

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Umum

Pengaturan lalu lintas pada simpang merupakan hal yang paling kritis dalam pergerakan lalu lintas. Pada simpang dengan arus lalu lintas yang besar telah diperlukan pengaturan dengan menggunakan lampu lalu lintas. Pengaturan lampu lalu lintas ini diharapkan mampu mengurangi tundaan yang dialami oleh kendaraan dibandingkan jika tidak menggunakan lampu lalu lintas.

Titik konflik pada simpang terjadi antara kendaraan dengan kendaraan dan kendaraan dengan pejalan kaki, sehingga dapat mengakibatkan tundaan, kemacetan dan kecelakaan. Persimpang merupakan masalah utama dalam manajemen lalu lintas. Pengaturan lalu lintas adalah suatu pengaturan dan penggunaan sistem jalan yang ada, dengan tujuan untuk memenuhi suatu kepentingan tertentu tanpa perlu penambahan atau perubahan infrastruktur baru.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih suatu sistem pengendalian simpang yang akan digunakan yaitu :

- Volume lalu lintas dan jumlah kendaraan.
- Tipe kendaraan yang menggunakan simpang
- Tata guna lahan disekitar simpang.
- Tipe simpang
- Kecepatan kendaraan

- Pertumbuhan lalu lintas dan distribusi
- Keselamatan lalu lintas
- Biaya pemasangan dan pemeliharaan lampu lalu lintas

Dari kriteria diatas akan ditentukan jenis sistem pengendalian simpang yang akan digunakan terdapat lima jenis sistem pengendalian simpang yaitu :

1. Simpang tanpa prioritas ( *Non Priority Junction* )
2. Simpang dengan prioritas ( *Priority Junction* )
3. Bundaran ( *Roundabout* )
4. Simpang dengan lampu lalu lintas ( *Signalized junction* )
5. Simpang Susun ( *Grade Separate Junction* )

## 2.2. Arus Jenuh Lalu lintas

Rumus yang digunakan dari MKJI

- a. Menentukan arus jenuh dasar (  $S_o$  ) untuk setiap pendekatan, untuk pendekatan tipe P ( arus terlindung ).

$$S_o = 600 \times W_E \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots( 2.1 )$$

$$S_o = \text{ arus jenuh dasar (smp/jam hijau)}$$

$$W_E = \text{ lebar efektif (m)}$$

- b. Menghitung nilai arus jenuh  $S$  yang disesuaikan dengan rumus :

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{SF} \times F_G \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots( 2.2 )$$

Dimana :

$$S = \text{ arus jenuh yang disesuaikan ( smp/jam hijau )}$$

$$S_o = \text{ arus jenuh dasar (smp/jam hijau)}$$

- Fcs = Faktor penyesuaian ukuran kota ( tabel C-4:3, lampiran 18)
- Fsf = Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor ( tabel C-4:4, lampiran 19)
- FG = Faktor penyesuaian untuk kelandaian ( gambar C-4:1, lampiran 19 )
- FP = Faktor penyesuaian parkir ( gambar C-4:2, lampiran 20 )
- FRT = Faktor penyesuaian belok kanan ( gambar C-4:3, lampiran 21 )
- FLT = Faktor penyesuaian belok kiri ( gambar C-4:4, lampiran 21 )

**c. Waktu siklus dan waktu hijau**

**c-1. Waktu siklus sebelum penyesuaian**

$$C_{ua} = ( 1,5 \times LTI + 5 ) / ( 1 - IFR ) \text{ (det)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$C_{ua}$  = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal ( det )

LTI = waktu hilang total per siklus ( det )

IFR = rasio arus simpang

**c-2. Waktu hijau ( gi )**

Waktu hijau untuk masing – masing fase :

$$g_i = ( C_{ua} - LTI ) \times PR_i \text{ (det)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$g_i$  = tampilan waktu hijau pada fase i ( det )

$C_{ua}$  = waktu siklus sebelum penyesuaian ( det )

LTI = waktu hilang total per siklus ( det )

$PR_i$  = rasio fase

c-3. Waktu siklus yang disesuaikan ( c )

$$c = \Sigma g + LTI \quad (\text{det}) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$\Sigma g$  = jumlah total waktu hijau ( det )

LTI = waktu hilang total persiklus ( det )

2. 3. Kapasitas

Kapasitas pada persimpangan didasarkan pada konsep dan angka arus aliran jenuh (*Saturation Flow*). Angka *Saturation Flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekatan pertemuan jalan menurut kontrol lalu lintas yang berlaku dan kondisi jalan *Saturation Flow* bernotasi S dinyatakan dalam unit kendaraan perjam pada waktu lampu hijau, dimana hitungan kapasitas masing-masing pendekatan :

$$C = S \times g/c \quad (\text{smp/jam}) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimjana : C = kapasitas (smp/jam)  
S = arus jenuh (smp/jam hijau)  
g = waktu hijau ( det )  
c = waktu siklus (det)

Dan hitungan derajat kejenuhan masing-masing pendekatan diperoleh dari :

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana : DS = derajat kejenuhan  
Q = arus lalu lintas (smp/jam)

$C$  = kapasitas (smp/jam)

#### 2. 4. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat ( kendaraan: smp ).

Untuk menghitung jumlah antrian smp (  $NQ_1$  ):

- Untuk  $DS > 0,5$  maka :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times ((DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + ((8 \times (DS - 0,5)) / C)}) \text{ (smp)... (2.8)}$$

- Untuk  $DS \leq 0,5$  maka :  $NQ_1 = 0$

Dimana :

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp).

$DS$  = Derajat kejenuhan.

$GR$  = Rasio hijau.

$C$  = Kapasitas ( smp/jam )

Untuk menghitung antrian smp yang datang selama fase merah (  $NQ_2$  ) :

$$NQ_2 = c \times ((1 - GR) / (1 - GR \times DS)) \times (Q / 3600) \text{ (smp) ..... (2.9)}$$

Dimana :  $NQ_2$  = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp).

$C$  = waktu siklus ( det ).

$GR$  = rasio hijau.

$DS$  = derajat kejenuhan

$Q_{\text{masuk}}$  = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam )

Penyesuaian arus :

$$Q_{\text{peny}} = \Sigma ( Q_{\text{masuk}} - Q_{\text{keluar}} ) \text{ (smp/jam) ..... (2.10)}$$

Jumlah kendaraan antrian :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \text{ (smp)} \dots\dots\dots (2.11)$$

Panjang antrian :

$$QL = (NQ_{MAX} \times 20) / W_{masuk} \text{ (meter)} \dots\dots\dots (2.12)$$

**Kendaraan terhenti :**

Angka henti (NS) masing – masing pendekat :

$$NS = 0,9 \times (NQ / (Q \times c)) \times 3600 \text{ (smp)} \dots\dots\dots (2.13)$$

Jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing – masing pendekat :

$$Nsv = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (2.14)$$

Angka henti seluruh simpang :

$$NSTOT = \Sigma Nsv / QTOT \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

NS = angka henti per smp

NQ = jumlah kendaraan antri (smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (det)

Nsv = jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

NSTOT = angka henti seluruh simpang

$\Sigma Nsv$  = jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat (smp/jam)

QTOT = arus lalu lintas simpang total (smp/jam)

## 2. 5. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas ( DT ) dan tundaan geometri ( DG )

Tundaan lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

Tundaan geometri (DG) disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpang yang dipengaruhi oleh geometri jalan.

### 2.5.1. Tundaan menurut MKJI 1997

- a. Menghitung tundaan lalu lintas rata-rata ( DT ) untuk setiap pendekatan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang berdasarkan Akcelik 1988

$$DT = ( c \times A ) + \frac{ ( NQ1 \times 3600 ) }{ C } \quad (\text{det/smp}) \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

DT = tundaan waktu lalu lintas rata-rata ( det/ smp )

c = waktu siklus yang disesuaikan ( det )

$$A = \frac{ ( 0,5 \times ( 1 - GR )^2 }{ ( 1 - GR \times DS ) }$$

A = Konstanta

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

$C$  = Kapasitas ( smp/jam )

- b. Menentukan tundaan geometri rata-rata (  $DG$  ) untuk masing-masing pendekat akibat pengaruh perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau ketika dihentikan oleh lampu merah.

$$DG_j = ( 1 - P_{sv} ) \times P_T \times 6 + ( P_{sv} \times 4 ) \text{ (det/smp)} \dots \dots \dots ( 2.17 )$$

Dimana :

$DG_j$  = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat  $j$  ( det /smp )

$P_{sv}$  = rasio kendaraan terhenti pada pendekat =  $\text{Min} ( NS, 1 )$

$P_T$  = rasio kendaraan berbelok pada pendekat

- c. Menghitung tundaan geometrik gerakan lalu lintas dengan belok kiri langsung (LTOR) diasumsikan tundaan geometrik rata-rata = 6 detik.
- d. Menghitung tundaan rata – rata (det/jam) dengan menjumlahkan tundaan lalu lintas rata-rata (DT) dan tundaan geometri rata-rata untuk pendekat  $j$  ( $DG_j$ ).
- e. Menghitung tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas.
- f. Menghitung tundaan rata-rata untuk seluruh simpang  $D_1$  dengan membagi jumlah nilai tundaan pada kolom 16 dengan jumlah arus total (  $Q_{TOT}$  ) dalam smp/jam

$$D_1 = \Sigma ( Q \times D ) / Q_{TOT} \text{ (det/smp)} \dots \dots \dots ( 2.18 )$$

Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.



## 2.6. Analisa Pertumbuhan Penduduk

Analisa pertumbuhan penduduk dilakukan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan penduduk ( $i$ ), yang kemudian variabel  $i$  tersebut digunakan untuk mengetahui jumlah penduduk di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dari tahun 2000 sampai tahun 2005. Prediksi jumlah penduduk di Propinsi DIY dapat dicari berdasarkan variabel  $i$  dengan menggunakan rumus bunga berganda

$$Y_n = Y_a \times (i + 1)^n \quad (\text{jiwa}) \dots\dots\dots( 2. 19 )$$

Dimana  $Y_n$  = Jumlah penduduk tahun ke- $n$  (Jiwa)  
 $Y_a$  = Jumlah penduduk tahun dasar perhitungan (jiwa)  
 $i$  = Tingkat pertumbuhan penduduk (%)  
 $n$  = Tahun ke- $n$

### 2.6.1 Pertumbuhan Penduduk

Cara untuk mendapatkan tingkat penduduk adalah dengan secara langsung menggunakan data tingkat pertumbuhan penduduk berdasarkan sensus penduduk. Dapat juga dengan merata-ratakan tingkat pertumbuhan penduduk di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan rumus:

$$i = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + i_n}{n} \quad (\%) \dots\dots\dots( 2. 20 )$$

dimana

$i$  = tingkat pertumbuhan penduduk (%).  
 $i_1 + i_2 + i_3 + i_n$  = prosentase pertumbuhan penduduk tiap-tiap tahun (%)  
 $n$  = selisih tahun (tahun akhir – tahun awal)

Atau dengan rumus :

$$i = \left[ \sqrt[n]{b/a} - 1 \right] \times 100\% \quad (\%) \dots\dots\dots ( 2.21 )$$

$$b = \frac{N \sum Px - \sum x \sum P}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (\text{jiwa}) \dots\dots\dots ( 2.22 )$$

$$a = \frac{N \sum Px^2 - \sum x \sum Px}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (\text{jiwa}) \dots\dots\dots ( 2.23 )$$

$$Y = a + b ( x ) \quad (\text{jiwa}) \dots\dots\dots ( 2.24 )$$

Dimana :

$i$  = Tingkat pertumbuhan penduduk (%)

$n$  = Data tahun akhir – data tahun awal

$b$  = Jumlah penduduk data tahun akhir (jiwa)

$a$  = Jumlah penduduk data tahun awal (jiwa)

## 2.7. Pertumbuhan Lalu lintas

Pertumbuhan lalu lintas adalah suatu proses bertambahnya jumlah kendaraan yang memakai jalan, yang umumnya dihitung dari tahun ketahun. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen pertahun. Secara matematis, faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dirumuskan dengan rumus bunga berganda atau bunga majemuk seperti berikut ini :

$$Y_n = ( 1+I )^n \times Y_a \quad (\text{kendaraan}) \dots\dots\dots ( 2.25 )$$

$$i = \left[ \sqrt[n]{(b/a)} - 1 \right] \times 100\% \quad (\%) \dots\dots\dots ( 2.26 )$$

$$Y = a + b ( x ) \quad (\text{kendaraan}) \dots\dots\dots ( 2.27 )$$

dengan :

$b$  = volume lalu lintas tahun ke  $n$  (kendaraan)

$a$  = volume lalu lintas tahun ke  $a$  (kendaraan)

$i$  = tingkat pertumbuhan lalu lintas ( % / tahun )

$n$  = jumlah tahun

Ditinjau dari penyebabnya, pertumbuhan lalu lintas terbagi menjadi tiga bagian seperti berikut :

1. Pertumbuhan lalu lintas normal ( *normal traffic growth* ), yaitu pertumbuhan lalu lintas yang diakibatkan oleh bertambahnya jumlah penduduk.
2. Lalu lintas yang dibangkitkan ( *Generated traffic* ), yaitu lalu lintas yang diakibatkan oleh terbukanya daerah baru yang memungkinkan timbulnya aktivitas baru dan peningkatan produktivitas atau karena aktivitas tata guna tanah.
3. Perkembangan lalu lintas sebagai akibat berkembangnya suatu daerah ( *Development Traffic* ), baik perkembangan dibidang pertanian, industri, pariwisata, pendidikan dan sebagainya.

Pertumbuhan lalu lintas dalam suatu daerah sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, tingkat kesejahteraan masyarakat, dan perkembangan daerah (Silvia Sukirman, 1994 ).

## 2.8. Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi digunakan sebagai tolok ukur pertumbuhan arus lalu lintas, karena diasumsikan pertumbuhan ekonomi mendekati pertumbuhan lalu lintas. Secara matematis faktor pertumbuhan ekonomi dapat dirumuskan dengan rumus bunga berganda majemuk.

$$i = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + i_n}{n} \quad (\%) \dots \dots \dots (2.28)$$

dimana

$i$  = tingkat pertumbuhan ekonomi (%)

$i_1 + i_2 + i_3 + i_n$  = prosentase ekonomi penduduk tiap-tiap tahun (%)

$n$  = selisih tahun (tahun akhir – tahun awal)

