

BAB V

PERANCANGAN GEOMETRIK PERSIMPANGAN SEBIDANG

5.1 Umum

Persimpangan adalah daerah dimana dua jalan raya atau lebih bertemu atau bersilangan, dimana didalamnya termasuk fasilitas jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah itu. Persimpangan merupakan bagian yang penting dari suatu jalan raya sebab biasanya faktor-faktor efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasi dan kapasitas tergantung pada desain persimpangan.

Persimpangan sebidang harus memberikan pelayanan yang memadai terhadap pergerakan lalu lintas yang bersilangan maupun yang membelok, terutama pergerakan yang diprioritaskan. Selain itu juga mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan, yang mana hal tersebut dapat dicapai dengan pengaturan terhadap pergerakan kendaraan dan pengurangan jumlah titik pertemuan antara lalu lintas yang bersilangan atau lalu lintas lurus dengan lalu lintas membelok. Oleh karena itu perencanaan persimpangan sebidang meliputi perencanaan geometrik dan pengaturan lalu lintasnya.

Dilihat dari berikutnya, persimpangan sebidang dapat berupa persimpangan 3 cabang, 4 cabang, banyak cabang dan persimpangan putar / bundaran ("rotary intersection"). Simpang Grogol semula merupakan persimpangan putar, kemudian direncanakan menjadi persimpangan sebidang dengan 4 cabang yang menggunakan pengatur lalu lintas ("signalized").

Indonesia belum memiliki standard perencanaan untuk persimpangan sebidang pada jalan perkotaan. Untuk meninjau perencanaan persimpangan sebidang Grogol ini, penulis menggunakan A Policy on Design of Urban Highways dan Arterial Streets, AASHO 1994 yang telah berlaku internasional.

5.2 Elemen Perencanaan

5.2.1 Kendaraan Rencana dan Jari-Jari Putaran Minimum

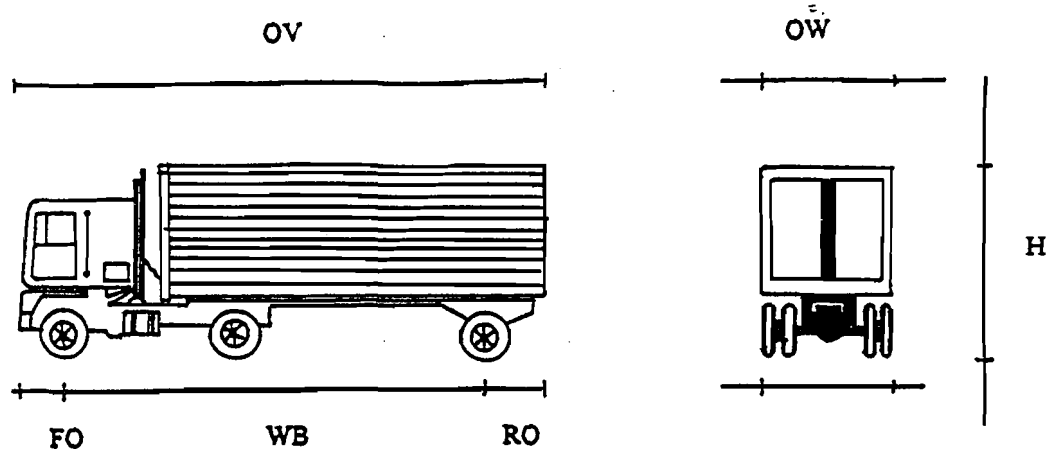
Untuk mendesain belokan, putaran, dan sebagainya, diambil kendaraan rencana tipe SU ("Single Unit Truck") dan khusus untuk belokan kearah Tangerang diasumsikan kendaraan rencana tipe semi trailer (WB 12) yang diperkirakan sewaktu-waktu akan melalui belokan tersebut.

Dari sifat operasi kendaraan, umumnya jari-jari putaran yang memper-garuhi perancangan geometri, khususnya desain belokan atau putaran. Oleh karena itu selain ukuran kendaraan perlu dipertimbangkan jari-jari putaran kendaraan.

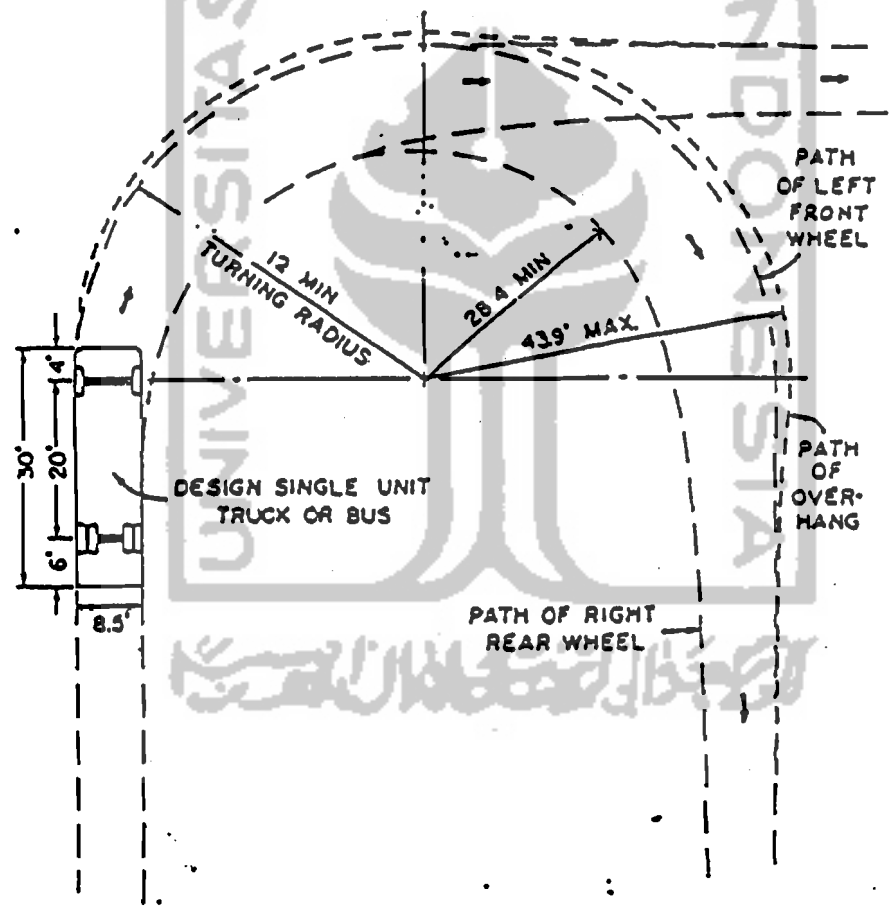
Tabel 5.1 Ukuran Kendaraan dengan Jari-jari

Deskripsi	Ukuran kendaraan (m)	
	SU	WB - 12
Front Overhang (FO)	1,2	2,1
Rear Overhang (RO)	1,8	2,4
Overhall Length (OL)	9	12
Overhall Width (OW)	2,6	2,6
Height (H)	4,1	4,1
Wheel Base (WB)	6	7,5
Jari-jari putaran min	12,6	12

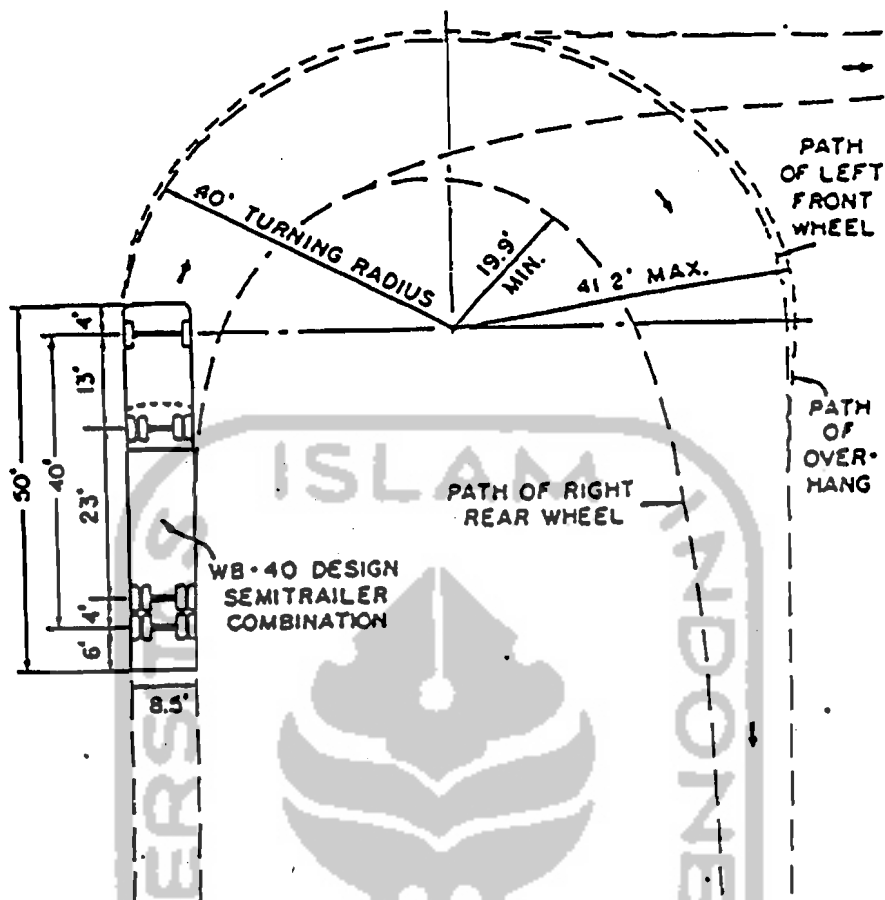
Sumber : AASHO 1994



Gambar 5.1 Gambar kendaraan rencana



Gambar 5.2 Penjejakan ("Tracking") putaran / belokan
Kendaraan rencana SU
Sumber : AASHTO 1994



Gambar 5.3 Penjejukan ("Tracking") putaran / belokan
Kendaraan rencana WB-12
Sumber : AASHTO 1994

5.2.2 Jari-jari Tepi Perkerasan

Perancangan tepi perkerasan pada belokan didasarkan pada sifat operasi kendaraan rencana. Jari-jari tepi perkerasan umumnya lebih besar dari jari-jari minimum putaran / belokan dari kendaraan rencana, sehingga kendaraan tidak perlu membelok terlalu tajam.

Jari-jari tepi perkerasan menurut AASHTO 1994 dipengaruhi oleh faktor kendaraan rencana (ukuran dan jari-jari putaran) dan sudut belokan. Sedangkan bentuk dari belokan dapat berupa kurva sederhana ("simple curve") atau kurva

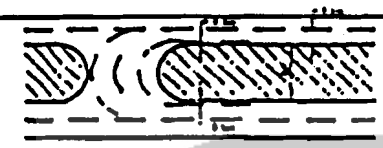
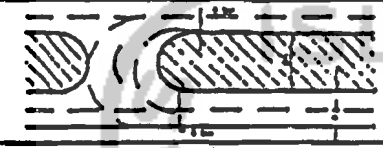

gabungan 3 pusat (“three centered compound curve”) yang simetris maupun tidak simetris. Desain belokan ini didasarkan pada kendaraan yang dioperasikan pada kecepatan 15 – 30 mph (24 – 48 km/jam).

Tabel 5.4 dan 5.5 menunjukkan jari-jari tepi perkerasan umumnya lebih besar dari jari-jari minimum putaran / belokan dari kendaraan rencana, sehingga kendaraan tidak perlu membelok terlalu tajam. Untuk sudut belokan (Δ) lebih kecil dari 90° umumnya masih bisa digunakan bentuk kurva sederhana (busur lingkaran) tapi untuk sudut belokan lebih besar 90° umumnya digunakan bentuk kurva gabungan 3 pusat.

5.2.3 Pemutaran (“U-Turn”)

Pemutaran adalah fasilitas jalan untuk kendaraan yang akan berputar dari arah semula ke arah yang berlawanan. Fasilitas ini biasanya terdapat pada jalan raya dua arah yang terpisah oleh median. Untuk itu diperlukan bukaan median (bagian median yang terbuka dan diperkeras untuk lewat kendaraan). Pada operasi pemutaran yang normal, kendaraan diusahakan tidak memasuki jalur lurus sehingga tidak mengganggu kendaraan lain yang bergerak lurus. Selain itu diperlukan lebar median yang cukup untuk memberi tempat bagi kendaraan bila perlu berhenti. Pada tabel 5.3 ditunjukkan lebar minimum median yang dibutuhkan untuk berbagai tipe pemutaran dan kendaraan rencana. Desain dari ujung bukaan median dapat berbentuk kurva gabungan 3 pusat (“three centered compound curve”) yang ukurannya tergantung lebar median. Bentuk kurva gabungan 3 pusat ini maksudnya untuk mempermudah kendaraan melakukan pemutaran.

Tabel 5.2 Perancangan minimal untuk pemutaran

TYPE OF MANEUVER		M - MIN WIDTH OF MEDIAN - METERS FOR DESIGN VEHICLE						
		F	WB 12	3U	4A	WB 15	WB 18	FD1
		LENGTH OF DESIGN VEHICLE (m)						
		5.7	15.8	9.8	12.8	16.5	19.5	35.4
INNER LANE TO INNER LANE		9	10	19	19	21	21	30
INNER LANE TO OUTER LANE		3	15	15	15	16	18	27
INNER LANE TO SHOULDER		7	12	12	12	15	15	24

Sumber : AASHTO 1994

Tabel 5.3 Bentuk ujung median pada pemutaran

Median (M) (feet)	Jari - jari kurva gab 3 pusat (feet)
< 30	50 - 0.2 M - 50
30 - 60	75 - 0.2 M - 75
60 - 80	120 - 0.2 M - 120

Sumber : AASHTO 1994

Tabel 5.4 Perancangan jari-jari minimum perkerasan untuk pemutaran pada persimpangan "Simple Curves"

Angle of Turn (degrees)	Design Vehicle	Simple Curve Radius (m)	Simple Curve Radius with Taper		
			Radius (m)	Offset (m)	Taper (m:m)
60	P	12	—	—	—
	SU	18	—	—	—
	WB-12	28	—	—	—
	WB-15	45	29	1.0	15:1
	WB-19	50	43	1.2	15:1
	WB-20	60	43	1.3	15:1
	WB-29	46	29	0.8	15:1
	WB-35	—	54	1.3	20:1
75	P	11	8	0.6	10:1
	SU	17	14	0.6	10:1
	WB-12	—	18	0.6	15:1
	WB-15	—	20	1.0	15:1
	WB-19	—	43	1.2	20:1
	WB-20	—	43	1.3	20:1
	WB-29	—	26	1.0	15:1
	WB-35	—	42	1.7	20:1
90	P	9	6	0.8	10:1
	SU	15	12	0.6	10:1
	WB-12	—	14	1.2	10:1
	WB-15	—	18	1.2	15:1
	WB-19	—	36	1.2	30:1
	WB-20	—	37	1.3	30:1
	WB-29	—	25	0.8	15:1
	WB-35	—	35	0.9	15:1
105	P	—	6	0.8	8:1
	SU	—	11	1.0	10:1
	WB-12	—	12	1.2	10:1
	WB-15	—	17	1.2	15:1
	WB-19	—	35	1.0	30:1
	WB-20	—	35	1.0	30:1
	WB-29	—	22	1.0	15:1
WB-35	—	28	2.8	15:1	
120	P	—	6	0.6	10:1
	SU	—	9	1.0	10:1
	WB-12	—	11	1.5	8:1
	WB-15	—	14	1.2	15:1
	WB-19	—	30	1.5	25:1
	WB-20	—	31	1.6	25:1
	WB-29	—	20	1.1	15:1
WB-35	—	26	2.8	15:1	

Sumber: AASHTO 1994

Tabel 5.5 Perancangan jari-jari minimum perkerasan untuk pemutaran pada persimpangan "three centered compound curves"

Angle of Turn (degrees)	Design Vehicle	3-Centered Compound		3-Centered Compound	
		Curve Radii (m)	Symmetric Offset (m)	Curve Radii (m)	Asymmetric Offset (m)
60	P	—	—	—	—
	SU	—	—	—	—
	WB-12	—	—	—	—
	WB-15	60-23-60	1.7	60-23-84	0.6-2.0
	WB-19	120-30-120	4.5	34-30-67	3.0-3.7
	WB-20	122-30-122	2.4	76-38-183	0.3-1.8
	WB-29	76-24-76	1.4	61-24-91	0.6-1.7
	WB-35	198-46-198	1.7	61-43-183	0.5-2.4
75	P	30-8-30	0.6	—	—
	SU	36-14-36	0.6	—	—
	WB-12	36-14-36	1.5	36-14-60	0.6-2.0
	WB-15	45-15-45	2.0	45-15-69	0.6-3.0
	WB-19	134-23-134	4.5	43-30-165	1.5-3.6
	WB-20	128-23-128	3.0	61-24-183	0.3-3.0
	WB-29	76-24-76	1.4	30-24-91	0.5-1.5
	WB-35	213-38-213	2.0	46-34-168	0.5-3.5
90	P	30-6-30	0.8	—	—
	SU	36-12-36	0.6	—	—
	WB-12	36-12-36	1.5	36-12-60	0.6-2.0
	WB-15	55-18-55	2.0	36-12-60	0.6-3.0
	WB-19	120-21-120	3.0	48-21-110	2.0-3.0
	WB-20	134-20-134	3.0	61-21-183	0.3-3.4
	WB-29	76-21-76	1.4	61-21-91	0.3-1.5
	WB-35	213-34-213	2.0	30-29-168	0.6-3.5
105	P	30-6-30	0.8	—	—
	SU	30-11-30	1.0	—	—
	WB-12	30-11-30	1.5	30-17-60	0.6-2.5
	WB-15	55-14-55	2.5	45-12-64	0.6-3.0
	WB-19	160-15-160	4.5	110-23-180	1.2-3.2
	WB-20	152-15-152	4.0	61-20-183	0.3-3.4
	WB-29	76-18-76	1.5	30-18-91	0.5-1.8
	WB-35	213-29-213	2.4	46-24-152	0.9-4.6
120	P	30-6-30	0.6	—	—
	SU	30-9-30	1.0	—	—
	WB-12	36-9-36	2.0	30-9-55	0.6-2.7
	WB-15	55-12-55	2.6	45-11-67	0.6-3.6
	WB-19	160-21-160	3.0	24-17-160	5.2-7.3
	WB-20	168-14-168	4.6	61-18-183	0.6-3.8
	WB-29	76-18-76	1.5	30-18-91	0.5-1.8
	WB-35	213-26-213	2.7	46-21-152	2.0-5.3

Sumber: AASHTO 1994

5.2.4 Jarak Pandangan pada Persimpangan

Kriteria jarak pandangan pada persimpangan yang diperhitungkan disini adalah jarak pandangan segitiga (lihat gambar 5.4). Pengendara yang mendekati persimpangan sebidang perlu mempunyai pandangan yang bebas / tidak terhalang ke seluruh daerah persimpangan untuk menghindari kemungkinan terjadinya tabrakan. Kendaraan dari jalan minor yang mendekati persimpangan harus diberikan jarak pandang yang cukup untuk dapat bergerak melintas atau membelok dengan aman.

AASHO 1994 menyatakan jarak pandangan segitiga sebagai berikut :

$$d = 0,28.v.(J + t_a) \dots\dots\dots (5.1)$$

Dengan : d = jarak minimum kendaraan pada jalan utama dari persimpangan (feet)

V = kecepatan rencana pada jalan utama (mph)

J = jumlah waktu persepsi dan waktu untuk persiapan start (detik)

t_a = waktu yang dibutuhkan untuk melintasi persimpangan oleh kendaraan dari jalan minor.

Berdasarkan hasil percobaan, diasumsikan $J = 2$ detik, sedangkan harga t_a merupakan fungsi dari jarak S (lihat gambar 5.5), yaitu :

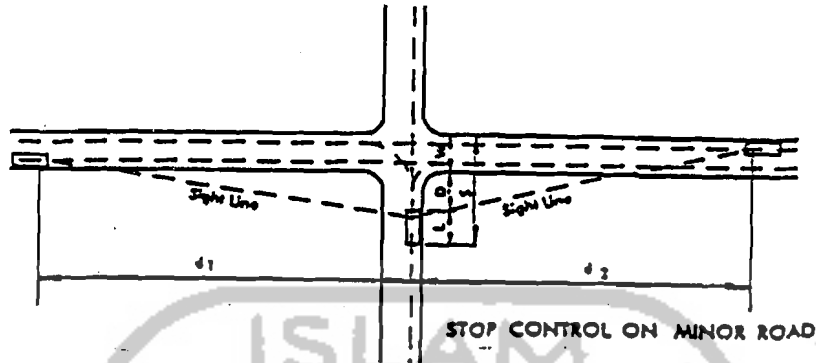
$$S = D + W + L \dots\dots\dots (5.2)$$

Dengan : D = jarak dari sisi perkerasan ke depan kendaraan yang berhenti pada jalan minor (feet)

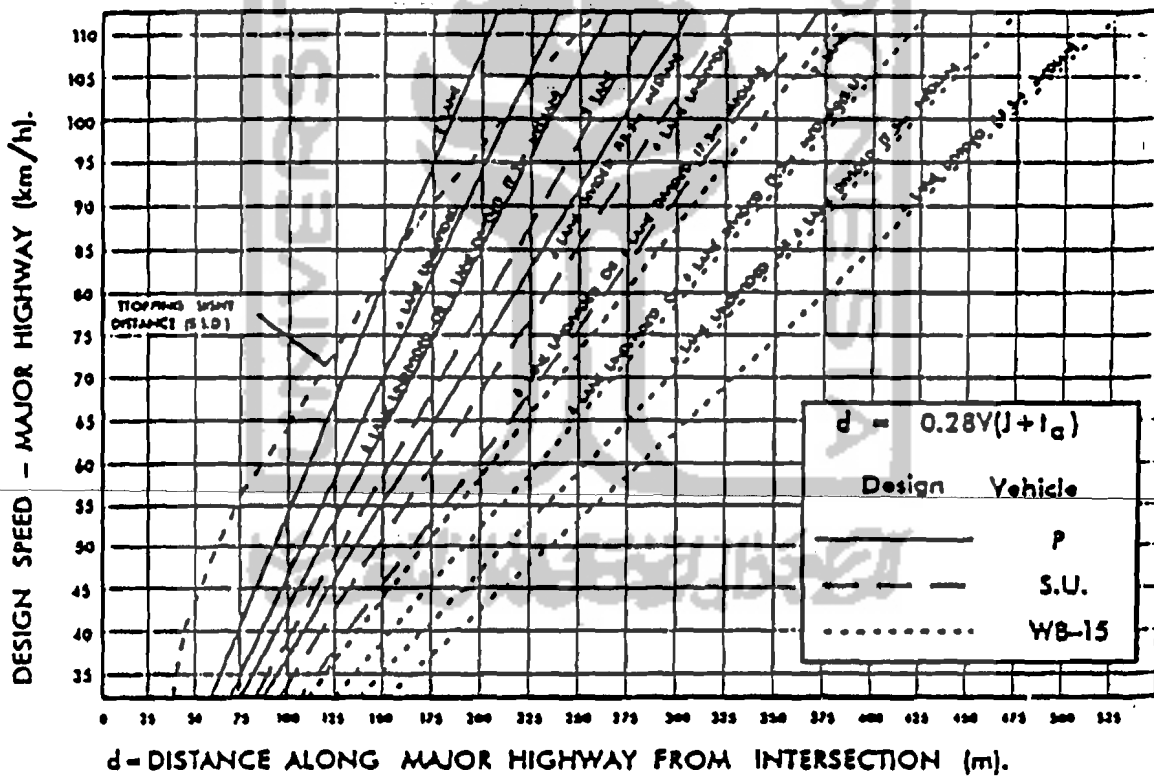
W = lebar jalan mayor yang harus dilintasi (feet)

L = panjang total kendaraan

Hubungan antara jarak d dan kecepatan rencana V untuk jenis kendaraan dan jumlah jalur tertentu ditunjukkan pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Jarak pandangan segitiga pada persimpangan
Pandangan segitiga minimum
Sumber: AASHTO 1994



Gambar 5.5 Jarak pandangan segitiga pada persimpangan
Jarak pandang sepanjang jalan besar
Sumber: AASHTO 1994

5.2.5 Lebar Perkerasan pada Belokan

Lebar perkerasan jalan pada belokan didasarkan pada tipe kendaraan rencana yang harus dapat melalui belokan tersebut dan jumlah jalur serta tipe operasi pada belokan. Berdasarkan hal tersebut diatas dapat dipertimbangkan beberapa kondisi belokan untuk penentuan lebar perkerasan belokan sebagai berikut :

- 1. kondisi I : jalan 1 jalur, searah, tanpa jalur menyusul
- 2. kondisi II : jalan 1 jalur, searah, dengan jalur untuk menyusul
- 3. kondisi III : jalan 2 jalur, searah maupun 2 arah

Persamaan-persamaan untuk menentukan lebar perkerasan belokan yang pada masing-masing kondisi belokan tersebut adalah (lihat gambar 5.6):

1. kondisi I : $W = U + C + z$ (5.3)

2. kondisi II : $W = 2.(U + C) + F_A + F_B + z$ (5.4)

3. kondisi III : $W = 2.(U + C) + F_A + F_B$ (5.5)

dengan : W = lebar perkerasan pada belokan (feet)

U = lebar lintasan kendaraan (feet)

F_A = lebar lintasan "Front Overhang" (feet)

F_B = lebar lintasan "Rear Overhang" (feet)

C = kebebasan samping

z = lebar ekstra untuk kesulitan dalam membelok (feet)

Sedangkan haarga U dan z didasarkan pada persamaan sebagai berikut :

$U = u + R_T - \sqrt{(R_T^2 - L^2)}$ (5.6)

$z = \frac{V}{\sqrt{R}}$ (5.7)

dengan : u = lebar normal lintasan (feet)

R_T = radius belokan roda depan terluar (feet)

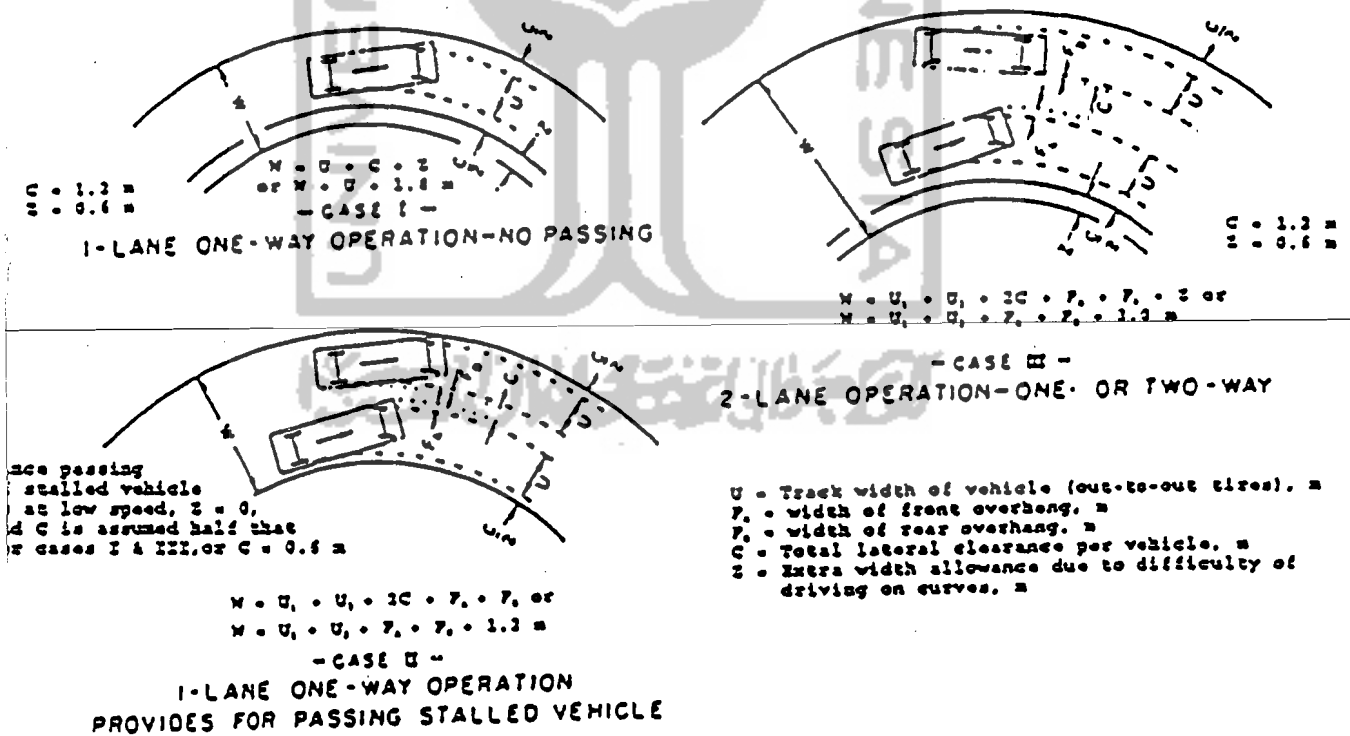
L = jarak as (feet)

V = kecepatan rencana pada belokan (mph)

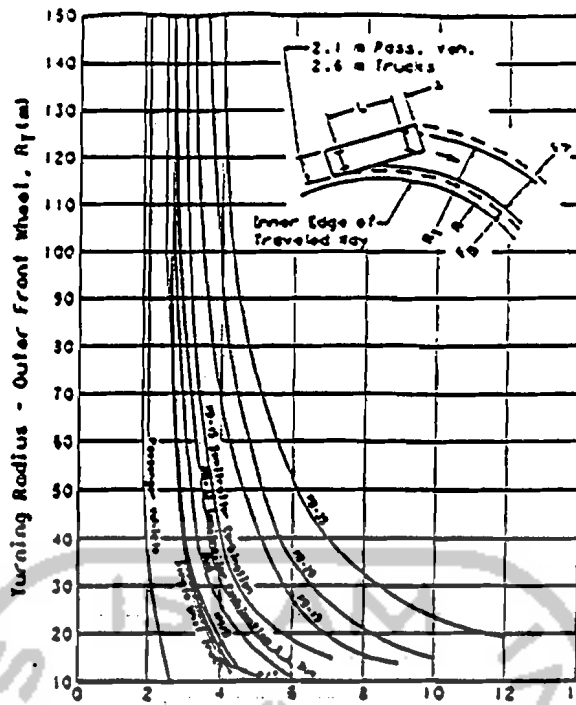
R = jari-jari belokan (feet)

Untuk perhitungan, AASHTO 1994 memberikan hubungan antara U vs R_T (gambar 5.7 dan 5.8) serta asumsi-asumsi yang digunakan sebagai berikut :

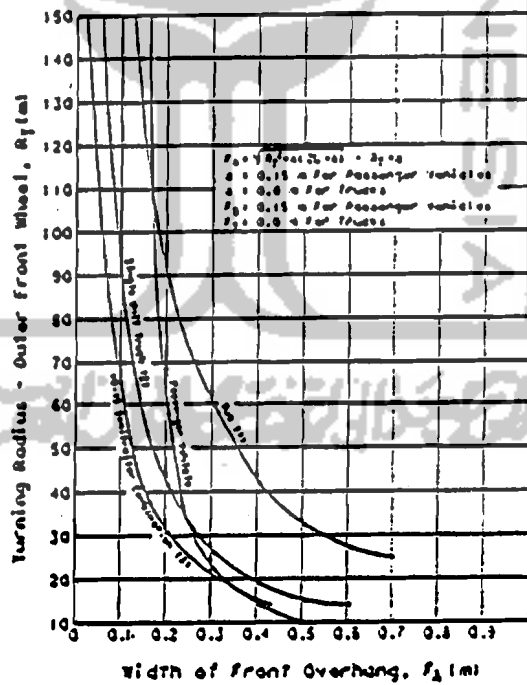
1. kebebasan samping (C) = 4 feet
2. untuk jari-jari belokan < 500 feet, $z = 2$ feet
3. untuk kendaraan rencana SU, $F_B = 0$



Gambar 5.6 Lebar lengkung pada persimpangan
Sumber AASHTO 1994



Gambar 5.7 Lebar penjejakan dan "overhang" untuk operasi kendaraan rencana pada belokan.
 Sumber : AASHTO 1994



Gambar 5.8 Lebar penjejakan dan "overhang" untuk operasi kendaraan rencana pada belokan
 Sumber : AASHTO 1994

5.2.6 Pulau

Pulau pada persimpangan sebidang maksudnya adalah bagian diantara jalur-jalur lalu lintas yang menonjol pada permukaan jalan, biasanya dibuat dari beton atau tanah padat. Pulau tersebut dapat berfungsi sebagai :

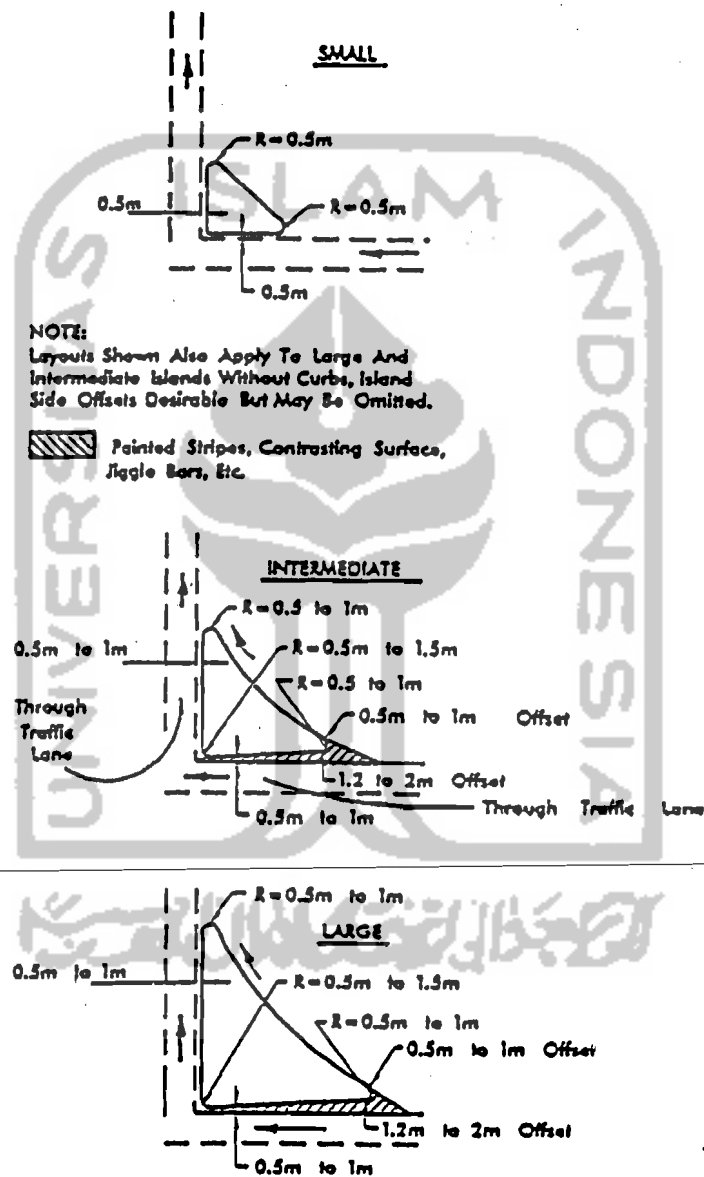
1. pengarah, yaitu mengatur dan mengarahkan pergerakan lalu lintas, terutama gerakan membelok.
2. pemisah, yaitu memisahkan pergerakan lalu lintas baik yang berlawanan arah maupun yang searah.
3. pelindung, yaitu memberi tempat bagi pejalan kaki agar terlindung dari lalu lintas kendaraan.

Pada persimpangan kebanyakan pulau-pulau direncanakan dengan kombinasi ketiga fungsi tersebut diatas. Bentuk pulau umumnya segitiga atau memanjang dengan ukuran-ukuran yang tergantung desain persimpangan. AASHTO 1994 memberikan ketentuan-ketentuan mengenai ukuran pulau sebagai berikut :

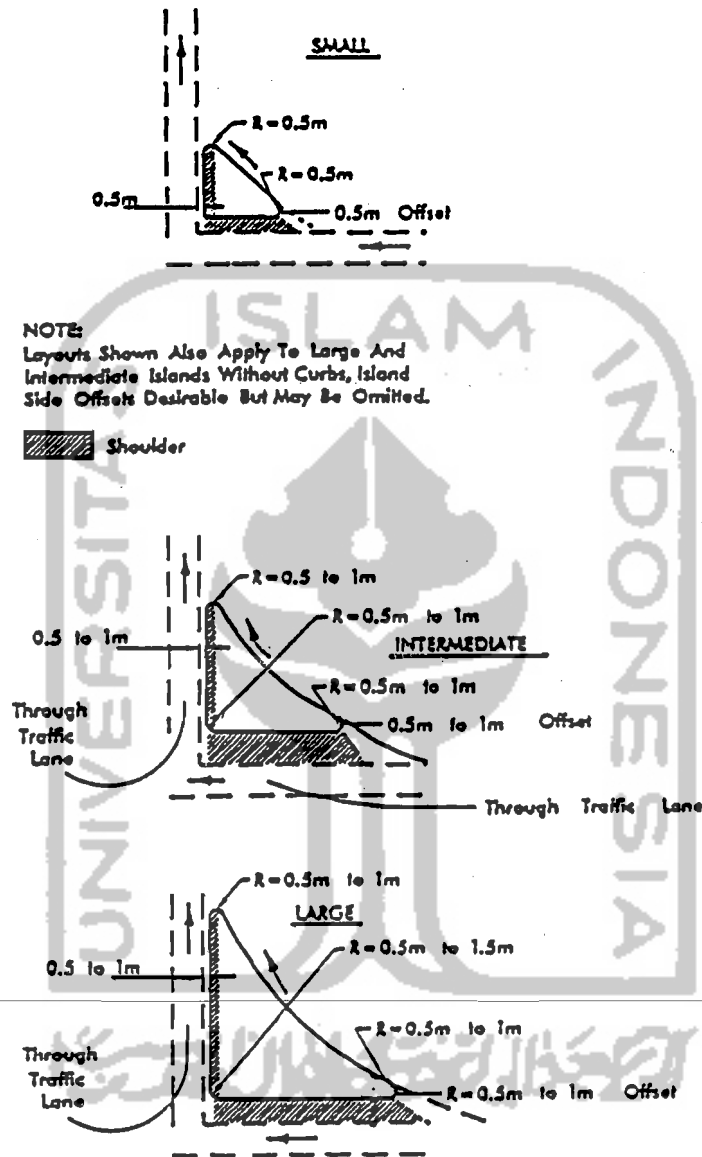
1. luas minimum 5 m^2 untuk urban dan 7 m^2 untuk rural
2. untuk bentuk segitiga, panjang minimum sisi-sisinya 3,5 m
3. untuk bentuk memanjang, lebar minimum 1m dan panjang 6-8 m
4. dalam hal khusus, misalnya keterbatasan tempat, lebar minimum absolut 2 feet (0,6 m)

Ujung atau tepi pulau harus jelas dan memberi keamanan bagi kendaraan yang mendekatinya. Untuk itu biasanya ujung pulau dibulatkan dan tepinya diberi kerb setinggi 15 – 17,5 cm, juga sekeliling pulau diberi marka-marka dengan jarak 60 – 90 cm dari tepi pulau. Bisa juga sekeliling pulau tersebut diberi permukaan

yang kasar atau diberi tonjolan ("jiggle bars"). Untuk jelasnya detail perancangan pulau (khusus bentuk segitiga) dapat dilihat pada gambar - gambar berikut :



Gambar 5.9 Detail perancangan pulau segitiga (diperkeras, tanpa bahu)
Sumber : AASHTO 1994



Gambar 5.10 Detail perancangan pulau segitiga (diperkeras, tanpa bahu)
 Sumber : AASHTO 1994

5.2.7 Superelevasi Lengkung pada Persimpangan

Superelevasi pada persimpangan dibutuhkan untuk mengalirkan air ke saluran drainasi sehingga persimpangan tidak tergenang air dan untuk keamanan serta kenyamanan pengemudi waktu melintasi persimpangan.

Adanya variasi kecepatan pada persimpangan, seperti antara saat dimana kecepatan dipengaruhi volume lalu lintas yang ramai dan saat dimana lalu lintas sepi, menyebabkan ketentuan superelevasi yang tidak tepat dihindari. Untuk itu dalam penentuan superelevasi tersebut diberikan batas antara ("range") tertentu sesuai dengan kecepatan rencana dan jari-jari lengkung. Menurut AASTHO, batas antara superelevasi maximum adalah 6 % sampai 12%. Tabel 5.6 menunjukkan batas antara untuk perancangan superelevasi lengkung pada persimpangan.

Tabel 5.6 Superelevasi lengkung pada persimpangan

Radius (m)	Batas antara superelevasi (%) untuk kecepatan rencana (km/h) sbb :					
	20	30	40	50	60	70
15	2 - 12	-	-	-	-	-
25	2 - 7	2 - 10	-	-	-	-
50	2 - 5	2 - 8	4 - 10	-	-	-
70	2 - 4	2 - 6	3 - 8	6 - 10	-	-
100	2 - 3	2 - 4	3 - 6	5 - 9	8 - 10	-
150	2 - 3	2 - 3	3 - 5	4 - 7	6 - 9	9 - 10
200	2	2 - 3	2 - 4	3 - 5	5 - 7	7 - 9
300	2	2 - 3	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
500	2	2	2	2 - 3	3 - 4	4 - 5
700	2	2	2	2	2 - 3	3 - 4
1000	2	2	2	2	2	2 - 3

Sumber : AASHTO 1994

Untuk mencapai superelevasi maximum pada lengkung tersebut diperlukan perubahan superelevasi secara bertahap dari kondisi lurus sampai membelok (lengkung). AASHO menetapkan batas perubahan superelevasi untuk setiap stasiun (100 ft) atau tiap panjang lengkung 25 ft sesuai dengan kecepatan rencananya, sebagai berikut :

Tabel 5.7 Perancangan perubahan superelevasi lengkung pada persimpangan

Kec.Rencana	15 – 20	25	30	> 35
Perubahan superelevasi				
- per stasiun (%)	8	7	6	5
- per 25 ft (%)	2	1,7	1,5	1,2

Sumber : AASHO 1994

Selain desain superelevasi lengkung dan pentahapan perubahan superelevasi tersebut, perlu juga dikontrol penampang melintang jalan pada persimpangan sebidang, agar kendaraan masih dapat dengan aman dan nyaman mendekati dan melintasi persimpangan. Hal ini dilakukan dengan mengontrol perbedaan antara dua penampang perkerasan yang berdekatan pada suatu penampang melintang jalan. AASHO menetapkan perbedaan aljabar tersebut sebagai berikut :

Tabel 5.8 Perbedaan aljabar maksimum kemiringan melintang perkerasan

Kecepatan Rencana (km/h)	Perbedaan Aljabar Maksimum (%)
≤ 30	5 – 8
40 – 50	5 – 6
> 60	4 – 5

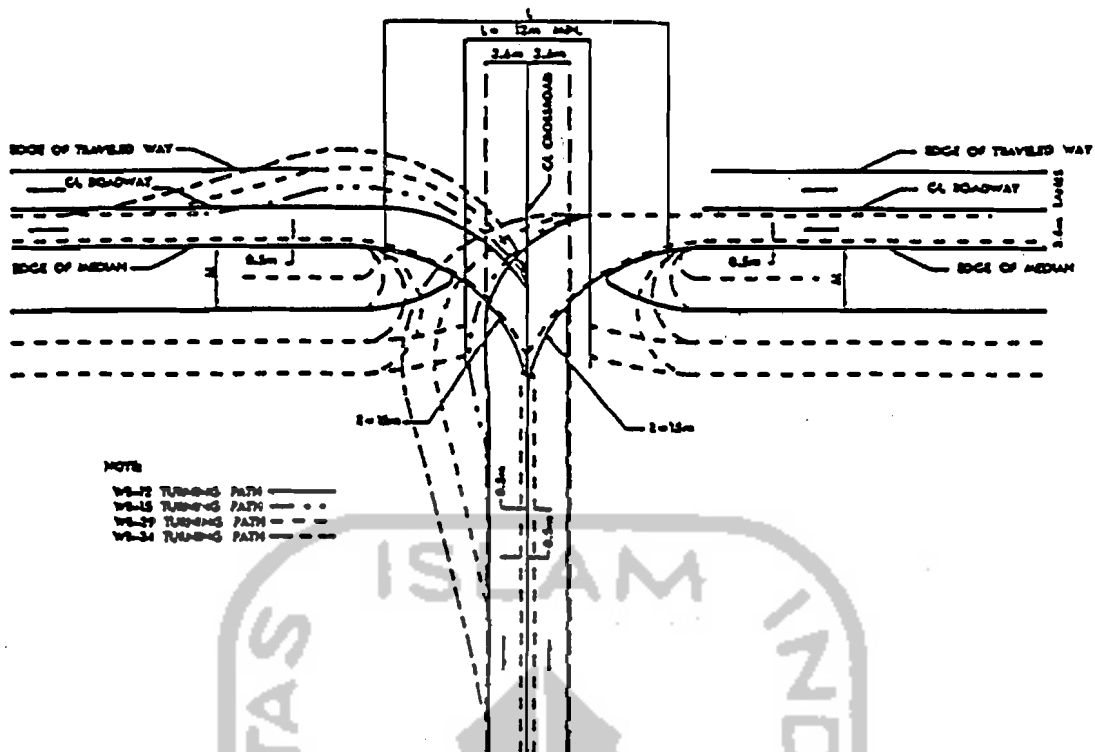
Sumber : AASHO 1994

5.2.8 Bukaannya Median

Bukaan median adalah jarak antara ujung-ujung median pada persimpangan dari suatu jalan. Bukaannya median ini untuk memberi tempat bagi kendaraan pada waktu melintas atau membelok di persimpangan agar tidak melanggar batas / daerah jalur didekatnya.

Dalam mendesain bukaan median, yang diperhitungkan adalah panjang bukaan median. Panjang bukaan median ini dipengaruhi oleh faktor-faktor lebar median, bentuk ujung median dan penjejakan dari gerak kendaraan rencana, terutama gerak membelok gerak kekanan.

AASHO memberikan ketentuan panjang bukaan median pada persimpangan yang tegak lurus untuk kendaraan rencana tipe SU (lihat gambar 5.11). Untuk persimpangan yang berpotongan tidak tegak lurus, maka sudut kemiringan juga mempengaruhi panjang bukaan median (lihat gambar 5.12). Untuk persimpangan yang bersudut tersebut AASHO juga memberikan desain minimum untuk bukaan median (lihat tabel 5.9).

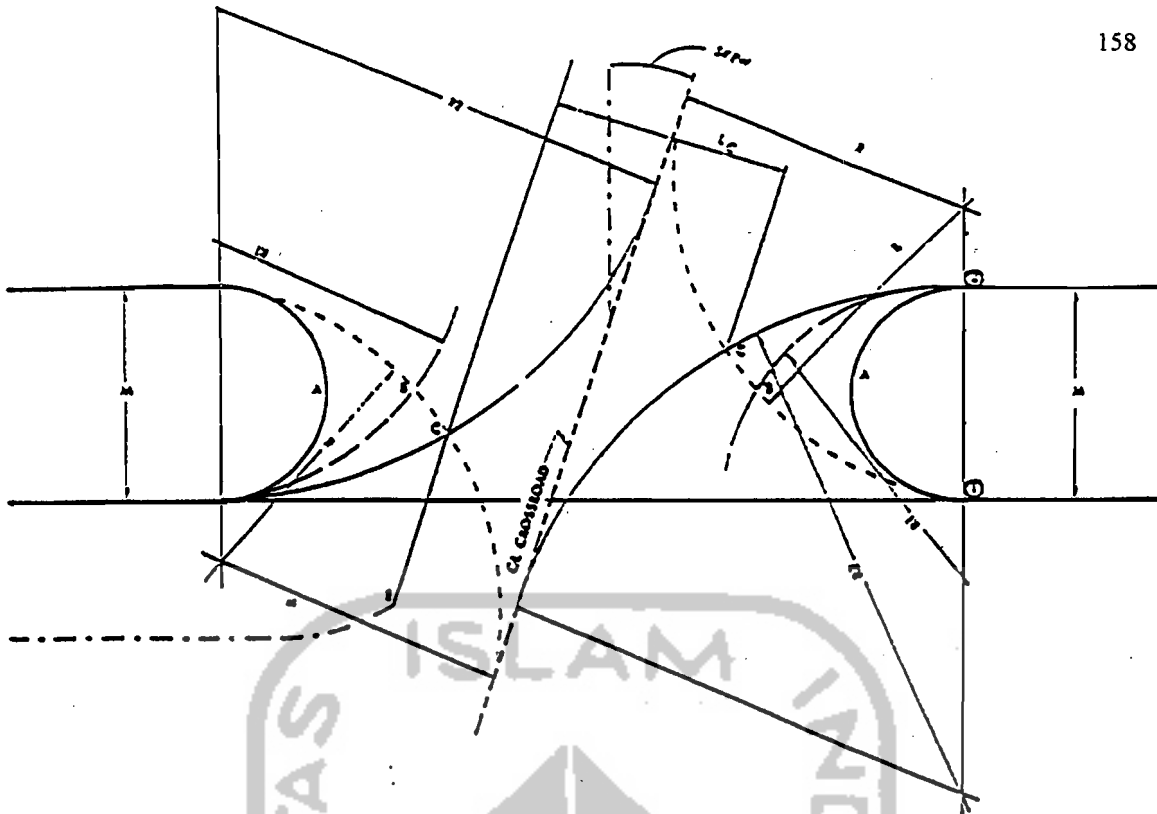


Gambar 5.11 Perancangan minimum dari bukaan median (kendaraan rencana adalah "SU", jarak control 15 m)
Sumber : AASHTO 1994

Tabel 5.9 Perancangan minimum dari bukaan median (kendaraan rencana adalah "SU", jarak control 15 m)

Width Median M	L = Minimum Length of Median Opening (m)	
	Semicircular	Bullet Nose
1.2	28.8	28.8
1.8	28.2	22.8
2.4	27.6	20.4
3.0	27.0	18.6
3.6	26.4	17.4
4.2	25.8	15.9
4.8	25.2	15.0
6.0	24.0	13.2
7.2	22.8	12.0 Min.
8.4	21.6	12.0 Min.
9.6	20.4	12.0 Min.
10.8	19.2	12.0 Min.
12.0	18.0	12.0 Min.
15.0	15.0	12.0 Min.
18.0	12.0 Min.	12.0 Min.
21.0	12.0 Min.	12.0 Min.

Sumber : AASHTO 1994



Gambar 5.12 Perancangan minimum bukaan median (effect of skew)
 Sumber : AASHTO 1994

Tablei 5.10 Akibat kemiringan pada perancangan minimum bukaan median
 (jarak kontrol 15 m)

Skew Angle (degrees)	Width of Median (m)	Semi-circular A	Length of Median Opening Measured Normal to the Crossroad (m)			R for Design C (m)
			Bullet Nose		R for Design C (m)	
			Symmetrical B	Asymmetrical C		
0	3	27	19	—	—	
	6	24	13	—	—	
	9	21	12 Min.	—	—	
	12	18	12 Min.	—	—	
	15	15	12 Min.	—	—	
	18	13	12 Min.	—	—	
10	3	32	24	23	21	
	6	28	17	16	20	
	9	25	14	12 Min.	20	
	12	21	12 Min.	12 Min.	19	
	15	18	12 Min.	12 Min.	18	
	18	14	12 Min.	12 Min.	18	
20	3	36	29	27	29	
	6	32	22	20	28	
	9	28	18	14	26	
	12	24	14	12 Min.	25	
	15	20	12 Min.	12 Min.	23	
	18	16	12 Min.	12 Min.	21	
30	3	41	34	32	42	
	6	36	27	23	39	
	9	31	23	17	36	
	12	27	19	13	33	
	15	23	15	12 Min.	30	
	18	18	12	12 Min.	27	
40	3	44	38	35	63	
	6	39	32	27	58	
	9	35	27	20	53	
	12	29	23	15	47	
	15	24	19	12 Min.	42	
	18	19	15	12 Min.	36	

Sumber : AASHTO 1994

5.3 Perancangan

5.3.1 Jumlah Jalur dan Belokan

Untuk melayani pergerakan lalu-lintas pada persimpangan sebidang pada Simpang Grogol ini dirancang jumlah jalur pada masing-masing arah sebagai berikut:

1. Dari arah jalan S. Parman
 - 1 jalur lurus menuju jalan Latumeten
 - 1 jalur belok kiri ke jalan Daan Mogot
 - 2 jalur belok kanan ke jalan Kiai Tapa
2. Dari arah jalan Latumeten
 - 3 jalur lurus menuju jalan S. Parman
 - 1 jalur belok kiri ke jalan Kiai Tapa
 - 1 jalur belok kanan ke jalan Daan Mogot
3. Dari arah jalan Daan Mogot
 - 2 jalur lurus menuju jalan Kiai Tapa
 - 1 jalur belok kiri ke jalan Latumeten
 - 1 jalur belok kanan ke jalan S. Parman
4. Dari arah jalan Kiai Tapa
 - 2 jalur lurus menuju jalan Daan Mogot
 - 1 jalur belok kiri ke jalan S. Parman
 - 1 jalur belok kanan ke jalan Latumeten

Disamping jalur – jalur tersebut, pada persimpangan disediakan dua buah pemutaran (“U – turn”) pada jalan utama yaitu pada jalan S. Parman – jalan Latumeten.

Sudut tiap belokan diperhitungkan dari perpotongan antara sumbu masing-masing jalan yang saling berhubungan.

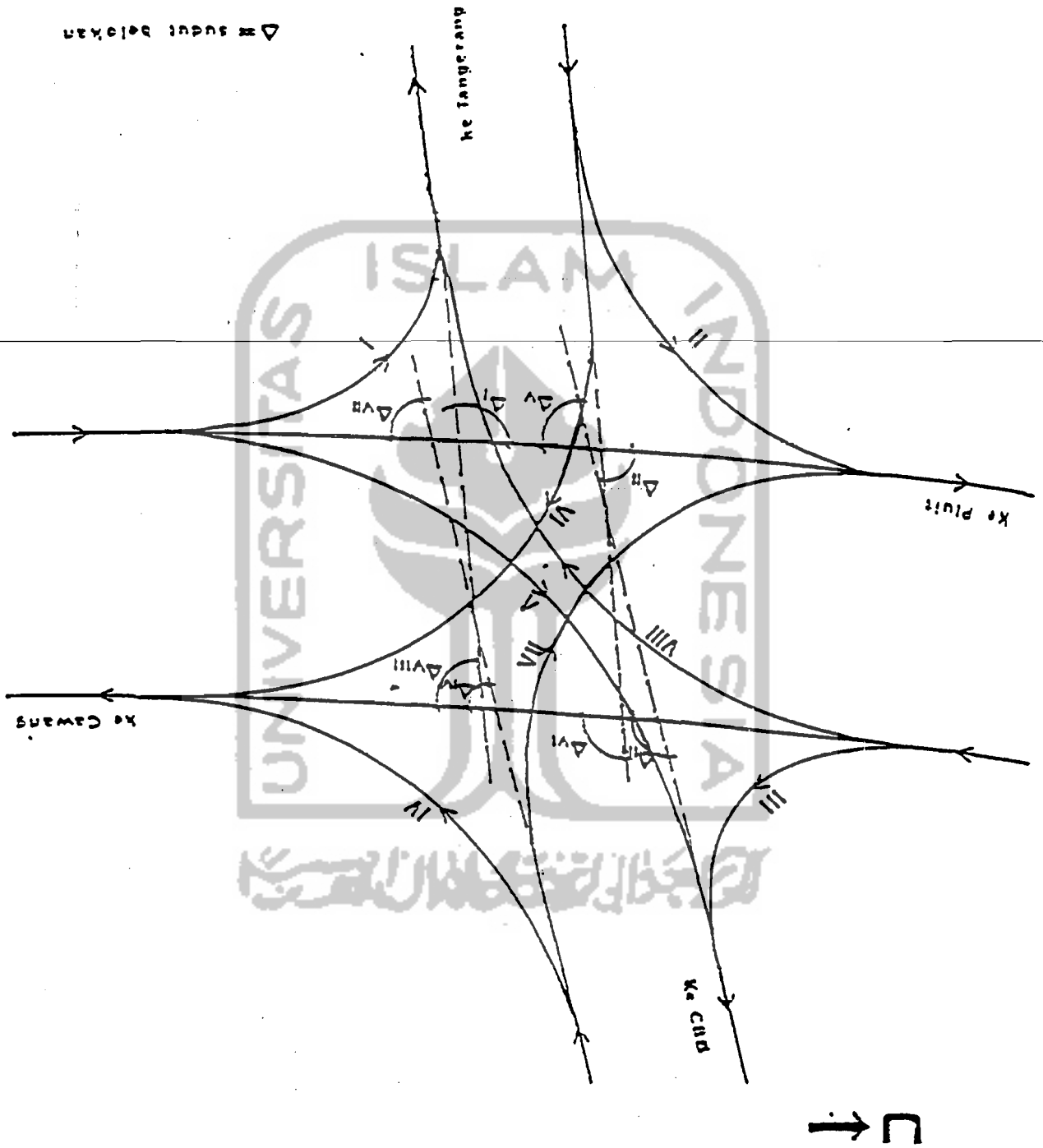
5.3.2 Jari- Jari Tepi Perkerasan pada Belokan

Jari – jari tepi perkerasan yang telah didesain oleh perencana yaitu PCI dievaluasi bentuk belokannya berdasarkan sudut belokan yang ada sehingga sesuai standar AASHTO dan dikoreksi dengan desain minimum berdasarkan standar AASHTO 1994. Belokan-belokan dan sudut belokan pada persimpangan sebidang Grogol disajikan dalam tabel 5.11 dan dapat dilihat pada gambar 5.13.

Tabel 5.11 Belokan-belokan dan sudut belokan persimpangan sebidang Grogol

Belokan	Arah belokan	Sudut belokan (Δ)
I	Kekiri	110°
II	Kekiri	75°
III	Kekiri	120°
IV	Kekanan	80°
V	Kekanan	60°
VI	Kekanan	105°
VII	Kekanan	80°
VIII	Kekanan	70°

Gambar 5.13 Sudut belokan pada Persimpangan Sebidang



Δ sudut belokan

A. Belokan kekiri

1. Belokan I

Kendaraan rencana : WB-12

Sudut belokan : 110°

Tipe belokan : Kurva gabungan tiga pusat simetris

$R_{\min} = 30 \text{ m} - 11 \text{ m} - 30 \text{ m}$ (Tabel 5.5)

$R_{\text{desain}} = 60 \text{ m} - 13,5 \text{ m} - 25 \text{ m} \dots\dots \text{OK!}$

2. Belokan II :

Kendaraan rencana : WB-12

Sudut belokan : 75°

Tipe belokan : Kurva gabungan tiga pusat asimetris

$R_{\min} = 36 \text{ m} - 14 \text{ m} - 60 \text{ m}$ (tabel 5.5)

$R_{\text{desain}} = 40 \text{ m} - 16,5 \text{ m} - 60 \text{ m} \dots\dots \text{OK!}$

3. Belokan III :

Kendaraan rencana : SU

Sudut belokan : 120°

Tipe belokan : Kurva gabungan tiga pusat simetris

$R_{\min} = 30 \text{ m} - 9 \text{ m} - 30 \text{ m}$ (Tabel 5.5)

$R_{\text{desain}} = 60 \text{ m} - 16,5 \text{ m} - 40 \text{ m} \dots\dots \text{OK!}$

Menurut standar AASHTO 1994 , tipe belokan Kurva sederhana (hasil rancangan konsultan) hanya digunakan untuk sudut belokan $< 90^\circ$, sedangkan yang untuk sudut belokan $> 90^\circ$ sebaiknya digunakan Kurva gabungan tiga pusat.

4. Belokan IV :

Kendaraan rencana : SU

Sudut belokan : 80°

Tipe belokan : Kurva gabungan tiga pusat simetris

R min = 36 m - 12m - 36m (Tabel 5.5)

R desain = 60m - 16,5m - 40 m OK !

R desain dirancang Kurva gabungan dua pusat(konsultan), standar AASHTO 1994 tidak memiliki desain Kurva gabungan dua pusat.

B. Belokan kekanan

1. Belokan V :

Kendaraan rencana : SU

Sudut belokan : 60°

Tipe belokan : Kurva sederhana

R min = 18 m (Tabel 5.4)

R desain = 27,5 OK !

Untuk $\Lambda < 90^\circ$ AASHTO 1994 memberikan bentuk belokan tipe kurva sederhana, sedang tipe kurva gabungan tiga pusat untuk $\Lambda > 90^\circ$.

2. Belokan VI :

Kendaraan rencana : SU

Sudut belokan : 105°

Tipe belokan : Kurva gabungan tiga pusat simetris

R min = 30 m - 11 m - 30 m (Tabel 5.5)

R desain = 100 m - 12,5 m - 100 m OK !

3. Belokan VII :

Kendaraan rencana : SU

Sudut belokan : 80°

Tipe belokan : Kurva sederhana

R min = 17 m (Tabel 5.4)

R desain = 35,5 m OK !

4. Belokan VIII :

Kendaraan rencana : SU

Sudut belokan : 70°

Tipe belokan : Kurva sederhana

R min = 17,5 m (Tabel 5.4)

R desain = 27,5 m OK !

5.3.3 Pemutaran (U – turn)

A. Pemutaran I :

Kendaraan rencana : SU

Tipe manuver : jalur dalam ke jalur dalam

M min = 19 m (Tabel 5.2)

M ada = 20 m OK !

Bentuk ujung median “Bullet Nose”

R min = 36 m - 4m - 36 m (Tabel 5.3)

R ada = 50 m - 7,5 m - 50 m OK !

B. Pemutaran II :

Kendaraan rencana : SU

Tipe Manuver : jalur dalam ke jalur dalam

$$M_{\min} = 19 \text{ m (Tabel 5.2)}$$

$$M_{\text{ada}} = 20 \text{ m OK !}$$

Bentuk ujung median "Bullet Nose"

$$R_{\min} = 36 \text{ m} - 4 \text{ m} - 36 \text{ m (Tabel 5.3)}$$

$$R_{\text{ada}} = 50 \text{ m} - 7,5 \text{ m} - 50 \text{ mOK !}$$

5.3.4 Lebar Perkerasan Pada Belokan

Untuk perhitungan lebar perkerasan pada belokan, belokan-belokan dibagi menjadi dua macam berdasarkan jumlah jalur dan operasi kendaraan gerakan membelok :

1. Belokan 1 jalur - 1 arah terdiri dari :

Belokan I, II, III, IV, VII, VIII

2. Belokan 2 jalur - 1 arah terdiri dari :

Belokan V dan VI

Perhitungan :

A. Belokan 1 jalur - 1 arah

1. Belokan I :

$$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$$

$$\text{Jari-jari tepi perkerasan dalam } R = 44,4 \text{ ft} = 13,5 \text{ m}$$

Kendaraan rencana WB-40 (WB-12 AASHTO 1994)

$$RT = 40 \text{ ft}$$

$$= 12,2 \text{ m}$$

$$u = 8,5 \text{ ft}$$

$$= 2,6 \text{ m}$$

$$L = 40 \text{ ft}$$

$$= 15,2 \text{ m}$$

Lebar penjejakan kendaraan (U)

Gambar 5.6 , grafik RT vs U $\rightarrow U = 20 \text{ ft}$

$$= 6 \text{ m}$$

Lebar ekstra untuk kesulitan membelok (Z)

$$Z = V / \sqrt{R}$$

$$= 25 / \sqrt{44,3} = 3,8 \text{ ft} = 1,14 \text{ m}$$

Kebebasan samping (C)

$$\text{Diambil } C = 2 \text{ ft} = 0,6 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada belokan (W)

$$W = U + C + Z$$

$$= 6 + 0,6 + 1,14$$

$$= 7,74 \text{ m}$$

2. Belokan II

$$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$$

$$\text{Jari-jari tepi perkerasan dalam } R = 55 \text{ ft} = 16,5 \text{ m}$$

Kendaraan rencana WB-40

$$RT = 12,2 \text{ m}$$

$$u = 2,6 \text{ m}$$

$$L = 15,2 \text{ m}$$

Lebar penjejakan (U)

Gambar 5.6 , grafik RT vs U $\rightarrow U = 6 \text{ m}$

Z = 1,02 m

C = 0,6 m

Lebar perkerasan pada belokan (W)

W = 7,62 m

3. Belokan III

$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$

Jari-jari tepi perkerasan dalam = 16,5 m

Kendaraan rencana SU

RT = 12,6 m

u = 2,6 m

L = 15,2 m

Lebar penjejakan (U)

Gambar 5.6 , grafik RT vs U $\rightarrow U = 6 \text{ m}$

Z = 1,17 m

C = 0,6 m

Lebar perkerasan pada belokan (W)

W = 7,62 m

4. Belokan IV

$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$

Jari-jari tepi perkerasan dalam R = 16,5 m

Kendaraan rencana SU

RT = 12,6 m

$$u = 2,6 \text{ m}$$

$$L = 15,2 \text{ m}$$

Lebar penjejakan kendaraan (U)

Gambar 5.6 , grafik RT vs U $\rightarrow U = 6 \text{ m}$

$$Z = 1,02 \text{ m}$$

$$C = 0,6 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada belokan (W)

$$W = 7,62 \text{ m}$$

5. Belokan VII

$$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$$

Jari-jari belokan dalam R = 35,5 m

Kendaraan rencana SU

$$RT = 12,6 \text{ m}$$

$$u = 2,6 \text{ m}$$

$$L = 15,2 \text{ m}$$

Lebar penjejakan kendaraan (U)

Gambar 5.6 , grafik RT vs U $\rightarrow U = 4,2 \text{ m}$

$$Z = 0,7 \text{ m}$$

$$C = 0,6 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada belokan (W)

$$W = 5,5 \text{ m}$$

6. Belokan VIII

$$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$$

Jari-jari tepi perkerasan dalam R = 27,5 m

Kendaraan rencana SU

$$RT = 12,6 \text{ m}$$

$$u = 2,6 \text{ m}$$

$$L = 15,2 \text{ m}$$

Lebar penjejakan kendaraan (U)

Gambar 5.6 , grafik RT vs U $\rightarrow U = 4,2 \text{ m}$

$$Z = 0,8 \text{ m}$$

$$C = 0,6 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada belokan (W)

$$W = 5,6 \text{ m}$$

B. Belokan 2 jalur - 1 arah

1. Belokan V

$$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$$

$$\text{Jari-jari belokan dalam } R = 27,5 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari belokan luar } R = 30 \text{ m}$$

Lebar penjejakan kendaraan (U)

Gambar 5.7 , grafik RT vs U $\rightarrow U = 3 \text{ m}$

Lebar ekstra untuk kesulitan membelok (Z)

$$Z = V / \sqrt{R}$$

$$= 25 / \sqrt{72,1}$$

$$= 2,9 \text{ ft} = 0,9 \text{ m}$$

FA \rightarrow grafik FA vs RT

$$FA = 0$$

Untuk kendaraan rencana SU : $FB = 0$

Lebar perkerasan pada belokan (W)

$$\begin{aligned} W &= 2 (U + C) + FA + FB + Z \\ &= 2 (3 + 0,6) + 0 + 0 + 0,9 \\ &= 9,1 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Belokan VI

$$V_r = 25 \text{ mph} = 40 \text{ km / jam}$$

$$\text{Jari-jari belokan dalam } R = 12,5 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari belokan luar } R = 30 \text{ m}$$

Lebar penjejakan kendaraan (U)

$$RT = 12,6 \text{ m}, \text{ Gambar 5.7, grafik RT vs U } \rightarrow U = 3 \text{ m}$$

$$Z = 0,87 \text{ m}$$

$$FA \rightarrow \text{ grafik FA vs RT}$$

$$FA = 0,9 \text{ m}$$

Untuk kendaraan rencana SU : $FB = 0$

Lebar perkerasan pada belokan (W)

$$W = 8,97 \text{ m}$$

5.3.5 Jarak Pandangan Segitiga

Jarak pandangan segitiga (d) diperhitungkan dari kecepatan rencana jalan arteri yang mendekati persimpangan Grogol sebagai berikut :

$$V_r = 60 \text{ km / jam}$$

$$= 37,5 \text{ mph}$$

dari grafik d vs V AASHTO 1994 (gambar 5.5)

$V = 60 \text{ km / jam}$ diperoleh $d = 120 \text{ m}$

5.3.5 Pulau

Pulau-pulau telah direncanakan dengan bentuk segitiga dan dimensi pada tabel dibawah ini.

Dimensi pulau-pulau tersebut memenuhi standar AASHTO 1994 sebagai berikut :

1. luas minimum = $4,6 \text{ m}^2$

2. sisi minimum = $2,5 \text{ m}^2$

Tabel 5.12 Hasil perhitungan rancangan pulau dengan bentuk segitiga

Pulau	Panjang sisi-sisi (m)			Luas (m^2)
	A	B	c	
A	8	8	10	31,2
B	10	7	14	32,9
C	35	35	40	574,4
D	40	40	65	757,8
E	7	4	8	13,9
F	6	3	6	8,7

5.3.6 Superelevasi pada persimpangan

Dengan batas antara superelevasi sesuai standar AASHTO 1994 direncanakan superelevasi maksimum pada belokan-belokan. Pada bidang persimpangan Grogol, superelevasi jalan utama (S. Parman – Latumeten) sebesar 2 % diprioritaskan sedang jalan melintasnya (Daan Mogot – Kiai Tapa) disesuaikan dengan superelevasi jalan utama tersebut.

Kemudian diperhitungkan pentahapan perubahan superelevasi sampai mencapai superelevasi maksimum pada belokan dan pemutaran sebagai berikut ini .

$V_r = 15 - 20$ mph untuk tiap 25 ft panjang

Tabel 5.13 Hasil perhitungan superelevasi dan pentahapan perubahan superelevasi Simpang Grogol

Lengkung	R (m)	e max (%)	Tahapan perubahan e (%)			
			A	b	c	d
Belokan						
I	13,75	6	5,5	6	5,5	-
II	16,50	7	6	6,4	7	6,4
III	16,5	7	6	6,4	7	6,4
IV	16,5	7	6	6,4	7	6,4
Pemutaran						
I	7,5	8	7,4	8	7,4	-
II	7,5	8	7,4	8	7,4	-

Kontrol perbedaan aljabar kemiringan melintang perkerasan (A) untuk penampang melintang jalan dilakukan pada ujung-ujung belokan ("turning roadway terminal") dan daerah persimpangan ("intersection area").

Tabel 5.14 Kontrol perbedaan aljabar landai

Lengkung	A	Kontrol
Belokan		
I	$(-5,5) - (-2) = 3,5\%$	OK!
II	$(-6) - (-2) = 4\%$	OK!
III	$(-6) - (-2) = 4\%$	OK!
IV	$(-6) - (-2) = 4\%$	OK!
pemutaran		
I	$(-7,4) - (-1) = 6,4\%$	OK!
II	$(-7,4) - (-1) = 6,4\%$	OK!
Penampang daerah persimpangan		
I	$(2) - (-2) = 4\%$	OK!

5.3.7 Desain Bukaian Median

Dari lay-out persimpangan sebidang diperoleh sudut simpang $\alpha = 10^\circ$

Dari tabel 5.9 dan 5.10 diperoleh :

- $\alpha = 10^\circ$
- $M = 20 \text{ m}$
- Bentuk ujung : "Bullet Nose, Asymetrical"
- $L_c \text{ min} = 12 \text{ m}$
- $R^2 \text{ min} = 18 \text{ m}$

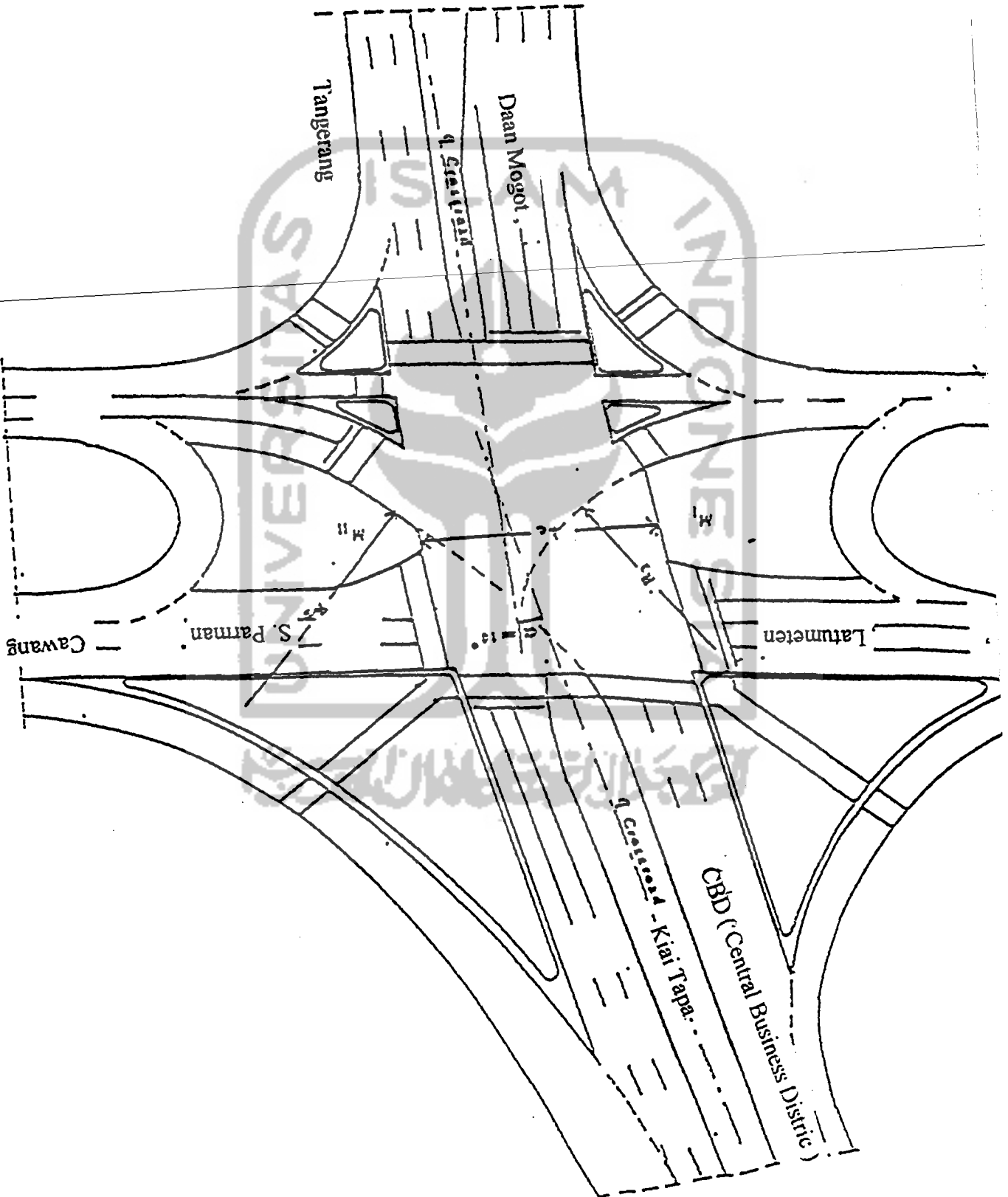
Desain yang ada :

$$L_c = 26,6 \text{ m} > L_c \text{ min} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

$$\text{Untuk median } M^I : R^2 = 22 \text{ m} > R^2 \text{ min} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

$$\text{Untuk median } M^{II} : R^2 = 100 \text{ m} > R^2 \text{ min} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Gambar 5.14 Sudut simpang persimpangan Grogol



5.4. Pembahasan

Persimpangan sebidang harus memberikan pelayanan yang memadai terhadap pergerakan lalu lintas yang bersilangan maupun yang membelok, terutama pergerakan yang diprioritaskan. Hal ini untuk mengurangi terjadinya kecelakaan.

Untuk merancang belokan, putaran dan sebagainya faktor yang perlu diperhatikan pada umumnya adalah jari-jari putaran serta sudut belokan dan kendaraan rencana yang digunakan tipe SU ("Single Unit Truck") dan khusus untuk belokan ke arah Tangerang diasumsikan kendaraan rencana tipe semi trailer WB 40,(untuk evaluasi berdasarkan AASHTO 1994 memakai WB-12 yang dimensinya sama) yang diperkirakan sewaktu-waktu akan melalui belokan tersebut.

Pada perancangan Simpang Grogol ini baiknya digunakan juga kendaraan rencana yang lebih besar dari tipe semi trailer, misalnya tipe WB-19 (AASTHTO 1994) karena untuk mengantisipasi perkembangan lalu-lintas kearah Tangerang yang merupakan daerah yang memiliki banyak industri.

Pada perancangan belokan AASHTO mensyaratkan untuk sudut belokan $< 90^\circ$ dirancang dengan bentuk Kurva sederhana ("Simple Curve") dan untuk sudut belokan $> 90^\circ$ dirancang dengan bentuk kurva gabungan tiga pusat ("Three Centered Compound Curve"). Pada perancangan jari-jari tepi perkerasan pada belokan, jari-jari tepi perkerasan yang didesain umumnya lebih besar dari jari-jari minimum putaran/belokan dari kendaraan rencana, sehingga kendaraan tidak perlu membelok terlalu tajam.

Tabel 5.15 Hasil perhitungan konsultan

Kendaraan rencana	Sudut belokan	Tipe belokan	Rmin	Redesain	Belokan
WB - 40	110°	TCCCS	30 m - 11 m - 30 m	60 m - 13,5 m - 25 m	I
WB - 40	75°	TCCCA	40 m - 13,7 m - 60 m	40 m - 16,5 m - 60 m	II
SU	120°	TCCCS	30,5m - 9,1m - 30,5 m	45 m (simple curve)	III
SU	80°	TCCCS	30,5m - 11m - 30,5 m	150 m - 60 m (Two CCC)	IV
SU	60°	SC	18 m	100m - 22 m - 100 m	V
SU	105°	TCCCS	30,5m - 11 m - 30,5m	100m - 12,5m - 100 m	VI
SU	80°	SC	16 m	35 m	VII
SU	70°	SC	17,5 m	27,5 m	VIII

Tabel 5.15 Hasil evaluasi perancangan

Kendaraan rencana	Sudut belokan	Tipe belokan	Rmin	Rdesain	Belokan
WB - 12	110°	TCCCS	30 m - 11 m - 30 m	60 m - 13,5 m - 25 m	I
WB - 12	75°	TCCCA	36 m - 14m - 60 m	40m - 16,5m - 60m	II
SU	120°	TCCCS	30 m - 9m - 30 m	60 m - 16,5 m - 40 m	III
SU	80°	TCCCS	36 m - 12m - 36 m	60 m - 16,5 m - 40 m	IV
SU	60°	SC	18 m	27,5 m	V
SU	105°	TCCCS	30 m - 11 m - 30 m	100 m - 12,5 m - 100 m	VI
SU	80°	SC	17 m	35,5 m	VII
SU	70°	SC	17 m	27,5 m	VIII

Keterangan : TCCCA = Three Centered Compound Curve
 TCCCS = Three Centered Compound Curve
 SC = Simple Curve
 TwoCCC = Two Centered Compound Curve

Pada perancangan jari-jari tepi perkerasan pada belokan, jari-jari tepi perkerasan yang didesain harus lebih besar dari jari-jari minimum yang disyaratkan AASHTO. Dari kedua hasil, pada belokan III perencana merancang dengan belokan "simple curve" seharusnya dengan sudut belokan $>90^\circ$ dirancang dengan bentuk TCCCS, juga pada belokan IV. Pada belokan IV dengan sudut belokan $< 90^\circ$ seharusnya dirancang dengan bentuk "simple curve". AASHTO tidak mensyaratkan bentuk "Two Centered Compound Curve", tipe ini bisa saja digunakan bila tipe kendaraan rencana yang dipakai adalah tipe "Triple Trailer Combination", sedangkan pada perancangan Simpang Grogol ini memakai kendaraan rencana tipe "Single Unit Truck" dan "semi trailer". Perencana juga terlalu berani merancang bentuk kurva gabungan dua pusat ("Two Centered Compound Curve") yang tidak disyaratkan oleh AASHTO, karena sebaiknya kita dalam merancang selalu memenuhi persyaratan-persyaratan yang ada.

Dari hasil evaluasi lebar perkerasan dengan AASHTO 1994 terdapat sedikit perbedaan dengan rancangan konsultan yang memakai AASHTO 1965. Dari hasil evaluasi menunjukkan nilai yang lebih besar.

Dari hasil evaluasi jarak pandangan segitiga dengan AASHTO 1994, dengan $V_r = 60$ km/jam diperoleh jarak pandang 120 m. Hasil rancangan konsultan jarak pandang 189 m.

Selain itu pada persimpangan diperlukan pulau yang umumnya berbentuk segitiga atau memanjang dengan ukuran-ukuran yang tergantung dari perancangan persimpangan. Dan ujung pulau dibulatkan serta tepinya diberi kerb.

Bukaan median diperlukan yakni jarak antara ujung-ujung median pada persimpangan dari suatu jalan agar memberikan tempat bagi kendaraan pada

waktu melintas atau membelok di persimpangan agar tidak melanggar batas atau daerah jalur didekatnya.

Kemudian yang diperlukan selanjutnya adalah superelevasi lengkung pada persimpangan yang dibutuhkan untuk mengalirkan air ke saluran drainase sehingga persimpangan tidak tergenang air dan untuk keamanan serta kenyamanan pengemudi waktu melintasi persimpangan.

