

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Mata Kuliah : Rekayasa Lalulintas
Kode : CES 5353
Semester : V
Waktu : 1 x 2 x 50 menit
Pertemuan : 5 (Lima)

A. Tujuan Instruksional

1. Umum

Mahasiswa dapat memahami tentang tujuan ilmu rekayasa lalu lintas dan cakupannya secara umum, serta dapat memberikan solusi bagi penyelesaian permasalahan lalu lintas terutama yang berkaitan dengan kinerja/tingkat pelayanan ruas jalan, persimpangan, perparkiran, terminal, rambu dan marka jalan, serta hirarki dan fungsi jalan.

2. Khusus

Dapat menentukan kapasitas, tundaan, dan peluang antrian pada persimpangan dengan bundaran.

B. Pokok Bahasan

Penjelasan terhadap definisi pulau lalu lintas dan bundaran, ambing, kapasitas praktis dan kapasitas cadangan metode Well's.

C. Sub Pokok Bahasan

- Penjelasan terhadap definisi pulau lalu lintas dan bundaran, ambing, kapasitas metode Well's.
- Penjelasan terhadap rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung proporsi ambing, kapasitas praktis, dan kapasitas cadangan dengan metode Well's.
- Penjelasan dan pembahasan contoh soal.

D. Kegiatan Belajar Mengajar

Tahapan Kegiatan	Kegiatan Pengajaran	Kegiatan Mahasiswa	Media & Alat Peraga
Pendahuluan	1. Memberikan penyegaran sekilas tentang topik minggu yang lalu. 2. Menjelaskan cakupan materi-materi perkuliahan untuk topik ke-lima.	Mendengarkan dan memberikan komentar	Notebook, LCD, White board.

Penyajian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan defenisi pulau lalu lintas dan bundaran, ambing, kapasitas praktis, dan kapasitas cadangan metode Well's. 2. Menjelaskan rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung nilai ambing, kapasitas praktis dan kapasitas cadangan metode Well's. 3. Menjelaskan dan membahas contoh soal. 	<p>Memperhatikan, mencatat dan memberikan komentar. Mengajukan pertanyaan.</p>	Notebook, LCD, White board.
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengajukan pertanyaan kepada mahasiswa. 2. Memberikan kesimpulan. 3. Mengingatn akan kewajiban mahasiswa untuk pertemuan selanjutnya. 	<p>Memberikan komentar. Mengajukan dan menjawab pertanyaan.</p>	White board.

E. Evaluasi

1. Pertanyaan tidak langsung

Meminta kepada mahasiswa untuk memberikan komentar tentang defenisi pulau lalu lintas, bundaran, ambing, kapasitas praktis, dan kapasitas cadangan.

2. Pertanyaan langsung

Jelaskan bagaimana menghitung nilai ambing, kapasitas praktis, dan kapasitas cadangan pada persimpangan bundaran menggunakan metode Webster.

3. Kunci jawaban

Nilai ambing dihitung berdasarkan pada jumlah volume lalu lintas yang berkonflik di titik ambing dibagi dengan jumlah volume lalu lintas yang melewati ambing tersebut.

Hitung kapasitas praktis dengan rumus yang diberikan, dengan memasukkan beberapa variabel, yaitu nilai ambing, lebar rata-rata jalan masuk, lebar ambing, dan panjang ambing.

Kapasitas cadangan dihitung berdasarkan kapasitas praktis dikurangi jumlah volume lalu lintas yang melewati ambing, dan dibagi dengan jumlah volume lalu lintas yang melewati ambing. Nilai kapasitas cadangan minimal 80 %.

**RENCANA KEGIATAN BELAJAR MINGGUAN
(RKBM)**

Mata Kuliah : Rekayasa Lalulintas
 Kode : CES 5353
 Semester : V
 Waktu : 1 x 2 x 50 menit
 Pertemuan : 5 (Lima)

Minggu Ke-	Topik (Pokok Bahasan)	Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu (menit)	Media
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	5.1 Defnisi pulau lalulintas, bundaran, ambing, kapasitas praktis, dan kapasitas cadangan metode Well's. 5.2 Formula yang digunakan dalam untuk menghitung proporsi ambing, kapasitas praktis, dan kapasitas cadangan metode Well's. 5.3 Pembahasan contoh soal.	Ceramah, Diskusi Kelas	100	Notebook, LCD, Whiteboard

PERTEMUAN KE - 5

RANCANGAN LALULINTAS PADA PERSIMPANGAN

5.1 Umum

Walaupun lampu lalu lintas adalah alat yang sangat baik untuk mengendalikan lalu lintas pada persimpangan-persimpangan, namun dalam perancangan persimpangan-persimpangan baru selalu diusahakan agar lampu pengatur lalu lintas tidak lagi diperlukan.

Ada empat cara untuk mengurangi jumlah titik-titik konflik yaitu :

1. Membuat pulau penyalur pada persimpangan yang diprioritaskan (pulau lalulintas).
2. Membuat bundaran lalu lintas
3. Membangun jalan silang (persimpangan bertingkat)
4. Membangun lampu pengatur lalulintas (Traffic light).

5.2 Pulau Lalu Lintas

Secara umum pulau-pulau lalulintas berfungsi untuk mengkanalisasi, memisahkan, mengarahkan atau sebagai pengaman arus lalulintas. Pulau lalulintas ditempatkan pada bagian tengah dari suatu jalur lalulintas atau persimpangan jalan. Penempatan pulau lalulintas harus dilengkapi dengan rambu dan atau marka. Lokasi penempatan pulau lalulintas disesuaikan dengan hasil kajian/studi lalulintas.

Adalah bentuk paling sederhana untuk menyalurkan arus lalu lintas, berfungsi sebagai :

- a. Memisahkan arus lalu lintas secara terarah;
- b. Mengarahkan pengemudi ke jalur yang benar;
- c. Menghindarkan pengemudi melakukan gerakan-gerakan terlarang;
- d. Melindungi (memberi keamanan) pengemudi yang bermaksud belok kanan;
- e. Menyediakan ruang lindung bagi para pejalan kaki;
- f. Tempat yang ideal untuk menempatkan pengatur lalu lintas dan rambu-rambu pengarah.

Pulau lalulintas pada dasarnya dibedakan atas 3 (tiga) kelompok, yaitu :

- Pulau – pulau kanal (channelizing island), digunakan untuk memperlancar arus lalulintas.
- Pulau pemisah (divisional island), digunakan untuk memisahkan arus lalulintas yang berlawanan atau searah.
- Pulau pengaman (refuge island), digunakan untuk pejalan kaki.

Pulau lalulintas ini biasanya ditinggikan dan dibatasi dengan kerb dan tinggi standar dari kerb antara 12 – 15 cm.

Untuk jalan tanpa pemisah, pulau pemisah (median) sebaiknya digunakan pada bagian menjelang persimpangan, khususnya untuk hal-hal sebagai berikut :

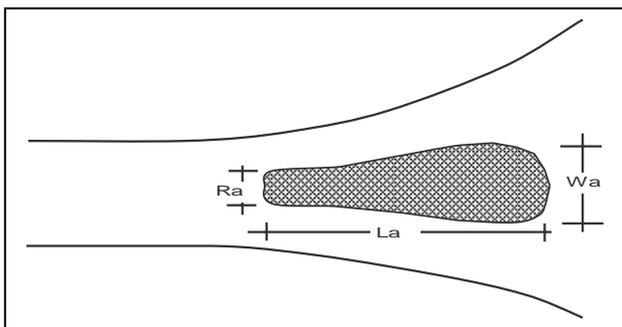
- Kecepatan rencana pada jalan yang bersimpangan 60 km/jam atau lebih.
- Jumlah penyeberang jalan cukup besar dan jarak penyeberangan juga jauh.

Ukuran minimal dari pulau-pulau lalulintas, dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

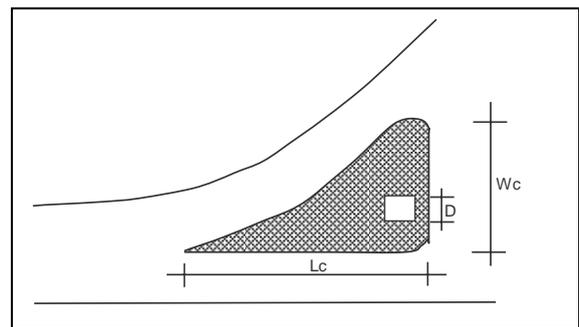
Tabel 5.1 : Dimensi Minimum Pulau Lalulintas

TIPE	DIMENSI	PANJANG (M)
a	Wa	1,0
	La	3,0
	Ra	0,5
b	Wb	1,5
	Lb	$Wp+1,0$
	Rb	0,5
	Luas daerah	$5,0 M^2$
c	Wc	$D+1,0$
	Lc	5,0
d	Wd	1,0

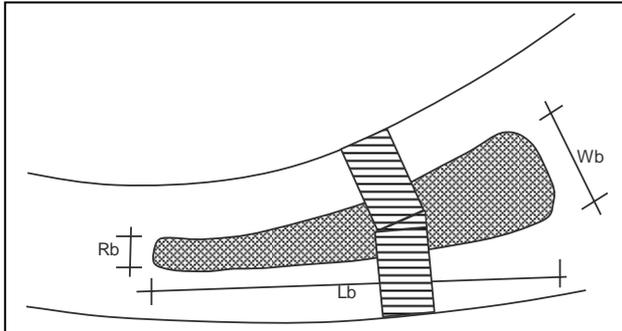
Keterangan : D = lebar bagian fasilitas jalan; Wp = lebar jalur penyebarangan



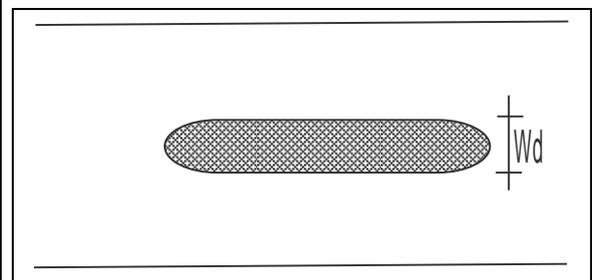
(a). Hanya Pemisah Lalulintas



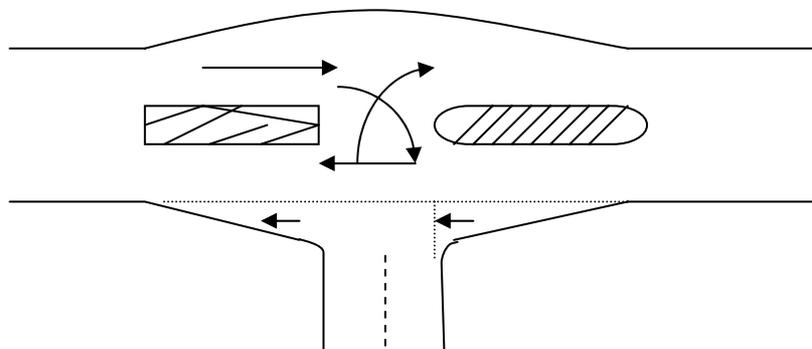
(b). Dipakai untuk Lalulintas & Pejalan Kaki



(c). Penempatan Fasilitas Pada Pulau



(d). Pemisah Tanpa Taper



Gambar tipikal simpang T, dengan pulau-pulau lalu lintas

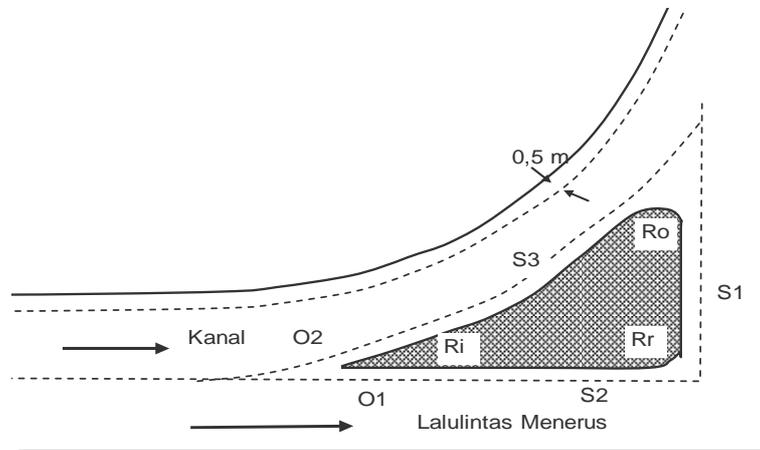
Disamping dimensi minimum pulau-pulau lalulintas, juga perlu diperhatikan mengenai standar letak (set back) dan nose offset, serta jari-jari nose seperti table dibawah ini :

Tabel 5.2 : Set Back dan Nose Offset

Kecepatan Rencana (km/jam)	S1, S2 (m)	S3 (m)	O1 (m)	O2 (m)
80	1,0	0,5	1,5	1,0
60	0,75	0,5	1,0	0,75
50	0,50	0,5	0,5	0,5

Tabel 5.3: Jari – Jari Nose

Ri	Ro	Rr
0,5 – 1,0	0,5	0,5 – 1,5



Gambar : Set Back dan Pergeseran Ujung

Ujung nose pada pulau lalulintas ini sebaiknya ditandai dengan marka jalan, dimana panjang minimum marka tersebut ditentukan berdasarkan fungsi dari pulau lalulintas tersebut, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

(1). Untuk ambang (verging)

$$L_a = V \times R/3$$

(2). Untuk pergeseran jalur lalulintas menerus

$$L_b = 2 \times V \times R/3$$

Dimana : L_a, L_b = Panjang marka (meter)

V = Kecepatan rencana (km/j)

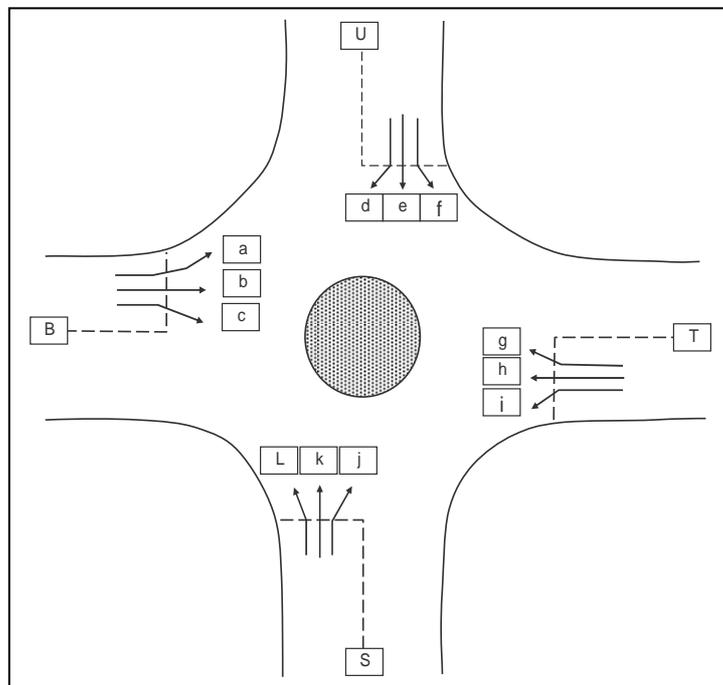
R = Jari-jari ujung nose pulau (meter)

5.3 Bundaran Lalulintas

Penerapan bundaran lalulintas di persimpangan mempunyai beberapa manfaat terutama dalam meningkatkan kelancaran dan keselamatan berlalulintas. Bundaran secara khusus dibutuhkan bila :

- Arus lalu lintas dari dua jalan atau lebih yang masuk simpang, sama besar pada saat yang sama;
- Lalu lintas belok kanan cukup tinggi (diatas 30%);
- Simpangan lebih dari empat (simpang lima atau lebih);
- Tersedia lahan/ruang yang cukup memadai untuk membangun bundaran lalulintas.

Kemampuan suatu bundaran melayani besarnya lalu lintas yang menggunakannya tergantung pada tersedianya ruang untuk berambing (weaving), yaitu lalu lintas yang memotong dari suatu alur pada bundaran ke alur lain. Kapasitas “ ruang ambing P” suatu bundaran adalah fungsi luas dari “proporsi lalu lintas ambing, seperti gambar dibawah ini :



Proporsi ambing (p) adalah jumlah lalulintas yang berkonflik diambing, dibagi dengan jumlah lalulintas yang memasuki ambing.

$$\text{Proporsi ambing BU} = \frac{(b + c + g + k)}{(a + b + c + g + j + k)}$$

$$\text{Proporsi ambing UT} = \frac{(e + d + b + j)}{(d + e + f + b + c + j)}$$

$$\text{Proporsi ambing TS} = \frac{(g + h + e + c)}{(g + h + i + d + e + c)}$$

$$\text{Proporsi ambing SB} = \frac{(j + k + h + d)}{(j + k + l + g + h + d)}$$

Rumus kapasitas praktis pada ruas ambing (*Metode Well's*) :

$$Q_{\text{prak}} = \frac{288 \times w \cdot \left(1 + \frac{e}{w}\right) \left(1 - \frac{p}{3}\right)}{\left(1 + \frac{w}{L}\right)}$$

Dimana :

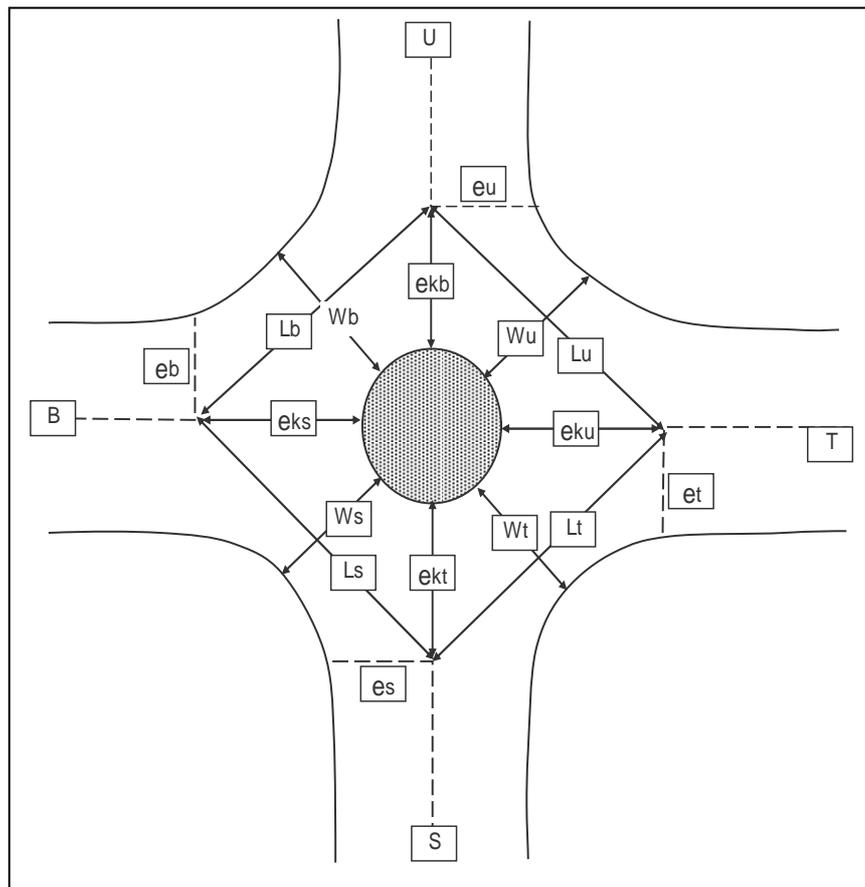
- Q = Arus lalu lintas pada ruas ambing (smp/jam)
- w = Lebar ruas ambing (m)
- e = $\frac{1}{2} (e_1 + e_2)$ = lebar rata-rata jalan (m)
- L = Panjang ruas ambing (m)
- P = Proporsi lalu lintas ambing

Dimensi :

- W = 6 - 18 m
- e/w = 0.4 - 1.0
- w/l = 0.12 - 0.4
- p = 0.4 - 1.0
- L = 18 - 90 m

Catatan :

Kapasitas praktis adalah 80% dari kapasitas maximum.



Gambar : Geometrik Persimpangan Bundaran

Contoh :

Dari hasil survey arus lalu lintas pada persimpangan bundaran didapatkan data-data sbb.

Dari	Menuju			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
Utara	--	290	254	77
Timur	538	--	75	736
Selatan	490	322	--	125
Barat	354	989	106	--

Menghitung nilai ambang (p)

$$P_{BU} = \frac{989 + 106 + 490 + 538}{989 + 106 + 490 + 538 + 354 + 322} = \frac{2123}{2799} = 0.76$$

$$P_{UT} = \frac{989 + 322 + 254 + 77}{989 + 322 + 254 + 77 + 290 + 106} = \frac{1642}{2038} = 0.81$$

$$P_{TS} = \frac{736 + 538 + 254 + 106}{736 + 538 + 254 + 106 + 77 + 75} = \frac{1634}{1786} = 0.91$$

$$P_{SB} = \frac{736 + 77 + 490 + 322}{736 + 77 + 490 + 322 + 125 + 538} = \frac{1625}{2288} = 0.71$$

Lebar ambang (w) = 12 m

Jalan masuk (e₁) = 6 m; dan lebar jalan keluar (e₂) = 12 m

Panjang ambang (L) = 60 m

Maka : e = ½ (e₁ + e₂) = ½ (6+12) = 9 m

dan e/w = 9/12 = 0.75

Ditabelkan :

Sisi	L	w/L	e/w	p	P/3	1-p/3 (a)	1+e/w (b)	$\frac{288 \cdot w}{1 + w/L}$ (c)	Q _{prak} (a*b*c)	Arus nyata (Q _s)	Cadangan $\frac{Q_{prak} - Q_s}{Q_s} \%$
BU	60	0.2	0.75	0.76	0.25	0.75	1.75	2880	3763	2799	34,44
UT	60	0.2	0.75	0.81	0.27	0.73	1.75	2880	3679	2038	80,52
TS	60	0.2	0.75	0.91	0.30	0.70	1.75	2880	3511	1786	96,58
SB	60	0.2	0.75	0.71	0.24	0.76	1.75	2880	3847	2288	68,13

☞ Kapasitas cadangan yang tersedia pada sisi Barat-Utara adalah rendah, kemungkinan perubahan adalah memperbaiki ruas itu dengan : Mengubah bentuk bundaran guna menambah panjang sisi.

☞ Di Inggris batas jumlah lalu lintas yang dapat di tampung oleh suatu bundaran adalah 3500 smp/jam dan jika lebih di usulkan jalan silang / layang.

Catatan →

$$\begin{aligned} BU &= 354 + 989 + 106 + 490 + 322 + 538 &= 2799 \text{ smp/jam} \\ UT &= 77 + 254 + 290 + 322 + 106 + 989 &= 2038 \text{ smp/jam} \\ TS &= 538 + 736 + 75 + 106 + 77 + 254 &= 1786 \text{ smp/jam} \\ SB &= 125 + 490 + 322 + 736 + 77 + 538 &= 2288 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

☞ Departement of the Environment (1975), memberikan rumusan kapasitas praktis satu bagian jalinan di kendaraan sbb :

$$Q_p = 0.85 \cdot \frac{160 \cdot w(1 + e/w)}{1 + w/l} \quad (\text{satuan kend / jam})$$

Jika kendaraan berat (truk) dalam arus jalinan adalah 15 s.d 20%, maka kapasitas jalinan harus di kurangkan sebesar 4 s.d 6%.

Contoh :

Aliran lalu lintas di suatu persimpangan dua jalur di kontrol oleh suatu bundaran dengan lebar 7,3 m, jalan masuk ke setiap bagian jalinan mempunyai lebar 6 m, perbandingan panjang / lebar = 3,0, dari hasil survey arus lalu lintas pada jam sibuk adalah :

Jalan tuju	Belok kiri	Jalan terus	Belok kanan
Utara	147 (10)	560 (20)	105 (5)
Selatan	210 (20)	770 (10)	56 (15)
Timur	84 (20)	840 (25)	70 (15)
Barat	168 (5)	630 (5)	112 (20)

<p>a. BU =</p> $\begin{array}{r} 0.15 (168 + 630) \\ 0.15 (770) \\ 0.15(70 + 56) \\ 0.20 (112) \\ \hline 158,2 \end{array}$	}	<p>Jumlah arus bebas LL jalinan =1806 kend / j Prosentase kendaraan berat = 8,8%</p>
<p>b. UT =</p> $\begin{array}{r} 0.05 (630 + 105) \\ 0.10 (147) \\ 0.15 (56) \\ 0.2 (560 + 112) \\ \hline 194,3 \end{array}$	}	<p>Jumlah arus bebas LL jalinan =1610 kend / j Prosentase kendaraan berat = 12.1%</p>
<p>c. TS =</p> $\begin{array}{r} 0.05 (105) \\ 0.15 (70) \\ 0.20 (84 + 112 + 560) \\ 0.25 (840) \\ \hline 377 \end{array}$	}	<p>Jumlah arus bebas LL jalinan =1771 kend / j Prosentase kendaraan berat = 21.3%</p>
<p>d. SB =</p> $\begin{array}{r} 0.05 (105) \\ 0.10 (770) \\ 0.15 (70 + 56) \\ 0.20 (210) \\ 0.25 (840) \\ \hline 353.2 \end{array}$	}	<p>Jumlah arus bebas LL jalinan =2051 kend / j Prosentase kendaraan berat = 17.2%</p>

- Dapat di lihat aliran lalulintas jalinan paling besar = 2.051 kend/jam dan persentase kendaraan berat = 17.2%
Kapasitas di kurangkan 5%
Maka :

$$2051 = 95\% \times 0.85 \times \frac{160 w(1 + e/w)}{1 + w/l}$$

- $w/l = 10/30 = 0.3333$
 $w = 10 \text{ m}$
 $l = 30 \text{ m}$

- Lebar rata-rata jalan masuk $e = \frac{1}{2} (7.3 + 6) = 6.65 \text{ m}$

$$2051 = 0,8075 \left(\frac{160w \left(1 + \frac{6.65}{w} \right)}{1 + 0.3333} \right)$$

$$2051 = 0,8075 \left(\frac{160w + 1064}{1.3333} \right)$$

$$2051 = 0.8075 (120 w + 798)$$

$$2051 = 96.9 w + 644.4 \rightarrow w = \frac{2051 - 644.4}{96.9} = 14.5 \text{ m}$$

Kesimpulan :

Lebar jalan pada lokasi jalinan (w) adalah = 14.5 m

- **KIMBER, RM (1980)** membuat satu formula gabungan untuk memprediksi kapasitas persimpangan bundaran sebagai berikut :

$$Q_e = k (F - f_c \cdot Q_c), \quad \begin{array}{l} \text{jika } f_c \cdot Q_c \leq F \\ \text{jika } f_c \cdot Q_c > F \end{array}$$

Dengan :

$$k = 1 - 0,00347 (\phi - 30) - 0,978 [(1/R) - 0,05]$$

$$F = 303 \cdot x_2$$

$$f_c = 0,210 \cdot t_d (1 + 0,2 \cdot x_2)$$

$$t_d = 1 + \frac{0,5}{(1 + M)}$$

$$M = \text{eksp} \{ (D - 60)/10 \}$$

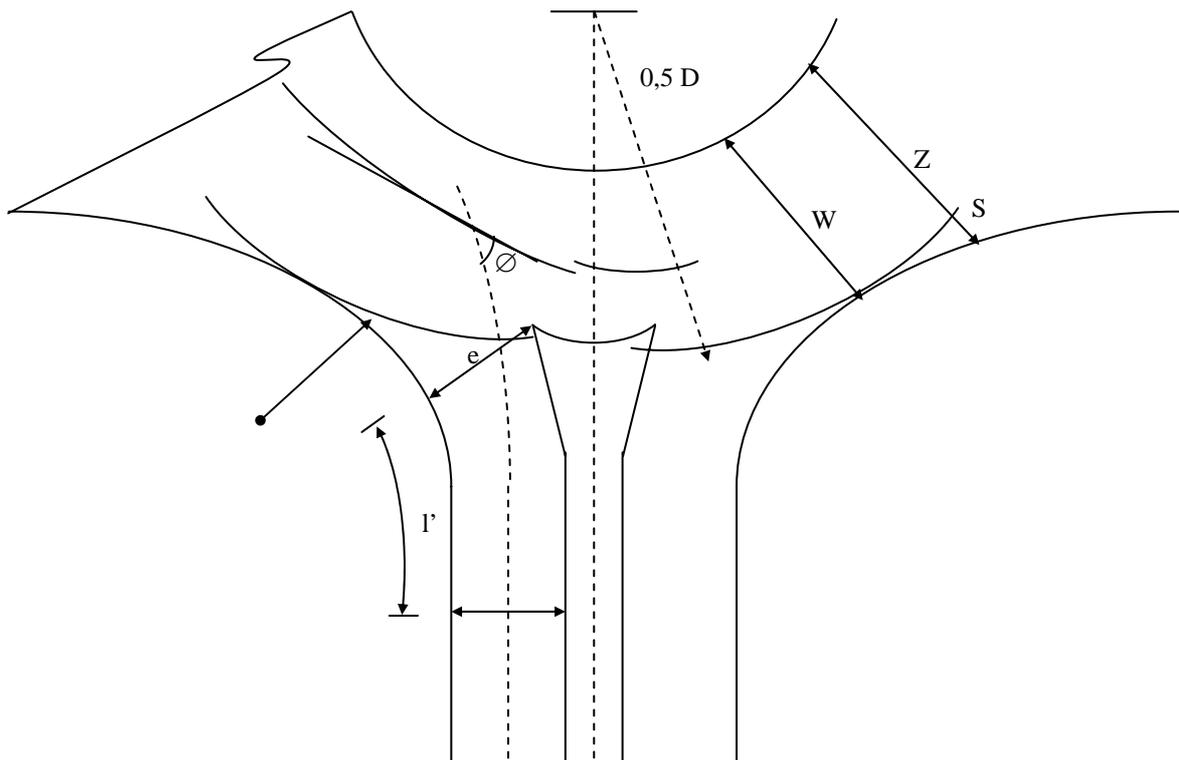
$$x_2 = V + \frac{(e - V)}{(1 + 2.5)}$$

$$s = \frac{1,6(e - V)}{l'}$$

Dimana :

Q_e = Jumlah arus L.L yang masuk dalam kawasan kendaraan (smp/j)

Q_c = Jumlah arus L.L dalam kawasan bundaran yang berlawanan dengan arus LL yang masuk (smp/j)

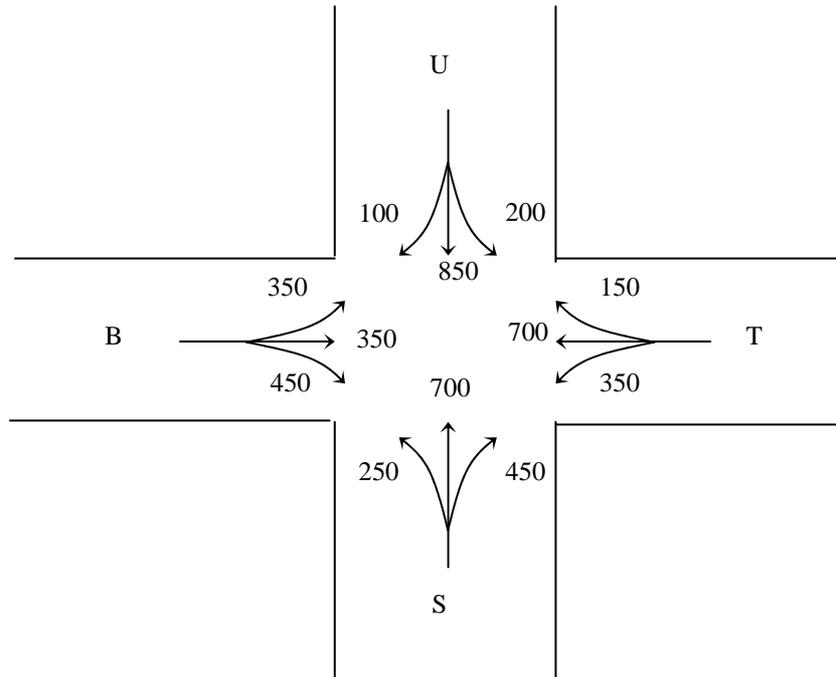


Simbol	Keterangan	Batas Untuk Desain
e	Lebar jalan masuk	4 – 15 M
V	Lebar setengah jalan tuju	2 – 7,3 M
l'	Rata-rata panjang pengembangan	1,0 – 100 M
S	Ketajaman weaving	0 – 2,9 M
D	Garis pusat bundaran	15 – 100 M
ϕ	Sudut masuk	10 – 60°
R	Jari-jari masuk	6 – 100 M

Contoh :

- Satu bundaran di persimpangan mempunyai garis pusat (D) = 65 M,
- Lebar jalan masuk (e) = 8,5 M
- Lebar setengah jalan tuju (V) = 7,3 M
- Rata-rata panjang kembangan (l') = 30 M
- Jari-jari jalan masuk (R) = 40 M
- Sudut masuk (ϕ) = 30°
- Volume lalu lintas (SMP/j) sebagai berikut :

Dari	KE				Jumlah Arus L.L Masuk
	U	S	T	B	
U	-	850	200	100	1150
S	700	-	450	250	1400
T	150	350	-	700	1200
B	350	450	350	-	1150



- Hitung kapasitas cadangan untuk persimpangan tersebut

○ **Penyelesaian :**

$$\begin{aligned}
 k &= 1 - 0,00347 (\phi - 30) - 0,978 \{ (1/R) - 0,05 \} \\
 &= 1 - 0,00347 (30 - 30) - 0,978 \{ (1/40) - 0,05 \} \\
 &= 1 + 0,02445 \\
 &= 1,02445
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 1,6 (e - V) / I' \\
 &= \frac{1,6(8,5 - 7,3)}{30} = 0,064
 \end{aligned}$$

$$x_2 = V + \frac{e - V}{(1 + 25)} = 7,3 + \frac{8,5 - 7,3}{(1 + 2 \cdot 0,064)} = 8,3638$$

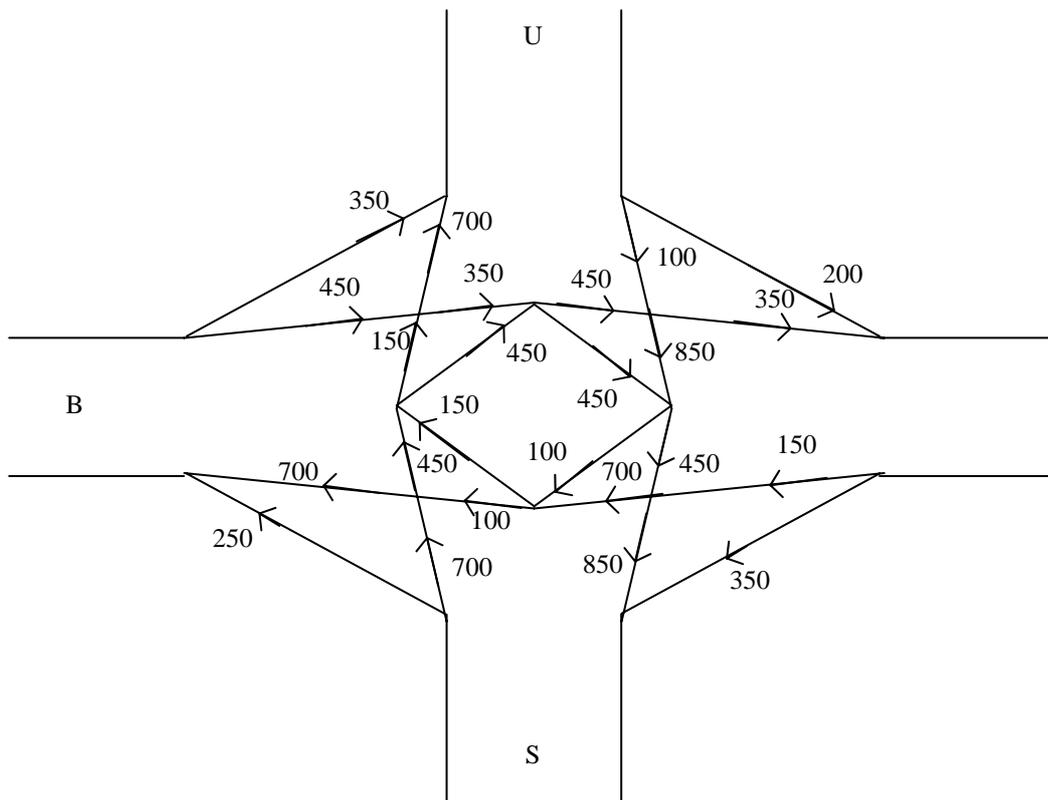
$$F = 303 * x_2 = 303 \times 8,3638 = 2534,23$$

$$M = e^{(D - 60)/10} = e^{(65 - 60)/10} = 1,6487$$

$$t_d = 1 + \frac{0,5}{(1 + M)} = 1 + \frac{0,5}{(1 + 1,6487)} = 1,1888$$

$$\begin{aligned}
 f_c &= 0,210 \cdot t_d (1 + 0,2 \cdot x_2) \\
 &= 0,210 \cdot 1,1888 (1 + 0,2 \cdot 8,3638) = 0,66725
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_e &= 1,02445 (2534,23 - 0,66725 \cdot Q_c) \\
 &= 2596,2 - 0,6836 \cdot Q_c
 \end{aligned}$$



- o Arus L.L mengelilingi :
 - UTARA = 350 + 450 + 450 = 1250 smp/j
 - SELATAN = 700 + 100 + 150 = 950 smp/j
 - TIMUR = 850 + 450 + 100 = 1400 smp/j
 - BARAT = 450 + 150 + 700 = 1300 smp/j

- o Muatan masuk (Q_c)
 - UTARA = 2596,2 - 0,6896 . 1250 = 1742 smp/j
 - SELATAN = 2596,2 - 0,6896 . 950 = 1947 smp/j
 - TIMUR = 2596,2 - 0,6896 . 1400 = 1639 smp/j
 - BARAT = 2596,2 - 0,6896 . 1300 = 1708 smp/j

Arah	Arus L.L Mengelilingi (smp/j) Q_c	Muatan Masuk (Q_c)	Arus L.L Masuk (Q_M)	Muatan Cadangan - Mc (%)
Utara	1250	1742	1150	51,5
Selatan	950	1947	1400	39,1
Timur	1400	1639	1200	36,6
Barat	1300	1708	1150	48,5

$$Mc = \frac{Q_c - Q_m}{Q_m} \times 100\%$$

