

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Bundaran

Bundaran (*Roundabout*) adalah salah satu jenis pengaturan lalu lintas dipersimpangan sebidang tanpa menggunakan lampu lalu lintas (walaupun pada prakteknya kadang juga dipasang lampu lalu lintas) yang berbentuk bundaran dan kendaraan yang melewatinya harus memutar dengan arah yang sama mengikuti bundarannya sebelum keluar pada lengan simpang yang di inginkan.

Bundaran dapat dianggap sebagai kasus istimewa dari kanalisasi. Karena pulau ditengahnya dapat bertindak sebagai pengontrol, pembagi dan pengarah bagi sistem lalu lintas satu arah. Pada cara ini gerakan penyilangan hilang dan digantikan dengan gerakan menyalip-nyalip berpindah-pindah jalur (Hobbs, 1995).

Jika kedua jalan mempunyai tingkat yang sama (tidak ada jalan utama atau pun jalan minor) maka aturan di Indonesia menyebutkan bahwa kendaraan harus memberikan prioritas kepada kendaraan lain yang datang tegak lurus dari sebelah kirinya. (Munawar, 2004).

2.1.1 Konsep Dasar Bundaran

Bundaran umumnya mempunyai tingkat keselamatan yang lebih baik dibanding jenis pengendalian persimpangan yang lain, tingkat kecelakaan lalu lintas bundaran sekitar 0,3 kejadian persatu juta kendaraan (tingkat kecelakaan lalu lintas pada persimpangan bersinyal 0,43 dan simpang tak bersinyal 0,6) karena rendahnya kecepatan lalu lintas (maksimum 50 km/jam) dan kecilnya sudut pertemuan titik konflik, dan pada saat melewati bundaran kendaraan tidak harus berhenti total saat volume lalu lintas rendah. (Dirjen Bina Marga, Khisty 2002 dan Lall, dan Pedoman

Bundaran Pd T-20-2004-B).

Bundaran digunakan didaerah perkotaan dan pedalaman bagi persimpangan antara jalan dengan arus lalu lintas sedang. Hal ini disebutkan dalam (PP no. 43 tahun 1993 pasal 63), yang membahas tentang Prasarana dan Lalu lintas jalan. Di dalam peraturan perundangan tersebut disebutkan bahwa “persimpangan sebidang yang tidak dikendalikan dengan alat isyarat lalu lintas, pengemudi wajib memberikan hak utama kepada: 1) kendaraan yang datang dari arah cabang persimpangan empat atau lebih dan sama besar, 2) kendaraan yang datang dari arah cabang persimpangan yang lurus pada persimpangan tiga tegak lurus”.

Menurut O’ Flaherty (1997) Bundaran sangat efektif dipergunakan sebagai suatu pengendalian persimpangan di daerah perkotaan dan luar kota yang memiliki beberapa karakteristik antara lain sebagai berikut.

1. Persentase volume lalu lintas yang belok kanan sangat banyak.
2. Tidak memungkinkan untuk membuat persimpangan dengan prioritas dari berbagai arah lengan pendekat.
3. Tidak seimbangny jumlah kejadian kecelakaan yang melibatkan pergerakan bersilang maupun menikung.
4. Mengurangi tundaan jika dibandingkan penggunaan persimpangan bersinyal.
5. Terdapat perubahan dari jalan dua arah menjadi jalan satu arah.

Bundaran lalu lintas digunakan untuk memperlambat kecepatan kendaraan. Namun tidak akan menghambat kendaraan tersebut secara besar seperti halnya ketika arus berhenti disaat lampu merah menyala. Teknik ini khususnya sangat bermanfaat jika digunakan pada jalan yang yang dimanfaatkan untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.

2.1.2 Tipe Bundaran

Bundaran efektif jika digunakan untuk persimpangan antara jalan-jalan yang sama ukuran dan tingkat arusnya. Oleh sebab itu bundaran sangat sesuai bagi persimpangan antara jalan dua lajur dan empat lajur. Ada beberapa bentuk dan tipe bundaran yang biasa digunakan dalam pengendalian persimpangan. Tipe bundaran dapat dilihat dari Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Tipe bundaran

Tipe bundaran	Jari-jari bundaran	Jumlah lajur masuk	Lebar lajur masuk (W1) (m)	Panjang jalinan (LW) (m)	Lebar jalinan (WW) (m)
R10-11	10	1	3,5	23	7
R10-22	10	2	7,0	27	9
R14-22	14	2	7,0	31	9
R20-22	20	2	7,0	43	9

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

Misal salah satu tipe bundaran adalah R10-11, artinya bahwa radius bundaran tersebut adalah 10 (sepuluh) m, satu lajur pada pendekat minor dan satu lajur pada pendekat mayor (utama). Semua bundaran dianggap mempunyai kereb dan trotoar yang cukup, dan trotoar yang cukup serta ditempatkan di daerah perkotaan dengan hambatan samping sedang. Semua gerakan membelok dianggap diperbolehkan.

Bundaran lalu lintas kecil merupakan bundaran dengan ukuran diameter bundaran yang lebih kecil atau sama dengan 4 meter. Bundaran lalu lintas sedang merupakan bundaran lalu lintas dengan ukuran pulau bundaran antara 4-25 meter. Selain bentuk bundaran lalu lintas kecil dan sedang ada juga bentuk bundaran konvensional yang merupakan bundaran yang berdiameter diatas 25 meter. Bundaran ini biasanya oleh pemerintah dikombinasikan dengan monumen, patung, maupun air mancur untuk memperindah kota. Sedangkan untuk kendaraan tidak bermotor

(*unmotorcycle*), menurut Dirjen Bina Marga, 1997 diperhitungkan sebagai hambatan samping.

2.1.3 Ukuran Kinerja Bundaran

Ukuran kinerja suatu bundaran dapat dikatakan baik bila memiliki kapasitas bundaran yang tinggi dibanding volume lalu lintas yang dilayaninya. Perbandingan ini disebut dengan derajat kejenuhan bundaran. Secara umum semakin rendah nilai derajat kejenuhan bundaran maka semakin baik kinerja bundaran. Disamping itu juga terdapat tundaan bundaran dan peluang antrian bundaran untuk menjadi ukuran kinerja bundaran, tetapi hal tersebut besarnya sangat tergantung dari nilai derajat kejenuhan bundaran.

Ukuran kinerja bundaran secara umum dalam analisis operasional pada bundaran yang dapat diperkirakan berdasarkan MKJI 1997 adalah kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian pada bagian jalinan bundaran.

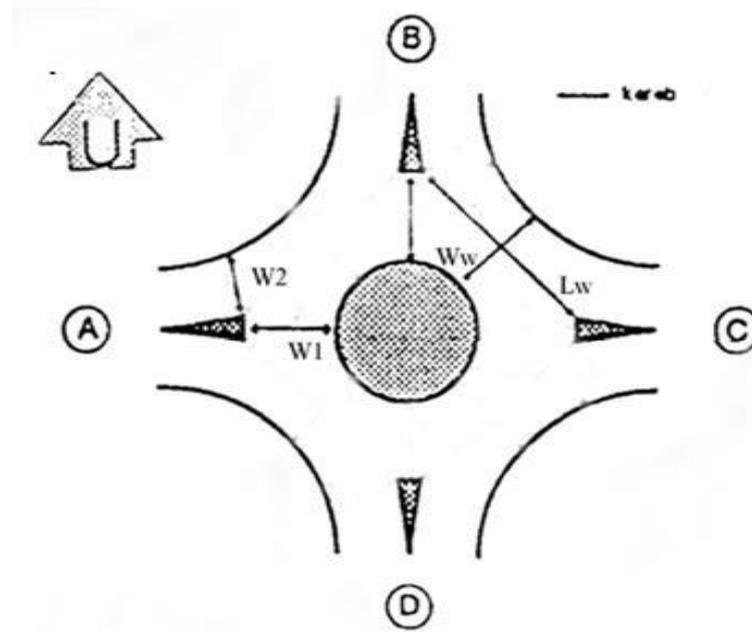
2.2 Data Masukan

2.2.1 Kondisi Geometri

Data geometri yang dibutuhkan untuk menganalisis bundaran sesuai ketentuan MKJI tahun 1997 adalah sebagai berikut.

1. Gambar tampak atas bundaran yang meliputi nama kota, nama propinsi, nama jalan, dan panah penunjukan arah utara.
2. Lebar pendekat, lebar jalinan, panjang jalinan dan lebar bahu.

Detail bagian jalinan bundaran dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Jalinan Bundaran

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

Keterangan :

W1 : Lebar pendekat 1 yang akan masuk ke bagian jalinan bundaran.

W2 : Lebar pendekat 2 yang akan masuk ke bagian jalinan bundaran.

Lw : Panjang jalinan

Ww : Lebar jalinan

WE : Lebar rata-rata pendekat untuk masing-masing bagian jalinan bundaran

2.2.2 Kondisi Lalu Lintas

Data masukan tentang kondisi lalu lintas terbagi dari tiga bagian, yaitu:

1. Sketsa arus lalu lintas menggambarkan gerakan dan dan arus lalu lintas

yang berbeda. Arus sebaiknya diberikan dalam kend/jam atau smp/jam.

Jika arus diberikan dalam LHRT maka harus menggunakan faktor k.

2. Komposisi lalu lintas kendaraan dalam keadaan ringan (LV), kendaraan berat (HV) dan sepeda motor (MC) (%).
3. Arus kendaraan tak bermotor dicatat guna menentukan rasio kendaraan tak bermotor.

Menurut (MKJI 1997, n.d.) beberapa komposisi lalu lintas dapat dibedakan sebagai berikut:

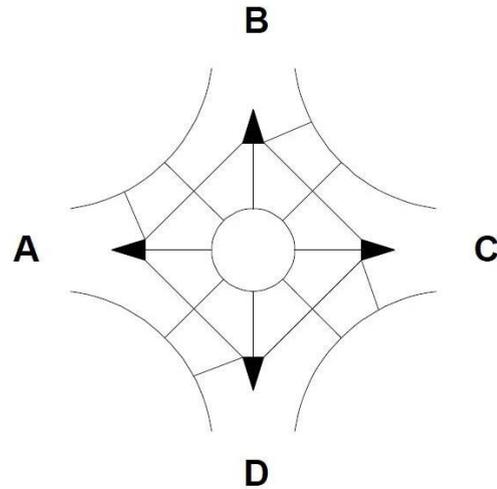
- a. Kendaraan berat (*Heavy vehicle/HV*) yang termasuk kedalam kelompok kendaraan ini diantaranya sebagai berikut:
 - Mikro bus, semua kendaraan yang digunakan untuk angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk 20 buah termasuk pengemudi.
 - Bus, semua kendaraan yang digunakan untuk angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk sebanyak 40 atau lebih termasuk pengemudi.
 - Truck, semua kendaraan angkutan bermotor beroda empat atau lebih dengan berat total lebih dari 2,5 ton. Termasuk disini adalah truck 2 as, truck 3as, truck tanki, mobil gandeng, semi trailer, dan trailer.
- b. Kendaraan ringan (*Light vehicle/LV*) adalah semua jenis kendaraan 18 bermotor beroda empat yang termasuk didalamnya:
 - Mobil penumpang, yaitu kendaraan bermotor beroda empat yang digunakan untuk mengangkut penumpang dengan maksimum 10 (sepuluh) orang termasuk pengemudi (sedan, jeep, minibus).

- *Pick-up*, mobil hantaran dan mikro truck, dimana kendaraan beroda empat dan dipakai untuk angkutan barang dengan berat total (kendaraan dan barang) kurang dari 2,5 ton.
- c. Sepeda motor (*Motorcycle/MC*) merupakan kendaraan bermotor beroda dua dengan jumlah penumpang maksimum 2 (dua) orang termasuk pengemudi. Termasuk disini adalah sepeda motor, *scooter*, sepeda kumbang dan sebagainya.
- d. Kendaraan tak bermotor (*Unmotorized/UM*) adalah kendaraan yang tidak menggunakan motor sebagai tenaga penggerak, termasuk didalamnya adalah sepeda, delman dan becak.

Data arus lalu lintas yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah data arus lalu lintas untuk masing-masing pergerakan. Data pergerakan lalu lintas yang dibutuhkan adalah volume dan arah gerakan lalu lintas pada saat jam sibuk. Klasifikasi kendaraan diperlukan untuk mengkonversikan kendaraan kedalam bentuk satuan mobil penumpang (smp) per jam. Untuk mendapatkan nilai smp diperlukan faktor konversi emp. Nilai emp kendaraan seperti dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai emp kendaraan

Tipe kendaraan	emp
Sepeda motor (MC)	0,5
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3



Gambar 2.2 Skema arus lalu lintas pada bundaran

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

Data arus lalu lintas yang diperlukan untuk perhitungan rasio jalinan dan rasio kendaraan tak bermotor yang memasuki bagian jalinan bundaran adalah jumlah lengan simpang dan arah gerakannya. Untuk bundaran dengan empat lengan maupun lebih dapat dihitung dengan rumus yang tersaji dalam Tabel 3.3

Tabel 2.3 Perhitungan arus masuk bagian jalinan bundaran untuk empat lengan termasuk putaran U

Bagian jalinan	Arus masuk bundaran (Qmasuk)	Arus masuk bagian jalinan (Q _{tot})	Arus menjalin (QW)	Rasio menjalin (PW)
AB	$A=ALT+AST+ART+AUT$	$A+D-DLT+CRT+CUT+BUT$	$A-ALT+DST+CRT+BUT$	$QWAB/QAB$
BC	$B=BLT+BST+BRT+BUT$	$B+A-ALT+DRT+DUT+CUT$	$B-BLT+AST+DRT+CUT$	$QWBC/QBC$
CD	$C=CLT+CST+CRT+CUT$	$C+B-BLT+ART+AUT+DUT$	$C-CLT+BST+ART+DUT$	$QWCD/QCD$
DA	$D=DLT+DST+DRT+DUT$	$D+C-CLT+BRT+BUT+AUT$	$D-DLT+CST+BRT+AUT$	$QWDA/QDA$

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

2.2.3 Rasio Jalinan Bundaran

Rasio menjalin pada masing-masing bagian jalinan merupakan rasio antara arus menjalin total dengan arus total. Perhitungan Rasio kendaraan bermotor dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.1.

$$PW = QW / QTOT \quad (2.1)$$

Keterangan :

QW : Arus menjalin total (smp/jam)

QTOT : Arus total (smp/jam)

PW : Rasio jalinan

Sedangkan Rasio kendaraan tak bermotor untuk bagian jalinan bundaran dihitung berdasarkan pembagian dari arus total kendaraan tak bermotor dengan arus total kendaraan bermotor dalam kend/jam yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.2.

$$PUM = QUM / QVEH \quad (2.2)$$

Keterangan:

QUM : Arus tak-bermotor total

QVEH : Arus total kendaraan bermotor (kend/jam)

PUM : Rasio kendaraan tak-bermotor

2.2.4 Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan yang diperlukan dalam perhitungan adalah sebagai berikut.

1. Ukuran Kota

Kelas ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk diseluruh daerah perkotaan dan dapat dilihat pada table 2.4.

Tabel 2.4 Kelas ukuran kota

Ukuran kota (CS)	Jumlah penduduk (juta)
Sangat kecil	<0,1
Kecil	0,1-0,5
Sedang	0,5-1,0
Besar	1,0-3,0
Sangat besar	>3,0

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

2. Tipe lingkungan jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut guna lahan dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tipe lingkungan jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dsb).

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

3. Kelas hambatan samping

Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeberangi jalur, angkutan kota dan bis berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas sebagai tinggi, sedang atau rendah.

2.3 Kapasitas

Syarat dasar bagi sistem transportasi adalah kemampuannya untuk memenuhi volume kebutuhan. Sebuah sistem kapasitas lalu lintas diukur dengan jumlah dari muatan atau jumlah penumpang yang dapat dipindahkan per jam atau per hari diantara dua titik oleh kombinasi yang diberikan dari bangunan tertentu dan peralatan. Kapasitas lalu lintas adalah sebuah fungsi dari kapasitas kendaraan, kecepatan, dan jumlah kendaraan yang dapat berada pada jalan raya pada suatu waktu (Hay, 1997).

Tujuan utama dari analisis kapasitas suatu jalan adalah untuk memperkirakan jumlah lalu lintas maksimum yang mampu dilayani oleh ruas jalan tersebut. Hal ini seperti yang telah diketahui bahwa suatu jalan terbatas daya tampungnya. Apabila suatu arus lalu lintas yang dioperasikan mendekati atau menyamai kapasitas yang ada, maka hal ini akan menimbulkan rasa sangat tidak nyaman bagi para pengguna jalan. Analisis kapasitas sendiri merupakan suatu rangkaian prosedur yang dipakai untuk memperkirakan kemampuan daya tampung suatu ruas jalan terhadap arus lalu lintas dalam suatu batasan kondisi operasional tertentu. Analisis ini dapat di terapkan

pada fasilitas jalan yang sudah ada untuk tujuan pengembangan.

Kapasitas sebagai jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati bagian yang diberikan dari sebuah jalur atau jalan raya pada satu atau kedua arah selama periode waktu yang diberikan di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang berlaku (Salter, 1980).

2.3.1 Kapasitas Dasar (CO)

Kapasitas dasar adalah kapasitas pada geometri dan persentase jalinan tertentu tanpa induksi faktor penyesuaian yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.2 dan Persamaan 2.3.

$$C_O = 135 \times W_W^{1.3} \times (1 + W_E / W_W)^{1.5} \times (1 - P_W / 3)^{0.5} \times (1 + W_W / L_W)^{-1.8} \quad (2.2)$$

$$W_E = \frac{1}{2} \times (W_1 + W_2) \quad (2.3)$$

Keterangan :

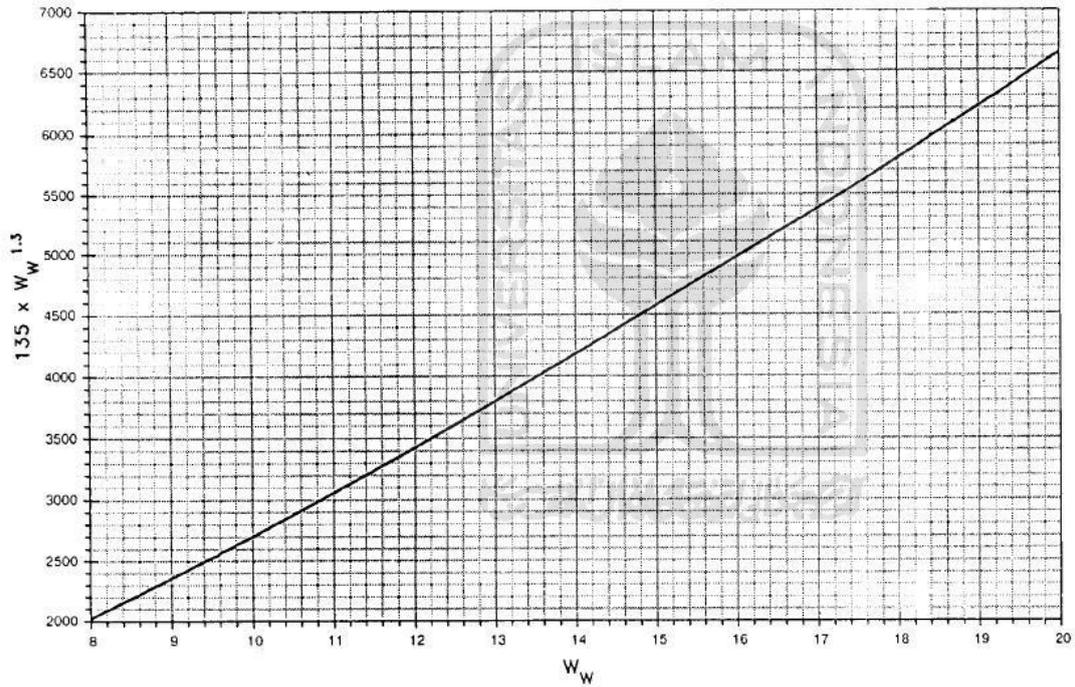
W_E : Lebar masuk rata-rata (m)

W_W : Lebar jalinan (m)

L_W : Panjang jalinan (m)

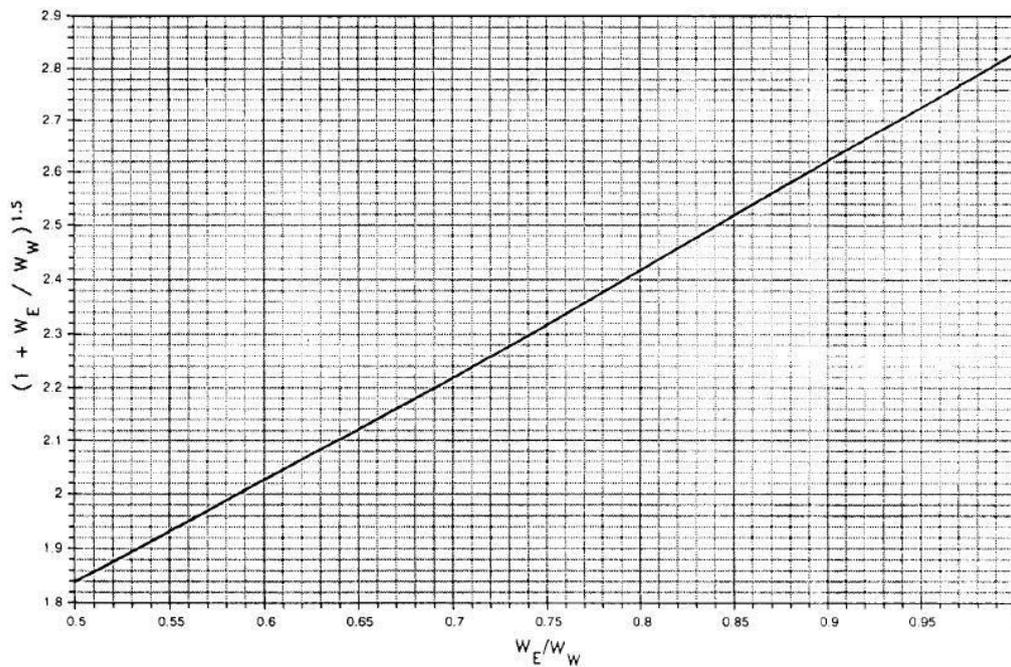
P_W : Rasio jalinan

Faktor $W_W = 135 W_W^{1.3}$ dapat ditentukan dengan bantuan Gambar 3.3, faktor $W_E / W_W = (1 + W_E / W_W)^{1.5}$ dapat ditentukan dengan bantuan Gambar 3.4, faktor $P_W = (1 - P_W / 3)^{0.5}$ dapat ditentukan dengan bantuan Gambar 3.5, dan faktor $W_W / L_W = (1 + W_W / L_W)^{-1.8}$ dapat ditentukan dengan bantuan Gambar 3.6.



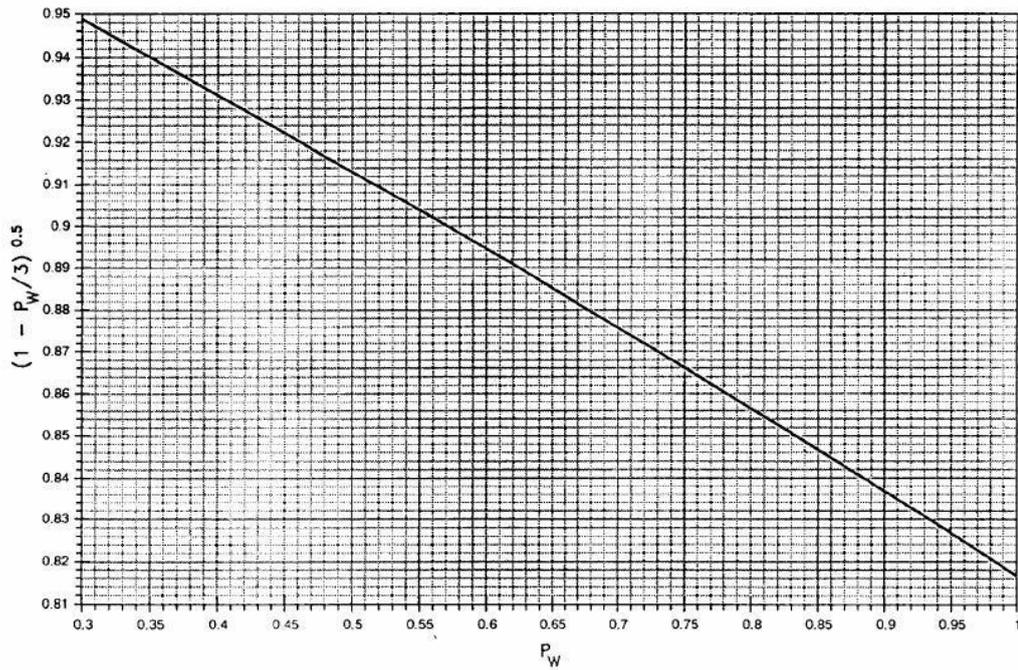
Gambar 2.3 Grafik faktor $WW = 135 WW^{1.3}$

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)



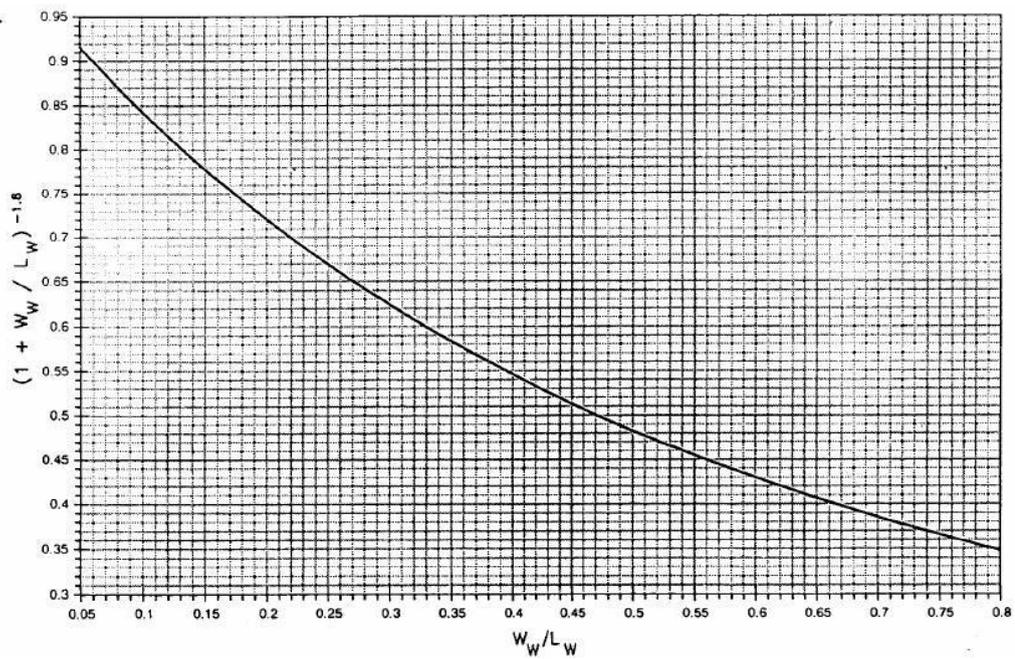
Gambar 2.4 Grafik faktor $WE / WW = (1 + WE / WW)^{1.5}$

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)



Gambar 2.5 Grafik faktor $PW = (1 - PW / 3)^{0.5}$

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)



Gambar 2.6 Grafik faktor $WW / LW = (1 + WW / LW)^{-1.8}$

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

2.3.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.6 berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa).

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)

Ukuran Kota (CS)	Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 - 0,5	0,88
Sedang	0,5 - 1,0	0,94
Besar	1,0 - 3,0	1,00
Sangat besar	> 3,0	1,05

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

2.3.3 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (FRSU) ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.7.

Tabel 2.7 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (FRSU)

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak-bermotor (P_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

2.3.4 Kapasitas (C)

Kapasitas sesungguhnya bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (CO) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Dalam menentukan besarnya kapasitas dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$C = CO \times FCS \times FRSU \quad (2.4)$$

Keterangan :

CO : Kapasitas dasar

FCS : Faktor penyesuaian ukuran kota

FRSU : Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan

2.4 Perilaku Lalu Lintas

Analisa operasional biasanya dikerjakan dengan tujuan untuk memperkirakan perilaku lalu lintas untuk denah, rencana geometrik, lingkungan dan situasi lalu lintas tertentu.

Untuk analisa perencanaan dan operasional bundaran yang sudah ada, tujuan analisa biasanya untuk membuat perbaikan kecil pada geometri simpang agar dapat mempertahankan perilaku lalu lintas yang diinginkan, sepanjang rute atau jaringan jalan. Perilaku lalu lintas berupa derajat kejenuhan $> 0,85$ selama jam puncak disarankan untuk dihindari. Antrian pada daerah keluar bundaran yang menutup daerah sirkulasi arus juga penting untuk dihindari (Dirjen Bina Marga, 1997).

2.4.1 Derajat kejenuhan

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah perbandingan rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) dan digunakan sebagai faktor kunci dalam menilai dan menentukan tingkat kinerja suatu segmen jalan.

Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah simpang tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam satuan yang sama yaitu smp/jam. Derajat kejenuhan digunakan untuk menganalisa perilaku lalu lintas. Derajat kejenuhan yang terjadi harus di bawah 0,85 dan perencanaan harus di bawah 0,85. Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.5, Persamaan 2.6, dan Persamaan 2.7 sebagai berikut.

$$DS = Q_{smp} / C \quad (2.5)$$

$$Q_{smp} = Q_{kendaraan} \times F_{smp} \quad (2.6)$$

$$F_{smp} = [LV\% + (HV\% \times emp_{HV}) + (MC\% \times emp_{MC})] / 100 \quad (2.7)$$

Keterangan:

Q_{smp} : Arus total (smp/jam)

F_{smp} : Faktor satuan mobil penumpang

C : Kapasitas (smp/jam)

2.4.2 Tundaan

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1997), tundaan didefinisikan sebagai waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang yang dibandingkan terhadap tanpa simpang yang dinyatakan dalam det/smp. Tundaan akan meningkat secara berarti dengan bertambahnya arus total, yaitu arus lalu-lintas pada jalan utama dan jalan simpang.

Menurut Hobbs (1995), tundaan rata-rata memiliki pengertian bahwa waktu tempuh yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Ada 2 macam tundaan yang terdiri dari beberapa hal seperti dibawah ini.

1. Tundaan lalu lintas memiliki pengertian bahwa waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.
2. Tundaan Geometri memiliki pengertian bahwa disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang berbelok dipersimpangan atau yang terhenti oleh lampu merah.

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu lintas per kendaraan yang masuk bagian jalinan. Tundaan lalu lintas ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan. Tundaan lalu lintas bagian jalinan dihitung menggunakan Persamaan 2.8 dan Persamaan 2.9 berikut ini.

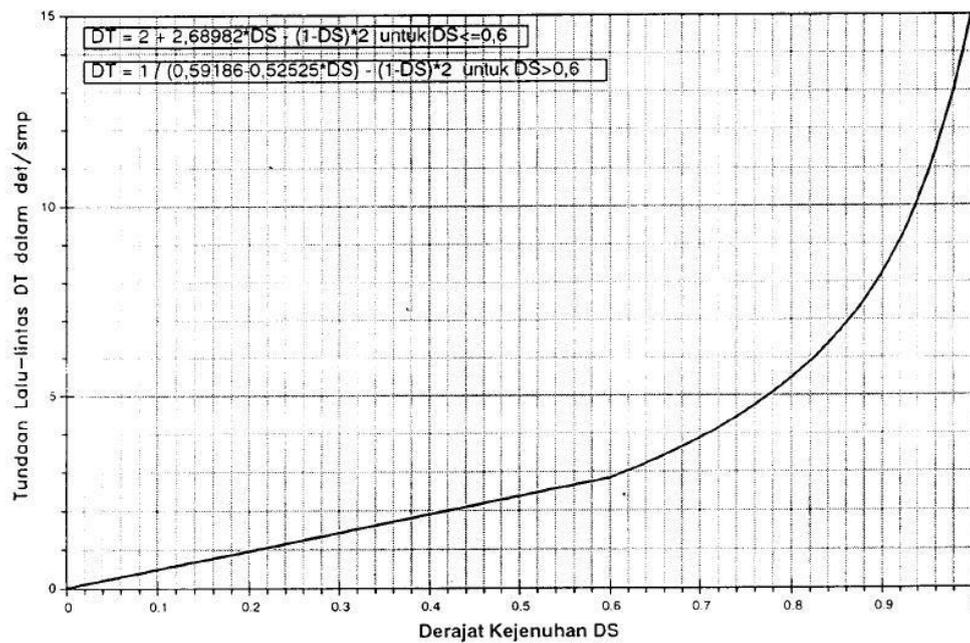
$$DT = 2 + 2,668982 \times DS - (1 - DS) \times 2 \text{ untuk } DS < 0,6 \quad (2.8)$$

$$DT = 1 / (0,59186 - 0,52525 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \text{ untuk } DS > 0,6 \quad (2.9)$$

Keterangan:

DS : Nilai derajat kejenuhan

Hubungan empiris antara tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tundaan lalu lintas vs Derajat kejenuhan

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

Tundaan lalu lintas bundaran adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam bundaran. Perhitungan tundaan lalu lintas bundaran menggunakan Persamaan 2.10 sebagai berikut.

$$DTR = \sum (Q_i \times DT) / Q_{\text{masuk}} ; i = 1 \dots n \quad (2.10)$$

Keterangan:

i : Bagian jalinan i dalam bundaran

- n : Jumlah bagian jalinan dalam bundaran
 Q_i : Arus total pada bagian jalinan i (smp/jam)
 DT_i : Tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp)
 Q_{masuk} : Jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

Tundaan bundaran (DTR) adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran. Perhitungan tundaan bundaran adalah dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) dan menggunakan Persamaan 2.11 sebagai berikut.

$$DR = DTR + 4 \text{ (det/smp)} \quad (2.11)$$

Keterangan:

DTR : Tundaan lalu lintas bundaran

2.4.3 Peluang Antrian

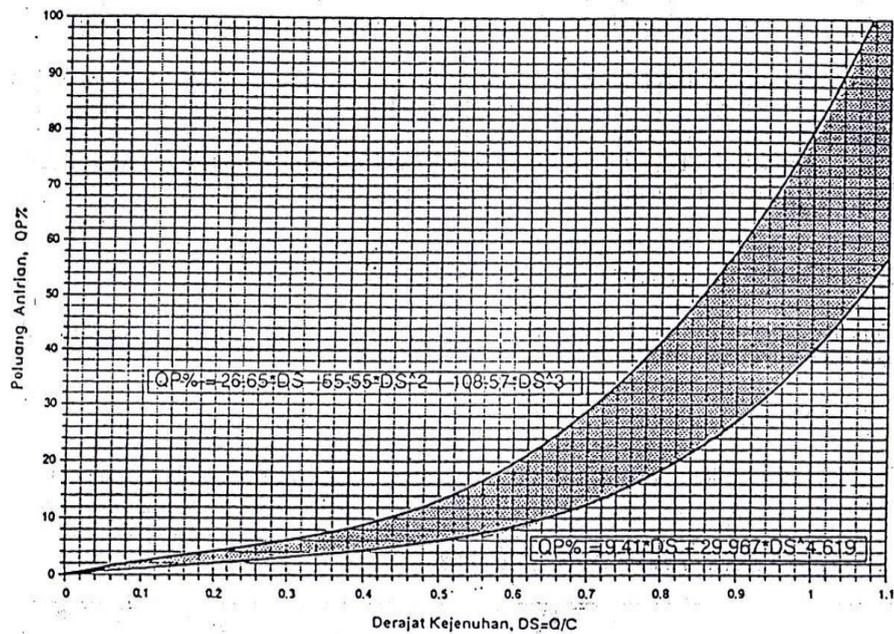
Peluang antrian $QP\%$ pada bagian jalinan ditentukan berdasarkan kurva hubungan antara peluang antrian dengan derajat kejenuhan (Gambar 2.8). Sehingga peluang antrian bundaran dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.12.

$$QPR\% = \text{maks. dari } (QP_i\%) \quad (2.12)$$

Keterangan:

$QPR\%$: Peluang antri bagian jalinan i

i : Bagian jalinan i dalam bundaran, $i = 1, 2, \dots, n$



Gambar 2.8 Grafik peluang antrian pada bagian jalinan bundaran

(Sumber: Dirjen Bina Marga, 1997)

2.4.4 Perhitungan Proyeksi Lalu Lintas Harian Rata-rata

Untuk memproyeksikan lalu lintas harian rata-rata pada tahun yang ditinjau digunakan Persamaan 2.13 sebagai berikut.

$$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n \quad (3.13)$$

Keterangan:

LHR_n : Lalu lintas harian rata-rata tahun yang ditinjau

LHR_o : Lalu lintas harian rata-rata pada saat sekarang

i : Angka pertumbuhan lalu lintas (%)

n : Jangka waktu tinjauan (tahun)

2.4.5 Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan

Tingkat pelayanan (*Level of Service*) merupakan tingkat kualitas arus lalu lintas yang sesungguhnya terjadi. Tingkat ini dinilai oleh pengemudi atau

penumpang berdasarkan tingkat kemudahan dan kenyamanan pengemudi didasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak (manuver).

Enam tingkat pelayanan dibatasi untuk setiap tipe dari fasilitas lalu lintas yang akan digunakan dalam prosedur analisis yang disimbolkan dengan huruf A sampai dengan F, dimana tingkat pelayanan A menunjukkan yang terbaik dan tingkat pelayanan F menunjukkan tingkat pelayanan terburuk. Tingkat pelayanan pada persimpangan berhubungan dengan kondisi tundaan.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015 tentang tingkat pelayanan pada persimpangan, diklasifikasikan sebagai berikut.

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik per kendaraan.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik per kendaraan.
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan.