

**ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* PTV VISSIM  
(Studi kasus Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I)**

**(Skripsi)**

**Oleh :**

**ADYTYA KUSUMA WARDANA  
1915011072**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL MENGUNAKAN *SOFTWARE* PTV VISSIM**

**(Studi kasus Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I)**

**Oleh**

**ADYTYA KUSUMA WARDANA**

Simpang Tiga Tak Bersinyal Jl. Imam Bonjol – Jl. Raden Gunawan I merupakan pertemuan dua kabupaten dan satu kotamadya yang mengindikasikan potensi masalah kepadatan. Penelitian ini bertujuan meninjau kondisi simpang hingga 5 tahun mendatang, serta memberikan skenario solusi yang dapat diterapkan. Penelitian dilakukan dengan survei lapangan untuk mendapat data primer yang dilengkapi dengan data sekunder dari media dan instansi pemerintah. Data dianalisis menggunakan *software* PTV VISSIM yang dilatari dengan PKJI 2014. Berdasarkan hasil analisis didapat perbedaan Tingkat Pelayanan dengan hasil kategori F dari PKJI 2014 dan kategori E dari simulasi dengan *software* PTV VISSIM pada kondisi eksisting dan perkiraan 5 tahun mendatang. Dari hasil simulasi *software* PTV VISSIM didapat skenario solusi berupa perubahan kondisi geometri simpang dengan mengubah tipe jalan mayor yang sebelumnya 2/2TT menjadi 4/2TT (3,5 meter tiap lajur) dan menambahkan pulau lalu lintas untuk kendaraan dapat keluar masuk pada jalan minor. Pada skenario solusi tersebut didapat Tingkat Pelayanan = B dengan nilai Tundaan = 7,13 detik/kendaraan, Panjang Antrean = 18,93 meter, dan Panjang Antrean Maksimum = 201,63 meter. Skenario solusi ini dapat digunakan hingga 5 tahun mendatang.

Kata kunci: Kinerja Simpang, Tingkat Pelayanan, VISSIM.

## **ABSTRACT**

### **PERFORMANCE ANALYSIS OF THREE UNSIGNALIZED INTERSECTION BY USING PTV VISSIM SOFTWARE**

**(Case Study Imam Bonjol Street – Raden Gunawan I Street)**

**By**

**ADYTYA KUSUMA WARDANA**

*The three unsignalized intersection of Imam Bonjol Street – Raden Gunawan I Street is a meeting of two districts and one municipality that indicates potential density problems. The study aims to review the condition of the intersection to the next five years, as well as provide a scenario for a viable solution. The research was conducted with field surveys to obtain primary data supplemented with secondary data from the media and government agencies. The data was analyzed using the PTV VISSIM software, which was backgrounded with PKJI 2014. Based on the results of the analysis, differences were obtained between the Level of Service with the result of category F from PKJI 2014 and category E from the simulation using PTV VISSIM software in the existing condition and the prediction for the next 5 years. From the PTV VISSIM software simulation results, a solution scenario was found, by changing the geometric conditions by modifying the previous type of major road from 2/2TT to 4/2TT (3,5 meters for every lane) and adding traffic islands for vehicles to enter on minor roads. In the scenario, the solution gets Level of Service = B with Delay value = 7,13 seconds/vehicle, Queue Length = 18.93 meters, and Queue Length Maximum = 201.63 meters. The scenario of this solution can be used up to the next 5 years.*

*Keywords: Intersections Performance, Level of Service, VISSIM.*

**ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* PTV VISSIM  
(Studi kasus Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I)**

Oleh :

**Adytya Kusuma Wardana**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNIK**

Pada  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PTV VISSIM (Studi kasus Jalan Imam Bonjol - Jalan Raden Gunawan I)**

Nama Mahasiswa : **Adytha Kusuma Wardana**

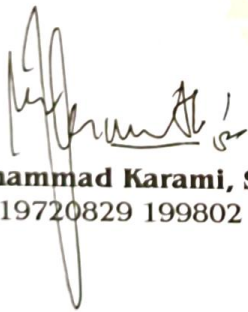
Nomor Pokok Mahasiswa : 1915011072

Program Studi : S1 Teknik Sipil

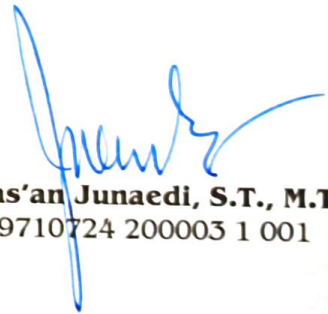
Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

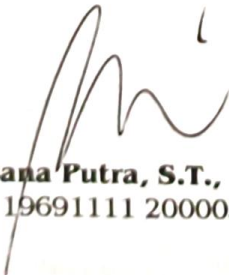


**Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19720829 199802 1 001



**Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T.**  
NIP 19710724 200003 1 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**



**Sasana Putra, S.T., M.T.**  
NIP 19691111 200003 1 002

**3. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil**

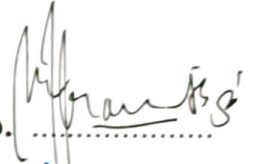


**Suyadi, S.T., M.T.**  
NIP 19741225 200501 1 003

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.**



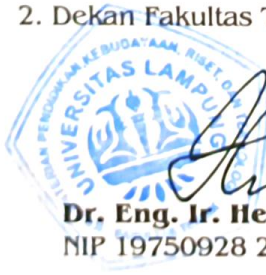
Sekretaris : **Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T.**



Penguji : **Ir. Dwi Herianto, M.T.**



### 2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Henry Fitriawan, S.T., M.Sc.**

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Juni 2024**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Adytya Kusuma Wardana

NPM : 1915011072

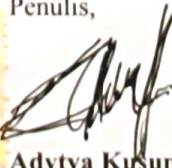
Program Studi : S1 Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PTV VISSIM (Studi kasus Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I)”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,  
Penulis,

2024



Adytya Kusuma Wardana

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 5 Januari 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Yusmanto dan Ibu Eliyati. Serta adik bernama Alya Thalita Maharani. Penulis memulai pendidikan formal di SD Al-Kautsar Bandar Lampung, lalu meneruskan pendidikan di SMP Negeri 22 Bandar Lampung dan selanjutnya menempuh pendidikan di SMA Negeri 9 Bandar Lampung.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur seleksi SBMPTN. Penulis pernah aktif menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Departemen Usaha Dan Karya Periode 2021-2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata selama 40 hari pada Januari 2022 di Kelurahan Kedamaian, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung, Lampung. Penulis melaksanakan Kerja Praktik selama 3 bulan di Proyek Pembangunan Jembatan Pujo Rahayu - Lumbirejo, Kabupaten Pesawaran, Lampung.

Selama masa perkuliahan, penulis mendapat banyak ilmu dan pengalaman, baik akademik dan non-akademik. Dalam perjalanannya, penulis bertemu dengan banyak orang-orang hebat yang membantu penulis untuk selalu berkembang. Pada akhir masa perkuliahannya, penulis melaksanakan tanggung jawab terakhirnya sebagai mahasiswa dengan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Menggunakan *Software* PTV VISSIM (Studi Kasus Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I)”.



## **MOTTO**

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S Al Insyirah: 5-6)

“Buatlah tujuan untuk hidup, kemudian gunakan segenap kekuatan untuk mencapainya kamu pasti berhasil”

(Utsman Bin Affan)

“Tidak perlu menjelaskan tantang dirimu kepada siapapun, karena orang yang mencintaimu tidak memerlukannya dan orang yang membencimu tidak akan peduli”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Segala sesuatu yang baik selalu datang di saat terbaiknya. Persis waktunya, tidak lebih cepat ataupun tidak lebih lambat”

(Tere Liye)

## SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian penelitian dan penulisan skripsi dengan judul **“ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PTV VISSIM (Studi kasus Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I)”** sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana (S1) di Teknik Sipil Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan ridho-Nya, serta senantiasa memberikan jalan dalam setiap urusan hamba-Nya.
2. Kedua orang tua penulis, yaitu Bapak Yusmanto dan Ibu Eliyati yang selalu memberikan perhatian dan dukungan baik secara moral dan materi serta doa-doa terbaik untuk saya.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Lampung
6. Bapak Muhammad Karami S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan bantuan selama proses pengerjaan skripsi.
7. Bapak Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan serta masukan-masukan selama proses pengerjaan skripsi.
8. Bapak Ir. Dwi Herianto, M.T., selaku Dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terkait isi skripsi.

9. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
10. Teman-teman 18:59 yang telah menemani dan memberikan semangat dalam segala kondisi pada penulis selama menjalani kuliah di Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
11. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2019 (SOLID 2019) yang telah berjuang bersama, berbagi kenangan dan pengalaman tak terlupakan.
12. Akbar, Farrel, Kevin, Bapet, Erlangga, Rio, Hapis, Miptah, Agung, dan Oji yang telah membantu penulis melaksanakan survei penelitian.
13. Terakhir, untuk diri sendiri karena telah mampu berusaha dan berjuang sejauh ini, mampu mengendalikan diri dalam menghadapi setiap masalah yang datang, berdamai dengan keadaan dan terus bergerak dan tidak pernah memutuskan menyerah meski sesulit apapun proses perkuliahan dengan menyelesaikannya sebaik dan semaksimal mungkin.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT memberikan rahmat dan pahala yang berlimpah pada mereka dan menjadikannya sebagai ibadah. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat, Aamiin.

Bandar Lampung,  
Penulis,

2024

**Adytya Kusuma Wardana**  
**NPM. 1915011072**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Simpang .....	4
2.2. Klasifikasi Kendaraan .....	6
2.3. Kapasitas Simpang .....	7
2.3.1. Kapasitas Dasar.....	7
2.3.2. Penetapan Tipe Simpang.....	8
2.3.3. Penetapan Lebar Rata-Rata Pendekat .....	8
2.3.4. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-Rata.....	8
2.3.5. Faktor Koreksi Median pada Jalan Mayor.....	9
2.3.6. Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	9
2.3.7. Faktor Koreksi Hambatan Samping.....	10

2.3.8. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri.....	11
2.3.9. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan.....	12
2.3.10. Faktor Koreksi Rasio Arus dari Jalan Minor .....	12
2.4. Derajat Kejenuhan.....	13
2.5. Tingkat Pelayanan Jalan.....	13
2.6. <i>Software</i> PTV VISSIM .....	13
2.7. Penelitian Terdahulu .....	17
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Survei Pendahuluan .....	25
3.2. Pengumpulan Data .....	26
3.3. Pengolahan Data .....	30
3.4. Analisis Data.....	35
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1. Kondisi Geometri Simpang.....	37
4.2. Kondisi Lalu Lintas Simpang .....	38
4.3. Kondisi Lingkungan Simpang .....	43
4.4. Kecepatan Kendaraan .....	44
4.5. Data Jumlah Penduduk dan Jumlah Kendaraan.....	48
4.6. Kapasitas Simpang.....	53
4.7. Derajat Kejenuhan (Dj) dan Tingkat Pelayanan. ....	55
4.8. Simulasi Simpang dengan PTV VISSIM.....	56
4.8.1. Pemodelan Simulasi Simpang.....	57
4.8.2. Analisis Hasil Simulasi untuk Kondisi Eksisting .....	68
4.8.3. Analisis Hasil Simulasi untuk Kondisi Skenario. ....	71
<b>V. PENUTUP .....</b>	<b>75</b>
5.1. Kesimpulan .....	75
5.2. Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>77</b>

**LAMPIRAN..... 79**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3. 1. Lokasi Penelitian.....	23
3. 2. Diagram Alir Penelitian. ....	24
3. 3. Kondisi dari Jalan Raden Gunawan I.....	25
3. 4. Kondisi dari Jalan Imam Bonjol (dari Gedong Tataan).....	25
3. 5. Kondisi dari Jalan Imam Bonjol (dari Kemiling). ....	25
3. 6. Titik Pengamatan Lokasi Penelitian.....	28
3. 7. Skema Pengambilan Data Kecepatan Kendaraan. ....	29
3. 8. Formulir Survei Arus Lalu Lintas Simpang Tiga. ....	29
3. 9. Diagram Pemodelan <i>Software</i> PTV VISSIM.....	33
4. 1. Kondisi Geometrik Persimpangan .....	37
4. 2. Sketsa Arah Lalu Lintas Persimpangan. ....	39
4. 3. Grafik Volume Lalu Lintas (Kend/Jam) .....	41
4. 4. Grafik Volume Lalu Lintas (Skr/Jam) .....	41
4. 5. Kondisi Lingkungan Sekitar Simpang. ....	43
4. 6. Distribusi Kecepatan Sepeda Motor Jl. Imam Bonjol (D). ....	45
4. 7. Distribusi Kecepatan Kendaraan Ringan Jl. Imam Bonjol (D).....	45
4. 8. Distribusi Kecepatan Kendaraan Berat Menengah Jl. Imam Bonjol (D).....	45
4. 9. Distribusi Kecepatan Bus Berat Jl. Imam Bonjol (D).....	46
4. 10. Distribusi Kecepatan Sepeda Motor Jl. Imam Bonjol (B). ....	46
4. 11. Distribusi Kecepatan Kendaraan Ringan Jl. Imam Bonjol (B). ....	46
4. 12. Distribusi Kecepatan Kendaraan Berat Menengah Jl. Imam Bonjol (B). ....	47
4. 13. Distribusi Kecepatan Truk Besar Jl. Imam Bonjol (B).....	47
4. 14. Distribusi Kecepatan Sepeda Motor Jl. Raden Gunawan I (C).....	47
4. 15. Distribusi Kecepatan Kendaraan Ringan Jl. Raden Gunawan I (C). ....	48

4. 16. Distribusi Kecepatan Sepeda Motor Jl. Raden Gunawan I (C).....	48
4. 17. Grafik Jumlah Penduduk Kabupaten Pesawaran 5 Tahun Mendatang.....	50
4. 18. Grafik Jumlah Kendaraan Kabupaten Pesawaran 5 Tahun Mendatang.....	52
4. 19. Grafik Derajat Kejenuhan (Dj).....	56
4. 20. <i>Vehicle Behavior</i> pada <i>Network Setting</i> .....	57
4. 21. <i>Units</i> pada <i>Network Setting</i> .....	57
4. 22. <i>Input Background</i> .....	58
4. 23. <i>Set Scale</i> .....	58
4. 24. Pembuatan <i>Links</i> .....	59
4. 25. <i>Links</i> pada Jalan Imam Bonjol (B).....	59
4. 26. <i>Links</i> pada Jalan Imam Bonjol (D).....	59
4. 27. <i>Links</i> pada Jalan Raden Gunawan I (C) dari Hajimena.....	60
4. 28. <i>Links</i> pada Jalan Raden Gunawan I (C) ke Hajimena.....	60
4. 29. Pembuatan <i>Connectors</i> .....	61
4. 30. Pengaturan <i>Spline</i> .....	61
4. 31. Menambahkan <i>Vehicle Types</i> yang akan disimulasikan.....	61
4. 32. Menambahkan Sepeda Motor pada <i>Vehicle Types</i> .....	62
4. 33. Melakukan Penyesuaian <i>Vehicle Classes</i> .....	62
4. 34. Input Volume Kendaraan Senin 15 Januari 2024.....	62
4. 35. Input Volume Kendaraan 5 Tahun Mendatang.....	62
4. 36. Membuat <i>Conflict Areas</i> .....	64
4. 37. Mengatur Tiap <i>Conflict Areas</i> Sesuai Kondisi Lapangan.....	64
4. 38. Membuat <i>Reduced Speed Areas</i> .....	65
4. 39. Membuat <i>Nodes</i> pada Area Simpang.....	65
4. 40. Mengatur <i>Evaluation Configuration</i> .....	66
4. 41. Mengatur Parameter pada <i>Simulation</i> .....	66
4. 42. Perbandingan Panjang Antrean Eksisting.....	70
4. 43. Perbandingan Tundaan Eksisting.....	70
4. 44. Kondisi Skenario A.....	71
4. 45. Kondisi Skenario B.....	72
4. 46. Perbandingan Panjang Antrean Kondisi Skenario.....	73
4. 47. Perbandingan Tundaan Kondisi Skenario.....	74



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1. Klasifikasi Jenis Kendaraan. ....	6
2. 2. Nilai Ekuivalensi Kendaraan Ringan. ....	6
2. 3. Kapasitas Dasar Simpang-3 dan Simpang-4. ....	7
2. 4. Kode Tipe Simpang. ....	8
2. 5. Faktor Koreksi Median pada Jalan Mayor, $F_m$ . ....	9
2. 6. Faktor Koreksi Ukuran Kota ( $F_{uk}$ ). ....	9
2. 7. Tipe Lingkungan Jalan. ....	10
2. 8. Kriteria Kelas Hambatan Samping. ....	11
2. 9. Faktor Penyesuaian Lingkungan ( $F_{hs}$ ). ....	11
2. 10. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor ( $F_{mi}$ ) dalam Bentuk Persamaan. ...	12
2. 11. Kategori Tingkat Pelayanan Jalan. ....	13
2. 12. Keterangan Nilai GEH. ....	16
4. 1. Volume Lalu Lintas (kend/jam). ....	40
4. 2. Volume Lalu lintas (skr/jam). ....	40
4. 3. Perhitungan Rasio Belok. ....	42
4. 4. Persentase Kejadian dan Bobot Hambatan Samping. ....	43
4. 5. Jumlah Sampel Kendaraan Distribusi Kecepatan. ....	44
4. 6. Data Jumlah Penduduk Kabupaten Pesawaran. ....	49
4. 7. Proyeksi Jumlah Penduduk Kabupaten Pesawaran 5 Tahun Mendatang. ....	50
4. 8. Data Jumlah Kendaraan Kabupaten Pesawaran. ....	51
4. 9. Proyeksi Jumlah Kendaraan Kabupaten Pesawaran 5 Tahun Mendatang. ...	52
4. 10. Perbandingan Derajat Kejenuhan ( $D_j$ ) dan Tingkat Pelayanan Jalan. ....	56
4. 11. Nilai <i>Relative Flows Vehicle Compositions</i> pada Simpang. ....	63
4. 12. Nilai <i>Relative Flows Vehicle Routes</i> pada Simpang. ....	63

4. 13. Kalibrasi pada Simulasi <i>Software</i> PTV VISSIM. ....	67
4. 14. Validasi Uji GEH Volume Lalu Lintas (Eksisting). ....	67
4. 15. Validasi Uji GEH Volume Lalu Lintas (5 Tahun Mendatang). ....	68
4. 16. Keterangan Hasil Simulasi <i>Software</i> PTV VISSIM ....	68
4. 17. Hasil <i>Running Simulation</i> pada Kondisi Eksisting. ....	69
4. 18. Hasil <i>Running Simulation</i> pada Kondisi 5 Tahun Mendatang. ....	69
4. 19. Rekapitulasi Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dan 5 Tahun Mendatang...	70
4. 20. Hasil <i>Running Simulation</i> pada Kondisi Skenario A. ....	71
4. 21. Hasil <i>Running Simulation</i> pada Kondisi Skenario B. ....	72
4. 22. Hasil Simulasi pada Kondisi 5 Tahun Mendatang dan Skenario ....	73

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Persimpangan merupakan titik temu kendaraan yang bergerak antara kendaraan satu dengan kendaraan lainnya dari beberapa ruas jalan. Daerah persimpangan berpotensi untuk terjadi konflik dari kendaraan-kendaraan yang bergerak. Jika pada suatu persimpangan tidak terjadi kinerja yang optimal maka akan timbul masalah-masalah seperti antrean dan tundaan pada kendaraan yang menyebabkan kemacetan.

Menurunnya kinerja pada suatu simpang menimbulkan banyak kerugian bagi pengguna jalan raya seperti harus menurunkan kecepatan kendaraan, terjadinya peningkatan pada waktu tundaan, panjangnya antrean kendaraan, mengurangi kualitas lingkungan, hingga kerugian dari bahan bakar dan sebagainya. Maka dari hal – hal tersebut diketahui bahwa kinerja simpang sangat penting untuk diberikan perhatian bahkan ditingkatkan untuk dapat melayani arus lalu lintas yang terjadi.

Simpang tiga Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I merupakan salah satu simpang tiga tak bersinyal di Kabupaten Pesawaran yang menghubungkan Bandar Lampung, Pesawaran, serta Lampung Selatan. Sehingga, simpang tiga ini dilewati banyak orang khususnya pada pagi hari (jam berangkat kerja) dan sore hari (jam pulang kerja). Hal tersebut menimbulkan potensi kemacetan di sekitar daerah persimpangan. Salah satu penyebab terjadinya kemacetan yaitu perilaku pengguna kendaraan yang tidak menunggu celah dan memaksakan kendaraannya pada jalan yang akan dimasuki yang mengakibatkan terjadinya tundaan dan antrean di daerah persimpangan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis pada persimpangan jalan ini. Analisis terkait kinerja dan tingkat pelayanan simpang tak bersinyal pada persimpangan Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I dilakukan dengan menggunakan *software* PTV VISSIM yang dilatari dengan PKJI 2014 untuk melakukan analisis data pada kondisi eksisting simpang yang akan menjadi acuan dalam menentukan solusi skenario pemecahan masalah pada simpang.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasar pada latar belakang, maka berikut hal yang menjadi rumusan masalah pada penelitian analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I, antara lain :

1. Bagaimana kinerja simpang tiga tak bersinyal pada kondisi eksisting dan 5 tahun mendatang jika disimulasikan dengan *software* PTV VISSIM.
2. Apakah terdapat perbedaan hasil pada Tingkat Pelayanan dari simulasi dengan *software* PTV VISSIM dengan metode manual (PKJI 2014).
3. Apakah terdapat skenario yang dapat diterapkan sebagai solusi untuk meningkatkan kinerja simpang tiga tak bersinyal.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja simpang tiga tak bersinyal Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I dengan *software* PTV VISSIM pada kondisi eksisting dan 5 tahun mendatang.
2. Mengetahui perbandingan Tingkat Pelayanan (*Level of Service (LoS)*) pada simpang tiga tak bersinyal berdasarkan pada PKJI 2014 serta *software* PTV VISSIM pada kondisi eksisting dan 5 tahun mendatang.
3. Memberikan rekomendasi skenario yang dapat diterapkan pada simpang tiga tak bersinyal untuk meningkatkan Tingkat Pelayanan (*Level of Service (LoS)*) dengan *software* PTV VISSIM.

#### **1.4. Batasan Masalah**

Berdasar kepada latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian dibuat batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Persimpangan yang ditinjau dalam penelitian adalah Simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I Kabupaten Pesawaran.
2. Analisis kinerja dilakukan dengan menggunakan *software* PTV VISSIM untuk menentukan tingkat pelayanan dan kinerja simpang tak bersinyal.
3. *Software* PTV VISSIM yang digunakan merupakan PTV VISSIM *student version*.
4. Data penelitian diambil dari survei lapangan yang mencakup survei lalu lintas dan geometrik jalan.
5. Pengambilan data survei dilakukan selama 3 (tiga) hari yaitu pada hari Senin, Jumat, dan Sabtu pada jam sibuk yakni pagi hari pukul 06.30-08.30 dan sore pukul 15.45 – 17.45 WIB.
6. Pengklasifikasian kendaraan berdasarkan PKJI 2014 untuk jalan luar kota yaitu : Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat Menengah (KBM), Bus Besar (BB), Truk Besar (TB), dan Sepeda Motor (SM).
7. Data volume arus lalu lintas yang digunakan merupakan volume tertinggi dalam 1 jam pada jam puncak dari hasil 3 hari survei.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak orang, sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian ini diharap dapat dijadikan sebagai media informasi serta referensi untuk penelitian mau pun pekerjaan terkait pada kinerja simpang khususnya simpang tiga tak bersinyal.
2. Mengetahui dan menambah wawasan tentang kinerja simpang dan evaluasinya.
3. Mengetahui dan menambah wawasan tentang pemodelan lalu lintas dengan *software* PTV VISSIM khususnya pada simulasi simpang tiga tak bersinyal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Simpang

Persimpangan adalah ruang/tempat bertemunya 2 atau lebih ruas jalan yang bertemu atau bersilangan, bervariasi dari persimpangan yang sangat sederhana yang terdiri dari ruang/tempat pertemuan antara 2 (dua) ruas jalan sampai dengan persimpangan yang sangat kompleks berupa ruang/tempat pertemuan dari beberapa (>2) ruas jalan (Tamin, 2008). Menurut PKJI 2014 simpang terbagi 2, yaitu simpang tak bersinyal dan simpang APILL. Simpang tak bersinyal merupakan jenis persimpangan yang mempertemukan dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tidak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).

#### 1. Karakteristik Simpang Tak Bersinyal

Karakteristik yang ditinjau menjelaskan ciri pada arus lalu lintas secara kuantitatif yang berkaitan pada kecepatan, besar arus lalu lintas dan kepadatan lalu lintas. Serta berhubungan dengan waktu maupun jenis kendaraan yang menggunakan ruang jalan. Karakteristik lalu lintas yang ditinjau dalam penelitian ini sebagai berikut:

##### 1. Kondisi Geometrik

Kondisi geometrik dibuat dalam bentuk sketsa yang memberikan gambaran tentang bentuk simpang, jumlah lengan, lebar jalur, lebar lajur, dan median.

##### 2. Hambatan Samping

Hambatan samping adalah kegiatan di samping segmen jalan yang dapat mempengaruhi kinerja lalu lintas. Adapun yang termasuk dalam hambatan samping sebagai berikut :

- 1) Pejalan kaki;
- 2) Pemberhentian angkutan umum dan kendaraan lain;
- 3) Kendaraan tak bermotor (misal becak, gerobak sampah/ dagangan, kereta kuda); dan
- 4) Kendaraan yang masuk dan keluar dari area samping jalan;

### 3. Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan kend/jam ( $Q_{kend}$ ), atau skr/jam ( $Q_{skr}$ ), atau skr/hari.

### 4. Kecepatan

Kecepatan aktual kendaraan pada lalu lintas yang dinyatakan dalam km/jam.

## 2. Titik Konflik pada Simpang

Masalah utama di persimpangan adalah adanya konflik dari berbagai macam pergerakan yang terdiri dari pengemudi dengan arah berbeda dan jumlah kendaraan yang berbeda. Konflik terjadi sebagai bentuk pertemuan kendaraan dari jalur – jalur baik yang bergabung, memisah, atau pun memotong. Berikut merupakan jenis-jenis konflik yang terjadi pada persimpangan adalah:

- a) Berpisah (*Diverging*), yaitu saat kendaraan yang berada di jalur yang sama harus memisah menuju jalur lainnya.
- b) Bergabung (*Merging*), yaitu saat dua atau lebih jalur kendaraan yang terpisah bergabung pada satu jalur.
- c) Berpotongan (*Crossing*), yaitu saat dua arus kendaraan dari jalur yang berbeda bertemu di persimpangan.
- d) Bersilangan (*Weaving*), yaitu saat dua atau lebih arus kendaraan bergerak sepanjang jalur yang sama dengan arah yang sama tanpa bantuan rambu lalu lintas, seperti saat kendaraan memasuki jalur dari jalan masuk dan kemudian beralih ke jalur lain.

Berdasarkan sifat konflik yang disebabkan oleh pergerakan kendaraan dan keberadaan pejalan kaki, dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a) Konflik primer, terjadi ketika arus lalu lintas saling berpotongan.
- b) Konflik sekunder, terjadi ketika arus kendaraan dari arah kanan bertemu arus lalu lintas dari arah lain atau ketika kendaraan yang belok kiri bertemu dengan pejalan kaki.

## 2.2. Klasifikasi Kendaraan

Dalam survei pengambilan data lalu lintas, kendaraan diklasifikasikan menjadi lima jenis kendaraan sesuai ketentuan jalan luar kota seperti pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2. 1. Klasifikasi Jenis Kendaraan.

Kode	Klasifikasi Kendaraan
SM	Kendaraan bermotor roda 2 (dua) atau 3 (tiga) dengan panjang $\leq$ 2,5 m
KR	Kendaraan mobil penumpang, minibus, truk pik-up dan jeep dengan panjang $\leq$ 5,5 m
KBM	Bus kecil dan Truk gandar 2, dengan panjang $\leq$ 9,0 m
BB	Bus besar dengan jumlah gandar 2 atau 3 dengan panjang $\leq$ 12,0 m
TB	Truk 3 gandar atau lebih, truk tempelan, dan truk gandingan dengan panjang $\geq$ 12,0 m.
KTB	Kendaraan tak bermotor, seperti : sepeda, becak, kendaraan yang ditarik hewan, dokar, dan andong.

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

Dari tabel diatas didapatkan 5 klasifikasi kendaraan pada jalan luar kota yaitu Sepeda Motor (SM), Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat Menengah (KBM), Bus Besar (BB), dan Truk Besar (TB). Pada klasifikasi jenis kendaraan pada jalan luar kota, setiap klasifikasi kendaraan memiliki nilai ekivalensi kendaraan ringan (Ekr) yang berbeda – beda. Berikut merupakan tabel nilai ekivalensi kendaraan ringan (Ekr) dapat dilihat pada tabel 2.2. :

Tabel 2. 2. Nilai Ekivalensi Kendaraan Ringan.

Arus total (kend/ jam)	Ekr						
	KR	KBM	BB	TB	SM		
					Lebar Jalur lalu lintas (m)		
< 6 m	6 – 8 m	> 8 m					
0	1	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
800	1	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
1350	1	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
$\geq$ 1900	1	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.



### 2.3. Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang (C), diperhitungkan untuk seluruh arus lalu lintas yang masuk dari seluruh ruas lengan pada simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) dengan faktor – faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi pada lingkungan terhadap kondisi ideal. Kapasitas simpang dihitung dengan persamaan (1) sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- C = Kapasitas simpang skr/jam.
- $C_0$  = Kapasitas dasar simpang skr/jam.
- $F_{LP}$  = Faktor koreksi lebar rata – rata pendekat.
- $F_M$  = Faktor koreksi tipe median.
- $F_{UK}$  = Faktor koreksi ukuran kota.
- $F_{HS}$  = Faktor koreksi hambatan samping.
- $F_{BK_i}$  = Faktor koreksi rasio arus belok kiri.
- $F_{BK_a}$  = Faktor koreksi rasio arus belok kanan.
- $F_{R_{mi}}$  = Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.

#### 2.3.1. Kapasitas Dasar

$C_0$  ditetapkan secara empiris dari kondisi simpang yang ideal. Dalam PKJI 2014 nilai kapasitas dasar simpang dibagi berdasarkan kepada tipe simpang baik simpang 4 maupun simpang 3. Nilai  $C_0$  simpang ditunjukkan dalam tabel 2. 3. berikut ini :

Tabel 2. 3. Kapasitas Dasar Simpang-3 dan Simpang-4.

Tipe simpang	$C_0$ , Skr/jam
322	2700
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

### 2.3.2. Penetapan Tipe Simpang

Tipe simpang ditetapkan berdasarkan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan mayor dan jalan minor dengan kode tiga angka (Tabel 2.4.). Jumlah lengan adalah jumlah lengan untuk lalu lintas masuk atau keluar atau keduanya.

Tabel 2. 4. Kode Tipe Simpang.

Kode Tipe Simpang	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

### 2.3.3. Penetapan Lebar Rata-Rata Pendekat

Pertama, dihitung lebar rata-rata pendekat jalan mayor ( $L_{RP\ BD}$ ) dan lebar rata-rata pendekat jalan minor ( $L_{RP\ AC}$ ), yaitu rata – rata lebar pendekat dari setiap kaki simpangnya. Berdasarkan lebar rata-rata pendekat, tetapkan jumlah lajur pendekat sehingga tipe simpang dapat ditetapkan. Untuk Simpang-3, pendekat minornya hanya A atau hanya C dan lebar rata-rata pendekat adalah  $a/2$  atau  $c/2$ .

### 2.3.4. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-Rata

$F_{LP}$  dapat dihitung dari Persamaan dibawah yang besarnya tergantung dari lebar rata-rata pendekat simpang ( $L_{RP}$ ).

Untuk Tipe Simpang 422:	$F_{LP} = 0,70 + 0,0866 L_{RP}$
Untuk Tipe Simpang 424 atau 444:	$F_{LP} = 0,62 + 0,0740 L_{RP}$
Untuk Tipe Simpang 322:	$F_{LP} = 0,73 + 0,0760 L_{RP} \dots \dots \dots (2)$
Untuk Tipe Simpang 324 atau 344:	$F_{LP} = 0,62 + 0,0646 L_{RP}$

### 2.3.5. Faktor Koreksi Median pada Jalan Mayor

Median disebut lebar jika mobil penumpang dapat berlindung dalam daerah median tanpa mengganggu arus lalu lintas, sehingga lebar median lebih besar atau sama dengan 3,0 m. Klasifikasi median berikut faktor koreksi median pada jalan mayor diperoleh dalam (Tabel 2.5.). Koreksi median hanya digunakan untuk jalan mayor dengan 4 (empat) lajur.

Tabel 2. 5. Faktor Koreksi Median pada Jalan Mayor,  $F_M$ .

Kondisi Simpang	Tipe Median	Faktor Koreksi ( $F_M$ )
Tidak ada median di jalan mayor	Tidak ada	1,00
Ada median di jalan mayor dengan lebar	Median sempit	1,05
Ada median di jalan mayor dengan lebar $\geq 3$ m	Median lebar	1,20

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

### 2.3.6. Faktor Koreksi Ukuran Kota

Semakin besar kota semakin agresif pengemudi menjalankan mobilnya sehingga dianggap menaikkan kapasitas.  $F_{UK}$  dibedakan berdasarkan besarnya populasi penduduk. Nilai  $F_{UK}$  dapat dilihat dalam Tabel 2.6.

Tabel 2. 6. Faktor Koreksi Ukuran Kota ( $F_{UK}$ ).

Ukuran kota	Populasi Penduduk, Juta Jiwa	$F_{UK}$
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

### 2.3.7. Faktor Koreksi Hambatan Samping

Faktor koreksi hambatan samping ( $F_{HS}$ ) memberikan pengaruh berupa faktor kali untuk menyesuaikan kondisi ideal pada kapasitas dasar ( $C_0$ ) dengan pengaruh perbedaan dari lingkungan dan kegiatan – kegiatan yang berada di samping simpang. Nilai  $F_{HS}$  ditentukan dengan mencocokkan tipe lingkungan jalan dan kelas hambatan samping pada simpang. Nilai tersebut dilihat dari kondisi lingkungan sekitar seperti penggunaan lahan di samping simpang serta aktifitas manusia maupun kendaraan yang terjadi di sekitar simpang. Faktor penyesuaian lingkungan terdapat pada tabel 2.7. dan tabel 2.8. yang kemudian hasilnya dicocokkan dengan nilai hambatan samping yang dapat dilihat pada tabel 2.9. dengan memasukkan nilai rasio kendaraan tak bermotor ( $R_{KTB}$ ) pada simpang.

Tabel 2. 7. Tipe Lingkungan Jalan.

<b>Tipe Lingkungan Jalan</b>	<b>Kriteria</b>
Komersial	Lahan yang digunakan untuk kepentingan komersial, misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran, dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Permukiman	Lahan digunakan untuk tempat tinggal dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Akses Terbatas	Lahan tanpa jalan masuk langsung atau sangat terbatas, misalnya karena adanya penghalang fisik; akses harus melalui jalan samping.

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

Setelah dilakukan peninjauan tipe lingkungan jalan dilanjutkan dengan dilakukan peninjauan pada kelas hambatan samping pada sekitar simpang dengan kelas hambatan samping dan kriteria yang ada pada tabel 2.8. untuk sebelum dilanjutkan dengan menghitung rasio kendaraan tak bermotor ( $R_{KTB}$ ).

Tabel 2. 8. Kriteria Kelas Hambatan Samping.

<b>Kelas Hambatan Samping</b>	<b>Kriteria</b>
Tinggi	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang terganggu dan berkurang akibat aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat. Contoh, adanya aktivitas angkutan umum seperti menaikturunkan penumpang atau mengetem, pejalan kaki dan/atau pedagang kaki lima di sepanjang atau melintas pendekat, kendaraan keluar/masuk simpang pendekat.
Sedang	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang sedikit terganggu dan sedikit berkurang akibat aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat.
Rendah	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang tidak terganggu dan tidak berkurang oleh hambatan samping.

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

Tabel 2. 9. Faktor Penyesuaian Lingkungan ( $F_{HS}$ ).

<b>Tipe Lingkungan Jalan</b>	<b>Hambatan Samping</b>	<b><math>F_{HS}</math> untuk nilai <math>R_{KTB}</math></b>					
		<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b><math>\geq 0,25</math></b>
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang /Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

### 2.3.8. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri

$F_{BK_i}$  dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah. Perlu diperhatikan ketentuan tentang keberlakuan  $R_{BK_i}$

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 R_{BK_i} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:  $R_{BK_i}$  adalah rasio belok kiri.

### 2.3.9. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan

FBKa dapat diperoleh dari persamaan dibawah. Perlu diperhatikan tentang keberlakuan RBKa.

Untuk Simpang-4:  $F_{BKa} = 1,0$

Untuk Simpang-3:  $F_{BKa} = 1,09 - 0,922 R_{BKa} \dots\dots\dots(4)$

Keterangan:  $R_{BKa}$  adalah rasio belok kanan.

### 2.3.10. Faktor Koreksi Rasio Arus dari Jalan Minor

Nilai  $F_{mi}$  ditentukan berdasarkan persamaan yang disebutkan dalam Tabel 2.10.  $F_{mi}$  mengikuti nilai  $R_{mi}$  dan tipe simpang. Perlu diperhatikan tentang keberlakuan  $R_{mi}$ . Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam menghitung Faktor Koreksi Rasio Arus dari Jalan Minor ( $F_{mi}$ ) terdapat pada tabel 2.10. :

Tabel 2. 10. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor ( $F_{mi}$ ) dalam Bentuk Persamaan.

Tipe	$F_{mi}$	$R_{mi}$
<b>Simpang</b>		
422	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1 – 0,9
	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times$	0,1 – 0,3
424 dan 444	$R_{mi} + 1,95$	
	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$-0,595 \times R_{mi}^2 + 0,595 \times R_{mi} + 0,74$	0,5 – 0,9
	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times$	0,1 – 0,3
324 dan 344	$R_{mi} + 1,95$	
	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times R_{mi}^2 + 0,555 \times R_{mi} + 0,69$	0,5 – 0,9

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

## 2.4. Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan persamaan (5) berikut :

$$D_j = \frac{q}{C} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

$D_j$  = Derajat kejenuhan

$q$  = semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk kedalam simpang dengan satuan Skr/jam

$C$  = Kapasitas Simpang (Skr/jam)

## 2.5. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah ukuran dari kinerja ruas jalan maupun simpang yang ditinjau berdasarkan tingkatan dari penggunaan jalan, kecepatan kendaraan, kepadatan serta hambatan yang terjadi. Dalam bentuk matematis tingkat pelayanan ditunjukkan dengan nilai derajat kejenuhan ( $D_j$ ) ataupun nilai tundaan. Tingkat pelayanan jalan dikategorikan dari yang terbaik (tingkat pelayanan A) sampai yang terburuk (tingkat pelayanan F). Berikut penjabaran kategori tingkat pelayanan terdapat pada tabel 2.11. :

Tabel 2. 11. Kategori Tingkat Pelayanan Jalan.

Tingkat Pelayanan	Derajat Kejenuhan	Tundaan (Det/Kend)	Kondisi Arus
A	0,35	$\leq 5$	Arus Bebas
B	0,54	5 - 15	Arus Stabil
C	0,77	15,1 - 25	Arus Stabil
D	0,93	25,1 - 40	Mendekati Arus Tidak Stabil
E	1	40,1 - 60	Arus Tidak Stabil
F	>1	> 60	Arus Tertahan

Sumber : PM No.96 Tahun, 2015

## 2.6. Software PTV VISSIM

Menurut Romadhona, dkk (2019) VISSIM merupakan aplikasi yang dapat mensimulasikan aliran mikroskopik dan dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur,

komposisi kendaraan, dan *traffic light* untuk mengevaluasi segala skenario dengan berbagai langkah perencanaan dan rekayasa transportasi. VISSIM (*Verkehr Stadten-SIMulations modell*) dibuat di Karlsruhe, Jerman oleh PTV (*Planung Transportasi Verkehr AG*). Adapun Kegunaan VISSIM sebagai berikut:

a. Simulasi Arteri Pada VISSIM

Pada pemodelan arteri simulasi yaitu adanya berbagai model pada jaringan jalan, simulasi dalam simpang yang dimana segala jenis kendaraan ada, dapat menganalisis berbagai macam karakteristik antrean dan juga bisa mengatur waktu sinyal.

b. Transportasi Umum

Pada pemodelan simulasi transportasi umum yaitu adanya semua model seperti bus, Trem, BRT, LRT maupun MRT, lalu bisa meningkatkan operasi publik dan juga menguji maupun memperbaiki perencanaan standar waktu sinyal.

c. Pejalan Kaki

Pejalan kaki yaitu adanya model pejalan kaki perencanaan di lingkungan sekaligus merencanakan evakuasi.

d. Simulasi *Motorway*.

Yaitu bisa adanya simulasi dalam manajemen lalu lintas transportasi serta dapat menguji zona kerja.

Berikut merupakan langkah dan definisi pada pemodelan menggunakan *software* PTV VISSIM :

1. Input Data

Parameter input data yang perlu dimasukkan pada *software* PTV VISSIM yaitu:

D) Parameter yang diinput:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| a. <i>Links</i>                               | f. <i>Background</i>        |
| b. <i>Statistic Vehicle Routing Decisions</i> | g. <i>Connectors</i>        |
| c. <i>Vehicle Compositions</i>                | h. <i>Vehicle Types</i>     |
| d. <i>Vehicle Input</i>                       | i. <i>Driving Behaviors</i> |
| e. <i>Desired Speed Distribution</i>          |                             |



Adapun definisi pada tiap istilah parameter sebagai berikut :

a) *Vehicle Types*

Kelompok kendaraan dengan karakter teknis dan perilaku fisik berkendara yang serupa.

b) *Vehicle Classes*

Jenis – jenis kendaraan yang disatukan dalam kelas – kelas kendaraan. Kecepatan, evaluasi dan pemilihan rute disatukan kedalam kelas kendaraan.

c) *Vehicle Categories*

Menetapkan kategori – kategori dari kendaraan dengan menyertakan interaksi kendaraan yang sama.

d) *Vehicle Inputs*

Memasukkan volume arus lalu lintas (kend/jam) yang sesuai berdasarkan hasil dari survei lapangan.

e) *Vehicle Compositions*

Pengaturan besaran persentasi masing – masing komposisi jenis kendaraan pada arus lalu lintas yang dimodelkan.

f) *Driving Behaviors*

Perilaku dari pengendara. bergantung pada jenis jaringan jalan, kategori kendaraan serta kelas kendaraannya.

g) *Signal Control*

Fitur yang berfungsi untuk memodelkan suatu fase sinyal yang dimodelkan.

h) *Links and Connectors*

Input geometrik jaringan jalan, seperti jumlah lajur dan lebar jalan.

i) *Queue Counter*

Penghitung antrean, dihitung mulai dari titik *queue counter* ditetapkan hingga kendaraan terakhir yang masih berada dalam kondisi antrean.

j) *Vehicle Travel Time*

Penentuan titik awal pergerakan kendaraan hingga destinasi dengan jarak tertentu untuk dihitung waktu tempuhnya, kemudian bisa dihitung juga waktu tempuh saat arus lalu lintas mengalami kemacetan sehingga didapat nilai tundaan.

## k) Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan dengan menyesuaikan nilai – nilai parameter yang terdapat pada *driving behaviors* (dengan *trial and error*) untuk mendapatkan gambaran perilaku yang sesuai seperti di lapangan.

1) *Background*

Merupakan gambar peta ruas jalan yang akan disimulasikan.

## 2. Validasi

Validasi pada pemodelan lalu lintas dengan PTV VISSIM merupakan proses pengujian kesesuaian kalibrasi pada PTV VISSIM berupa perbandingan hasil dari observasi lapangan dan hasil simulasi.

Proses dapat dilakukan dengan volume lalu lintas pada pemodelan dibandingkan dengan hasil observasi lapangan menggunakan persamaan GEH (Geoffrey E. Havers) sebagai berikut :

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{(M+C)}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

M = Jumlah kendaraan yang terhitung oleh *software* PTV VISSIM.

C = Data volume arus lalu lintas pada survei lapangan.

Setelah dilakukan perhitungan nilai GEH maka ditentukan apakah data sudah cukup valid dengan penilaian seperti pada tabel 2.12. sebagai berikut :

Tabel 2. 12. Keterangan Nilai GEH.

Nilai GEH	Keterangan
< 5,0	Diterima
5,0 – 10,0	Peringatan, kemungkinan model error/data buruk
> 10,0	Ditolak

Sumber : Romadhona, dkk (2019).

### 3. Hasil Simulasi

Setelah melakukan input parameter – parameter yang dibutuhkan maka diperoleh hasil seperti:

- 1) Video hasil simulasi yang dibuat berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan.
- 2) *Evaluation Result* dalam *Nodes Result*, seperti : Panjang Antrean (*Queue*), Tundaan (*Delay*), *Level of Services (LoS)*, dan sebagainya.

## 2.7. Penelitian Terdahulu

1. Micelly C. Sompie et.al (2023) melakukan penelitian tentang “KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL (STUDI KASUS: JALAN BETHESDA – JALAN WOLTER MONGINSIDI – JALAN PIERE TENDEAN)” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
  - a. Karakteristik simpang tiga tak bersinyal di Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendea Kota Manado didapatkan volume lalu lintas tertinggi (Q) hari Senin, 28 November 2022 yaitu pada pukul 17.00 – 18.00 WITA sebesar 3870,6 skr/jam, dengan tipe simpang yaitu 324 dan memiliki kategori hambatan samping tinggi dengan total kejadian 500 899 kejadian per jam.
  - b. Analisis kinerja putaran balik (*U-Turn*) pada simpang tiga tak bersinyal di Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendea Kota Manado selama 3 hari penelitian didapat rasio *u-turn* tertinggi yaitu 1,43 di hari Senin sehingga pada simpang ini terjadi antrean pada putaran balik karena  $> 1,0$ .
  - c. Hasil analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal Jalan Bethesda – Jalan Wolter Monginsidi – Jalan Piere Tendea pada jam puncak di hari Senin, 28 November 2022 menggunakan metode PKJI 2014 diperoleh nilai (Q) sebesar 3870,6 skr/jam, nilai (C) sebesar 1879 skr/jam, nilai (DJ) sebesar 2,05, nilai (T) sebesar -8,30 dan nilai (PA) sebesar 197,81 % - 486,79%. Metode analisis menggunakan PKJI 2014 kurang akurat dalam mengidentifikasi simpang yang nilai derajat kejenuhan  $DJ > 2$  sehingga hasil tundaan yang diperoleh bernilai negatif. Hasil *output* yang diperoleh

dari PTV VISSIM setelah kalibrasi, diperoleh nilai tundaan pada simpang yaitu 93,59 det/skr dimana tingkat pelayanannya adalah F.

2. Trinoko Lutfi Saputro et.al (2018) melakukan penelitian tentang “KAJIAN SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL KARIANGAU KM. 5,5 KELURAHAN KARANG JOANG BALIKPAPAN UTARA MENGGUNAKAN PERMODELAN VISSIM MENJADI SIMPANG BERSINYAL” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
  - a. Dari hasil perhitungan dengan MKJI didapatkan nilai (Q) sebesar 5096,6 smp/jam, (DS) sebesar 2,279, (D) sebesar 1,062 det/smp, juga peluang antrean dengan rentang sebesar 252 649%. Berdasarkan hasil tersebut, direncanakan permodelan Simpang Tiga Kariangau dengan model simpang bersinyal yang diperhitungkan dengan menggunakan panduan MKJI sehingga mendapatkan nilai (Q) sebesar 1248,2 smp/jam, (C) sebesar 1527,4 smp/jam, serta (DS) sebesar 0,756. Hal tersebut membuktikan bahwa pengkajian simpang Kariangau menggunakan simpang bersinyal telah menurunkan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,523 atau sekitar 67%.
  - b. Hasil dari analisis simpang bersinyal dengan simulasi menggunakan aplikasi VISSIM 9 *student version* berupa didapatkannya permodelan lalu lintas dengan perencanaan simpang bersinyal di Kariangau sehingga dapat dilihat langsung perkiraan keefektifannya dari simpang tak bersinyal yang diubah menjadi simpang bersinyal.
  
3. Farida Juwita (2021) melakukan penelitian tentang “EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN PTV VISSIM 9.0 (STUDI KASUS JALAN AH NASUTION – JALAN WAY PANGABUAN – JALAN TANGGAMUS)” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
  - a. Hasil pengaruh hambatan terhadap kinerja arus lalu lintas, dari hasil penelitian hambatan samping tertinggi di periode Siang dengan nilai total 136,90 Skr/Jam termasuk dalam katagori Rendah, R (Daerah Pemukiman Angkutan Umum Dll), yang mengacu dan berdasarkan pada PKJI 2014.

- b. Kapasitas Persimpangan Jl. AH Nasution – Jl. Way Pangabuan – Jl. Tanggamus Kota Metro terbesar pada hari Senin, dan mendapat nilai sebesar 1777,74 Skr/Jam pada periode jam puncak lalu lintas. Hal tersebut disebabkan banyaknya aktifitas kegiatan arus lalu lintas yang melewati lokasi simpang yang diamati tersebut serta terganggu juga oleh adanya aktifitas kegiatan hambatan samping, sehingga kapasitas Persimpangan Jl. AH Nasution – Jl. Way Pangabuan – Jl. Tanggamus, Kota Metro, akan lebih besar dari jam-jam lainnya. pada waktu tertentu nilai derajat kejenuhannya melebihi nilai yang disarankan oleh PKJI 2014 maka perlu diadakan rekayasa perancangan lalu lintas. Untuk menurunkan erajat kejenuhan.
4. Firman Hermawan et.al (2020) melakukan penelitian tentang “ANALISIS DAN SIMULASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN METODE PKJI 2014 DAN VISSIM DI KABUPATEN LOMBOK BARAT (STUDI KASUS PADA SIMPANG TAK BERSINYAL GUNUNG SARI)” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
  - a. Hasil analisis kinerja simpang tak bersinyal Gunung Sari menggunakan PKJI 2014 pada kondisi eksisting menunjukkan (C) sebesar 4222 skr/jam, (DJ) sebesar 1,06 dan (T) sebesar 22,32 detik. Kondisi eksisting arus lalu lintas tidak stabil dan berpotensi terjadi kemacetan pada waktu puncak pagi
  - b. Analisis dan Simulasi *Software* VISSIM dilakukan sejumlah tiga kali percobaan sesuai dengan alternatif yang direncanakan. Pada analisis PKJI 2014, didapatkan alternatif ketiga sebagai alternatif terbaik dengan nilai (DJ) 0,78 dan (T) menjadi 13,09 detik. Tingkat pelayanan simpang dengan parameter derajat kejenuhan adalah senilai D dan tundaan senilai C. Nilai tundaan terbesar dari simulasi VISSIM senilai 36,21 detik disertai dengan panjang antrean terbesar senilai 100,98 meter pada lengan barat. Indeks *Level of Service* VISSIM senilai C.
  - c. Berdasarkan hasil analisis dan simulasi kinerja simpang tak bersinyal Gunung Sari, hasil terbaik ditunjukkan oleh alternatif ketiga, dengan memperlebar masing-masing lengan Utara dan Selatan sebesar 11 meter

diikuti lengan Timur dan Barat sebesar 9 meter diharapkan dapat menurunkan nilai tundaan, derajat kejenuhan, peluang antrean, panjang antrean dan meningkatkan tingkat pelayanan (*Level Of Service*).

5. Marwan Lubis et.al (2023) melakukan penelitian tentang “ANALISIS DAN SIMULASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN PROGRAM *MICRO SIMULATOR* PTV VISSIM (STUDI KASUS)” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
  - a. Hasil pengoperasian program PTV VISSIM di peroleh nilai derajat kejenuhan pada simpang tiga tak bersinyal didapat yaitu : pada Hari senin (DS) = 1.09, pada hari Jum’at (DS) = 0.90, pada hari sabtu (DS) = 0.39 dapat di simpulkan derajat kejenuhan tertinggi pada hari senin.
  - b. Simulasi Kinerja Simpang tak bersinyal 3 lengan Jl. Kapt. Sumarsono - Jl. Pertempuran -Jl.Veteran kondisi eksisting menggunakan program *Microsimulator* PTV VISSIM.
  
6. Rama Dwi Aryandi et.al (2014) melakukan penelitian tentang “PENGUNAAN *SOFTWARE* VISSIM UNTUK ANALISIS SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG MIROTA KAMPUS TERBAN YOGYAKARTA)” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :  
 Didapatkan nilai panjang antrean rata-rata di lapangan dan pemodelan atau simulasi menggunakan *software* Vissim yang hampir mirip, yaitu 60 m dan 61 m. Diketahui juga adanya perbedaan yang cukup jauh pada antrean maksimal dan minimum yang terjadi mangacu pada pengamatan langsung dan simulasi dengan *software* Vissim, yaitu 76 m dan 64 m untuk antrean maksimal dan 39 m dan 51 m untuk antrean minimum. Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan pada penyebaran antrean antara realita di lapangan dengan simulasi pada Vissim; Fungsi sebaran dalam Vissim ada dua, yaitu Wiedemann 74 dan Wiedemann 99. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan Wiedemann 74. Parameter sebaran kendaraan yang ada pada Wiedemann 74 adalah *average standstill distance*, yaitu jarak antara kendaraan – kendaraan berhenti yang diinginkan serta *additive part of desired safety distance and*

*multiplic*, yaitu berupa nilai jarak aman tambahan antar kendaraan yang sedang berhenti.

7. Komang Damarasena et.al (2023) melakukan penelitian tentang “ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL MENGGUNAKAN APLIKASI PTV VISSIM (STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT DESA BENGKEL, KECAMATAN LABUAPI, KABUPATEN LOMBOK BARAT)” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
  - a. Kinerja kondisi eksisting yang didapat yaitu tingkat pelayanan E sesuai dengan standar PM No.96 Tahun 2015, nilai tundaan (D) rata-rata 53,905 detik/kend, panjang antrean (QL) rata-rata 39,134 m, emisi karbon monoksida (CO) rata-rata 161,956 gram, dan konsumsi bensin rata-rata 8,765 liter.
  - b. Peningkatan kinerja Simpang Tak Bersinyal Bengkel pada kondisi eksisting dibuat 4 alternatif yaitu alternatif 1 perencanaan 4 fase, alternatif 2 perencanaan 3 fase, alternatif 3 perencanaan 2 fase, dan alternatif 4 pelebaran jalan tanpa APILL. Dari 4 alternatif tersebut alternatif 4 yang terbaik dengan tingkat pelayanan D sesuai dengan standar PM No.96 Tahun 2015, dengan nilai tundaan (D) rata-rata detik/kend, panjang antrean (QL) rata rata 12,767 m, emisi karbon monoksida (CO) rata-rata 125,596 gram dan konsumsi bensin rata-rata 6,801 liter. Alternatif pelebaran jalan menjadi solusi karena panjang antrean dan tundaan lebih baik dari pada kondisi eksisting tetapi memiliki kelemahan dikonflik area yang semakin besar dibandingkan dengan kondisi eksisting.
  
8. Endang Kusnandar (2019) melakukan penelitian tentang “ANALISIS ARUS LALU LINTAS DI SIMPANG TAK BERSINYAL (Studi Kasus : Simpang Jalan Raden Gunawan – Jalan Ganjaran – Jalan Terusan Teuku Imam Bonjol di Negeri Sakti Kabupaten Pesawaran)” dengan kesimpulan yang dapat diambil yaitu :
  - a. Dari hasil pengamatan di lapangan didapatkan jam puncak pada simpang tak bersinyal di Kecamatan Negeri Sakti Pekon Kurungan Nyawa Kabupaten Pesawaran terjadi pada hari Sabtu, 02 Februari 2019 pukul

16.30-17.30 dengan jumlah volume lalu lintas dari arah Terusan Imam Bonjol lurus ke Jalan Ganjaran sebesar 725.6 smp/jam

- b. Hasil analisis kinerja simpang eksisting menunjukkan bahwa derajat kejenuhan simpang tak bersinyal di Kecamatan Negeri Sakti Pekon Kurungan Nyawa Kabupaten Pesawaran sebesar 0.62 dan tidak lebih dari batas yang diterima 0.85.
- c. Hasil evaluasi dengan metode MKJI menunjukkan hubungan antara kapasitas dan perilaku lalu lintas pada kondisi tertentu di simpang tak bersinyal tiga lengan di Kecamatan Negeri Sakti Pekon Kurungan Nyawa Kabupaten Pesawaran memiliki rentang peluang antrean menjadi 18-36% terhadap derajat kejenuhan.
- d. Hasil pengamatan di lapangan didapatkan tingkat manuver tertinggi pada jam puncak pada tiga hari tersebut terjadi pada hari Sabtu, 02 Februari 2019 pada sore hari sebesar 15.8 detik pada kendaraan ringan, 20.9 detik pada kendaraan ringan dan 13.1 detik pada sepeda motor.



### III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah – langkah pelaksanaan penelitian yang disusun secara sistematis. Pada penelitian analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal yang dilakukan yang berada pada Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I yang dipilih sebagai titik pelaksanaan dimana secara visual terlihat padat bahkan mengalami kemacetan pada jam – jam sibuk.

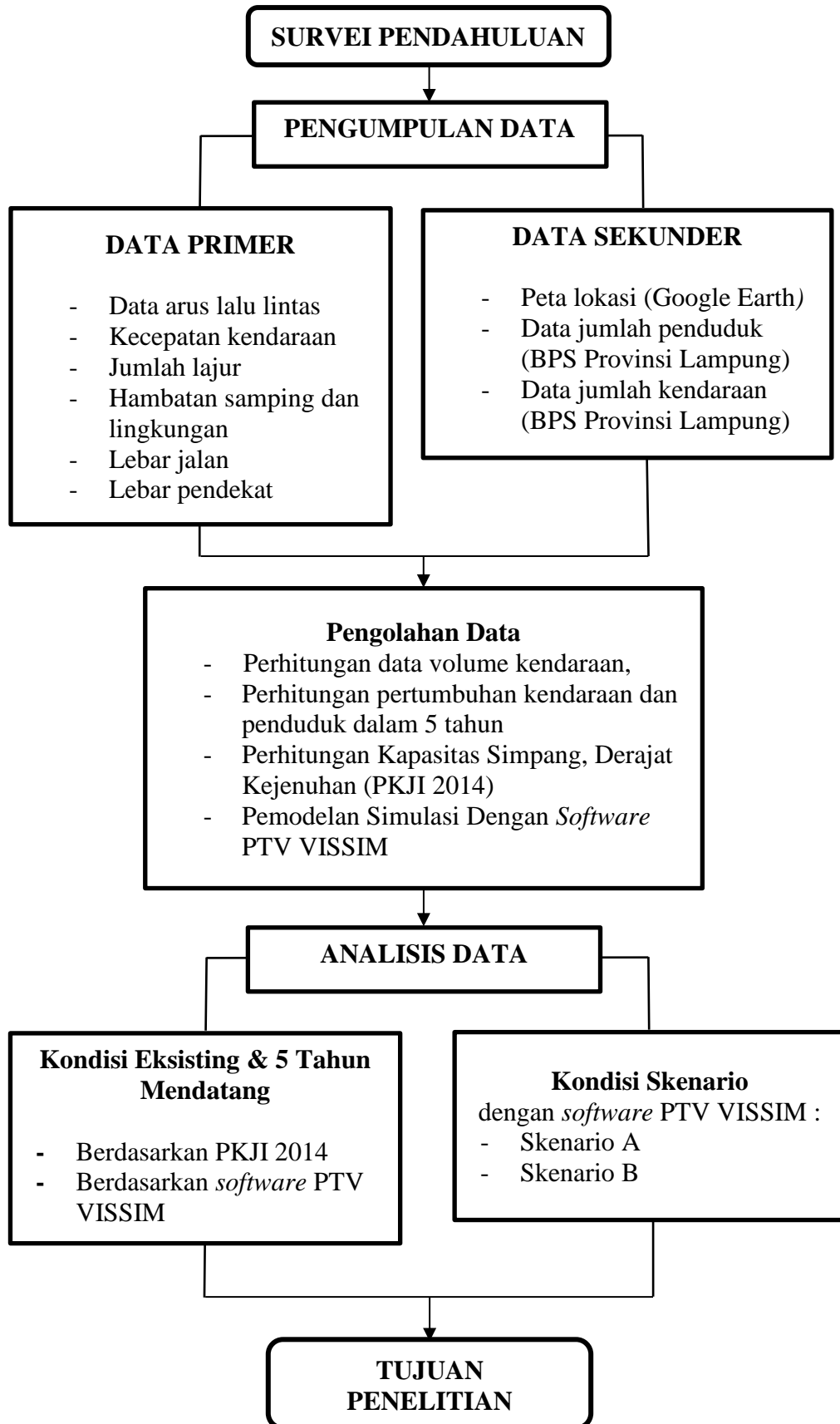
Berikut merupakan lokasi penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1.



Sumber : *Google Earth*, 2023

Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian.

Berikut metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini secara singkat dapat dilihat pada Gambar 3.2. sebagai diagram alir penelitian.



Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian.

### 3.1. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan perlu dilakukan untuk mengamati lokasi penelitian, mencari informasi mengenai kondisi lapangan dan menentukan titik untuk proses pengamatan. Tujuan survei pendahuluan sebagai berikut :

1. Menentukan titik pengamatan dalam pelaksanaan survei lalu lintas.
2. Melakukan observasi pada kondisi lingkungan simpang.

Kondisi lalu lintas yang ditinjau saat survei pendahuluan yaitu pada hari Selasa, 21 November 2023 pukul 17.00 WIB yang merupakan kondisi persimpangan pada saat jam sibuk. Berikut merupakan kondisi persimpangan pada survei pendahuluan :



Gambar 3. 3. Kondisi dari Jalan Raden Gunawan I.



Gambar 3. 4. Kondisi dari Jalan Imam Bonjol (dari Gedong Tataan).



Gambar 3. 5. Kondisi dari Jalan Imam Bonjol (dari Kemiling).

### 1. Kondisi Persimpangan

Pada saat pelaksanaan survei, kondisi persimpangan lalu lintas lapangan terlihat cukup padat, karena merupakan jam sibuk kerja dan sekolah. Selain itu, hal yang mengakibatkan kepadatan lalu lintas terjadi karena konflik lalu lintas pada persimpangan.

### 2. Kondisi Ruas Jalan Imam Bonjol (Timur)

Pada saat pelaksanaan survei lapangan, kondisi ruas Jalan Imam Bonjol (Timur) nampak padat dimana terdapat antrean kendaraan yang didominasi oleh kendaraan roda 4 dan roda 2.

### 3. Kondisi Ruas Jalan Raden Gunawan I

Pada saat pelaksanaan survei lapangan, kondisi ruas Jalan Lintas terdapat antrean kendaraan yang didominasi oleh kendaraan besar seperti truk.

### 4. Kondisi Ruas Jalan Imam Bonjol (Barat)

Pada saat pelaksanaan survei lapangan, kondisi ruas Jalan Imam Bonjol (Barat) terdapat antrean kendaraan yang didominasi oleh kendaraan roda 4 dan roda 2. Selain itu terdapat kendaraan yang berhenti disebelah kiri bagian jalan yang mengakibatkan kendaraan yang akan belok kiri mengalami tundaan dan menyebabkan antrean kendaraan.

### 5. Kondisi Lingkungan

Terdapat hambatan yang berasal dari padatnya kendaraan serta perpotongan dari kendaraan yang berasal dari ketiga arah persimpangan.

## **3.2. Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini dibutuhkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan melakukan survei langsung di lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari media maupun instansi pemerintah. Berikut penjabaran pengumpulan data primer dan data sekunder :

## 1. Data Primer

Data didapatkan dari survei langsung di lapangan. Berikut data primer yang diperlukan pada penelitian ini :

- a) Data arus lalu lintas
- b) Kecepatan kendaraan
- c) Jumlah lajur
- d) Hambatan samping dan lingkungan
- e) Lebar jalan
- f) Lebar pendekat

## 2. Data Sekunder

Data yang diambil dari media maupun instansi pemerintah sebagai berikut :

- a) Gambaran peta lokasi penelitian dari Google Earth.
- b) Data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung.
- c) Data Jumlah kendaraan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung.

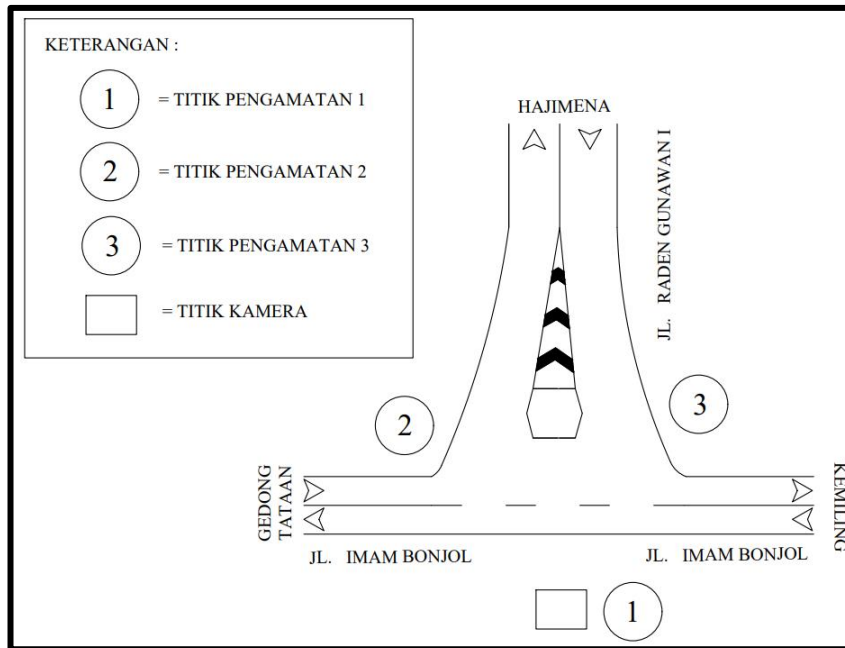
Dalam pengumpulan data terdapat beberapa langkah, antara lain :

### 1. Pengambilan Data Primer

Dilakukan penentuan titik, waktu, dan alat yang diperlukan untuk pengambilan data pada lokasi penelitian. Diperlukan 6 surveyor di titik yang telah ditentukan, yaitu:

- 1) Titik 1 pada ruas Jalan Imam Bonjol (Timur) dengan arus lalu lintas menuju Jalan Imam Bonjol (Barat) dan Jalan Raden Gunawan I.
- 2) Titik 2 pada ruas Jalan Imam Bonjol (Barat) dengan arus lalu lintas menuju Jalan Imam Bonjol (Timur) dan Jalan Raden Gunawan I.
- 3) Titik 3 pada ruas Jalan Raden Gunawan I dengan arus lalu lintas menuju Jalan Imam Bonjol (Timur) dan Jalan Imam Bonjol (Barat).

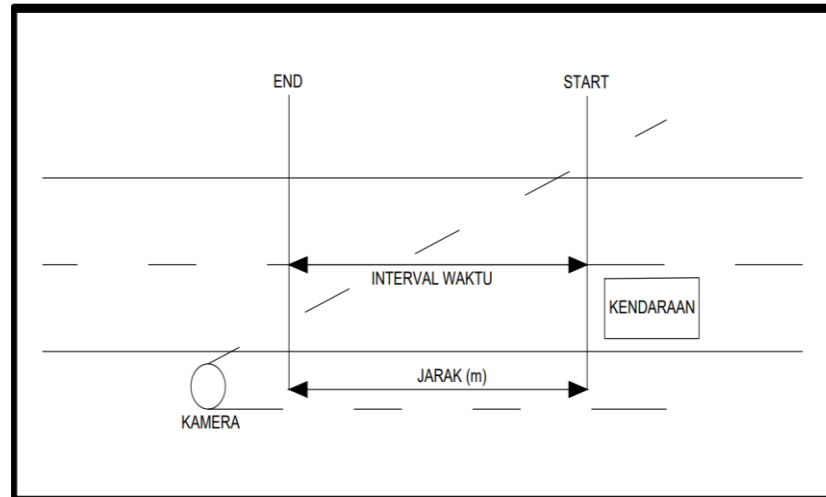
Titik – titik pengamatan dan titik kamera ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6. Titik Pengamatan Lokasi Penelitian.

Pada pelaksanaannya proses ini dilakukan selama 3 hari, yaitu hari Senin, Jumat, dan Sabtu pukul 06.30 WIB - 08.30 WIB untuk pagi hari, serta pukul 15.45 WIB – 17.45 WIB untuk sore hari. Pelaksanaan survei dilakukan selama 3 hari pada senin, jumat, dan sabtu didasari penelitian sebelumnya oleh Endang Kusnandar (2019) terkait volume arus lalu lintas di simpang tiga tugu coklat. Hal tersebut menjadi dasar penulis dalam menentukan hari dan jam pengambilan data arus lalu lintas. Pengambilan dilakukan selama 3 hari dengan 2 hari kerja dan 1 hari libur sebagai pembandingan yang diharapkan data mewakili keseluruhan arus lalu lintas pada simpang.

Setelah didapat jam puncak lalu lintas dilakukan pengukuran kecepatan kendaraan di hari lain pada jam puncak dengan membandingkan jarak dan waktu tempuh kendaraan (*spot speed*). Adapun skema pengambilan data kecepatan sebagai berikut :



Gambar 3. 7. Skema Pengambilan Data Kecepatan Kendaraan.

Untuk memudahkan pengumpulan data pada penelitian ini, maka dibuatlah formulir survei arus lalu lintas kendaraan untuk mencatat secara lengkap dan jelas yang nantinya akan diisi oleh surveyor dan dikoreksi dengan video yang direkam menggunakan kamera handphone pada titik pengamatan selama pelaksanaan survei. Adapun formulir survei yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 3.8. dibawah ini :

Waktu	KR		KBM		BB		TB		SM		KTB		TOTAL
	LURUS	KANAN	LURUS	KANAN	LURUS	KANAN	LURUS	KANAN	LURUS	KANAN	LURUS	KANAN	
06.30 - 06.45													
06.45 - 07.00													
07.00 - 07.15													
07.15 - 07.30													
07.30 - 07.45													
07.45 - 08.00													
08.00 - 08.15													
08.15 - 08.30													
Total tiap arah													
Kumulatif													
15.45 - 16.00													
16.00 - 16.15													
16.15 - 16.30													
16.30 - 16.45													
16.45 - 17.00													
17.00 - 17.15													
17.15 - 17.30													
17.30 - 17.45													
Total tiap arah													
Kumulatif													

Gambar 3. 8. Formulir Survei Arus Lalu Lintas Simpang Tiga

Berdasar pada proses pengumpulan data yang telah ditentukan, maka dibutuhkan alat sebagai berikut :

- 1) *Roll meter*, digunakan untuk mengukur lebar jalan dan lebar pendekat pada persimpangan (data geometrik).
- 2) Alat tulis, digunakan untuk mencatat data survei di lapangan secara manual.
- 3) Perangkat komputer, digunakan untuk melakukan pengolahan data (*software* PTV VISSIM dan Ms. Excel).
- 4) *Stopwatch*, digunakan untuk mengukur waktu pada pelaksanaan survei.
- 5) Kamera *handphone*, digunakan untuk merekam keadaan ruas jalan pada pelaksanaan survei.

### **3.3. Pengolahan Data**

Seluruh data yang diperoleh selama pengumpulan data selanjutnya diolah untuk mendapat hasil dari penelitian. Proses pengolahan dijabarkan sebagai berikut :

#### **1. Perhitungan Volume Kendaraan, Pertumbuhan Penduduk dan Kendaraan**

##### **a. Perhitungan Volume Kendaraan**

Perhitungan dilakukan menggunakan Ms. Excel menggunakan data dari survei di lapangan dengan mengambil volume kendaraan pada jam puncak tertinggi dari seluruh hasil survei lalu lintas. Pada tahap ini dilakukan perhitungan terhadap jumlah total pada tiap arah dan sesuai klasifikasinya, selanjutnya dilakukan tiap data dikalikan dengan ekuivalensinya sesuai dengan PKJI 2014 untuk mengkonversi satuan kendaraan/jam menjadi satuan kendaraan ringan/jam.

##### **b. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk dan Kendaraan dalam 5 Tahun Mendatang**

Perhitungan dilakukan dengan Ms. Excel untuk mendapatkan nilai pertumbuhan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan dalam 5 tahun mendatang berdasar data yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Pesawaran. Nilai yang nantinya akan digunakan berupa jumlah penduduk dan kendaraan dalam 5 tahun kedepan beserta rasio pertumbuhannya. Jumlah penduduk digunakan untuk menentukan faktor koreksi pada kapasitas simpang. Untuk rasio pertumbuhan kendaraan akan digunakan untuk memperkirakan volume kendaraan dalam 5 tahun mendatang.



Berikut merupakan rumus pertumbuhan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada persamaan (7) dan (8) :

$$P_t = P_0 (1 + r)^t \dots\dots\dots(7)$$

atau

$$r = (P_t/P_0)^{1/t} - 1 \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

$P_t$  = Jumlah Kendaraan pada tahun t

$P_0$  = Jumlah Kendaraan pada tahun dasar

t = Jangka waktu

r = Laju pertumbuhan kendaraan

## 2. Perhitungan Kapasitas Simpang (C) dan Derajat Kejenuhan (Dj)

### a. Perhitungan Kapasitas Simpang (C)

Perhitungan Kapasitas Simpang (C) dilakukan berdasar pada PKJI 2014 dengan persamaan sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{Rmi} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

C = Kapasitas simpang (Skr/jam).

$C_0$  = Kapasitas dasar simpang (Skr/jam).

$F_{LP}$  = Faktor koreksi lebar rata rata pendekat.

$F_M$  = Faktor koreksi tipe median.

$F_{UK}$  = Faktor koreksi ukuran kota.

$F_{HS}$  = Faktor koreksi hambatan samping.

$F_{BK_i}$  = Faktor koreksi rasio arus belok kiri.

$F_{BK_a}$  = Faktor koreksi rasio arus belok kanan.

$F_{Rmi}$  = Faktor koreksi dari jalan minor.

Perhitungan kapasitas dilakukan pada kondisi eksisting dan perkiraan 5 tahun mendatang untuk melihat perbedaan nilai kedua kondisi tersebut.

### b. Perhitungan Derajat Kejenuhan (Dj)

Perhitungan Derajat Kejenuhan (Dj) dilakukan sesuai dengan PKJI 2014 dengan cara membagi nilai volume arus lalu lintas (jam puncak tertinggi dari hasil survei dan perkiraan 5 tahun mendatang) dengan nilai kapasitas simpang. Perhitungan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$D_j = \frac{q}{c} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

Dj = Derajat kejenuhan

q = Semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk kedalam simpang dengan satuan Skr/jam

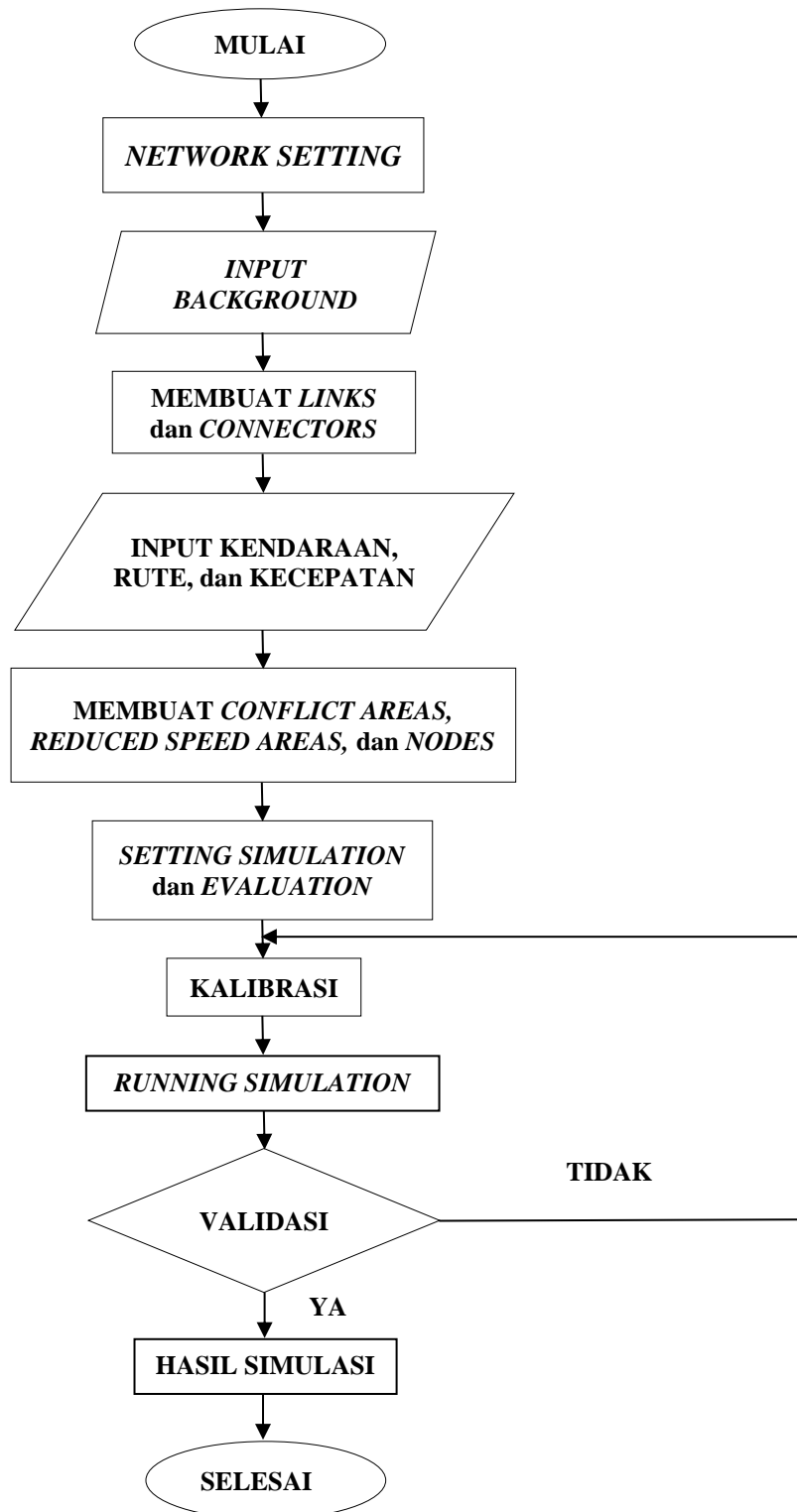
C = Kapasitas simpang (Skr/jam)

Hasil dari perhitungan Derajat Kejenuhan (Dj) dapat digunakan dalam menentukan Tingkat Pelayanan Jalan (*Level of Service (LoS)*) sesuai dengan PM No.96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Hasil perhitungan yang digunakan merupakan nilai Derajat Kejenuhan (Dj) pada kondisi eksisting dan perkiraan 5 tahun mendatang yang kemudian akan dibandingkan perbedaan nilai dari kedua kondisi tersebut.

Selanjutnya akan dilakukan pengolahan dengan memodelkan simulasi simpang pada *software* PTV VISSIM. Hasil pada kondisi eksisting dan perkiraan 5 tahun mendatang dari simulasi akan dilihat perbedaannya dengan hasil perhitungan PKJI 2014 untuk Tingkat Pelayanan (*Level of Service (LoS)*).

### 3. Simulasi lalu lintas pada *software* PTV VISSIM

Selanjutnya dilakukanlah pemodelan dan simulasi lalu lintas pada simpang dengan *software* PTV VISSIM untuk melihat kinerja pada simpang. Dilakukan input data yang didapat dari lapangan pada *software* tersebut. Berikut merupakan diagram pemodelan simulasi lalu lintas menggunakan *software* PTV VISSIM pada gambar 3.9. :



Gambar 3. 9. Diagram Pemodelan *Software* PTV VISSIM.

Dari diagram diatas dapat dijabarkan proses pemodelan simulasi lalu lintas dengan *software* PTV VISSIM sebagai berikut :

a. *Network Setting*

Saat memulai pemodelan dengan *software* PTV VISSIM dilakukan *Network Setting* untuk menyesuaikan keadaan dan kebutuhan pada simulasi.

b. *Input Background*

tahapan dilanjutkan *Input Background* dari Google Earth yang selanjutnya dilakukan penyesuaian skala untuk membantu proses pekerjaan.

c. *Links dan Connector*

Setelah dilakukan *input background* gambar lokasi simpang dan menyesuaikan skalanya dilanjutkan dengan membentuk *Links* dan *Connectors* sesuai dengan data dari survei di lapangan.

d. Input kendaraan, rute, dan kecepatan pada *software* PTV VISSIM.

Menginput data seperti jenis kendaraan, komposisi kendaraan, arah lalu lintas, dan kecepatan kendaraan.

e. *Conflict Areas* dan *Reduced Speed Areas*

Setelah input dari *Links* hingga kecepatan, dilakukan pembuatan titik konflik dan daerah penurunan kecepatan agar tidak terjadi kesalahan pada simulasi. Tahap ini dilakukan di dalam daerah persimpangan (*Connectors*).

f. *Setting Simulation* dan *Evaluation*.

Setelah melakukan input dan pengaturan simulasi selanjutnya diaturlah parameter pada *Simulation Parameter* untuk disesuaikan dengan batasan dan kebutuhan. Berikutnya lakukan *setting* pada *Configuration* dan memilih hasil yang akan ditampilkan.

g. Kalibrasi

Tahap berikutnya menyesuaikan kondisi pada simulasi dengan kondisi di lapangan. Untuk mendapatkan simulasi yang sesuai kondisi lapangan diperlukan kalibrasi seperti mengatur *Driving Behavior*.

#### h. *Running Simulation*

Setelah semua selesai dilakukan *Running Simulation* untuk menjalankan simulasi pada *software* PTV VISSIM.

#### i. Validasi

Selanjutnya dilakukan validasi pada hasil simulasi. Validasi menggunakan persamaan GEH (Geoffey E. Havers) dengan dibandingkan antara hasil simulasi dengan hasil survei di lapangan. Data yang dibandingkan berupa volume lalu lintas pada simulasi dan volume lalu lintas pada survei lapangan. Rumus yang digunakan untuk melakukan uji GEH terdapat pada persamaan (6).

#### j. Hasil simulasi pada *software* PTV VISSIM

Hasil dari simulasi *software* PTV VISSIM yang akan dianalisis berupa Tingkat Pelayanan Jalan (*Level of Service (LoS)*), Tundaan (*Delay*) dan Panjang Antrean (*Queue*). Hasil diambil dari *Nodes Result* yang merupakan kinerja pada simpang.

### 3.4. Analisis Data

Pada tahapan analisis data, hasil dari perhitungan dengan PKJI 2014 data dan juga hasil simulasi dari *software* PTV VISSIM di persimpangan Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I yang merupakan simpang tiga tak bersinyal dianalisis untuk mengetahui kondisi kinerja pada persimpangan tersebut. Analisis data dilakukan sebagai berikut :

#### 1. Kondisi Eksisting

Dilakukan analisis terhadap nilai Kapasitas Simpang (C) dan Derajat Kejenuhan (Dj) dengan PKJI 2014 untuk melihat Tingkat Pelayanan. Pada *software* PTV VISSIM dilakukan simulasi lalu lintas yang mempunyai *output* seperti *Level of Service (LoS)* atau Tingkat Pelayanan, Panjang Antrean (*Queue*), dan Tundaan (*Delay*).

## 2. Kondisi 5 Tahun Mendatang

Dilakukan analisis terhadap hasil perhitungan Kapasitas Simpang (C) dan Derajat Kejenuhan (Dj) dengan PKJI 2014 untuk melihat Tingkat Pelayanan Jalan pada 5 tahun mendatang. Pada *software* PTV VISSIM yang mempunyai *output* yaitu *Level of Service (LoS)*, Panjang Antrean (*Queue*), dan Tundaan (*Delay*). Hasil dari kondisi 5 tahun mendatang disandingkan dengan kondisi eksisting.

## 3. Kondisi Skenario

Dilakukan analisis terhadap *output* dari *software* PTV VISSIM dengan kondisi eksisting yang telah diubah dengan skenario yang telah ditentukan. Terdapat 3 skenario sebagai berikut :

- a. Skenario A dengan melakukan pengalihan arah lalu lintas pada jam sibuk dari Jl. Imam Bonjol (Dari Gedong Tataan menuju Kemiling) dialihkan menuju Jl. Raden Gunawan I untuk mengurangi konflik serta memasang pembatas jalan sepanjang 100 meter dari simpang untuk mencegah putar balik yang menimbulkan kemacetan di area simpang.
- b. Skenario B dengan melakukan perubahan geometri pada jalan mayor dengan mengubah tipe jalan dari 2/2TT menjadi 4/2TT dan menambahkan pulau (untuk memudahkan kendaraan keluar dan masuk pada jalan minor) untuk meningkatkan kemampuan simpang melayani volume lalu lintas pada simpang.

Hasil *output* pada *software* PTV VISSIM di kondisi eksisting disandingkan dengan kondisi 5 tahun mendatang untuk melihat terjadi peningkatan atau tidaknya. Kemudian kondisi 5 tahun mendatang disandingkan pada kondisi skenario (A dan B). Selanjutnya dianalisis apakah terjadi peningkatan kinerja terhadap kondisi simpang. Selanjutnya dilihat di kondisi mana kinerja jalan paling baik dari perbandingan Tingkat Pelayanan (*Level of Service (LoS)*), Panjang Antrean (*Queue Length*), dan Tundaan (*Delay*).

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengolahan dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja lalu lintas pada simpang tiga tak bersinyal Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I dari hasil simulasi menggunakan *software* PTV VISSIM pada kondisi eksisting didapatkan nilai Panjang Antrean (*QLen*) yang terjadi pada simpang sebesar 28,39 m, Panjang Antrean Maksimum (*QLenMax*) sebesar 233,85 m, serta Tundaan (*Delay*) sebesar 47,64 detik/kendaraan. Terjadi peningkatan dalam 5 tahun kedepan dengan nilai Panjang Antrean (*QLen*) yang terjadi pada simpang sebesar 36,04 m, Panjang Antrean Maksimum (*QLenMax*) 331,91 m, serta Tundaan (*Delay*) sebesar 49,48 detik/kendaraan.
2. Pada kinerja simpang tiga tak bersinyal Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I didapatkan Tingkat Pelayanan Jalan F pada kondisi eksisting dan perkiraan 5 tahun mendatang dengan metode PKJI 2014, sedangkan pada hasil simulasi dari *software* PTV VISSIM didapat Tingkat Pelayanan Jalan E pada kondisi eksisting dan perkiraan 5 tahun mendatang.
3. Dari hasil simulasi dengan *software* PTV VISSIM dilakukan 2 skenario sebagai rekomendasi solusi. Hasil simulasi dari skenario tersebut adalah skenario A menghasilkan Tingkat pelayanan C dengan melakukan pengalihan arus pada jam sibuk serta penambahan pembatas jalan pada jalan minor (Jl. Raden Gunawan I) dan skenario B menghasilkan Tingkat pelayanan B dengan melakukan perubahan geometri pada simpang. Skenario ini dapat digunakan untuk 5 tahun mendatang.

4. Dari skenario B didapatkan pengaruh paling besar dari skenario yang disimulasikan pada kinerja simpang tiga tak bersinyal dengan melakukan perubahan geometri berupa perubahan jalan mayor (Jl. Imam Bonjol) dari tipe 2/2TT menjadi 4/2TT dengan lebar 3,5 meter pada tiap lajunya disertakan penambahan pulau untuk memudahkan kendaraan keluar masuk pada jalan minor (Jl. Raden Gunawan I). Tingkat Pelayanan (*Level of Service (LoS)*) yang didapat adalah B. Skenario ini memiliki nilai Panjang Antrean (*QLen*) sebesar 1,80 m, Panjang Antrean Maksimum (*QLenMax*) sebesar 29,69 m, serta pada Tundaan (*Delay*) didapat nilai sebesar 7,13 detik/kendaraan.

## 5.2. Saran

Dari kesimpulan diatas saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian pada simpang tiga tak bersinyal Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I menggunakan *software* PTV VISSIM yaitu :

1. Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian adalah diperlukannya perbaikan dari manajemen rekayasa lalu lintas ataupun perubahan geometri di sekitar simpang untuk meningkatkan Tingkat Pelayanan pada simpang.
2. Pada jam sibuk diperlukan bantuan petugas berwenang untuk membantu mengatur arus lalu lintas pada simpang tiga tak bersinyal Jalan Imam Bonjol – Jalan Raden Gunawan I untuk menghindari kendaraan yang sembarang masuk pada simpang dan membuat kemacetan.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mencoba metode lainnya dalam menganalisis kinerja simpang agar dapat dijadikan sebagai pembanding.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aryandi, R. D., & Munawar, A. (2014). Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). *FSTPT International Symposium*. 2(1), 338-347.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. (2021). *Provinsi Lampung dalam Angka Tahun 2021*. BPS Provinsi Lampung. Lampung.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. (2023). *Provinsi Lampung dalam Angka Tahun 2023*. BPS Provinsi Lampung. Lampung.
- Damarasena, K. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Aplikasi PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Empat Desa Bengkel, Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat). *Jurnal Spektrum Sipil*. 12(3), 67-82.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2014). *Kapasitas Simpang Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Efendi, S. (2020). *Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Empat Bengkel Labuapi Lombok Barat)*. Skripsi. Universitas Muhamadiyah Mataram.
- Endang, K. (2019). *Analisis Arus Lalu Lintas di Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jalan Raden Gunawan – Jalan Ganjaran – Jalan Terusan Teuku Imam Bonjol di Negeri Sakti Kabupaten Pesawaran)*. Tesis. Universitas Bandar Lampung.
- Fauzan, M. R., Defiana, Y., & Hartati, G. (2023). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dengan Menggunakan Software PTV VISSIM (Studi Kasus Simpang Perempatan Ciawi Bogor). *Jurnal MITEKS*. 1(1), 14-23.
- Hariani, M. L., & Firdaus, A. F. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Jalan Jend. Sudirman - Jalan Raya Babakan Madang, Kab. Bogor. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*. 10(2), 67-72.

- Hermawan, F. (2020). Analisis dan Simulasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 dan VISSIM di Kabupaten Lombok Barat (Studi Kasus pada Simpang Tak Bersinyal Gunung Sari). *Jurnal Spektrum Sipil*. 22(3), 76-82.
- Juwita, F. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PTV VISSIM 9.0 (Studi Kasus Jalan AH Nasution–Jalan Way Pangabuan–Jalan Tanggamus). *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*. 6(1), 43-50.
- Lubis, M., & Batubara, F. H. (2023). Analisis dan Simulasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Program Micro Simulator PTV VISSIM (Studi Kasus). *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*. 2(1), 85-95.
- Menteri Perhubungan RI, (2015). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu lintas. Jakarta.
- Romadhona, P. J., Ikhsan., T. N., & Prasetyo, D. (2019). *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas PTV VISSIM 9.0*. UII Press. Yogyakarta.
- Saputro, T. L., Putri, A. P., Suryaningsih, A., Putri, Z. S., & Salahuddin, M. (2018). Kajian Simpang Tiga Tak Bersinyal Kariangau Km. 5,5 Kelurahan Karang Joang Balikpapan Utara Menggunakan Permodelan Vissim Menjadi Simpang Bersinyal. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*. 6(1), 36-43.
- Simanjuntak, J. O., Simanjuntak, N., I., & Harefa, O. I. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jl. Deli Tua Pamah – Jl. Besar Deli Tua, Sumatera Utara). *Jurnal Teknik Sipil*. 1(2), 24 – 37.
- Sompie, M. C., Rumayar, A. L., & Pandey, S. V. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Bethesda–Jalan Wolter Monginsidi–Jalan Piere Tendean). *TEKNO*. 21(84), 693-705.
- Rivaldy, I. R., & Astutik, H. P. (2022). Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Pasar Ngasem (Studi Kasus: Jalan Polowijan–Jalan Ngasem Kraton, Kota Yogyakarta). *EQUILIB*. 3(1), 65-76.
- Tamin, O., Z. (2008). Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Tanggara, M. A. P., Agustin, I. W., & Hariyani, S. (2021). Kinerja Jalan di Kota Surabaya Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*. 10(3), 119-128.