe disebut *Ramp B*
- Jalan penghubung dari arah Kaligawe ke jalan Majapahit disebut *Ramp C*
- Jalan penghubung dari Majapahit ke arah Jangli disebut *Ramp D*



Gambar 5.4 : Lay Out Simpang susun Majapahit

h. Elemen-elemen lengkung horizontal

Rumus *Modified Short Formula* :

$$L_s = 0,022 \frac{V^3}{R.c} - 2,727 \frac{V.e}{c} \quad (5.3)$$

Ls diperiksa dengan landai relatif masimum = $\frac{1}{100}$

$$\frac{h}{Ls} = \frac{1}{100} \quad ; \quad Ls = 100.h$$

$$h = (e_n \times b) + (e \times b) \quad (5.4)$$

$$\theta_s = \frac{90 Ls}{\pi R} \quad (5.5)$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s \quad (5.6)$$

$$Lc = \frac{\Delta c \cdot 2\pi \cdot R}{360} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{Ls^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \quad (5.8)$$

$$K = Ls - \frac{Ls^3}{(40 \times R^2)} - R \sin \theta_s \quad (5.9)$$

$$Ts = (R + p) \tan(0,5 \Delta l) + K \quad (5.10)$$

$$Es = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta l} - R \quad (5.11)$$

$$Tc = R \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (5.12)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (5.13)$$

$$Lc = \frac{\pi}{180} \cdot \Delta \cdot R \quad (5.14)$$

5.2.1.4 Alinyemen horisontal

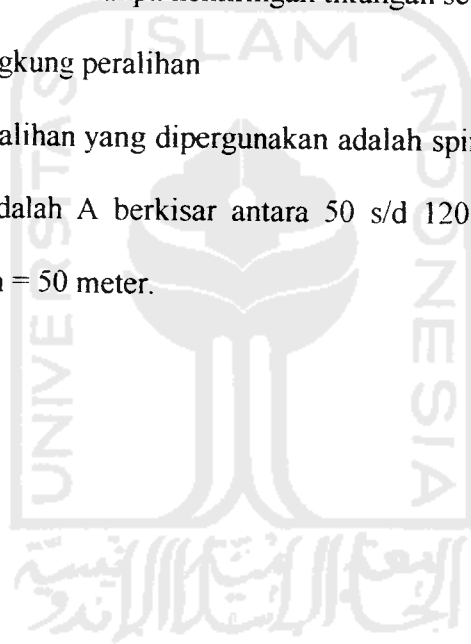
a. Jari-jari minimum.

Diambil sesuai dengan standar Bina Marga, untuk kecepatan rencana 40 km/jam yaitu:

- Jari-jari minimum dengan lengkung peralihan sebesar 50 meter
- Jari-jari minimum tanpa lengkung peralihan sebesar 300 meter
- Jari-jari minimum tanpa kemiringan tikungan sebesar 420 meter

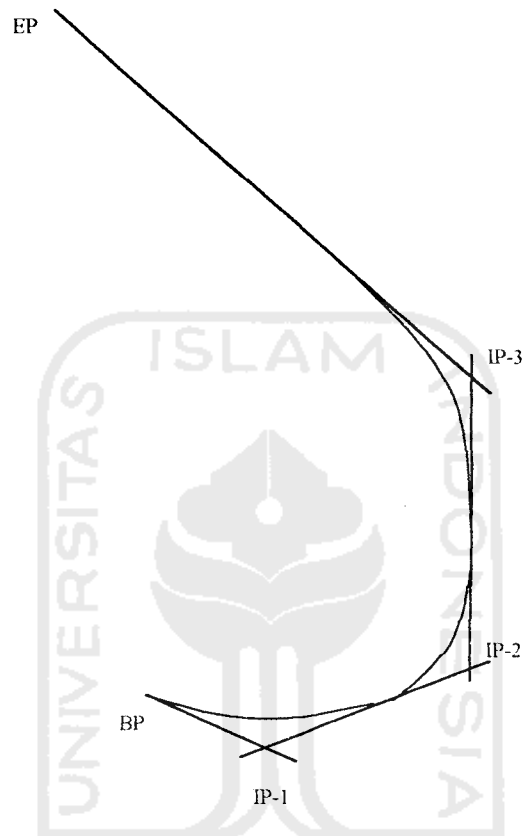
b. Parameter lengkung peralihan

Lengkung peralihan yang dipergunakan adalah spiral, besar parameter yang disyaratkan adalah A berkisar antara 50 s/d 120 meter, pada proyek ini diambil $A_{\min} = 50$ meter.



5.2.2 Perhitungan Alinyemen Horizontal

5.2.2.1 Jalan keluar masuk (*akses ramp*)



Gambar 5.4 : Lengkung horizontal Akses

Koordinat BP (9137,80000 ; 8557,00000)

IP-1 (9492,82071 ; 9080,77196)

IP-2 (9894,51626 ; 9046,96780)

IP-3 (9861,42447 ; 8835,50807)

EP (9837,15000 ; 8816,10000)

Azimut : BP = 34°07'48,09" $\Delta_1 = 60°40'49,06''$

IP-1 = 94°48'37,14" $\Delta_2 = 94°05'02,06''$

$$IP-2 = 188^{\circ}53'39,20'' \quad \Delta_3 = 42^{\circ}27'42,37''$$

$$IP-3 = 231^{\circ}21'21,74''$$

Jarak : $d(BP - IP-1) = 632,75333 \text{ m}$

$$d(IP-1 - IP-2) = 403,11541 \text{ m}$$

$$d(IP-2 - IP-3) = 214,03634 \text{ m}$$

$$d(IP-3 - EP) = 35,95470 \text{ m}$$

1. Tikungan I

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

$$V_{rencana} = 40 \text{ km / jam} \quad e_{maks} = 0,08$$

$$\Delta_1 = 60^{\circ}40'49,06'' \quad R_{rencana} = 80,0000 \text{ m}$$

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,072 \quad L_s = 37 \text{ m}$$

L_s diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} & (5.3) \\ &= 0,022 \frac{40^3}{80 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,072}{0,4} = 24,3656 \text{ m} < 37 \text{ m} \dots \text{ok} \end{aligned}$$

$$L_s \text{ diperiksa dengan landai relatif maksimum} = \frac{1}{100}$$

$$\frac{h}{L_s} = \frac{1}{100} \quad ; \quad L_s = 100 \cdot h$$

$$\begin{aligned} h &= (0,02 \times 3,5) + (0,072 \times 3,5) & (5.4) \\ &= 0,322 \end{aligned}$$

$$L_s = 100 \times 0,322$$

$$= 32,2 \text{ m} < 37 \text{ m} \dots \text{ok}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{37}{80} = 13,24965 = 13^\circ 14' 58,74'' \quad (5.5)$$

$$\Delta_c = \Delta_1 - 2\theta_s = 60^\circ 40' 49,06'' - 2(13^\circ 14' 58,74'') = 34^\circ 10' 48'' \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c \cdot 2\pi R}{360} = \frac{34^\circ 10' 48'' \times 2\pi \times 80}{360} = 47,72428 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) = \frac{37^2}{6 \times 80} - 80(1 - \cos 13^\circ 14' 58,74'') = 0,72254 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{(40 \times R^2)} - R \sin\theta_s = 37 - \frac{37^3}{40 \times 80^2} - 80 \sin 13^\circ 14' 58,74''$$

$$= 18,46658 \text{ m} \quad (5.9)$$

$$T_s = (R + p) \tan(0,5 \Delta_1) + K = (80 + 0,72254) \tan 30^\circ 20' 24,52'' + 18,46658$$

$$= 65,71293 \text{ m} \quad (5.10)$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta_1} - R = \frac{80 + 0,72254}{\cos 30^\circ 20' 24,52''} - 80 = 13,53259 \text{ m} \quad (5.11)$$

2. Tikungan II

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

$$V_{rencana} = 40 \text{ km / jam} \quad e_{maks} = 0,08$$

$$\Delta_2 = 94^\circ 05' 2,08'' \quad R_{rencana} = 150,00 \text{ m}$$

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,054 \quad L_s = 28 \text{ m}$$

L_s diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$L_s = 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} \quad (5.3)$$

$$= 0,022 \frac{40^3}{150 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,054}{0,4} = 8,7412 \text{ m} < 28 \text{ m} \dots \text{ ok}$$

$$L_s \text{ diperiksa dengan landai relatif maksimum} = \frac{1}{100}$$

$$\frac{h}{L_s} = \frac{1}{100} \quad ; \quad L_s = 100 \cdot h$$

$$h = (0,02 \times 3,5) + (0,054 \times 3,5) \quad (5.4)$$

$$= 0,259$$

$$L_s = 100 \times 0,259$$

$$= 25,9 \text{ m} < 28 \text{ m} \dots \text{ ok}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{28}{150} = 5,3476 = 5^\circ 20' 51,36'' \quad (5.5)$$

$$\Delta c = \Delta_2 - 2\theta_s = 94^\circ 05' 2,08'' - 2(5^\circ 20' 51,36'') = 83^\circ 23' 19,32'' \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \cdot 2\pi R}{360} = \frac{83^\circ 23' 19,32'' \times 2\pi \times 150}{360} = 218,3111 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) = \frac{28^2}{6 \times 150} - 150(1 - \cos 5^\circ 20' 51,36'') = 0,21825 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{(40 \times R^2)} - R \sin \theta_s = 37 - \frac{28^3}{40 \times 150^2} - 80 \sin 5^\circ 20' 51,36''$$

$$= 13,99594 \text{ m} \quad (5.9)$$

$$T_s = (R + p) \tan(0,5 \Delta_2) + K = (150 + 0,21825) \tan 94^\circ 05' 2,08'' + 13,99594$$

$$= 125,32194 \text{ m} \quad (5.10)$$

$$Es = \frac{R + p}{\cos 0,5\Delta_2} - R = \frac{150 + 0,21825}{\cos 94^\circ 05' 2,08''} = 70,43503 \text{ m} \quad (5.11)$$

3. Tikungan III

Dirancang dengan menggunakan lengkung *Full Circle*

$$V_{rencana} = 40 \text{ km / jam} \quad e_{maks} = 0,08$$

$$\Delta_3 = 42^\circ 27' 42,37'' \quad R_{rencana} = 70,00 \text{ m}$$

$$Tc = R \tan \frac{1}{2} \Delta_3 = 70 \tan 21,23089 = 27,1946 \text{ m} \quad (5.12)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{2} \Delta_3 = 27,1946 \tan 21,23089 = 10,56498 \text{ m} \quad (5.13)$$

$$Lc = \frac{\pi}{180} \cdot \Delta_3 \cdot R = \frac{\pi}{180} \cdot 42^\circ 27' 42,37'' = 51,82690 \text{ m} \quad (5.14)$$

Stasioning :

$$BP = 0 + 000$$

$$TS_1 = (D_{BP-PI1} - Ts) = 567,0404 \text{ m}$$

$$SC = (0 + 567,0404) + Ls = 604,0404 \text{ m}$$

$$CS = (0 + 604,0404) + Lc = 651,7647 \text{ m}$$

$$ST_1 = (0 + 651,7647) + Ls = 688,7647 \text{ m}$$

$$TS_2 = (0 + 688,7647) + (d_{IP1-IP2} - Ts_1 - Ts_2) = 850,8472 \text{ m}$$

$$SC = (0 + 850,8472) + Ls = 878,8472 \text{ m}$$

$$CS = (0 + 878,8472) + Lc = 1097,1583 \text{ m}$$

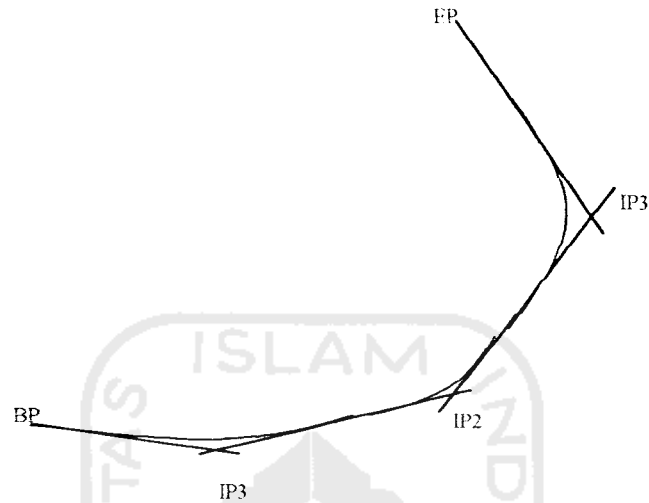
$$ST_2 = (1 + 097,1583) + Ls = 1125,1583 \text{ m}$$

$$TC = (1 + 125,1583) + (d_{IP2-IP3} - Ts_2 - Tc) = 1136,7651 \text{ m}$$

$$CT = (1 + 136,7651) + Lc = 1188,55203 \text{ m}$$

$$EP = (1 + 188,55203) - (d_{IP3-EP} - Tc) = 1193,3166 \text{ m}$$

5.2.2.2 Ramp A



Gambar 5.5 : Lengkung horizontal ramp A

Koordinat BP (9679,7884 ; 8817,6438)

IP-1 (9677,6890 ; 8866,4214)

IP-2 (9654,8887 ; 9027,5573)

IP-3 (9499,9407 ; 9071,8581)

EP (9837,15000 ; 8816,10000)

Azimut : BP = 357°32'07,80" $\Delta_1 = 05°35'24,87''$

IP-1 = 351°56'42,94" $\Delta_2 = 65°58'58,07''$

IP-2 = 285°57'44,87" $\Delta_3 = 67°07'28,77''$

IP-3 = 218°50'16,09"

Jarak : d(BP - IP-1) = 48,8228 m

d(IP-1 - IP-2) = 162,7212 m

$$d(\text{IP-2} - \text{IP-3}) = 161,1621 \text{ m}$$

$$d(\text{IP-3} - \text{EP}) = 104,7228 \text{ m}$$

1. Tikungan I

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

$$V_{\text{rencana}} = 40 \text{ km / jam} \quad e_{\text{maks}} = 0,08$$

$$\Delta_1 = 05^\circ 35' 24,87'' \quad R_{\text{rencana}} = 500,00 \text{ m}$$

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,022 \quad L_s = 22 \text{ m}$$

L_s diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$L_s = 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} \quad (5.3)$$

$$= 0,022 \frac{40^3}{500 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,022}{0,4} = 1,0406 \text{ m} < 22 \text{ m} \dots \text{ok}$$

$$L_s \text{ diperiksa dengan landai relatif maksimum} = \frac{1}{100}$$

$$\frac{h}{L_d} = \frac{1}{100} \quad ; \quad L_s = 100 \cdot h$$

$$h = (0,02 \times 3,5) + (0,022 \times 3,5) \quad (5.4)$$

$$= 0,1470$$

$$L_s = 100 \times 0,1470$$

$$= 14,7 \text{ m} < 22 \text{ m} \dots \text{ok}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{22}{500} = 1,26051 = 01^\circ 15' 37,84'' \quad (5.5)$$

$$\Delta c = \Delta i - 2\theta s = 05^{\circ}35'24,87'' - 2(01^{\circ}15'37,84'') = 3,06923 \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \cdot 2\pi \cdot R}{360} = \frac{3^{\circ}49,2'' \times 2\pi \times 500}{360} = 26,7841 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta s) = \frac{22^2}{6 \times 500} - 500(1 - \cos 01^{\circ}15'37,84'') = 0,0403 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{(40 \times R^2)} - R \sin\theta s = 22 - \frac{22^3}{40 \times 500^2} - 500 \sin 01^{\circ}15'37,84''$$

$$= 10,9998 \text{ m} \quad (5.9)$$

$$T_s = (R + p) \tan(0,5 \Delta i) + K = (500 + 0,0403) \tan 02^{\circ}47'42,43'' + 10,9998$$

$$= 35,4132 \text{ m} \quad (5.10)$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta i} - R = \frac{500 + 0,0403}{\cos 02^{\circ}47'42,43''} - 500 = 0,63595 \text{ m} \quad (5.11)$$

2. Tikungan II

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

V rencana = 40 km / jam e maks = 0,08

$\Delta_2 = 65^{\circ}58'58,07''$ R rencana = 100,00 m

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

e = 0,065 L_s = 33 m

L_s diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$L_s = 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} \quad (5.3)$$

$$= 0,022 \frac{40^3}{100 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,065}{0,4} = 17,4745 \text{ m} < 33 \text{ m} \dots \text{ok}$$

Ls diperiksa dengan landai relatif maksimum = $\frac{1}{100}$

$$\frac{h}{L_s} = \frac{1}{100} \quad ; \quad L_s = 100 \cdot h$$

$$\begin{aligned} h &= (0,02 \times 3,5) + (0,065 \times 3,5) \\ &= 0,2975 \end{aligned} \quad (5.4)$$

$$\begin{aligned} L_s &= 100 \times 0,2975 \\ &= 29,75 \text{ m} < 33 \text{ m} \dots \text{ok} \end{aligned}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{33}{100} = 9,4538 = 09^\circ 27' 13,68'' \quad (5.5)$$

$$\Delta_c = \Delta_2 - 2\theta_s = 65^\circ 58' 58,07'' - 2(09^\circ 27' 13,68'') = 47^\circ 04' 30,68'' \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c \cdot 2\pi \cdot R}{360} = \frac{47^\circ 04' 30,68'' \times 2\pi \times 100}{360} = 82,1617 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) = \frac{33^2}{6 \times 100} - 100(1 - \cos 09^\circ 27' 13,68'') = 0,4568 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$\begin{aligned} K &= L_s - \frac{L_s^3}{(40 \times R^2)} - R \sin \theta_s = 33 - \frac{33^3}{40 \times 100^2} - 100 \sin 09^\circ 27' 13,68'' \\ &= 16,4849 \text{ m} \end{aligned} \quad (5.9)$$

$$\begin{aligned} T_s &= (R + p) \tan(0,5 \Delta_2) + K = (100 + 0,4568) \tan 32^\circ 59' 29,04'' + 16,4849 \\ &= 81,7009 \text{ m} \end{aligned} \quad (5.10)$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta_2} - R = \frac{100 + 0,4568}{\cos 32^\circ 59' 29,04''} = 19,7694 \text{ m} \quad (5.11)$$

3. Tikungan III

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

$$V_{rencana} = 40 \text{ km / jam} \quad e_{maks} = 0,08$$

$$\Delta\alpha = 42^\circ 27' 42,37'' \quad R_{rencana} = 80,00 \text{ m}$$

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,072 \quad L_s = 37 \text{ m}$$

L_s diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} & (5.3) \\ &= 0,022 \frac{40^3}{80 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,072}{0,4} = 24,3656 \text{ m} < 37 \text{ m} \dots \text{ok} \end{aligned}$$

L_s diperiksa dengan landai relatif maksimum = $\frac{1}{100}$

$$\begin{aligned} \frac{h}{L_s} &= \frac{1}{100} \quad ; \quad L_s = 100 \cdot h & (5.4) \\ h &= (0,02 \times 3,5) + (0,072 \times 3,5) \\ &= 0,322 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s &= 100 \times 0,322 \\ &= 32,2 \text{ m} < 37 \text{ m} \dots \text{ok} \end{aligned}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{37}{80} = 13,24965 = 13^\circ 14' 58,74'' \quad (5.5)$$

$$\Delta c = \Delta\alpha - 2\theta_s = 60^\circ 40' 49,06'' - 2(13^\circ 14' 58,74'') = 34^\circ 10' 48'' \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \cdot 2\pi R}{360} = \frac{34^\circ 10' 48'' \times 2\pi \times 80}{360} = 47,72428 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) = \frac{37^2}{6 \times 80} - 80(1 - \cos 13^\circ 14' 58,74'') = 0,72254 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{(40 \times R^2)} - R \sin \theta_s = 37 - \frac{37^3}{40 \times 80^2} - 80 \sin 13^\circ 14' 58,74''$$

$$= 18,46658 \text{ m} \quad (5.9)$$

$$T_s = (R + p) \tan(0,5 \Delta_3) + K = (80 + 0,72254) \tan 30^\circ 20' 24,52'' + 18,46658$$

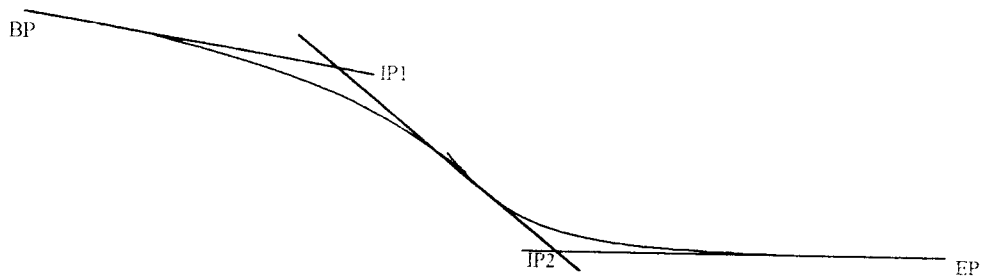
$$= 65,71293 \text{ m} \quad (5.10)$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta_2} - R = \frac{80 + 0,72254}{\cos 30^\circ 20' 24,52''} = 13,53259 \text{ m} \quad (5.11)$$

Stasioning :

$$\begin{aligned} BP &= 0 + 000 \\ TS_1 &= (D_{BP-IP1} - T_s) = 13,4096 \text{ m} \\ SC &= (0 + 013,4096) + L_s = 35,4096 \text{ m} \\ CS &= (0 + 035,4096) + L_c = 62,1937 \text{ m} \\ ST_1 &= (0 + 062,1937) + L_s = 84,1937 \text{ m} \\ TS_2 &= (0 + 084,1937) + (d_{IP1-IP2} - T_{s1} - T_{s2}) = 130,8008 \text{ m} \\ SC &= (0 + 130,8008) + L_s = 163,8008 \text{ m} \\ CS &= (0 + 163,8008) + L_c = 245,9625 \text{ m} \\ ST_2 &= (1 + 245,9625) + L_s = 278,9625 \text{ m} \\ TS_3 &= (0 + 278,9625) + (d_{IP2-IP3} - T_{s2} - T_{s3}) = 292,54863 \text{ m} \\ SC &= (0 + 292,5486) + L_s = 329,5486 \text{ m} \\ CS &= (0 + 329,5486) + L_c = 377,2729 \text{ m} \\ ST_2 &= (0 + 377,2729) + L_s = 414,2729 \text{ m} \\ EP &= (0 + 414,2729) + (d_{IP3-EP} - T_{s3}) = 453,2828 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2.2.3 Ramp B



Gambar 5.6 : Lengkung horizontal Ramp-B

Koordinat BP (9416,4326; 8972,1737)

IP-1 (9481,6370 ; 9085,3053)

IP-2 (9647,0472 ; 9129,7210)

EP (9624,1417 ; 9291,7504)

Azimut : BP = $29^{\circ}57'26,57''$ $\Delta_1 = 45^{\circ}00'43,88''$

IP-1 = $74^{\circ}58'10,45''$ $\Delta_2 = 83^{\circ}00'57,45''$

IP-2 = $351^{\circ}57'13''$

Jarak : d(BP - IP-1) = 126,2698 m

d(IP-1 - IP-2) = 172,6339 m

d(IP-2 - EP) = 163,6404 m

1. Tikungan I

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

Vrencana = 40 km / jam $e_{maks} = 0,08$

$\Delta_1 = 45^{\circ}00'43,88''$ R rencana = 120,00 m

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,06 \quad L_s = 31 \text{ m}$$

L_s diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} \\ &= 0,022 \frac{40^3}{120 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,06}{0,4} = 12,938 \text{ m} < 31 \text{ m} \dots 0k \end{aligned} \quad (5.3)$$

L_s diperiksa dengan landai relatif maksimum = $\frac{1}{100}$

$$\begin{aligned} \frac{h}{L_s} &= \frac{1}{100} \quad ; \quad L_s = 100 \cdot h \\ h &= (0,02 \times 3,5) + (0,06 \times 3,5) \\ &= 0,28 \end{aligned} \quad (5.4)$$

$$\begin{aligned} L_s &= 100 \times 0,28 \\ &= 28 \text{ m} < 31 \text{ m} \dots 0k \end{aligned}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{31}{120} = 7,4007 = 7^\circ 24' 2,52'' \quad (5.5)$$

$$\Delta c = \Delta i - 2\theta_s = 45^\circ 00' 43,88'' - 2(7^\circ 24' 2,52'') = 30^\circ 12' 38,84'' \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \cdot 2\pi \cdot R}{360} = \frac{30^\circ 12' 38,84'' \times 2\pi \times 120}{360} = 63,2733 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) = \frac{31^2}{6 \times 120} - 120(1 - \cos 7^\circ 24' 02,52'') = 0,3351 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$K = Ls - \frac{Ls^3}{(40 \times R^2)} - R \sin \theta_s = 31 - \frac{31^3}{40 \times 120^2} - 80 \sin 07^\circ 24' 028,52''$$

$$= 15,4914 \text{ m} \quad (5.9)$$

$$Ts = (R + p) \tan(0,5 \Delta_1) + K = (80 + 0,3351) \tan 22^\circ 30' 21,92'' + 15,4914$$

$$= 49,8594 \text{ m} \quad (5.10)$$

$$Es = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta_1} - R = \frac{120 + 0,3351}{\cos 22^\circ 30' 21,92''} = 10,2555 \text{ m} \quad (5.11)$$

2. Tikungan II

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

$$V_{rencana} = 40 \text{ km / jam} \quad e_{maks} = 0,08$$

$$\Delta_2 = 83^\circ 00' 57,45'' \quad R_{rencana} = 100,00 \text{ m}$$

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,065 \quad Ls = 33 \text{ m}$$

Ls diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$Ls = 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} \quad (5.3)$$

$$= 0,022 \frac{40^3}{100 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,065}{0,4} = 17,4745 \text{ m} < 33 \text{ m} \dots \text{ok}$$

Ls diperiksa dengan landai relatif maksimum = $\frac{1}{100}$

$$\frac{h}{Ls} = \frac{1}{100} \quad ; \quad Ls = 100 \cdot h$$

$$h = (0,02 \times 3,5) + (0,065 \times 3,5) \quad (5.4)$$

$$= 0,2975$$

$$L_s = 100 \times 0,2975$$

$$= 29,75 \text{ m} < 33 \text{ m} \dots \text{ok}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{33}{100} = 9,4538 = 09^\circ 27' 13,68'' \quad (5.5)$$

$$\Delta c = \Delta_2 - 2\theta_s = 65^\circ 58' 58,07'' - 2(09^\circ 27' 13,68'') = 47^\circ 04' 30,68'' \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \cdot 2\pi \cdot R}{360} = \frac{47^\circ 04' 30,68'' \times 2\pi \times 100}{360} = 82,1617 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) = \frac{33^2}{6 \times 100} - 100(1 - \cos 09^\circ 27' 13,68'') = 0,4568 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{(40 \times R^2)} - R \sin \theta_s = 33 - \frac{33^3}{40 \times 100^2} - 100 \sin 09^\circ 27' 13,68''$$

$$= 16,4849 \text{ m} \quad (5.9)$$

$$T_s = (R + p) \tan(0,5 \Delta_2) + K = (100 + 0,4568) \tan 32^\circ 59' 29,04'' + 16,4849$$

$$= 81,7009 \text{ m} \quad (5.10)$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta_2} - R = \frac{100 + 0,4568}{\cos 32^\circ 59' 29,04''} - 100 = 19,7694 \text{ m} \quad (5.11)$$

Stasioning :

$$BP = 0 + 000$$

$$TS_1 = (D_{BP-IP1} - T_s) = 76,4104 \text{ m}$$

$$SC = (0 + 076,4104) + L_s = 107,4104 \text{ m}$$

$$CS = (0 + 107,4104) + L_c = 170,6837 \text{ m}$$

$$ST_1 = (0 + 170,6837) + L_s = 201,6837 \text{ m}$$

$$TS_2 = (0 + 201,6837) + (d_{IP1-IP2} - Ts_1 - Ts_2) = 242,7573 \text{ m}$$

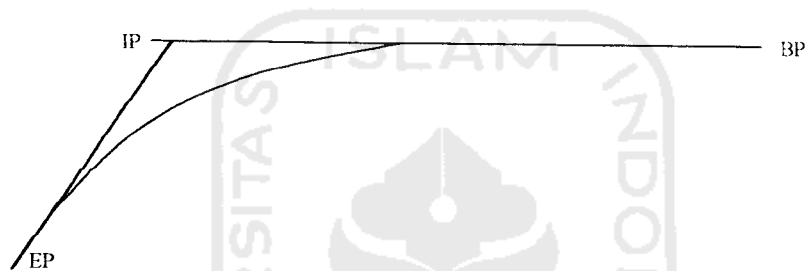
$$SC = (0 + 242,7537) + L_s = 275,7573 \text{ m}$$

$$CS = (0 + 275,7573) + L_c = 357,9190 \text{ m}$$

$$ST_2 = (0 + 357,9190) + L_s = 390,9190 \text{ m}$$

$$EP = (0 + 390,9190) + (d_{IP2-EP} - Ts_1 - Ts_2) = 472,8585 \text{ m}$$

5.2.2.4 Ramp C



Gambar 5.7 : Lengkung horizontal ramp C

Koordinat BP (9680,1169 ; 9034,3901)

IP-1 (9728,6309 ; 8724,8095)

EP (9835,9010 ; 8817,6621)

Azimut : BP = $171^{\circ}06'42,3009''$ $\Delta_1 = 121^{\circ}57'52,78''$

IP-1 = $49^{\circ}08'49,53''$

Jarak : $d(\text{BP} - \text{IP-1}) = 313,3441 \text{ m}$

$d(\text{IP-1} - \text{EP}) = 141,9508 \text{ m}$

Dirancang dengan menggunakan lengkung *Full circle* :

Vrencana = 40 km / jam e maks = 0,08

$\Delta_1 = 121^{\circ}57'52,78''$

R rencana = 60,0000 m

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,078 \quad L_s = 40 \text{ m}$$

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta = 60 \tan 60,9823 = 108,1641 \text{ m} \quad (5.12)$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{2} \Delta = 108,1641 \tan 60,9823 = 194,99102 \text{ m} \quad (5.13)$$

$$L_c = \frac{\pi}{180} \cdot \Delta \cdot R = \frac{\pi}{180} \cdot 121^\circ 57' 52,78'' = 127,7211 \text{ m} \quad (5.14)$$

Stasioning :

$$BP = 0 + 000$$

$$TC = (D_{BP-IP1} - T_c) = 205,1801 \text{ m}$$

$$CT = (0 + 205,1801) + L_c = 332,9011 \text{ m}$$

$$EP = (0 + 332,9011) + (d_{IP3-EP} - T_c) = 366,6879 \text{ m}$$

5.2.2.5 Ramp D



Gambar 5.8 : Lengkung horizontal ramp D

Koordinat BP (9838,3989 ; 8814,3379)

IP-1 (9756,2978 ; 8769,6077)

EP (9599,7359 ; 8526,9318)

Azimut : BP = $231^\circ 21' 21,86''$ $\Delta_1 = 29^\circ 46' 07,80''$

IP-1 = $212^\circ 49' 37,84''$

Jarak : $d(BP - IP-1) = 93,4999 \text{ m}$

$$d(IP-1 - EP) = 288,7934 \text{ m}$$

Dirancang dengan menggunakan lengkung S-C-S

$$V_{rencana} = 40 \text{ km / jam} \quad e_{maks} = 0,08$$

$$\Delta_1 = 29^\circ 46' 07,80'' \quad R_{rencana} = 300,00 \text{ m}$$

Dari tabel III-10, AASHTO 1994 didapat :

$$e = 0,034 \quad L_s = 22 \text{ m}$$

L_s diperiksa dengan rumus *Modified Short Formula* :

$$\begin{aligned} L_s &= 0,022 \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \frac{V \cdot e}{c} \\ &= 0,022 \frac{40^3}{300 \cdot 0,4} - 2,727 \frac{40 \cdot 0,034}{0,4} = 2,4615 \text{ m} < 22 \text{ m} \end{aligned} \quad (5.3)$$

L_s diperiksa dengan landai relatif maksimum = $\frac{h}{100}$

$$\frac{h}{L_s} = \frac{1}{100} \quad ; \quad L_s = 100 \cdot h$$

$$\begin{aligned} h &= (0,02 \times 3,5) + (0,034 \times 3,5) \\ &= 0,189 \end{aligned} \quad (5.4)$$

$$\begin{aligned} L_s &= 100 \times 0,189 \\ &= 18,9 \text{ m} < 22 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} = \frac{90}{\pi} \times \frac{22}{300} = 2,1009 = 02^\circ 06' 03,24'' \quad (5.5)$$

$$\Delta_c = \Delta_1 - 2\theta_s = 29^\circ 46' 07,80'' - 2(02^\circ 06' 03,24'') = 25^\circ 34' 01,67'' \quad (5.6)$$

$$L_c = \frac{\Delta c \cdot 2\pi \cdot R}{360} = \frac{25^\circ 34' 01,67'' \times 2\pi \times 300}{360} = 133,8692 \text{ m} \quad (5.7)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) = \frac{22^2}{6 \times 300} - 300(1 - \cos 02^\circ 06' 03,24'') = 0,0672 \text{ m} \quad (5.8)$$

$$K = L_s - \frac{L_s^3}{(40 \times R^2)} - R \sin \theta_s = 22 - \frac{22^3}{40 \times 300^2} - 300 \sin 02^\circ 06' 03,24''$$

$$= 10,9995 \text{ m} \quad (5.9)$$

$$T_s = (R + p) \tan(0,5 \Delta I) + K = (300 + 0,0672) \tan 14^\circ 53' 03,91'' + 10,9995$$

$$= 90,7538 \text{ m} \quad (5.10)$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos 0,5 \Delta I} - R = \frac{300 + 0,0672}{\cos 14^\circ 53' 03,91''} - 300 = 10,4853 \text{ m} \quad (5.11)$$

Stasioning :

$$BP = 0 + 000$$

$$TS_1 = (D_{BP-IP1} - T_s) = 2,7460 \text{ m}$$

$$SC = (0 + 002,7460) + L_s = 24,7460 \text{ m}$$

$$CS = (0 + 024,7460) + L_c = 158,6152 \text{ m}$$

$$ST_1 = (0 + 158,6152) + L_s = 180,6152 \text{ m}$$

$$EP = (0 + 180,6152) + (d_{IP1-EP} - T_s) = 378,6548 \text{ m}$$

5.2.3 Perhitungan Alinyemen Vertikal

Data elevasi : tanah asli, jalan utama, ramp, jalan keluar masuk menggunakan data dari konsultan.

5.2.3.1 Ramp A

PVI.1 : Lengkung vertikal cembung

$$g_1 = 2,446 \% ; \quad g_2 = -3,994 \%$$

$$A = g_2 - g_1 = -6,44 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cembung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 84,974 \text{ m}$

$$E_v = \frac{A.L_v}{800} = \frac{-6,44.84,974}{800} = -0,684 \text{ m}$$

PVI.2 : Lengkung vertikal cekung

$$g_1 = -3,994 \% ; \quad g_2 = 1,498 \%$$

$$A = g_2 - g_1 = 5,492 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cekung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 100 \text{ m}$

$$E_v = \frac{A.L_v}{800} = \frac{5,492.100}{800} = 0,687 \text{ m}$$

Stasioning :

$$- \text{ Sta. PVI.1} = \text{Sta. 0} + 150$$

$$\text{Sta. PVC.1} = \text{Sta. PVI.1} - \frac{L_v}{2} = 0 + 107,513$$

$$\text{Sta. PVT.1} = \text{Sta. PVI.1} + \frac{L_v}{2} = 0 + 192,487$$

$$- \text{Sta. PVI.2} = \text{Sta. 0} + 300$$

$$\text{Sta. PVC.2} = \text{Sta. PVI.2} - \frac{L_v}{2} = 0 + 250$$

$$\text{Sta. PVT.2} = \text{Sta. PVI.2} + \frac{L_v}{2} = 0 + 350$$

Elevasi Perkerasan

$$- \text{PVI.1} = \text{Elev. PVI.1} + E_v = 19.233$$

$$- \text{PVI.2} = \text{Elev. PVI.2} + E_v = 13.242$$

5.2.3.2 Ramp B

PVI.1 : Lengkung vertikal cekung

$$g_1 = 1,091 \% ; g_2 = 2,252 \%$$

$$A = g_2 - g_1 = 1,161 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cekung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 92,74 \text{ m}$

$$E_v = \frac{A \cdot L_v}{800} = 0.134 \text{ m}$$

PVI.2 : Lengkung vertikal cembung

$$g_1 = 2,252 \% ; g_2 = -1,931 \%$$

$$A = g_2 - g_1 = -4,183 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cembung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 78,382 \text{ m}$

$$E_v = \frac{A \cdot L_v}{800} = -0,410 \text{ m}$$

Stasioning :

- Sta. PVI.1 = Sta.0 +150

$$\text{Sta. PVC.1} = \text{Sta. PVI.1} - \frac{L_v}{2} = 0 + 103,643$$

$$\text{Sta. PVT.1} = \text{Sta. PVI.1} + \frac{L_v}{2} = 0 + 196,357$$

- Sta. PVI.2 = Sta. 0 + 300

$$\text{Sta. PVC.2} = \text{Sta. PVI.2} - \frac{L_v}{2} = 0 + 260,809$$

$$\text{Sta. PVT.2} = \text{Sta. PVI.2} + \frac{L_v}{2} = 0 + 339,191$$

Elevasi perkerasan

- PVI.1 = Elev. PVI.1 + $E_v = 15,984$

- PVI.2 = Elev. PVI.2 - $E_v = 19,119$

5.2.3.3 Ramp C

PVI.1 : Lengkung vertikal cembung

$$g_1 = -0,478 \% ; g_2 = -1,740 \%$$

$$A = g_2 - g_1 = -1,262 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km.jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cembung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 63,694$ m

$$E_v = \frac{A.L_v}{800} = -0,100 \text{ m}$$

PVI.2 : Lengkung vertikal cekung

$$g_1 = -1,740 \% ; g_2 = -1,000 \%$$

$$A = g_2 - g_1 = 0,74 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cekung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 76,254$ m

$$E_v = \frac{A.L_v}{800} = 0,070 \text{ m}$$

Stasioning :

$$- \text{ Sta. PVI.1} = \text{Sta. 0} + 200$$

$$\text{Sta. PVC.1} = \text{Sta. PVI.1} - \frac{L_v}{2} = 0 + 168,153$$

$$\text{Sta. PVT.1} = \text{Sta. PVI.1} + \frac{L_v}{2} = 0 + 231,847$$

$$- \text{ Sta. PVI.2} = \text{Sta. 0} + 300$$

$$\text{Sta. PVC.2} = \text{Sta. PVI.2} - \frac{L_v}{2} = 0 + 261,873$$

$$\text{Sta. PVT.2} = \text{Sta. PVI.2} + \frac{L_v}{2} = 0 + 338,127$$

Elevasi perkerasan

$$- \text{ PVI.1} = \text{Elev. PVI.1} + E_v = 17,868$$

$$- \text{PVI.2} = \text{Elev. PVI.2} + E_v = 16,128$$

5.2.3.4 Ramp D

PVI.1 : Lengkung vertikal cekung

$$g_1 = 1,000 \% ; g_2 = 2,751 \%00$$

$$A = g_2 - g_1 = 1,751 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cekung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 100 \text{ m}$

$$E_v = \frac{A.L_v}{800} = 0,219 \text{ m}$$

PVI.2 : Lengkung vertikal cembung

$$g_1 = 2,751 \% ; g_2 = 1,205 \%$$

$$A = g_2 - g_1 = 1,546 \%$$

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

Dari grafik lengkung vertikal cembung (Bina Marga 1990) :

didapat $L_v = 100 \text{ m}$

$$E_v = \frac{A.L_v}{800} = -0,193 \text{ m}$$

Stasioning :

$$- \text{Sta. PVI.1} = \text{Sta. 0} + 100$$

$$\text{Sta. PVC.1} = \text{Sta. PVI.1} - \frac{L_v}{2} = 0 + 50$$

$$\text{Sta. PVT.1} = \text{Sta. PVI.1} + \frac{Lv}{2} = 0 + 150$$

$$\text{-Sta. PVI.2} = \text{Sta. 0} + 200$$

$$\text{Sta. PVC.2} = \text{Sta. PVI.2} - \frac{Lv}{2} = 0 + 150$$

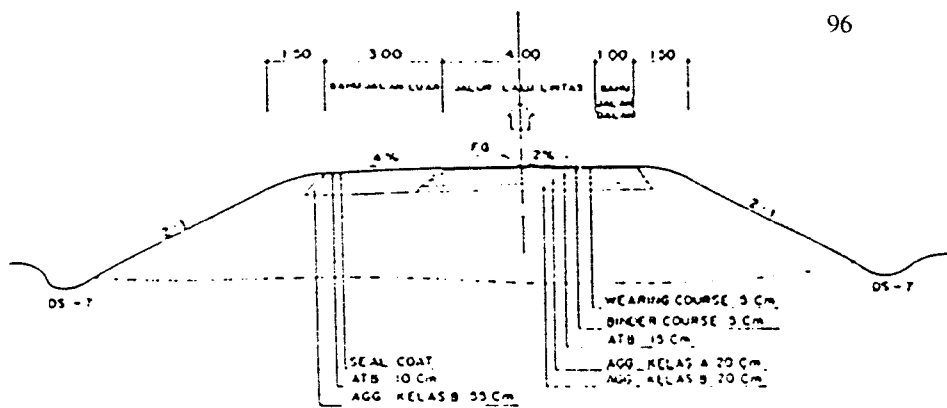
$$\text{Sta. PVT.2} = \text{Sta. PVI.2} + \frac{Lv}{2} = 0 + 250$$

Elevasi perkerasan

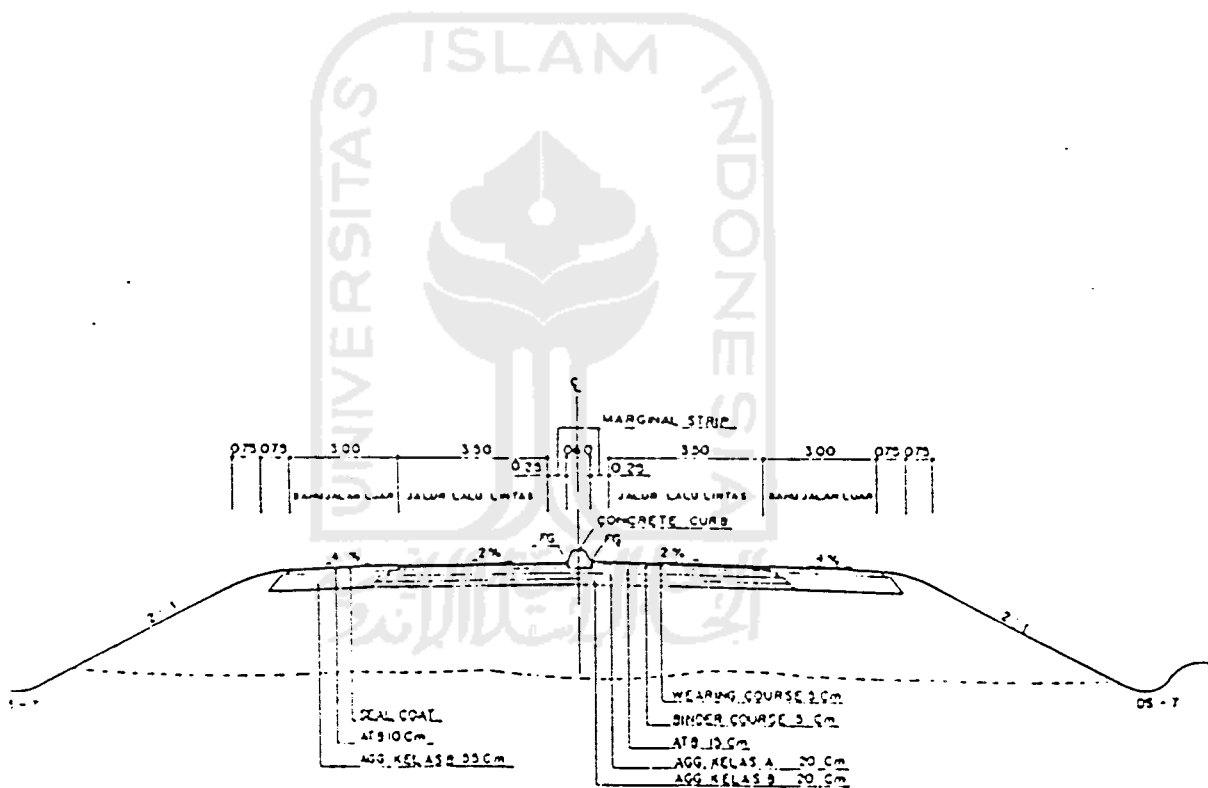
$$\text{- PVI.1} = \text{Elev. PVI.1} - Ev = 16,987$$

$$\text{- PVI.1} = \text{Elev. PVI.1} - Ev = 19,738$$





TIPIKAL PENAMPANG MELINTANG PADA RAMP SEMPANG SUSUN
SATU LAJUH SATU ARAH



TIPIKAL PENAMPANG MELINTANG JALAN AKSES
DUA LAJUR DUA ARAH

Gambar 5.9 : Tipikal Penampang Melintang Jalan Akses dan Ramp Sempang Susun

5.3 Kapasitas Jalan dan Perancangan Jumlah Lajur

5.3.1 Kapasitas jalan

Kapasitas jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat ditampung oleh suatu potongan jalan pada waktu tertentu dengan kecepatan tertentu pula.

Besarnya kapasitas jalan menurut MKJI 1997 adalah sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas jalan } (C) = Co \cdot FCw \cdot FCsp \cdot FCsf$$

Dengan : Co = Kapasitas dasar, besarnya kapasitas dasar dapat dilihat pada tabel 5.9.

$$Co = 3100 \text{ smp/jam}$$

$$FCw = 1,08$$

$$FCsp = 1,00$$

$$FCsf = 1,03$$

Dari harga harga diatas diperoleh :

$$C = 3100 \cdot 1,08 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,03$$

$$= 3448 \text{ smp / jam}$$

Merupakan kapasitas maksimum yang mampu ditampung oleh simpang susun Majapahit dengan dua lajur dua arah yang terbagi.

Tabel 5.9 : Kapasitas dasar (Co) untuk jalan luar kota. (MKJI 1997)

Tipe jalan / Tipe alinyemen	Kapasitas dasr Total kedua arah
Dua lajur tak terbagi	
- Datar	3100
- Bukit	3000
- Gunung	2900

Tabel 5.10 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu lintas (FCw)

Tipe jalan	Lebar efektif perkerasan (Wc)	FCw
4 lajur terbagi 6 lajur terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
4 lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
2 lajur tak terbagi	Total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
11	1,27	

Tabel 5.11 : Nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FCsp)

Pemisahan arah SP %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua – lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat – lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Tabel 5.12 : Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCsf)			
		Lebar bahu efektif (Ws)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 D 4/2 D	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

5.3.2 Penentuan Jumlah Lajur

Dari hasil perhitungan kapasitas jalan di atas telah diketahui bahwa kapasitas maksimum adalah 3448 smp/jam/lajur untuk 2 lajur 2 arah tak terbagi, jadi untuk yang terbagi kapasitasnya dihitung per satu arah yaitu 1724 smp/jam/lajur sedangkan kapasitas kondisi ideal untuk jalan di simpang susun Majapahit adalah 1900 smp/jam/jalur. Sedangkan tingkat pelayanan yang diharapkan adalah tingkat pelayanan A. Hasil evaluasi yang didapatkan dari 5 tahun kedepan dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2003 adalah :

1. Ramp – A

Kecepatan rencana 40 km / jam. Dari hasil survei lalu 5 tahun kedepan

2003 didapat :

$$\begin{aligned}\text{Volume lalu lintas} &= 406 \text{ kend / jam} \\ &= 527,8 \text{ smp / jam}\end{aligned}$$

$$\text{Nilai V/C} = 527,8 / 3448$$

$$= 0,15 < 0.3$$

Jadi tingkat pelayanan masih tingkat pelayanan A.

2. Ramp – B

Kecepatan rencana 40 km / jam. Dari hasil survei lalu 5 tahun kedepan 2003

didapat : Volume lalu lintas = 354 kend / jam

$$= 460,2 \text{ smp / jam}$$

$$\text{Nilai V/C} = 460,2 / 3448$$

$$= 0,13 < 0.3$$

Jadi tingkat pelayanan masih tingkat pelayanan A.

3. Ramp – C

Kecepatan rencana 40 km / jam. Dari hasil survei lalu 5 tahun kedepan 2003

didapat : Volume lalu lintas = 319 kend / jam

$$= 414,7 \text{ smp / jam}$$

$$\text{Nilai V/C} = 414,7 / 3448$$

$$= 0,12 < 0.3$$

Jadi tingkat pelayanan masih tingkat pelayanan A.

4. Ramp – D

Kecepatan rencana 40 km / jam. Dari hasil survei lalu 5 tahun kedepan 2003

didapat : Volume lalu lintas = 368 kend / jam

$$= 478,4 \text{ smp / jam}$$

$$\text{Nilai } V/C = 478,4 : 3448$$

$$= 0,138 < 0.3$$

Jadi tingkat pelayanan masih tingkat pelayanan A.

Untuk perancangan sampai tahun 2018 yang merupakan akhir umur rencana kriteria pelayanan menjadi pelayanan tingkat C untuk semua ramp. Agar tingkat pelayanan pada ramp masih pada tingkat pelayanan A pada akhir umur rencana maka jumlah lajur ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Nilai } V / C = 0,3 ; \text{ maka } 0,3 \times 1724 = 517,2 \text{ smp/jam}$$

Dari data hasil survei lalu lintas yang diperoleh dari yang terbesar adalah ramp A dengan volume lalu lintas = 1456 smp / jam

Jadi perhitungan jumlah lajur adalah perbandingan antara volume lalu lintas yang lewat dengan volume lalu lintas yang dapat ditampung pada akhir umur rencana :

$$\text{Jumlah lajur} = 1456 / 517,2 = 2,81 ; \text{ diperlukan } 3 \text{ lajur tiap arah.}$$

5.4 Pembahasan

Dalam perancangan jalan raya, bentuk geometrik harus didisain sedemikian rupa sehingga jalan yang dirancang dapat memberikan pelayanan yang optimal sebagaimana yang diinginkan yaitu aman, nyaman, dan ekonomis.

Sebagai tinjauan pada perancangan geometrik Simpang susun Majapahit ini adalah perancangan *ramp* yang menjadi bagian dari simpang susun tersebut. Standar yang dipakai dalam perancangan yang digunakan mengikuti standar perancangan yang berlaku di Indonesia maupun Internasional.

Standar perancangan yang digunakan pada perhitungan simpang susun Majapahit ini adalah :

1. Spesifikasi Standar Perancangan Geometrik untuk jalan luar kota, Departemen Pekerjaan Umum, Dirjend Bina Marga, 1990
2. A Policy on Geometric Design of Rural Highway, AASHTO, 1994

Data perhitungan adalah data skunder yang telah ditetapkan oleh konsultan dan ketetapan yang ada pada standar perencanaan. Sebagai perbandingan perancangan, dipakai alinyemen horisontal dengan lengkung tikungan yang berbeda.

Data geometrik simpang susun Majapahit adalah sebagai berikut :

1. Kendaraan rencana adalah kendaraan penumpang, dengan kecepatan rencana 40 km/jam pada *ramp*. Jarak pandangan henti pada kecepatan rencana 40 m.
2. Penampang melintang pada *ramp*
 - a. Lebar R.O.W : 30 m

- b. Lebar perkerasan : 4,00 m untuk lajur tunggal dan ganda : 8,00 m
 - c. Lebar bahu : 3,00 m untuk bahu luar dan 1,00 m untuk bahu dalam
 - d. Lebar median dengan *Marginal strip* : 0,60 m
 - e. Kemiringan normal perkerasan : 2,0 % - 4,0 %
 - f. Superelevasi maksimum : 8 % Untuk penentuan superelevasi pada masing-masing tikungan dipakai tabel superelevasi dari Bina Marga.
 - g. Jenis tikungan yang dipakai *Spiral-Circle-Spiral* dan *Circle-Circle*
3. Alinyemen Horisontal
- Penentuan jari – jari lengkung peralihan dan pelebaran perkerasan pada tikungan dipakai tabel Bina Marga.
4. Alinyemen vertikal
- Penentuan lengkung vertikal cembung dan cekung menggunakan grafik pada Bina Marga.

Perhitungan geometrik untuk alinyemen vertikal dan horizontal menggunakan standar perencanaan dari Bina Marga 1990 dan AASHTO 1994. Koordinat sebagai titik awal pada setiap *ramp* ditentukan pada sta 0 + 000,000, selanjutnya untuk komponen dari persimpangan tersebut yaitu *ramp*, jalan utama dan jalan keluar masuk diberi penamaan sesuai dengan fungsi masing-masing jalan. Hasil perhitungan adalah :

a. Jalan Akses

Lengkung tikungan yang dipakai IP-1 : S-C-S, IP-2 : S-C-S dan IP-3 : C-C.

Dengan panjang masing – masing lengkung adalah 121,7243 m, 51,8769 m, dan 274,3110 m.

b. Ramp A

Lengkung tikungan yang dipakai IP-1 : S-C-S, IP-2 : C-C dan IP-3 : S-C-S.

Dengan panjang masing – masing lengkung adalah 70,7840 m, 148,1617 m, dan 104,3110 m.

c. Ramp B

Lengkung tikungan yang dipakai IP-1 : S-C-S dan IP-2 : S-C-S. Dengan panjang masing – masing lengkung adalah 125,2733 m dan 148,1617 m.

d Ramp C

Lengkung tikungan yang dipakai C-C. Dengan panjang lengkung adalah 127,7211 m.

d. Ramp D

Lengkung tikungan yang dipakai S-C-S. Dengan panjang lengkung adalah 177,8618 m.

Dari hasil perhitungan panjang lengkung yang didapat lebih panjang dari pada panjang lengkung yang digunakan oleh kunsultan , karena penggunaan pada lengkung spiral dengan parameter A yaitu suatu konstanta dimensi yang menunjukkan besarnya spiral yang digunakan oleh konsultan. Dilihat dari segi ekonomis memang cukup ekonomis tetapi untuk pencapaian superelevasinya cukup sulit karena kita harus hati – hati dalam menghitungnya sehingga tidak terjadi

perubahan dari lengkung ke spiral yang begitu singkat dan cepat, sehingga mempengaruhi kenyamanan pengemudi. Disini dapat kita lihat bahwa kenyamanan tidak disamaratakan dengan segi ekonomis tanpa melihat dari segi kenyamanan bagi para pengemudi.

Pada perhitungan alinyemen vertikal penentuan elevasi tanah dasar dan elevasi perkerasan menggunakan data dari konsultan. Untuk perancangan kapasitas dan jumlah lajur pada simpang susun standar yang digunakan adalah MKJI 1997. Penentuan nilai kapasitas jalan digunakan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kapasitas jalan tersebut. Hasil perhitungan didapat nilai kapasitas untuk satu lajur satu arah adalah 3448 smp/jam.

Pada perancangan simpang susun Majapahit tingkat pelayanan yang diharapkan adalah tingkat pelayanan A. Pada awal umur rencana tahun 1998 jalan di simpang susun Majapahit mampu memberi tingkat pelayanan A. Tetapi pada akhir umur rencana tahun 2018 tingkat pelayanan jalan menjadi tingkat pelayanan C. untuk mempertahankan masih tingkat pelayanan A jalan harus dirancang tiga lajur tiap arah. Akan tetapi keterbatasan dana dan alasan ekonomis maka jalan di simpang susun Majapahit tetap dirancang dua lajur dua arah.