

PENGANTAR TEKNIK TRANSPORTASI (CIV -210)

**PERTEMUAN 9-10
PENGENDALIAN DAN PERANCANGAN
SIMPANG**



***MENGAPA SIMPANG
PERLU DIATUR
????***



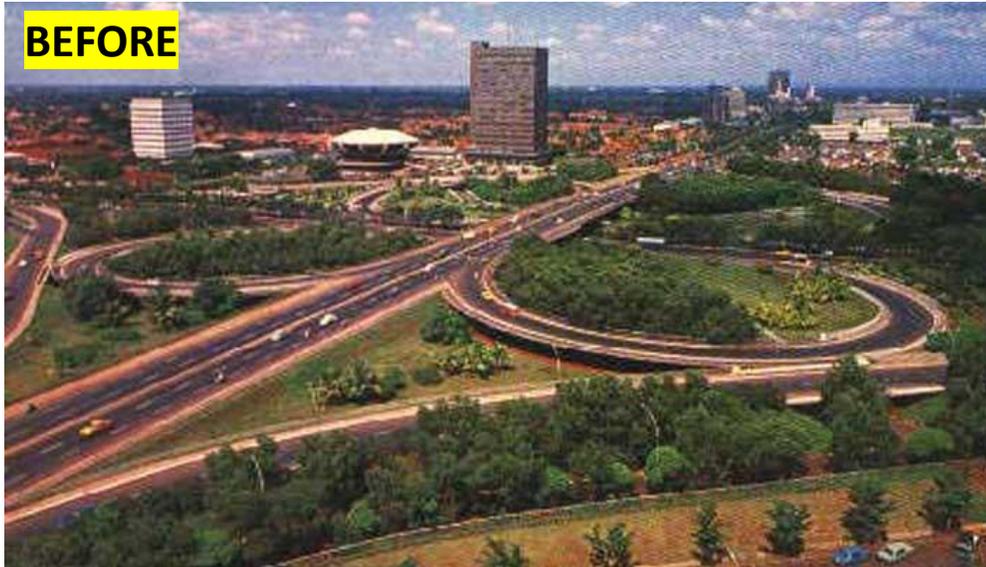


PERSIMPANGAN = SUMBER KEMACETAN



SIMPANG SUSUN SEMANGGI

BEFORE



AFTER



BEBERAPA ALASAN KENAPA SIMPANG HARUS DIKENDALIKAN

1. Daerah Konflik Pergerakan
2. Daerah Sumber Kemacetan
3. Memberi Kesempatan Kepada Pejalan Kaki
4. Daerah Rawan Kecelakaan
5. Tundaan/ *Delay* Yang Tinggi
6. Konversi Energi
7. Dan Alasan-alasan Lainnya



DEFINISI SIMPANG

Simpang (intersection) as the general area where two or more roads join or cross, including the roadway and road side facilities for traffic movement within it (AASHTO,2001)

An intersection has to be shared by everybody wanting to use it

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama sama dengan lalu lintas lainnya.



HIRARKI PENGATURAN PERSIMPANGAN

**SIMPANG PRIORITAS
(PRIORITY JUNCTION / GIVE WAY)**

SIMPANG DIATUR PETUGAS

**SIMPANG BERLAMPU LALU LINTAS
(TRAFFIC LIGHT / APILL)**

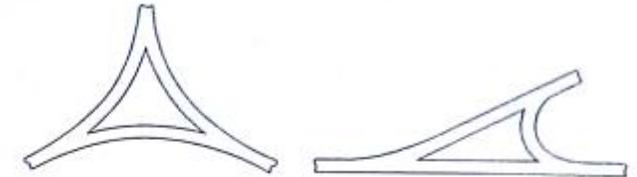
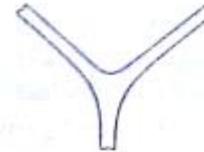
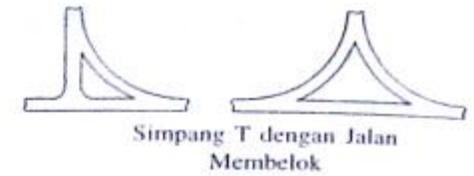
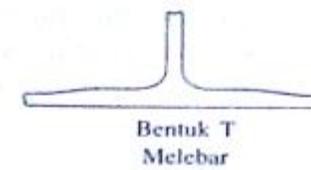
BUNDARAN (ROUNDABOUT)

**SIMPANG TAK SEBIDANG
(INTERCHANGE)**



TIPE PERSIMPANGAN

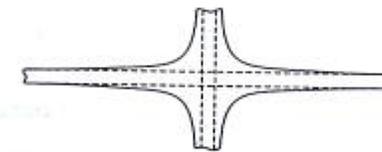
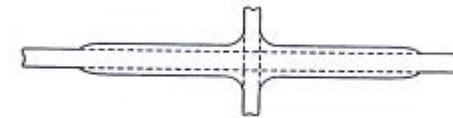
□ Simpang sebidang (*intersection at grade*)



Bentuk Y tanpa Kanalisasi

Bentuk Y dengan Jalan Membelok

Persimpangan 3-Kaki

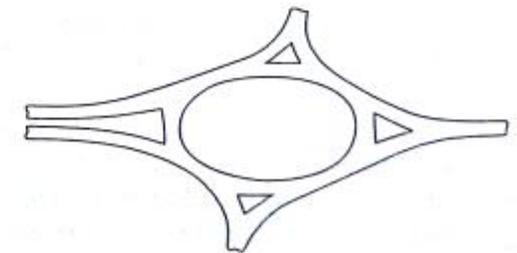
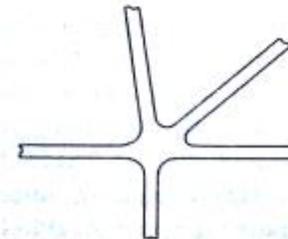


Persimpangan tanpa
Kanalisasi

Persimpangan
Melebar

Persimpangan
dengan Kanalisasi

Persimpangan 4-Kaki



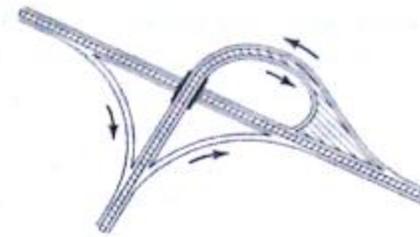
Persimpangan Kaki-Banyak

Bundaran

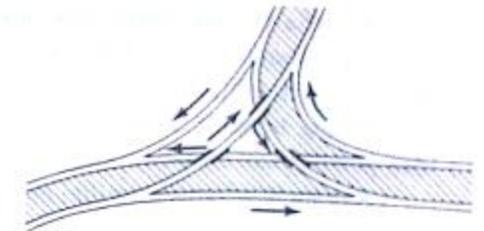


TIPE PERSIMPANGAN

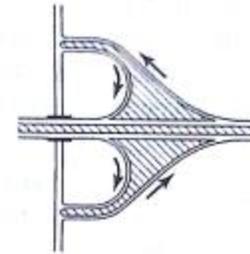
❑ Simpang tak sebidang (interchange)



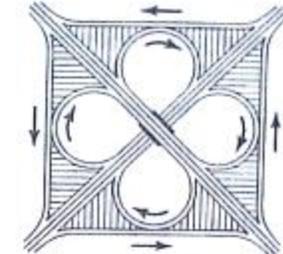
(a) T atau terompot



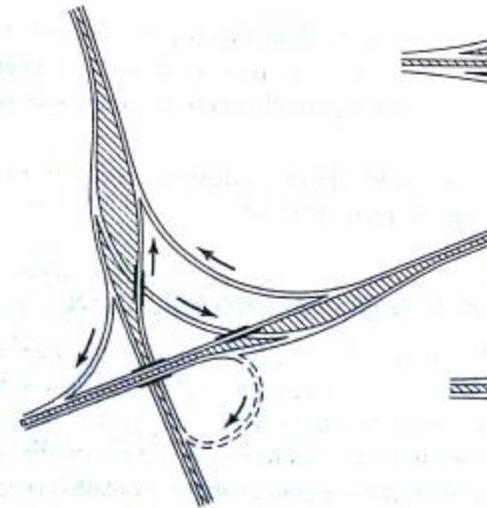
(b) Y



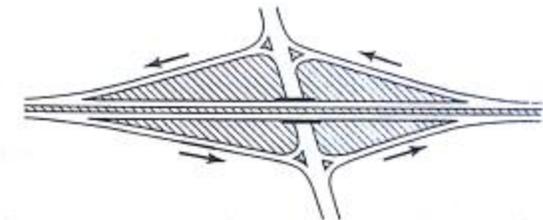
(c) Setengah semanggi (pintu tol dalam dua kuadran)



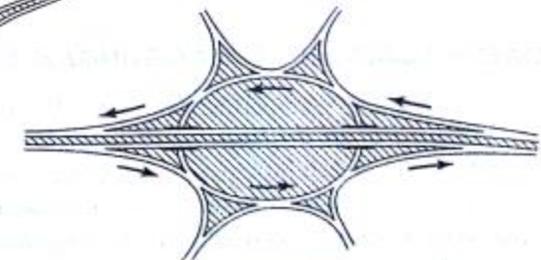
(d) Semanggi



(f) Satu arah (direksional)



(e) Belah ketupat



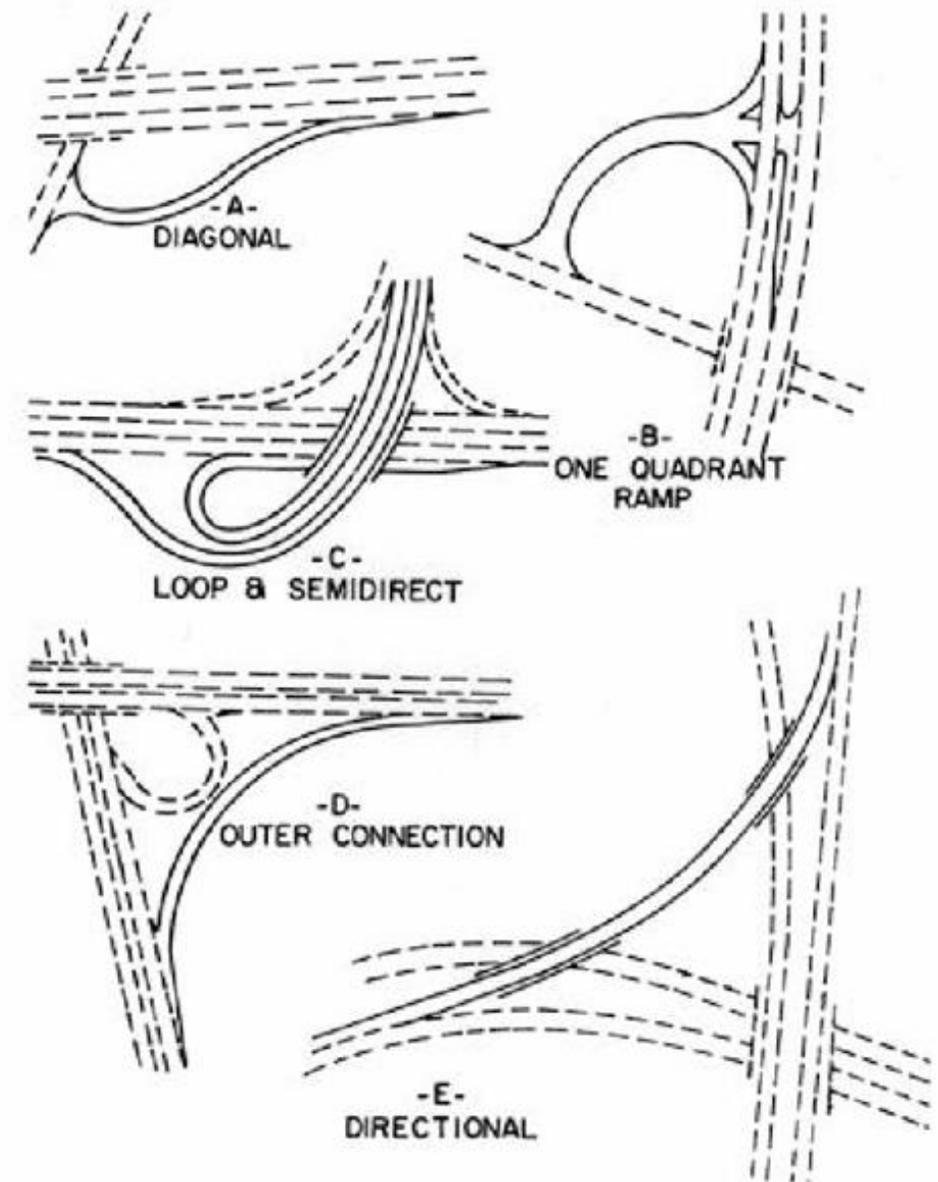
(g) Bundaran



TIPE RAMPS

RAMP is sloping passage or roadway connecting different levels a highway

- Diagonal
- one-quadrant ramp
- Semidirectional
- outer connection
- Directional
- Loops



TUJUAN PERANCANGAN PERSIMPANGAN

“To reduce the severity of potential conflict between vehicles (including pedestrian), while providing maximum convenience and ease of movement to vehicles”



PERALATAN PENGENDALIAN LALU LINTAS

- 1) **Signs (Rambu)**
- 2) **Moveable barrier (penghalang bergerak)**
- 3) **Signal (sinyal)**

Peralatan pengendalian lalu lintas diupayakan untuk menyediakan simpang yang SELAMAT dan berfungsi secara EFISIEN dengan memisahkan arus kendaraan menurut waktu



KONSEP UMUM PENGATURAN SIMPANG SEBIDANG

Tujuan utama pengaturan lalu lintas umumnya adalah menjaga keselamatan arus lalu lintas dengan memberikan petunjuk-petunjuk yang jelas dan terarah, tidak menimbulkan keraguan.



KLASIFIKASI RAMBU MENURUT FUNGSINYA

1) REGULATORY SIGNS

- Stop sign
- Speed sign
- Movement sign
- Parking sign

2) **WARNING SIGN** : to call attention to hazardous condition, actual or potential

3) **GUIDE OR INFORMATION SIGN** : provide direction to driver and various destination

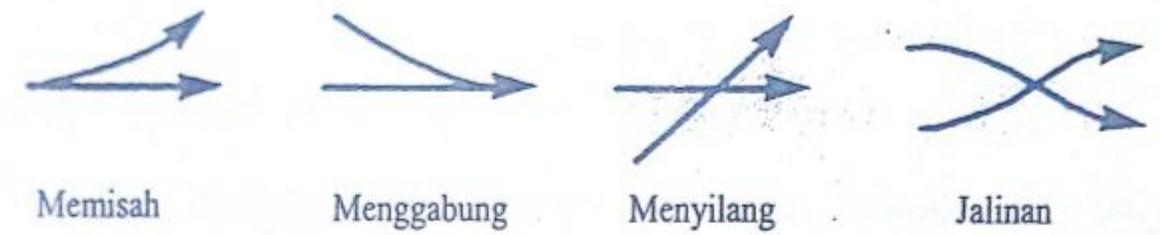
4) **DIRECTIONAL SIGN ON HIGH SPEED HIGHWAY** : are used at interchange associated with freeway



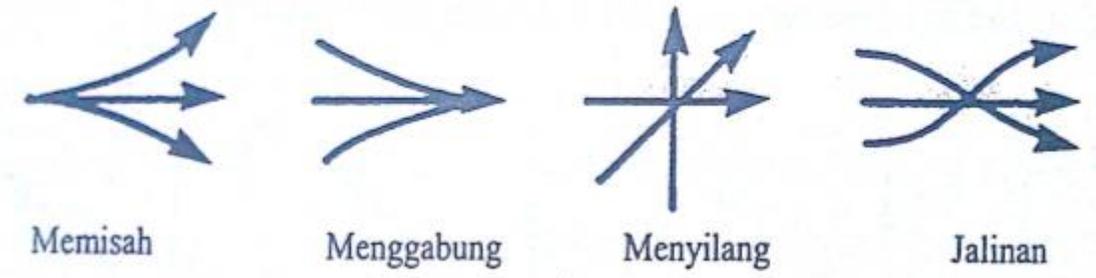
TIPE PERGERAKAN PADA SIMPANG

Terdapat 4 (empat) jenis dasar dari alih gerak kendaraan pada persimpangan, yaitu :

1. **berpencar (*diverging*)**
2. **bergabung (*merging*)**
3. **berpotongan (*crossing*)**
4. **bersilangan (*weaving*).**



Pergerakan Sederhana

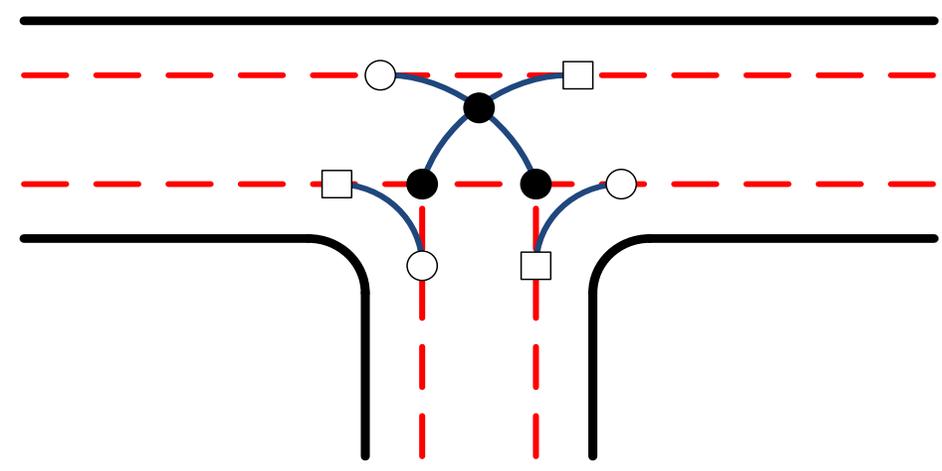


Pergerakan Kompleks



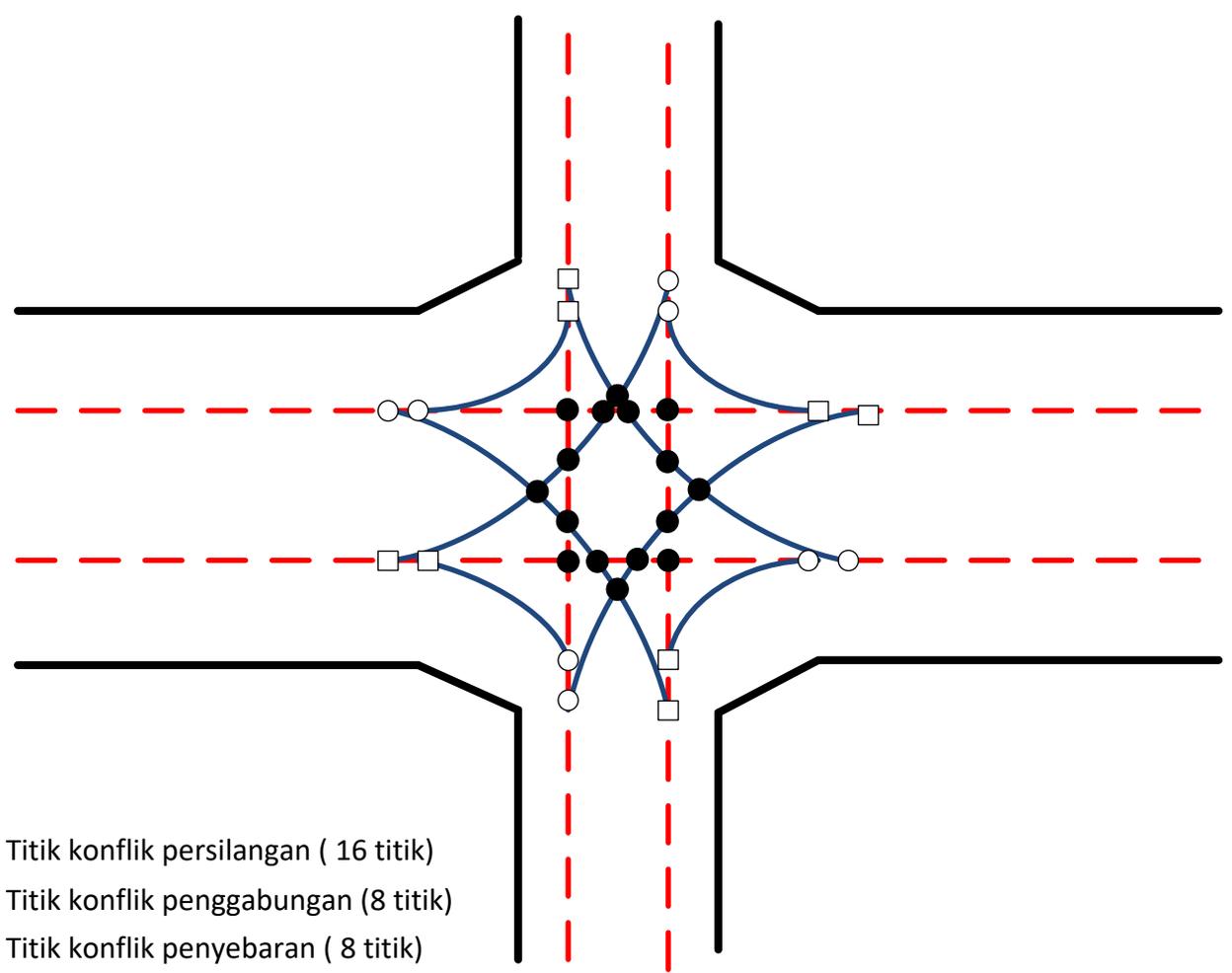
TITIK KONFLIK PADA SIMPANG

lintasan kendaraan dan pejalan kaki akan berpotongan pada suatu titik konflik dimana konflik akan memperlambat laju kendaraan dan berpotensi menimbulkan kecelakaan.



- Titik konflik persilangan
- Titik konflik penggabungan
- Titik konflik penyebaran





- Titik konflik persilangan (16 titik)
- Titik konflik penggabungan (8 titik)
- Titik konflik penyebaran (8 titik)

Jumlah potensial titik-titik konflik pada simpang tergantung dari :

- Jumlah kaki simpang
- Jumlah lajur dari kaki simpang
- Jumlah pengaturan simpang
- Jumlah arah pergerakan



PRINSIP PENGENDALIAN PADA SIMPANG

- **Menyediakan cukup jarak pandang**



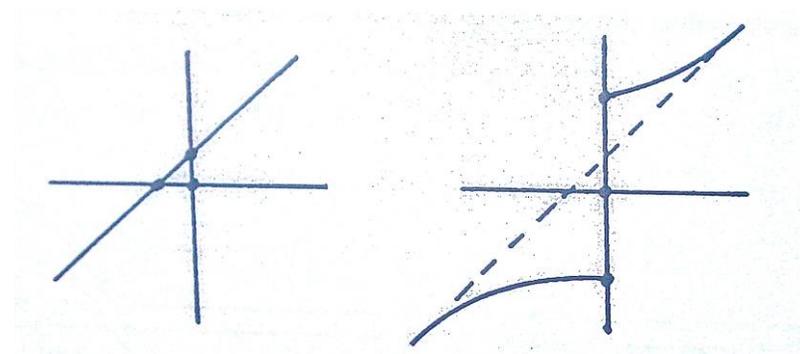
- **Hindari penggunaan pergerakan ganda**



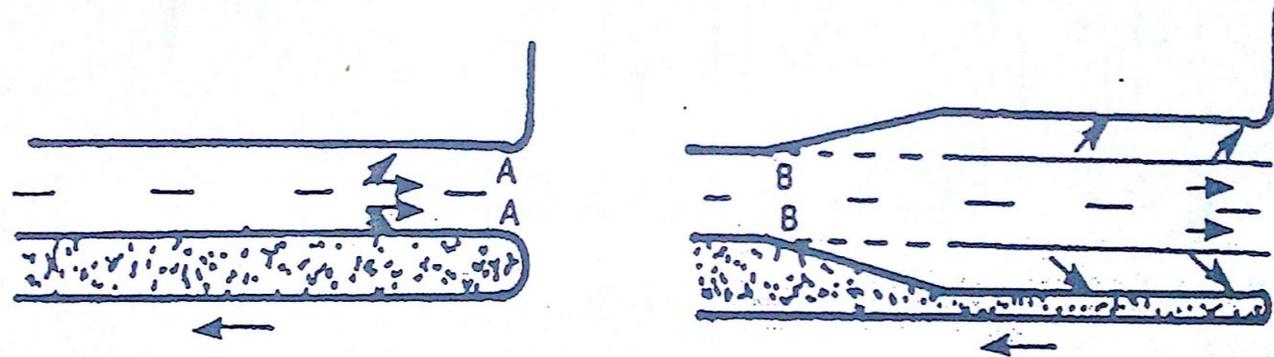
- **Meminimumkan jumlah titik konflik**



- **Memisahkan titik konflik**



- Melarang pergerakan yang tidak diinginkan dan tidak penting
- Mengatur kecepatan dan sudut konflik pergerakan lalu lintas



TIPE PENGENDALIAN PADA SIMPANG

1. No control
2. Kanalisasi (*Channelization*)
3. *Yield* atau *stop sign*
4. Bundaran atau roundabout
5. Traffic signal



SIMPANG TANPA KONTROL

Basic Right of Way Rule

Pengaturan ini menitikberatkan pada pemberian hak jalan pada kendaraan lain ketika memasuki simpang dengan pembagian :

1. Memberi hak jalan pada kendaraan lain yang lebih dulu memasuki suatu simpang
2. Memberi hak jalan pada kendaraan lain yang berada pada posisi lebih kiri dari pada kendaraan tinjauan.
3. Kendaraan yang hendak belok ke arah kanan pada suatu simpang diwajibkan memberi hak jalan kepada kendaraan dari arah lainnya.
4. Memberi hak jalan pada penyeberang jalan yang telah menyentuh garis marka penyeberangan (zebra cross)



STOP SIGN

- ❑ Rambu stop : diwajibkan untuk menghentikan kendaraannya pada garis stop, sekalipun tidak ada kendaraan yang datang dari arah lain, dan baru boleh meneruskan perjalanannya bilamana kondisi lalu-lintas cukup aman.

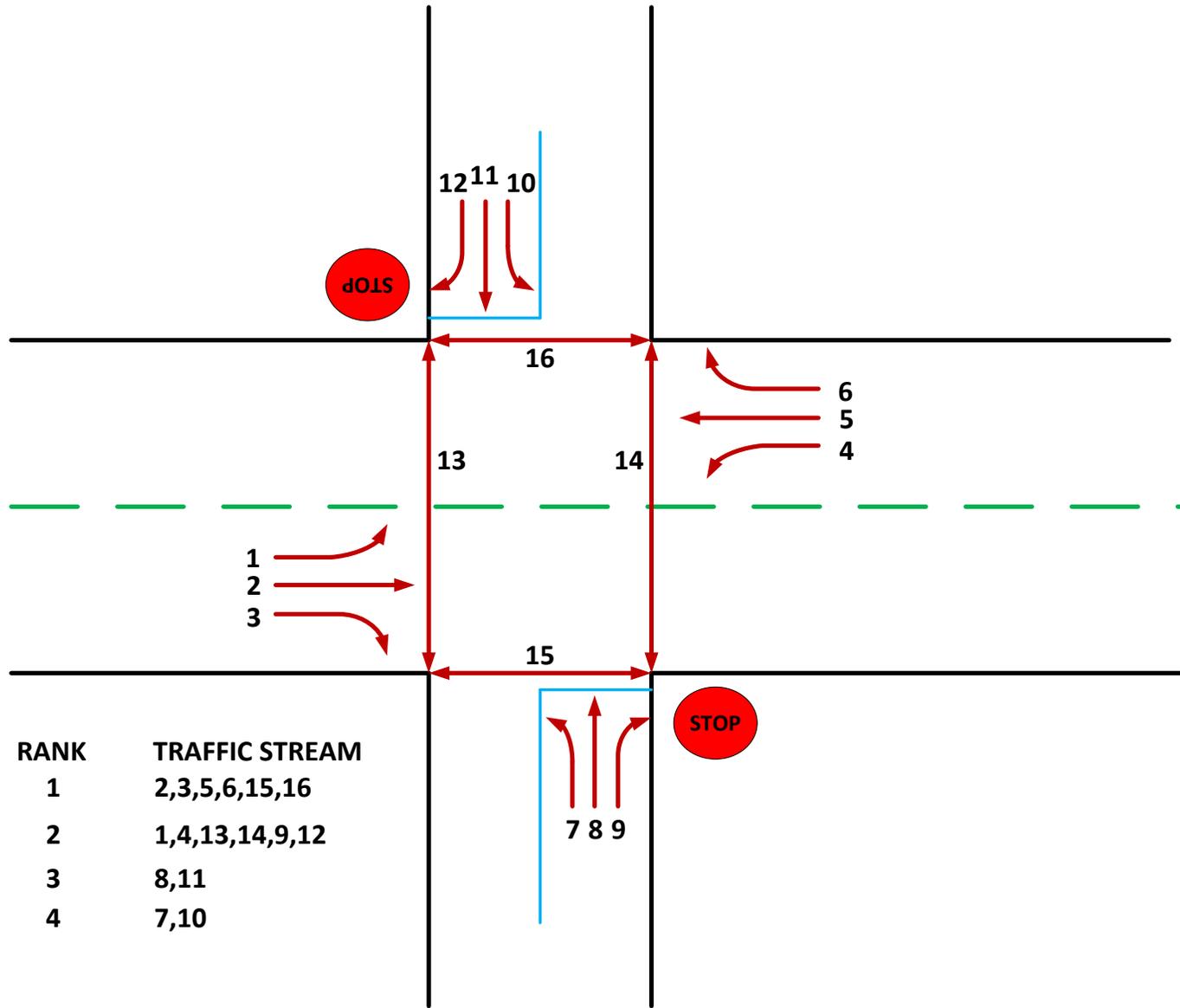


STOP SIGN

- ❑ Pemasangan rambu Stop pada seluruh kaki simpang ini dilakukan dengan pertimbangan :
 - a) Jarak pandangan tidak memenuhi syarat karena kondisi geometrik maupun oleh sebab lainnya
 - b) Angka kecelakaan cukup tinggi
 - c) Rata-rata tundaan kendaraan mencapai lebih dari 30 detik
 - d) Pertimbangan memakai sinyal belum ada
- ❑ Dibedakan menjadi : Two way stop controlled (TWSC) dan all way stop controlled (AWSC)

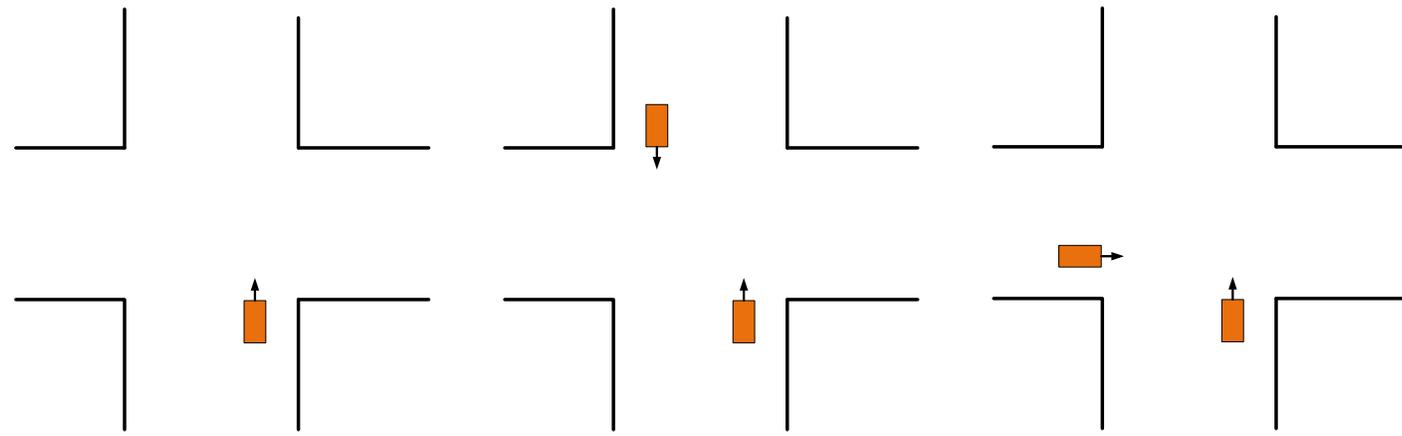


TWSC



RANK	TRAFFIC STREAM
1	2,3,5,6,15,16
2	1,4,13,14,9,12
3	8,11
4	7,10

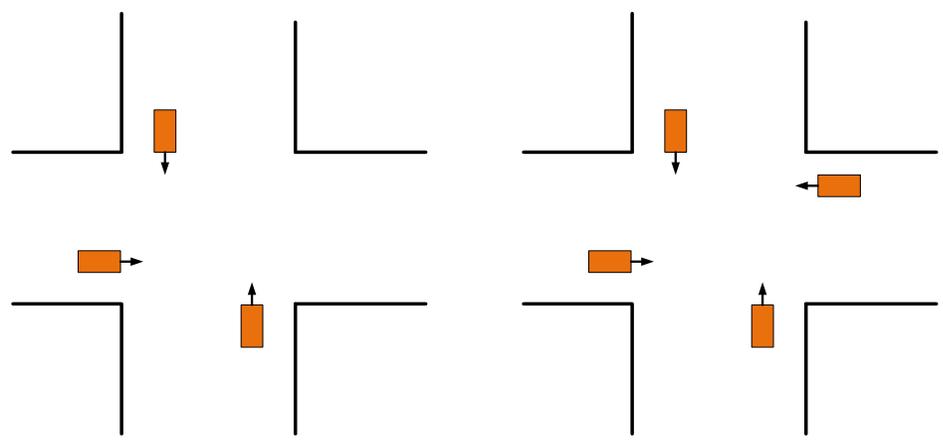




Gambar A.Kasus 1

Gambar B .Kasus 2

Gambar C .Kasus 3



Gambar D .Kasus 4

Gambar E .Kasus 5

AWSC



YIELD SIGN

- ❑ Rambu **Yield** biasanya dipasang pada jalan arah minor pada simpang.
- ❑ Pengemudi yang melihat rambu ini diwajibkan untuk memperlambat laju kendaraannya dan baru boleh meneruskan perjalanannya bilamana kondisi lalu-lintas cukup aman.



KANALISASI

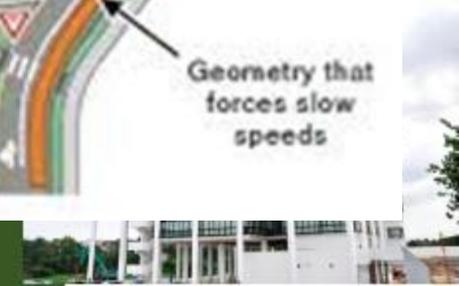
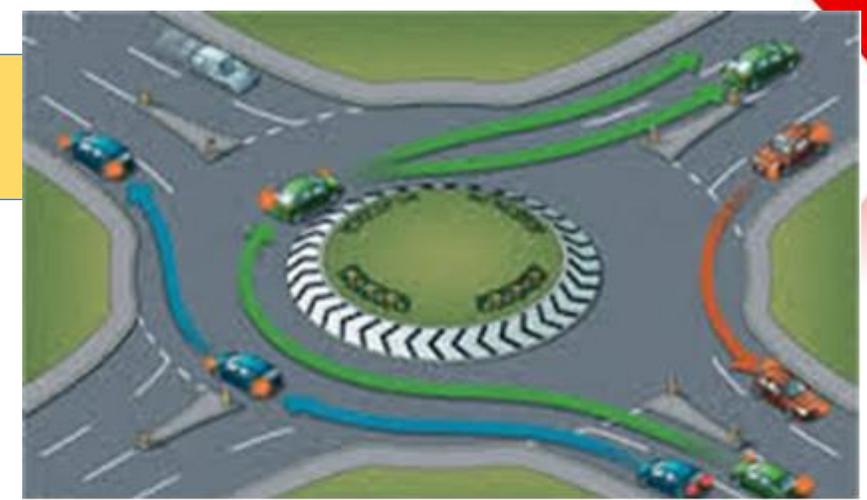
- Pengaturan persimpangan dengan kanalisasi terutama untuk memisahkan lajur lalu lintas menerus dan lajur belok
- Kanalisasi dapat berupa pulau dengan kerb yang lebih tinggi dari jalan ataupun hanya berupa garis marka jalan.



BUNDARAN (ROUNDBOUT)

Tujuan perancangan bundaran adalah menjamin keselamatan dari lalu lintas antara lalu lintas yang saling berpotongan dengan tundaan minimum yang dipengaruhi oleh gap antara kendaraan.

DAPAT DICAPAI DENGAN HUKUM PRIORITAS



Bundaran atau *roundabout* merupakan pulau di tengah-tengah simpang yang lebih tinggi dari permukaan jalan rata-rata, dan bukan berupa garis marka, sehingga secara nyata tidak ada kendaraan yang akan melewatinya.



PEMBATASAN BELOK (TURN REGULATION)

Pembatasan belok pada suatu simpang dimaksudkan untuk mengurangi jumlah konflik sehingga akan memperkecil tundaan dan meningkatkan kapasitas simpang. Terdapat beberapa cara untuk mengurangi jumlah konflik dengan pembatasan belok, antara lain :

- LARANGAN BELOK KANAN
- LARANGAN BELOK KIRI



SIMPANG BERSINYAL (TRAFFIC SIGNAL INTERSECTION)

Berdasarkan HCM 1985, ada tiga macam cara pengoperasian lampu isyarat lalu lintas yaitu :

- ❑ **Premitted operation**, yaitu lampu lalu lintas dalam putaran konstan dimana setiap siklus sama dan panjang siklus serta fase tetap.
- ❑ **Semi actuated operation** yaitu pada operasi isyarat lalu lintas ini, jalan utama (major street) selalu berisyarat hijau sampai alat pendeteksi pada jalan samping (side street) menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau kedua sisi jalan tersebut.
- ❑ **Full actuated operation** yaitu pada isyarat lampu lalu lintas ini, semua fase lalu lintas dikontrol dengan alat detektor sehingga panjang siklus atau fasenya berubah-ubah tergantung dari permintaan yang didasarkan oleh detektor.



Manfaat lampu lalu lintas sendiri adalah untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan disamping meminimumkan hambatan. Untuk menurunkan hambatan dan meningkatkan kapasitas persimpangan yang menggunakan APILL dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menggunakan tahap/ phase sedikit mungkin
2. Arus yang memasuki persimpangan harus dapat ditampung
3. Waktu yang dialokasikan untuk masing-masing tahap harus memenuhi kebutuhan.

(G.R WELLS)



KAPAN SIMPANG MEMBUTUHKAN APILL ?

- 1) Arus minimal lalu lintas yang menggunakan persimpangan rata-rata diatas 750 kendaraan/ jam selama 8 jam dalam sehari
- 2) Atau bila waktu menunggu/ hambatan rata-rata kendaraan dipersimpangan telah melampaui 30 detik
- 3) Persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/ jam selama 8 jam dalam sehari
- 4) Sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan
- 5) Merupakan kombinasi dari sebab-sebab yang disebutkan diatas

Syarat-syarat yang disebutkan diatas tidaklah baku, dan dapat disesuaikan dengan situasi dan kondisi setempat. (*Menuju lalin yang Tertib, 1995*)



FUNGSI APILL

1. Mengatur pemakaian ruang persimpangan
2. Meningkatkan keteraturan arus lalu lintas
3. Meningkatkan kapasitas dari persimpangan
4. Mengurangi kecelakaan dalam arah tegak lurus
5. Mengurangi tundaan/ delay



LALU LINTAS BELOK KIRI



1. Persimpangan, baik yang diatur dengan APILL atau tidak, pada prinsipnya **mengijinkan lalu lintas belok kiri secara langsung (LTOR)**;
2. Bila lalu lintas belok kiri menimbulkan gangguan pada lalu lintas menerus, dapat dipasang lampu filter atau rambu perintah **Belok Kiri Ikuti Isyarat Lampu.**



TAHAPAN PENGATURAN APILL

A. TAHAP PERENCANAAN

Yaitu proses perencanaan pembangunan APILL dengan cara menentukan tipe dan tata letak sistem pengaturan lalu lintas. Contohnya : Penentuan tata letak persimpangan dan penentuan fase persimpangan dengan kebutuhan lalu lintas yang diberikan

B. TAHAP DESAIN

Yaitu proses menentukan desain rekomendasi pembangunan APILL . Contohnya : Perubahan dan perbaikan persmpangan ber APILL yang ada , seperti perubahan fase, waktu siklus dan perubahan desain geometrik persimpangan

C. TAHAP OPERASI

Yaitu proses menentukan pengaturan waktu dan kapasitas persimpangan ber APILL. Contohnya : Memperkirakan kapasitas yang tersedia dan kebutuhan perbaikan kapasitas dan/atau perubahan fase APILL sebagai akibat pertumbuhan lalu lintas



Perhitungan waktu APILL harus ditinjau ulang sekurang-kurangnya **satu kali dalam tiga bulan.**



PEDOMAN UMUM PERENCANAAN SIMPANG APILL

- Lebar lajur efektif min. 2,75 m, gunakan waktu siklus optimum untuk mendapatkan hambatan/ delay minimum
- Lajur membelok yang terpisah sebaiknya direncanakan menjauhi garis utama lalu-lintas, dan lebar lajur membelok harus mencukupi sehingga arus membelok tidak menghambat pada lajur terus (min. 2,75m)
- Median harus digunakan bila lebar jalan **lebih dari 10 m** untuk mempermudah penyeberangan pejalan kakibdan penempatan tiang sinyal kedua
- Marka penyeberangan pejalan kaki sebaiknya **ditempatkan 3-4 m** dari garis lurus perkerasan untuk mempermudah kendaraan yang membelok mempersilahkan pejalan kaki menyeberang dan tidak menghalangi kendaraan-kendaraan yang bergerak lurus
- Perhentian bis sebaiknya diletakkan setelah simpang, yaitu ditempat keluar dan bukan ditempat pendekat.

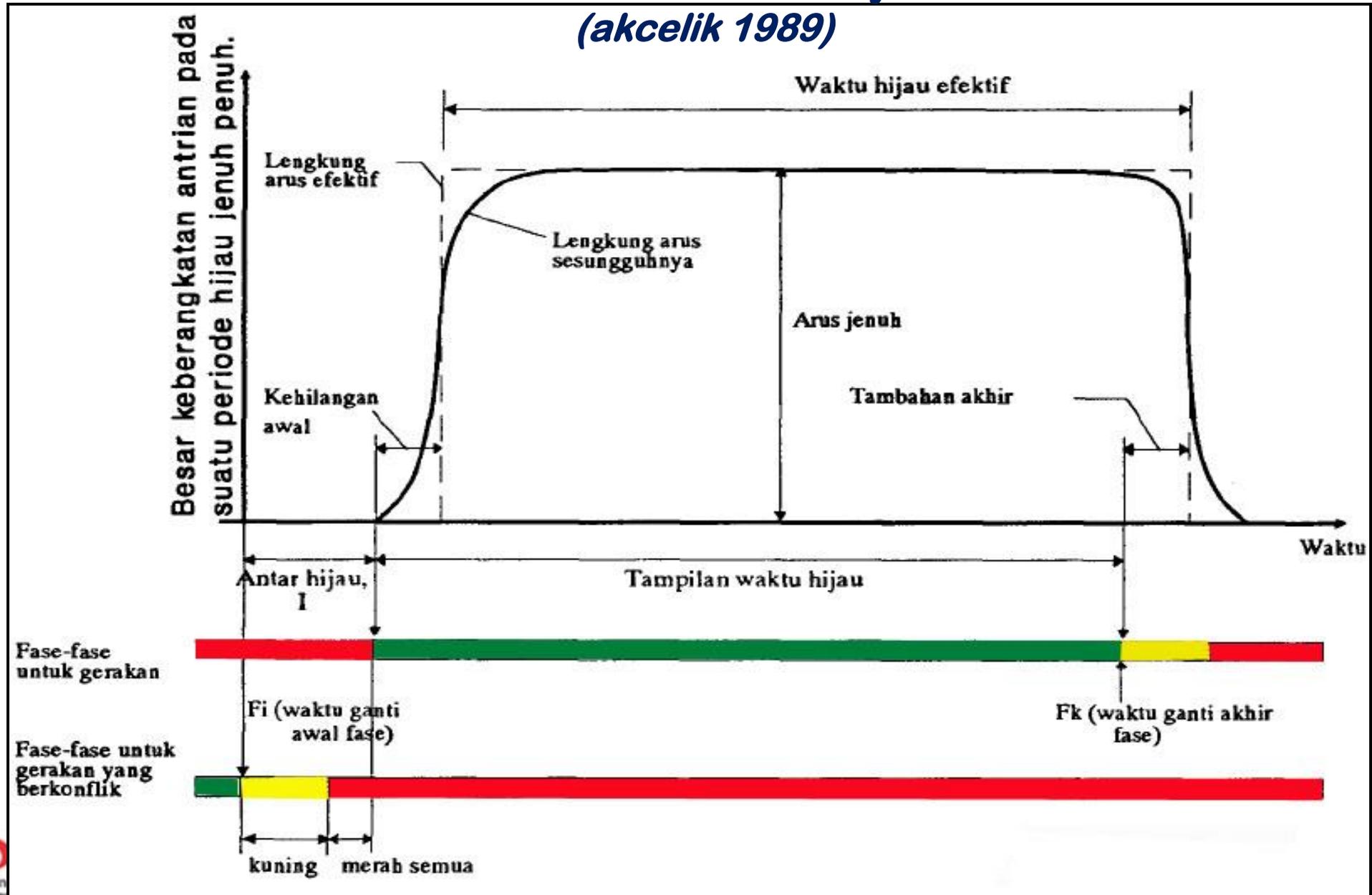


PEDOMAN UMUM PERENCANAAN SIMPANG APILL

- Fase (dan lajur) terpisah **untuk lalu-lintas belok kanan** disarankan terutama pada keadaan-keadaan berikut:
 - Terdapat cukup lajur untuk lalu lintas belok kanan
 - Bila terdapat lebih dari satu lajur terpisah untuk lalu-lintas belok kanan pada salah satu pendekat.
 - Bila arus belok kanan selama jam puncak melebihi 200 kendaraan/jam dan keadaan-keadaan berikut dijumpai:
 - ✓ Jumlah lajur mencukupi kebutuhan kapasitas untuk lalu-lintas lurus dan belok kiri sehingga lajur khusus lalu-lintas belok kanan diperlukan
 - ✓ Jumlah kecelakaan untuk kendaraan belok kanan diatas normal dan usaha-usaha keselamatan lainnya tidak dapat diterapkan
- **Waktu kuning** sebaiknya dijadikan **5 detik** pada sinyal dijalan kecepatan tinggi > 40 km/jam (jalan arteri).
- **Amber/ waktu kuning** rata-rata 3 detik, **All red/ merah** semua rata-rata 2 detik



Model dasar untuk arus jenuh (akcelik 1989)



DEFINISI DAN ISTILAH DALAM APILL

cycle	=	Siklus, satu urutan lengkap dari tampilan sinyal
Phase (signal phase)	=	bagian dari siklus yang dialokasikan bagi setiap kombinasi pergerakan lalu lintas yang mendapat hak jalan bersamaan selama satu interval atau lebih
Interval	=	periode waktu selama indikasi sinyal tetap
intergreen	=	Waktu antar hijau, waktu antara berakhirnya hijau suatu fase dengan berawalnya hijau fase berikutnya.
All red interval	=	Interval merah semua, periode waktu dimana semua tipe pendekat mendapatkan merah secara bersamaan All red = intergreen – amber (yellow)





JALAN A

INTERGREEN



JALAN B



JALAN A

ALL RED



JALAN B



DEFINISI DAN ISTILAH DALAM APILL

Green time	=	Periode fase hijau ditambah interval perubahannya
Green ratio	=	Perbandingan waktu hijau efektif terhadap total panjang siklus
Waktu hijau efektif	=	
Lost time	=	waktu hilang dalam suatu fase karena keterlambatan start kendaraan dan berakhirnya tingkat pelepasan kendaraan yang terjadi selama waktu kuning.
	=	



ELEMENT OF SIGNAL TIMING SYSTEM

❑ **At signalized intersection**

Arus lalu lintas yang diijinkan secara simultan untuk mendapatkan hak jalan, dimana pada saat yang bersamaan arus lainnya diberhentikan

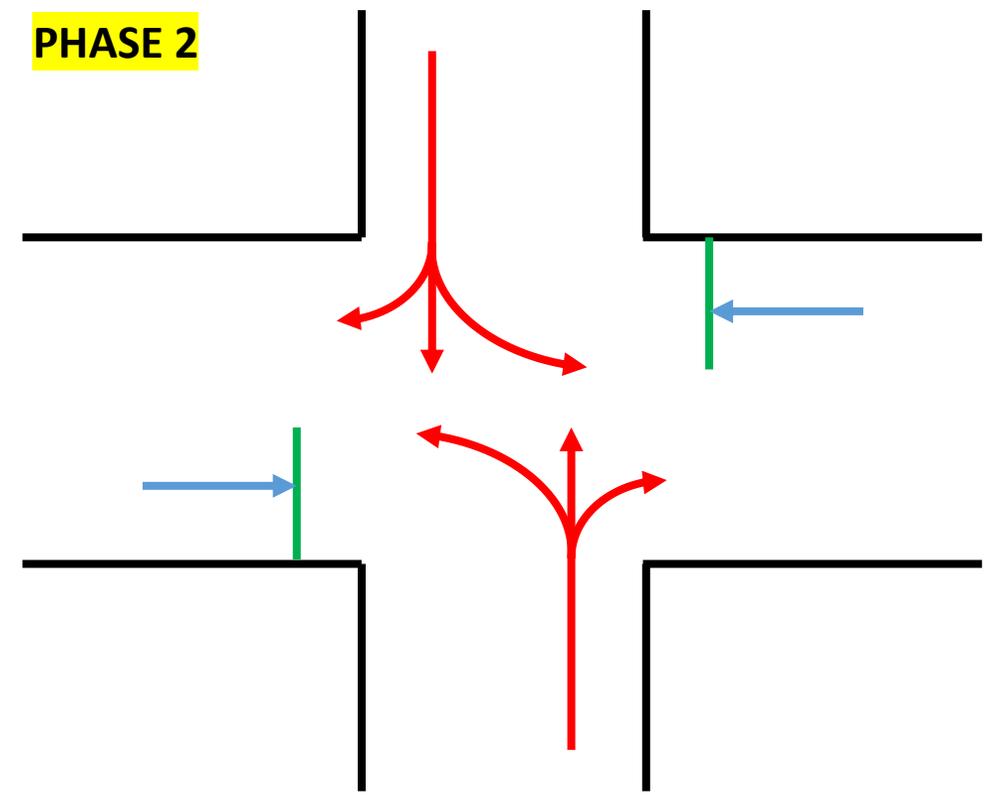
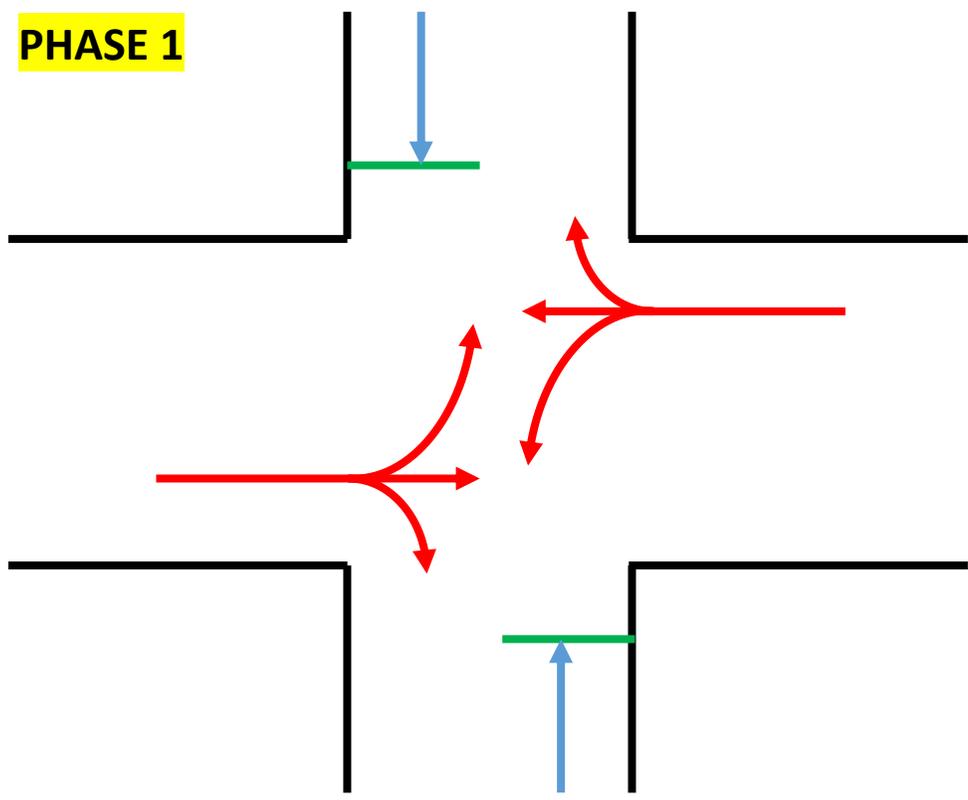
❑ **A signal phase**

Periode selama satu atau lebih pergerakan secara bersamaan mendapatkan indikasi hijau

❑ **Intergreen or clearance interval**

waktu antara akhir indikasi hijau untuk satu fase dan permulaan hijau pada fase berikutnya





SIGNAL PHASES



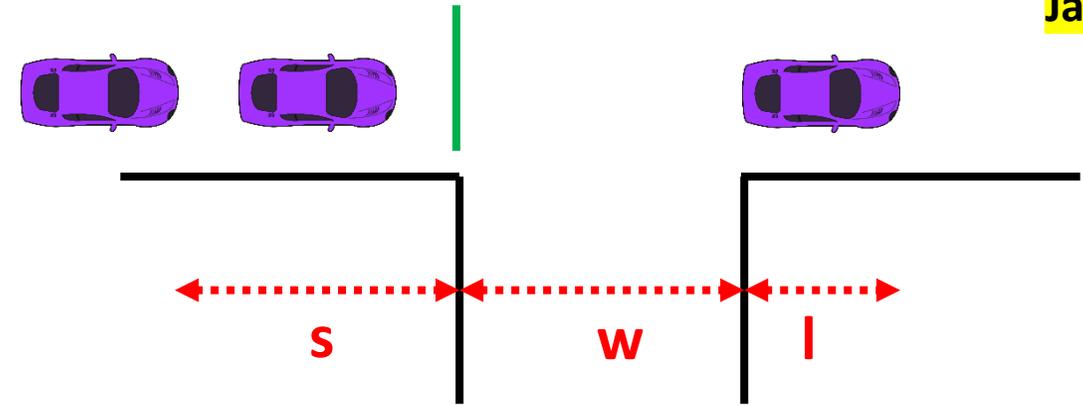
CALCULATION OF THE INTER GREEN PERIOD

PHASE 1

Jalan B

DILEMMA ZONE???

Path of the vehicle covers a distance



Jalan A

$$s + W + l$$

- s = jarak henti aman
- W = jarak dari garis henti kendaraan dalam posisi aman
- l = panjang kendaraan



Maka inter green periode adalah :

$$I = \frac{s + W + l}{v} = t_r + \frac{v}{2a} + \frac{W + l}{v}$$

v = kecepatan kendaraan

t_r = waktu reaksi persepsi (1 – 2,5 dtk)

l = waktu perlambatan

Jika tidak ada **all red** maka Intergreen (I) = Amber (A)

- Pertimbangan indikasi amber berdasarkan pedestrian pada arah pergerakan kendaraan



- ❑ Jika tidak terdapat sinyal pejalan kaki, asumsikan bahwa pedestrian terakhir akan melintas tepat saat indikasi amber muncul
- ❑ Maka waktu *pedestrian clearance*

$$R_i = \frac{W_j}{v_{ped}}$$

W_j = lebar jalan sampai median

v_{ped} = kecepatan berjalan pedestrian

JIKA $R_i > I_i$ maka gunakan R_i sebagai I_i



EXAMPLE

- ❑ Menentukan durasi optimal untuk fase kuning agar mengatasi kondisi dilemma zone di persimpangan
- ❑ Asumsikan bahwa “ **dilemma zone**” dapat dieliminasi dengan penyesuaian durasi waktu kuning (amber)
- ❑ Untuk menghentikan kendaraan sebelum garis henti, pengemudi harus memulai pengereman pada jarak

$$S = t_r v + \frac{v^2}{2a}$$



Fase kuning yang cukup (Y) harus disediakan untuk mengizinkan suatu kendaraan untuk melintasi simpang dengan clearjika suatu kendaraan terlalu dekat dengan simpang ketika fase kuning mulai



EXAMPLE

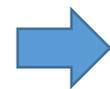
- ❑ Jarak ke garis henti ke kendaraan, untuk melintas persimpangan secara clear selama fase kuning adalah GO ZONE

$$G = vY - (W + l)$$

- ❑ DILEMMA ZONE = jarak antara G dan S $D = G - S = vY - (W + l) - \left(t_r v + \frac{v^2}{2a} \right)$

- ❑ Untuk meminimalkan D maka setting $D = 0$, sehingga :

$$Y = t_r + \frac{v}{2a} + \left(\frac{W + l}{v} \right)$$



OPTIMUM YELLOW DURATION



SIKLUS TERPENDEK BERDASARKAN SYARAT PEDESTRIAN

- ❑ Ketika indikasi “ WALK/DO NOT WALK” dipakai, maka panjang fase pedestrian terbentuk fase Hijau pada pendekatr tersebut
- ❑ Pedestrian membutuhkan total waktu untuk melintas persimpangan :

$$Z + R_i$$

Z merupakan periode awal selama sinyal “ WALK” muncul (biasanya 7 detik)

R_i merupakan *clearance time* untuk pedestrian terakhir mulai melintas simpang ketika sinyal pedestrian baru mulai flash (don't walk)

- ❑ Sebagian atau semua R_i dapat terjadi bersamaan dengan waktu *intergreen*, fase pedestrian yang dibutuhkan :

$$P_i = Z + R_i - l_i$$

P_i adalah fase pedestrian untuk indikasi hijau

Catatan : diasumsikannbahwa $R_i > l_i$, jika $l_i > R_i$ maka $R_i = Z \rightarrow$

$$P_i = \min G_i$$



SIGNAL TIMING FOR PRETIMED ISOLATED SIGNALS

Manual method :

- Webster's method
- Homburger and Kell's method
- Pignataro's method



Homburger and Kell's method

- Utilizes traffic volume as the basis for allocating time to approach
- Keeping off-peak cycles as short as possible (40-60 second)
- Peak hour cycles can be longer, favoring movement on the major street



Prosedur analisis :

1. Select yellow change intervals between 3 – 5 second for speeds less than 35 mph to speeds greater than 50 mph.
2. Determine the need for additional clearance time using

$$Y = t_r + \frac{v}{2a} + \left(\frac{W + l}{v} \right)$$

And also ensure if an all red phase is necessary

Assuming deceleration rate of 10 ft/sec^2

3. Determine pedestrian clearance times, assuming pedestrian walking speed as 4 ft/sec



4. Compute minimum green times
 - With pedestrian signal, the “walk” period should be at least 7 second
5. Compute green time based on an approach volume in the critical lane on each street at peak hour
6. Adjust the cycle length (sum all greens and yellow) to the next higher 5 second interval and redistribute extra green time.
7. Compute percentage values of all interval.



