

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka membahas tentang teori-teori yang diambil dari berbagai referensi dan penelitian terdahulu yang dapat mendukung penyelesaian penelitian ini. Tinjauan pustaka pada penelitian ini membahas mengenai manajemen lalu lintas, parameter lalu lintas, simpang, pengaturan APILL, PTV Vissim dan penelitian terdahulu.

#### **2.1 Manajemen Lalu Lintas**

Manajemen lalu lintas adalah serangkaian usaha yang dilakukan untuk mengelola sistem transportasi pada jaringan jalan supaya pemanfaatannya dapat dilakukan semaksimal mungkin dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan, keamanan lalu lintas, dan ekonomi. Tujuan dari manajemen lalu lintas adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan keamanan lalu lintas.
2. Pendistribusian pergerakan lalu lintas untuk mengurangi penumpukan lalu lintas pada suatu ruas jalan.
3. Meningkatkan kecepatan kendaraan pada saat jam sibuk.
4. Meningkatkan tingkat aksesibilitas pada suatu daerah.

#### **2.2 Parameter Lalu Lintas**

Parameter lalu lintas adalah suatu besaran nilai yang menjadi tolak ukur dalam perencanaan sistem transportasi. Parameter lalu lintas dapat dinyatakan melalui beberapa ukuran yaitu volume lalu lintas, arus lalu lintas dan kecepatan, dengan penjelasan sebagai berikut.

##### **2.2.1 Volume dan Arus**

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan dalam waktu tertentu dan arus adalah jumlah kendaraan yang melintas suatu titik pengamatan dalam waktu tertentu dengan membedakan arah dan lajur. Tipe

kendaraan pada arus lalu lintas perkotaan terbagi menjadi empat yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Tipe Kendaraan Pada Arus Lalu Lintas Perkotaan

No	Tipe Kendaraan	Keterangan
1	Kendaraan Ringan/ <i>Light Vehicle (LV)</i>	Meliputi kendaraan bermotor 2 as beroda empat dengan jarak as 2,0–3,0 m
2	kendaraan Berat/ <i>Heavy Vehicle (HV)</i>	Meliputi kendaraan motor dengan jarak as lebih dari 3,5 m biasanya beroda lebih dari empat
3	Sepeda Motor/ <i>Motor Cycle (MC)</i>	Meliputi kendaraan bermotor roda 2 atau tiga
4	Kendaraan Tidak Bermotor/ <i>Un-Motorized (UM)</i>	Meliputi kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia, hewan, dan lain-lain

### 2.2.2 Kecepatan

Kecepatan adalah besarnya jarak yang ditempuh suatu kendaraan dalam satuan waktu yang dinyatakan dengan kilometer per jam. Kecepatan lalu lintas pada suatu ruas jalan mempunyai karakteristik yang bervariasi baik berdasarkan lokasi maupun waktunya sehingga dalam pergerakan lalu lintas kendaraan mempunyai kecepatan yang berbeda dan tidak mempunyai sifat kecepatan yang sama.

### 2.3 Simpang

Persimpangan jalan adalah titik pertemuan dua ruas jalan atau lebih dan lintasan arus kendaraan berpotongan. Persimpangan merupakan salah satu sumber konflik lalu lintas pada jaringan jalan karena merupakan titik konflik pertemuan pergerakan arus lalu lintas. Bentuk persimpangan jalan mempunyai banyak variasi dari persimpang sebidang yang hanya terdiri dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan yang terdiri dari pertemuan banyak ruas jalan dan persimpangan yang mempunyai elevasi yang berbeda. Bentuk persimpangan dibuat dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, lingkungan, dan keamanan lalu lintas.

### 2.3.1 Jenis-jenis Persimpangan

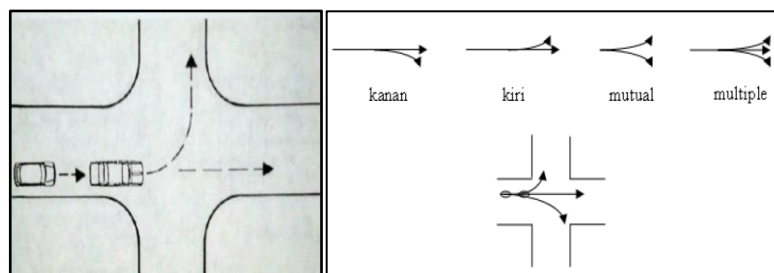
Pada umumnya persimpangan dibagi menjadi dua jenis yaitu persimpangan tidak sebidang dan persimpangan sebidang. Pada persimpangan tidak sebidang, jalan yang bersilangan pada bidang berbeda atau elevasi berbeda sehingga kendaraan yang masuk atau ke luar dari satu ruas jalan ke ruas jalan yang lain menggunakan *ramp*, sedangkan pada persimpangan sebidang ruas jalan bertemu dalam satu bidang yang sama. Pada persimpangan sebidang berdasarkan fasilitas pengatur lalu lintasnya dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak mempunyai lampu sinyal. Pada simpang ini pengemudi kendaraan yang memutuskan sendiri untuk melewati simpang atau harus berhenti dulu sebelum melewati simpang.
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu lampu sinyal digunakan untuk mengatur pergerakan kendaraan yang melewati simpang pada tiap pendekatan. Pada persimpangan ini kendaraan boleh lewat pada saat lampu sinyal menunjukan warna hijau dan harus berhenti saat lampu sinyal menunjukan warna merah.

### 2.3.2 Pergerakan Arus Lalu Lintas Pada Persimpangan

Pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan sebidang mempunyai beberapa pola pergerakan, yaitu sebagai berikut:

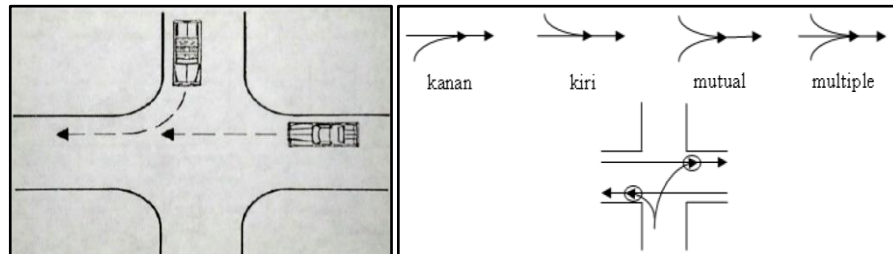
1. Memisah (*diverging*), yaitu memisahkannya dua kendaraan atau lebih pada suatu arus yang sama menuju arah yang berbeda.



Sumber : National Cooperative Highway Research Program, 1985

**Gambar 2.1** Memisah (*diverging*)

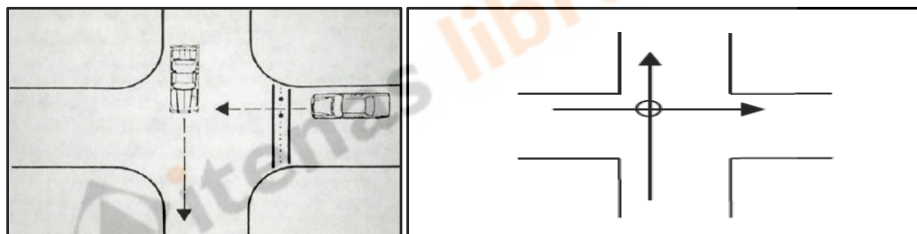
2. Bergabung (*merging*), yaitu peristiwa bergabungnya kendaraan terhadap kendaraan lain yang pada suatu arus yang berbeda menuju arah yang sama.



Sumber : National Cooperative Highway Research Program, 1985

**Gambar 2.2** Bergabung (*merging*)

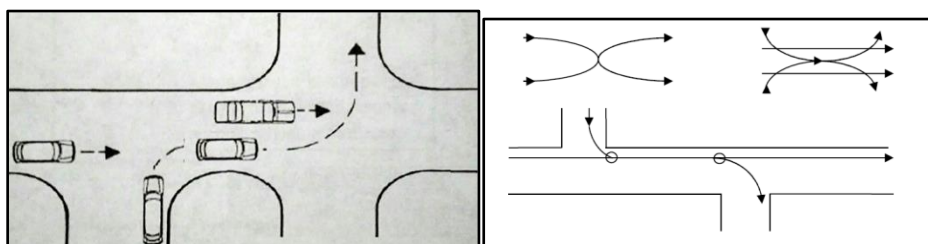
3. Berpotongan (*crossing*), yaitu peristiwa perpotongan antara dua arus kendaraan yang berbeda, pada persimpangan hal tersebut akan menimbulkan titik konflik.



Sumber : National Cooperative Highway Research Program, 1985

**Gambar 2.3** Berpotongan (*crossing*)

4. Bersilangan (*weaving*), yaitu peristiwa pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang gerakannya bergabung kemudian memisah. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur yang lain.

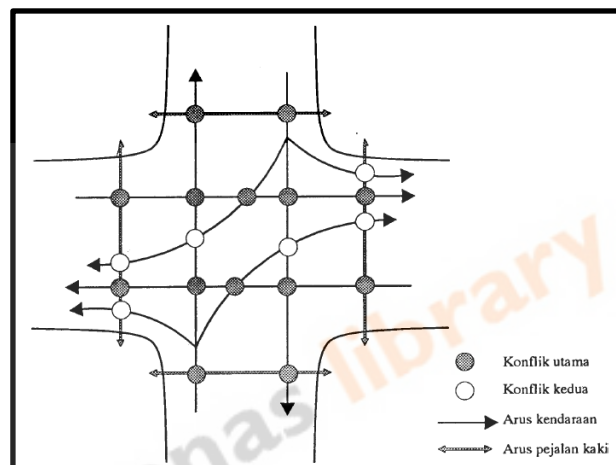


Sumber : National Cooperative Highway Research Program, 1985

**Gambar 2.4** Bersilangan (*Weaving*)

### 2.3.3 Titik Konflik Lalu Lintas Pada Persimpangan

Bedasarkan MKJI 1997 terdapat 2 konflik yang terjadi di persimpangan sebidang yaitu konflik primer (utama) dan konflik sekunder (kedua). Konflik primer adalah merupakan konflik yang terjadi antara dua arus lalu lintas yang saling berpotongan, sedangkan konflik sekunder yaitu konflik yang berasal dari arus lurus yang melawan atau arus membelok yang berpotongan dengan arus lurus atau pejalan kaki yang menyebrang.



Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

**Gambar 2.5** Konflik Primer dan Konflik Sekunder Pada Simpang Empat Lengan

### 2.3.4 Parameter Kinerja Simpang

Parameter kinerja persimpangan adalah suatu nilai yang mejadi tolak ukur dalam pengaturan arus lalu lintas dan perancangan persimpangan jalan. Parameter arus lalu lintas yang digunakan untuk menentukan kinerja simpang pada penelitian ini adalah tundaan dan panjang antrian.

#### 2.3.4.1 Tundaan

Menurut MKJI 1997 tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan kendaraan untuk melalui suatu persimpangan apabila dibandingkan lintasan tidak ada persimpangan. Tundaan berdasarkan MKJI 1997 dibedakan menjadi dua, yaitu tundaan geometri (dg) dan tundaan lalu lintas (dt). Tundaan geometri (dg) adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh percepatan dan perlambatan kendaraan yang membelok disimpang atau yang terhenti oleh lampu

merah, sedangkan tundaan lalu lintas (dt) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu-lintas dengan gerakan lalu-lintas yang bertentangan.

#### **2.3.4.2 Panjang antrian**

Menurut MKJI 1997 panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dengan satuan meter. Panjang antrian dilihat dari garis henti dimana kendaraan mengantri di kaki simpang lampu bersinyal dari fase hijau sebelumnya ditambah panjang antrian kendaraan yang datang dan terhenti selama fase merah.

#### **2.4 Pengaturan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)**

Alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan raya adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang untuk mengatur pergerakan lalu lintas orang atau kendaraan di persimpangan atau pada ruas Jalan. Lampu lalu lintas dapat mengontrol kapan kendaraan harus berhenti dan berjalan secara bergantian. Sistem lampu lalu lintas berdasarkan jenis nyala lampunya dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut.

1. Lampu merah: lampu ini memberikan tanda pada pengemudi kendaraan untuk berhenti.
2. Lampu kuning: lampu ini memberikan tanda pada pengemudi kendaraan untuk bersiap-siap bergerak maju pada lampu berikutnya (lampu hijau) atau untuk bersiap-siap berhenti pada lampu berikutnya (lampu merah).
3. Lampu hijau: lampu ini memberikan tanda pada pengemudi kendaraan untuk bergerak maju.

Peraturan persimpangan dengan lampu lalu lintas bertujuan untuk meminimalisir konflik dengan mengontrol pergerakan arus lalu lintas yang terjadi di persimpangan. Pada persimpangan sistem pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan ruang lingkungannya dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut:

1. Lampu lalu lintas jaringan, yaitu lampu lalu lintas yang pengaturannya mempertimbangkan beberapa simpang yang terdapat dalam suatu jaringan yang masih dalam satu kawasan.
2. Lampu lalu lintas terkoordinasi, yaitu lampu lalu lintas yang pengaturannya mempertimbangkan beberapa simpang yang terdekat.
3. Lampu lalu lintas terpisah, yaitu lampu lalu lintas yang pengaturannya mempertimbangkan pada satu tempat simpang.

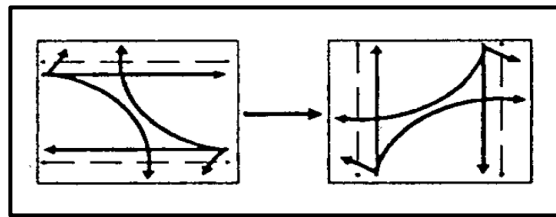
Bedasarkan pengoperasiannya, jenis lampu lalu lintas dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Lampu lalu lintas waktu tidak tetap, yaitu lampu lalu lintas yang pengaturan waktunya mengalami perubahan dari waktu ke waktu sesuai dengan kondisi arus lalu lintas di persimpangan.
2. Lampu lalu lintas waktu tetap, yaitu lampu lalu lintas yang pengaturan waktunya tetap dan tidak terdapat perubahan.

Dalam mengatur alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) dilakukan pengaturan fase dan *setting* ulang waktu siklus (*cycle time*) sehingga diperoleh alternatif pengaturan terbaik pada simpang yang ditinjau. Menurut MKJI 1997 waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal dan fase adalah jumlah rangkaian isyarat yang digunakan dalam mengatur arus kendaraan. Jumlah fase yang baik adalah fase yang mempunyai waktu rata-rata tundaan yang rendah. Bila dua atau lebih arus diatur dengan isyarat yang sama, maka kedua arah tersebut berada dalam fase yang sama. Beberapa pengaturan fase sinyal yang biasa digunakan pada persimpangan yaitu sebagai berikut:

#### 1. Pengaturan Dua Fase

Pengaturan dua fase adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan dua fase tanpa memisahkan arus terlawan. Pengaturan dua phase dapat dilihat pada gambar 2.6.

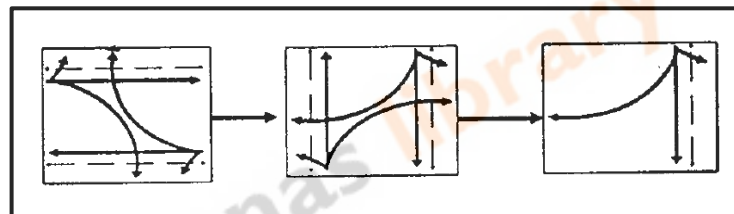


Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

**Gambar 2.6** Pengaturan Dua Fase

## 2. Pengaturan Tiga Fase

Pengaturan tiga fase ini dilakukan dengan adanya pemisahan gerak pada salah satu ruas jalan, sedangkan pada ruas jalan yang lainnya arus dialirkan secara bersamaan. Pengaturan tiga fase dapat dilihat pada gambar 2.7.

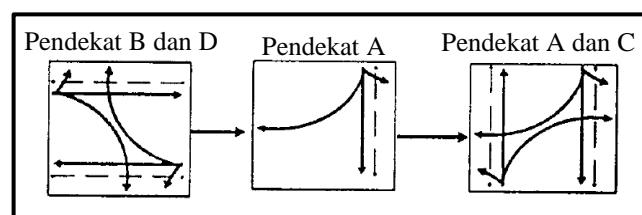


Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

**Gambar 2.7** Pengaturan Tiga Fase

## 3. Pengaturan Tiga Fase dengan Keberangkatan Awal (*early start*)

Pengaturan tiga phase dengan keberangkatan awal (*early start*) ini dilakukan dengan keberangkatan awal pada pendekat A untuk menaikkan kapasitas belok kanan, kemudian dilanjutkan dari pendekat C dengan tetap mengalirkan arus pada pendekat A. Pendekat B dan D diberangkatkan pada phase yang sama. Pengaturan tiga phase ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



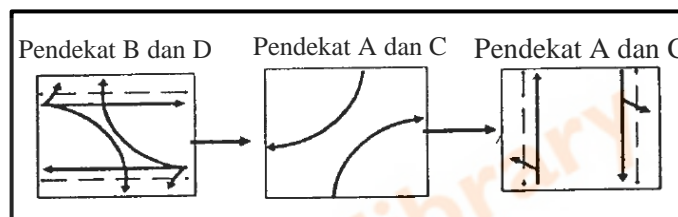
Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

**Gambar 2.8** Pengaturan Tiga Fase dengan Keberangkatan Awal (*early start*)



#### 4. Pengaturan tiga Fase dengan Pemotongan Cepat (*early cut off*)

Pengaturan tiga fase dengan pemotongan cepat pada phase pertama diberangkatkan arus belok kanan yang lebih besar (pendekat A dan C). fase berikutnya yaitu arus belok kanan pada pendekat ini dipotong cepat (*early cut off*) tetapi arus lurus dan belok kiri tetap dialirkan dan diberangkatkan arus dari pendekat yang berlawanan (pendekat A dan C). fase selanjutnya diberangkatkan arus secara bersamaan dari pendekat B dan pendekat D. Pengaturan tiga fase dengan pemotongan cepat dapat dilihat pada gambar 2.9.

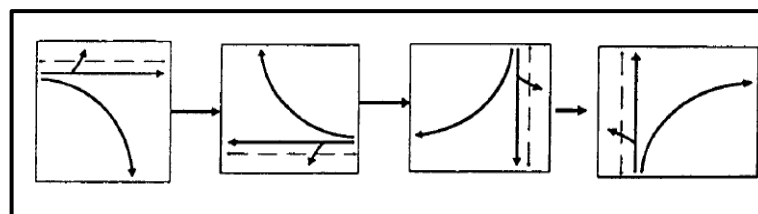


Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

**Gambar 2.9** Pengaturan Tiga Fase dengan Pemotong Cepat (*early cut off*)

#### 5. Pengaturan Empat Fase

Pengaturan empat Fase dilakukan dengan memberangkatkan arus tiap pendekat pada saatnya masing-masing. Pengaturan empat fase ini dapat dilihat pada gambar 2.10.



Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia, 1997

**Gambar 2.10** Pengaturan Empat Fase

## 2.5 PTV Vissim

PTV Vissim merupakan sebuah *software* keluaran PTV asal Jerman. Vissim sendiri merupakan singkatan dari *Verkehr In Städten SIMulations Modell* yang memiliki arti model simulasi lalu lintas kota. Sesuai dengan namanya Vissim

digunakan untuk analisis simulasi lalu lintas yang bersifat mendetail dan rinci. Software PTV Visim dapat menampilkan sebuah simulasi berbagai jenis kendaraan dan menampilkannya dalam sebuah animasi 3D.

Dalam proses penggunaan Vissim untuk melakukan simulasi lalu lintas, dibutuhkan beberapa data masukan (*input*) yang akan digunakan dan diolah menjadi suatu model simulasi dan akan dianalisis melalui program Vissim. Data-data yang dibutuhkan di antara lain:

1. Data Geometri

Berisikan data simpang yang berupa lebar masing-masing pendekatan simpang, jumlah lajur dan jalur pada simpang.

2. Data Lalu Lintas (*traffic*)

Berisikan data yang berupa volume lalu lintas, Kecepatan rata-rata kendaraan, jenis pengendalian simpang (berserta rambu dan marka), lokasi dan rencana pengaturan waktu sinyal APILL.

3. Karakteristik Kendaraan

Berisikan data berupa komposisi kendaraan, dimensi kendaraan, pengaturan dasar kendaraan seperti ukuran mobil penumpang, truk, trailer, bus, dll.

### 2.5.1 Elemen PTV Vissim

PTV vissim mempunyai beberapa elemen atau bagian menu yang digunakan untuk melakukan simulasi lalu lintas. Pada penelitian ini elemen PTV Vissim yang digunakan yaitu sebagai berikut.

1. *Links*, digunakan untuk memasukkan data geometrik seperti lebar lajur dan jumlah lajur.
2. *Vehicle routing decision*, digunakan untuk menentukan rute perjalanan kendaraan pada model.
3. *2D/3D Model*, merupakan perintah untuk menentukan jenis kendaraan yang akan dimasukkan dalam simulasi.
4. *Vehicle type*, merupakan perintah untuk menggabungkan kendaraan dengan karakteristik mengemudi teknis serupa di jenis kendaraan.

5. *Vehicle Composition*, digunakan untuk menentukan komposisi setiap jenis kendaraan pada setiap ruas jalan.
6. *Vehicle Input*, digunakan untuk memasukan jumlah arus lalu lintas (kend/jam) sesuai dengan hasil survei lapangan.
7. *Desired Speed Distribution*, digunakan untuk mengatur kecepatan dari masing – masing jenis kendaraan yang dimodelkan dalam simulasi.
8. *Driving Behavior*, digunakan untuk mengatur perilaku berkendara pada lalu lintas.
9. *Signal controllers*, merupakan perintah untuk mengatur waktu siklus dan fase dalam pemodelan.
10. *Optimize all fixed time signal controllers*, merupakan perintah untuk mencari waktu sinyal yang optimum dalam pemodelan. Menu ini akan melakukan iterasi terhadap waktu sinyal dan mencari waktu sinyal yang optimum untuk meningkatkan kondisi pelayanan pada setiap lengan simpang.
11. *Nodes*, digunakan untuk membaca hasil evaluasi dari simpang yang dimodelkan.

### 2.5.2 Kalibrasi PTV Vissim

Kalibrasi program Vissim adalah proses penyesuaian parameter kondisi lapangan kedalam model simulasi. Proses kalibrasi dilakukan dengan *cara trial and error*, yaitu dengan mengubah parameter pada *driving behavior*. Pengaturan *driving behavior* yang diatur dalam pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 1. *Car Following Model*

Model yang digunakan adalah Wiedemann<sup>74</sup>, model ini dikembangkan oleh Prof. Rainer Wiedemann di *Karlsruhe Institute of Technology* pada tahun 1974. Model ini digunakan untuk lalu lintas perkotaan untuk mendeskripsikan pergerakan lalu lintas pada sebuah lajur. Model ini dideskripsikan jadi empat, yaitu

- a. *Free driving*, mensimulasikan pengendara untuk berkendara pada kondisi arus bebas.
- b. *Approaching*, mensimulasikan pengendara menyadari ada kendaraan lambat di hadapannya dimana terjadi penurunan kecepatan kendaraan sehingga memberikan jarak antara kendaraan.
- c. *Following*, mensimulasikan berkendara pada kondisi arus tidak bebas sehingga pengendara berusaha menjaga jarak antara dan bersifat mengikuti kendaraan di depannya.
- d. *Braking*, mensimulasikan pengendara untuk melakukan pengereman

Parameter yang digunakan untuk kalibrasi pada *car following model* adalah sebagai berikut.

- a. *Average standstill distance*, jarak henti rata-rata yang diinginkan antara dua mobil.
- b. *Additive part of safety distance*, koefisien penambah yang digunakan untuk perhitungan jarak aman yang diinginkan.
- c. *Multiplicative part of safety distance*, koefisien pengali yang digunakan untuk perhitungan jarak aman yang diinginkan.

## 2. *Lateral Behavior*

Perilaku ini mensimulasikan pengendara memilih posisi berkendara dalam suatu lajur dan memungkinkan untuk menyalip kendaraan lain dalam lajur yang sama. Parameter yang digunakan untuk kalibrasi pada *lateral behavior* adalah sebagai berikut.

1. *Desired position at free flow*, merupakan pengaturan posisi kendaraan pada suatu lajur pada saat arus bebas.
2. *Overtake on the same lane*, merupakan pengaturan kendaraan untuk menyalip kendaraan lainnya pada suatu lajur.

3. *Minimum lateral distance*, merupakan pengaturan jarak minimum antar kendaraan saat menyalip dan menjaga jarak ke kendaraan lain.

### 2.5.3 Validasi PTV Vissim

Validasi adalah suatu nilai yang menunjukkan sejauh mana data penelitian mencerminkan hasil yang tepat dan akurat. Dalam penelitian ini metode validasi yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus Geoffrey E. Havers (GEH) yaitu membandingkan volume lalu lintas hasil pemodelan dengan data survei di lapangan.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{\text{simulasi}} - q_{\text{pengamatan}})^2}{0,5 \times (q_{\text{simulasi}} + q_{\text{pengamatan}})}} \quad (2.1)$$

Dimana:  $q_{\text{simulasi}}$  = Data volume lalu lintas dari hasil keluaran pemodelan (kend/jam)  
 $q_{\text{pengamatan}}$  = Data volume lalu lintas dari hasil survei di lapangan (kend/jam)

**Tabel 2.2** Validasi GEH

Nilai GEH	Keterangan
$GEH < 5,0$	Diterima
$5,0 \leq GEH \leq 10,0$	Kemungkinan model error atau data buruk
$GEH > 10,0$	Ditolak

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mendapatkan referensi dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan analisis simpang bersinyal dengan menggunakan *software* Vissim. Adapun penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Jurnal dengan judul “Optimasi *Green Time* Simpang Bersinyal dengan Menggunakan PTV Vissim Dalam Meningkatkan Kinerja Simpang (Studi Kasus: Simpang Way Halim Bandar Lampung)” oleh Reza Asriandi Eka Putra dan Ferriyansyah Ramanda (2018). Hasil penelitian

ini menyimpulkan, hasil simulasi optimasi yang dilaksanakan secara akumulasi terjadi peningkatan kinerja baik berdasarkan panjang antrian ataupun tundaan. Nilai panjang antrian berkurang 24 meter (dari 916 meter menjadi 892 meter) dan tundaan berkurang 749 detik (dari 4381 detik menjadi 3632 detik)

2. Jurnal dengan judul “Mikrosimulasi *Mixed Traffic* Pada Simpang Bersinyal dengan Perangkat Lunak Vissim (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)” oleh Nurjannah Haryanti Putri dan Muhammad Zudhy Irawan (2015). Hasil penelitian ini menyimpulkan setelah dilakukan pengoptimalan lampu lalu lintas menggunakan software PTV Vissim terjadi pengurangan panjang antrian pada pendekat utara dan timur 16 meter dan pada pendekat barat terjadi kenaikan panjang antrian sebesar 12 meter.

