

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Simpang**

Simpang merupakan simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan saling berpotongan. Arus lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan arus lalu lintas lainnya. Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadi konflik antara kendaraan lainnya ataupun kendaraan dengan pejalan kaki. Persimpangan merupakan faktor yang penting didalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan.

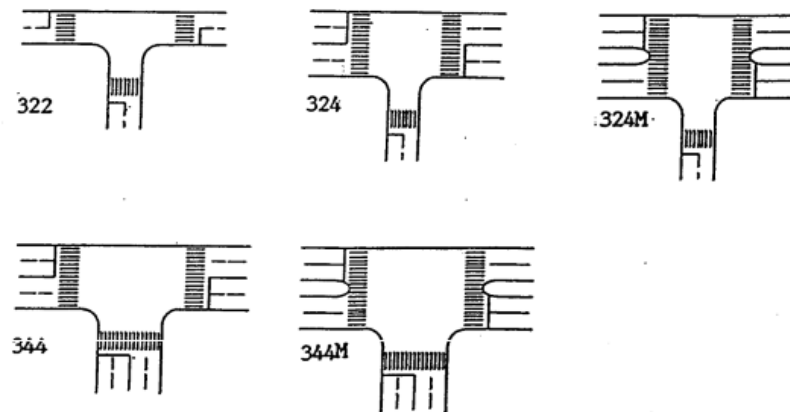
Persimpangan dapat dibagi atas dua jenis yaitu (Morlok, 1991):

1. Persimpangan sebidang (At Grade Intersection).  
Yaitu pertemuan antara dua atau lebih jalan dalam satu bidang yang mempunyai elevasi yang sama. Desain persimpangan sebidang ini berbentuk huruf T, huruf Y, persimpangan empat kaki, serta persimpangan berkaki banyak.
2. Persimpangan tak sebidang (Interchange).  
Yaitu suatu persimpangan dimana jalan yang satu dengan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi antara keduanya.

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan. Jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

Tipe simpang ditentukan oleh jumlah lengan simpang dan jalur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan menggunakan kode tiga angka



**Gambar 2. 1 Ilustrasi Tipe Simpang Tiga Tak Bersinyal**

Sumber: manual kapasitas jalan Indonesia, 1997

Kode tiga angka pada tipe persimpangan tiga lengan memiliki arti pada angka pertama pada kode tersebut menunjukkan banyaknya jumlah lengan persimpangan, angka kedua menunjukkan jumlah lajur pada jalan utama dan angka ketiga menunjukkan jumlah jalan minor.

### 2.1.1 Simpang Sebidang

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) adalah persimpangan di mana dua jalan raya atau lebih bergabung, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya. Jumlah jalan Simpang sebidang tidak boleh melebihi dari 4 buah, sebab demi kesederhanaan dalam perancangan dan pengoperasian. Hal ini untuk membatasi jumlah titik konflik dan membantu pengemudi untuk mengamati keadaan. Jika terdapat volume lalu lintas belok kiri dan kanan yang besar, maka perlu penambahan jalur yang dapat diperoleh dengan cara pelebaran (*Widening*), yaitu salah satu bentuk pelebaran jalan, baik pada arus yang mendekat, arus prioritas maupun arus memotong dibutuhkan perencanaan yang lebih lengkap. Ada empat elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang:

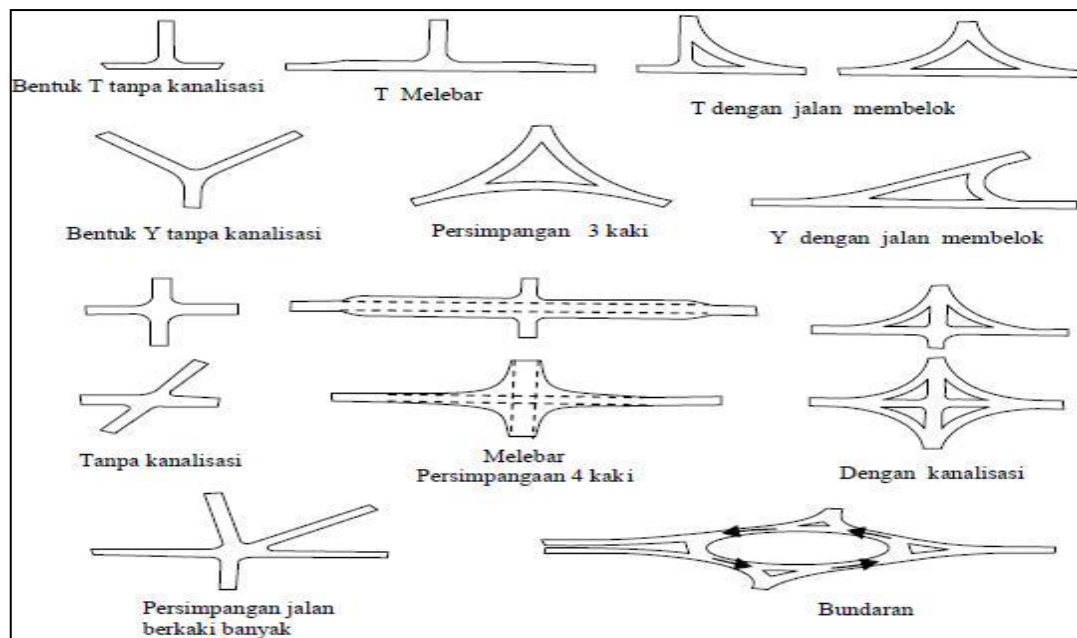
1. Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi, dan waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi.
2. Pertimbangan lalu-lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan kendaraan, dan ukuran serta penyebaran kendaraan.

3. Elemen-elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang
4. Saling berdampingan, jarak pandang dan fitur-fitur geometris.
5. Faktor ekonomi, seperti biaya dan manfaat, dan konsumsi energi.

Perencanaan persimpangan yang baik akan menghasilkan operasioanal yang baik seperti waktu tunda, panjang antrian dan kapasitas. Beberapa jenis pertemuan sebidang, yaitu:

1. Persimpangan Tipe "T" tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan.
2. Persimpangan Tipe "T" tanpa kanal dan dengan lebar tambahan.
3. Persimpangan Tipe "T" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.
4. Persimpangan Tipe "Y" tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan.
5. Persimpangan Tipe "Y" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.
6. Persimpangan Tipe "Y" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.

Jenis-jenis Persimpangan sebidang dapat di lihat pada gambar di bawah ini



**Gambar 2. 2 Berbagai Jenis Persimpangan Jalan Sebidang**

Sumber: (Morlok, 1991)

Jenis pertemuan sebidang tersebut menggambarkan tipe persimpangan sebidang secara skematik mulai dari bentuk yang sederhana sampai yang kompleks. Persimpangan jalan tanpa kanalisasi adalah yang termurah dan paling sederhana. Pada jenis ini, titik pertemuan jalan dibuat melengkung untuk memudahkan kendaraan yang akan membelok kiri. Pada jalan dengan volume lalu lintas atau kemungkinan pemasangan kerb agar kendaraan tidak keluar dari lapis kendaraan. Pada persimpangan jalan berbentuk Y atau yang serupa, sebaiknya disediakan kanalisasi mengingat kendaraan bertemu pada sudut yang kurang menguntungkan. Pada bentuk melebar diperlukan Jalan masuk untuk

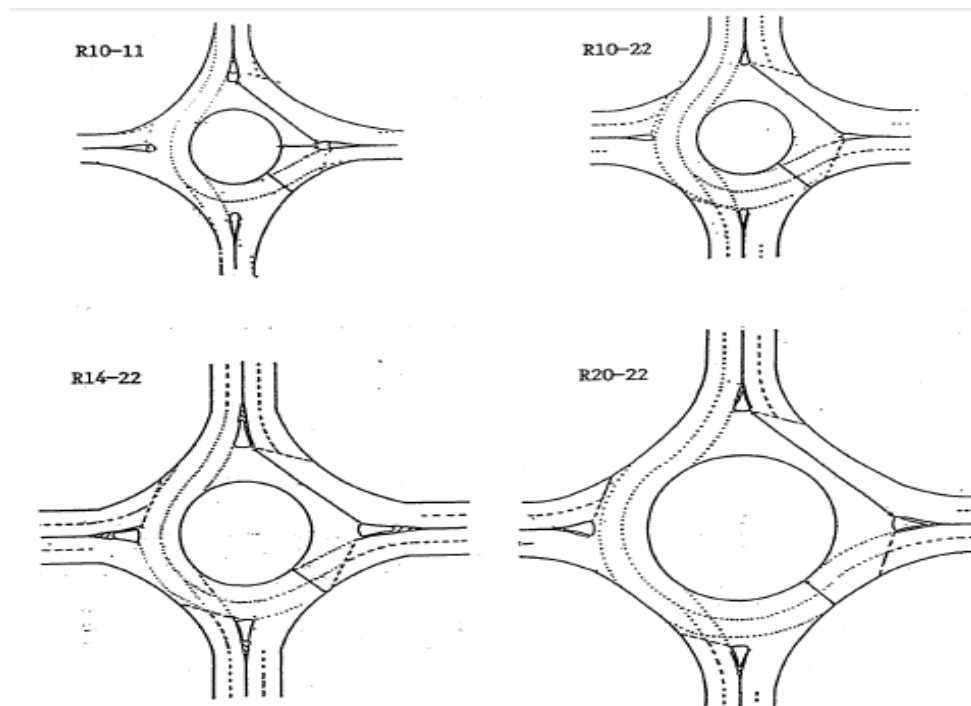
memungkinkan perlambatan kendaraan menjelang aliran lalu lintas lurus dan pelebaran jalur untuk penggabungan ke dalam aliran lalu lintas. Permasalahan yang sering terjadi pada arus pertemuan sebidang adalah timbulnya titik konflik dalam pergerakan kendaraan. Permasalahan utama yang dihadapi sebuah persimpangan adalah titik konflik antara berbagai pergerakan, pergerakan ini dikelompokkan berdasarkan arah dan jumlah kaki pada persimpangan tersebut. Pergerakan yang datang dari jalan yang saling berpotongan merupakan konflik utama, sedangkan pergerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan gerakan lalu lintas membelok merupakan konflik kedua.

### **2.1.1 Pengertian Bundaran**

Bundaran (*roundabout*) merupakan salah satu jenis pengendalian persimpangan yang umumnya dipergunakan pada daerah perkotaan dan luar kota sebagai titik pertemuan antara beberapa ruas jalan dengan tingkat arus lalu lintas relatif lebih rendah dibandingkan jenis persimpangan bersinyal maupun persimpangan tidak bersinyal (MKJI 1997). Perhitungan kinerja bundaran termasuk dalam bagian perhitungan kinerja weaving section sebagaimana tercantum dalam MKJI 1997. Bundaran memiliki tingkat keselamatan yang lebih baik dibandingkan jenis pengendalian persimpangan yang lain, tingkat kecelakaan lalu lintas bundaran sekitar 0,3 kejadian per juta kendaraan (tingkat kecelakaan lalu lintas pada persimpangan bersinyal 0,43 dan simpang tak bersinyal 0,6) karena pertemuan titik konflik dan pada saat melewati bundaran kendaraan tidak harus berhenti saat volume lalu lintas rendah (MKJI 1997). 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 dimanfaatkan untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi. Di sisi lain, gerakan kendaraan yang masuk ke bundaran hampir menghilangkan potensi kecepatan tinggi dan sudut kanan, kiri dan belakang berkurang dari resiko tabrakan pada bundaran. Perencanaan simpang berbentuk bundaran merupakan bagian dari perencanaan jalan raya yang amat penting. Pada bundaran terjadi konflik antara kendaraan yang berbeda kepentingan, asal maupun tujuan. Berkaitan dengan hal tersebut perencanaan bundaran harus direncanakan dengan cermat, sehingga tidak menimbulkan akses yang lebih buruk, misalnya kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas menimbulkan kerugian yang lebih besar yaitu biaya yang makin tinggi akibat pemborosan bahan bakar, polusi udara, kebisingan dan keterlambatan arus barang dan jasa.

### 2.1.2 Jenis Bundaran

Jenis bundaran dikelompokkan berdasarkan dimensi masing-masing



**Gambar 2. 3 Ilustrasi Tipe Bundaran**

Sumber: MKJI 1997

**Tabel 2.1 Tipe Bundaran**

| Tipe Bundaran | Jari-jari Bundaran (m) | 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: MKJI 1997

Tipe bundaran berdasarkan jumlah lengan simpang terdiri dari 3 yakni bundaran dengan lengan simpang tiga, bundaran dengan lengan simpang 4, serta bundaran dengan lengan simpang 5.

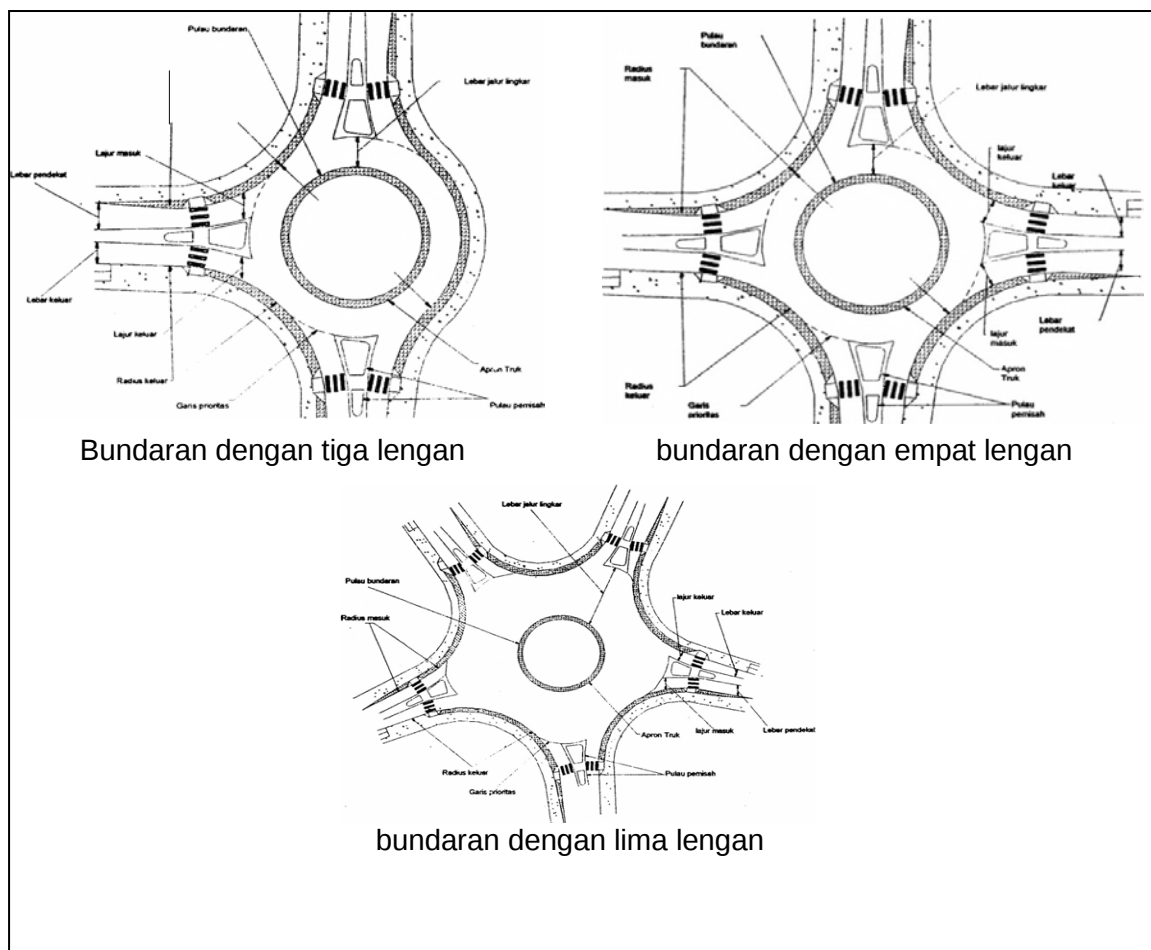
Terdapat tiga tipe dasar bundaran :

1. Bundaran normal, yaitu bundaran yang mempunyai satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran tersebut dengan diameter empat meter atau lebih dan biasanya dibagian pendekat jalannya melebar.

2. Bundaran mini, yaitu bundaran yang memiliki satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran berupa marka bundaran yang ditinggikan diameternya kurang dari empat meter dan bagian pendekat jalannya melebar atau tidak dilebarkan.
3. Bundaran ganda, yaitu persimpangan individual dengan dua buah bundaran, bundaran normal atau bundaran mini yang berdekatan.

Bundaran dapat bertindak sebagai pengontrol, pembagi dan pengarah bagi sistem lalu lintas yang berputar searah. Gerakan menerus dan membelok yang besar pada seluruh kaki pertemuan jalan akan mengurangi sumber kecelakaan dan memberikan kenyamanan yang lebih pada kondisi pengemudi (Hobbs, 1995). Bundaran lebih disukai karena dapat mengurangi tundaan dan memungkinkan banyak kendaraan memotong simpang tanpa harus berhenti total (MKJI, 1997).

Jenis bundaran berdasarkan jumlah lengan simpang terdiri dari bundaran dengan



**Gambar 2. 4 Ilustrasi Tipe Bundaran Berdasarkan Jumlah Lengan Simpang**  
 Sumber: Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang

### 2.1.3 Arus Lalu Lintas

Arus lalu-lintas menurut Manual kapasitas jalan Indonesia (1997), arus lalu-lintas adalah jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu dihilu, pendekat per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam. Nilai arus lalu-lintas (Q) mencerminkan komposisi arus lalu-lintas dalam satuan mobil penumpang (smp). Ekuivalensi mobil penumpang (emp) dapat diturunkan secara empiris untuk setiap tipe kendaraan sebagai berikut :

1. Kendaraan ringan / *Light vehicle* (LV)  
Terdiri dari minibus, mobil penumpang, pick up, jeep
2. Kendaraan berat / *Heavy Vehicle* (HV)  
Terdiri dari truck 2 as, truck 3 as dan bus
3. Sepeda motor / *Motor Cycle*(MC)  
Terdiri dari sepeda motor dan kendaraan roda 3
4. Kendaraan tak bermotor / *Unmotorised* (UM)  
Terdiri dari sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong.

### 2.1.4 Satuan Mobil Penumpang

Data arus lalu-lintas yang didapat dengan metode observasi di lapangan ialah dalam bentuk data arus lalu-lintas dengan satuan kendaraan/jam. Sedangkan untuk pengolahan data selanjutnya satuan yang digunakan adalah satuan mobil penumpang (smp). Oleh karena itu, untuk mengolah data arus lalu-lintas yang diperoleh dari lapangan, dilakukan konversi dari satuan kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan nilai ekuivalensi mobil penumpang (emp).

**Tabel 2. 2 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang untuk persimpangan tak bersinyal(emp)**

| Jenis Kendaraan       | Nilai Pendekat |
|-----------------------|----------------|
| Kendaraan ringan (LV) | 1,0            |
| Kendaraan berat (HV)  | 1,3            |
| Sepeda motor (MC)     | 0,5            |

Sumber: MKJI 1997

## 2.2 Faktor Penentu Kinerja Bundaran

Metode yang digunakan dalam perhitungan kinerja bundaran adalah dengan mengacu pada manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997 bab 3 (bagian jalinan). Faktor penentu kinerja bundaran terdiri dari kondisi lingkungan, kondisi geometrik, serta kondisi arus lalu lintas

### 2.2.1 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan di sekitar persimpangan ikut mempengaruhi kapasitas dimana letak persimpangan berada, antara lain lingkungan pemukiman, lingkungan komersial (perkantoran, pertokoan, restoran).

#### 1) Ukuran Kota

Kelas ukuran kota digunakan karena merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas. Kelas ukuran kota dikategorikan jumlah penduduk di seluruh daerah perkotaan dalam juta.

**Tabel 2. 3 Kelas Ukuran Kota**

| Ukuran kota  | Jumlah penduduk<br>(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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

#### 2) Tipe lingkungan jalan

Tipe lingkungan jalan merupakan salah satu syarat untuk menentukan nilai faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU) yang merupakan salah satu faktor penentu kapasitas. Tipe 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 dengan bantuan tabel dari MKJI dibawah ini.

**Tabel 2. 4 Tipe Lingkungan Jalan**

|                |                                                                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Komersial      | Guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan. |
| Permukiman     | 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 dbs).               |

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

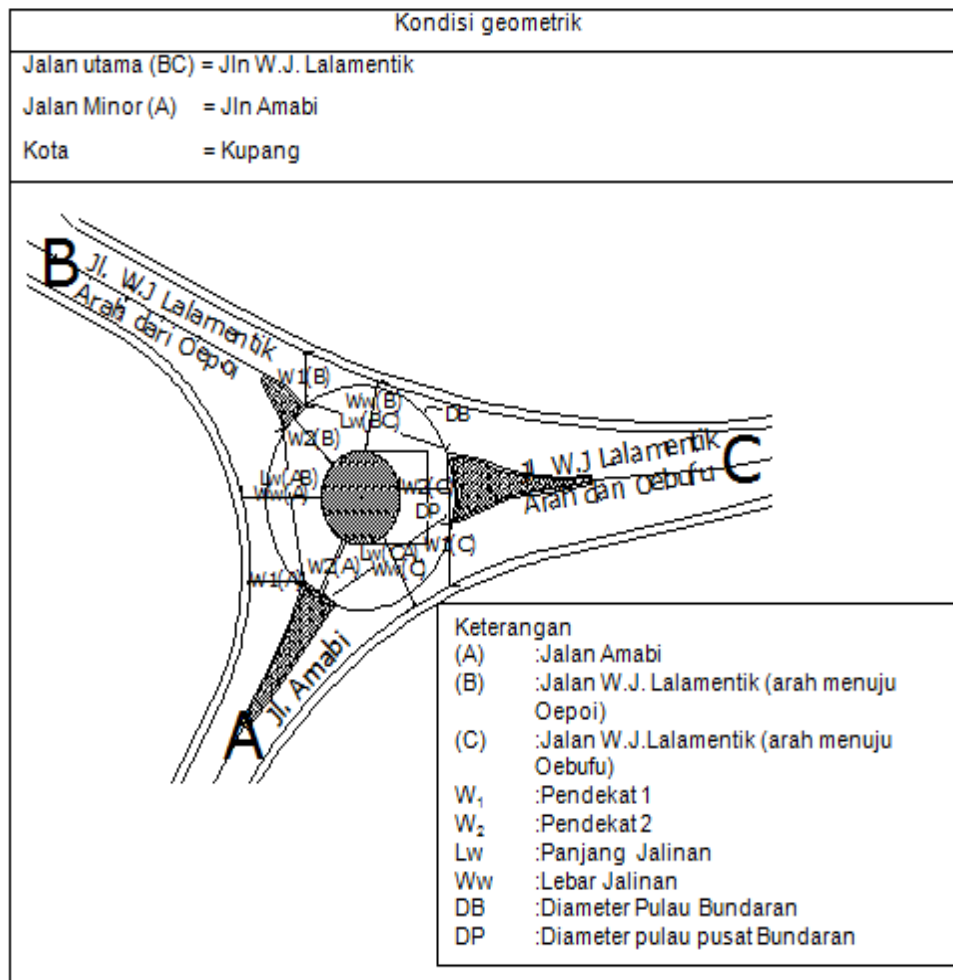
3) Kelas hambatan samping

Kelas hambatan samping merupakan salah satu syarat untuk menentukan nilai factor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU) yang merupakan salah satu factor penentu kapasitas. 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 menaik dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kuantitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas sebagai tinggi, sedang atau rendah.

**2.2.2 Kondisi Geometrik Jalinan Bundaran**

Kondisi Geometrik Jalinan Bundaran Meliputi Diameter jalinan bundaran, Lebar Pendekat, Panjang jalinan, Lebar jalinan. Data kondisi geometrik jalinan bundaran yang didapat

kemudian diolah digunakan untuk menentukan kapasitas kinerja jalinan bundaran yang pada akhirnya menentukan kinerja jalinan bundaran.



**Gambar 2. 5 Contoh Sketsa Data Masukan Geometrik**

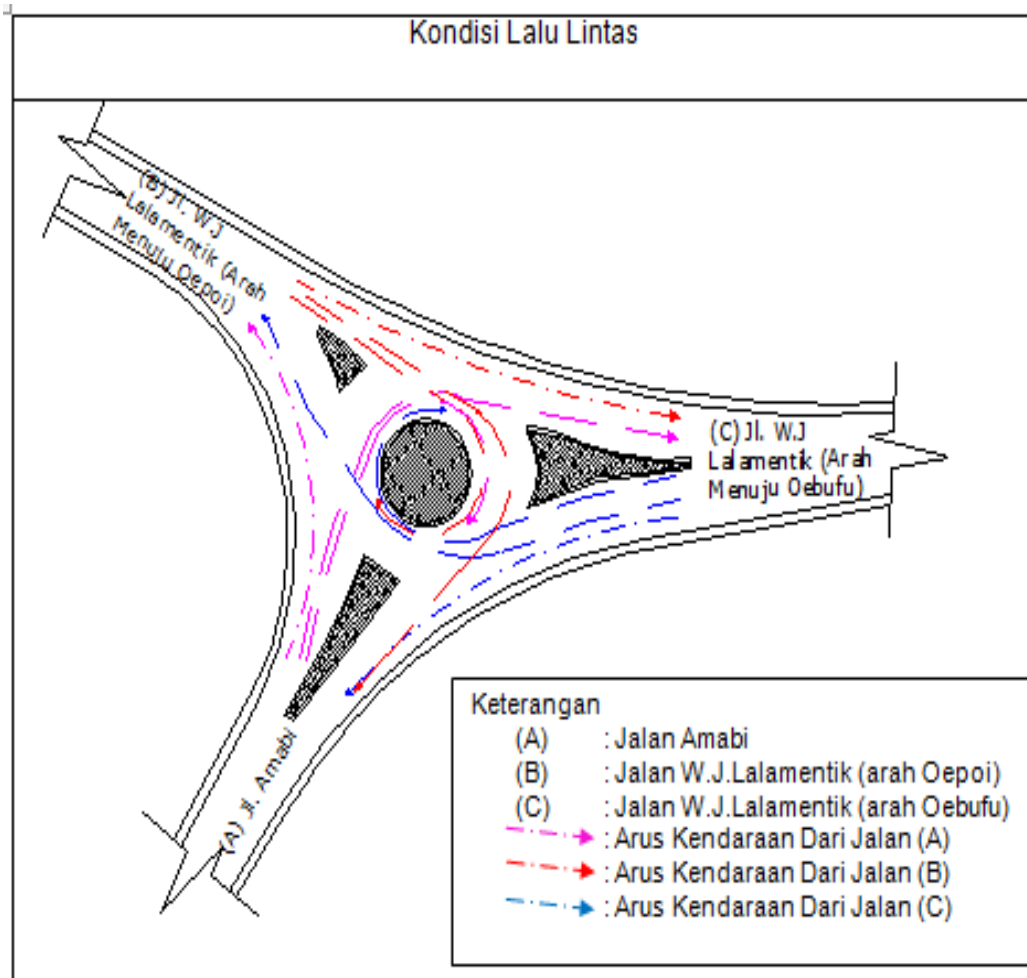
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

### 2.2.3 Kondisi Lalu Lintas

Kondisi arus lalu lintas dapat ditentukan menurut lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dengan faktor-k yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam atau menurut arus lalu lintas jam rencana QDH.

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

- a. Sketsa arus lalu lintas menggambarkan gerakan dan arus lalu lintas yang berbeda. Arus sebaiknya diberikan kedalam kend/jam atau smp/jam. Jika arus diberikan dalam LHRT, faktor-k untuk dikonversi menjadi arus perjam.
- b. Komposisi lalu lintas dalam kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV) dan sepeda motor (MC) dalam (%)
- c. Arus kendaraan tak bermotor



**Gambar 2. 6 Contoh Sketsa Kondisi Lalu Lintas**

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

### 2.2.3 Rasio bagian jalinan

Rasio jalinan bundaran adalah perbandingan antara arus yang menjalin dengan arus masuk bagian jalinan. Untuk mengetahui rasio jalinan diperlukan data-data arus masuk bundaran yang diperoleh dari perjumlahan komposisi arus lalu lintas.

**Tabel 2.5 Rasio Tiap Jalinan Bundaran Simpang Tiga**

| Bagian Jalinan | Arus masuk bundaran Q masuk               | Arus masuk bagian jalinan Q <sub>tot</sub> | Arus menjalin (Q <sub>w</sub> ) | Rasio menjalin P <sub>w</sub> |
|----------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| AB             | $Q_A = A_{LT} + A_{RT} + C_{ST} + A_{UT}$ | $Q_A + Q_C - C_{LT} + B_{UT}$              | $A - A_{LT} + C_{LT} + B_{UT}$  | $QW_{AB}/Q_{AB}$              |
| BC             | $Q_B = B_{ST} + B_{RT} + A_{RT} + B_{UT}$ | $Q_B + Q_A - A_{LT} + C_{UT}$              | $B - B_{ST} + A_{RT} + C_{UT}$  | $QW_{BC}/Q_{BC}$              |
| CA             | $Q_C = C_{LT} + C_{ST} + B_{RT} + C_{UT}$ | $Q_C + Q_B - B_{ST} + A_{UT}$              | $C - C_{LT} + B_{RT} + A_{UT}$  | $QW_{CA}/Q_{CA}$              |

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Keterangan

- Q = Arus masuk bundaran (smp)  
 Q<sub>tot</sub> = Arus masuk bagian jalinan (smp)  
 Q<sub>w</sub> = Arus menjalin (smp)  
 UT = arus kendaraan yang memutar balik  
 ST = arus kendaraan yang lurus  
 RT = Arus kendaraan yang belok kanan  
 LT = Arus kendaraan yang belok kiri

## 2.3 Analisis Kapasitas Jalinan Bundaran

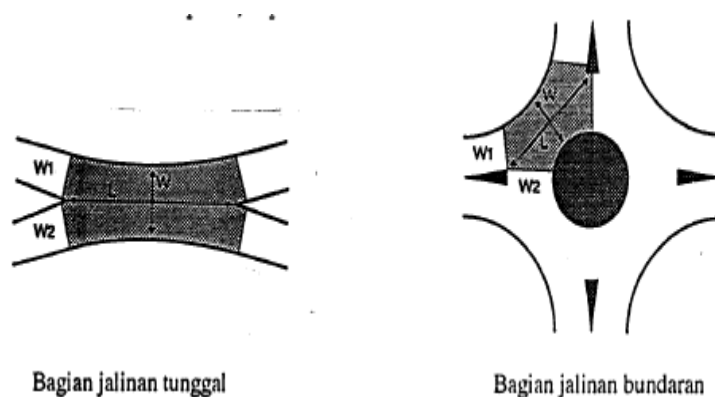
### 2.3.1 Parameter Geometrik Bagian Jalinan

- Lebar pendekat (W1, W2), lebar masuk rata-rata (WE), lebar jalinan (Ww) dan panjang jalinan (Lw). Pada pendekat dan bagian jalinan yang sisi jalannya banyak digunakan parkir, lebar masuk pendekat pada masing-masing sisi yang dipakai parkir sebaiknya dikurangi 2 m.
- Hitung lebar masuk rata-rata (WE) untuk masing-masing bagian jalinan.

$$WE = \frac{W1+W2}{2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Jika W1 > W, W1 = W

W2 > W, W2 = W



**Gambar 2. 7 Tipe Ukuran Bagian Jalinan**

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

### 2.3.2 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$C0 = 135 \times Ww^{1,3} \times (1 + WE/Ww)^{1,5} \times (1 - pW/3)^{0,5} \times (1 + Ww/Lw)^{-1,8} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan

$C_0$  = Kapasitas dasar (smp/jam)

$W_w$  = Lebar jalinan (m)

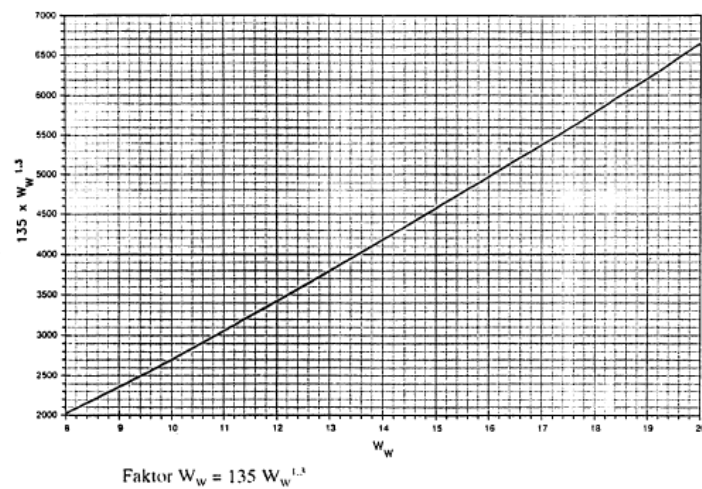
$W_E$  = Lebar masuk rata-rata (m)

$pW$  = Rasio menjalin

$L_w$  = Kapasitas Dasar

### 2.3.2.1 Lebar Jalinan

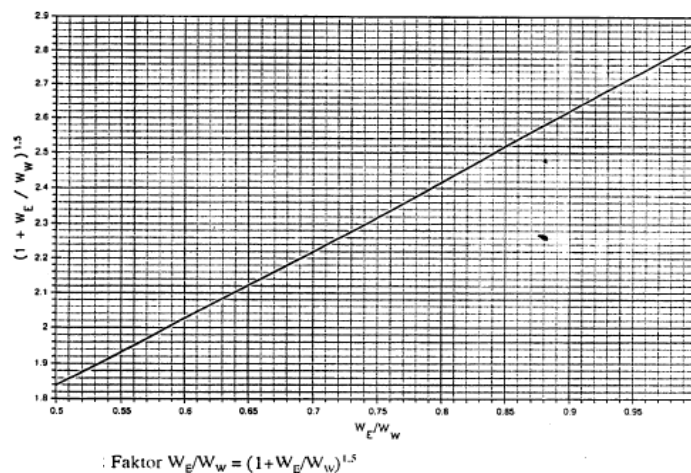
Faktor penyesuaian lebar jalinan  $W_w = 135 \times W_w^{1,3}$  dengan bantuan gambar di bawah.



**Grafik 2. 1 Faktor Penyesuaian Lebar Jalinan**

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

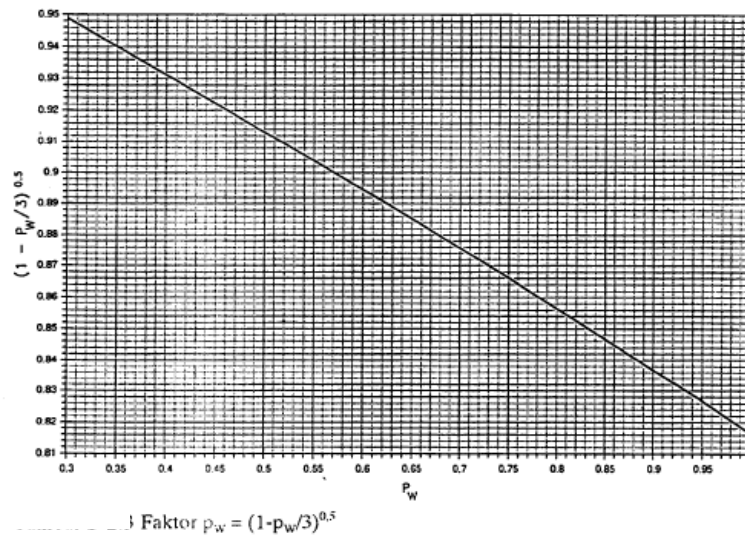
### 2.3.2.2 Lebar Masuk Rata-Rata



**Grafik 2. 2 Faktor Penyesuaian Lebar Masuk Rata-Rata**

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

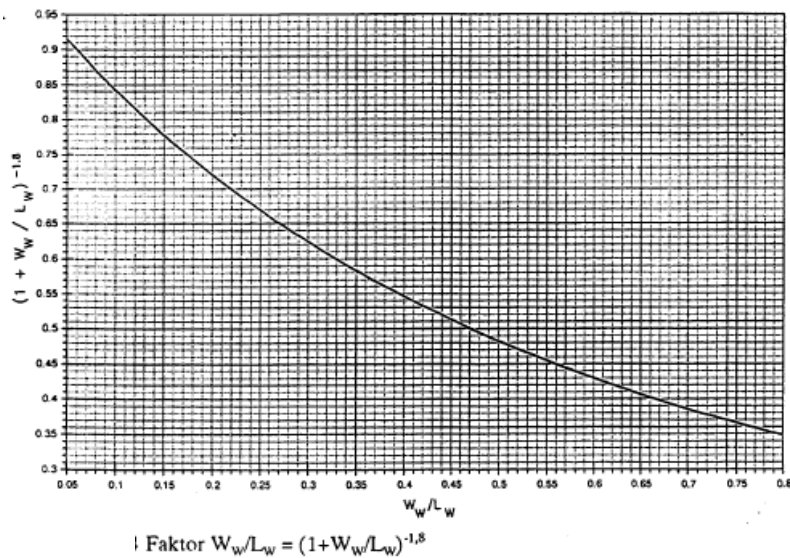
### 2.3.2.3 Rasio Menjalin



**Grafik 2. 3 Faktor Penyesuaian Rasio Menjalin**

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

### 2.3.2.4 Kapasitas Dasar



**Grafik 2. 4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Dasar**

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

### 2.3.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

Faktor penyesuaian ukuran kota merupakan salah satu faktor yang digunakan untuk menentukan kapasitas bundaran. Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan

berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa) dinyatakan dalam bentuk dalam tabel seperti di bawah ini.

**Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)**

| Ukuran kota (CS) | Penduduk (juta jiwa) | 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                                    |
| Sangat besar     | > 3,0                | 1,05                                 |

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

#### 2.3.4 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping Dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU) digunakan sebagai salah satu faktor untuk menentukan kapasitas bundaran.

**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 (pUM) |      |      |      |      |        |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|--------|
|                                  |                             | 0,00                               | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | ≥ 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   |
| Permukiman                       | 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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tabel diatas berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu  $empUM = 1,0$ . Persamaan berikut dapat digunakan jika pemakai mempunyai bukti bahwa  $empUM \neq 0$ , yang mungkin merupakan keadaan jika kendaraan tak bermotor tersebut terutama berupa sepeda.

Faktor bobot hambatan samping adalah sebagai berikut.

- a. Pejalan kaki (PED) = 0,5
- b. Kendaraan berhenti (PSV) = 1,0
- c. Kendaraan masuk dan keluar = 0,7
- d. Kendaraan lambat (SMV) = 0,4

Frekuensi berbobot kejadian yang telah diketahui digunakan untuk mencari kelas hambatan samping.

**Tabel 2. 8 Kelas HambatanSamping Untuk Jalan Perkotaan**

| Kelas hambatan samping (SFC) | Notasi | Jumlah berbobot kejadian per 200m per jam (dua sisi) | Kondisikhusus                                     |
|------------------------------|--------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Sangat rendah                | VL     | <100                                                 | Daerah pemukiman: dengan jalan samping            |
| Rendah                       | L      | 100-299                                              | Daerah pemukiman: beberapa kendaraan umum.        |
| Sedang                       | M      | 300-499                                              | Daerah industri : beberapa toko di sisi jalan.    |
| Tinggi                       | H      | 500-899                                              | Daerah komersial : aktifitas sisi jalan           |
| Sangat tinggi                | VH     | >900                                                 | Daerah komersial : aktifitas pasar di sisi jalan. |

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

### 2.3.5 Kapasitas

Kapasitas bagian jalinan masing-masing dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_0 \times FCS \times FRSU \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Kapasitas bundaran, didefinisikan sebagai arus masuk atau keluar maksimum pada kondisi lalu lintas dan lokasi yang ditentukan sebelumnya, yang dicapai pada saat bagian jalinan pertama mencapai kapasitasnya.

## 2.4 Perilaku Lalu Lintas

### 2.4.1 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan ditetapkan sebagai

$$DS = Q_{smp}/C \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

$$Q_{smp} = \text{ arus total (smp/jam). } Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$$

$$C = \text{ kapasitas}$$

Derajat kejenuhan bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan jalinan yang tertinggi.

## 2.4.2 Tundaan bagian jalinan bundaran

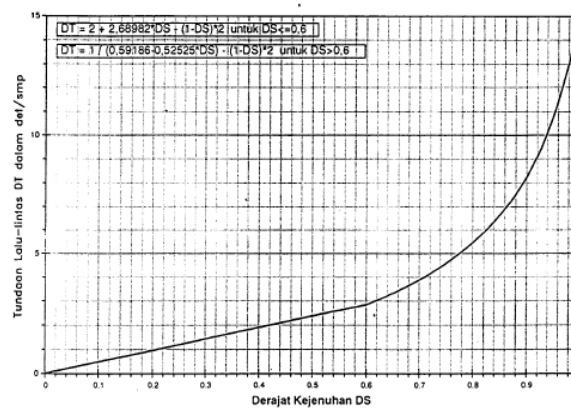
### 1. Tundaan lalu lintas bagian jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu lintas perkendaraan yang masuk bagian jalinan. Tundaan lalu lintas ditentukan dengan rumus:

$$DT = 2 + 2.68982 \times DS - (1-DS) \times 2 \text{ untuk } DS \leq 0.6 \dots \dots \dots (2.5)$$

$$DT = 1 / (0.59186 - 0.52525 \times DS) - (1-DS) \times 2 \text{ untuk } DS > 0.6 \dots \dots \dots (2.6)$$

Tundaan lalu lintas ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan berdasarkan gambar berikut.



**Grafik 2. 5 Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan Vs Derajat Kejenuhan (DT vs DS)**

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

### 2. Tundaan lalu lintas bundaran (DTR)

Tundaan lalu lintas bundaran adalah tundaan rata-rata perkendaraan yang masuk kedalam bundaran dihitung sebagai berikut:

$$DTR = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{masuk} ; i = 1 \dots n \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

- i = bagian jalinan i dalam bundaran
- n = jumlah bagian jalinan dalam bundaran
- Q<sub>i</sub> = arus total pada bagian jalinan i (smp/jam)
- DT<sub>i</sub> = tundaan lalu-lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp)
- Q<sub>masuk</sub> = jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

### 3. Tundaan Bundaran (D<sub>R</sub>)

Tundaan Bundaran adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung sebagai berikut

$$D_R = D_{TR} + 4 \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots(2.8)$$

Rumusnya adalah dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) pada tundaan lalu lintas.

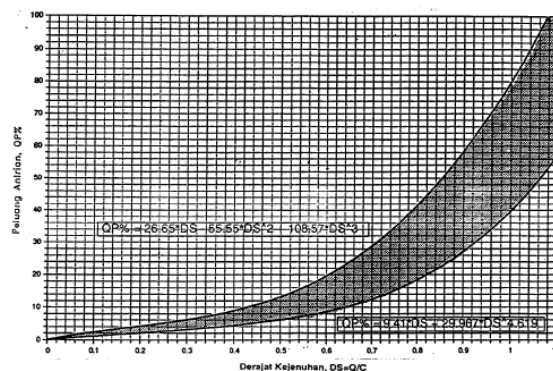
### 2.4.3 Peluang Antrian – Bagian Jalinan Bundaran (QP%)

1. Peluang antrian bagian jalinan terdiri dari batas atas dan batas bawah yang ditentukan dengan rumus:

$$\text{Batas atas : } QP\% = 26.65 \times DS - 55.55 \times DS^2 + 108.57 \times DS^3 \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Batas bawah : } QP\% = 9.41 \times DS + 29.967 \times DS^{4.619} \dots\dots\dots(2.10)$$

Peluang antrian dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan seperti pada gambar di bawah ini.



**Grafik 2. 6 Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan Vs Derajat Kejenuhan (DT vs DS)**

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2. Peluang antrian bundaran ( $Q_{PR}$ )

Peluang antrian bundaran ditentukan dari nilai  $Q_{PR}\% = \text{maks dari } (Q_{Pi}\%); i = 1 \dots n$

### 2.4.4 Penilaian Tingkat Kinerja Jalinan Bundaran

Cara untuk menilai perilaku lalu lintas adalah dengan melihat derajat kejenuhan (DS), tundaan bundaran (D), serta peluang antrian (QP%) sebagai patokan parameter tingkat kinerja jalinan bundaran dikatakan baik. Parameter yang ditetapkan MKJI 1997 adalah seluruh nilai harus memenuhi persyaratan seperti nilai derajat kejenuhan (DS)  $\leq 0.75$ , nilai tundaan bundaran (D)  $\leq 13,853$  det/smp dan Peluang antrian (QP%)  $\leq 50\%$ . Syarat kinerja jalinan bundaran dikatakan dalam kondisi baik dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2. 9 Syarat Kinerja Bundaran Dalam Kondisi Baik**

| Kinerja Bundaran       | Kondisi Baik (berdasarkan MKJI 1997) |
|------------------------|--------------------------------------|
| Derajat Kejenuhan (DS) | $\leq 0.75$                          |
| Tundaan Bundaran (DT)  | $\leq 13,853$ det/smp                |
| Peluang Antrian (QP%)  | $\leq 50\%$                          |

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Berdasarkan hal ini, diidentifikasi lebih detail tingkat pelayanan untuk suatu bundaran ditentukan oleh nilai derajat kejenuhan (DS). Berdasarkan nilai ini, maka tingkat pelayanan suatu bundaran dapat dilihat pada table berikut ini.

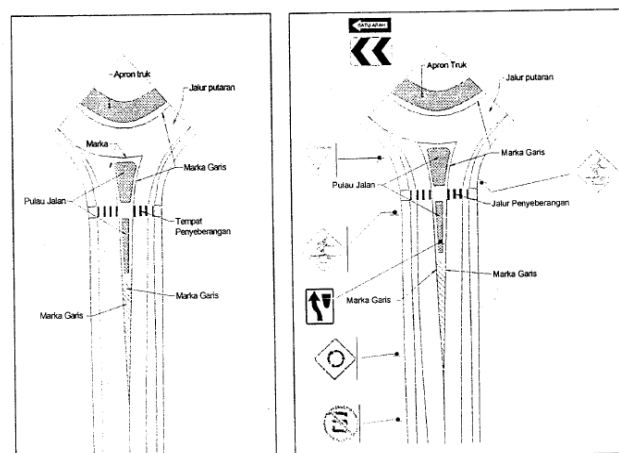
**Tabel 2. 10 Tingkat Pelayanan Bundaran Berdasarkan Nilai DS**

| Tingkat pelayanan | Karakteristik                                                                                                                                                | Batas Lingkup (Q/C)=DS | Keterangan   |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| <b>A</b>          | Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih bebas kecepatan yang diinginkan.                                                     | 0,00 - 0,19            | Baik Sekali  |
| <b>B</b>          | Arus stabil, kecepatan sedikit dibatasi oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalur luar kota.                                    | 0,20 – 0,44            | Baik         |
| <b>C</b>          | Arus stabil, kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalan perkotaan.                                           | 0,45 – 0,74            | Sedang       |
| <b>D</b>          | Arus mulai terganggu, kecepatan rendah, volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas maksimal.                                                                | 0,75 – 0,84            | Kurang       |
| <b>E</b>          | Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda bahkan sering berhenti sama sekali, volume mendekati kapasitas.                                         | 0,85 – 1,00            | Buruk        |
| <b>F</b>          | Arus mulai terhambat (dipaksakan) atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah dan sering berhenti, antrian yang panjang dan terjadi hambatan yang besar. | ➤ 1,00                 | Buruk Sekali |

Sumber : Morlok dalam Da Costa D.G.N, 2004

#### 2.4.5 Marka dan Rambu

Spesifikasi pemarkaan jalan dan perambuan mengacu kepada tata cara pemarkaan dan perambuan nomor : Pd. T-12-2004-B, pedoman Marka Jalan. Persyaratan minimum penempatan rambu dan pemarkaan pada bundaran dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2. 8 Tipikal Marka Dan Rambu Jalan di Bundaran**

Sumber : Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang Pd T-20-2004

