

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Pengaturan lampu 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.

Faktor – faktor yang perlu di pertimbangkan 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.
- Kecepatan kendaraan
- Pertumbuhan lalu lintas.
- Keselamatan lalu lintas.
- Biaya pemasangan dan pemeliharaan lampu lalu lintas.

3.2. Arus Jenuh Lalu Lintas

Rumus yang digunakan dari MKJI

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

$$S_o = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots(3.1)$$

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

W_e = lebar efektif (m)

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

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times Fp \times FRT \times FLT \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots(3. 2)$$

Dimana :

S = arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FSF = Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

FG = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

FP = Faktor penyesuaian parkir

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

c. Waktu siklus dan waktu hijau

c-1. Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \text{ (det) } \dots\dots\dots(3. 3)$$

Dimana :

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

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

IFR = rasio arus simpang

c-2 Waktu hijau (g_i)

Waktu hijau untuk masing-masing fase :

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \text{ (det) } \dots\dots\dots(3. 4)$$

Dimana :

g_i = tampilan waktu hijau pada fase i (det)

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

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

PR_i = rasio fase

c-3 Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$c = \sum g + LTI \text{ (det) } \dots\dots\dots(3. 5)$$

Dimana :

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

LTI = waktu hilang total persiklus (det)

3. 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* bernoasi S dinyatakan dalam unit kendaraan perjam pada waktu lampu hijau, dimana hitungan kapasitas masing-masing pendekat :

$$C = S \times g/c \text{ (smp/jam) } \dots\dots\dots(3. 6)$$

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

Hitungan derajat kejenuhan masing-masing pendekat diperoleh dari :

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(3. 7)$$

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

3. 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 :

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + ((8 \times (DS - 0,5)) / C)}] \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3. 8)$$

- Jika $DS \leq 0,5$ maka : $NQ1 = 0$

Dimana :

- $NQ1$ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp).
 DS = derajat kejenuhan
 GR = rasio hijau
 C = kapasitas (smp/jam)

Untuk menghitung antrian smp yang akan datang selama fase merah ($NQ2$) :

$$NQ2 = c \times ((1-GR) / (1- GR \times DS)) \times (Q / 3600) \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3. 9)$$

Dimana :

- $NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)
 c = waktu siklus (det)
 GR = rasio hijau
 DS = derajat kejenuhan
 Q_{masuk} = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam)

Penyesuaian arus :

$$Q_{peny} = \sum (Q_{masuk} - Q_{keluar}) \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3. 10)$$

Jumlah kendaraan antrian :

$$NQ = NQ1 + NQ2 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3. 11)$$

Panjang antrian :

$$QL = NQ_{maks} \times (20 / W_{masuk}) \text{ (meter)} \dots\dots\dots(3. 12)$$

Kendaraan terhenti :

Angka henti (NS) masing-masing pendekat :

$$NS = 0,9 \times (NQ / (Q \times c)) \times 3600 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3. 13)$$

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing-masing pendekat :

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3. 14)$$

Angka henti seluruh simpang :

$$NSTOT = \sum NSV / QTOT \dots\dots\dots(3. 15)$$

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

$\sum Nsv$ = jumlah kend. terhenti pada seluruh pendekat (smp/jam)

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

3. 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) merupakan 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.

3. 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 1998.

$$DT = (c \times A) \left(\frac{NQ_1 \times 3600}{c} \right) \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots(3.16)$$

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

C = Kapasitas (smp/jam)

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

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

$$DG_j = (1 - p_{sv}) \times p_r \times 6 + (p_{sv} \times 4) \text{ (det/smp)} \dots \dots \dots (3.17)$$

Dimana :

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

p_{sv} = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

p_r = rasio kendaraan membelok pada suatu 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 mengalihkan 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

$$D_1 = \Sigma (Q \times D) / Q_{TOT} \text{ (det/smp)} \dots \dots \dots (3.18)$$

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

3. 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 Jogjakarta dari tahun 2004 sampai tahun 2009. Prediksi jumlah penduduk di Propinsi D. I. Jogjakarta dapat dicari berdasarkan variabel i dengan menggunakan rumus bunga berganda

$$Y_n = Y_a \times (i + 1)^n \text{ (jiwa)} \dots\dots\dots(3. 19)$$

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

3. 6. 1. Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk sangat berhubungan dengan pertumbuhan lalu lintas karena semakin meningkatnya aktifitas manusia yang membutuhkan sarana dan prasarana dalam transportasi. Pertumbuhan lalu lintas dalam suatu daerah sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, tingkat kesejahteraan masyarakat, dan perkembangan daerah (Silvia Sukirman, 1994).

Cara untuk mendapatkan tingkat pertumbuhan penduduk adalah dengan secara langsung menggunakan data tingkat pertumbuhan penduduk berdasarkan sensus penduduk. Dapat juga dengan merata - ratakan tingkat pertumbuhan penduduk berdasarkan rumus :

$$i = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + i_n}{n} (\%) \dots \dots \dots (3.20)$$

Dimana : i = tingkat pertumbuhan penduduk (%)

$i_1 + i_2 + i_3 + i_n$ = persentase pertumbuhan penduduk tiap – tiap tahun (%)

n = selisih tahun (tahun akhir – tahun awal)

3.7. 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 :

$$Y_n = (1 + I)^n \times Y_a \text{ (kendaraan)} \dots \dots \dots (3.25)$$

$$i = \left[\left(\sqrt[n]{b/a} \right) - 1 \right] \times 100\% (\%) \dots \dots \dots (3.26)$$

$$Y = a + b(x) \text{ (kendaraan)} \dots \dots \dots (3.27)$$

Dengan :

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

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

i = tingkat pertumbuhan lalu lintas (% / tahun)

x = jumlah tahun

n = tahun ke- n

Ditinjau dari penyebabnya, pertumbuhan lalu lintas terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Pertumbuhan lalu lintas normal (*normal traffic growth*).
2. Lalu lintas yang dibangkitkan (*generated traffic*).
3. Perkembangan lalu lintas akibat berkembangnya suatu daerah (*development traffic*).

