

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Pradana, dkk.(2016) menyebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja simpal bersinyal di antaranya jenis fase, waktu siklus, geometrik jalan, waktu antar hijau, hambatan samping, dan arus lalu lintas Untuk memperbaiki kinerja kapasitas simpang salah satu caranya yaitu menambahkan rambu jalan pelarangan parkir dibahu jalan (Ibrahim dkk., 2015). Menurut Anjarwati (2014) supaya tidak terjadi kemacetan pada simpang maka dilakukan perubahan fase sinyal pada simpang tersebut. Selain perubahan fase sinyal pada simpang bersinyal agar meningkatkan kinerja simpang maka dilakukan lebar pendekat pada simpang tersebut (Haryanto dkk., 2017).

Menurut Sari (2015), Terjadinya lama waktu tundaan dikarenakan belum sesuai nya pengaturan sinyal dengan kebutuhan arus yang ada pada setiap pendekat, tetapi pengaturan sinyal sudah sesuai masih terjadi lama waktu tundaannya maka geometrik jalan sudah tidak mampu melayani kebutuhan yang ada. Adanya sistem lampu lalu lintas pada simpang membuat pengguna jalan mendapatkan haknya, yaitu bergantian berjalan dengan teratur (Rahayu dkk., 2009). Paramarto, dkk. (2014) mengatakan untuk mengurangi kemacetan pada simpang maka dilakukan manajemen lalu lintas dan melakukan pelebaran ruas jalan sesuai aturan yang ada. Selain itu, akibat dari pertumbuhan lalu lintas berdampak pada kemacetan (Muchlisin dkk., 2018) dan (Mahmudah dkk., 2018).

Vissim adalah progam atau *software* yang digunakan untuk memodelkan lalu lintas dengan menirukan keadaan lalu lintas baik perilaku pengguna jalan maupun geometriknya (Sugiarto dan Limanoond, 2013). Menurut Cahyono (2013), Kemacetan menimbulkan berapa masalah yang dirasakan oleh pengguna jalan yang menimbulkan stress dan penurunan produktivitas dalam beraktivitas. Irawan dan Putri (2015) Menyatakan bahwa ada tiga kategori pemodelan lalu lintas yaitu pemodelan jaringan transportasi secara *section-by section* disebut juga pemodelan makroskopik, pemodelan pergerakan kendaraan individu dalam arus lalu lintas

yang disebut pemodelan mikroskopik, serta pemodelan mesoskopik yaitu penggabungan pemodelan makroskopik dan mikroskopik. Menurut Faisal dkk. (2017) adanya pemodelan simpang bersinyal menggunakan program vissim dapat mengalibrasi keadaan sebenarnya dengan keadaan pemodelan sehingga mendapat hasil pemodelan yang di harapkan.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Software PTV VISSIM 10.0

Menurut Tahjudin (2017), VISSIM adalah multi-moda lalu lintas perangkat lunak aliran mikroskopik simulasi. Hal ini dikembangkan oleh (Planning Transportasi Verkehr AG) di Karlsruhe Jerman. Nama ini berasal dari “Verkehr Stadten – SIMulationsmodell” (bahasa Jerman untuk “Lalu lintas di kota-model simulasi”). VISSIM dimulai pada tahun 1992 dan saat ini pemimpin pasar global. VISSIM model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi lalu lintas.

Vissim adalah pemrograman software yang tersedia untuk mensimulasikan aliran-aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, heavy rail, tram, LRT, sepeda motor, sepeda, hingga pejalan kaki. Simulasi multi-moda menjelaskan kemampuan untuk mensimulasikan lebih dari satu jenis lalu lintas. Semua jenis ini bisa berinteraksi satu sama lain. Dalam Vissim, jenis-jenis lalu lintas yang bisa disimulasikan antara lain vehicles (mobil, bus, truk), public transport (tram, bus), cycles (sepeda, sepeda motor), pejalan kaki dan rickshaw (Aryandi dan Munawar, 2014).



Gambar 2.1 Tampilan user interface VISSIM

Secara umum tampilan *user interface* pada *VISSIM* terdapat perintah-perintah untuk pemodelan, mengedit, mengontrol jaringan jalan, data, dan simulasi. Penjelasan deskripsi pada *user interface* bisa dilihat ditabel berikut ini:

Menurut PTV Group (2018), untuk parameter yang dihasilkan setelah pemodelan dapat disimpulkan berikut ini:

1. *Simulation Run* yaitu total pemodelan yang dijalankan.
2. *Time Interval* yaitu interval waktu data yang diperoleh.
3. *Movement* yaitu pergerakan dari beberapa *link*, contohnya melalui konektor paralel.
4. *Queue Length* yaitu panjang antrian rata-rata per satuan waktu.
5. *Queue Length max* yaitu panjang antrian maksimum per satuan waktu.
6. *Vehicles* yaitu jumlah kendaraan yang termodelkan.
7. *Persons (all)* yaitu total jumlah pengguna kendaraan.
8. *Level of Service Value (LoSV)* yaitu tingkat kualitas persimpangan dinilai dari A sampai F.
9. *Vehicle Delay (all)* yaitu rata-rata tundaan semua kendaraan. Tundaan terjadi ketika kendaraan meninggalkan pengukuran waktu perjalanan.
10. *Persons Delay (all)* yaitu rata-rata tundaan pengguna kendaraan.

2.2.2. Komposisi Lalu Lintas

Menurut Bina Marga (1997), jenis kendaraan pada lalu lintas dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Kendaraan Ringan adalah jenis kendaraan bermotor yang memiliki sumbu roda atau as dua dengan jarak antara sumbu as 2 – 3 meter.
2. Kendaraan Berat adalah jenis kendaraan bermotor yang memiliki sumbu roda minimal empat ataupun bisa lebih.
3. Sepeda Motor adalah jenis kendaraan bermotor yang memiliki roda dua atau tiga.
4. Kendaraan Tak Bermotor adalah jenis kendaraan yang tidak digerakan oleh mesin melainkan menggunakan tenaga manusia atau hewan.

2.2.3. Alat pemberi isyarat lampu lalu lintas

Menurut Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan, APILL merupakan lampu yang mengatur kendaraan pada arus lalu lintas yang terdapat pada persimpangan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat-tempat yang mempunyai arus lalu lintas lainnya. Sinyal lampu

lalu lintas menurut Bina Marga (1997) mempunyai beberapa parameter yang digunakan seperti tabel dibawah ini:

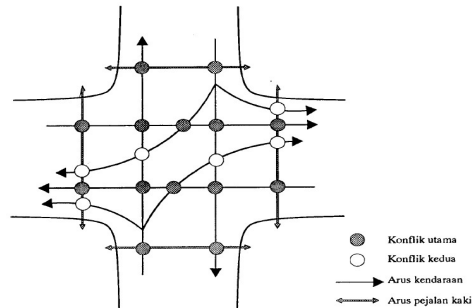
Tabel 2.1 Parameter Pengatur Sinyal

Notasi	Istilah	Keterangan
i	Fase	Bagian dari siklus lalu lintas dengan lampu hijau, kuning, merah, all red yang disediakan untuk pergerakan lalu lintas.
c	Waktu siklus	Waktu dalam satuan fase
g	Waktu hijau	Fase yang digunakan untuk pergerakan kendaraan.
g_{max}	Waktu hijau maksimum	Waktu hijau maksimum yang diperbolehkan fase untuk pergerakan kendaraan.
g_{min}	Waktu hijau minimum	Waktu hijau minimum yang dibutuhkan.
GR	Rasio hijau	Dalam suatu pendekatan.
ALL RED	Waktu merah semua	Waktu dimana sinyal merah menyala secara bersama pada semua lengan.
AMBER	Waktu kuning	Waktu ketika lampu kuning menyala setelah lampu hijau.
IG	Antar hijau	Waktu lampu kuning dan merah semua antar dua fase yang berurutan.

(Sumber: *Bina Marga 1997*)

Menurut Bina Marga (1997) ada beberapa manfaat penggunaan sinyal lalu lintas yang berada pada persimpangan sebagai berikut:

1. Untuk menghindari kemacetan pada sebuah simpang yang diakibatkan oleh arus lalu lintas yang tinggi selama jam puncak berlangsung.
2. Untuk meminimalisir angka kecelakaan yang diakibatkan oleh tabrakan antara dua kendaraan atau lebih yang berlawanan arah. Pemasangan sinyal lalu lintas dengan alasan keselamatan bila kendaraan yang melintasi persimpangan mempunyai kecepatan yang tinggi dan atau karena terhambatnya penglihatan akibat adanya bangunan-bangunan atau tumbuhan yang ada di sekitar persimpangan.
3. Untuk memberi kemudahan bagi pengguna jalan minor yang ingin menyeberang jalan utama.



Gambar 2.2 Konflik pada persimpangan
(Sumber: Bina Marga 1997)

2.2.4. Waktu siklus simpang bersinyal

Waktu siklus adalah selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama (Bina Marga, 1997). Untuk setiap fase biasanya dibutuhkan maksimal 120 detik untuk waktu siklus yang dibagi menjadi lampu merah, lampu kuning, dan lampu hijau. Penentuan lama waktu lampu merah, kuning, dan hijau berdasarkan kelompok fasenya. Sebelum ditentukan waktu sinyal, waktu siklus dan waktu hijau ditentukan terlebih dahulu pada tiap – tiap fase. Penundaan rata – rata akan terjadi peningkatan apabila waktu siklusnya terlalu panjang. Kesalahan dalam penentuan lama waktu hijau lebih mempengaruhi kinerja suatu simpang dari pada panjangnya waktu siklus. Rumus matematis dibawah digunakan untuk menghitung besaran waktu siklus, waktu merah, dan waktu hijau untuk setiap fase.

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR} \quad (2.1)$$

$$gi = (Cua - LTI) \times PRi \quad (2.2)$$

$$PRi = \frac{FRcrit}{\sum FRcrit} \quad (2.3)$$

Dimana :

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

IFR = Rasio arus simpang $\sum(FRcrit)$

gi = Waktu hijau (det)

PRi = Rasio fase

2.2.5. Simpang

Simpang adalah simpul transportasi yang terbentuk akibat dari beberapa pertemuan arus dari beberapa kendaraan dimana pertemuan beberapa kendaraan tersebut menyebabkan perpecahan antara satu dengan yang lainnya sehingga meninggalkan simpang. (Permana dkk., 2016)

Anita dkk. (2015) mengatakan Simpang adalah pertemuan antara dua ruas jalan sebidang atau tak sebidang, simpang merupakan lokasi yang sering terjadi kecelakaan karena adanya pergerakan antara kendaraan yang saling berlawanan. Bahwa simpang dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Simpang berbentuk bundaran,
2. Simpang berbentuk T,
3. Simpang berbentuk empat lengan.

2.2.6. Faktor kinerja simpang

Faktor-faktor untuk menentukan kinerja simpang bersinyal sebagai berikut: tingkat pelayanan (LoS), kapasitas, derajat kejenuhan, rasio kendaraan terhenti, tundaan, peluang antrian, waktu siklus, arus lalu lintas, hambatan samping, dan kecepatan. Definisi yang ada dalam permasalahan di simpang bersinyal diantaranya:

1. Kapasitas (C)

Menurut Bina Marga (1997), kapasitas adalah arus maksimum lalu lintas yang dapat bertahan maksimal selama satu jam. Kemampuan ruas jalan atau volume dalam keadaan satuan waktu tertentu, terhitung saat kendaraan melintasi ruas jalan tertentu dalam kurun waktu satu jam (kend/jam), atau dengan berbagai jenis kendaraan yang melintasi ruas jalan digunakan satuan kendaraan ringan untuk satuan kendaraan dalam perhitungan kendaraan (skr/jam).

2. Derajat Kejenuhan (DS)

Menurut Bina Marga (1997), derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas dalam suatu pendekatan. Derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Biasanya dihitung dalam satuan per jam.

3. Rasio Kendaraan Terhenti (P_{sv})

Menurut Bina Marga (1997), rasio kendaraan terhenti adalah rasio arus yang harus terhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian lampu APILL terhadap seluruh arus.

4. Tundaan (T_L)

Menurut Bina Marga (1997), tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang digunakan pengendara saat mau melintasi suatu simpang bila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang. Tundaan dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Tundaan geometrik (T_G) adalah tundaan yang diakibatkan oleh kendaraan yang memperlambat kecepatan saat membelok di simpang yang terhenti oleh lampu lalu lintas.
- b. Tundaan lalu lintas (T_L) adalah waktu tundaan yang diakibatkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang lainnya.

5. Panjang Antrian ($QP\%$)

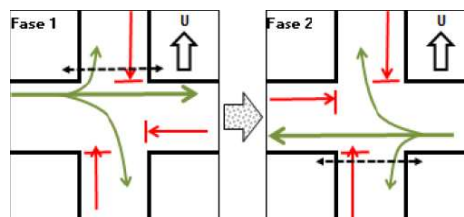
Menurut Bina Marga (1997), panjang antrian adalah antrian kendaraan yang terdapat di sepanjang ruas simpang pendekat. Panjang kendaraan antrian yang menunggu dalam satuan kelompok dapat dinyatakan dengan dalam satuan meter (m), kendaraan yang bergerak dalam antrian dapat dikontrol oleh kendaraan yang bergerak di depannya atau kendaraan tersebut akan terhenti akibat suatu sistem lalu lintas.

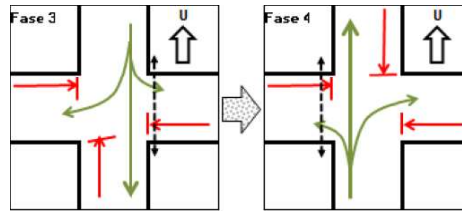
6. Waktu Siklus (c)

Menurut Bina Marga (1997), waktu siklus adalah satuan waktu dalam lampu APILL. Waktu siklus (*cycle time*) waktu siklus dalam satu urutan fase sinyal lalu lintas yang dibutuhkan dalam satu rangkaian nyala lampu lalu lintas.

Fase adalah kondisi dari lampu APILL dalam satu siklus yang memberikan prioritas kepada pengendara jalan atau lebih. Fase dapat dibagi menjadi beberapa bagian, seperti :

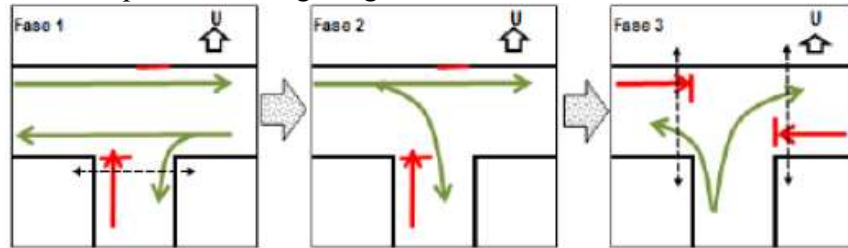
- a. Pengaturan lampu APILL dengan empat fase





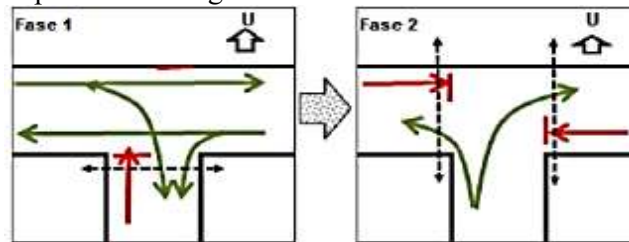
Gambar 2.3 Simpang empat bersinyal dengan empat fase
(Sumber: *Bina Marga, 1997*)

b. Pengaturan lampu APILL dengan tiga fase



Gambar 2.4 Simpang tiga bersinyal dengan dua fase
(Sumber: *Bina Marga, 1997*)

c. Pengaturan lampu APILL dengan dua fase



Gambar 2.5 Simpang tiga bersinyal dengan dua fase
(Sumber: *Bina Marga, 1997*)

7. Arus Lalu Lintas

Menurut Bina Marga (1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melintasi suatu ruas jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam satuan kend/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}), atau LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan).

8. Hambatan Samping

Menurut Bina Marga (1997), hambatan samping adalah dampak dari perilaku lalu lintas akibat adanya kegiatan di sisi jalan seperti pejalan kaki, kendaraan masuk, kendaraan keluar dari sisi jalan, dan kendaraan lambat.

9. Kecepatan

Menurut Paramarto dkk.(2014), kecepatan adalah laju perjalanan yang dinyatakan dalam satuan jarak per waktu (km/jam), dan terbagi atas tiga jenis:

- a. Kecepatan setempat (*spot speed*), ditunjukkan dalam distribusi yang luas dan banyak pertimbangan terhadap pengemudi. Pertimbangan tersebut terdapat pada pengemudi itu sendiri.
- b. Kecepatan perjalanan (*journey speed*), yaitu kecepatan yang dilakukan kendaraan saat melakukan perjalanan antara dua tempat dan antara jarak dua tempat per satuan lamanya waktu terhadap kendaraan untuk menyelesaikan perjalanan tersebut.
- c. Kecepatan bergerak (*running speed*), yaitu kecepatan rata-rata kendaraan pada suatu jalur dalam keadaan kendaraan bergerak.

2.2.7. Tingkat Pelayanan

Menurut Bina Marga (1997), tingkat pelayanan adalah ukuran kualitatif yang digunakan di HCM 85 Amerika Serikat untuk mengetahui kondisi operasional arus lalu lintas dan dinilai oleh pengguna jalan. Kondisi tersebut dapat dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bergerak, interupsi lalu lintas, kenyamanan, dan keselamatan.

Tingkat pelayanan dapat ditentukan dengan melakukan analisis dan evaluasi panjang antrian dan tundaan yang terjadi pada simpang yang bermasalah. Tujuan dari penentuan tingkat pelayan untuk mengetahui seberapa baik kinerja pada simpang.

Menurut Peraturan Menteri No. 96 (2015), tingkat pelayanan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Tingkat pelayanan pada ruas, dapat diklasifikasikan pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Tingkat Pelayanan pada Ruas

Tingkat Pelayanan	Volume Lalu Lintas	Arus Lalu Lintas	Kepadatan Lalu Lintas	Kecepatan
A	Rendah	Arus bebas	Sangat rendah	> 80 km/jam
B	Sedang	Arus stabil	Rendah	> 70 km/jam
C	Tinggi	Arus stabil	Sedang	> 60 km/jam

Tabel 2.2 Lanjutan

Tingkat Pelayanan	Volume Lalu Lintas	Arus Lalu Lintas	Kepadatan Lalu Lintas	Kecepatan
D	Tinggi	Arus tidak stabil	Sedang	> 50 km/jam
E	Mendekati kapasitas jalan	Arus mendekati tidak stabil	Tinggi	> 30 km/jam
F	Rendah	Arus Tertahan	Sangat Tinggi	< 30 km/jam

(Sumber : *Peraturan Menteri No.96, 2015*)

2. Tingkat pelayanan pada simpang, dapat diklasifikasikan pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Tingkat Pelayanan pada Simpang Menurut Peraturan Menteri No 96

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/kend)	Keterangan
A	< 15	Baik sekali
B	> 5 - 15	Baik
C	> 15 - 25	Sedang
D	> 25 - 40	Kurang
E	> 40 - 60	Buruk
F	> 60	Buruk sekali

(Sumber : *Peraturan Menteri No.96, 2015*)

Tabel 2.4 Tingkat Pelayanan pada Simpang Menurut PTV Group (2018)

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/kend)
A	< 10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 - 55
E	> 55 - 80
F	> 80

(Sumber : *PTV Group, 2018*)