

SI2241 – Rekayasa Lalu Lintas  
Semester 2 TA 2022-2023

# K10 – PRINSIP PENGATURAN SIMPANG

Aine Kusumawati, ST., MT., Ph.D.

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung

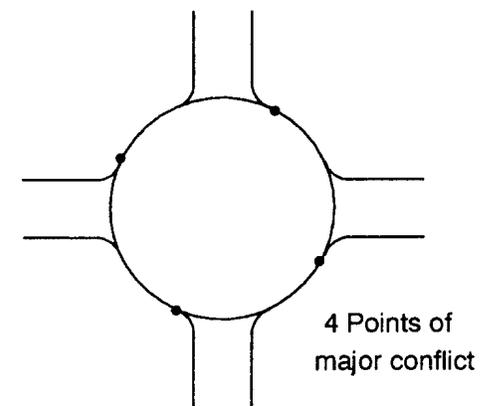
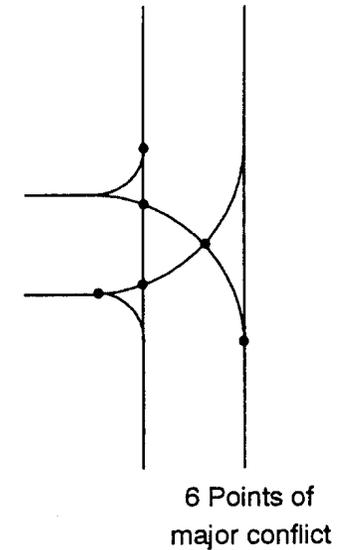
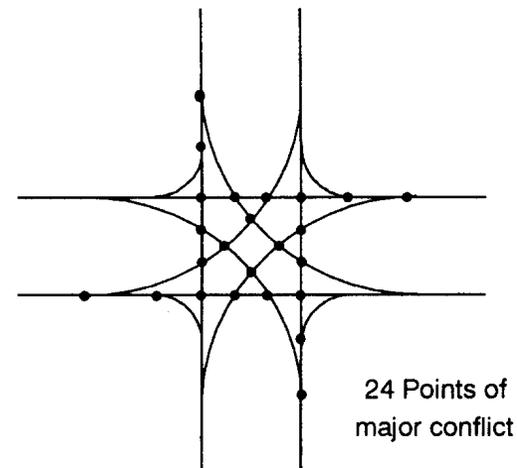


# Pendahuluan

- Definisi simpang (*junction/intersection*) → suatu area dimana dua atau lebih jalan bertemu atau bersilangan
- Simpang merupakan komponen penting dari jaringan jalan:
  - Banyak kecelakaan yang menyebabkan kematian dan luka berat terjadi pada simpang
  - Umumnya kapasitas simpang lebih kecil daripada kapasitas jalan-jalan yang dihubungkan oleh simpang tersebut → kinerja simpang memiliki pengaruh yang besar terhadap efisiensi jaringan jalan
- Simpang harus dapat mengatasi pergerakan lalu lintas yang saling berkonflik:
  - Macam-macam kendaraan dan pejalan kaki
  - Merupakan sumber masalah keselamatan dan efisiensi



# Titik Konflik pada Simpang



# Jenis Simpang

- Pergerakan lalu lintas yang berkonflik pada simpang dapat dipisahkan dengan cara:
  - Pemisahan dalam ruang (*grade separation*)
  - Pemisahan dalam waktu (pengaturan simpang menggunakan aturan prioritas dan lampu lalu lintas)
- Jenis dan desain simpang akan sangat berpengaruh terhadap efisiensi, keselamatan, dan kapasitas jaringan jalan secara keseluruhan



# Jenis Simpang

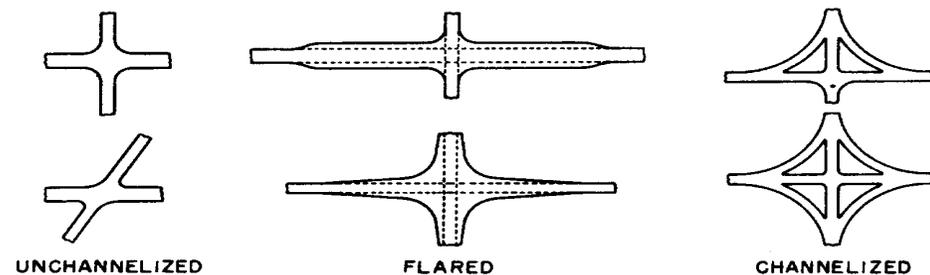
- Simpang :
  - Simpang sebidang (*at-grade intersection*):
    - Simpang tanpa lampu lalu lintas (*Unsignalised intersection*):
      - Rambu STOP atau GIVE WAY
      - Bundaran
    - Simpang dengan lampu lalu lintas (*Signalised intersection*)
  - Simpang tak sebidang (*grade-separated intersection*):
    - Simpang tak sebidang tanpa *ramp* (misal *fly over, underpass*)
    - Simpang tak sebidang dengan *ramp* (*interchanges*)



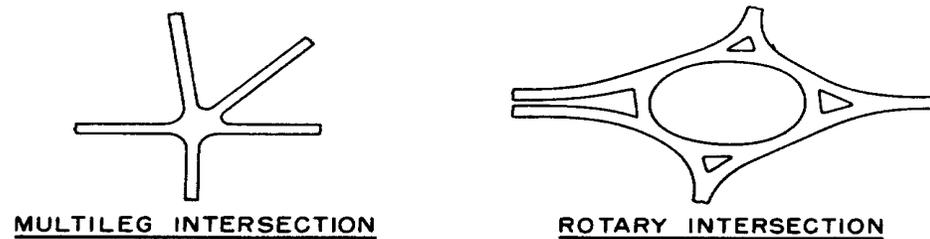
# Simpang Sebidang



## 3-LEG INTERSECTIONS



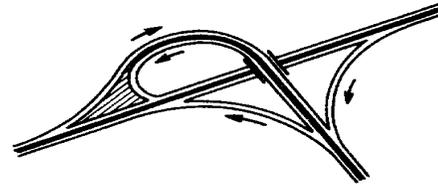
## 4-LEG INTERSECTIONS



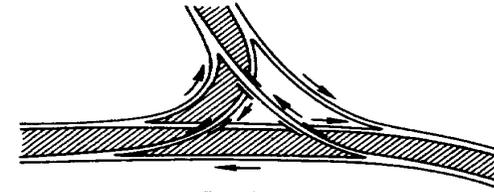
# Simpang Tak Sebidang tanpa *Ramp*



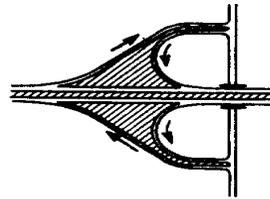
# Interchanges



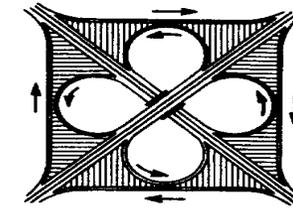
A. T OR TRUMPET



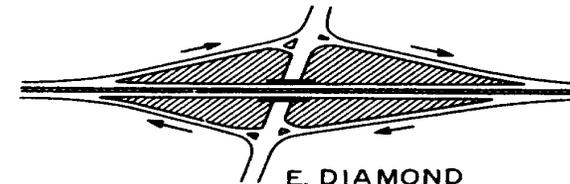
B. Y



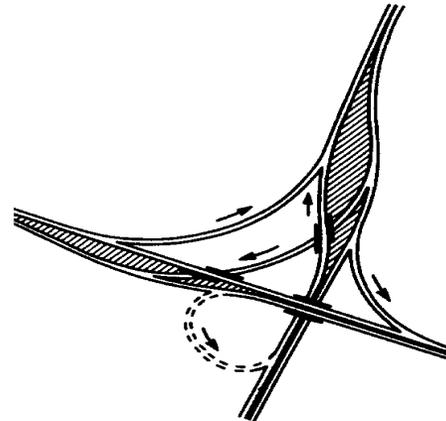
C. PARTIAL CLOVERLEAF  
Ramps in 2 Quadrants



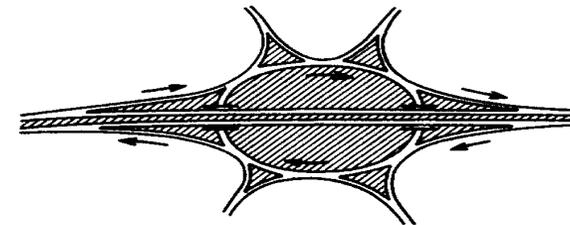
D. CLOVERLEAF



E. DIAMOND



F. DIRECTIONAL



G. ROTARY

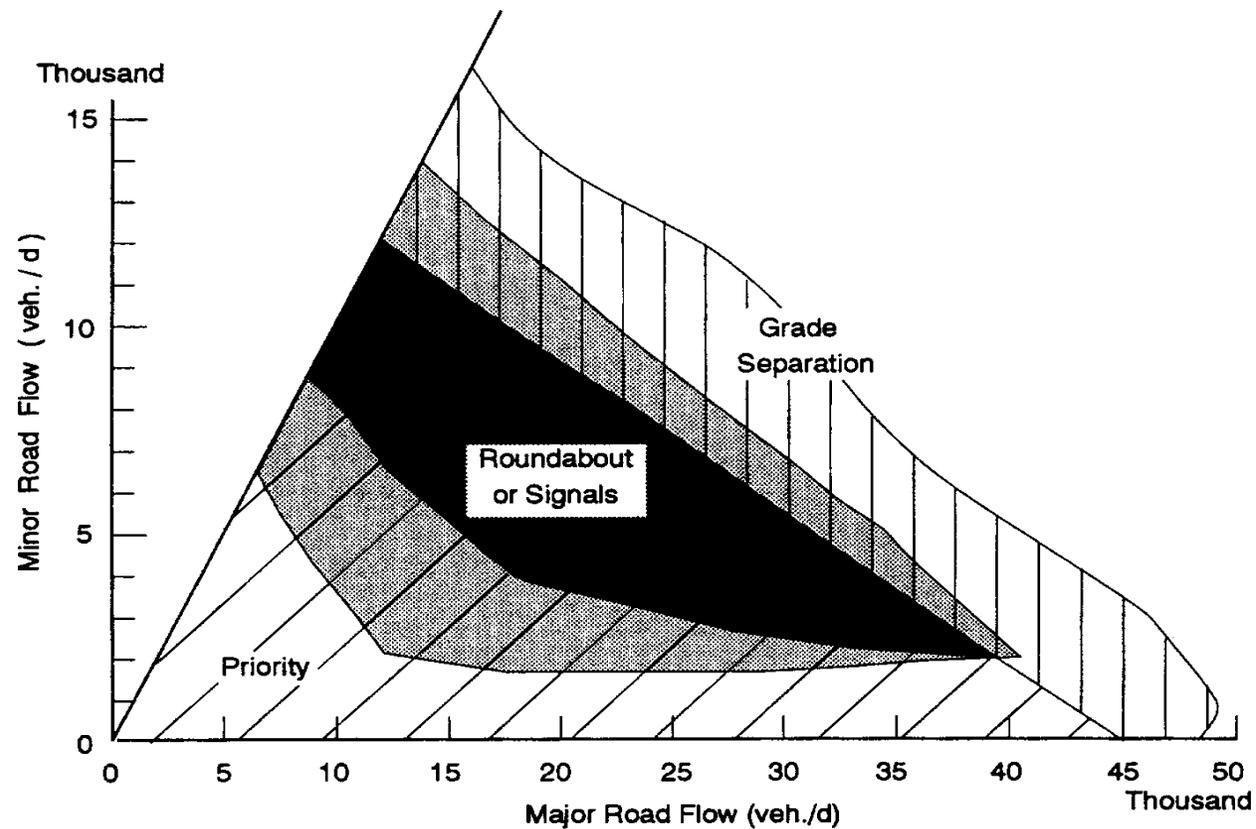


# Perencanaan Simpang

- Tujuan perencanaan simpang adalah untuk mengurangi potensi konflik antar kendaraan (dan juga pejalan kaki) dengan tetap menjaga kemudahan dan kenyamanan pergerakan
- Pemilihan jenis simpang yang sesuai umumnya tergantung dari besarnya volume lalu lintas yang melalui simpang tersebut



# Pemilihan Jenis Simpang



# Pertimbangan Perencanaan Sempang

- Faktor manusia
- Faktor lalu lintas
- Faktor fisik
- Faktor ekonomi



# Pengaturan Simpang

- Tujuan pengaturan simpang secara umum adalah untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi simpang dengan cara memisahkan pergerakan berkonflik dalam waktu
- Manfaat pengaturan simpang:
  - Memanfaatkan kapasitas simpang
  - Mengurangi dan mencegah kecelakaan
  - Melindungi arus pada jalan utama



# Cara-cara Pengaturan Simpang

- Pengaturan belok (turning regulations) →
  - Melarang satu atau lebih pergerakan belok pada simpang
  - Merupakan cara yang mudah dan efektif untuk meningkatkan kondisi lalu lintas
  - Dalam hal ini termasuk juga pelarangan *U-turn*
- Pemberian prioritas (*priority intersection*) →
  - Pemberian hak jalan pada kendaraan yang berasal dari arah tertentu
  - Indonesia menganut pemberian hak jalan pada kendaraan yang datang dari sebelah kiri (lihat UULLAJ 22 Tahun 2009)
- Kanalisasi → *raised* median, pulau lalu lintas, bundaran
- Pengaturan dengan lampu lalu lintas



# Pengaturan Belok

- Pertimbangan:
  - Kendaraan yang akan berbelok, yang harus memberikan hak jalan kepada kendaraan yang datang dari arah depan, seringkali menghalangi kendaraan yang berada di belakangnya, kecuali terdapat lajur khusus untuk membelok.
  - Adanya pengaturan belok mengharuskan pengemudi untuk mencari rute alternatif lain, yang biasanya berarti pengemudi harus menempuh jarak yang lebih jauh sehingga kendaraan-km dalam jaringan jalan akan bertambah.



# Pengaturan Belok

- Pelarangan belok pada suatu simpang mungkin hanya memindahkan masalah ke tempat yang lain, sehingga pelarangan belok pada suatu simpang harus didahului dengan kajian mendalam akan alternatif rute yang akan ditempuh pengendara.
- Pelarangan belok dapat dilakukan sepanjang hari, maupun hanya pada waktu-waktu tertentu saja.
- Pada simpang bersinyal, pergerakan belok dapat dibatasi pada fase tertentu saja dengan menggunakan sinyal yang terpisah.



# Pengaturan Belok

- Pertimbangan sebelum implementasi pelarangan belok:
  - Tentukan derajat kemacetan dan kelambatan akibat kendaraan yang berbelok
  - Evaluasi jumlah tabrakan yang melibatkan kendaraan yang berbelok dibandingkan jumlah seluruh kecelakaan pada simpang tersebut
  - Sediakan rute alternatif
  - Estimasi dampak kemacetan, kecelakaan, dan lingkungan pada rute alternatif
  - Pelajari kelayakan alternatif lainnya seperti pemberian lajur khusus berbelok dan fase khusus berbelok pada simpang bersinyal
  - Keuntungan yang diperoleh bagi pemberian fase berbeda untuk kendaraan berbelok harus dibandingkan dengan kerugian akibat berkurangnya kapasitas kendaraan yang lurus



# Pengaturan Belok

- Alat-alat:
  - Rambu larangan belok
  - Rambu pesan berubah (*variable message signs*)
  - Indikasi pada sinyal lampu lalu lintas
  - Marka jalan, sebagai pelengkap rambu/sinyal
  - Kanalisasi



# Simpang dengan Prioritas

- Pemberian prioritas dengan cara:
  - Menggunakan hukum hak jalan (di Indonesia sesuai dengan UULLAJ No. 22 Tahun 2009)
  - Menggunakan rambu YIELD atau GIVE WAY
  - Menggunakan rambu STOP →
    - *Two-way stop control*
    - *Four-way stop control (All-way stop control)*



# Simpang dengan Prioritas

- Pemberian prioritas dengan cara:
  - Menggunakan hukum hak jalan (di Indonesia sesuai dengan UULLAJ No. 22 Tahun 2009)
  - Menggunakan rambu YIELD atau GIVE WAY
  - Menggunakan rambu STOP →
    - *Two-way stop control*
    - *Four-way stop control (All-way stop control)*



# Pengaturan dengan Rambu YIELD

- Rambu YIELD digunakan untuk melindungi lalu lintas pada suatu lengan simpang tanpa mengharuskan lalu lintas pada lengan yang lain untuk berhenti dengan sempurna
- Dapat digunakan pada kondisi2 berikut (sesuai MUTCD):
  - Seluruh konflik potensial pada simpang dapat terlihat oleh pengemudi yang berjalan pada kecepatan yang disarankan/diwajibkan atau pada kecepatan 85-th percentile sehingga pengemudi tersebut dapat melalui simpang atau berhenti dengan aman
  - Kondisi geometrik pada lengan yang dituju tidak layak untuk *merge*
  - Pada suatu simpang dengan masalah2 khusus yang dapat diatasi dengan rambu YIELD



# Pengaturan dengan Rambu STOP

- Rambu STOP meminta kendaraan untuk berhenti, meskipun tidak ada kendaraan yang berkonflik pada simpang atau yang mendekati simpang
- *Two-way stop* → rambu STOP dipasang hanya pada dua lengan simpang (pada jalan minor)
- *Four-way stop* → rambu STOP dipasang pada keempat lengan simpang; digunakan jika volume lalu lintas pada keempat lengan simpangimbang



# Pengaturan dengan Rambu STOP

- Penggunaan rambu STOP sesuai rekomendasi MUTCD:
  - Pada persimpangan antara jalan minor dengan jalan utama
  - Pada jalan yang memasuki jalan yang lebih besar
  - Pada simpang tak bersinyal yang ada di sekitar simpang bersinyal
  - Pada jalan dengan kecepatan tinggi, jarak pandang terbatas, dan tingkat kecelakaan yang tinggi

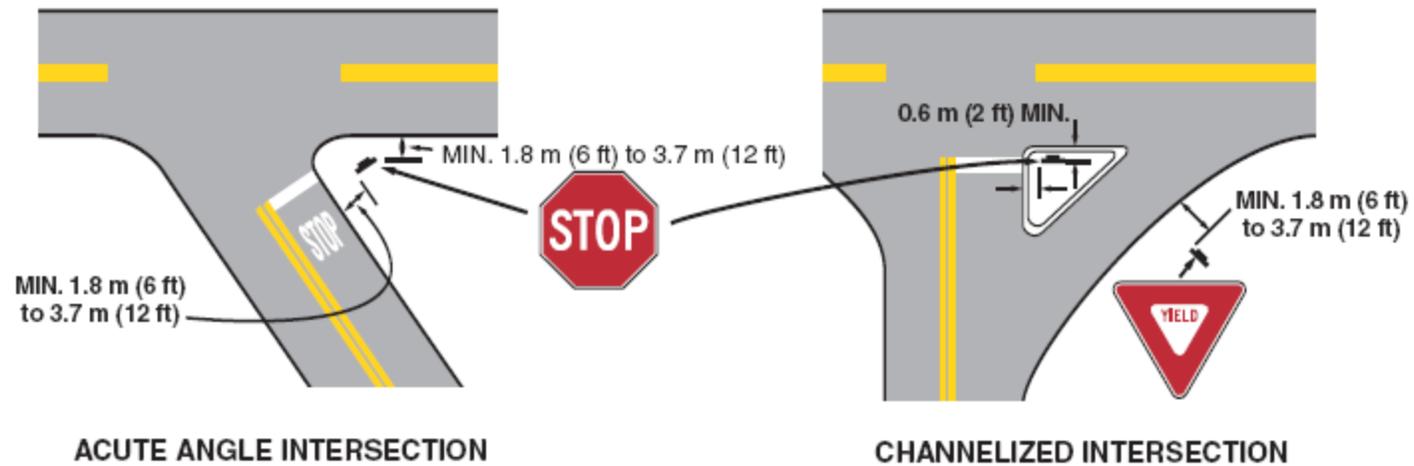


# Pengaturan dengan Rambu STOP

- Pertimbangan menggunakan rambu *all-way* STOP :
  - Saat lampu lalu lintas sedang dipertimbangkan untuk dipasang, rambu *all-way* STOP dapat dipasang sementara
  - Jika terdapat masalah keselamatan, diindikasikan dengan 5 atau lebih kecelakaan dalam jangka waktu 12 bulan
  - Minimum vol lalu lintas:
    - 300 kend/jam selama 8 jam dalam suatu hari yang mewakili (untuk jalan utama)
    - Kombinasi volume kendaraan, pejalan kaki, sepeda yang memasuki simpang dari jalan minor paling tidak 200 unit/jam selama 8 jam dalam suatu hari yang mewakili, dengan delay untuk kendaraan pada jalan minor paling tidak 30 det/kend pada jam puncak
    - Namun jika kecepatan 85<sup>th</sup> percentile dari lalu lintas pada jalan utama melebihi 65 km/jam, maka minimum volume kendaraan menjadi 70% dari yang disebutkan di atas



Figure 2A-2. Examples of Locations for Some Typical Signs at Intersections

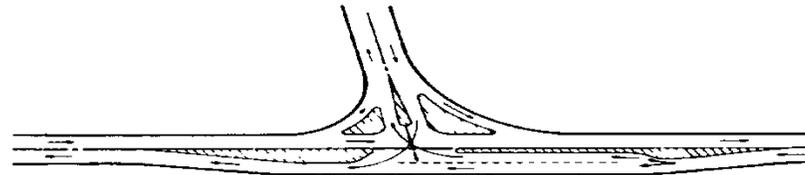


# Pengaturan dengan Rambu STOP

- Kriteria lainnya:
  - Adanya kebutuhan untuk mengendalikan konflik dengan kendaraan yang belok kanan
  - Adanya kebutuhan untuk mengendalikan konflik antara kendaraan-pejalan kaki
  - Lokasi dimana pengendara, setelah berhenti, tidak dapat melihat lalu lintas yang berkonflik dan tidak dapat memasuki simpang dengan aman kecuali lalu lintas yang bersilangan berhenti
  - Suatu simpang dari dua jalan kolektor dengan tingkat kepentingan yang sama, dimana rambu all-way STOP dapat meningkatkan karakteristik operasional lalu lintas pada simpang tersebut.

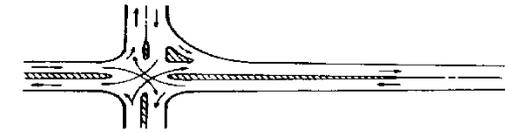
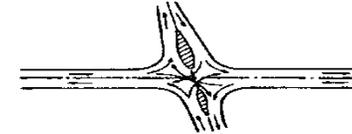
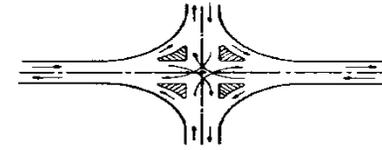


# Kanalisisasi

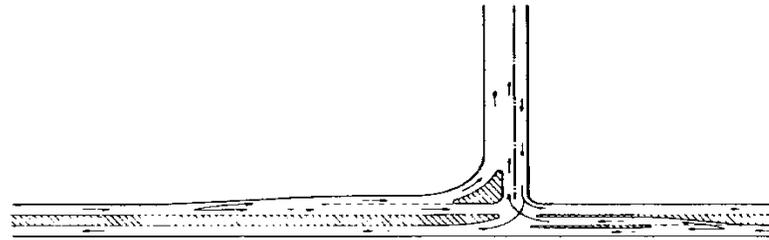


WITH DIVISIONAL ISLAND AND TURNING ROADWAYS

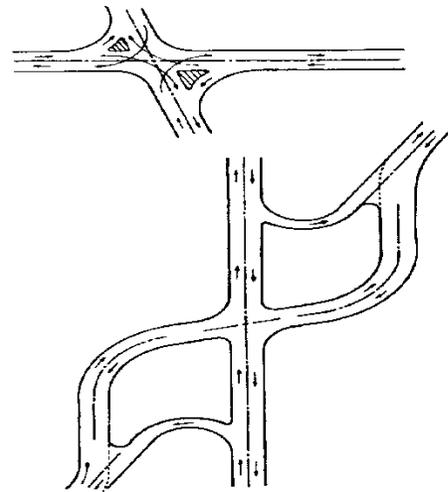
(a)



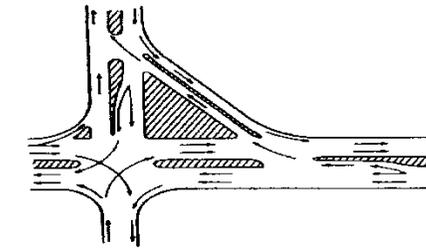
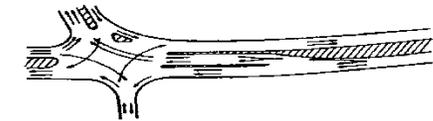
(d)



(b)



(c)



(e)



# Bundaran

- Pada dasarnya bertindak sebagai rangkaian simpang tiga:
  - Mengurangi tundaan pada waktu tidak sibuk relatif terhadap lampu lalu lintas
- Mengurangi titik konflik, sehingga seringkali mengurangi kecelakaan namun pejalan kaki dan pengendara sepeda tidak terlalu aman berada pada bundaran
- Timbul masalah pada saat arus pendekat tidakimbang:
  - Menggunakan rambu pada salah satu pendekat
  - Menggunakan lampu lalu lintas



# Pengaturan dengan Lampu Lalu Lintas

- Lampu lalu lintas:
  - Meningkatkan keselamatan:
    - Tabrak sudut dan tabrak samping seringkali berkurang, tapi tabrak belakang mungkin meningkat
    - Tabrakan dengan pejalan kaki biasanya berkurang
  - Meningkatkan kapasitas, sehingga mengurangi waktu tempuh menyeberangi simpang:
    - Manfaat pengurangan konsumsi bahan bakar dan emisi
  - Berusaha mengatur kualitas pelayanan untuk seluruh (atau sebagian besar) lalu lintas yang menggunakan simpang:
    - Membantu usaha manajemen lalu lintas



# Jenis Pengaturan dengan Lampu Lalu Lintas

- *Pretimed Signals*
- *Semi Actuated Signals*
- *Fully Actuated Signals*



# *Pretimed Signals*

- Waktu nyala setiap lampu dan fase sudah di atur di awal, tetapi dapat dioperasikan pada waktu yang berbeda (misalkan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk)
- Waktu siklus konstan
- Dapat digunakan untuk koordinasi lampu lalu lintas sepanjang rute tertentu untuk mengurangi tundaan
- Sederhana dan paling murah diantara opsi lampu lainnya
- Kurang efisien jika *demand* berfluktuasi



# *Semi Actuated Signals*

- Detektor kendaraan ditempatkan pada jalan minor
- Waktu hijau selalu diberikan untuk jalan utama kecuali jika terdapat kendaraan pada jalan minor
- Biasanya terdiri dari dua fase:
  - Satu fase untuk jalan utama
  - Satu fase untuk jalan minor
- Biasanya dipasang ketika *gap* pada jalan utama tidak cukup



# *Fully Actuated Signals*

- Bentuk pengaturan dengan lampu yang paling fleksibel
- Detektor terdapat pada semua pendekat
- Setiap fase memiliki waktu minimum dan maksimum
- Beberapa fase dapat di lewat jika tidak ada *demand* yang terdeteksi
- Waktu siklus bervariasi
- Dapat digunakan untuk koordinasi simpang, contoh *Sydney Coordinated Adaptive Signal System (SCATS)*



# Justifikasi Pemasangan Lampu Lalu Lintas (MUTCD, 2003)

- Ada 8 justifikasi:
  - Volume kendaraan 8 jam, digunakan pada :
    - Kondisi A: lokasi dimana besarnya vol lalu lintas yang bersilangan menjadi alasan utama pemasangan lampu lalu lintas
    - Kondisi B: lokasi dimana kondisi A tidak terpenuhi, dan vol lalu lintas pada jalan utama sangat besar sehingga lalu lintas pada jalan minor mengalami delay dan konflik yang berlebihan
  - Volume kendaraan 4 jam, digunakan pada lokasi dimana terdapat volume lalu lintas yang bersilangan menjadi alasan utama pemasangan lampu lalu lintas
  - Jam puncak, digunakan pada lokasi dimana kondisi lalu lintas pada jalan minor, dalam perioda 1 jam, mengalami tundaan yang panjang untuk memasuki atau melintasi jalan utama



# Justifikasi Pemasangan Lampu Lalu Lintas (MUTCD, 2003)

- Volume pejalan kaki, digunakan pada lokasi dimana volume lalu lintas pada jalan utama sangat besar, sehingga pejalan kaki mengalami tundaan berlebihan pada saat menyeberangi jalan utama
- Penyeberangan jalan pada lingkungan sekolah, yang digunakan untuk anak2 sekolah menyeberangi jalan utama
- Sistem sinyal terkoordinasi, dimana dibutuhkan pemasangan lampu lalu lintas untuk menjamin pergerakan yang progresif dan dalam *platoon* sepanjang koridor
- Data kecelakaan, digunakan pada lokasi dimana frekuensi dan keparahan kecelakaan cukup tinggi
- Jaringan jalan, digunakan pada situasi dimana pemasangan lampu lalu lintas dijustifikasi untuk mendorong konsentrasi dan organisasi arus lalu lintas pada jaringan jalan



# Justifikasi Pemasangan Lampu Lalu Lintas (MUTCD, 2003)

- MUTCD merekomendasikan pemasangan lampu lalu lintas jika kondisi2 berikut terpenuhi:
  - Satu atau lebih faktor yang tercantum dalam justifikasi diatas terpenuhi
  - Studi teknis menunjukkan bahwa lampu lalu lintas akan meningkatkan operasi dan/atau keselamatan simpang secara keseluruhan
  - Lampu lalu lintas tidak akan mengganggu arus lalu lintas progresif



# Keuntungan Pemasangan Lampu Lalu Lintas

- Memberikan pergerakan lalu lintas yang teratur
- Mengurangi konflik antar pergerakan kendaraan dan antara pergerakan kendaraan dengan pejalan kaki
- Mengurangi frekuensi dari kecelakaan jenis tertentu (misal tabrak sudut, tabrak samping)
- Dapat dikoordinasikan untuk memberikan pergerakan lalu lintas yang menerus atau hampir menerus pada kecepatan tertentu sepanjang rute tertentu
- Menghentikan pergerakan kendaraan yang banyak pada selang waktu tertentu untuk memberikan waktu kepada kendaraan yang lain atau pejalan kaki untuk memasuki atau menyeberang jalan



# Kerugian Pemasangan Lampu Lalu Lintas

- Tundaan yang berlebihan
- Ketidakpatuhan pengemudi pada lampu lalu lintas
- Meningkatkan penggunaan rute yang tidak layak karena pengemudi berusaha menghindari lampu lalu lintas
- Meningkatkan frekuensi kecelakaan (khususnya tabrak belakang)
- Mengurangi gap antar kendaraan
- Mengurangi kapasitas simpang
- Meningkatkan kemacetan



# Alternatif Selain Lampu Lalu Lintas

- Memasang rambu peringatan sepanjang jalan utama untuk memberi peringatan kepada pengemudi yang akan mendekati simpang
- Relokasi marka garis stop dan melakukan perubahan lain untuk meningkatkan jarak pandang pada simpang
- Memasang marka garis tepi dan marka garis kanalisasi sepanjang pendekat jalan utama untuk mempersempit lebar lajur dengan cara *tapering*, sehingga dapat menurunkan kecepatan kendaraan pada pendekat
- Memasang lampu kedip pada simpang untuk mendukung keberadaan rambu STOP



# Alternatif Selain Lampu Lalu Lintas

- Menambah satu lajur pada pendekat jalan minor untuk pergerakan belok kiri sehingga terpisah dari pergerakan lurus dan belok kanan, yang pada akhirnya akan mengurangi tundaan total
- Memperbaiki geometrik simpang dengan cara melakukan kanalisasi pergerakan kendaraan
- Memasang lampu, jika sebagian besar kecelakaan terjadi pada malam hari
- Membatasi satu atau lebih pergerakan belok jika tersedia alternatif rute
- Memasang bundaran
- Memasang rambu all-way STOP jika dijustifikasikan oleh hasil studi



# Justifikasi Penyediaan Simpang Susun (AUSTROADS)

- Simpang susun dapat diusulkan untuk:
  - Memberikan akses ke seberang atau menuju jalan bebas hambatan
  - Memisahkan konflik antar pergerakan lalu lintas yang berkecepatan tinggi
  - Menyediakan lalu lintas yang tak terganggu antara jalan bebas hambatan yang berpotongan
  - Meningkatkan kapasitas dengan cara mengganti simpang-simpang kritis pada jalan bebas hambatan atau jalan arteri
  - Menyesuaikan topografi tertentu dimana simpang susun dapat dibangun dengan anggaran yang tidak jauh berbeda dengan simpang sebidang
  - Menyediakan akses untuk lalu lintas yang ditimbulkan pengembangan lahan di masa depan melewati jalan arteri eksisting/rencana yang berpotongan.

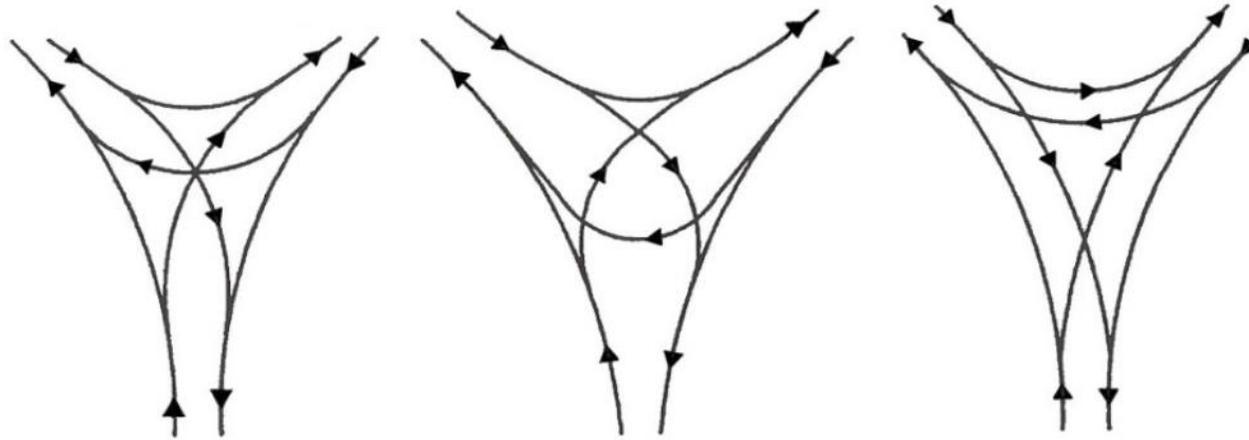


# Justifikasi Penyediaan Simpang Susun (AUSTROADS)

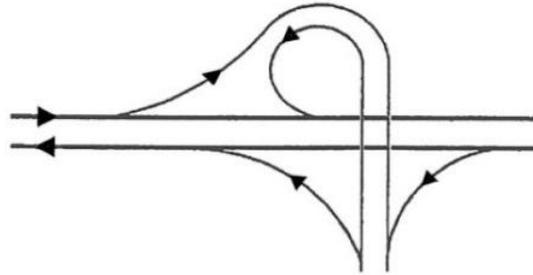
- Suatu simpang susun harus disediakan ketika:
  - Jalan utama yang berpotongan adalah jalan bebas hambatan atau jalan arteri utama
  - Semua bentuk simpang sebidang akan tidak berkeselamatan atau tidak dapat memenuhi tingkat pelayanan untuk lalu lintas utama
  - Suatu analisis ekonomi menunjukkan bahwa hal tersebut layak
  - Penyediaan simpang sebidang di antara simpang-simpang tidak sebidang akan menimbulkan kebingungan bagi pengendara dan lantas menyebabkan kondisi operasi yang tidak berkeselamatan



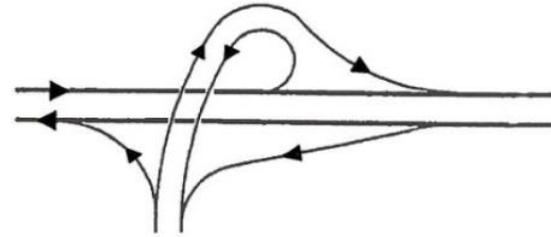
Figure 6.8: Typical system interchanges with free-flow ramps (three legs)



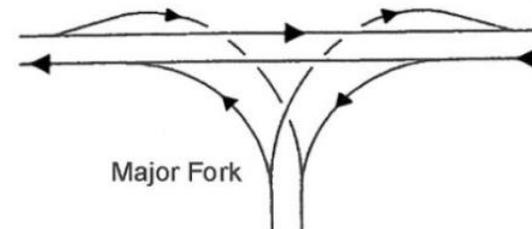
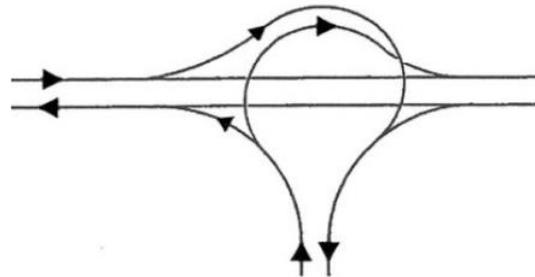
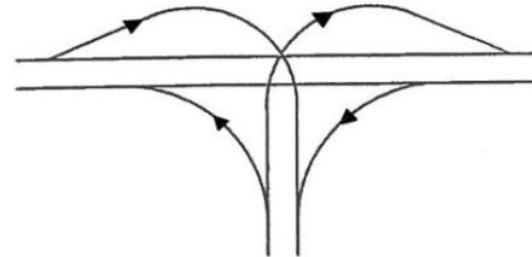
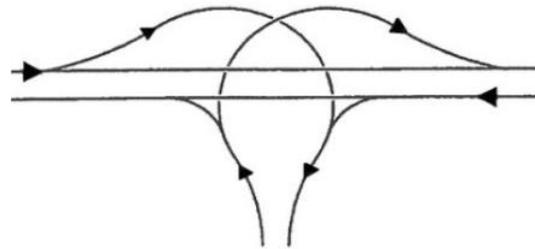
Y- Interchanges with Direct Connections to Legs



Trumpet Type A

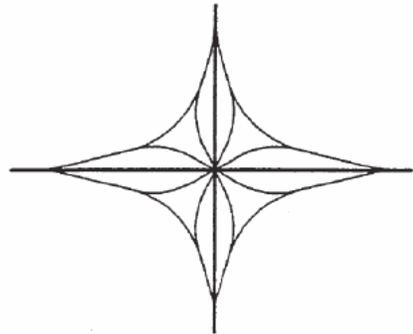


Trumpet Type B

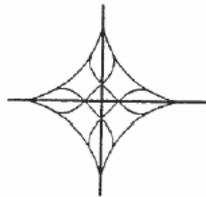


Major Fork

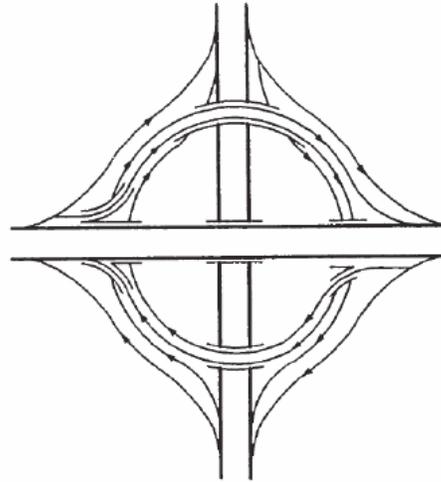




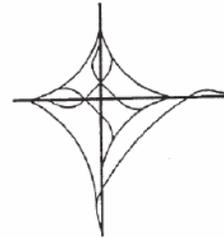
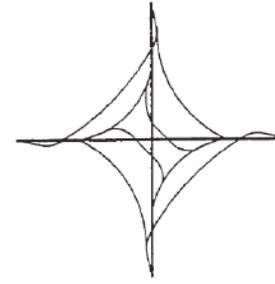
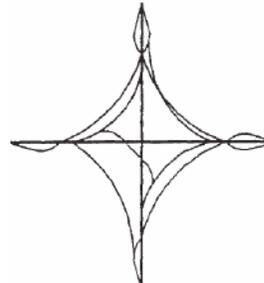
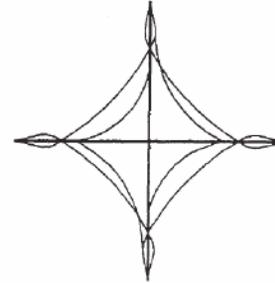
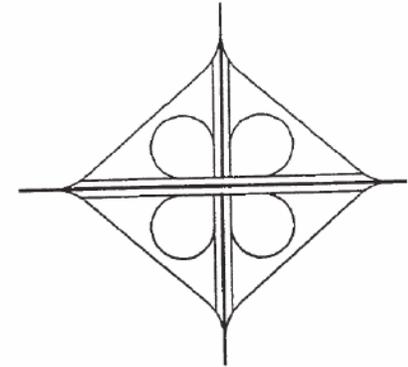
The Basic Stack



Basic Open Stack



The Turbine Interchange

Open Stack  
(1 inner ramp)Open Stack  
(2 inner ramps)Open Stack  
(3 inner ramps)Open Stack  
(4 inner ramps)Cloverleaf with Two Sets of  
Collector-Distributor Roads

# Terima Kasih

