

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Persimpangan jalan adalah daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya bertemu atau berpotongan, termasuk fasilitas jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah itu. Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan. Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian besar efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan persimpangan.

Pada waktu berpisah (diverging) dan memotong (crossing) jalan lain akan terjadi konflik antara dua atau lebih pemakai jalan atau pengemudi. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan. Sedangkan Ruas adalah bagian atau penggal jalan di antara dua simpul atau persimpangan sebidang / tidak sebidang baik yang dilengkapi dengan (APILL) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas ataupun tidak.

Pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan peningkatan volume jalan yang cenderung statis mengakibatkan terjadinya perlambatan hingga kemacetan diberbagai ruas jalan. Oleh karena itu, kinerja suatu simpang merupakan faktor utama dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi simpang. Kondisi lalu lintas diwarnai oleh kepadatan yang tinggi terutama pada simpang, dengan kata lain kapasitas simpang yang ada sudah tak sebanding dengan volume kendaraan, sehingga mengakibatkan kemacetan pada ruas-ruas jalan utama.

Antrian kendaraan yang panjang, tundaan perjalanan yang lama, dan kemacetan mengakibatkan waktu perjalanan semakin bertambah. Berdasarkan kenyataan tersebut, peningkatan pelayanan simpang tersebut menjadi sangat diperlukan. Untuk meningkatkan pelayanan simpang tersebut perlu dilakukan evaluasi,

analisis dan juga pemodelan pada simpang bersinyal Simpang 4 Aksara Kota Medan. Pemodelan simpang bersinyal Simpang 4 Aksara, menggunakan software Vissim. Vissim adalah perangkat lunak aliran mikroskopis untuk pemodelan lalu lintas, *software Vissim* dapat memudahkan dalam menganalisis simpang bersinyal secara keseluruhan dikarenakan dapat memberi gambaran mengenai kondisi lapangan dalam bentuk 2D dan 3D.

### **1.2.Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi pada Simpang 4 Aksara dengan menggunakan *software PTV Vissim*?
- b. Bagaimana mensimulasikan kondisi arus lalu lintas pada Simpang 4 Aksara dengan perilaku pengemudi menggunakan *software PTV Vissim*?
- c. Apakah fase lalu lintas dan waktu siklus eksisting sudah optimal terhadap volume lalu lintas pada Simpang 4 Aksara?

### **1.3.Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi pada Simpang 4 Aksara dengan menggunakan *software PTV Vissim*.
- b. Mensimulasikan kondisi arus lalu lintas pada Simpang 4 Aksara dengan perilaku pengemudi menggunakan *software PTV Vissim*.
- c. Mengoptimasi fase lalu lintas dan waktu siklus APILL Simpang 4 Aksara dengan menggunakan *software PTV Vissim*.

### **1.4.Batasan Penelitian**

Mengingat luasnya permasalahan yang akan timbul pada penulisan ini, maka dalam penulisan tugas akhir ini hanya membahas pada masalah-masalah sebagai berikut:

- a. Pengambilan data selama 5 hari (Senin , Selasa , Rabu , Jumat , dan Sabtu)
- b. Simpang jalan yang ditinjau adalah simpang bersinyal Simpang 4 Aksara
- c. Penentuan geometrik simpang dilakukan dengan mengukur langsung di lapangan
- d. Analisis data menggunakan data primer yang diperoleh dari survei langsung pada simpang tersebut.
- e. Analisis kinerja simpang dilakukan menggunakan *software* PTV *Vissim* terhadap nilai tundaan dan panjang antrian kendaraan.
- f. Analisis kinerja simpang dilakukan pada jam puncak (*peak hour*) pada masing-masing periode pagi (Pukul 06.00-08.00 WIB) , (Pukul 12.00-14.00 WIB) dan sore (Pukul 16.00-18.00 WIB)
- g. Analisis tidak dilakukan pada kendaraan yang melanggar arus lalu lintas yaitu pada kendaraan roda empat di Simpang 4 Aksara.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu :

- a. Bagi penulis dan mahasiswa Fakultas Teknik khususnya jurusan Teknik Sipil, yaitu dapat dijadikan sebagai referensi dalam menganalisis kinerja lalu lintas pada persimpangan dengan menggunakan *software* PTV *Vissim*.
- b. Bagi Pemerintah dan Dinas Perhubungan Kota Medan yaitu sebagai masukan dan bahan pertimbangan dalam mengeluarkan kebijakan terkait hasil penelitian tersebut dalam mengatasi masalah kemacetan pada Simpang ini.

## **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. (Harianto, 2004)

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. (Gutavson, 2007)

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. (Munawar, 2004)

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. (MKJI, 1997)

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 jalurjalan yang memotong ke arah belok ke kiri. Solusi keempat, adalah kombinasi beberapa solusi, yaitu solusi pertama dengan kedua, atau solusi kedua dengan ketiga. (MKJI, 1997)

## **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 mengefisiensikan 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 lalulintas 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.

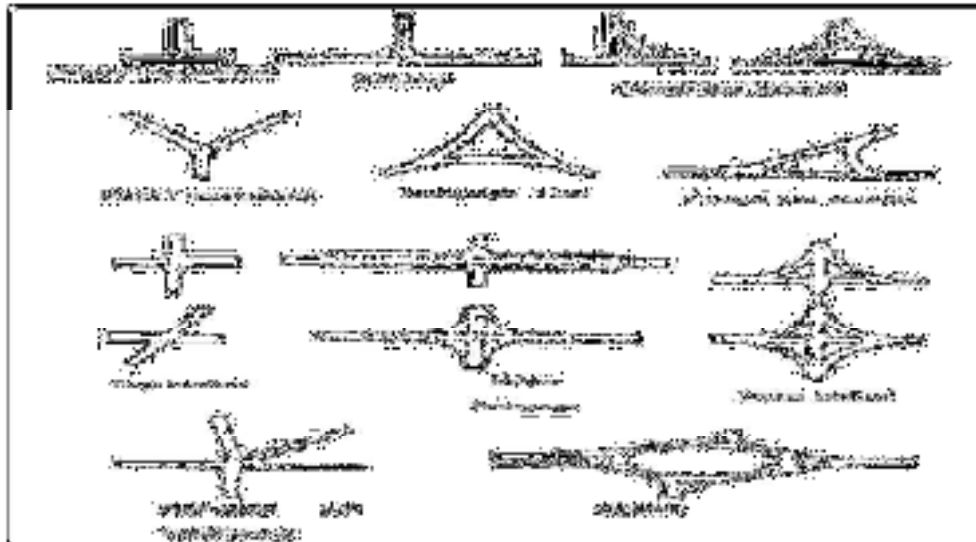
### **2.3.1. Jenis-Jenis Simpang**

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

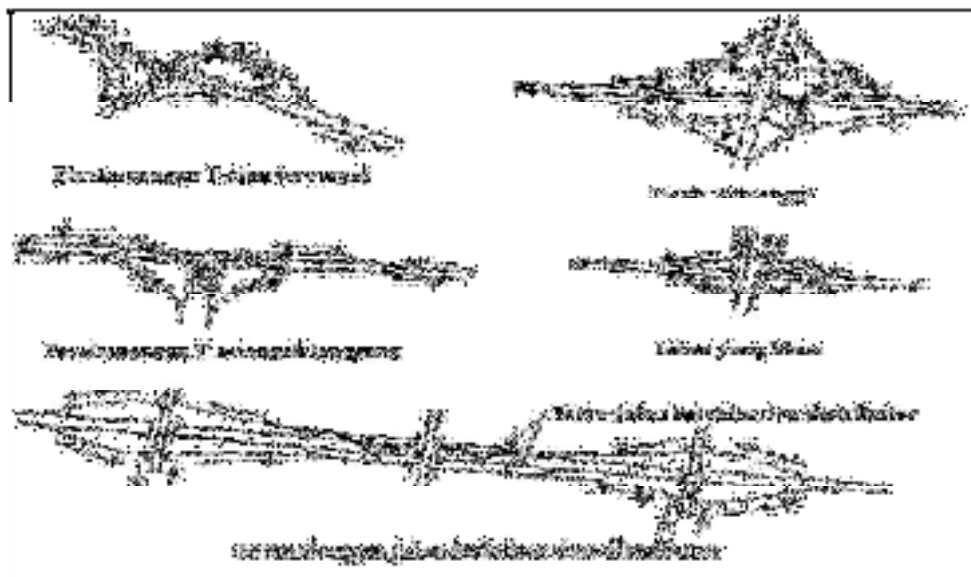
1. Persimpangan sebidang
2. Pembagian jalur tanpa ramp, dan
3. *Interchangi* (simpang susun)

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) seperti contoh Gambar 2.1. adalah persimpangan dimana dua (2) 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 (2) 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 (*signalized 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 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 geometrik dan tuntunan lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal, perancang/insinyur 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

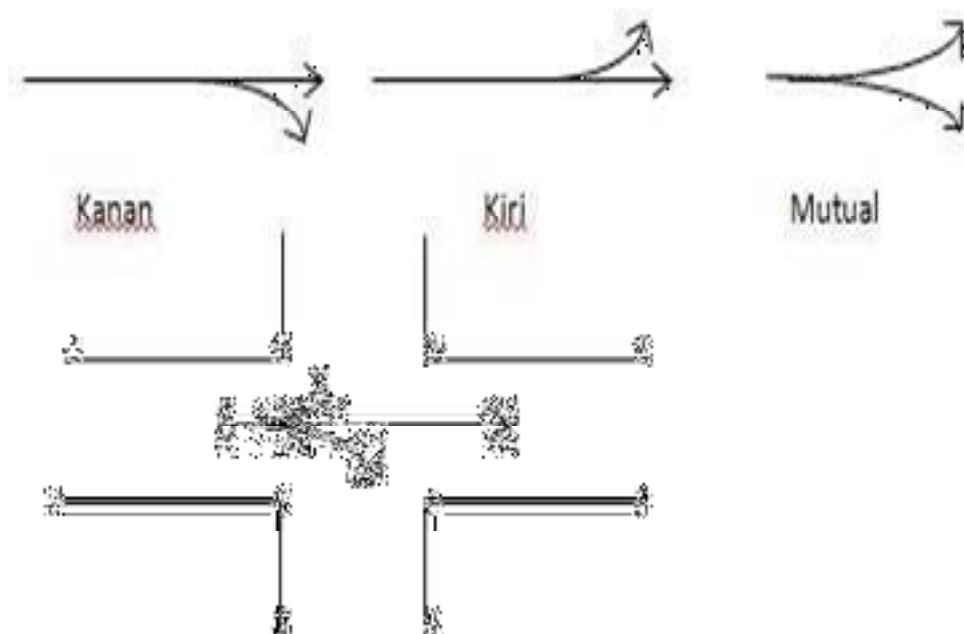
saling berpotongan. Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang.

### 2.3.2. Alih Gerak Lalu Lintas

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 (empat) jenis, yaitu:

#### 1. *Diverging* (memisah)

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

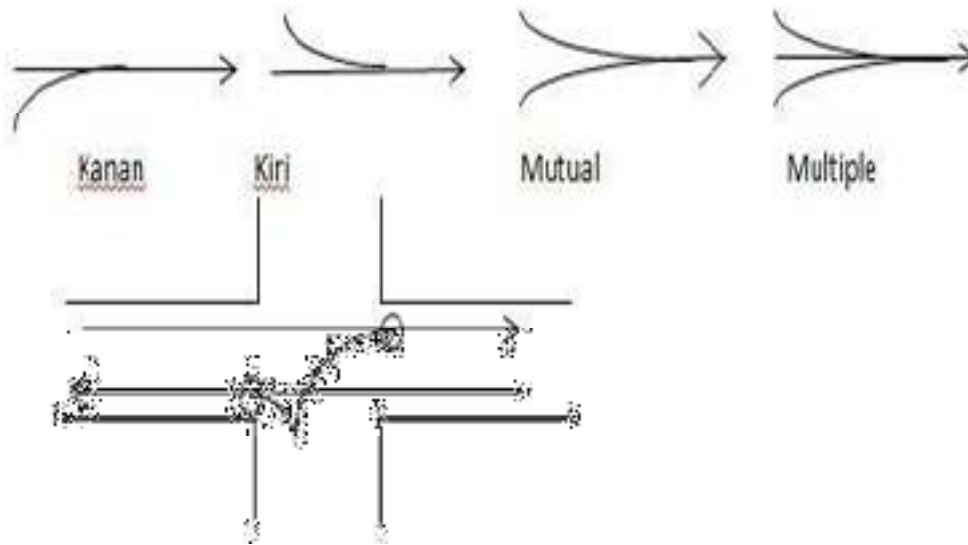


Gambar 2.3. Arus memisah (*Diverging*)

(Sumber: Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, USU)

#### 2. *Merging* (menggabung)

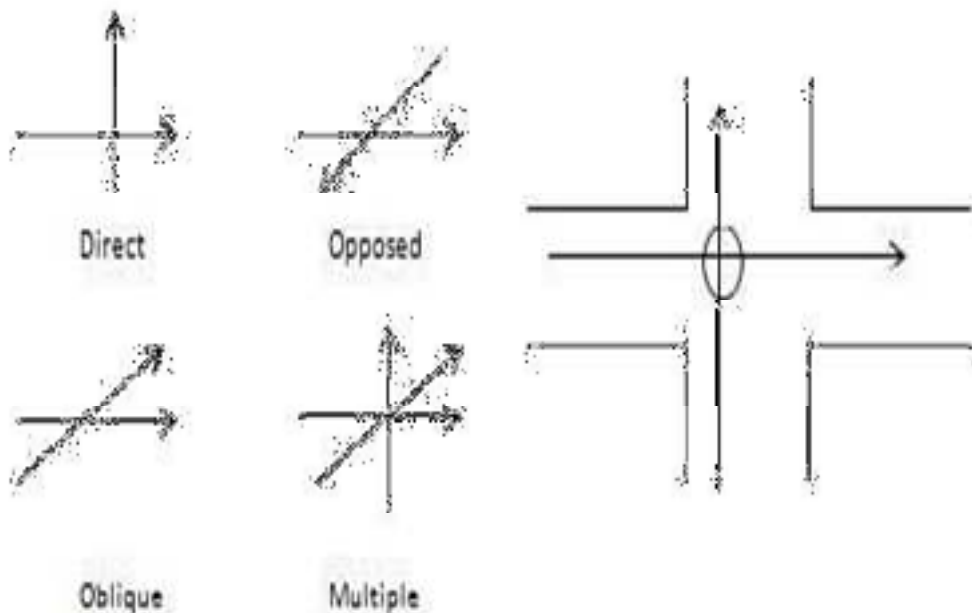
*Merging* adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur lain diperlihatkan contohnya seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Arus menggabung (*Merging*)  
 (Sumber: Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, USU)

### 3. *Crossing* (memotong)

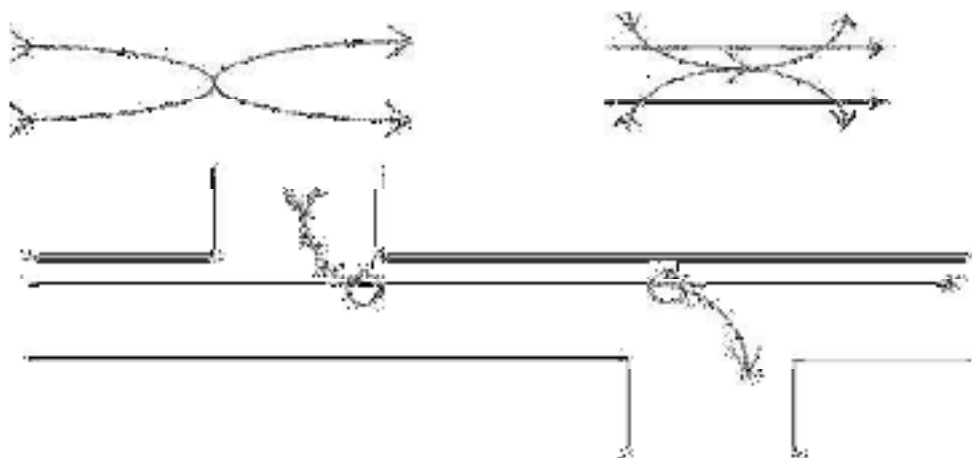
*Crossing* adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



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 lintasan 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*)

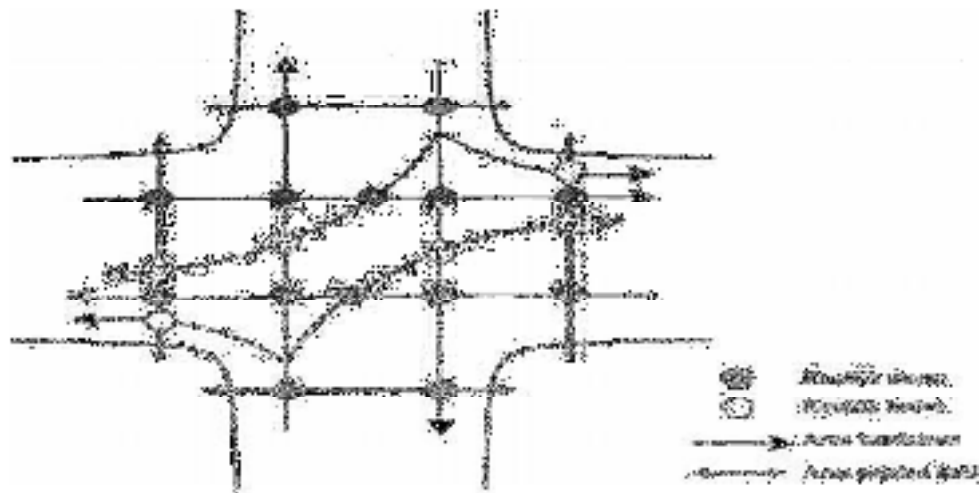
(Sumber : Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, USU)

#### 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 pertamanya 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 berpotongan=konflik-konflik sinyal 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. Gambar Titik Konflik

(Sumber :Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997)

## 2.4. Kapasitas Persimpangan Jalan

Dalam penganalisaan kapasitas, ada suatu prinsip dasar yang objektif yaitu perhitungan jumlah maksimum arus lalu lintas yang dapat ditampung oleh fasilitas yang ada serta bagaimana kualitas operasional fasilitas itu sendiri yang tentunya akan sangat berguna dikemudian hari. Dalam merencanakan suatu fasilitas jarang dijumpai suatu perencanaan agar fasilitas tersebut dapat berfungsi mendekati kapasitasnya.

### 2.4.1. Kapasitas Dari Persimpangan Bersinyal

Kapasitas secara menyeluruh dari suatu persimpangan adalah merupakan akomodasi dari pergerakan-pergerakan yang utama dan membandingkan terhadap tiap-tiap bagian dari lajur yang ada. Kapasitas pada persimpangan didefinisikan untuk setiap bagian kakinya. Kapasitas ini merupakan tingkat arus maksimum (*Maksimum Rate Of Flow*) umumnya dihitung untuk periode waktu 15 menit dan dinyatakan dalam kendaraan per jam (*vehicle/hour*). Kapasitas pada persimpangan untuk persimpangan bersinyal didasarkan pada konsep arus jenuh (*saturation flow*) dan tingkat arus jenuh (*saturation flow red*). *Saturation flow red* didefinisikan sebagai tingkat arus

maksimum (*red of flow maximum*) yang dapat melalui setiap kaki persimpangan atas grup lajur yang diasumsikan mempunyai 100 waktu hijau efektif (*effective green time*).

Untuk menghitung Nilai Arus Jenuh dan Arus Jenuh Dasar Simpang didapat dari persamaan berikut :

$$S_0 = 600 \times W_e \quad 2.1$$

Dimana:

- 600 = Standar kendaraan smp/jam tiap simpang bersinyal
- $W_e$  = Lebar Pendekat Simpang

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{Csf} \times F_G \times F_P \quad 2.2$$

Dimana:

- $S_0$  = Nilai Arus Jenuh Dasar
- $F_{cs}$  = Faktor Koreksi Ukuran Kota (=1)
- $F_{Csf}$  = Faktor Koreksi Hambatan Samping (=1)
- $F_G$  = Faktor Kelandaian (=1)
- $F_P$  = Faktor Koreksi Parkir (=1)

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad 2.3$$

Dimana :

- C = Kapasitas untuk lengan
- S = Arus jenuh dasar atau kelompok lajur
- g = Lama waktu hijau (detik)
- c = Lama waktu siklus (detik)

## 2.5. Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DS), yakni rasio volume arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas (C) pada bagian jalan tertentu. Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah :

$$DS = Q/C \quad 2.4$$

Dimana :

Q = Volume arus lalu lintas

C = Kapasitas

DS = Derajat Kejenuhan

## 2.6. Panjang Antrian

Menurut MKJI 1997 jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ<sub>h</sub>) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ<sub>r</sub>) :

$$NQ = NQ_{h} + NQ_{r} \quad 2.5$$

Dengan :

$$NQ_{h} = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \frac{\sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{Q}{c}}}{c} \right] \quad 2.6$$

Jika  $DS > 0,5$  : Selain itu  $NQ_{r} =$

$$NQ_{r} = C$$

Dimana :

$NQ_{h}$  = Jumlah smp tertinggal dari fase hijau

sebelumnya  
 $NQ_{r}$  = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat Kejenuhan

GR = Rasio hijau

c = Waktu siklus (detik)

C = Kapasitas (smp/jam)

Q = Arus lalu lintas pendekat tersebut (smp/det)

Panjang antrian (QL) dengan mengalikan NQ maksimum dengan luas rata-

rata yang digunakan kemudian dibagi dengan lebar masuknya.



- QL : Panjang antrian  
 NQ<sub>max</sub> : Jumlah maksimal rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau antara NQ<sub>□</sub> dan NQ<sub>□</sub>  
 Wmasuk : Lebar jalur masuk

## 2.7. Tundaan (*Delay*)

Suatu ukuran daya guna yang kritis pada fasilitas arus terganggu adalah tundaan. Tundaan adalah suatu ukuran yang umum yang dapat diinterpretasikan dengan jumlah berhenti rata-rata. Waktu tunda henti rata-rata (*average stopped time delay*) adalah ukuran keefektifan yang principal yang digunakan dalam mengevaluasi tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal (*signalized intersection*).

Waktu tunda henti (*stopped time delay*) adalah waktu yang dihabiskan oleh sebuah kendaraan untuk berhenti dalam suatu antrian saat menunggu untuk memasuki sebuah persimpangan.

Waktu tunda rata-rata (*average stopped time delay*) adalah total waktu tunda henti (*stopped delay*) yang dialami oleh sebuah kendaraan pada sebuah jalan atau kelompok lajur selama satu periode waktu yang ditentukan, dibagi dengan volume total kendaraan yang memasuki persimpangan pada jalan atau kelompok lajur selama periode waktu yang sama dinyatakan dalam detik per kendaraan. Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekatan dapat ditentukan dalam persamaan berikut

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ}{C} \times 3600 \quad 2.7$$

Dimana :

- c : Waktu siklus  
 GR : Rasio hijau  
 DS : Derajat kejenuhan  
 C : Kapasitas (smp/jam)

$$DG = (1-P_{sv}) \times P_t \times 6 + (P_{sv} \times 4) \quad 2.8$$

Dimana :

$P_{sv}$  : Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

$P_t$  : Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

## 2.8. Karakteristik Arus Lalu Lintas

Karakteristik lalu lintas merupakan interaksi antara pengemudi, kendaraan dan jalan. Tidak ada arus lalu lintas yang sama bahkan pada kendaraan yang serupa, sehingga arus pada suatu ruas jalan tertentu selalu bervariasi. Walaupun demikian diperlukan parameter yang dapat menunjukkan kinerja ruas jalan atau yang akan dipakai untuk desain. Parameter tersebut antara lain  $\frac{V}{C}$  Rasio waktu tempuh rata-rata kendaraan, kecepatan rata-rata kendaraan, dan angka kepadatan lalu lintas. Hal ini sangat penting untuk dapat merancang dan mengoperasikan sistem transportasi dengan tingkat efisiensi dan keselamatan yang paling baik.

Tabel 2.1. Karakteristik Dasar Lalu Lintas

No	Karakteristik Arus Lalu Lintas	Mikroskopik (Individu)	Makroskopik (Kelompok)
1	<i>Flow</i>	<i>Time Headway</i>	<i>Flow Rate</i>
2	<i>Speed</i>	<i>Individual Speed</i>	<i>Avarage Speed</i>
3	<i>Density</i>	<i>Distance Headway</i>	<i>Density Rate</i>

(Sumber A. May (1990))

## 2.9. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik per satuan waktu pada lokasi tertentu. Untuk mengukur jumlah arus lalu lintas, biasanya dinyatakan dalam kendaraan per hari, smp per jam, dan kendaraan per menit. (MKJI 1997). Ekuivalen mobil penumpang (EMP) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total

dinyatakan dalam 1 jam. Semua nilai smp untuk kendaraan yang berbeda berdasarkan koefisien ekivalen mobil penumpang (EMP), (MKJI, 1997).

Tabel 2.2. Menentukan Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP)

Tipe jalan = Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus lalu lintas per jalur (kend/jam)	EMP		
		HV	MC	LV
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1,3	0,4	1,0
Empat lajur terbagi (4/2D)	>1050	1,3	0,2	1,0
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	0,4	1,0
Enam lajur terbagi (6/2D)	1100	1,2	0,2	1,0

(Sumber :MKJI, 1997)

Manfaat data/informasi volume adalah :

1. Nilai kepentingan relatif suatu rute
2. Fluktuasi arus lalu lintas
3. Distribusi lalu lintas dalam sebuah sistem jalan
4. Kecenderungan pemakai jalan

Volume dapat berupa :

1. Volume berdasarkan arah arus :
  - Dua arah ;
  - Satu arah ;
  - Arus lurus ;
  - Arus belok, baik belok kiri maupun belok kanan.
  
2. Volume berdasarkan jenis kendaraan, seperti antara lain :
  - Mobil penumpang atau kendaraan ringan (LV)
  - Kendaraan berat (HV)
  - Sepeda motor (MC)
  - Kendaraan tak bermotor (UM)

Pada umumnya kendaraan di suatu ruas jalan terdiri dari berbagai komposisi. Volume lalu lintas lebih praktis jika dinyatakan dalam jenis

kendaraan standart yaitu mobil penumpang (smp). Untuk mendapatkan volume dalam smp, maka diperlukan faktor konversi dan berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang, yaitu faktor equivalen penumpang (emp).

3. Volume berdasarkan waktu pengamatan survey lalu lintas, seperti 5 menit, 15 menit, atau 1 jam.
4. Volume arus lalu lintas mempunyai istilah khusus berdasarkan bagaimana data tersebut diperoleh, yaitu :
  - a. ADT (*Avarage Daily Traffic*) atau dikenal juga sebagai LHR (lalu lintas harian rata-rata), yaitu volume lalu lintas rata-rata harian berdasarkan pengumpulan data selama  $x$  hari dengan ketentuan  $1 < x < 365$  hari, sehingga ADT dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$ADT = \frac{Qx}{K} \quad 2.9$$

Dengan :

- $Qx$  : Volume lalu lintas yang diamati selama lebih dari 1 hari dan kurang dari 365
- $X$  : Jumlah hari pengamatan
- b. AADT (*Avarage Annual Daily Traffic*) atau dikenal juga sebagai LHRT (lalu lintas harian tahunan), yaitu total volume rata-rata harian (seperti ADT), akan tetapi pengumpulan datanya harus  $> 365$  hari ( $x > 365$ ).
  - c. AAWT (*Average Annual Weekly Traffic*), yaitu volume rata-rata harian selama hari kerja berdasarkan pengumpulan  $> 365$  hari, sehingga AAWT dapat dihitung sebagai jumlah volume pengamatan selama hari kerja dibagi dengan jumlah hari kerja selama pengumpulan data.
  - d. *Maximum Annual Hourly Volume*, yaitu volume tiap jam yang terbesar untuk suatu tahun tertentu.
  - e. 30 HV (*30<sup>th</sup> highest annual hourly volume*) atau disebut juga sebagai DHV (*Design Hourly Volume*), yaitu volume lalu lintas tiap jam yang

dipakai sebagai volume desain. Dalam setahun besarnya volume ini dilampaui oleh 29 data.

- f. *Flow Rate* adalah volume yang diperoleh dari pengamatan yang lebih kecil dari 1 jam, akan tetapi kemudian dikonversikan menjadi volume 1 jam secara linier.
- g. *Peak Hour Factor (PHF)* adalah perbandingan volume satu jam penuh dengan puncak dari flow rate pada jam tersebut, sehingga PHF dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$PHF = \frac{\text{volume satuan jam}}{\text{maksimum flow rate}} \quad 2.10$$

## 2.10. Kinerja Ruas Jalan

Kinerja ruas jalan dapat didefinisikan, sejauh mana kemampuan jalan menjalankan fungsinya (*Suwardi, Jurnal Teknik Sipil Vol.7 No.2, Juli 2010*) dimana menurut MKJI 1997 yang digunakan sebagai parameter adalah Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation, DS*).

Tabel 2.3. Nilai Tingkat Pelayanan

No	Tingkat Pelayanan	$D = \frac{v}{c}$	Kecepatan Ideal (km/jam)	Kondisi/Keadaan Lalu Lintas
1	A	< 0,04	>60	Lalu lintas lengang, kecepatan bebas
2	B	0,04-0,24	50-60	Lalu lintas agak ramai, kecepatan menurun
3	C	0,25-0,54	40-50	Lalu lintas ramai, kecepatan terbatas
4	D	0,55-0,80	35-40	Lalu lintas jenuh, kecepatan mulai rendah
5	E	0,81-1,00	30-35	Lalu lintas mulai macet kecepatan rendah
6	F	>1,00	<30	Lalu lintas macet, kecepatan rendah sekali

(Sumber :MKJI, 1997)

## 2.11. Kapasitas Persimpangan

Kapasitas suatu ruas jalan didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melintasi suatu ruas jalan yang beragam setiap jam nya, dalam satu arah untuk jalan dua jalur dua arah dengan median atau total dua arah untuk jalan dua jalur tanpa median, selama satuan waktu tertentu

pada kondisi jalan dan lalu lintas yang tertentu. Kondisi jalan adalah kondisi fisik jalan, sedangkan kondisi lalu lintas adalah sifat lalu lintas (*nature of traffic*). (Yunianta, A, 2006).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan antara lain:

1. Faktor jalan, seperti lebar jalur, kebebasan lateral, bahu jalan, ada median atau tidak, kondisi permukaan jalan, alinyemen, kelandaian jalan, trotoar dan lain-lain.
2. Faktor lalu lintas, seperti komposisi lalu lintas, volume, distribusi lajur, dan gangguan lalu lintas, adanya kendaraan tidak bermotor, hambatan samping dan lain-lain.
3. Faktor lingkungan, seperti misalnya pejalan kaki, pengendara sepeda, binatang yang menyebrang, dan lain-lain.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), memberikan metoda untuk memperkirakan kapasitas jalan di Indonesia dengan rumus sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_{cw} \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad 2.11$$

Dimana:

- C : Kapasitas (smp/jam)
- C<sub>0</sub> : Kapasitas dasar (smp/jam)
- F<sub>cw</sub> : Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
- FC<sub>sp</sub> : Faktor penyesuaian akibat pemisah arah
- FC<sub>sf</sub> : Faktor penyesuaian akibat hambatan samping
- FC<sub>cs</sub> : Faktor penyesuaian untuk ukuran kota

Tabel 2.4. Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar Catatan (smp/jam)	Catatan
Empat Lajur Terbagi atau Jalan Satu Arah	1650	Per Lajur
Empat Lajur Tak Terbagi	1500	Per Lajur
Dua Lajur Tak Terbagi	2900	Total Dua Arah

(Sumber :MKJI, 1997)

Tabel 2.5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas  
( $F_{cw}$ )

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif ( $W_c$ )(m)	$F_{cw}$
Empat Lajur Terbagi atau Jalan Satu Arah	Per Lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
Empat Lajur Tak Terbagi	Per Lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
Dua Lajur Tak Terbagi	Total Dua Arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

(Sumber : MKJI, 1997)

Tabel 2.6. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota ( $FC_{cs}$ )

No	Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
1	<0,1	0,86
2	0,1 – 0,5	0,90
3	0,5 – 1,0	0,94
4	1,0 – 3,0	1,00
5	>3,0	1,04

(Sumber : MKJI, 1997)

Sementara analisa kapasitas ruas jalan dengan menggunakan metode *Highway Capacity Manual* (HCM 2000) memakai rumus berikut :

$$v_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_p} \quad 2.12$$

Dimana:

$v_p$  : Tingkat arus pelayanan kendaraan-penumpang (kend/jam/lajur)

$V$  : Volume kendaraan yang melintasi satu titik dalam 1 jam

$N$  : Jumlah lajur

$PHF$  : Faktor jam puncak

$f_{HV}$  : Faktor penyesuaian kendaraan berat

$f_p$  : Faktor populasi pengemudi

### 2.11.1. 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 2.7. 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	Terlindungi	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	Terlindungi	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	Terlindungi	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	Terlindungi	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	Terlindungi	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	Terlindungi	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/Sedang/Rendah	Terlindungi	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlawan	1,0	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

(Sumber : MKJI, 1997)



## 2.12. *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 24etec

*Vissim* merupakan software simulasi yang digunakan oleh 24etector2424al untuk membuat simulasi dari 24etector 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.

*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.

### 2.12.1. Data Analisis *Vissim*

#### 1. Data Geometrik

Data 24etector24 yang dibutuhkan dalam sebuah persimpangan yaitu panjang, lebar, 24etector, dan jumlah lajur. Selain itu observasi

lapangan juga diperlukan untuk menentukan 25etector25 jaringan jalan yang tidak biasa dan perilaku mengemudi.

## 2. Data Lalu Lintas

Kebutuhan data dalam menginput *Vissim* diantaranya yaitu perubahan kecepatan, perangkat 25etecto 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.

### **2.12.2. 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*

- Langkah 1
  - *Click New Objects*
  - *Backgrounds Image*
- Langkah 2
  - *Right Click Mouse on Network Editor Area*
- Langkah 3
  - *Click Add New*
  - *Backgrounds Image*
- Langkah 4

- *Select backgrounds files*
- *Open background file*
- Langkah 5
  - *Enlarge the backgrounds file*

b) *Scale*

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

- Langkah 1
  - *Right Click Mouse on the background*
  - *Choose set Scale*
- Langkah 2
  - *Mark 1 point*
  - *Click left mouse*
  - *Drag cursor to 2 point*
  - *Released the mouse*
  - *Input the distance = ... m*
  - *OK*

2. *Network*

Dalam membuat *network* jaringan dalam *vissim* terdapat dua (2) langkah yaitu *links* dan *connector*.

a) *Links*

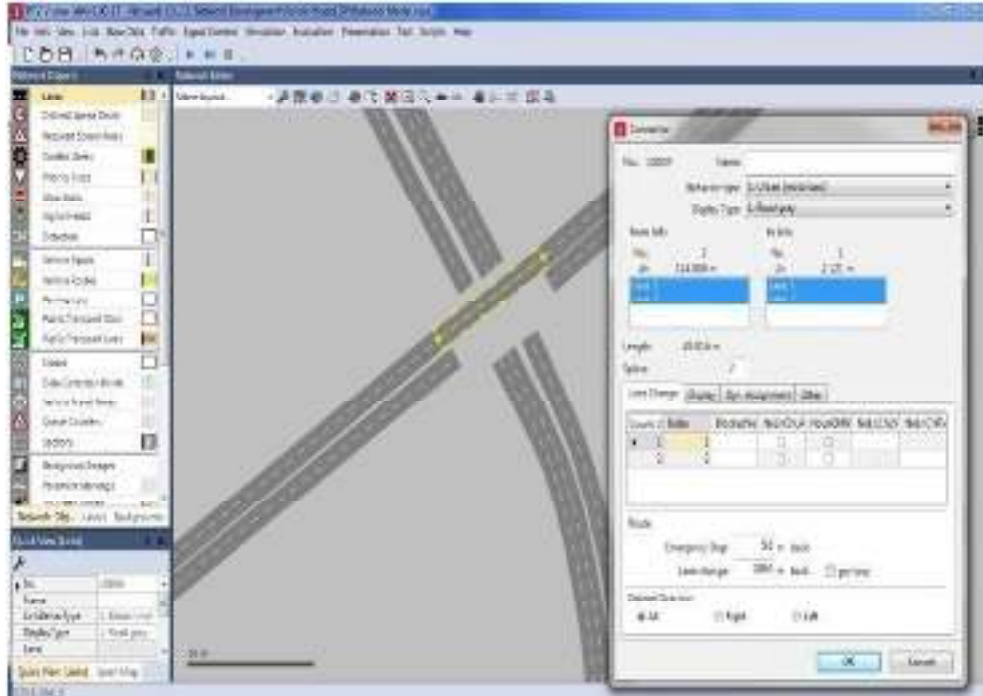
Setelah *links* dibuat akan tampak seperti gambar 2.8. dibawah ini:



Gambar 2.8. *Links*  
(Sumber: Software PTV Vissim)

b) *Connector*

*Connector* berfungsi untuk menggabungkan beberapa jalan seperti terdapat pada gambar 2.9 dibawah ini:



Gambar 2.9. *Connector*  
(Sumber: Software PTV Vissim)

### 2.12.3. 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 tertentu 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 2.8 menunjukkan tentang masukan data lalu lintas *Vissim*.

Tabel 2.8. 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>

<b>Masukan Data Lalu Lintas</b>	<b>Input</b>
<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 28etect di lapangan.
<i>Vehicle composition</i>	Pengaturan seberapa besar persentasi tiap-tiap jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas yang ada

(Sumber: Software PTV Vissim)

#### **2.12.4. Kecepatan dan Kontrol (*Speed and Controls*)**

Dalam pengoperasian *software Vissim* salah satu tahapnya yaitu dengan mengatur kecepatan dan 28etecto.

##### *(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 28etecto yaitu simpang tidak bersinyal dan simpang bersinyal. Untuk simpang bersinyal control dalam *Vissim* lebih kepada pengaturan *signal controls*, *signal groups*, *signal programs*, *signal heads*, *signal time tables*.

#### **2.12.5. 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 *Geoffrey E. Havers (GEH)* (Gustavsson, 2007). *GEH* merupakan rumus *Geoffrey E. Havers (GEH)* modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai *Geoffrey E. Havers (GEH)* dan mutlak. Rumus *GEH* berikut ini memiliki ketentuan khusus dari nilai *error* yang dihasilkan seperti pada Tabel 2.9

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulasi} - q_{observasi})^2}{0,5 \times (q_{simulasi} + q_{observasi})}} \quad 2.13$$

Dimana :

q = Data volume arus lalu lintas (kend/jam)

Tabel 2.9. 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: *PTV Vissim 9.0*)

### 2.13. Jenis, Kelas dan Kategori Kendaraan

Kendaraan merupakan alat transportasi yang digerakkan oleh mesin maupun makhluk hidup. Transportasi terdiri dari transportasi darat, udara dan laut sesuai tempat dimana kendaraan dijalankan. Saat ini model kendaraan semakin berkembang dari segi performa hingga bentuk fisiknya seiring dengan kemajuan teknologi. Pada perangkat lunak VISSIM, tersedia berbagai macam model kendaraan yang pada umumnya digunakan di seluruh penjuru dunia. Jenis-jenis kendaraan tersebut dapat digabungkan menjadi suatu kelas dan kategori kendaraan sesuai perilakunya.

#### 2.13.1. Jenis dan Kelas Kendaraan

Pada dasarnya jenis kendaraan di lapangan dengan yang disediakan di VISSIM tidak jauh berbeda, namun terdapat beberapa kendaraan modifikasi yang belum tersedia seperti becak, andong dan motor bak. Secara *default*, VISSIM menyediakan enam jenis kendaraan dan kelas kendaraan yaitu *Car*, *HGV*, *Bus*, *Tram*, *Pedestrian* dan *Bike*. Selain jenis dan kelas kendaraan

tersebut, jenis dan kelas kendaraan lain dapat ditambahkan dan ditentukan pada model distribusi 2D/3D. Setiap jenis kendaraan dimasukkan ke dalam suatu kategori misalnya sepeda kayuh dan sepeda motor dikategorikan sebagai *bike*. Sedangkan untuk kelas kendaraan yang sudah diberikan data dasar berupa kecepatan, evaluasi, perilaku pemilihan lajur dan data jaringan lainnya tersebut dapat terdiri dari satu atau lebih jenis kendaraan yang dibedakan berdasarkan warna kendaraannya. Misalnya kelas kendaraan sepeda terdiri dari sepeda kayuh saja dengan warna hitam dan kelas kendaraan sepeda motor terdiri dari sepeda motor *matic* dan manual dengan warna biru. Jika kendaraan memiliki spesifikasi yang berbeda seperti perilaku percepatan yang berbeda, maka jenis kendaraan didefinisikan secara terpisah.

### 2.13.2. Kategori Kendaraan

Kendaraan pada VISSIM dapat dikategorikan sebagai *Car*, *HGV*, *Bus*, *Tram*, *Pedestrian* dan *Bike*. Kategori tersebut tidak dapat ditambahkan dengan kategori lain. Secara *default*, parameter yang membedakan masing-masing kategori kendaraan adalah seperti pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10. Perbedaan Parameter pada Kategori Kendaraan

Kategori Kendaraan	Parameter				
	Pindah lajur diperbolehkan	Distribusi berat dan daya berlaku	Memiliki distribusi okupansi	Selalu berhenti pada lampu kuning dan merah	Memiliki batas stokastik
<i>Car</i>	✓	✗	✓	✗	✓
<i>HGV</i>	✓	✓	✗	✗	✓
<i>Bus</i>	✓	✗	✓	✗	✓
<i>Tram</i>	✗	✗	✓	✗	✓
<i>Pedestrian</i>	✓	✗	✗	✓	✗
<i>Bike</i>	✓	✗	✗	✗	✓

(Sumber: PTV Vissim 9.0)

### 2.14. Parameter Perilaku Pengemudi

Perilaku pengemudi merupakan sifat individu yang kemungkinan terjadi di lapangan karena adanya interaksi dengan faktor lainnya seperti jarak

kendaraan, percepatan, perlambatan, serta aturan lalu lintas yang ada. Pada VISSIM dapat diatur sifat perilaku pengemudi dengan menentukan parameter-parameternya berdasarkan *car following model*, *following behavior*, *lane change behavior*, *lateral behavior* dan *behavior at signal controllers*.

#### **2.14.1. Car Following Model**

*Car following model* merupakan perilaku pengemudi dalam mengikuti kendaraan satu sama lain. Kendaraan pada umumnya mempertahankan jarak ruang dan waktu minimum. Dalam kondisi lalu lintas padat, jika mobil mengubah kecepatan maka kendaraan lain juga akan mengikuti perubahan kecepatan tersebut pada waktu tertentu. Model arus lalu lintas VISSIM yang memiliki sifat stokastik dan berdasarkan tahapan waktu ini memperlakukan satu unit kendaraan sebagai suatu individu, sehingga disediakan tiga model *car following* dalam mengatur perilaku pengemudi pada pemodelan, yaitu *No interaction*, Wiedemann 74 dan Wiedemann 99. *No interaction* digunakan untuk kendaraan yang tidak mengenali kendaraan lainnya. Model Wiedemann 74 cocok untuk lalu lintas perkotaan dan daerah-daerah gabungan. Sedangkan model Wiedemann 99 cocok untuk jalan bebas hambatan tanpa adanya penggabungan daerah.

Model arus lalu lintas Wiedemann didasarkan pada asumsi bahwa pada dasarnya ada empat tipe keadaan dalam mengemudi, yaitu:

##### *a. Free Driving*

Pengemudi tidak berpengaruh terhadap gerakan menyiap oleh kendaraan lainnya. Dalam keadaan ini pengemudi berusaha untuk mencapai dan mempertahankan kecepatan yang diinginkan. Pada kenyataannya kecepatan dalam *free driving* akan berbeda sesuai dengan 31etecto dari desakan menyiap.

##### *b. Approaching*

Pengemudi beradaptasi dengan kecepatannya sendiri dalam menurunkan



kecepatannya untuk menyiap kendaraan lain. Oleh karena itu pada saat pengemudi ingin menyiap, kecepatannya akan berkurang namun tetap stabil dengan jarak aman yang diinginkan.

*c. Following*

Pengemudi tanpa sadar mengikuti kendaraan lain yang akan disiap dengan kecepatan yang sama dan konstan.

*d. Braking*

Pengemudi berperilaku menengah untuk tingkat perlambatan yang tinggi jika jarak kendaraannya terlalu dekat dengan kendaraan yang akan disiap. Hal ini terjadi jika pengemudi kendaraan yang akan disiap tersebut tiba-tiba merubah kecepatannya.

**2.14.2. Following Behavior**

*Following behavior* merupakan perilaku pengemudi dalam menjaga jarak aman depan dan belakang antara satu kendaraan dengan kendaraan lain. Pada *following behavior* terdapat beberapa parameter yaitu:

*a. Look ahead distance*

Nilai jarak minimum dan maksimum yang dapat dilihat oleh pengemudi sehingga pengemudi dapat bereaksi untuk tetap menjaga jarak aman dengan kendaraan di depannya.

*b. Look back distance*

Nilai jarak minimum dan maksimum yang dapat dilihat oleh pengemudi sehingga pengemudi dapat bereaksi untuk tetap menjaga jarak aman dengan kendaraan di belakangnya.

*c. Temporary lack of attention*

Terdiri dari *duration* yaitu periode waktu ketika kendaraan mungkin tidak bereaksi terhadap kendaraan yang menyiap, serta *probability* yaitu frekuensi kurangnya perhatian/pengamatan oleh kendaraan lain.

#### d. Model parameters

Pada model Wiedemann 74 untuk daerah perkotaan, terdapat tiga parameter yang tersedia yaitu sebagai berikut.

1. *Average standstill distance (ax)*, menentukan jarak rata-rata antara dua kendaraan berurutan. Memiliki variasi nilai antara -1,0 meter hingga +1,0 meter dimana biasanya didistribusikan sekitar pada 0,0 meter dengan standar deviasi 0,3 meter.
2. *Additive part of safety distance (bx\_add)*, nilai yang digunakan dalam perhitungan jarak aman sebesar  $d$ .
3. *Multiplicative part of safety distance (bx\_mult)*, nilai yang digunakan dalam perhitungan jarak aman sebesar  $d$ .

Jarak  $d$  dihitung dengan:

$$d = ax + bx \quad 2.14$$

Dimana :

- $ax$  = *Average standstill distance*  
 $bx = (bx\_add + bx\_mult \times z) \times v$   
 $v$  = *Vehicle speed (km/h)*  
 $z$  = *Value of range (0,1) yang terdistribusi normal sekitar 0,5 dengan standart deviasi*

#### 2.14.3. Lane Change Behavior

*Lane Change Behavior* merupakan perilaku pengemudi dalam memilih lajur kosong untuk meminimalkan jarak dan waktu. Pada *lane change behavior* terdapat beberapa parameter yaitu :

##### a. General Behavior

Tersedia dua (2) jenis aturan yaitu bebas memilih lajur untuk menyiap, serta diperbolehkan menyiap hanya pada lajur yang sama.

##### b. Necessary lane change (route)

Berisi nilai-nilai untuk minimum dan maksimum percepatan kendaraan, waktu sebelum penyebaran, minimum *headway*, faktor reduksi pada jarak aman, maksimum perlambatan dalam pengereman, penurunan kecepatan

saat menyiap, serta pertimbangan pemilihan rute selanjutnya.

c. *Cooperative lane change*

Perilaku dua atau lebih pengemudi dalam menyiap yang bersifat saling kooperatif. Misalnya kendaraan A ingin pindah lajur dari kanan ke kiri ketika kendaraan B ingin beralih dari lajur penggabungan ke lajur kanan.

d. *Lateral correction of rear end position*

Posisi kendaraan setelah menyiap atau melakukan perubahan lajur pada kondisi jalan dengan kecepatan rendah, sehingga kendaraan biasanya miring diantara dua lajur karena bagian depan kendaraan sudah pindah lajur namun bagian belakang kendaraan masih pada jalur awal .

#### **2.14.4. Lateral Behavior**

*Lateral behavior* merupakan perilaku pengemudi dalam menjaga jarak aman samping antara satu kendaraan dengan kendaraan lain. Pada *lateral behavior* terdapat beberapa parameter yaitu :

a. *Desired position at free flow*

Posisi kendaraan dalam suatu lajur dengan kondisi arus lalu lintas bebas .

b. *Default behavior when overtaking vehicle on the same lane*

Pengaturan untuk pemilihan menyiap dari sebelah kanan/atau kiri, serta pengaturan jarak minimum saat kendaraan berhenti dan berjalan.

c. *Exception for overtaking vehicles of the following vehicle classes*

Pengaturan pengecualian dari *default behavior when overtaking vehicle on the same lane* yang diatur berdasarkan kelas kendaraannya.

#### **2.14.5. Behavior at Signal Controller**

*Behavior at signal controller* merupakan perilaku pengemudi saat berada di area persinyalan, yaitu tetap melaju ataupun berhenti. Pada *behavior at signal controller* terdapat beberapa parameter yaitu :

a. *Reaction to amber signal* dan *Behavior at red/amber signal*

Suatu keputusan yang menentukan perilaku pengemudi saat mendekati lampu kuning dan merah, yaitu melanjutkan pergerakan atau berhenti.

*b. Reduced safety distance close to a stop line*

Pengaturan faktor reduksi pada jarak awal dan akhir dari garis berhenti.

### **2.15. Persinyalan Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas atau APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) adalah lampu yang terpasang di persimpangan jalan dan tempat penyebrangan pejalan kaki yang berguna untuk mengendalikan arus lalu lintas. Lampu ini menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada.

Berdasarkan cara pengoperasiannya, persinyalan lalu lintas dibagi menjadi dua tipe yaitu *fixed time traffic signal* dan *actuated traffic signal*. *Fixed time* merupakan tipe persinyalan dengan waktu siklus yang selalu tetap. Sedangkan *actuated time* merupakan tipe persinyalan dengan waktu siklus yang tidak tentu sesuai dengan kedatangan kendaraan dari berbagai simpang. Cara kerja persinyalan tipe *actuated time* yaitu dengan dipasangkan sensor atau detector pada suatu titik yang disambungkan ke lampu APILL sehingga pada saat antrian di suatu lengan cukup panjang, maka lampu APILL akan menampilkan waktu hijau yang lebih banyak. Namun waktu hijau yang ditampilkan memiliki batas waktu tertentu.

Pada VISSIM disediakan 8 bentuk dasar sinyal yaitu:

- a. Permanent red*
- b. Permanent green*
- c. Red/amber*
- d. Amber*
- e. Flashing green*
- f. Flashing amber*
- g. Flashing red*
- h. Off*

## 2.16. Penelitian Terdahulu

Dalam menentukan keaslian penelitian ini, maka dirangkum beberapa penelitian sejenis terdahulu untuk mengetahui perbedaan yang ada dalam penelitian ini dengan penelitian – penelitian sebelumnya. Rangkuman beberapa penelitian sejenis terdahulu dijabarkan pada Tabel 2.11 berikut :

Tabel 2.11. Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Deibert E.K. Ratag, dkk (2022)	Penelitian ini mampu mengetahui kinerja dari simpang bersinyal berdasarkan parameter kinerja simpang bersinyal menggunakan perangkat lunak <i>PTV Vissim</i>	Hasil penelitian ini mampu menjadi bahan referensi untuk penelitian-penelitian lanjutan khususnya mengenai simpang bersinyal dan penggunaan perangkat lunak <i>Vissim</i>
2.	Miftahul Fauziah (2016)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan menganalisis kinerja dua simpang.	Hasil penelitian ini menunjukkan hasil analisis simpang bersinyal diperoleh hasil derajat kejenuhan yang masih aman
3.	Nurjannah Haryanti Putri (2015)	Penelitian ini bertujuan untuk: Melihat hasil model simulasi kinerja simpang Tugu Yogyakarta dan Mengoptimalkan sinyal lampu lalu lintas pada Tugu Yogyakarta.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja lalu lintas eksisting pada simpang bersinyal tersebut volume terbesar terdapat pada jam puncak.

(Sumber: Hasil Penelitian)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini berada pada Simpang 4 Aksara Medan.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian  
(Sumber: Google Earth, 2023)

### 3.2. Pengumpulan Data

Data sekunder yang digunakan adalah berupa foto udara yang diambil dari *Google Earth* guna memudahkan dalam penggambaran/pembuatan jaringan jalan pada VISSIM. Sedangkan data primer yang dikumpulkan adalah berupa data inventarisasi/geometrik jalanyang dilakukan secara manual menggunakan *walking measure*, data volume arus lalu lintas yang dihitung menggunakan metode *traffic counting* pada jam puncak sore pukul 16:00- 17:00 dengan menggolongkan jenis

kendaraan menjadi 15 macam, data panjang antrian tiap lengan simpang yang dihitung dan diamati secara manual, serta kecepatan masing- masing jenis kendaraan yang dihitung menggunakan metode *journey speed*. Tipe kendaraan yang digunakan pada penelitian ini adalah sepeda (UM), sepeda motor (MC), motor bak (MC), becak (UM), andong (UM), sedan (LV), *city car* (LV), MPV (LV), SUV (LV), mobil bak (LV), mobil boks (LV), bus kecil (HV), bus besar (HV), truk kecil (HV), dan truk besar (HV).

### **3.3. Tahapan Pemodelan Simulasi**

Dalam melakukan simulasi mikroskopik dengan menggunakan VISSIM, terdapat beberapaparameter yang perlu ditentukan dan diinput agar model simulasi dapat berjalan. Secara singkat, parameter yang perlu diatur untuk menjalankan model simulasi pada simpang bersinyal adalah sebagai berikut.

1. Menginput *background*
2. Membuat jaringan jalan
3. Menentukan jenis kendaraan
4. Menginput kecepatan kendaraan
5. Menginput komposisi kendaraan
6. Menentukan rute perjalanan
7. Menginput komposisi rute perjalanan
8. Menginput jumlah kendaraan
9. Mengatur sinyal lalu lintas
10. Menempatkan sinyal lalu lintas
11. Melakukan kalibrasi dan validasi
12. Menjalankan simulasi

### 3.4. Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi pada VISSIM merupakan proses dalam membentuk nilai-nilai parameter yang sesuai sehingga model dapat mereplikasi lalu lintas hingga kondisi yang semirip mungkin. Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi daerah yang diamati. Metode yang digunakan adalah *trial and error* dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan VISSIM. Validasi pada VISSIM merupakan proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi. Proses validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas dan panjang antrian. 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.

### 3.5. Parameter Perilaku Pengemudi

Perilaku pengemudi merupakan sifat individu yang kemungkinan terjadi di lapangankarena adanya interaksi dengan faktor lainnya seperti jarak kendaraan, percepatan, perlambatan, serta aturan lalu lintas yang ada. Pada VISSIM dapat diatur sifat perilaku pengemudi dengan menentukan parameter-parameternya berdasarkan *car following model* (perilaku pengemudi dalam mengikuti kendaraan satu sama lain), *following behavior* (perilaku pengemudi dalam menjaga jarak aman depan dan belakang antara satu kendaraan dengan kendaraan lain), *lane change behavior* (perilaku pengemudi dalam memilih lajur kosong untuk meminimalkan jarak dan waktu), *lateral behavior* (perilaku pengemudi dalam menjaga jarak aman samping antara satu kendaraan dengan kendaraan lain) dan *behaviorat signal controllers* (perilaku pengemudi saat berada di area persinyalan, yaitu tetapmelaju ataupun berhenti).

VISSIM menyediakan tiga model *car following* dalam mengatur perilaku pengemudi pada pemodelan, yaitu *No interaction*, *Wiedemann 74* dan *Wiedemann 99*. *No interaction* digunakan untuk kendaraan yang tidak mengenali



kendaraan lainnya. Model Wiedemann 74 cocok untuk lalu lintas perkotaan dan daerah-daerah gabungan. Sedangkan model Wiedemann 99 cocok untuk jalan bebas hambatan tanpa adanya penggabungan daerah. Pada model Wiedemann 74 untuk daerah perkotaan, terdapat tiga parameter yang tersedia yaitu sebagai berikut:

*1. Average standstill distance (ax)*

Menentukan jarak rata-rata antara dua kendaraan berurutan. Memiliki variasi nilai antara -1,0 meter hingga +1,0 meter dimana biasanya didistribusikan sekitar pada 0,0 meter dengan standar deviasi 0,3 meter.

*2. Additive part of safety distance (bx\_add)*

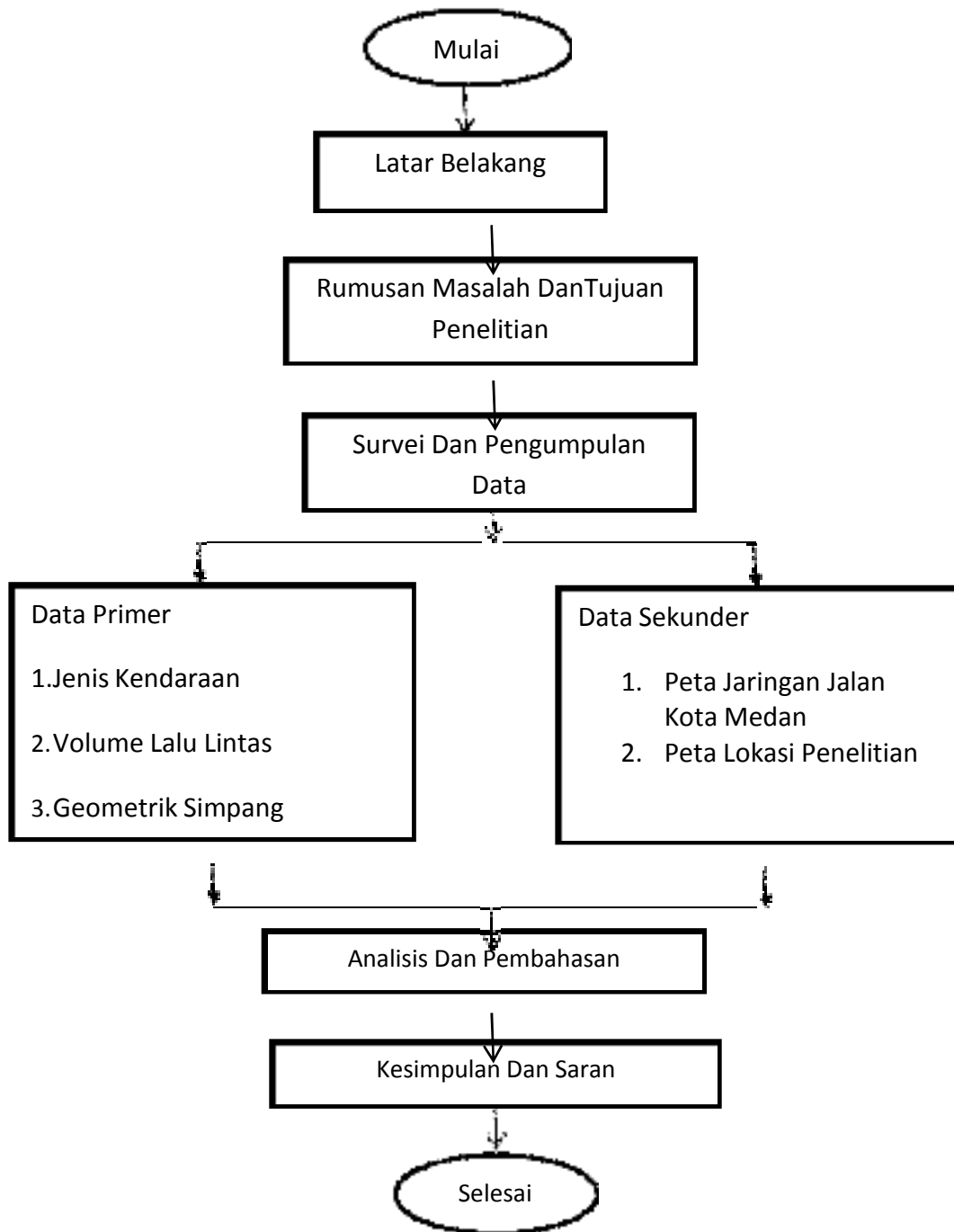
Nilai yang digunakan dalam perhitungan jarak aman sebesar  $d$ .

*3. Multiplicative part of safety distance (bx\_mult)*

Nilai yang digunakan dalam perhitungan jarak aman sebesar  $d$ , seperti pada persamaan 2.12.

## **1.6. Bagan Alir Penelitian**

Dalam Penelitian ini dilaksanakan survei dan pengumpulan data primer dan data sekunder untuk dianalisa dan dibahas agar mendapat kesimpulan dan saran seperti yang tertera pada Gambar 3.2.berikut ini.



Gambar 3.2. Bagan Alir Penelitian