

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kemacetan Lalu Lintas**

Transportasi mempunyai fungsi yang sangat strategis yaitu sebagai fasilitas penunjang dan pendorong pembangunan. Sasaran utamanya adalah meningkatkan kelancaran arus lalu lintas angkutan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Kelancaran transportasi berarti mampu mengatasi hambatan, kepadatan dan kemacetan lalu lintas angkutan.

Kemacetan lalu lintas, terutama yang terjadi di daerah perkotaan merupakan peristiwa yang umum dialami, yang menimbulkan dampak negatif (eksternalitas negatif). Kemacetan lalu lintas tidak mungkin dielakan dalam setiap hari kerja di kota-kota besar. Eksternalitas negatif lainnya adalah pencemaran (polusi) udara dan kebisingan suara kendaraan bermotor.

Salah satu penyebab kemacetan lalu lintas adalah terdapatnya persimpangan jalan. Pada umumnya, kemacetan lalu lintas kendaraan bermotor di daerah perkotaan disebabkan karena jumlah kendaraan bermotor (mobil dan sepeda motor) meningkat dari tahun ke tahun dengan tingkat pertumbuhan yang sangat tinggi. Kendaraan bermobil penumpang (sedan dan mikrolet) meningkat dengan laju pertumbuhan sekitar 15 persen per tahun, sepeda motor bertambah sekitar 30 %, sedangkan pembangunan prasarana jalan baru di daerah perkotaan boleh dikatakan tingkat pertumbuhannya sangat rendah, atau tidak mengalami penambahan.

Kemacetan yang terjadi di kota-kota besar merupakan hal biasa, kemacetan merupakan pemandangan yang tak mungkin terhindari pada setiap hari kerja. Disamping kemacetan yang menjemukan, polusi udara yang menyesakan dan panasnya udara yang melelahkan, tak terhindarkan pula, habisnya bahan bakar yang sia-sia. Salah satu penyebab kemacetan lalu lintas adalah persimpangan jalan, disamping penyebab-penyebab seperti tidak tertibnya pemakai jalan dan lain sebagainya.

Solusi yang dapat menyelesaikan kemacetan yang disebabkan oleh persimpangan jalan, yaitu pertama, mengatur waktu nyala lampu lalu lintas (*traffic light*) secara proposional dengan jumlah kendaraan yang ada. Kedua, mengubah dan mengatur jalur yang dapat berjalan bersamaan, yaitu memberi kesempatan kepada kendaraan yang akan belok kiri (*keep left*), yang dikombinasikan dengan solusi pertama. Solusi ketiga, yaitu mengubah jalur yang sudah ada dan mengkombinasikan dengan solusi kedua, sebelum kendaraan sampai pada persimpangan jalan (perempatan atau pertigaan) disediakan jalur jalan yang memotong ke arah belok ke kiri. Solusi keempat, adalah kombinasi beberapa solusi, yaitu solusi pertama dengan kedua, atau solusi kedua dengan ketiga.

## **2.2 Manajemen Lalu Lintas**

Manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan, guna peningkatan keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. (Manopo, 2009).

*Traffic management* (manajemen lalu lintas) atau sering kali pula disebut *traffic engineering*, yaitu dimaksudkan sebagai usaha untuk mengatur dengan

sebaik mungkin penggunaan jalan raya di daerah perkotaan disesuaikan dengan tingkat dan volume lalu lintasnya. Bila kongesti lalu lintas dapat diatasi, maka berarti arus lalu lintas dapat diperlancar. Hal ini dapat diusahakan tidak perlu harus membangun jalan raya baru, akan tetapi dapat dilaksanakan dengan menetapkan pengaturan yang tepat dan efektif (Adisasmita, Jaringan Transportasi Teori dan Analisis, 2011).

Manajemen lalu lintas akan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan transportasi, baik saat ini maupun di masa mendatang, dengan mengefisienkan pergerakan orang/kendaraan dan mengidentifikasi perbaikan-perbaikan yang diperlukan di bidang teknik lalu lintas, angkutan umum, perundang-undangan, *road pricing* dan operasional dari sistem transportasi yang ada. Tidak termasuk didalamnya pembangunan fasilitas transportasi baru dan perubahan – perubahan besar dari fasilitas yang ada (Munawar, 2004)

Tujuan pokok manajemen lalu lintas adalah memaksimalkan pemakaian sistem jalan yang ada dengan meningkatkan keamanan jalan, tanpa merusak kualitas lingkungan. Manajemen lalu lintas dapat menangani perubahan-perubahan pada tata letak geometri, pembuatan petunjuk-petunjuk tambahan dan alat-alat pengaturan seperti rambu-rambu, tanda – tanda jalan untuk pejalan kaki, penyebrangan dan lampu untuk penerangan jalan.

### **2.3 Pengertian Simpang**

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara dalam kota, orang dapat melihat kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan. Persimpangan jalan

dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpang, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty & Lall, 2005).

Simpang adalah pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun yang tak sebidang. Simpang merupakan tempat rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara pergerakan kendaraan dengan pergerakan kendaraan lainnya (PP 43/ 1993 tentang Prasana dan Lalu Lintas Jalan).

Persimpangan jalan dari segi pandang untuk kontrol kendaraan terbagi atas dua jenis yaitu persimpangan bersinyal dan persimpangan tidak bersinyal (Morlok, 1988).

Persimpangan jalan adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan (*link*) saling bertemu / berpotongan yang mencakup fasilitas jalur jalan (*roadway*) dan tepi jalan (*road side*), dimana lalu lintas dapat bergerak didalamnya. Persimpangan ini adalah merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya sebab perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan mencakup pada satu atau lebih dari kaki persimpangan dan mencakup juga pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas ini di kendalikan berbagai cara, bergantung pada jenis persimpangannya (Harianto, 2004).

Tujuan dari pembuatan persimpangan adalah mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan. Berikut ini adalah empat elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang:

- (1) Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi, dan waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi
- (2) Pertimbangan lalu lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan kendaraan, dan ukuran serta penyebaran kendaraan
- (3) Elemen – elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang dan fitur – fitur geometris
- (4) Faktor ekonomi, seperti biaya dan manfaat, dan konsumsi energi.

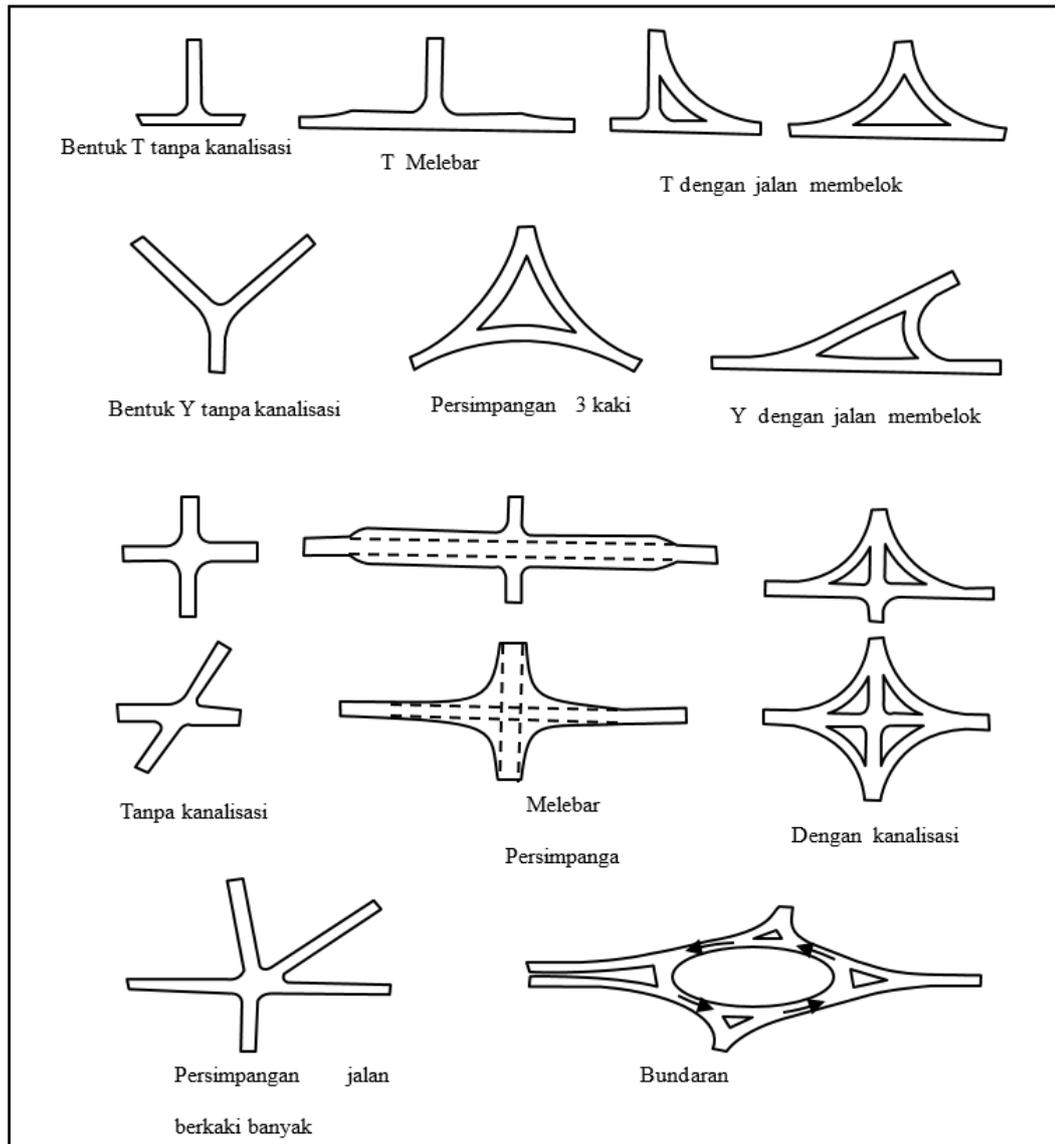
### 2.3.1 Jenis – jenis Simpang

Secara umum terdapat 3 jenis persimpangan (C. Jotin Khisty dan B. Kent Lall, 2003:274), yaitu :

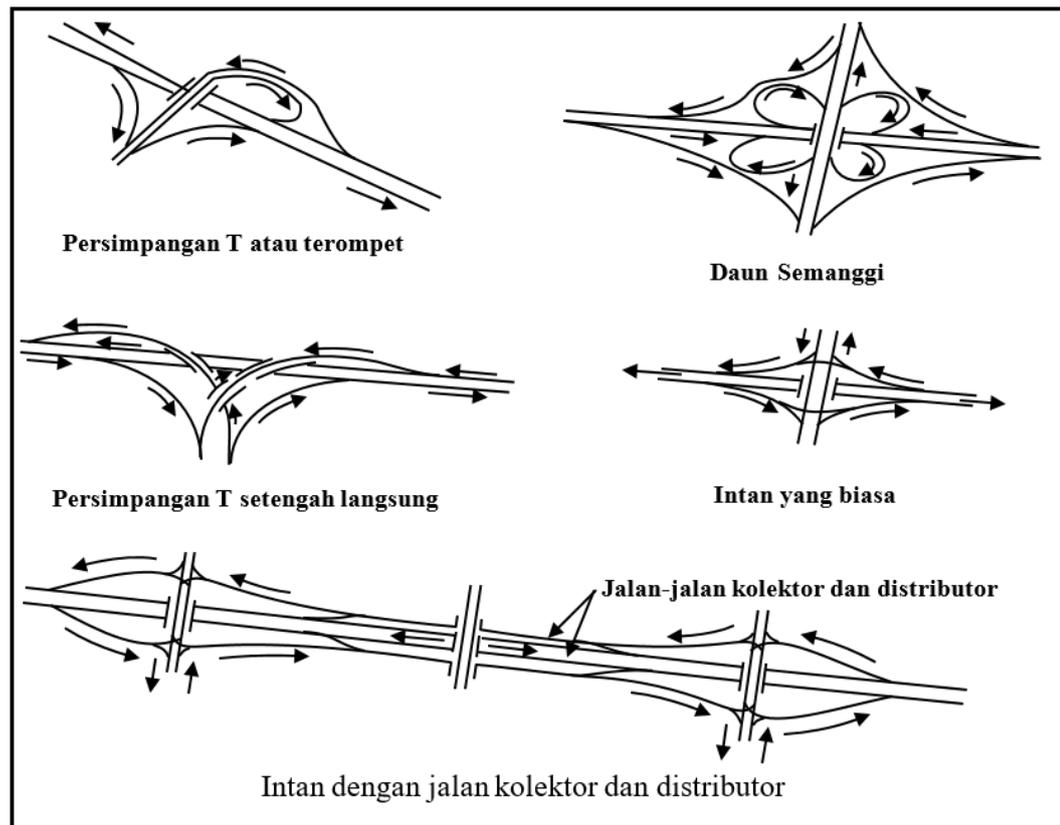
- (1) Persimpangan sebidang,
- (2) Pembagian jalur tanpa ramp, dan
- (3) *Interchange* (simpang susun)

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) seperti contoh Gambar 2.1 adalah persimpangan dimana dua jalan raya atau lebih bergabung, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya. Jalan – jalan ini disebut kaki persimpangan.

Persimpangan seperti ini mempunyai keterbatasan dan kegunaan sendiri. Ketika dirasa perlu untuk mengakomodasi volume yang tinggi dari arus lalu lintas yang dipisahkan dalam tingkatan, dan ini umumnya disebut *interchange*. Contoh *interchange* seperti Gambar 2.2 Ketika dua jalan atau jalan raya bersimpangan satu sama lain pada bidang berbeda, tanpa hubungan, pengaturannya disebut pemisah bidang.



**Gambar 2.1** Contoh – contoh persimpangan sebidang  
 Sumber : Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi, Jilid 2



**Gambar 2.2** Jenis – jenis *Interchange*  
 Sumber : Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi, Jilid 2

Pada persimpangan sebidang menurut jenis fasilitas pengatur lalu lintasnya dipisahkan menjadi 2 (dua) bagian :

- (1) Simpang bersinyal (*signalised intersection*) adalah persimpangan jalan yang pergerakan atau arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal untuk melewati persimpangan secara bergilir.
- (2) Simpang tak bersinyal (*unsignalised intersection*) adalah pertemuan jalan yang tidak menggunakan sinyal pada pengaturannya (Harianto,2014).

Simpang – simpang bersinyal yang merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau “sinyal aktuasi kendaraan” terisolir, biasanya memerlukan metoda dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya. Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk beberapa alasan berikut :

- (1) Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
- (2) Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan atau pejalan kaki dari jalan simpang untuk memotong jalan utama.
- (3) Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan – kendaraan dari arah bertentangan.

Untuk sebagian besar fasilitas jalan , kapasitas dan perilaku lalu lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geomterik dan tuntunan lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal, perancang / insinyur dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekat melalu pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

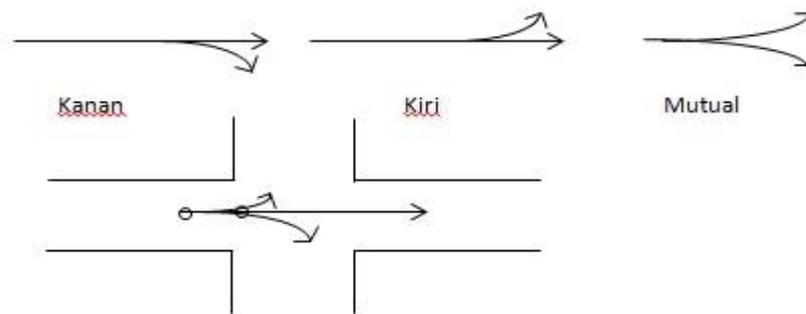
Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan – gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan – gerakan lalu lintas yang datang dari jalan – jalan yang saling berpotongan. Sinyal - sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang.

### 2.3.2 Alih Gerak Lalu Lintas Simpang

Pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan juga membentuk suatu manuver yang menyebabkan sering terjadi konflik dan tabrakan kendaraan. Pada dasarnya manuver dari kendaraan dapat dibagi atas 4 jenis, yaitu :

(1) *Diverging* (memisah)

*Diverging* adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur lain contohnya seperti Gambar 2.3.

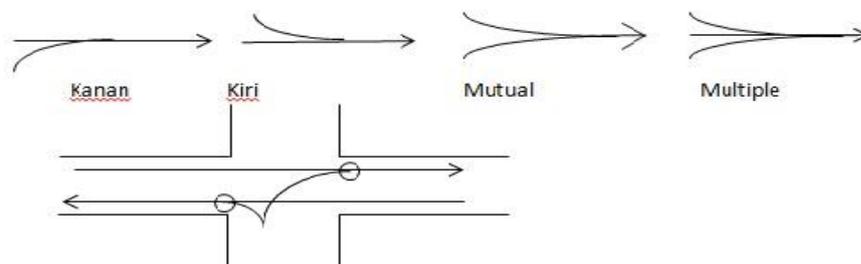


**Gambar 2.3** Arus memisah (*Diverging*)

Sumber : Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, USU

(2) *Merging* (menggabung)

*Merging* adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur lain diperlihatkan contohnya seperti Gambar 2.4.

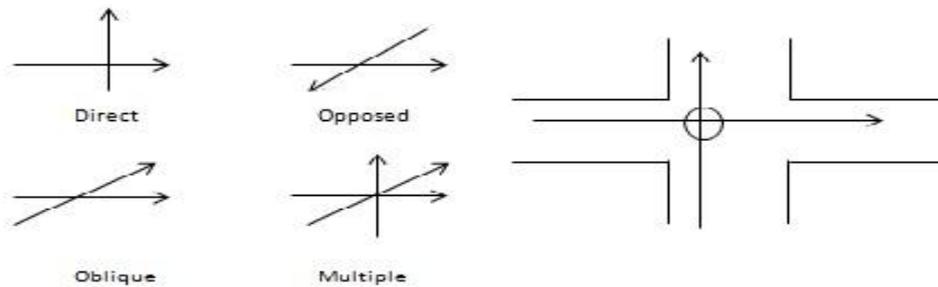


**Gambar 2.4** Arus menggabung (*Merging*)

Sumber : Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, USU

(3) *Crossing* (memotong)

*Crossing* adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.

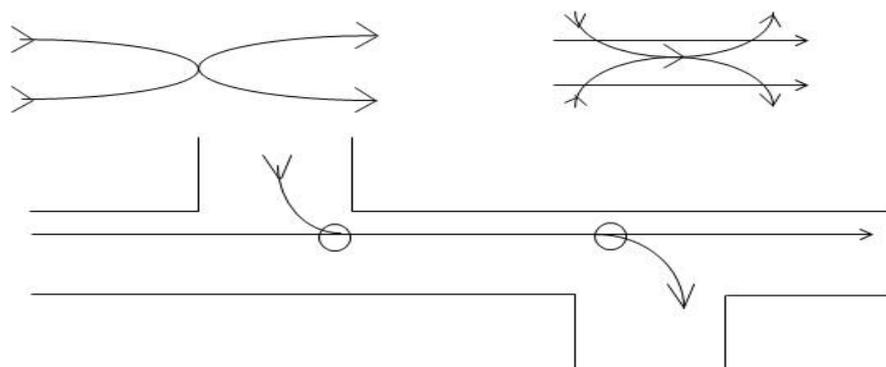


**Gambar 2.5** Arus memotong (*Crossing*)

Sumber : Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, USU

(4) *Weaving* (menyilang)

*Weaving* adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintas di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut keadaan ini juga akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



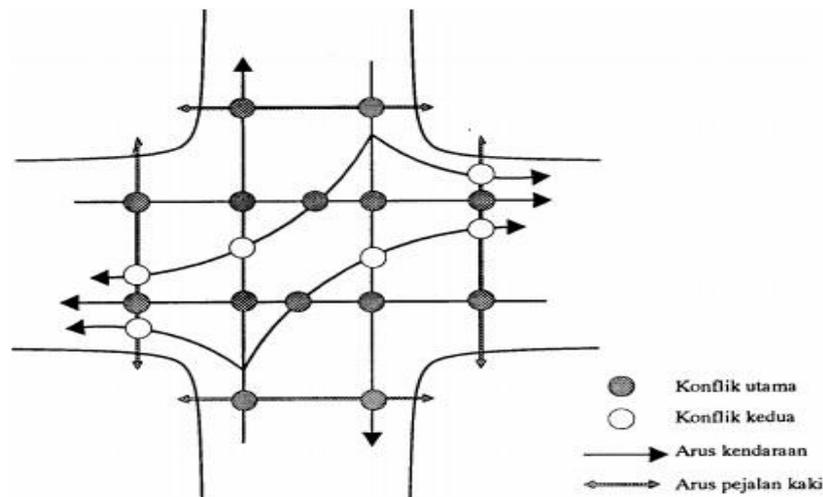
**Gambar 2.6** Arus menyilang ( *Weaving* )

Sumber : Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, USU

### 2.3.3 Titik Konflik Pada Simpang

Perancangan sinyal dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekat melalui pengalokasian waktu hijau pada masing – masing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu lintas, pertama – tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan – gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan – gerakan lalu lintas yang datang dari jalan jalan yang saling berpotongan = konflik – konflik utama. Sinyal – sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang = konflik – konflik kedua.



**Gambar 2.7** Titik konflik pada simpang sinyal dengan empat lengan

Sumber : MKJI , 1997

#### 2.4 Arus Jenuh Nyata

Arus jenuh nyata adalah hasil perkalian dari arus jenuh dasar ( $S_0$ ) untuk keadaan ideal dengan faktor penyesuaian ( $F$ ) untuk penyimpanan dari kondisi sebenarnya, dalam satuan smp/jam hijau (Departemen P.U.,1997). Dengan rumus arus jenuh nyata sebagai berikut :

$$S = S_0 \cdot F_{CS} \cdot F_{SF} \cdot F_P \cdot F_G \cdot F_{RT} \cdot F_{LT} \quad (2.1)$$

Dimana :

$S$  = Arus jenuh nyata (smp/jam hijau)

$S_0$  = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

$F_{CS}$  = Faktor koreksi kota

$F_{SF}$  = Faktor penyesuaian hambatan samping

$F_P$  = Faktor penyesuaian parkir tepi jalan

$F_G$  = Faktor penyesuaian akibat gradien jalan

$F_{RT}$  = Faktor koreksi belok kanan

$F_{LT}$  = Faktor penyesuaian belok kiri

#### 2.4.1 Faktor Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )

Faktor Ukuran Kota ( $F_{CS}$ ) yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan. Untuk menentukan nilai faktor ukuran kota digunakan Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )**

Jumlah Penduduk dalam Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
≤ 0,1	0,82

Sumber : MKJI, 1997

#### 2.4.2 Faktor Hambatan Samping Jalan ( $F_{SF}$ )

$F_{SF}$  adalah kegiatan di samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekatan. Dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor didapat faktor penyesuaian hambatan samping sebagaimana Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{SF}$ )**

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Type Fase	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor (%)					
			0,00	0,05	0,1	0,15	0,2	>0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlindung	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlawan	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlindung	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlawan	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlindung	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlawan	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Perumahan (RES)	Tinggi	Terlindung	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlawan	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlindung	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlawan	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlindung	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlawan	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86

Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedan g/Rendah	Terlindung	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlawan	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI, 1997

### 2.4.3 Faktor Adanya Parkir Tepi Jalan ( $F_P$ )

Faktor pendekatan tepi jalan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F_P = \frac{\left[ \frac{L_P}{3} - (W\alpha - 2) \cdot \left( \frac{\frac{L_P}{3} - g}{W\alpha} \right) \right]}{g} \quad (2.1)$$

Dimana :

$F_P$  = Faktor jarak parkir tepi jalan

$W\alpha$  = Lebar pendekatan (m)

$g$  = Waktu hijau (detik)

$L_P$  = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m).

### 2.4.4 Faktor Belok Kanan ( $F_{RT}$ )

Faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekatan yang ditinjau, dapat dihitung dengan rumus :

$$F_R = 1 + P_{RT} \cdot 0,26 \quad (2.3)$$

Dimana :

$P_{RT}$  = Rasio arus belok kanan pada pendekatan

### 2.4.5 Faktor Belok Kiri ( $F_{LT}$ )

Pengaruh arus belok kiri dihitung dengan rumus :

$$F_{LT} = 1 - P_{LT} \cdot 0,16 \quad (2.4)$$

Dimana :

$P_{LT}$  = Rasio arus belok kiri pada pendekatan

## 2.5 Rasio Arus (FR)

Rasio arus (FR) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing –masing pendekatan. Rasio arus (FR) dihitung dengan rumus :

$$FR = \frac{Q}{S} \quad (2.5)$$

Dimana :

$Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam)

$S$  = Arus Jenuh (smp/jam hijau)

Nilai kritis  $FR_{crit}$  (maksimum) dari rasio arus yang ada dihitung rasio arus pada simpang dengan penjumlahan rasio arus kritis tersebut :

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \quad (2.6)$$

Dari kedua nilai di atas maka diperoleh rasio fase PR (*Phase Ratio*) untuk tipe fase yaitu :

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR} \quad (2.7)$$

## 2.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus terbagi menjadi waktu sebelum penyesuaian dan kemudian disesuaikan dengan waktu siklus yang direkomendasikan. Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal dari awal waktu hijau sampai waktu hujai berikutnya.

Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ ) untuk pengendalian waktu tetap dihitung dengan rumus:

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \cdot LTI + 5)}{(1 - IFR)} \quad (2.8)$$

Dimana :

$C_{ua}$  = Panjang siklus (detik)

$LTI$  = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

$IFR$  = Rasio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh (Q/S)

$FR_{crit}$  = Nilai tertinggi rasio arus dari seluruh pendekat yang terhenti dari pada suatu fase

$\sum IFR_{crit}$  = Rasio arus simpang = Jumlah  $FR_{crit}$  dari seluruh fase pada simpang.

Waktu siklus yang didapat kemudian disesuaikan dengan waktu siklus yang direkomendasikan seperti pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Waktu Siklus yang Layak**

<b>Tipe Pengaturan</b>	<b>Waktu Siklus yang Layak (detik)</b>
<b>2 phase</b>	40 – 80
<b>3 phase</b>	50 – 100
<b>4 phase</b>	80 – 130

Waktu hijau ( $g$ ) adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat.

Perhitungan waktu hijau untuk tiap fase dijelaskan dengan rumus :

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \cdot PR_i \geq 10 \text{ dtk} \quad (2.9)$$

Dimana :

$g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase  $i$  (detik)

$C_{ua}$  = waktu siklus (detik)

$LTI$  = waktu hilang total persiklus (detik)

$PR_i$  = Rasio fase =  $FR_{crit} / \sum (FR_{crit})$

Waktu siklus yang disesuaikan ( $c$ ) dihitung berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang. Dinyatakan dengan rumus :

$$c = \sum g + LTI \quad (2.10)$$

## 2.7 Kinerja Simpang

Unsur terpenting didalam pengevaluasian kinerja simpang adalah lampu lalu lintas, kapasitas dan tingkat pelayanan, sehingga untuk menjaga agar kinerja simpang dapat berjalan dengan baik, kapasitas dan tingkat pelayanan perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi operasi simpang dengan lampu lalu lintas. Ukuran dari kinerja simpang dapat ditentukan berdasarkan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

Ukuran kualitas dari kinerja simpang adalah dengan menggunakan variabel sebagai berikut.

### 2.7.1 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/ jam hijau. Kapasitas pada simpang dihitung pada setiap pendekat ataupun kelompok lajur didalam suatu pendekat. Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus :

$$C = S \cdot \frac{g}{c} \quad (2.11)$$

Dimana :

$C$  = Kapasitas (smp/jam hijau)

$S$  = Arus jenuh (smp/jam hijau)

$g$  = Waktu hijau (detik)

$c$  = Panjang siklus (detik)

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan ( $Q_{LT}$ ,  $Q_{RT}$ , dan  $Q_{ST}$ ) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

**Tabel 2.4 Konversi Kendaraan Terhadap Satuan Mobil Penumpang**

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : Departemen P.U. (1997)

### 2.7.2 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume ( $Q$ ) terhadap kapasitas ( $C$ ). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah :

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (2.12)$$

Dimana :

$Q$  = Rasio volume

$C$  = Kapasitas

### 2.7.3 Panjang Antrian ( $NQ$ )

Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simpang tiap jalur saat nyala lampu merah. Rumus untuk menentukan rata-rata panjang antrian berdasarkan MKJI 1997, adalah ;

Untuk derajat kejenuhan ( $DS$ )  $> 0.5$  :

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{C}} \right] \quad (2.13)$$

Untuk  $DS < 0,5$  ;  $NQ_1 = 0$

Dimana :

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

$DS$  = Derajat kejenuhan

$C$  = Kapasitas (smp/jam)

Jumlah antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ):

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1-GR}{1-GR \cdot DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600} \quad (2.14)$$

Dimana :

$NQ_2$  = Jumlah smp yang datang ada fase merah

GR = Rasio hijau

c = Waktu siklus (detik)

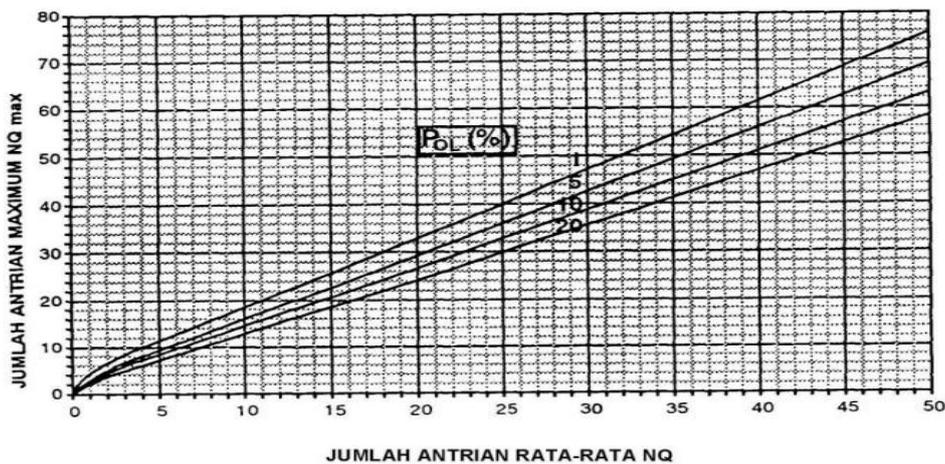
$Q_{masuk}$  = Arus lalu lintas yang masuk diluar LTOP (smp/jam)

Jumlah kendaraan antri menjadi:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (2.15)$$

Maka panjang antrian kendaraan adalah dengan mengalikan  $NQ_{max}$  dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( $20 \text{ m}^2$ ) kemudian dibagi dengan lebar masuknya.  $NQ_{max}$  didapat dengan menyesuaikan nilai NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih  $P_{OL}$  (%) dengan menggunakan gambar 2.8 untuk perencanaan dan perancangan disarankan  $P_{OL} \leq 5 \%$ , untuk operasi suatu nilai  $P_{OL} = 5 - 10 \%$  mungkin dapat diterima :

$$QL = (NQ_{max} \cdot 20) / W_{masuk} \quad (2.16)$$



**Gambar 2.8** Peluang untuk pembebanan lebih  $P_{OL}$

Sumber : Departemen P.U. (1997)

#### 2.7.4 Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) masing –masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata – rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis stop simpang.

Dihitung dengan rumus :

$$NS = 0,9 \cdot \frac{NQ}{Q.c} \cdot 3600 \quad (2.17)$$

Dimana :

C = Waktu siklus (detik)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan terhenti ( $N_{sv}$ ), dihitung dengan rumus:

$$N_{sv} = Q \cdot NS \text{ (smp/jam)} \quad (2.18)$$

Laju henti untuk seluruh simpang di hitung dengan rumus :

$$NS_{Total} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{Total}} \quad (2.19)$$

#### 2.7.5 Tundaan (Delay)

Tundaan adalah rata – rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat. Tundaan pada simpang terdiri dari 2 komponen, yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG) :

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (2.20)$$

Dimana:

$D_j$  = Tundaan rata – rata pendekat j (detik/smp)

$DT_j$  = Tundaan lalu lintas rata – rata pendekat j (detik/smp)

$DG_j$  = Tundaan geometrik rata – rata pendekat (detik/smp)

Tundaan lalu lintas (DT) yaitu akibat interaksi antar lalu lintas pada simpang dengan faktor luar seperti kemacetan pada hilir (pintu keluar ) dan pengaturan manual oleh polisi, dengan rumus :

$$DT_j = c \cdot \frac{0,5 \cdot (1 - GR)^2}{(1 - GR \cdot DS)} + \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C_j} \quad (2.21)$$

Atau,

$$DT_j = c \cdot A + \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C_j} \quad (2.22)$$

Dimana :

$$A = \frac{0,5 \cdot (1 - GR)^2}{(1 - GR \cdot DS)} \quad (2.23)$$

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c) (detik)

NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Tundaan geometrik (DG) adalah tundaan akibat perlambatan atau percepatan pada simpang atau akibat terhenti karena lampu merah.

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \cdot P_T \cdot 6 + (P_{sv} \cdot 4) \quad (2.24)$$

Atau masukan DG<sub>j</sub> rata-rata 6 detik/smp. Dimana :

P<sub>sv</sub> = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat

P<sub>T</sub> = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

### 2.7.7 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan merupakan ukuran kualitas sebagai rangkaian dan beberapa faktor yang mencakup kecepatan kendaraan dan waktu perjalanan, interupsi lalu lintas, kebebasan untuk manuver, keamanan, kenyamanan pengemudi dan ongkos operasi (*operation cost*) , sehingga tingkat pelayanan sebagai tolak

ukur kualitas suatu kondisi lalu lintas maka volume pelayanan harus < kapasitas jalan itu sendiri. Tingkat pelayanan yang tinggi didapatkan apabila *cycle time* – nya pendek, sebab *cycle time* yang pendek akan menghasilkan delay yang kecil.

Faktor yang mempengaruhi Tingkat Pelayanan adalah :

- (1) kecepatan dan waktu perjalanan
- (2) hambatan – hambatan lalu lintas
- (3) kebebasan kendaraan bergerak
- (4) kemudahan dan kenyamanan pengemudi
- (5) biaya operasional kendaraan
- (6) keamanan

Dalam klasifikasi pelayanannya , tingkat pelayanan dibagi menjadi 6 tingkatan seperti Tabel 2.5 yaitu :

**Tabel 2.5 Tingkat Pelayanan**

<b>Tingkat Pelayanan</b>	<b>Deskripsi</b>
<b>A</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kendaraan arus bebas (free flow)</li> <li>b. Volume traffic rendah</li> <li>c. Kecepatan mobil tinggi</li> <li>d. Kepadatan lalu lintas rendah</li> <li>e. Kecepatan ditentukan oleh pengemudi sehingga adanya batas kecepatan dan kondisi fisik jalan</li> </ol>
<b>B</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kondisi arus stabil</li> <li>b. Kecepatan operasional mulai terbatas oleh kondisi traffic</li> <li>c. Pengemudi masih bebas memilih kecepatan yang dikehendaki pada batas-batas yang wajar</li> <li>d. Batas – batas terendah kecepatan pada tingkat ini biasanya dipakai untuk perjalan “Jalan diluar kota</li> </ol>
<b>C</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Masih didalam arus stabil, tetapi karena volumenya mulai tinggi maka kecepatan dan pergerakannya mulai terbatas (dalam batas yang masih memuaskan)</li> <li>b. Tingkat ini sesuai untuk “Perencanaan jalan dalam kota”</li> </ol>

<b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mulai memasuki arus tidak stabil</li> <li>b. Kecepatan cenderung bertoleransi pada batas – batas wajar (kecepatan dapat dipertahankan)</li> <li>c. Kebebasan pengemudi untuk bergerak terbatas, tingkat kemudahan dan kenyamanan rendah sekali</li> </ul>
<b>E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kecepatan sangat rendah</li> <li>b. Volume traffic tinggi</li> <li>c. Sering terjadi kemacetan mendadak</li> </ul>
<b>F</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Keadaan yang menunjukkan arus tertahan / dipaksakan (<i>forced flow</i>)</li> <li>b. Kecepatan rendah</li> <li>c. Volume dibawah kapasitas (kecepatan dan volume nol)</li> <li>d. Sering terjadi kemacetan total</li> </ul>

Secara ringkas tingkat pelayanan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.6 di bawah ini.

**Tabel 2.6 Kriteria LOS**

<i>Level of Service</i>	Rata - rata kontrol delay (detik/ kendaraan)	Deskripsi
A	$\leq 10$	Arus bebas
B	$> 10-20$	Arus stabil (penundaan sedikit)
C	$> 20-35$	Arus stabil (penundaan diterima)
D	$> 35-55$	Mendekati arus tidak stabil (delay ditoleransi, kadang-kadang menunggu lebih dari satu siklus sinyal sebelum melanjutkan)
E	$> 55-80$	Arus tidak stabil (delay tertahankan)
F <sup>1</sup>	$> 80$	Arus Dipaksakan (padat dan antrian tertahan)

Sumber : HCM 2010

## 2.8 *Vissim*

*Vissim* merupakan alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, waktu sinyal,

angkutan umum serta perencanaan kota yang bersifat mikroskopis dalam aliran lalu lintas multi-moda yang diterjemahkan secara visual dan dikembangkan pada tahun 1992 oleh salah satu perusahaan IT di negara Jerman, PTV Planung Transport Verkehr AG.

*Vissim* merupakan software simulasi yang digunakan oleh profesional untuk membuat simulasi dari skenario lalu lintas yang dinamis sebelum membuat perencanaan dalam bentuk nyata. *Vissim* mampu menampilkan sebuah simulasi dengan berbagai jenis dan karakteristik dari kendaraan yang kita gunakan sehari-hari, antara lain *vehicles* (mobil, bus, truk), *public transport* (tram, bus), *cycles* (sepeda, sepeda motor), dan pejalan kaki. Dengan visual 3D, *vissim* mampu menampilkan sebuah animasi yang realistis dari simulasi yang dibuat dan tentunya penggunaan *vissim* akan mengurangi biaya dari perancangan yang akan dibuat secara nyata. Pengguna software ini dapat memodelkan segala jenis perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi.

*Vissim* digunakan pada banyak kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum. *Vissim* merupakan simulasi mikroskopik atau mikrosimulasi, yang berarti tiap karakteristik kendaraan maupun pejalan akan disimulasikan secara visual. *Vissim* dapat mensimulasikan kondisi operasional unik yang terdapat dalam sistem transportasi. Pengguna dapat memasang data-data untuk dianalisis sesuai keinginan pengguna. Perhitungan – perhitungan keefektifan yang beragam bisa dimasukkan pada software *Vissim*, pada umumnya antara lain tundaan, kecepatan, antrian, waktu tempuh dan berhenti. *Vissim* telah digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan.

### 2.8.1 Data Analisis Vissim

#### (1) Data Geometrik

Data geometrik yang dibutuhkan dalam sebuah persimpangan yaitu panjang, lebar, gradien, dan jumlah lajur. Selain itu observasi lapangan juga diperlukan untuk menentukan geometrik jaringan jalan yang tidak biasa dan perilaku mengemudi.

#### (2) Data Lalu Lintas

Kebutuhan data dalam menginput *Vissim* diantaranya yaitu perubahan kecepatan, perangkat kontrol persimpangan (seperti stop, *yield* dan *signal head*), lokasi dan rencana waktu sinyal. Lokasi dimana kendaraan memodifikasi kecepatan yang diinginkan juga diperlukan. Kecepatan di *Vissim* didefinisikan sebagai distribusi daripada nilai tetap, ini merupakan parameter penting yang memiliki pengaruh signifikan pada kapasitas jalan dan tercapainya kecepatan perjalanan.

#### (3) Karakteristik Kendaraan

Karakteristik kendaraan mencakup komposisi kendaraan dan dimensi termasuk percepatan maksimum dan perlambatan maksimum.

### 2.8.2 Jaringan Pengembangan Model (*Network Model Development*)

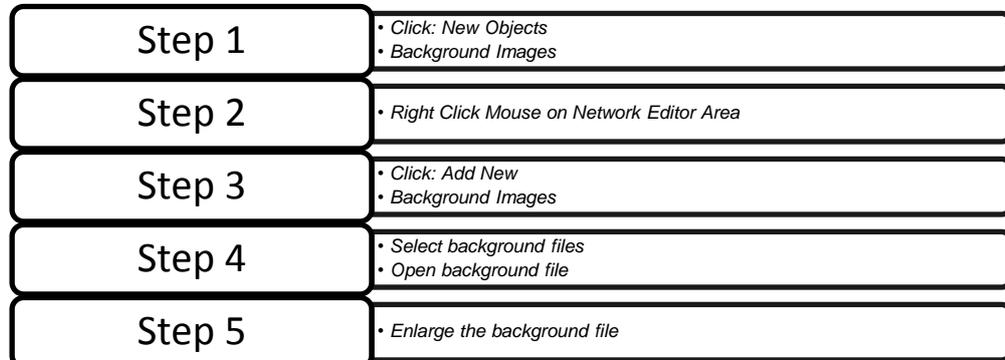
Secara garis besar pemodelan jaringan *Vissim* dibagi kedalam dua macam model jaringan yaitu *background*, dan *network*.

#### (1) *Background*

Untuk membuat *background* terdapat 2 langkah yaitu *insert* dan *scale*.

a) *Insert*

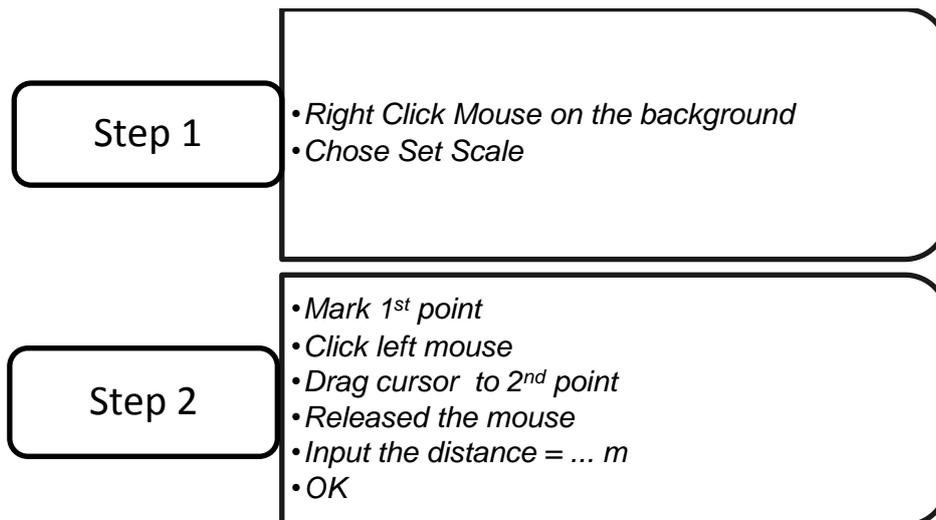
Terdapat 5 langkah dalam *insert background*:



**Gambar 2.9** *Insert background*

b) *Scale*

Terdapat 2 langkah untuk membuat *background* sesuai skala yaitu:



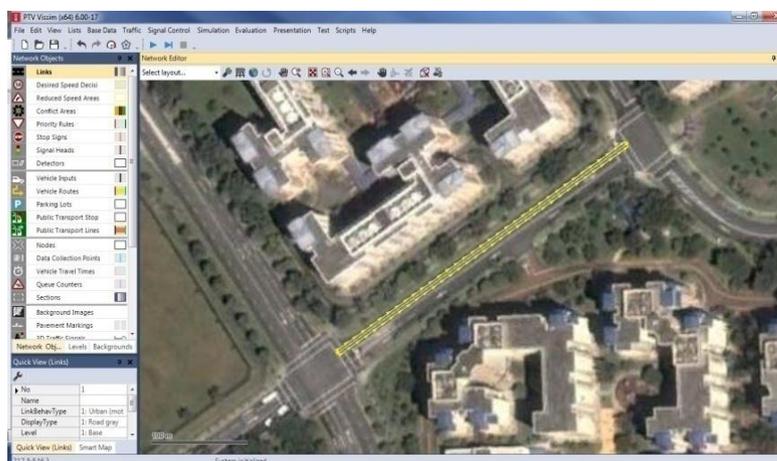
**Gambar 2.10** *Scale background*

(2) *Network*

Dalam membuat *network/ jaringan* dalam *vissim* terdapat dua langkah yaitu *links* dan *connector*.

a) *Links*

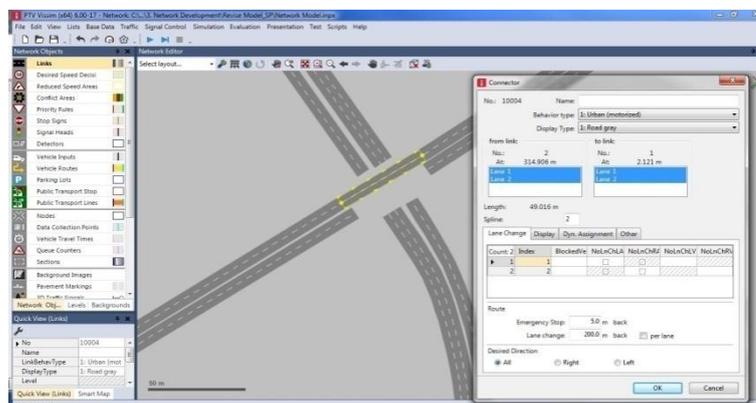
Setelah link dibuat akan tampak seperti Gambar 2.11 dibawah ini.



**Gambar 2.11** *Links*

b) *Connector*

*Connector* berfungsi untuk menggabungkan beberapa jalan seperti terdapat pada Gambar 2.12 dibawah ini.



**Gambar 2.12** *Connector*

### 2.8.3 Masukan Lalu Lintas Kendaraan (*Vehicular Traffic Input*)

Sifat lalu lintas menimbulkan keharusan untuk menyediakan jenis variabilitas dalam model simulasi *Vissim*. *Vissim* mensimulasikan kendaraan dengan karakteristik statis dan dinamis sendiri yang spesifik dan setiap pengemudi

tertentunya ditugaskan untuk kendaraan tertentu. Data dasar untuk simulasi menggambarkan berbagai jenis fungsi distribusi, pemodelan kendaraan dan pejalan kaki, dan termasuk informasi dasar untuk simulasi lalu lintas. Tabel 2.7 menunjukkan tentang masukan data lalu lintas *Vissim*.

**Tabel 2.7 Masukan Data Lalu Lintas *Vissim***

<b>Masukan Data Lalu Lintas</b>	<b>Input</b>
<i>Function</i>	<i>Maximum/Desired Accelerations/Deceleration</i>
<i>Distributions</i>	<i>Desired Speed, Power, Weight, Time</i>
<i>Vehicle types</i>	Kelompok kendaraan dengan karakter teknis dan perilaku fisik berkendara yang serupa
<i>Vehicle classes</i>	Satu atau lebih jenis kendaraan digabung dalam satu kelas kendaraan. Kecepatan, evaluasi dan pemilihan rute digabung dalam satu kelas kendaraan
<i>Vehicle categories</i>	Menetapkan terlebih dahulu kategori dari kendaraan yang menyertakan interaksi kendaraan yang serupa
<i>Vehicle input</i>	jumlah arus lalu lintas (kend/jam) sesuai dengan hasil survei di lapangan.
<i>Vehicle composition</i>	Pengaturan seberapa besar persentasi tiap-tiap jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas yang ada

Sumber: *PTV Vissim*

#### **2.8.4 Kecepatan dan Kontrol (*Speed and Controls*)**

Dalam pengoperasian *software Vissim* salah satu tahapnya yaitu dengan mengatur kecepatan dan kontrol.

##### (1) Kecepatan (*speed*)

Berbagai parameter di *Vissim* didefinisikan sebagai distribusi daripada nilai tetap. Kecepatan dalam *Vissim* adalah salah satu parameter yang didefinisikan sebagai distribusi, sehingga situasi lalu lintas tercermin realistis.

##### (2) Kontrol (*controls*)

Pengontrolan dalam *Vissim* terbagi kedalam dua kategori kontrol yaitu simpang tidak bersinyal dan simpang bersinyal. Untuk simpang bersinyal kontrol

dalam *Vissim* lebih kepada pengaturan *signal controls*, *signal groups*, *signal programs*, *signal heads*, *signal time tables*.

### 2.8.5 Transportasi Umum (*Public Transportation*)

Transportasi umum dalam *Vissim* pengoperasiannya bisa dengan kondisi *mixed traffic* atau bisa juga dengan trek khusus/ jalan khusus. Input dari angkutan umum memerlukan 2 elemen jaringan, yaitu tempat berhenti transportasi umum (*public transport stops*), dan lajur transportasi umum (*public transport lines*).

Rincian untuk tempat berhenti/ halte bus ada tiga yaitu menggambar dengan waktu distribusi, menghitung dari waktu tempat berhenti per penumpang, dan mensimulasikan dengan pejalan kaki.

### 2.8.6 Model Kalibrasi dan Validasi (*Model Calibration and Validation*)

Validasi pada *Vissim* merupakan proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi (Putri & Irawan, 2015). Proses validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar *Chi-squared* berupa rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)* (Gustavsson, 2007). *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* berikut ini memiliki ketentuan khusus dari nilai *error* yang dihasilkan seperti pada Tabel 2.8.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q \text{ simulasi} - q \text{ observasi})^2}{0,5 \times (q \text{ simulasi} + q \text{ observasi})}} \quad (2.25)$$

Dimana,  $q$  = data volume arus lalu lintas (kendaraan/jam)

**Tabel 2.8 Kesimpulan dari Perhitungan GEH**

GEH<5,0	Diterima
5,0<GEH<10,0	Peringatan: Kemungkinan model eror atau data buruk
GEH>10,0	Ditolak

Sumber: (Putri & Irawan, 2015)

### 2.8.7 Evaluasi (*Evaluation*)

Fungsi dari evaluasi ini ada dua yaitu untuk mengevaluasi kinerja model dan juga untuk kalibrasi serta validasi model. Evaluasi dalam pemodelan simulasi *Vissim* dibagi kedalam beberapa tipe diantaranya; pengumpulan data (*data collection*), waktu perjalanan kendaraan (*vehicle travel times*), tundaan kendaraan (*vehicle delays*), panjang antrian (*queue length*), kinerja jaringan (*network performance*), evaluasi simpul (*node evaluation*), dan evaluasi jalan (*link evaluation*).

## 2.9 Penelitian Relevan

Penelitian yang pernah dilakukan terkait dengan tingkat pelayanan simpang bersinyal yang dapat dijadikan acuan atau literatur sebagai dasar untuk penyusunan skripsi / penelitian ini, diantaranya adalah :

**Tabel 2.9 Penelitian Relevan**

<b>Nama Peneliti/Tahun/ Lembaga</b>	<b>Judul/Lembaga</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
<b>Jaya Wikrama, (2011), Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar</b>	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi kasus : Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)	Tingkat pelayanan D sampai dengan F yang dianalisis selama 12 jam waktu survey. Terdapat 3 alternatif perbaikan yang digunakan dalam penelitian yaitu alternatif 1 – pengaturan ulang lampu lalu lintas dengan <i>multi program</i> , alternative 2 – kombinasi pelebaran geometrik simpang dengan <i>resetting multi program</i> , dan alternatif 3 –

			<p><i>resetting</i> dengan mengalihkan pergerakan di kaki Selatan. Indicator dalam menilai kinerja simpang dilihat dari tundaan simpang. Dari 3 alternatif yang dicobakan, maka alternative – 2 merupakan alternative terbaik.</p>
<p><b>Joni Harianto, (2015), Universitas Sumatera Utara</b></p>	<p>Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jalan K.H Wahid Hasyim – Jalan Gajah Mada)</p>		<p>Studi ini menggunakan metode pendekatan dari MKJI dan HCM 200 dengan meninjau persimpangan “Jalan Gajah Mada – Jalan K.H Wahid Hasyim” perolehan data di lapangan waktu siklus 73 detik dengan pengaturan 2 fase. Setelah perhitungan dilapangan didapat, nilai derajat kejenuhan untuk tiap pendekat – pendekat antara 0,415 – 0,777 dan tundaan rata –rata 67,769 dengan tingkat pelayanan F. Serta perhitungan HCM 2000 dengan tundaan rata-rata simpang adalah 108,93 dengan tingkat pelayanan F. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk persimpangan hampir tidak layak dioperasikan. Untuk itu perlu adanya solusi seperti: perubahan fase atau perubahan bentuk simpang, pelebaran jalan dan perubahan waktu hijau.</p>
<p><b>Mubassirang dkk, (2015), Universitas Hasanuddin</b></p>	<p>Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Km 4 Di Kota Makassar.</p>		<p>Hasil analisis kinerja simpang bersinyal dilihat dari derajat kejenuhan yaitu pada pendekat utara yaitu <math>DS = 0,612</math> berada pada standar MKJI yaitu <math>DS &lt; 0,75</math> dikategorikan pada tingkat pelayanan yang baik yaitu masih mampu melayani arus lalu lintas yang melewati simpang bersinyal, sedangkan pada pendekat utara timur laut, selatan dan barat yaitu berada di atas standar MKJI hal ini di kategorikan tingkat pelayanan buruk. Adapun analisis tundaan kendaraan menunjukkan nilai tundaan 41,91 dengan tingkat pelayanan simpang berada pada level tingkat pelayanan “E” yang</p>

---

<p><b>Nurjannah Haryanti Putri dan Muhammad Zudhy Irawan (2015), UGM</b></p>	<p>Mikrosimulasi <i>Mixed Traffic</i> Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak <i>Vissim</i> (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)</p>	<p>menunjukkan arus yang tidak stabil, tidak dapat ditentukan hanya dari kecepatan perjalanan saja, seiring terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume dapat atau hampir sama dengan kapasitas jalan sedang kecepatan pada kapasitas ini pada umumnya sebesar kurang lebih 50 km/jam.</p> <p>Setiap tahun jumlah kendaraan selalu meningkat namun kapasitas jalannya tetap. Oleh karena itu maka terjadi kemacetan atau kepadatan lalu lintas di berbagai tempat termasuk simpang bersinyal Tugu Yogyakarta. Manajemen lalu lintas adalah cara yang baik untuk mengatasi masalah, contohnya dengan mengoptimalkan lampu lalu lintas. Penelitian ini menggunakan <i>Vissim</i> untuk memodelkan dan mensimulasikan lalu lintas. Kalibrasi dilakukan secara <i>trial and error</i> dengan mengubah 7 parameter perilaku pengemudi berdasarkan teori Wiedemann 74 untuk daerah perkotaan. Variabel yang diperhitungkan dalam proses kalibrasi adalah volume arus lalu lintas yang didapatkan dari survei <i>traffic counting</i> dan diuji dengan metode <i>Geoffrey E. Havers</i> serta panjang antrian yang diukur secara manual di lapangan dan diuji dengan metode <i>Mean Absolute Percentage Error</i>. Dengan dilakukannya optimalisasi lampu lalu lintas menggunakan MKJI kemudian disimulasikan kembali pada <i>Vissim</i>, dihasilkan bahwa panjang antrian dapat berkurang hingga 39% per jam.</p>
--	---	--

---

## 2.9 Kerangka Berpikir

Kota Depok yang berada di antara dua kota besar yakni Jakarta dan Bogor membuat menjadi salah satu kota yang memiliki kesibukan yang cukup tinggi setiap harinya. Kota yang berpenduduk lebih dari dua juta jiwa ini pun semakin mengalami peningkatan jumlah kebutuhan akan pelayanan transportasi untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Sehingga berakibat pada jumlah kepemilikan kendaraan bermotor pun semakin meningkat setiap tahunnya. Namun hal ini tidak diimbangi dengan meningkatnya kapasitas jalan raya sebagai jalur penghubung transportasi. Kemacetan menjadi dampak dari hal tersebut. Kini pemandangan berupa kemacetan di setiap jalan – jalan utama di kota Depok menjadi hal yang sering lazim terjadi, terlebih pada jam sibuk (*rush hour*) ketika masyarakat akan berangkat atau pulang dari kegiatannya.

Kemacetan ini semakin parah terjadi pada persimpangan yang menjadi pertemuan antara jalan – jalan utamanya. Simpang Cijago yang berada di Kelurahan Cisalak merupakan salah satu simpang yang memiliki arus lalu lintas tinggi setiap harinya. Simpang yang memiliki enam lengan ini merupakan simpang penghubung antar jalan utama di kota Depok. Waktu siklus lampu lalu lintas yang lama, dengan jumlah volume kendaraan yang tinggi sering membuat sering terjadinya kemacetan di tiap lengan simpang. Ditambah kendaraan umum yang berhenti sembarangan sering kali menghambat jalur kendaraan yang melintas.

Waktu siklus lampu lalu lintas yang relatif lama sering kali membuat para pengendara menerobos lampu merah. Banyaknya titik konflik di simpang empat lengan tersebut juga berakibat pada tundaan yang semakin besar dan tidak dapat

terhindarkan, terlebih belum optimalnya pengaturan lalu lintas pada simpang tersebut semakin memperparah kondisi pelayanan simpang tersebut. Tentunya hal ini akan membuat penurunan tingkat pelayanan simpang tersebut.

Berdasarkan hasil survei pendahuluan yang dilakukan di Simpang Cijago, Jl.Raya Bogor, Depok, Jawa Barat setiap hari dalam seminggu selama 1 jam didapatkan data volume lalu lintas yang terdapat pada Tabel 1.1. Dari data tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa hari Senin dan hari Kamis merupakan hari dengan volume kendaraan tertinggi, dan hari Sabtu sebagai perwakilan dari hari libur kerja dan libur sekolah yang akan di ambil sebagai hari penelitian dalam mengukur tingkat pelayanan simpang bersinyal.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi tingkat pelayanan simpang yang saat ini sudah tidak optimal akibat kendaraan yang terus bertambah dan mengakibatkan tundaan kendaraan semakin panjang. Penelitian ini menggunakan metode MKJI 1997 untuk mendapatkan nilai derajat kejenuhan dan tundaan, serta simulasi dengan perangkat lunak *Vissim* sebagai alat bantu untuk mengetahui panjang antrian dan pergerakan kendaraan.