

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Kota-kota besar di seluruh Indonesia termasuk Yogyakarta merasakan peningkatan volume kendaraan yang selalu meningkat dari tahun ke tahun, diperkirakan dapat menimbulkan dampak yang serius terhadap kemacetan. Menurut Tamin (2000) kemacetan mulai terjadi apabila jumlah kendaraan mendekati kapasitas, kemacetan selalu meningkat apabila arus yang relatif tinggi sehingga kendaraan tidak dapat bergerak atau bergerak sangat lambat.

2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang

Menurut Lestari (2016) Menganalisis kinerja simpang bersinyal pada Simpang Kentungan. dengan menggunakan data hasil penelitian menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997, dan dengan bantuan *software* Microsoft Excel 2010. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Lalu lintas puncak di simpang empat ringroad Jalan Kaliurang terjadi pada sore hari yaitu 15.45-16.45
- b. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja simpang yaitu, a) derajat kejenuhan; b) panjang antrian; dan c) tundaan. Berdasarkan hasil analisa didapat:
 - 1) Derajat kejenuhan $> 0,85$, pada lengan utara adalah 1,42 , pada lengan Selatan 1,01 , pada lengan Timur 0,93 dan pada lengan Barat 0,91.
 - 2) Panjang antrian di lengan utara dan selatan 200 m, di lengan timur dan barat 133,33 m.
 - 3) Tundaan rata-rata simpang sebesar 213,357 det/smp, hal ini menunjukkan bahwa simpang tersebut lewat jenuh dengan pelayanan simpang termasuk kategori F.
- c. Rekomendasi yang dapat dilakukan untuk memperbaiki tingkat pelayanan simpang adalah: a) alternatif 1 dengan penambahan waktu siklus; b) Alternatif 2 penambahan lebar efektif sebanyak 1,5 m menjadi 8,5 m di

lengan utara dan selatan; c) Alternatif 3 pembangunan *flyover* pada lengan Barat ke lengan Timur; dan d) alternatif 4 kombinasi pembangunan *flyover* pada lengan barat ke lengan timur dengan penambahan lebar efektif pada lengan utara dan selatan.

Menurut Yusup (2017) menganalisis biaya kemacetan menggunakan *software* Vissim pada simpang APILL. Penelitian ini dilakukan di simpang Condong Catur, Sleman, Yogyakarta. Pengambilan data pada penelitian dilakukan dengan survei observasi di Simpang Condong Catur. Dalam penelitian ini menggunakan program VISSIM 9. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

- a. Kondisi Eksisting simpang APILL Condong Catur Sleman Yogyakarta menunjukkan volume lalu lintas tertinggi (*peak hour*) terjadi pada pagi hari pukul 07.30 – 08.30 WIB dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 103,72 detik, panjang antrian rata-rata 49,38 meter, dan tingkat pelayanan simpang (*level of service*) adalah F (sangat buruk).
- b. Biaya yang ditimbulkan akibat kemacetan yang terjadi pada simpang APILL Condong Catur Sleman Yogyakarta adalah Rp. 5.663.790,- / jam pada kondisi jam puncak 07.30 – 08.30 WIB.

Menurut Permana (2018) pemodelan simpang bersinyal akibat perubahan urutan fase di Simpang Senopati Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan mengolah data menggunakan *software* PTV.VISSIM, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Hasil dari pemodelan diketahui bahwa kinerja simpang pada kondisi eksisting mendapatkan nilai tundaan 115,5 detik/kendaraan dan tingkat pelayanan (LOS) yaitu F.
- b. Urutan fase dipengaruhi oleh rasio belok dan volume, nilai tundaan, dan nilai (LOS) berdasarkan rasio belok dan volume sebagai berikut:
 - 1) Kondisi eksisting didapatkan nilai tundaan terkecil 102.6 detik/kendaraan dengan rasio belok kanan 70%, rasio lurus 30%, dan tingkat pelayanan (LOS) yaitu F.
 - 2) Skenario 1 diperoleh nilai tundaan terkecil 102.34 detik/kendaraan dengan rasio belok kanan 90%, rasio lurus 10%, dan tingkat pelayanan (LOS) yaitu F.

- 3) Skenario 2 didapatkan nilai tundaan terkecil 70,29 detik/kendaraan dengan rasio belok kanan 90%, rasio lurus 10%, dan tingkat pelayanan (LOS) yaitu E. Nilai tersebut jauh lebih baik dibandingkan dengan yang didapat dari lapangan.
- c. Nilai tundaan dan tingkat pelayanan (LOS) dari ketiga percobaan diatas, dapat diperoleh hasil bahwa urutan fase yang efektif akan berjalan dengan baik apabila rasio belok pada simpang tersebut mencapai 90% untuk rasio belok kanan dan 10% untuk rasio lurus pada lengan barat dan timur dengan nilai tundaan sebesar 70,29 detik/kendaraan dan tingkat pelayanan (LOS) yaitu E.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Persimpangan

Menurut Lefrandt dkk. (2013) simpang adalah hal terpenting pada suatu jaringan jalan di mana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok ke jalan lain. Persimpangan jalan merupakan dua atau lebih ruas jalan bertemu atau berpotongan yang meliputi fasilitas jalan dan tepi jalan, dimana lalu lintas bergerak di dalamnya yang terdiri dari simpang sebidang dan tidak sebidang.

Perencanaan simpang tidak sebidang memerlukan lahan yang cukup luas dengan pemodelan yang akurat agar menghasilkan hasil yang terbaik. Pemodelan pada simpang tidak sebidang dapat digunakan apabila pada jalan tersebut sudah melebihi kapasitas. Simpang tidak sebidang merupakan desain yang mahal dengan dipengaruhi oleh kondisi lokasi, volume arus lalu lintas, dan bentuk pemodelan sehingga menentukan *interchange* beda-beda di setiap lokasi.

Persimpangan tidak sebidang tersebut berfungsi agar meminimalisir tempat konflik dimana seringkali menghambat arus lalu lintas, meminimalisir besarnya tundaan, dan meminimalisir tingkat kecelakaan.

Menurut Sembiring dan Anas (2011) berikut jenis-jenis simpang tidak sebidang.

- a. Persimpangan tipe *diamond*
 Persimpangan yang paling sederhana dari persimpangan tidak sebidang dengan biaya yang relatif murah. Bentuk ini digunakan terutama pada kondisi jalan yang bebas hambatan tidak terputus, kecuali apabila terdapat lalu lintas lain yang keluar atau masuk *ramp*
- b. Trompet
 Persimpangan yang pada umumnya 2 jalan bertemu dengan bentuk seperti trompet (T) dimana dalam pergerakan lalulintas akan melewati *loop*.
- c. *Full Cloverleaf*
 Bagian jalan yang menyediakan ramp (*loop*) dalam setiap lengannya dengan tingkat pergerakan arus yang rendah.
- d. *Partial Cloverleaf*
Partial cloverleaf hampir mirip seperti dengan *full cloverleaf*, hanya saja *partial cloverleaf* memiliki kurang dari 3 *loop* dan *full cloverleaf* memiliki 4 *loop*.
- e. Persimpangan tidak sebidang tipe *directional*
 Persimpangan dengan seperti simpang susun *directional* yang berkaitan antara hambatan satu ke hambatan lainnya.

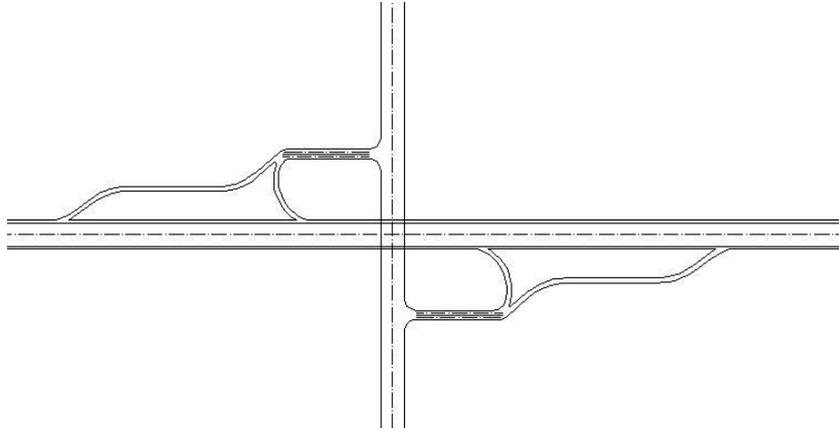
2.2.2. Jenis Pemodelan

Dalam melakukan penelitian menggunakan *software* PTV.VISSIM 9, peneliti menggunakan pemodelan *Unconventioanal Intersection* berbentuk Parclo B2. Menurut MKJI (1997) Parclo B2 merupakan simpang jalan tidak sebidang yang biasanya digunakan apabila kapasitas simpang sudah melebihi dari kapasitas masing-masing ruas jalan, dimana ruas tersebut tidak berada pada posisi sebidang.

Pemodelan Parclo B2 merupakan salah satu desain pertukaran jalan bebas hambatan ke arteri dengan memiliki sisi jalan lingkar yang terdapat 2 *loop*. Jenis Parclo B2 memiliki kondisi geometri yang berbeda dari jenis jalan yang biasa digunakan di Indoneisa, dari jenis jalan tersebut memungkinkan untuk berkendara dengan kecepatan tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Berikut keuntungan dari pemodelan *partial cloverleaf* B2, seperti:

- a. Meminimalisir tingkat kecelakaan.
- b. Mengurangi angka kecelakaan.
- c. Efisiensi kinerja lalu lintas dari simpang tersebut.



Gambar 2.1 *Partial Cloverleaf* B2.

Dalam pemilihan pemodelan tersebut harus memperhatikan aspek aspek dibawah ini.

- a. Aspek Teknis
 - 1) Panjang jalan
 - 2) Komposisi lalulintas
- b. Aspek Tata Ruang
 - 1) Tata guna lahan
 - 2) Data trase jalan
- c. Aspek Finansial
 - 1) Pembebasan lahan
 - 2) Biaya konstruksi
- d. Aspek Perencanaan
 - 1) Rencana pengembangan transportasi
 - 2) Hirarki dan integrasi dengan jaringan jalan di sekitarnya
- e. Aspek Manfaat
 - 1) Potensi pengurangan kemacetan di jalan utama dalam persen
 - 2) Potensi penghematan waktu perjalanan dalam persen
- f. Aspek Lingkungan
 - 1) Efek pada lahan umum

2.2.3 Simpang Bersinyal

a. Penjelasan Simpang Bersinyal Menurut Para Ahli

Menurut Pranevicius dan Kraujalis (2012) meningkatnya jumlah kendaraan menimbulkan permasalahan seperti kemacetan dan kecelakaan sehingga kontrol sinyal menjadi sangat penting karena mempengaruhi efisiensi perkotaan sistem transportasi, simpang bersinyal memiliki beberapa tujuan seperti:

- 1) Meminimalisir tingkat kemacetan pada tempat konflik dengan terjaminnya kapasitas jalan tersebut dalam menampung kendaraan pada jam puncak.
- 2) Memudahkan bagi pengendara bermotor maupun pejalan kaki dalam memotong jalan utama dari suatu simpang.
- 3) Meminimalisir tingkat kecelakaan lalu-lintas yang disebabkan oleh kendaraan yang berlawanan arah.

Menurut Hormansyah dkk. (2016) arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik dinyatakan dalam kend/jam yang belok dari arus lalu lintas baik lurus maupun melawan. Menurut Eka dan Ramanda (2018) pada pengaturan waktu hijau dibutuhkan model optimasi dalam menggunakan *software* VISSIM dengan mengoptimalkan waktu hijau di setiap lengan agar dapat sesuai pada arusnya sehingga dapat meningkatkan kondisi pelayanan, sedangkan menurut Sutandi (2007) sistem pengendalian lalulintas dapat digunakan untuk mengurangi kemacetan.

Ada beberapa konsep yang perlu diketahui berkaitan dengan sinyal lalu lintas, antara lain :

- 1) Fase sinyal pada umumnya digunakan dalam mengurangi resiko kecelakaan lalu lintas dengan mengatur pergerakan lalu lintas tersebut.
- 2) Dalam kasus tertentu menambah jumlah fase akan menghasilkan tundaan yang lebih rendah dengan meningkatkan kapasitas.
- 3) Perencanaan fase harus dilakukan secara konsisten sesuai kondisi geometri.

b. Menurut MKJI (1997) parameter waktu sinyal yang berkaitan dengan pengaturan pergerakan meliputi:

1) Arus Lalu lintas (Q)

Arus lalu lintas untuk setiap arus gerakan kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) terhadap masing-masing terlindung dan terlawan yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 konversi kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor (MKJI, 1997)

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

2) Arus Jenuh (S)

Arus jenuh merupakan besarnya keberangkatan rata-rata antrian dalam suatu pendekat pada saat lampu hijau yang dinyatakan smp/jam.

3) Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor yang menghitung jumlah kendaraan belok ke kanan P_{RT} yang hanya berlaku pada kendaraan terlindung.

4) Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor yang menghitung jumlah kendaraan belok ke kiri..

5) Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas merupakan kemampuan simpang dalam menampung arus lalu lintas maksimum yang dihitung pada setiap pendekat dalam smp/jam.

6) Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan merupakan rasio volume terhadap kapasitas.

7) Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian adalah Banyaknya Kendaraan yang berada di simpang tiap lajur pada saat lampu merah menyala.

- 8) Angka Henti (NS)
Jumlah kendaraan yang berhenti dalam smp.
- 9) Tundaan
Tundaan terdiri dari 2 yaitu Tundaan Geometri (DG) dan Tundaan Lalu lintas (DT).

2.2.4 Penentuan Fase

Menurut Alhadar (2011) pengoperasian sinyal lalu lintas dengan 3 warna (hijau,kuning,merah) digunakan dalam pemisah lintasan dari pergerakan lalu lintas dimana seringkali bertentangan dengan dimensi waktu, menurut Caroline (2007) meningkatnya jumlah fase dan pergerakan pada persimpangan akan menurunkan *throughput* dan meningkatkan kemacetan lalulintas. Pengoperasian sinyal lalu lintas menjadi sangat penting karena mempengaruhi efisiensi perkotaan sistem transportasi. Jenis parclo B2 menggunakan 3 fase yang digunakan pada pemodelan *default* dan modifikasi, penentuan fase ini dijelaskan sebagai berikut:

- a. Fase 1 : Fase satu berada pada sisi utara dan selatan sehingga sisi barat dan timur harus berhenti.
- b. Fase 2 : Fase dua berada pada sisi barat sehingga sisi utara, selatan, dan timur harus berhenti.
- c. Fase 3 : Fase tiga berada pada sisi timur sehingga sisi utara, selatan, dan barat harus berhent

2.2.5 Komposisi Lalu Lintas

- a. Komposisi lalu lintas terbagi menjadi 4 macam (MKJI,1997), yaitu:
 - 1) Kendaraan Berat (HV), kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda.
 - 2) Kendaraan Ringan (LV), kendaraan bermotor beroda 4 memiliki 2 gandar dengan memiliki jarak 2 sampai 3 meter.
 - 3) Sepeda Motor (MC), kendaraan bermotor dengan memiliki 2 atau 3 roda.
 - 4) Kendaraan Tidak Bermotor (UM), kendaraan tidak bermesin atau bermotor dengan memiliki roda

- b. Komposisi lalu lintas untuk jalan luar kota terbagi menjadi 6 (MKJI,1997), yaitu:
- 1) Kendaraan ringan (LV), kendaraan bermotor beroda 4 memiliki 2 gandar dengan memiliki jarak 2 sampai 3 meter.
 - 2) Truk besar (LT), truk memiliki tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar pertama ke kedua dibawah 3,5 meter.
 - 3) Bis Besar (LB), bis terdapat dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 – 6,0 meter.
 - 4) Sepeda motor (MC), merupakan sepeda motor dengan 2 atau 3 roda.
 - 5) Kendaraan tak bermotor (UM), merupakan kendaraan bertenaga manusia atau hewan diatas roda.

2.2.6 Software Pemodelan PTV.VISSIM 9

Menurut PTV-AG (2015) PTV.VISSIM 9 merupakan *software* untuk pemodelan lalu lintas perkotaan. Seiring berjalannya waktu,*software* tersebut dikembangkan oleh PTV untuk mengkalibrasi kondisi jalan.

PTV.VISSIM 9 termasuk simulasi mikroskopis dengan menstimulasikan kendaraan maupun pejalan kaki secara individual, selain itu juga dapat mensimulasikan kondisi *real* yang terdapat dalam sistem transportasi. Pengoperasian *software* PTV.VISSIM 9 dapat menginput data untuk dianalisis sesuai keadaan jalan, setelah dianalisis maka akan mendapatkan hasil *output* yaitu: tundaan, panjang antrian, dan *Level of Service*.

Menurut PTV-AG (2015) VISSIM mempunyai fitur animasi 3D dengan berbagai jenis kendaraan yaitu mobil, motor, bis, truk. Selain itu, terdapat objek pendukung seperti pohon, bangunan, rambu lalu lintas yang dapat dimasukkan dalam animasi 3D.

2.2.7 Kalibrasi VISSIM 9

Menurut Irawan dan Putri (2015) kalibrasi merupakan penyesuaian agar dapat menyamakan antara pemodelan dan keadaan di lapangan. Data yang digunakan untuk digunakan fokusnya kepada perilaku pengemudi agar menyesuaikan sifat individu jika ada interaksi-interaksi yang terjadi dilapangan. Kalibrasi perlu dilakukan agar memastikan bahwa pemodelan yang dibuat adalah

valid dengan menghasilkan data-data mendekati hasil observasi berupa waktu tempuh dan jarak antar kendaraan, percobaan kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 2.2

Menurut Faisal dkk. (2017) parameter kalibrasi diperlukan untuk analisis simulasi yaitu:

- a. *Link* : Langkah pertama dalam pemodelan VISSIM dengan Hmembuat jaringan jalan.
- b. *Connector* : Penghubung setiap jaringan jalan.

Tabel 2.2 Kalibrasi *driving behaviour* (Irawan dan Putri, 2014)

| Kalibrasi ke | Parameter yang diubah | Sebelum | Sesudah |
|--------------|---|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | a. <i>Desired position at free flow</i> (lajur jalan yang diinginkan oleh pengendara saat kondisi arus bebas) b. Overtake on same lane: on left and on right (dapat menyiap dari lajur manapun) | Middle of lane (lajur tengah) Off | Any (dimanapun/acak) On |
| 2 | (lanjut dari trial ke-1) a. <i>Distance standing in meter</i> (Jarak antar kendaraan pada saat berhenti) b. Additive part of safety distance (koefisien penambah jarak aman) | 1 meter 1 meter | 20 centimeter 0,4 meter |
| 3 | (lanjut dari trial ke-2) a. <i>Average standstill distance</i> (jarak antar kendaraan berurutan saat berhenti di simpang) b. <i>Additive part of safety distance</i> (koefisien penambah jarak aman) c. <i>Multiplicative part of safety distance</i> (koefisien pengali jarak aman) | 2 meter 2 meter 3 | 1 meter 1 meter 2 |
| 4 | (lanjut dari trial ke-3) a. <i>Average standstill distance</i> (jarak antar kendaraan berurutan saat berhenti di simpang) b. <i>Additive part of safety distance</i> (koefisien penambah jarak aman) c. <i>Multiplicative part of safety distance</i> (koefisien pengali jarak aman) | 1 meter 1 meter 2 | 0,5 meter 0,5 meter 1 |
| 5 | (lanjut dari trial ke-4) a. <i>Average standstill distance</i> (jarak antar kendaraan berurutan saat berhenti di simpang) b. <i>Additive part of safety distance</i> (koefisien penambah jarak aman) c. <i>Multiplicative part of safety distance</i> (koefisien pengali jarak aman) | 0,5 meter 0,5 meter 1 | 0,55 meter 0,55 meter 1 |
| 6 | (lanjut dari trial ke-5) a. <i>Average standstill distance</i> (jarak antar kendaraan berurutan saat berhenti di simpang) b. <i>Additive part of safety distance</i> (koefisien Penambah jarak aman) c. <i>Multiplicative part of safety distance</i> (koefisien pengali jarak aman) | 0,5 meter 0,5 meter 1 | 0,6 meter 0,6 meter 1 |

2.2.8 Penilaian Kinerja Jalan

Nilai pelayanan persimpangan digunakan dalam mengetahui kualitas suatu simpang sehingga dari hasil tersebut di evaluasi agar dapat memberikan solusi manajemen lalu lintas yang lebih baik dari segi peralatan pengendali lalu lintas maupun peraturan yang diperlukan untuk dilaksanakan bagi pihak terkait demi kelancaran lalu lintas. Pengolahan data pada *software* VISSIM dengan menggunakan metode yang mengacu pada peraturan Amerika yang dimuat dalam manual kapasitas jalan raya (*Highway Capacity Manual*) tahun 2010, sedangkan Indonesia mengacu pada Peraturan Menteri No. 96 tahun 2015.

Menurut Rumayar dkk (2013) tingkat pelayanan terbagi menjadi 6, mulai dari tingkat A hingga F. Masing-masing tingkat tersebut mempunyai *range operating condition* tersendiri yang diperoleh dari nilai *spot speed* semakin parah tingkat pelayanannya maka harus menentukan kebijakan-kebijakan strategis agar tidak menimbulkan dampak negative bagi para pengguna jalan. Tingkat pelayanan jalan tersebut dapat dilihat dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Tingkat pelayanan (level of service) (HCM, 2010)
(PM No.96, 2015)

| <i>Level-Of-Service</i> | Tundaan rata-rata berdasarkan HCM 2010 (det/kend) | Tundaan rata-rata berdasarkan PM No.96 Tahun 2015 (det/skr) |
|-------------------------|---|---|
| A | ≤ 10 | $\leq 5,0$ |
| B | $> 10 - 20$ | 5,1 – 15,0 |
| C | $> 20 - 35$ | 15,1 – 25,0 |
| D | $> 35-55$ | 25,1 – 40,0 |
| E | $> 55 - 80$ | 40,0 – 60,0 |
| F | > 80 | >60 |