

REKAYASA TRANSPORTASI LANJUT

MODUL 2 :

KAPASITAS SIMPANG BERSINYAL



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA

Jl. Boulevard Bintaro Sektor 7, Bintaro Jaya
Tangerang Selatan 15224

KOMPONEN SIKLUS SINYAL

Siklus. Satu siklus sinyal adalah satu putaran penuh dari semua indikasi lampu sinyal yang ada pada suatu pendekat. Secara umum satu siklus dimulai dengan sinyal hijau pada masing-masing pendekat.

Panjang siklus, merupakan waktu (dalam detik) untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal , diberikan dengan simbol c.



KOMPONEN SIKLUS SINYAL

Interval, merupakan periode waktu selama tidak ada perubahan indikasi sinyal. Ini merupakan unit waktu terkecil dalam suatu siklus. Terdiri dari beberapa tipe interval dalam satu siklus, yaitu :

Change interval : indikasi sinyal kuning/amber pada pergerakan yang diberikan, yang merupakan bagian dari transisi hijau ke merah.

Clearance interval : merupakan bagian dari hijau ke merah juga dimana semua pergerakan pada setiap pendekatan memiliki indikasi merah semua. Sehingga disebut juga dengan istilah “ all red ”

Green interval : setiap pergerakan memiliki satu **interval hijau** dalam satu siklus pada setiap pendekatan.

Red interval : setiap pergerakan memiliki satu interval merah dalam satu siklus pada setiap pendekatan.

Fase, merupakan fase sinyal yang terdiri dari green interval ditambah *change* dan *clearance interval* yang mengikutinya.

TIPE OPERASIONAL PERSINYALAN

Pretimed operation

- panjang siklus, urutan fase dan waktu masing-masing interval adalah konstan.
- Setiap siklus sinyal mengikuti rencana yang telah dibuat sebelumnya.
- Kontrol dilakukan oleh alat yang dipasang pada unit oleh suatu *master controller*.



Semi actuated operation

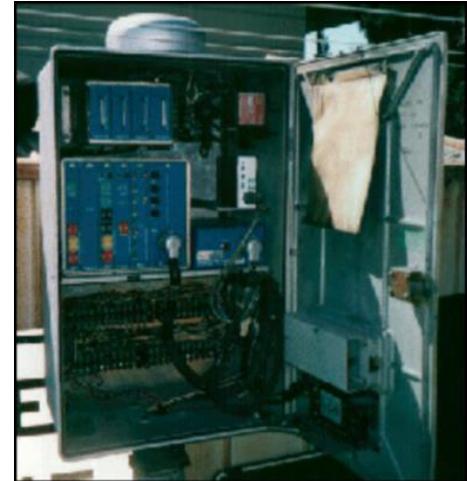
- detektor ditempatkan pada pendekat jalan minor (tidak ada detector di jalan utama/mayor).
- Sinyal hijau pada jalan utama adalah sepanjang waktu kecuali terdapat “panggilan” pada pendekat minor apabila terdapat kendaraan yang memasuki pendekat jalan minor.



TIPE OPERASIONAL PERSINYALAN

Full actuated operation

- semua lajur pada setiap pendekatan akan dimonitor oleh suatu detektor .
- Waktu hijau akan dialokasikan berdasarkan informasi dari detektor dan diprogram oleh suatu unit pengendali dalam mengatur waktu hijau yang diberikan
- Panjang siklus, urutan fase dan waktu hijau bervariasi dari satu siklus ke siklus berikutnya.



TIPE OPERASIONAL PERSINYALAN

Pergerakan belok kiri (di Indonesia pergerakan belok kanan) dapat ditangani dengan beberapa cara, yaitu :

Permitted left turn.

- Suatu pergerakan “permitted” left turn diijinkan untuk memotong arus kendaraan yang berlawanan.
- **Syarat** : volume pergerakan belok kiri masih memenuhi syarat dan gap pada arus yang berlawanan cukup untuk mengakomodasi pergerakan belok kiri dengan aman.

Protected left turn.

- Suatu pergerakan “protected” left turn yang dibuat tanpa adanya arus dari kendaraan berlawanan.
- Pergerakan belok kanan dan pergerakan menerus dari arus yang berlawanan dibuat dengan fase sinyal yang berbeda.

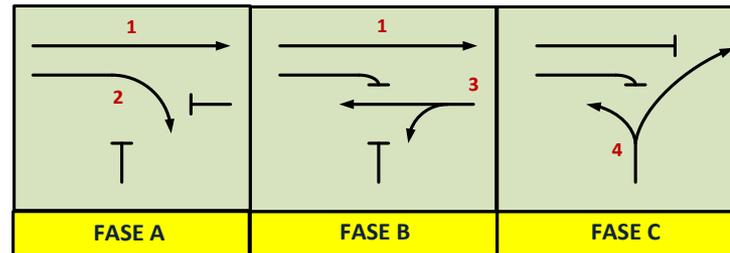
KONSEP KAPASITAS SIMPANG BERSINYAL

kapasitas dihitung dengan kecenderungan fokus pada pergerakan masing-masing lalu lintas (atau kelompok lajur) dan setiap pendekat daripada persimpangan secara menyeluruh

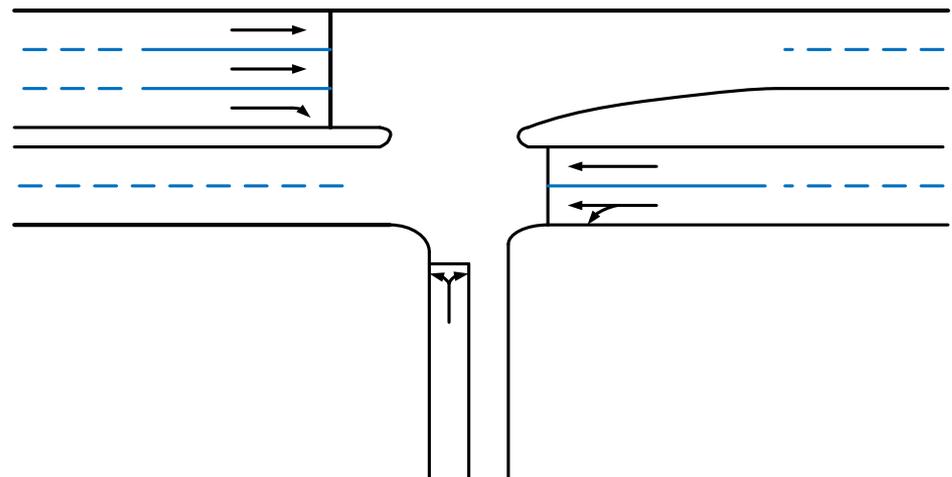
Pemisahan pergerakan lalu lintas (atau kelompok lajur) dapat berupa :

- 1) Lajur atau kelompok lajur belok kanan eksklusif
- 2) Lajur atau kelompok lajur belok kiri eksklusif
- 3) Lajur lurus menerus pada pendekat.
(kombinasi lajur belok kiri dan menerus atau kombinasi lajur belok kanan dan menerus)

(a) Diagram Fase

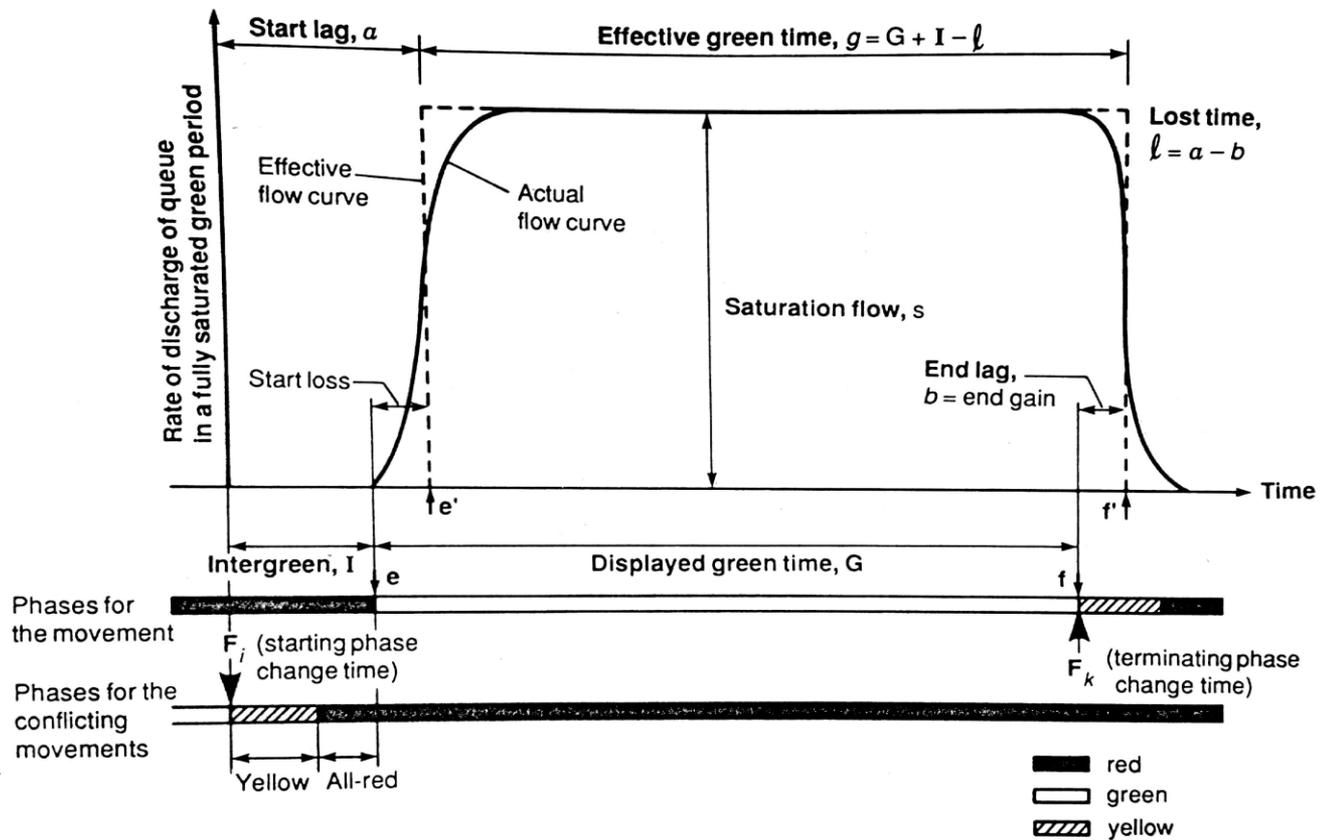


(b) rencana simpang



KONSEP KAPASITAS SIMPANG BERSINYAL

Model dasar kapasitas simpang bersinyal



KONSEP KAPASITAS SIMPANG BERSINYAL

Hubungan lain yang dapat menyatakan parameter pergerakan simpang adalah :

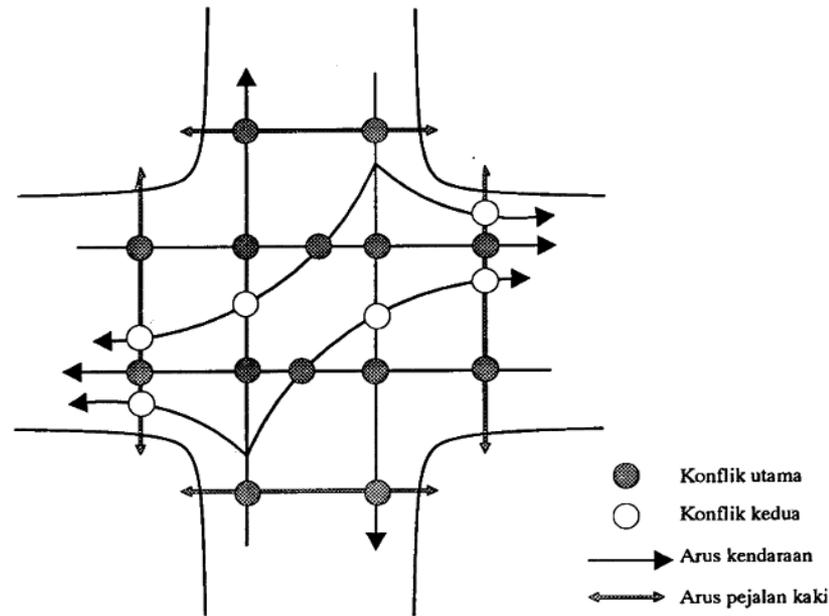
$$c = \sum (g + l)$$

Dimana persamaan tersebut adalah penjumlahan untuk pergerakan kritis. Pergerakan yang menentukan kapasitas dan waktu yang dibutuhkan suatu simpang adalah pergerakan kritis (*critical movement*).



**SIMPANG BERSINYAL
METODE MKJI 1997**

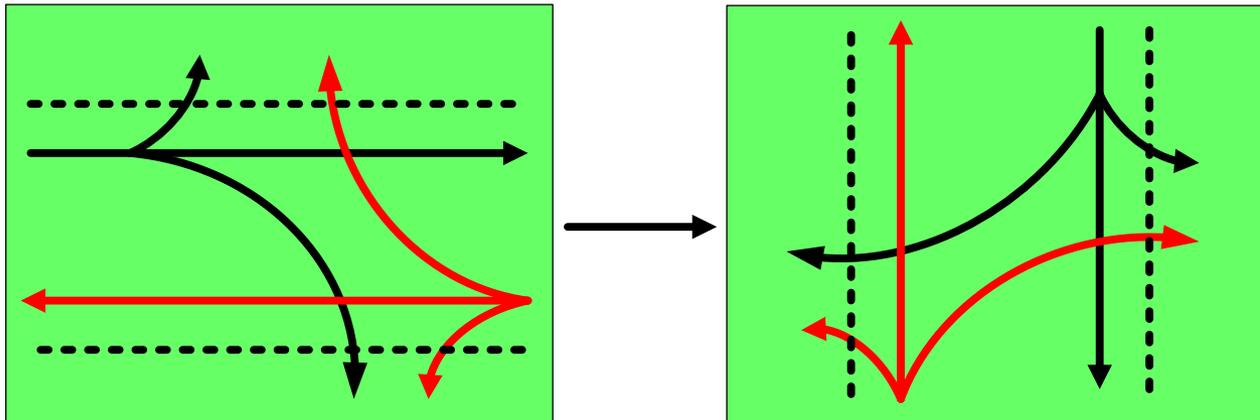
KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS



- Konflik : gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling utama berpotongan
- Konflik : Gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan atau kedua memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang.

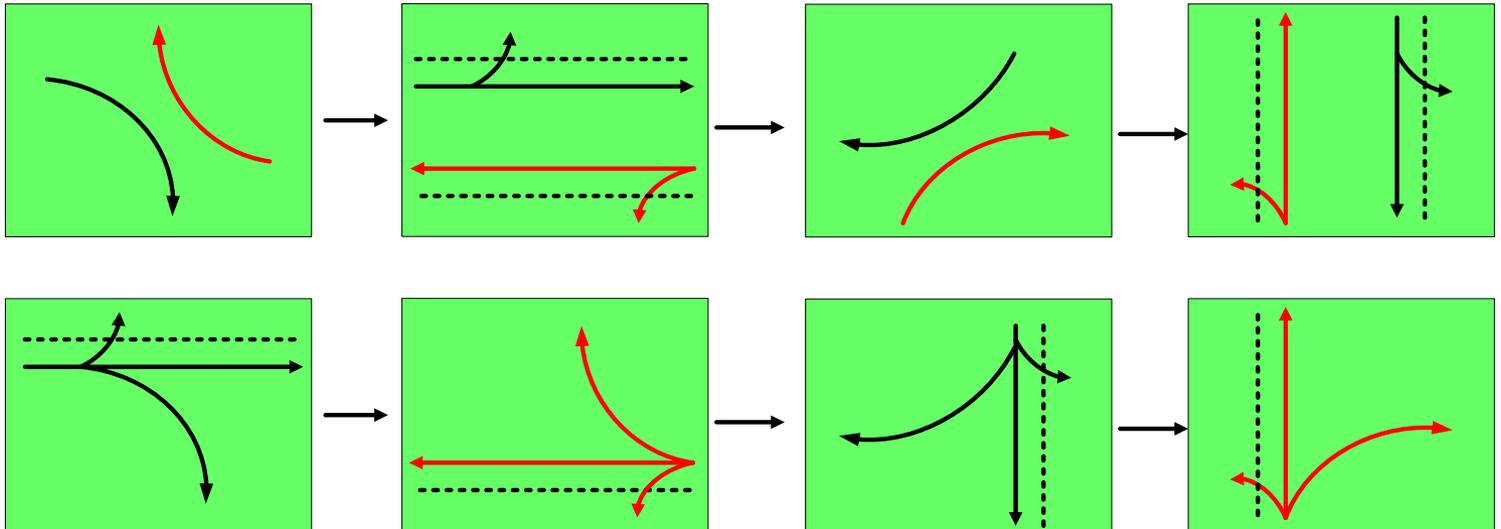
KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS

- operasi kendali waktu tetap dengan bentuk geometrik normal.
- Jika arus belok kanan dari suatu pendekat yang ditinjau dan/atau dari arah yang berlawanan terjadi dalam fase yang sama dengan arus berangkat lurus dan belok kiri dari pendekat tersebut maka arus berangkat tersebut dianggap sebagai **terlawan**.

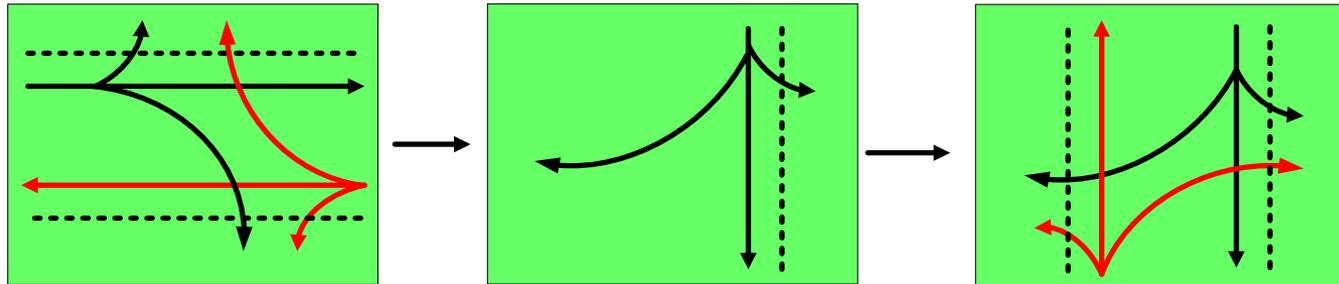


KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS

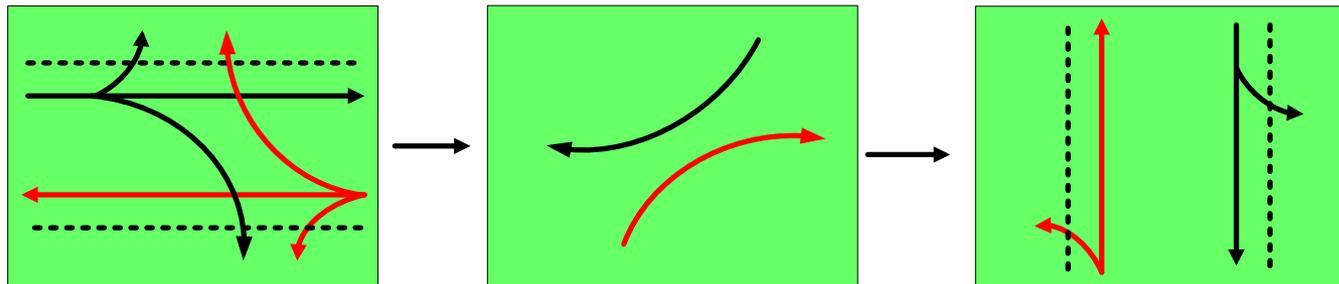
- Jika tidak ada arus belok kanan dari pendekat-pendekat tersebut atau jika arus belok kanan diberangkatkan ketika arus lalu lintas dari arah yang berlawanan sedang menghadapi merah (Gambar 2.6) maka arus berangkat tersebut disebut arus **terlindung**.



KARAKTERISTIK SINYAL LALU LINTAS



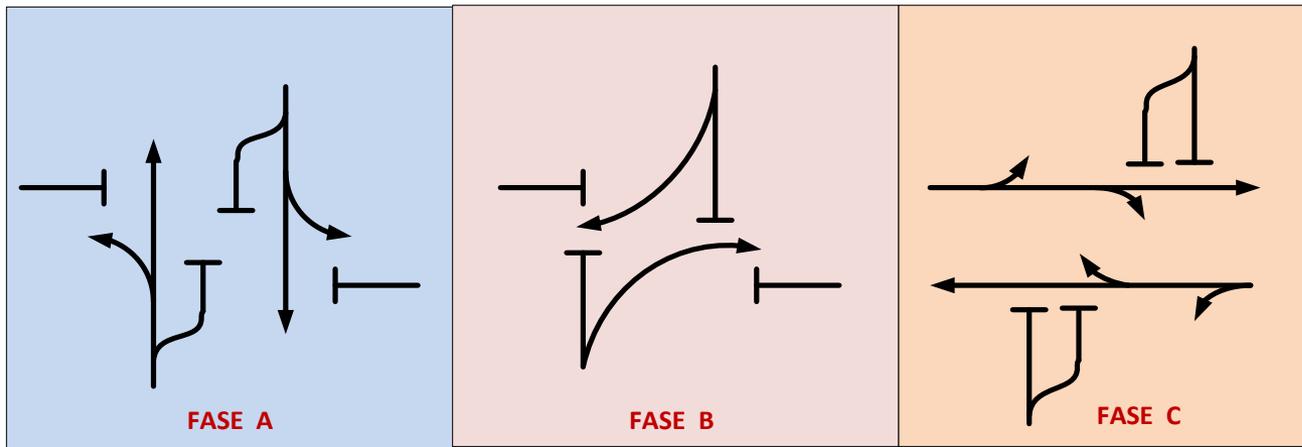
(a)



(b)

METODOLOGI

- ❑ Analisis dikerjakan untuk masing-masing pendekat, satu lengan simpang dapat terdiri dari lebih dari satu pendekat, dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat.



METODOLOGI

- ❑ Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} dan belok kanan Q_{RT}) dikonversikan dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan

JENIS KENDARAAN	NILAI SMP	
	PROTECTED	OPPOSED
Kendaraan ringan	1.0	1.0
Kendaraan berat	1.3	1.3
Sepeda motor	0.2	0.4

METODOLOGI

- Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Dimana :

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam hijau)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada keadaan standar dengan faktor penyesuaian (F)

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

METODOLOGI

VARIABEL	DESKRIPSI	SAT	FUNGSI DARI
C	kapasitas kaki simpang	smp/jam	
g	waktu hijau efektif	detik	
c	waktu siklus	detik	
S	arus jenuh kaki simpang	smp/jam	
S _o	arus jenuh dasar kaki simpang	smp/jam	P dan O; W _e ; Q; Q _{RT} ; Q _{RTO}
F _{CS}	faktor pengaruh ukuran kota		jumlah penduduk
F _{SF}	faktor pengaruh hambatan samping		jenis lingkungan, kelas hambatan samping , KTM/KM
F _G	faktor pengaruh gradien memanjang		gradien
F _P	faktor pengaruh jarak parkir		L _p , W _A dan g
F _{RT}	faktor pengaruh proporsi arus belok kanan ; hanya berlaku pada arus P, tanpa median dan jalan 2 lajur 2 arah		proporsi arus belok kanan (1 + 0,26p _{RT})
F _{LT}	faktor pengaruh proporsi arus belok kiri ; hanya berlaku pada arus P, tanpa belok kiri langsung		proporsi arus belok kiri (1 - 0,16p _{LT})

METODOLOGI

Menentukan besarnya arus jenuh dasar tergantung dari pengaturan fasenya, yaitu :

- **Fase simpang dengan pengaturan fase *protected* :**

Arus jenuh dasar dipengaruhi oleh lebar efektif kaki simpang (W_e), sedangkan lebar efektif kaki simpang sangat dipengaruhi oleh rincian tata letak simpang misalnya keberadaan lajur khusus belok kiri dan lebar jalur entry maupun exit.

$$S_0 = 600 \times W_e$$

- **Fase simpang dengan pengaturan fase *opposed* :**

Arus jenuh dasar dipengaruhi oleh arus belok kanan baik dari arah yang dirinjau maupun arah yang berlawanan. Cara menentukannya adalah dengan menggunakan grafik yang diberikan oleh MKJI (2-51 – 2.52)

METODOLOGI

- ❑ Menentukan waktu sinyal

Waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan dengan berdasarkan metode Webster (1966)

$$c = \frac{(1.5 \times LTI + 5)}{(1 - \sum FR_{crit_i})}$$

Waktu Hijau

$$g_i = \frac{(c - LTI) \times FR_{crit_i}}{\sum (FR_{crit})}$$

- ❑ Kapasitas dan derajat kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat

Derajat kejenuhan :

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{Q \times c}{S \times g}$$

PERILAKU LALU LINTAS

Perilaku lalu lintas sangat dipengaruhi oleh kondisi arus lalu lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g)

- Panjang antrian**

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{C}} \right]$$

$DS > 0,5$; selain dari itu maka $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Panjang antrian (QL) diperoleh dengan rumus :

$$QL = NQ_{\max} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}}$$

PERILAKU LALU LINTAS

- **Angka henti**

jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang.

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

- **Rasio kendaraan henti**

Rasio kendaraan terhenti (ρ_{SV}) adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang.

$$\rho_{SV} = \min(NS, 1)$$

PERILAKU LALU LINTAS

• Tundaan

Tundaan pada simpang dibedakan menjadi :

- **Tundaan lalu lintas (DT)**, terjadi karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
- **Tundaan geometri (DG)**, terjadi karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena sinyal merah.

$$DT = c \times \frac{0.5 \times (1 - GR)^2}{1 - GR \times DS} \times \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

$$DG = (1 - \rho_{SV}) \times \rho_T \times 6 + (\rho_{SV} \times 4)$$

