

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA  
SIMPANG KECAPAN KOTA PROBOLINGGO**

**Skripsi**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Sarjana Terapan  
Transportasi Darat

Guna Memperoleh Sebutan Sarjana Sains Terapan



**PTDI STTD**  
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

Diajukan Oleh:

**ALDIAN ANAS**

**NOTAR: 18.01.019**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT  
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD  
BEKASI  
2022**



**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA  
SIMPANG KECAPAN KOTA PROBOLINGGO**

**Skripsi**

Diajukan Oleh:

**ALDIAN ANAS**

**NOTAR: 18.01.019**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT  
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD  
BEKASI  
2022**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG KECAPAN  
KOTA PROBOLINGGO**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**ALDIAN ANAS**  
**NOTAR 18.01.019**

Telah Disetujui Oleh :

**PEMBIMBING I**

  
**R. CAESARIO BOING R., S.SiT, MT**  
**NIP. 19880330 201012 1 006**

Tanggal : 10 AGUSTUS 2022

**PEMBIMBING II**

  
**AGUS SEMBODO, M.Sc**  
**NIP: 19871002 201012 1 004**

Tanggal : 10 AGUSTUS 2022

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA  
SIMPANG KECAPAN KOTA PROBOLINGGO**

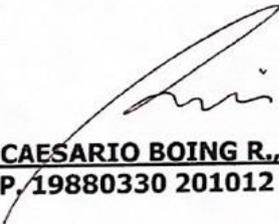
Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan  
Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat

Oleh:

**ALDIAN ANAS**  
**NOTAR 18.01.019**

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI  
PADA TANGGAL 10 AGUSTUS 2022  
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

**PEMBIMBING I**

  
**R. CAESARIO BOING R., S.SiT, MT**  
**NIP. 19880330 201012 1 006**

**Tanggal : 10 Agustus 2022**

**PEMBIMBING II**

  
**AGUS SEMBODO, M.Sc**  
**NIP. 19871002 201012 1 004**

**Tanggal : 10 Agustus 2022**

**JURUSAN SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT  
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD  
BEKASI, 2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG KECAPAN**

**KOTA PROBOLINGGO**

**ALDIAN ANAS**

**18.01.019**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat

**Pada Tanggal: 10 AGUSTUS 2022**

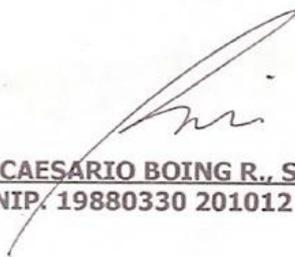
**DEWAN PENGUJI**



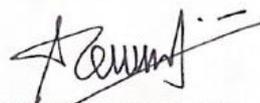
**YUANDA PATRIA TAMA, S.ST, MT**  
NIP. 19871103 201012 1 005



**PANJI PASA PRATAMA, MT**  
NIP. 19890413 201902 1 003

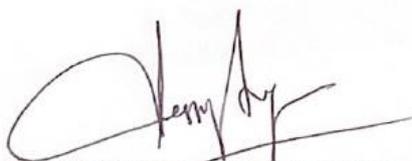


**R. CAESARIO BOING R., S.SiT, MT**  
NIP. 19880330 201012 1 006



**AGUS SEMBODO, M.Sc**  
NIP. 19871002 201012 1 004

MENGETAHUI,  
KETUA PROGRAM STUDI  
SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT



**DESSY ANGGA AFRIANTI, M.Sc, MT**  
NIP. 19880101 200912 2 002

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : ALDIAN ANAS**

**Notar : 18.01.019**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 10 AGUSTUS 2022**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALDIAN ANAS  
Notar : 18.01.019  
Program Studi : Sarjana Terapan Transportasi Darat  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**"ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG KECAPAN KOTA PROBOLINGGO"**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi  
Pada Tanggal : 10 Agustus 2022

Yang Menyatakan



ALDIAN ANAS

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah segala puji penulis panjatkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul "Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Kecapan Kota Probolinggo". Proposal skripsi ini diajukan dalam rangka menyelesaikan Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah berjasa dan berperan penting dalam penyusunan proposal skripsi ini

1. Bapak Ahmad Yani, A.TD,MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia -STTD beserta staff dan jajarannya;
2. Ibu Dessy Angga Afrianti, M.Sc.,M.T selaku Kepala Jurusan Program Stdui Sarjana Terapan Transportasi Darat;
3. Bapak R. Caesario Boing R. S.SiT, MT selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini;
4. Bapak Agus Sembodo, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini;
5. Kepala Dinas Perhubungan Kota Probolinggo beserta staff dan jajarannya yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan;
6. Kedua orang tua dan orang terdekat yang selalu memberi dukungan penuh;
7. Rekan-rekan Angkatan 40 yang selalu membantu dan memberi semangat

Penulis menyadari proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak ditemukan kesalahan. Namun penulis tetap berharap proposal skripsi ini akan memberikan manfaat bagi para pembaca. Demi kemajuan dalam proposal skripsi ini, penulis juga mengharapkan adanya masukan berupa kritikan dan saran yang berguna. Terima Kasih

## **ABSTRAKSI**

### **ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG KECAPAN**

#### **KOTA PROBOLINGGO**

#### **OLEH: ALDIAN ANAS**

#### **NOTAR: 18.01.019**

Simpang Kecapan merupakan simpang yang terdapat pada Kota Probolinggo, dimana simpang ini memiliki 4 pendekat. Untuk pendekat utara merupakan Jl. Praj Siaman, pada pendekat Selatan merupakan Jl. KH Abdul Hamid, pada pendekat timur merupakan Jl. Pahlawan 1, dan pendekat barat merupakan Jl. Pahlawan 2. Pada Simpang Kecapan ini terdapat hambatan samping yang tinggi pada pendekat utara nya, maka dilakukan analisis merubah waktu siklus dan pengurangan hambatan samping guna untuk meningkatkan kinerja dari Simpang Kecapan agar menjadi lebih baik lagi. Selain itu analisis ini juga menganalisis fasilitas pejalan kaki pada simpang dan juga menganalisis emisi gas buang kendaraan setelah dilakukannya peningkatan kinerja pada simpang.

Pengumpulan data dan pengolahan data survey dilakukan melalui survey inventarisasi simpang, survey gerakan membelok pada simpang, survey kecepatan, survey antrian dan tundaan, dan survey pejalan kaki. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* vissim, dengan tahapan pembangunan model, kalibrasi terhadap parameter perilaku pengemudi dan terakhir melakukan validasi dengan menggunakan uji statistik.

Hasil dari analisis menunjukkan bahwa peningkatan kinerja pada simpang terkait antrian dan tundaan pada simpang pada kondisi eksisting antrian terpanjang yaitu 49meter menjadi 27 meter, tundaan rata-rata simpang eksisting yaitu 8,1 smp/jam menjadi 6 smp/jam. Untuk kapasitas yang berubah yaitu pada pendekat utara dimana yang awalnya 375 smp/jam menjadi 562 smp/jam.

**kata kunci:** peningkatan kinerja, antrian, tundaan, kapasitas, fasilitas pejalan kaki, emisi gas buang.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF IMPROVING THE PERFORMANCE OF THE KECAPAN INTERSECTION IN THE CITY OF PROBOLINGGO**

**BY: ALDIAN ANAS**

**CADET'S NUMBER: 18.01.019**

*The Kecapan intersection is an intersection in Probolinggo City, where this intersection has 4 approaches. For the northern approach is Jl. Praj Siaman, on the South approach is Jl. KH Abdul Hamid, on the east approach is Jl. Hero 1, and the western approach is Jl. Hero 2. At this Kecapan Intersection there are high side barriers on the northern approach, then an analysis is carried out to change the cycle time and reduce side resistance in order to improve the performance of the Kecapan Intersection to be even better. In addition, this analysis also analyzes pedestrian facilities at the intersection and also analyzes vehicle exhaust emissions after improving performance at the intersection.*

*Data collection and survey data processing are carried out through intersection inventory surveys, turning movement surveys at intersections, speed surveys, queues and delays surveys, and pedestrian surveys. The analysis was carried out using the vissim software, with the stages of model development, calibration of the driver's behavior parameters and finally validation using statistical tests.*

*The results of the analysis show that the increase in performance at intersections related to queues and delays at intersections in the existing conditions of the longest queue is 49 meters to 27 meters, the average delay of existing intersections is 8.1 pcu/hour to 6 pcu/hour. For the capacity that has changed, namely in the northern approach, which was originally 375 pcu/hour to 562 pcu/hour.*

**keywords:** *performance improvement, queues, delays, capacity, pedestrian facilities, exhaust emissions*

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
BAB II GAMBARAN UMUM .....	4
2.1 Kondisi Transportasi .....	4
2.2 Kondisi Wilayah Kajian .....	4
BAB III KAJIAN PUSTAKA.....	8
3.1 Simpang .....	8
3.2 Simpang Bersinyal .....	9
3.3 Tingkat Pelayanan Simpang.....	12
3.4 Pejalan Kaki .....	13
3.5 Polusi Udara.....	15
3.6 Aplikasi Program Komputer Vissim .....	17
3.7 Keaslian Penelitian.....	24
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN .....	26
4.1 Desain Penelitian .....	26
4.2 Bagan Alir .....	27
4.3 Sumber Data.....	28

4.4 Tahapan Pengumpulan Data.....	29
4.5 Tahapan Analisis Data.....	30
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH .....	37
5.1 Analisis Kondisi Eksisting Simpang .....	37
5.2 Skenario Peningkatan Kinerja Simpang .....	54
5.3 Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Penanganan .....	71
5.4 Analisis Fasilitas Pejalan Kaki .....	74
5.5 Analisis Emisi Gas Buang.....	82
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	84
6.1 Kesimpulan .....	84
6.2 Saran .....	84
DAFTAR PUSTAKA .....	86

## DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Waktu Siklus Simpang Menurut Fase.....	9
Tabel III. 2 Tingkat Pelayanan Simpang .....	12
Tabel III. 3 Kriteria Penentuan Fasilitas Penyebrangan Sebidang .....	14
Tabel III. 4 Nilai Konstanta.....	14
Tabel III. 5 Pengaruh Kadar CO.....	16
Tabel III. 6 Regresi Polutan.....	17
Tabel III. 7 <i>GEH</i> (Geoffrey E. Havers) .....	23
Tabel III. 8 <i>MAPE</i> ( <i>Mean Absolute Percentage Error</i> ) .....	23
Tabel III. 9 Keaslian Penelitian .....	24
Tabel III. 10 Nilai Konstanta .....	36
Tabel V. 1 Data Inventarisasi Simpang Kecapan.....	38
Tabel V. 2 Arus Lalu Lintas (Q) Simpang Kecapan Eksisting .....	40
Tabel V. 3 Kecepatan Pada Ruas Simpang Kecapan .....	42
Tabel V. 4 Nilai Arus Jenuh Simpang Kecapan .....	44
Tabel V. 5 Kapasitas Simpang Kecapan.....	44
Tabel V. 6 Derajat Kejenuhan Simpang Kecapan .....	45
Tabel V. 7 Rasio Arus Pendekat Simpang Kecapan.....	46
Tabel V. 8 Waktu Hijau dan Waktu Hilang Kondisi .....	48
Tabel V. 9 Data Hasil Survei Pejalan Kaki Simpang Kecapan .....	49
Tabel V. 10 Parameter Kalibrasi .....	50
Tabel V. 11 Validasi MAPE .....	51
Tabel V. 12 Validasi GEH .....	52
Tabel V. 13 Data Volume Hasil Pemodelan.....	53
Tabel V. 14 Panjang Antrian Hasil Pemodelan .....	54
Tabel V. 15 Arus Jenuh (S) Simpang Kecapan .....	55
Tabel V. 16 Arus Lalu Lintas Simpang Kecapan.....	55
Tabel V. 17 Rasio Arus .....	56
Tabel V. 18 Waktu Hilang Total.....	58
Tabel V. 19 Waktu Siklus Setelah Optimalisasi.....	59
Tabel V. 20 Kinerja Simpang Setelah Dilakukan Optimalisasi.....	59

Tabel V. 21 Derajat Kejenuhan Setelah Dilakukan Skenario 1 .....	60
Tabel V. 22 Arus Jenuh (s) Simpang Kecapan.....	61
Tabel V. 23 Arus Lalu Lintas Simpang Kecapan.....	62
Tabel V. 24 Rasio Arus .....	62
Tabel V. 25 Waktu Hilang Total.....	64
Tabel V. 26 Waktu Siklus Setelah Optimalisasi 3 Fase .....	66
Tabel V. 27 Kinerja Simpang Setelah Dilakukan Optimalisasi 3 Fase .....	66
Tabel V. 28 Derajat Kejenuhan Setelah Dilakukan Skenario 2 .....	67
Tabel V. 29 Fasilitas Kelengkapan Jalan Simpang Kecapan .....	68
Tabel V. 30 Perbandingan Kinerja Simpang .....	71
Tabel V. 31 Lebar Trotoar yang Dibutuhkan Untuk Pejalan Kaki .....	75
Tabel V. 32 Rekomendasi Fasilitas Penyebrangan di Simpang Kecapan.....	76
Tabel V. 33 Emisi Gas Buang Simpang Kecapan .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Visualisasi Wilayah Kajian .....	5
Gambar II. 2 Visualisasi Pendekat Timur dan Selatan.....	6
Gambar II. 3 Visualisasi Pendekat Barat .....	6
Gambar II. 4 Visualisasi Pendekat Utara .....	7
Gambar II. 5 Visualisasi Hambatan Samping Pendekat Utara .....	7
Gambar III. 1 Pergerakan di Persimpangan.....	9
Gambar III. 2 Pengaturan 2 fase.....	10
Gambar III. 3 Pengaturan 3 fase.....	10
Gambar III. 4 Pengaturan Tiga Fase Dengan Early Start .....	11
Gambar III. 5 Pengaturan Tiga Fase Dengan Early Cut Off.....	11
Gambar III. 6 Pengaturan Empat Fase.....	11
Gambar V. 1 Layout Simpang Kecapan .....	38
Gambar V. 2 Diagram Waktu Siklus Kendaraan Eksisting Simpang Kecapan .....	38
Gambar V. 3 Diagram Waktu Siklus Pejalan Kaki Eksisting.....	39
Gambar V. 4 Fase Simpang Kecapan .....	39
Gambar V. 5 Matriks arus Simpang Kecapan .....	41
Gambar V. 6 Hasil Pemodelan.....	50
Gambar V. 7 Diagram Waktu Siklus Kendaraan Setelah Optimalisasi .....	58
Gambar V. 8 Diagram Waktu Siklus Pejalan Kaki Setelah Optimalisasi .....	59
Gambar V. 9 Diagram Waktu Siklus Kendaraan Setelah Optimalisasi .....	65
Gambar V. 10 Diagram Waktu Siklus Pejalan Kaki Setelah Optimalisasi.....	65
Gambar V. 11 Layout Eksisting Simpang Kecapan.....	72
Gambar V. 12 Layout Setelah Optimalisa .....	73
Gambar V. 13 Desain Fasilitas Pejalan Kaki Simpang Kecapan .....	77
Gambar V. 14 Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Utara.....	78
Gambar V. 15 Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Selatan .....	79
Gambar V. 16 Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Timur .....	80
Gambar V. 17 Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Barat .....	81

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Keberadaan jalan memiliki peranan yang sangat penting di dalam bidang transportasi darat, karena jalan merupakan sumber kelancaran aksesibilitas dan mobilitas masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Ketika setiap orang melakukan perjalanan untuk suatu maksud yang sama, pada tempat dan waktu yang sama pula maka akan timbul suatu permasalahan seperti kemacetan, kecelakaan, penurunan kualitas lingkungan dan biaya transportasi yang tinggi merupakan permasalahan transportasi yang di alami sehari-hari.

Kota Probolinggo merupakan kota kecil di Provinsi Jawa Timur yang memiliki luas sebesar 56,66 km<sup>2</sup>, Kota Probolinggo merupakan sebagai kota transit karena terletak di tengah Provinsi Jawa Timur dan juga merupakan akses ke Pulau Bali. Kota Probolinggo memiliki banyak persimpangan karena tipe jaringan jalan di Kota Probolinggo berupa *Grid*, salah satunya yaitu Simpang Kecapan.

Simpang Kecapan memiliki 4 kaki simpang yaitu ruas Jalan Pahlawan segmen 1, Jalan Pahlawan segmen 2, Jalan K.H Abdul Hamid, dan Jalan Praj. Siaman. Pada Jalan Pahlawan merupakan jalan satu arah dan APILL pada simpang ini memiliki 2 fase. Dari hasil analisis (Tim PKL Kota Probolinggo, 2021) Simpang Kecapan merupakan simpang dengan kinerja terburuk di Kota Probolinggo yang memiliki antrian sepanjang 49m dan tundaan 22,00 det/smp. Banyaknya aktivitas yang berlangsung pada Simpang Kecapan memicu terjadinya polusi udara dari gas buang kendaraan yang beraktivitas karena terdapat pasar tradisional di sekitar simpang tersebut. Simpang Kecapan memiliki hambatan samping yang tinggi terutama pada Jl. Praj Siaman dikarenakan terdapat lapak semi permanen yang memakai setengah badan jalan yang menyebabkan kapasitas ruas jalan menjadi berkurang. Fasilitas pejalan kaki pada Simpang Kecapan belum

optimal sehingga membuat pejalan kaki berjalan di bahu jalan yang bisa menghambat kelancaran lalu lintas.

Oleh karena itu, berdasarkan temuan permasalahan yang terjadi di lapangan, maka dibutuhkan suatu penelitian dengan judul **"Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Kecapan Kota Probolinggo"**

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan kondisi eksisting, permasalahan yang terdapat pada Simpang Kecapan adalah sebagai berikut:

1. Simpang Kecapan memiliki kinerja simpang yang rendah, diindikasikan dengan panjang antrian mencapai 49m, tundaan kendaraan rata-rata 22,00 det/smp.
2. Tingginya volume kendaraan pada Simpang Kecapan mempengaruhi tingkat emisi gas buang kendaraan yang berdampak kepada polusi udara di simpang tersebut.
3. Tingginya hambatan samping pada Simpang Kecapan yang menyebabkan terganggunya kelancaran lalu lintas.
4. Belum lengkapnya fasilitas pejalan kaki pada Simpang Kecapan.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan permasalahan yang akan dianalisis yaitu:

1. Bagaimana kinerja simpang pada kondisi eksisting?
2. Bagaimana kinerja simpang setelah dilakukan optimalisasi dengan skenario 1 dan skenario 2?
3. Bagaimana desain usulan fasilitas pejalan kaki yang terbaik untuk meningkatkan kinerja simpang?
4. Bagaimana kondisi gas buang setelah dilakukan peningkatan kinerja simpang?

#### **1. 4 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberikan usulan berupa peningkatan kinerja simpang guna meningkatkan kinerja lalu lintas pada Simpang Kecapan agar menjadi lebih optimal, kondusif, aman serta lancar.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kinerja simpang pada kondisi eksisting.
2. Menganalisis kinerja simpang setelah dilakukan optimalisasi dengan skenario 1 dan skenario 2.
3. Menganalisis desain fasilitas pejalan kaki pada Simpang Kecapan.
4. Menganalisis kondisi gas buang setelah dilakukan peningkatan kinerja simpang.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa batasan sebagai berikut:

1. Wilayah penelitian yakni Simpang Kecapan dan ruas jalan yang berhubungan dengan simpang.
2. Metode analisis menggunakan *Software Vissim*.
3. Penelitian ini mencakup fase, waktu siklus, antrian, tundaan, desain fasilitas pejalan kaki, dan emisi gas buang pada simpang setelah dilakukannya optimalisasi simpang.

## **BAB II GAMBARAN UMUM**

### **2.1 Kondisi Transportasi**

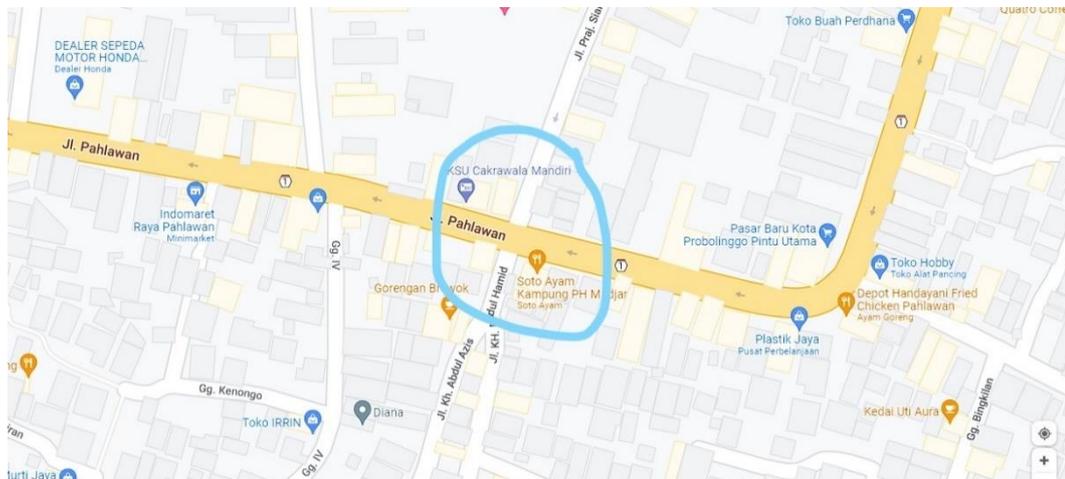
Peran transportasi dalam mendukung sistem perekonomian sangatlah besar, oleh karena itu harus adanya upaya peningkatan dalam pembangunan infrastruktur transportasi baik darat, laut dan udara seperti pembukaan jalan baru, pembangunan simpul-simpul transportasi. Dengan penyediaan sarana dan sarana transportasi tersebut diharapkan perpindahan orang serta distribusi barang dan jasa menjadi lancar, yang pada akhirnya tingkat perekonomian dan kesejahteraan masyarakat menjadi meningkat. Tidak terkecuali di Kota Probolinggo.

Sektor prasarana transportasi berupa jalan, Panjang jalan di Kota Probolinggo pada data terakhir di tahun 2020 mencapai 225,72 km, panjang Jalan Nasional ada 26,61 km dan Jalan Kota sepanjang 199,11 km. Jalan Nasional maupun Jalan Kota pada Kota Probolinggo permukaannya sudah beraspal. Selain itu, terdapat 20 simpang bersinyal pada Kota Probolinggo terdiri dari 5 simpang 3 bersinyal dan 15 simpang 4 bersinyal

### **2.2 Kondisi Wilayah Kajian**

Simpang Kecapan adalah salah satu simpang bersinyal yang berada di Kota Probolinggo. Simpang Kecapan memiliki dua faaw dan terdiri dari 4 pendekat yaitu Jalan Praj. Siaman sebagai pendekat Utara, Jalan Pahlawan segmen 1 sebagai pendekat Timur, Jalan KH. Abdul Hamid sebagai pendekat Selatan dan Jalan Pahlawan segmen 2 sebagai pendekat Barat. Lebar jalan efektif pada pendekat Utara yaitu 5m dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD) dan memiliki bahu jalan sebesar 0,2m pada tiap sisinya serta tidak adanya fasilitas trotoar pada pendekat Utara. Tata guna lahan pada pendekat Utara yaitu didominasi oleh pusat perdagangan. Lebar jalan efektif pada pendekat Timur yaitu 8m dengan tipe

jalan jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD). Memiliki bahu jalan sebesar 0,8m pada tiap sisinya dan terdapat fasilitas trotoar selebar 1 m pada tiap sisinya. Tata guna lahan pada pendekatan Timur yaitu didominasi oleh pusat perdagangan. Untuk lebar jalan efektif pada pendekatan Selatan yaitu 5m dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD) dan memiliki bahu jalan sebesar 0,5m dan pada jalan ini tidak terdapat fasilitas trotoar. Tata guna lahan pada pendekatan Selatan yaitu didominasi oleh pusat perdagangan. Dan lebar jalan efektif pada pendekatan Barat yaitu 8m dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD). Memiliki bahu jalan sebesar 0,8m pada tiap sisinya dan terdapat fasilitas trotoar selebar 1 m pada tiap sisi nya. Tata guna lahan pada pendekatan Barat yaitu didominasi oleh pusat perdagangan. Berikut merupakan visualisasi dari Simpang Kecapan:



Sumber: Google Maps

**Gambar II. 1** Visualisasi Wilayah Kajian



**Gambar II. 2** Visualisasi Pendekat Timur dan Selatan



**Gambar II. 3** Visualisasi Pendekat Barat



**Gambar II. 4** Visualisasi Pendekat Utara



*Sumber: Google Maps*

**Gambar II. 5** Visualisasi Hambatan Samping Pendekat Utara

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **3.1 Simpang**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 tahun (2013) tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 tahun (1993) Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang.

Menurut (Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Dan Angkutan Kota, 1999)) Secara umum pergerakan kendaraan di persimpangan dapat dibedakan menjadi 4 jenis dasar dari alih gerak kendaraan antara lain:

a) Berpencar (*Diverging*)

*Diverging* adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur lain.

b) Bergabung (*Merging*)

*Merging* adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur lain.

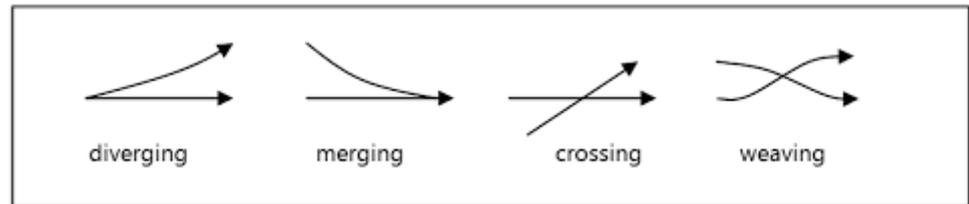
c) Berpotongan (*Crossing*)

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

d) Menjalin (*Weaving*)

*Weaving* adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya untuk mengambil jalan keluar dari

jalan raya tersebut. Keadaan ini juga akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



**Gambar III. 1** Pergerakan di Persimpangan

### 3.2 Simpang Bersinyal

Menurut Undang-Undang Nomor 22 (2009) pada persimpangan Jalan yang dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Pengemudi Kendaraan dilarang langsung berbelok kiri, kecuali ditentukan lain oleh Rambu Lalu Lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

1. Waktu Siklus (*cycle time*)

Waktu satu periode lampu lalu lintas, dalam arti lain adalah waktu dari mulai hijau hingga mulai hijau lagi berikutnya. Waktu siklus yang direkomendasikan dapat dilihat dari tabel berikut ini

**Tabel III. 1** Waktu Siklus Simpang Menurut Fase

TIPE PENGATURAN	WAKTU SIKLUS YANG LAYAK (detik)
2 FASE	40-80
3 FASE	50-100
4 FASE	80-130

*Sumber: mkji 1997*

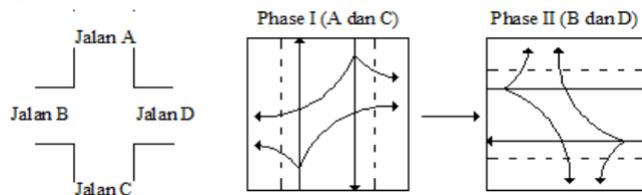
2. Fase simpang

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga, (1997) Fase yaitu suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapatkan identifikasi lampu lalu lintas yang sama

Untuk merencanakan fase sinyal dilakukan beberapa alternatif:

a. Dua fase

Merupakan pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan dua fase tanpa memisahkan arus terlawan

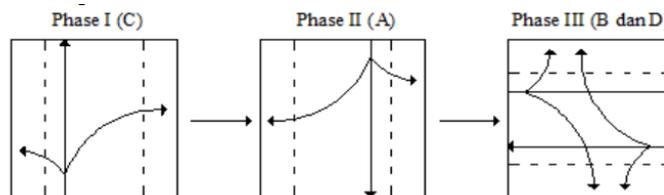


Sumber: mkji 1997

**Gambar III. 2** Pengaturan 2 Fase

b. Tiga fase

Merupakan pengaturan lampu lalu lintas dengan tiga fase pergerakan lalu lintas

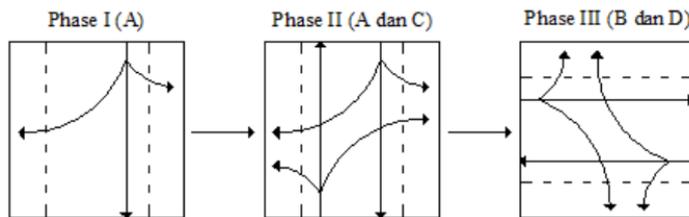


Sumber: mkji 1997

**Gambar III. 3** Pengaturan 3 Fase

c. Tiga fase dengan *early start*

Merupakan pengaturan lampu lalu lintas tiga fase dengan start dini pada salah satu pendekat, agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini

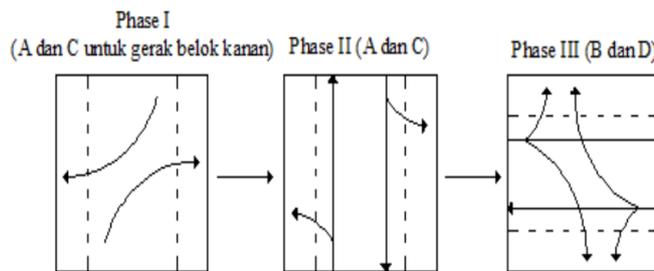


Sumber: mkji 1997

**Gambar III. 4** Pengaturan Tiga Fase Dengan Early Start

d. Tiga fase dengan *early cut off*

Merupakan pengaturan lampu lalu lintas tiga fase dengan memutuskan lebih awal gerak belok kanan, untuk menaikkan kapasitas untuk gerak lurus.

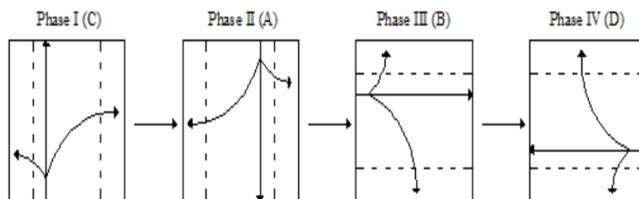


Sumber: mkji 1997

**Gambar III. 5** Pengaturan Tiga Fase Dengan Early Cut Off

e. Empat fase

Merupakan pengaturan lampu lalu lintas dengan empat fase dengan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing



Sumber: mkji 1997

**Gambar III. 6** Pengaturan Empat Fase

### 3.3 Tingkat Pelayanan Simpang

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun (2015) tentang pedoman kegiatan manajemen rekayasa lalu lintas. Tingkat pelayanan suatu simpang diklarifikasikan atas:

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik per kendaraan.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik per kendaraan.
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan Hubungan antara besarnya tundaan henti kendaraan dengan tingkat

**Tabel III. 2** Tingkat Pelayanan Simpang

<b>TINGKAT PELAYANAN</b>	<b>TUNDAAN PER KENDARAAN (DETIK/KENDARAAN)</b>
A	Kurang dari 5 detik
B	5-15
C	15-25
D	25-40
E	40-60
F	Lebih dari 60

*Sumber: PM Perhubungan no 96 Tahun 2015*

### **3.4 Pejalan Kaki**

Menurut SE Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat tahun (2018) fasilitas pada ruang milik jalan yang disediakan untuk pejalan kaki, antara lain dapat berupa trotoar, penyeberangan jalan di atas jalan (jembatan), pada permukaan jalan, dan di bawah jalan atau terowongan

Fasilitas penyebrangan dibagi dalam 2 kelompok tingkatan yaitu penyeberangan sebidang dan penyeberangan tidak sebidang.

#### **1. Penyeberangan Sebidang**

- a. Zebra cross tanpa pelindung, yaitu penyeberangan zebra cross yang tidak dilengkapi dengan pulau pelindung.
- b. Zebra cross dengan pelindung, yaitu penyeberangan zebra cross yang dilengkapi dengan pulau pelindung dan rambu peringatan awal bangunan pemisah untuk lalu lintas dua arah.
- c. Pelican tanpa pelindung, yaitu penyeberangan pelican yang tidak dilengkapi dengan pulau pelindung.
- d. Pelican dengan pelindung, yaitu penyeberangan pelican yang dilengkapi dengan pulau pelindung dan rambu peringatan awal bangunan pemisah untuk lalu lintas dua arah.

#### **2. Penyebrangan Tak Sebidang**

Penyeberangan Tidak Sebidang terdiri dari:

- a. Jembatan penyeberangan, yaitu fasilitas pejalan kaki untuk menyeberang jalan berupa bangunan tidak sebidang diatas jalan.
- b. Terowongan penyeberangan, yaitu fasilitas pejalan kaki untuk menyeberang jalan berupa bangunan tidak sebidang dibawah jalan.

#### **3. Pergerakan Menyebrang Jalan**

Rekomendasi jenis penyeberangan sesuai dengan metode pendekatan yang diinginkan seperti diatas sebagai berikut:

**Tabel III. 3** Kriteria Penentuan Fasilitas Penyebrangan Sebidang

<b>P</b>	<b>V</b>	<b>PV<sup>2</sup></b>	<b>Rekomendasi Awal</b>
50-1100	300-500	$>10^8$	Zebra Cros (ZC)
<sup>S</sup> 50-1100	400-750	$>2 \times 10^8$	ZC dengan lapak tunggu
<sup>u</sup> 50-1100	$>500$	$>10^8$	Pelican (P)
<sup>m</sup> $> 1100$	$>300$	$>10^8$	Pelican (P)
<sup>b</sup> 50-1100	$>750$	$>2 \times 10^8$	Pelican dengan lapak tunggu
<sup>e</sup> $> 1100$	$>400$	$>2 \times 10^8$	Pelican dengan lapak tunggu

Sumber: SE PUPR 2018

#### 4. Pergerakan Menyusuri Jalan

Lebar efektif lajur pejalan kaki berdasarkan kebutuhan satu orang adalah 60 cm dengan lebar ruang gerak tambahan 15 cm untuk bergerak tanpa membawa barang, sehingga kebutuhan total lajur untuk dua orang pejalan kaki bergandengan atau dua orang pejalan kaki berpapasan tanpa terjadi persinggungan sekurang-kurangnya 150 cm.

Nilai N merupakan nilai konstanta yang dipengaruhi oleh aktifitas atau penggunaan lahan daerah sekitarnya, dapat dilihat pada Tabel dibawah:

**Tabel III. 4** Nilai Konstanta

<b>N (dalam meter)</b>	<b>Keadaan</b>
1,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki tinggi*
1,0	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki sedang**
0,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki rendah***

Sumber: SE PUPR 2018

Keterangan:

\* arus pejalan kaki  $>33$  orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah pasar

\*\* arus pejalan kaki 16-33 orang/menit/meter, atau dapat daerah perbelanjaan bukan pasar

\*\*\* arus pejalan kaki <16 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah lainnya

### **3.5 Polusi Udara**

Polusi udara adalah gas yang merupakan gabungan antara asap kotor dan bau yang tidak sedap, dan banyak diantaranya merupakan sumbangan emisi gas buang kendaraan bermotor (Ruktiningsih, 2014). Menurut (Rosyidah, 2016) yang dimaksud dengan polusi udara atau pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya suatu zat, energi atau komponen lain ke udara atau berubahnya tatanan udara karena kegiatan manusia oleh proses alam sehingga kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu. Yang menyebabkan menjadi berkurang fungsi atau tidak sesuai peruntukannya, salah satu sumbernya adalah sumber bergerak yaitu kendaraan bermotor. Emisi gas buang merupakan pemancaran atau pelepasan gas yang berasal dari pembakaran pada kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar dari minyak bumi (bensin dan solar) ke lingkungan udara melalui knalpot kendaraan bermotor. Jenis zat – zat yang dihasilkan oleh emisi gas buang kendaraan adalah:

a. CO (*Carbon Monoksida*)

Ciri – ciri gas CO adalah tidak berwarna, tidak berbau. CO merupakan gas buang hasil efek samping pembakaran tidak sempurna antara bahan bakar (terutama bensin) dan O<sub>2</sub> (oksidasi atau pembakaran). Penyumbang terbesar gas ini merupakan kendaraan bermotor. Produksi CO secara alamiah adalah sebesar 25 kali lebih banyak dibandingkan dengan sumber antropogenik. Gas CO sangat beracun karena gas ini dapat mengikat haemoglobin dalam darah dan membentuk Carbon XY Haemoglobin. Pengaruh dari CO dalam darah terdapat pada tabel dibawah:

**Tabel III. 5** Pengaruh Kadar CO

<b>KADAR</b>	<b>PENGARUH</b>
5-10%	Pengurangan daya penglihatan
10-30%	Sakit kepala dan kurang kinerja saat olahraga
30-60%	Tidak sadarkan diri
>60%	Kematian

*Sumber: Malkhamah, 2001*

b. Particulate Matter (PM-10)/Partikel Debu

Particulate Matter (PM-10) merupakan istilah untuk partikel padat atau cair yang ditemukan tersebar di udara. PM-10 merupakan partikel debu yang terbanyak mengganggu paru (Sinolungan, 2009). PM-10 adalah partikel yang memiliki diameter 10 mikrometer atau kurang. Standar kesehatan berdasarkan (Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, 1999) untuk PM-10 adalah 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 jam). Partikel debu merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang tersebar di udara dengan diameter yang sangat kecil (Septianto, 2019). Partikel debu ini akan menyebabkan sesak napas, asma, infeksi saluran pernapasan dan bronkitis kronis.

Volume lalu lintas, komposisi lalu lintas, kecepatan, jenis kendaraan, jenis bahan bakar, usia kendaraan, ukuran berat, jumlah berhenti dan berjalan, RPM dan gradien jalan merupakan faktor – faktor yang mempengaruhi polusi udara. Analisis polusi dilakukan dengan pendekatan pemodelan regresi. Pemodelan ini digunakan untuk menghitung tingkat polusi udara yang dikeluarkan oleh setiap kendaraan di wilayah kajian baik pada kondisi eksisting maupun kondisi saat sudah beroperasi.

Adapun rumus dari perhitungan Efisiensi Polusi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

**Tabel III. 6** Regresi Polutan

Jenis Polutan	Rumus Regresi	Keterangan
Konsentrasi CO (ppm)	$C = 2,96 + 0,00032V + 0,0000005 V^2$	V = Volume kendaraan selama 3 jam
Konsentrasi Nox (m <sup>3</sup> )	$N = 46,9 - 0,036T + 0,00004T^2$	T = Volume kendaraan selama 1 jam
Tingkat Asap (m <sup>3</sup> )	$S = 9,49 + 0,22 V$	

Sumber: Model regresi Hobbs, 1979

### 3.6 Aplikasi Program Komputer Vissim

Vissim merupakan salah satu dari aplikasi transportasi yang dapat menampilkan simulasi mikroskopis berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan. Program ini dapat digunakan untuk menganalisa operasi lalu lintas dibawah batasan konfigurasi garis jalan, komposisi lalu lintas, sinyal lalu lintas, dan lain-lain.

Program ini menyediakan kemampuan animasi dengan 3D berupa simulai jenis kendaraan seperti motor, mobil penumpang, truk dan keretaapi. Program ini dapat merekam klip video dengan elemen visual lainnya seperti pohon, bangunan, dan rambu lalu lintas.

Selain itu, program Vissim ini merupakan pengembangan serta evaluasi dan pengaturan dari prioritas sinyal transit. Vissim dapat digunakan dalam berbagai tipe pengaturan sinyal, mengevaluasi kelayakan dan dampak dari suatu kota kecil terhadap jaringan jalan perkotaan, dan untuk analisis kecepatan suatu area dan area yang tergabung.

#### b. Kelebihan *Software* Vissim

Vissim memiliki keunggulan berupa parameter yang cukup lengkap, seperti kalibrasi pada driving Behavior yang dapat menyerupai karakteristik pengendara di setiap daerah (Winnetou & Munawar, 2015).

#### c. Kekurangan *Software* Vissim

Kelemahan software Vissim salah satunya ialah tidak dapat menghitung derajat kejenuhan (Wikayanti et al., 2014).

d. Tahapan Penggunaan Program Vissim

Proses selanjutnya ialah melakukan pemodelan menggunakan *software vissim 9.0*. Analisis dengan software ini memiliki keunggulan yaitu dapat menghasilkan output berupa animasi 2D dan 3D. Berikut merupakan langkah-langkah pengerjaan software Vissim:

- a. Membuka program *PTV Vissim 9 (Full Version)*
- b. Input *Background*

Untuk menampilkan background pilih menu *Background Images* pada menu *Network Objects*. Kemudian pada layar halaman kerja klik kanan lalu pilih *Add New Background Image*. Kemudian akan muncul kotak dialog *Select Bitmap File*, lalu pilih gambar *background* yang telah ditentukan kemudian klik *Open*.

- c. Membuat jaringan jalan

Untuk membuat jaringan dapat dilakukan dengan cara klik *Links* kemudian tekan CTRL + klik kanan pada kursor, kemudian tarik panjang *Link* sesuai yang diinginkan pada salah satu lengan, setelah itu akan muncul kotak dialog. Setelah itu, masukkan nama jalan, jumlah lajur dan lebar jalan. Klik kanan pada jaringan untuk menyambung antar jaringan bisa dengan klik pada *Link* jalan kemudian klik *Duplicate* untuk menggandakan *Link*. Untuk mengganti arah klik pada jaringan jalan kemudia klik kanan lalu pilih *Invert Direction*. lalu tekan SHIFT + klik kanan pada mouse, tarik ke jaringan jalan yang ingin di sambung

- d. Membuat rute yang akan dilewati kendaraan

Dengan cara klik *Vehicle Routes* lalu tekan CTRL + klik kanan pada jaringan jalan yang akan dibuat rute tarik ke arah jalan yang lain lalu klik kiri.

- e. Menentukan jenis kendaraan

Menentukan jenis kendaraan harus sesuai dengan jenis kendaraan saat survei dengan kendaraan yang akan dimasukkan ke dalam *Software Vissim* dan juga membuat *2D/3D Models* untuk sepeda motor. Langkah-langkah membuat *2D/3D Model* yaitu:

- 1) Klik Base Data lalu Klik 2D/3D Models,
  - 2) Klik *Add* – Klik *Vehicles* – Klik Road cari kendaraan yang akan dimasukan – Klik *Add Segment To 2D/3D Model*– Klik OK
- f. Menambahkan Vehicle Model sesuai dengan kategori kendaraannya
- 1) Membuka jendela Vehicle Model dengan cara klik Base Data – Distributions – 2D/3D Model.
  - 2) Pada bagian kiri klik Add, isikan kolom Name dengan jenis kendaraan, seperti HV, LV, MC dan UM.
  - 3) Pada kolom kanan isikan kolom Model 2D dan 3D dengan kendaraan yang diinput sesuai jenis kendaraannya.
- g. Mengisi *Vehicle Types*
- Menyesuaikan kategori yang sudah ada serta yang ditentukan sendiri.
- 1) Klik Base data – klik *Vehicle Types*
  - 2) Untuk menambahkan tipe kendaraan klik tanda (+) lalu akan muncul jendela baru.
  - 3) Isikan kolom *Name* dengan nama tipe kendaraan dan pada kolom *Category* ubah sesuai jenis kendaraannya, sedangkan bagian *Vehicles Model* sesuaikan dengan vehicle yang telah dibuat sebelumnya
- h. *Vehicle Classes*
- Mengklasifikan jenis kendaraan kedalam kategori kendaraan.  
Caranya klik *Base Data – Vehicle Clases*
- i. Mengisi *Desired Speed Distributions*
- Untuk membuka Desired Speed Distributions bisa dengan cara klik *Base Data – Distributions – Desired Speed* lalu akan muncul jendela baru.  
j. *Vehicle Compositions* Untuk membuka jendela *Vehicle Compositions* klik *Traffic – Vehicle Compositions*.  
Lalu akan muncul jendela baru.

j. *Vehicle Input*

Digunakan untuk memasukan volume arus lalu lintas. Langkah langkahnya yaitu:

- 1) Klik *Vehicle Input* – tekan CTRL + klik kanan paada jalan yang akan dimasukan volume kendaraanya, setelah itu akan muncul jendela baru. Lalu isikan volume pada kolom yang tertera.
- 2) Pada kolom *Volume(0)* isikan dengan volume kendaraan, sedangkan pada kolom *VehComp(0)* isikan dengan jenis komposisi kendaraan.

k. *Signal Controller*

Digunakan untuk mengatur Traffic Light pada jaringan jalan. Cara membuat *Signal Controller* yaitu:

- 1) Klik *Signal Control* – klik *Signal Controllers – Add* maka akan muncul menu baru. Masukan nama *Signal Controller* yang diinginkan – klik *Edit Signal Control* maka akan muncul menu baru lagi.
- 2) Klik *Signal Group* – klik simbol + (New) lalu klik simbol pensil (Edit) berikan nama signal lalu pilih urutan signal yang diinginkan dan masukan waktu durasi minimum untuk lampu Merah, All Red, Hijau, dan Kuning – buat *Signal Group* untuk lengan-lengan jaringan jalan yang lain
- 3) Setelah *Signal Group* dibuat selanjutnya mengatur waktu siklus setiap signal dengan cara klik *Signal Program* – klik simbol + (New) – klik simbol pensil (Edit) lalu atur *Cycle Time*.
- 4) Untuk memasukan *Signal Controllers* yang sudah dibuat ke jaringan jalan dengan cara klik *Signal Head* – pilih lengan jalan yang akan dibuat *Signal Controllers* lalu tekan CTRL + klik kanan pada mouse, maka akan muncul jendela baru. Pilih SC (*Signal Controllers*) yang telah dibuat tadi lalu klik nomor yang akan anda masukan – OK. Lakukan untuk lengan-lengan yang lain

l. *Node*

Digunakan untuk menentukan area yang akan dianalisis. Untuk membuatnya klik *Nodes* pada *Network Object Toolbar*. Buat polygon yang mengelilingin persimpangan. Tekan CTRL + klik kanan untuk memulai membuat polygon. Berikan No. dan nama Node – klik OK.

m. *Driving Behaviors*

Perilaku mengemudi atau *Driving Behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan agar hasil simulasi dapat mewakili kondisi di lapangan. Untuk melihat apakah *Driving Behaviour* harus dikalibrasi atau tidak maka pengaturan *Driving Behaviour* dibuat default terlebih dahulu. Parameter yang digunakan validasi pemodelan dengan kondisi lapangan adalah volume lalu lintas model sama dengan volume lalu lintas lapangan. Apabila hasilnya tidak mewakili kondisi di lapangan, maka diperlukan pengaturan ulang atau kalibrasi agar sesuai dengan lapangan.

n. Mengatur konfigurasi pemrosesan dengan cara klik *Evaluation – Configurations*

o. *Evaluation*

Evaluasi merupakan hasil akhir dari pemodelan VISSIM ini. Pada tahap ini ditempatkan tools seperti *Delay, Queue Counter* serta *Data Collection Point* pada link yang diinginkan, sehingga akan memunculkan nilai akhir seperti tundaan (delay), panjang antrian, kecepatan dan volume lalu lintas.

p. Validasi

Validasi digunakan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah di lakukan berdasarkan volume kendaraan yang keluar pada simulasi VISSIM. Pengaturan validasi dilakukan dengan cara memilih menu *simulation*, memilih *parameters*. Untuk mengetahui *volume output* dari proses VISSIM diperlukan waktu untuk menunggu (running) selama 3600 detik. Pada proses validasi sering kali mengalami kendala ketika melakukan running, kendala tersebut

yaitu volume kendaraan pada eksisting dengan volume yang keluar pada saat running di VISSIM.

Ada beberapa tahapan dalam menggunakan program Vissim, sebagai berikut:

- a. Memasukkan Background
  - b. Menggambar Link dan Node
  - c. Memasukkan proporsi lalu lintas
  - d. Memasukkan besaran arus
  - e. Memasukkan pilihan rute
  - f. Memasukkan area evaluasi Link dan Node
- e. Kalibrasi dan Validasi Vissim

Setelah melakukan tahapan modelling menggunakan vissim, tahap selanjutnya adalah proses kalibrasi dan validasi dengan kondisi eksisting. vissim digunakan untuk menyimulasi lalu lintas yang heterogen, tidak teratur dan komposisi lalu lintasnya terdiri dari berbagai tipe kendaraan (*mixed traffic*). Proses kalibrasi dan validasi model perlu dilakukan agar adanya keyakinan bahwa model yang dibuat itu valid, yaitu hasil keluaran model mendekati hasil observasi. Dari analisa statistik dapat disimpulkan bahwa model yang di buat adalah valid, dimana parameter kinerja keluaran *vissim* (waktu tempuh dan panjang antrian kendaraan) mendekati hasil observasi. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah parameter-parameter perilaku pengemudi secara trial and error yang mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan VISSIM. Kalibrasi dilakukan hingga mencapai hasil yang mendekati data observasi. Nilai parameter diubah sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan yang berlaku. Perubahan parameter atau proses trial and error dalam kalibrasi.

Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared*

dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* berikut ini memiliki ketentuan khusus dari nilai error. Sedangkan rumus *MAPE* yang juga dikenal sebagai rata-rata deviasi persentase absolut tersebut yang merupakan persentase perbedaan antara data yang sebenarnya dengan data perkiraan. Berikut merupakan cara perhitungan menggunakan *GEH*

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}}$$

Dengan:

q = volume arus lalu lintas (kendaraan/jam)

Tabel V.7 kesimpulan dari hasil perhitungan rumus statistik Geoffrey E. Havers

**Tabel III. 7** *GEH* (Geoffrey E. Havers)

GEH < 5,0	Diterima
5,0 ≤ GEH ≤ 10,0	Peringatan: kemungkinan model error atau data buruk
GEH > 10,0	ditolak

*Sumber:* PTV Planing transport 2018

Untuk validasi menggunakan *MAPE* dikenal sebagai rata-rata deviasi persentase absolut tersebut yang merupakan persentase perbedaan antara data yang sebenarnya dengan data perkiraan. Berikut merupakan

**Tabel III. 8** *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*)

Nilai <i>MAPE</i>	Interpretasi
≤ 10	Hasil peramalan sangat akurat
10 – 20	Hasil peramalan baik
20 – 50	Hasil peramalan baik (cukup baik)
> 50	Hasil peramalan tidak akurat

### 3.7 Keaslian Penelitian

**Tabel III. 9** Keaslian Penelitian

NO	JUDUL	TAHUN	JUDUL	ANALISIS
1	Muhammad Akbar Zainuri	2018	Koordinasi Sinyal Antar Simpang BPD dan Simoang Badran Yogyakarta	Perencanaan waktu siklus dihitung dengan menggunakan rumus MKJI berdasarkan volume lalu lintas pada kondisi puncak. Penelitian ini memfokuskan perbandingan antara perhitungan manual dengan penggunaan software Vissim dalam mengkoordinasikan sinyal
2	Habibullah	2020	Optimasi Kinerja Persimpangan Koridor Jalan Bagindo Aziz dan Jalan Jenderal Sudirman Kota Padang	Optimasi Kinerja simpang di Koridor jalan Bagindo Aziz ini di lakukan menggunakan bantuan software Transyt 14. Analisis yang digunakan hingga penghitungan efisiensi konsumsi bahan bakar pada kendaraan.
3	Farhan Frastya	2021	Optimalisasi Kinerja Persimpangan Koridor Jalan Brigjend Sudiarto Kota Semarang	Dalam penelitian optimalisasi simpang ini metode analisis yang digunakan yakni menggunakan MKJI 1997 dan software Transyt 14.1
4	Rama Dwi Aryandi dan Ahmad Munawar	2014	Penggunaan Software Vissim untuk analisis simpang bersinyal	Pada penelitian ini menggunakan metode <i>traffic counting</i> dan selanjutnya dilakukan simulasi dengan menggunakan <i>software Vissim</i>

5	Jaya Wikrama	2011	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal	Penelitian ini menggunakan analisis MKJI 1997 dan juga melakukan pengaturan waktu siklus dan jumlah fase simpang
6	Aldian Anas	2022	Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Kecapan Kota Probolinggo	Dalam penelitian ini menggunakan <i>Software</i> Vissim. Selain itu juga mendesain fasilitas pejalan kaki di sekitar simpang serta melakukan pengurangan hambatan samping dan juga membahas pengaruh volume simpang terhadap emisi gas buang kendaraan.

## **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1 Desain Penelitian**

Desain penelitian dilakukan dalam proses penelitian ini dengan tujuan untuk mempermudah dalam pemahaman proses-proses yang dilakukan. Pada tahap desain penelitian ini sks dijelaskan tahap-tahap dalam proses penelitian mulai dari tahap masukan (*input*) hingga tahap keluaran (*output*).

#### 1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah adalah proses tindakan observasi secara langsung untuk mengetahui masalah yang terdapat pada wilayah kajian. Kemudian masalah-masalah tersebut dirumuskan untuk mendapatkan permasalahan-permasalahan pokok pada wilayah kajian.

#### 2. Pengumpulan Data dan Studi Literatur

Pengumpulan data dilakukan guna untuk memperoleh data-data yang dapat memberikan gambaran kondisi di wilayah kajian. Sementara itu, studi literature adalah proses pengumpulan informasi berupa referensi-referensi yang dapat diperoleh dari berbagai sumber guna sebagai data pendukung maupun data acuan dalam proses penelitian ini.

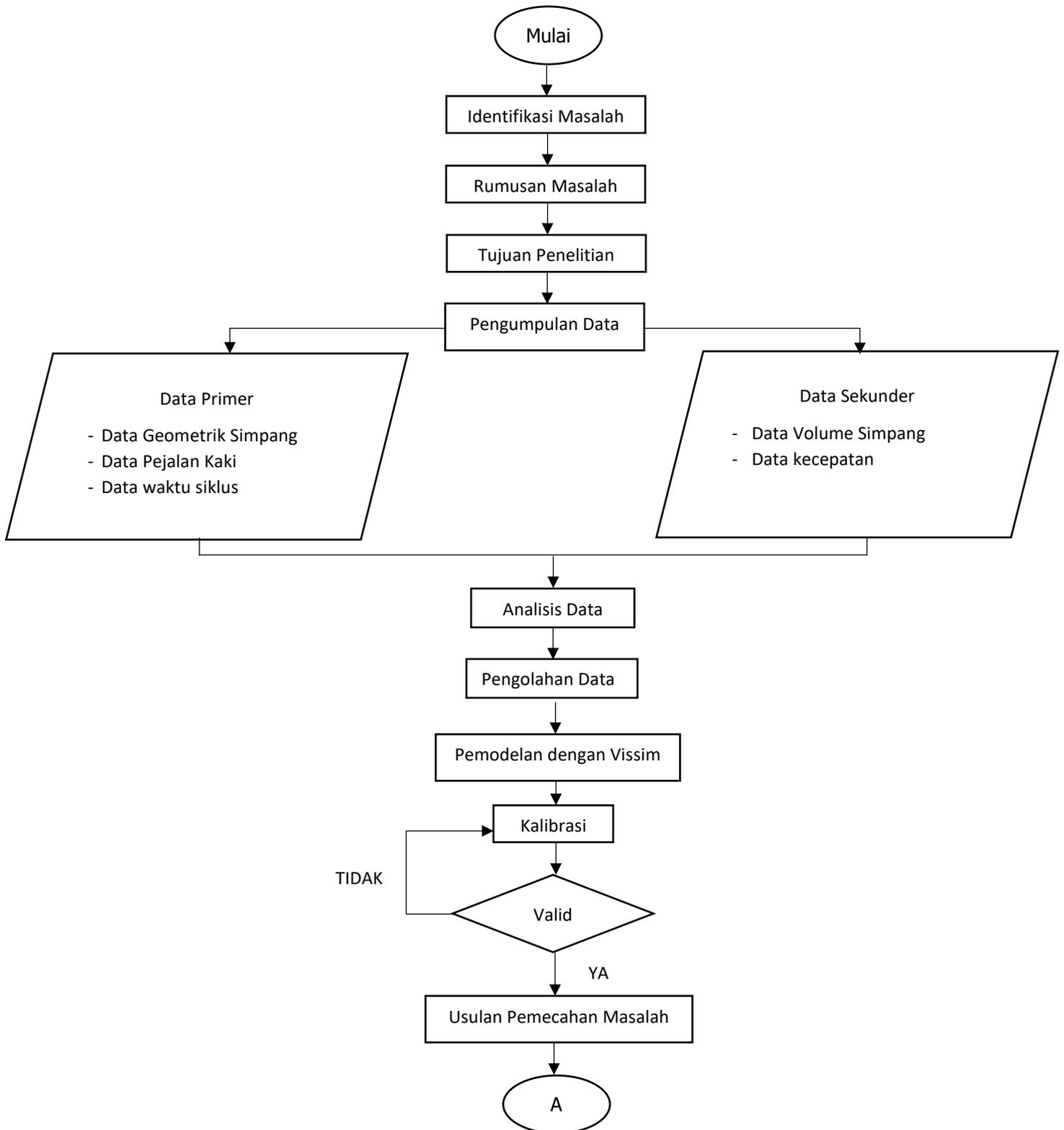
#### 3. Pengolahan Data dan Analisa

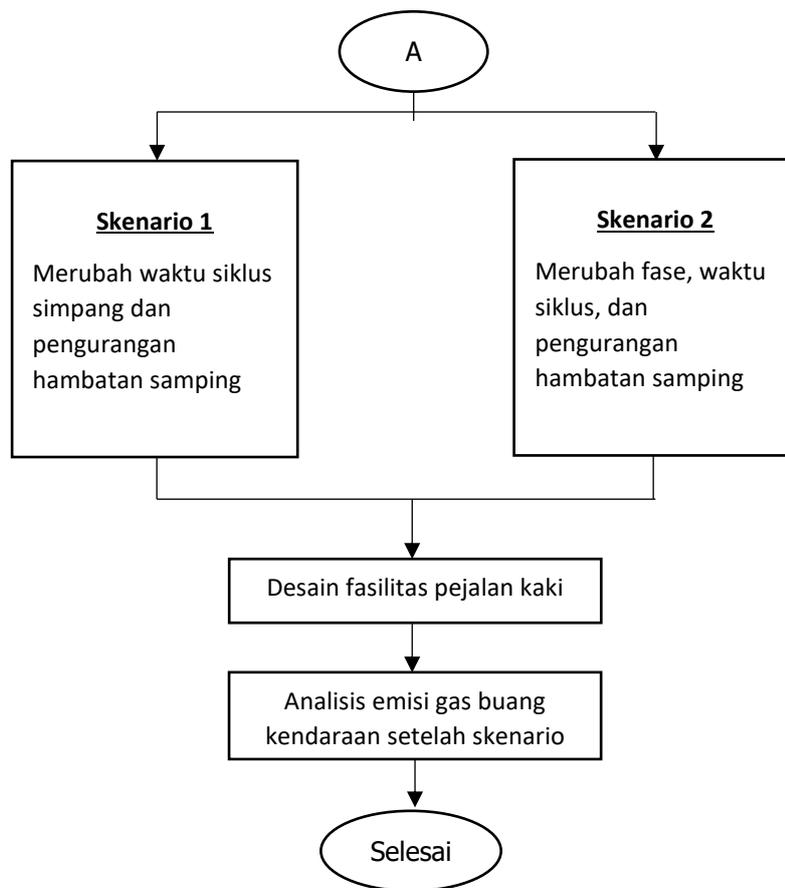
Tahap pengolahan dan analisa data adalah proses analisis kinerja lalu lintas pada kondisi eksisting dan manajemen rekayasa lalu lintas eksisting. Data-data dan literature yang telah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis melalui beberapa rekomendasi yang telah disiapkan sebelumnya.

#### 4. Keluaran (*Output*)

Pada tahap ini, seluruh hasil dari tahapan pengolahan data dan Analisa tampilan yang kemudian akan dipilih dari scenario terbaik berdasarkan rekomendasi dengan hasil yang terbaik.

## 4.2 Bagan Alir





**Gambar IV. 1** Bagan Alir

### 4.3 Sumber Data

Dalam penelitian ini dibutuhkan 2 (dua) jenis data antara lain data primer dan data sekunder. Kedua data inilah yang akan menjadi dasar penelitian untuk memperoleh jawaban dari pemecahan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya. Kedua data tersebut adalah:

#### 1. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa instansi pemerintah yang berkaitan dengan data yang diperlukan dalam perencanaan transportasi. Instansi-instansi pemerintah tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Dinas Perhubungan Kota Probolinggo. Data yang didapatkan antara lain:
  - 1) Data inventarisasi prasarana lalu lintas
- b. Laporan Umum Praktek Kerja Lapangan Kota Probolinggo
  - 1) Data Volume Simpang
  - 2) Data kecepatan

## 2. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh secara langsung, dalam bentuk lapangan, dengan tujuan untuk mengetahui kondisi saat ini guna merumuskan permasalahan yang harus ditangani. Data primer yang dibutuhkan antara lain:

- 1) Data Geometrik simpang
- 2) Data pejalan kaki
- 3) Data waktu siklus

## 4.4 Tahapan Pengumpulan Data

### 1. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari instansi dan Lembaga terkait. Instansi/Lembaga yang terkait antara lain Bappeda, Dinas Perhubungan,

### 2. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara melakukan survei langsung di lapangan, sebagai berikut:

#### a. Survei pejalan kaki

Survei ini dilakukan untuk mengetahui besarnya arus pejalan kaki yang bergerak, baik pergerakan menyusuri kanan-kiri jalan maupun pergerakan menyeberang jalan. Hasil survei ini nantinya akan digunakan dalam menentukan kebutuhan fasilitas pejalan kaki di sekitar Simpang Kecapan.

b. Survei inventarisasi simpang

Survei inventarisasi simpang ini dilakukan untuk mengetahui kondisi simpang yang ada. Data yang dikumpulkan adalah fasilitas jalan seperti rambu dan marka jalan, panjang segmen jalan, lebar jalan, lebar pendekat, jenis hambatan, dll.

c. Waktu siklus

Dalam menghitung waktu siklus pada simpang digunakan *stopwatch* untuk menghitung waktu siklus secara manual. Kegiatan ini dilakukan di setiap kaki simpang.

#### 4.5 Tahapan Analisis Data

1. Analisis menggunakan MKJI 1997

Analisa dengan menggunakan metode MKJI 1997 digunakan untuk menilai kinerja simpang saat kondisi eksisting dengan menggunakan rumus rumus dan panduan yang tertera dalam MKJI 1997

a. Nilai Arus Jenuh yang Disesuaikan (S)

Arus jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar ( $S_0$ ) pada kondisi standar dengan faktor penyesuaian (F) yang telah ditentukan sesuai dengan kondisi di lokasi wilayah studi.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Keterangan:

$S_0$  = arus jenuh dasar (smp/jam)

$F_{CS}$  = faktor koreksi ukuran kota

$F_{SF}$  = faktor koreksi hambatan samping

$F_G$  = faktor koreksi kelandaian

$F_P$  = faktor koreksi parkir

$F_{RL}$  = faktor koreksi belok kanan

$F_{LT}$  = faktor koreksi belok kiri

b. Rasio Arus (FR)

Rasio arus lalu lintas merupakan nilai perbandingan antar arus lalu lintas dengan arus jenuh yang terjadi pada simpang. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{FR = Q/S}$$

Keterangan:

Q = Volume Lalu Lintas (smp/jam)

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)

c. Derajat Kejenuhan (DS)

Nilai derajat kejenuhan didapatkan melalui tahapan sebagai berikut:

1) Perhitungan arus jenuh (S)

Nilai arus jenuh didapatkan dari hasil perkalian arus jenuh dengan beberapa faktor penyesuaian yang ditentukan sesuai dengan kondisi di lokasi wilayah studi.

2) Kapasitas (C)

Nilai kapasitas setiap pendekat simpang diperoleh dari perhitungan antara arus jenuh dikalikan dengan waktu hijau dan dibagi dengan waktu siklus.

$$\mathbf{C = S \times g/c}$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

3) Derajat kejenuhan

Besaran nilai derajat kejenuhan diperoleh melalui hasil pembagian antara volume pada pendekat dengan nilai kapasitas.

$$\mathbf{DS = Q/C}$$

Keterangan:

DS = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

d. Rasio Arus Simpang (IFR)

Nilai dari rasio arus simpang didapatkan dari hasil penjumlahan rasio arus (FR) kritis dari setiap fase.

$$\mathbf{IFR = \sum FR_{CRIT}}$$

Dimana:

IFR = rasio arus simpang

FR = rasio arus

e. Rasio Fase (PR)

Nilai rasio fase dapat didapatkan dari rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

$$\mathbf{PR = FR_{CRIT} / IFR}$$

Dimana:

PR = rasio fase

FR = rasio arus

IFR = rasio arus simpang

f. Waktu Hilang Total (LTI)

Waktu hilang total didapatkan dari jumlah dari waktu merah semua dengan waktu amber dan di kali dengan jumlah fase.

$$\mathbf{LTI = (merah\ semua +\ amber) \times fase}$$

g. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian ( $C_{ua}$ )

Untuk menentukan waktu siklus sebelum penyesuaian pada simpang digunakan rumus sebagai berikut.

$$\mathbf{C_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)}$$

Dimana:

$C_{ua}$  = waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = waktu hilang total

IFR = rasio arus simpang

h. Waktu Siklus Disesuaikan (c)

Waktu siklus disesuaikan adalah jumlah dari waktu hijau kritis ditambah dengan waktu hilang total

$$c = \sum g + LTI$$

Dimana:

c = waktu siklus disesuaikan (detik)

g = waktu hijau (detik)

LTI = waktu hilang total

2. Melakukan Pemodelan Menggunakan *Software Vissim*

Pada analisis menggunakan *vissim*, langkah-langkah pembuatan simulasi dan proses pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

- a. *Input Background*, masukkan gambar yang sudah diambil terlebih dahulu dari *Google Earth*.
- b. Membuat jaringan jalan, membuat *links* dan *connectors* sesuai dengan kondisi simpang yang ada.
- c. Menentukan jenis kendaraan, sesuaikan jenis kendaraan yang di survei dengan kendaraan yang dimasukkan ke dalam *software Vissim*.
- d. Mengisi *vehicle types*, menyesuaikan kategori yang sudah disediakan serta yang ditentukan sendiri. Pada menu ini terdapat parameter-parameter seperti kategori kendaraan, *vehicle model*, *color*, *acceleration and deceleration*, *weight*, *power*, *occupancy*, dan lain-lain.
- e. Mengisi *vehicle classes*, mengklasifikasikan jenis kendaraan ke dalam kategori kendaraan. Pada penelitian ini *vehicle classes* tetap dibagi menjadi 6 kelas kendaraan.
- f. *Input desired speed distributions*, memasukkan kecepatan arus bebas setiap kendaraan. Data diambil dari survei di lapangan.
- g. *Input vehicle compositions*, memasukkan komposisi kendaraan.
- h. Input volume arus lalu lintas keseluruhan
- i. Menentukan titik pengambilan data dengan data collection.
- j. Pengolahan data, *software Vissim* dijalankan. Pada proses ini untuk menghasilkan nilai yang diinginkan maka dilakukan proses *trial and error*

yang dilakukan beberapa kali. Kalibrasi yang dilakukan terletak pada menu driving behavior. Pada setiap percobaan, dilakukan proses uji validasi pada volume kendaraan dan kecepatan kendaraan. Pada volume kendaraan, dilakukan uji statistik *GEH* dan pada kecepatan kendaraan dilakukan uji statistik *MAPE*. Jika telah memenuhi uji validasi, maka gunakan nilai yang terbaik dari keseluruhan uji tersebut.

- k. Keluarkan *output* dari proses tersebut, yaitu kecepatan mobil dan sepeda motor pada menu *data collection results*.

### 3. Kalibrasi dan validasi

Kalibrasi dilakukan dengan metode *trial and error* hingga mencapai hasil yang mendekati data observasi. Nilai parameter perilaku pengemudi diubah sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan yang berlaku. Parameter yang dipilih dalam proses kalibrasi adalah sebagai berikut:

- a. *Desired position at free flow*, yaitu keberadaan/posisi kendaraan pada lajur.
- b. *Overtake on same lane*, yaitu perilaku dalam menyalip.
- c. *Distance standing*, yaitu jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berhenti.
- d. *Distance driving*, yaitu jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berjalan.
- e. *Average standstill distance*, yaitu parameter penentu jarak aman.
- f. *Additive part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman.
- g. *Multiplicative part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman.

### 4. Optimalisasi waktu siklus kinerja simpang

Model Optimasi ialah model yang dibangun dengan cara mengoptimalkan waktu siklus dengan bantuan aplikasi program Vissim. Model ini berfungsi untuk mengoptimalkan waktu siklus sebagai proporsi waktu hijau pada setiap lengan simpang agar relevan dengan arus yang melalui persimpangan tersebut. Dengan terciptanya kesinambungan antara *green time* dan arus ini dapat meningkatkan kondisi pelayanan dan

mendistribusikan panjang antrian yang berlebih dan tundaan dapat berkurang.

Optimalisasi meliputi waktu siklus dan dalam rangka pengoptimalan kinerja Simpang menggunakan program Vissim, berdasarkan arus lalu lintas yang masuk ke persimpangan dengan mengoptimalkan waktu siklus dan waktu hijau agar panjang antrian dan tundaan menjadi lebih kecil.

#### 5. Desain fasilitas pejalan kaki

Setelah mengetahui permasalahan fasilitas pejalan kaki di sekitar Simpang Kecapan, maka dapat dibuat desain fasilitas pejalan kaki berupa trotoar dengan menggunakan aplikasi AutoCAD.

Untuk menentukan ukuran fasilitas pejalan kaki yang menyusuri dan menyebrangi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P \times V^2$$

*Sumber: SE PUPR 2018*

Keterangan:

P = Jumlah pejalan kaki menyeberang (orang/jam)

V = Volume lalu lintas (kendaraan/jam)

Kriteria Penyediaan Trotoar Menurut Banyaknya Pejalan Kaki dengan menggunakan rumus:

$$W = \frac{V}{35} + N$$

*Sumber: SE PUPR 2018*

Keterangan:

W = lebar trotoar yang dibutuhkan (m)

V = volume pejalan kaki (orang/menit)

N = Nilai konstanta

Nilai N merupakan nilai konstanta yang dipengaruhi oleh aktifitas atau penggunaan lahan daerah sekitarnya, dapat dilihat pada Tabel dibawah:

**Tabel III. 10** Nilai Konstanta

<b>N (dalam meter)</b>	<b>Keadaan</b>
1,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki tinggi*
1,0	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki sedang**
0,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki rendah***

Sumber: SE PUPR 2018

Keterangan:

\* arus pejalan kaki >33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah pasar

\*\* arus pejalan kaki 16-33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah perbelanjaan bukan pasar

\*\*\* arus pejalan kaki <16 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah lainnya

#### 6. Analisis polusi udara

Dalam proses analisis polusi udara yang menjadi fokus bahasan adalah hubungan antara Data Lalu Lintas dan Kualitas Udara Ambien. Data lalu lintas dianalisis dengan rumus kualitas udara ambien yaitu model Hoobs (1979) dan Ruktingsih (2003). Untuk model Hoobs (1979) data volume lalu lintas yang dibutuhkan adalah selama 3 jam dan kualitas udara ambien yang diperoleh dari rumus tersebut meliputi konsentrasi CO, NO<sub>x</sub>, dan Asap (S). Sedangkan model Ruktiningsih (2003) adalah hubungan antara volume lalu lintas dan konsentrasi CO dan PM-10. Tahap – tahap perhitungannya adalah sebagai berikut:

- a. Tahap 1: Menganalisis  $V$  = Volume kendaraan selama 3 jam (smp/jam) sebagai variabel perhitungan konsentrasi jenis polutan CO (ppm)
- b. Tahap 2: Menganalisis  $T$  = Volume kendaraan selama 1 jam (smp/jam) sebagai variabel perhitungan konsentrasi jenis polutan NO<sub>x</sub> (m<sup>3</sup>)
- c. Tahap 3: Menganalisis Tingkat per jenis Polutan per-jam.

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH**

Bab ini mencakup analisis dan pembahasan serta pemecahan masalah pada Simpang Kecapan. Analisis pengolahan data primer berupa hasil survey inventarisasi simpang dan survey lalu lintas gerakan membelok pada simpang selama jam sibuk berdasarkan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Data-data tersebut kemudian dimodelkan dengan menggunakan aplikasi PTV Vissim guna memperoleh hasil model yang sesuai dengan kondisi lapangan dan mengetahui kinerja lalu lintas simpang kondisi saat ini. Lebih lanjut, hasil analisis pemodelan tersebut dapat memberikan alternatif/skenario perbaikan kinerja lalu lintas simpang saat ini. Kemudian melakukan perbandingan kinerja pada tiap-tiap skenario untuk mendapatkan skenario terbaik sebagai usulan penanganan kinerja lalu lintas pada Simpang Kecapan.

#### **5. 1 Analisis Kondisi Eksisting Simpang**

Kondisi tata guna lahan pada Simpang Kecapan yang berlokasi di Kota Probolinggo merupakan kawasan pasar tradisional. Dengan banyaknya aktivitas masyarakat di pasar tersebut tentunya berdampak pada penurunan kinerja Simpang Kecapan.

Simpang Kecapan merupakan simpang bersinyal dengan empat kaki simpang yang terletak pada pasar baru Kota Probolinggo, keempat kaki simpang ini terletak pada ruas Jl. Praj Siaman pada pendekatan utara, Jl. KH Abdul Hamid pada pendekatan selatan, Jl. Pahlawan 1 pada pendekatan timur, dan Jl. Pahlawan 2 pada pendekatan barat. Simpang Kecapan diatur dengan menggunakan 2 fase. Berikut merupakan layout dan fase Simpang Kecapan.



**Gambar V. 1** Layout Simpang Kecapan

**Tabel V. 1** Data Inventarisasi Simpang Kecapan

PENDEKAT	NAMA JALAN	LEBAR JALAN (Meter)	URUTAN FASE	MEDIAN (Meter)	LTOR
Utara	Jl. Praj. Siaman	2,5	1	-	-
Selatan	Jl. KH. Abdul Hamid	5	1	-	-
Timur	JIPahlawan segmen 1	8	2	-	-
Barat	Jl. Pahlawan segmen 2	8	-	-	-

Sumber: Tim PKL Kota Probolinggo 2021

FASE 1 (detik)	UTARA & SELATAN	15	3	4	24
FASE 2 (detik)	TIMUR	22	17	3	4
		46 detik			

**Gambar V. 2** Diagram Waktu Siklus Kendaraan Eksisting Simpang Kecapan

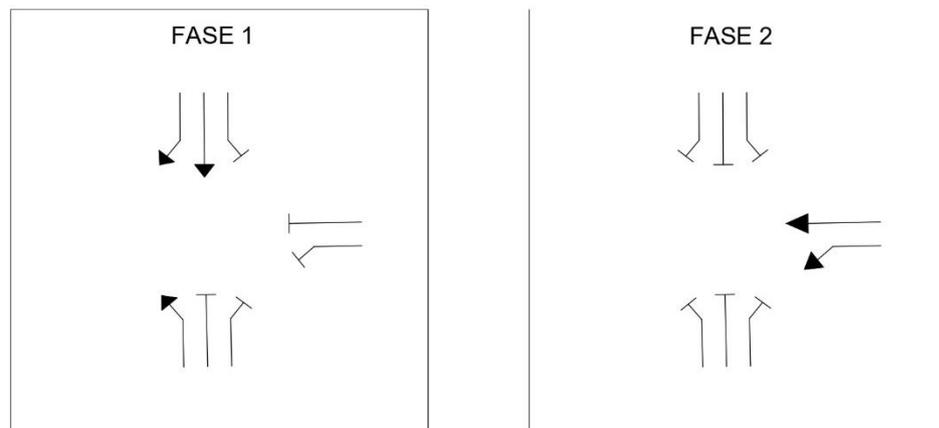
Pada Gambar V.2 dapat dilihat bahwa simpang kecapan memiliki 2 fase dimana untuk pendekat utara dan selatan merupakan satu fase yang

sama dan untuk pendekat timur memiliki fase yg berbeda. Pada simpang kecapan memiliki waktu siklus total yaitu 46 detik.

FASE 1 (detik)	UTARA & SELATAN	22	24						
FASE 2 (detik)	TIMUR	22	24						
									46 detik

**Gambar V. 3** Diagram Waktu Siklus Pejalan Kaki Eksisting

Pada Gambar V.3 dapat dilihat waktu siklus pejalan kaki yang menyebrang di Simpang Kecapan dimana pejalan kaki boleh menyebrang diwaktu kendaraan dalam keadaan berhenti / lampu merah.

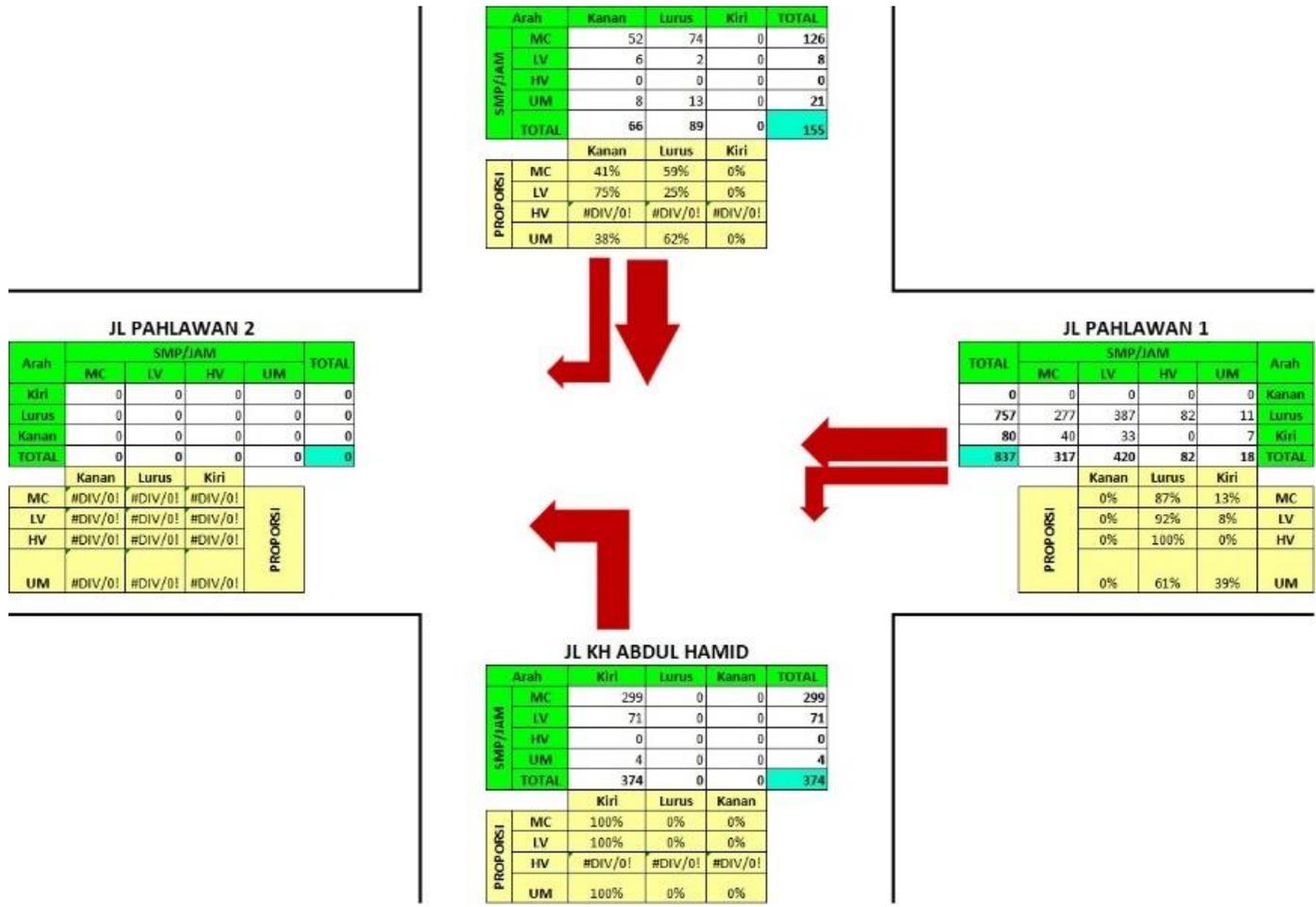


**Gambar V. 4** Fase Simpang Kecapan

Volume lalu lintas simpang diperoleh dari survey pencacahan lalu lintas gerakan membelok pada jam-jam sibuk (pagi, siang dan sore). Selanjutnya berdasarkan hasil survey dikalikan dengan nilai emp sebagaimana tiap-tiap jenis kendaraan untuk menghasilkan volume smp/jam. Berikut merupakan hasil analisis arus lalu lintas Simpang Kecapan dalam volume (smp/jam) pada jam sibuk.

**Tabel V. 2** Arus Lalu Lintas (Q) Simpang Kecapan Eksisting

<b>NO</b>	<b>KAKI SEMPANG</b>	<b>Arus Lalu Lintas (smp/jam)</b>
	Jl. Praj Siaman	155
	Jl. KH Abdul Hamid	374
	Jl. Pahlawan 1	837
	Jl. Pahlawan 2	-



Gambar V. 5 Matriks arus Simpang Kecapan

Pada Gambar V.5 dapat dilihat proporsi arah kendaraan yang melewati simpang kecapan dan juga dapat dilihat juga jenis kendaraan yang lewat.

Data kecepatan pada Jl. Praj Siaman, Jl. KH Abd Hamid, Jl. Pahlawan 1, dan Jl. Pahlawan 2 sebagai berikut.

**Tabel V. 3** Kecepatan Pada Ruas Simpang Kecapan

<b>Nama Jalan</b>	<b>Kecepatan (km/jam)</b>
Jl. Praj Siaman	21,74
Jl. KH Abd Hamid	45,51
Jl. Pahlawan 1	41,35
Jl. Pahlawan 2	39,37

1. Analisis kinerja simpang eksisting

a. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan simpang dihitung pada tiap pendekat. Dimana dalam menghitung derajat kejenuhan simpang diperlukan data arus total (Q) dengan satuan smp/jam dan kapasitas simpang (C) dengan satuan smp/jam. Sebelum menghitung DS terlebih dahulu menghitung kapasitas simpang pada tiap-tiap pendekat. Untuk menghitung kapasitas simpang dibutuhkan data Arus Jenuh (S) dan waktu hijau (g) dari tiap pendekat kaki simpang serta waktu siklus (c) simpang. Berikut contoh perhitungan derajat kejenuhan pada pendekat timur yakni Jalan Pahlawan 1.

1. Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

$$S = 4800 \times 0,83 \times 0,93 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$$

$$= 3705 \text{ smp/jam}$$

Dimana:

- Lebar efektif pendekat utara yakni Jalan Praj Siaman sebesar 2,5 meter, maka arus jenuh dasar sebesar:

$$So = 600 \times We$$

$$= 600 \times 8$$

$$= 4800 \text{ smp/jam}$$

- Jumlah penduduk yang ada di Kota Probolinggo yakni 242.246 jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota yaitu 0,83
- Faktor penyesuaian hambatan samping (Fsf) ditentukan dari tipe lingkungan jalan. Untuk pendekat utara tipe lingkungan pasar, hambatan samping tinggi maka didapatkan Fsf sebesar 0,93
- Faktor penyesuaian kelandaian (Fg) di ambil nilai 1,00 karena relatif datar, maka  $Fg = 1,00$
- Faktor penyesuaian parkir atau Fp sebesar 1,00
- Faktor penyesuaian belok kanan (Frt)

$$Frt = 1,00 + (Prt \times 0,26)$$

$$= 1,00 + (0 \times 0,26)$$

$$= 1,00$$

- Faktor penyesuaian belok kiri (Flt)

$$Flt = 1,00 - (Plt \times 0,16)$$

$$= 1,00 - (0 \times 0,16)$$

$$= 1,00$$

**Tabel V. 4** Nilai Arus Jenuh Simpang Kecapan

pendekat	Tipe pendekat	Arus jenuh (smp/jam) hijau							Nilai arus jenuh disesuaikan (smp/jam) S
		Nilai kapasitas dasar (smp/jam) So	Faktor-faktor koreksi						
			Semua tipe pendekat				Hanya tipe P		
			Ukuran kota Fcs	Hambatan samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok kanan FRT	Belok kiri FLT	
Praj. Siaman	O	875	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	639
KH. Abd Hamid	O	2.627	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	2.028
Pahlawan 1	P	4.800	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	3.705
Pahlawan 2	-	-	-	-	-	-	-	-	

## 2. Kapasitas

$$C = S \times g/c$$

$$= 3705 \times 17/46$$

$$= 1.369 \text{ smp/jam}$$

Dimana:

- Waktu hijau pendekat timur yakni 17 detik,  $g = 17$  detik
- Waktu siklus Simpang Kecapan yaitu 46 detik,  $c = 46$  detik

berikut merupakan kapasitas keseluruhan dari semua kaki simpang pada Simpang Kecapan

**Tabel V. 5** Kapasitas Simpang Kecapan

<b>PENDEKAT</b>	<b>KAPASITAS (S.g/c) (C) (smp/jam)</b>
Utara	208
Selatan	661

Timur	1.369
Barat	-

### 3. Derajat Kejenuhan

$$DS = \text{Volume} / \text{Kapasitas}$$

$$= 819 / 1369$$

$$= 0,60$$

**Tabel V. 6** Derajat Kejenuhan Simpang Kecapan

<b>Nama jalan</b>	<b>Pendekat</b>	<b>Waktu hijau (detik)</b>	<b>Volume (Q) (smp/jam)</b>	<b>Kapasitas (smp/jam)</b>	<b>Derajat kejenuhan</b>
Jl. Praj Siaman	Utara	15	134	208	0,64
Jl. KH Abd Hamid	Selatan	15	370	661	0,56
Jl. Pahlawan 1	Timur	17	819	1369	0,60

Dari Tabel V.6 Simpang Kecapan memiliki derajat kejenuhan paling tinggi yaitu 0,64 terdapat pada Jl. Praj Siaman di pendekat utara.

#### b. Rasio Arus

Menentukan besarnya rasio arus, *FR* dengan cara membagi besarnya arus lalu lintas dalam satuan smp/jam dengan nilai kapasitas. Berikut merupakan perhitungan rasio arus pada pendekat timur.

$$FR = Q / S$$

$$= 819 / 3705$$

$$= 0,22$$

Berikut merupakan rasio arus keseluruhan dari semua kaki simpang pada Simpang Kecapan.

**Tabel V. 7** Rasio Arus Pendekat Simpang Kecapan

<b>PENDEKAT</b>	<b>NILAI ARUS JENUH DISESUAIKAN (smp/jam) S</b>	<b>ARUS LALU LINTAS (smp/jam) Q</b>	<b>RASIO ARUS (Q/S) (smp/jam) FR</b>
Utara	639	134	0,21
Selatan	2.028	370	0,18
Timur	3.705	819	0,22
Barat	-	-	-

c. Rasio Arus Simpang (IFR)

Rasio arus simpang merupakan jumlah dari FR tiap pendekat simpang. Berikut merupakan perhitungan pada Simpang Kecapan

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= 0,21 + 0,22 \\ &= 0,43 \end{aligned}$$

d. Rasio fase (PR)

Rasio fase adalah hasil perbandingan dari rasio arus dengan rasio arus simpang

$$\text{PR} = \text{FR} / \text{IFR}$$

- Rasio fase 1

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{FR} / \text{IFR} \\ &= 0,21 / 0,43 \\ &= 0,49 \end{aligned}$$

- Rasio fase 2

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{FR} / \text{IFR} \\ &= 0,22 / 0,43 \\ &= 0,51 \end{aligned}$$

e. Waktu hilang total per siklus (LTI)

Waktu hilang total per siklus merupakan jumlah dari sinyal kuning dengan allred kemudian dikalikan sesuai jumlah kaki simpang. Berikut contoh perhitungan LTI pada Simpang Kecapan:

➤ Fase 1 (utara & selatan)

Sinyal kuning = 3 detik

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(L_{ev} + I_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_a}{V_{av \max}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(15 + 10)}{5} - \frac{10}{10} \right]$$

Merah semua = 4 detik

$$\text{LTI} = (4 + 3) \times 2$$

$$= 14$$

➤ Fase 2 (Timur)

Sinyal kuning = 3 detik

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(L_{ev} + I_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_a}{V_{av \max}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(15 + 10)}{10} - \frac{10}{10} \right]$$

Merah semua = 4 detik

$$\text{LTI} = (4 + 3) \times 2$$

$$= 14$$

f. Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ )

Untuk mengitung waktu sebelum penyesuaian dengan rumus sebagai berikut:

$$C_{ua} = (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR})$$

$$= (1,5 \times 14 + 5) / (1 - 0,43)$$

$$= 46 \text{ detik}$$

g. Waktu siklus yang disesuaikan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan didapatkan dari total waktu hijau tiap pendekat simpang ditambah dengan waktu total hilang per siklus dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan Waktu siklus yang disesuaikan berdasarkan data waktu sinyal hasil pengamatan di lapangan diperoleh berdasarkan data survey berikut:

Jumlah Fase: 2

Waktu kuning (*amber*): 3

Waktu merah (*all red*): 4

**Tabel V. 8** Waktu Hijau dan Waktu Hilang Kondisi

<b>PENDEKAT</b>	<b>FASE</b>	<b>WAKTU HIJAU (g) (detik)</b>	<b>LOST TIME INTERSECTION (LTI) (detik)</b>
Utara	1	15	14
Selatan	1	15	
Timur	2	17	
Barat		-	

$$\begin{aligned}c &= \Sigma g + LTI \\ &= 15 + 17 + 14 \\ &= 46 \text{ detik}\end{aligned}$$

h. Data Volume Pejalan Kaki

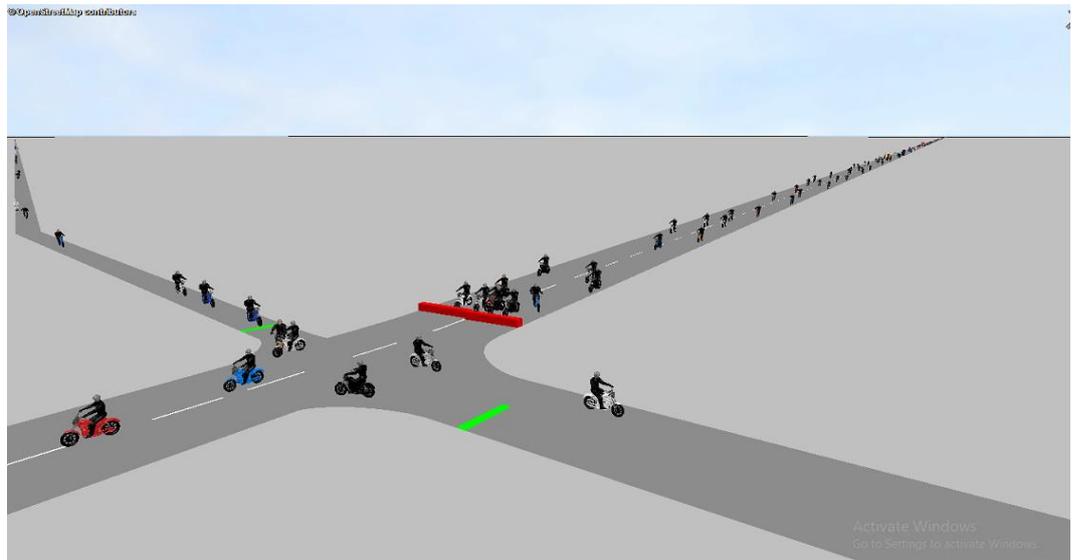
**Tabel V. 9** Data Hasil Survei Pejalan Kaki Simpang Kecapan

No	Pendekat	Waktu	Jumlah menyusuri (orang)		Jumlah Menyebrang (orang)
			Kiri	Kanan	
1	Jl. Praj Siaman	07.00-09.00	97	89	51
		11.00-13.00	90	80	53
		16.00-18.00	78	104	60
2	Jl. KH. Abdul Hamid	07.00-09.00	70	67	34
		11.00-13.00	74	62	34
		16.00-18.00	56	52	35
3	Jl. Pahlawan 1	07.00-09.00	96	89	99
		11.00-13.00	90	83	109
		16.00-18.00	89	104	101
4	Jl. Pahlawan 2	07.00-09.00	113	99	95
		11.00-13.00	99	82	94
		16.00-18.00	104	109	100

A. Pemodelan menggunakan vissim

Setelah didapatkan perhitungan kinerja simpang kondisi saat ini, selanjutnya kinerja yang dihasilkan dimodelkan dengan menggunakan aplikasi PTV Vissim. Setelahnya dilakukan uji validasi dengan menggunakan Chi-Square untuk memperoleh model yang sesuai dengan kondisi lapangan. Berikut ini langkah permodelan yang dimodelkan menggunakan software PTV Vissim:

1. Menginput background image
2. Membuat links dan connector
3. Menginput jenis kendaraan, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan rute kendaraan
4. Mengatur signal controller
5. Menjalankan simulasi



**Gambar V. 6** Hasil Pemodelan

Setelah dilakukannya pengumpulan data dan pengolahan data maka dilakukan pemodelan pada *Software Vissim*. Model yang dibuat sebisa mungkin mewakili keadaan sebenarnya sehingga dapat digunakan untuk melakukan analisis lebih lanjut. Dalam proses kalibrasi parameter yang harus diubah untuk menyesuaikan kondisi eksisting yang ada dipangan yakni Driving Behavior. Berikut merupakan tabel perubahan driving behaviors utuk menyesuaikan kondisi berkendara di Indonesia.

**Tabel V. 10** Parameter Kalibrasi

No	Parameter yang diubah	
1	<i>Desire position at free flow</i>	<i>Any</i>
2	<i>Overtake on same line</i>	<i>On</i>
3	<i>Distance standing</i>	0,1
4	<i>Distance driving</i>	0,2
5	<i>Average standstill distance</i>	0,3
6	<i>Additive part of safety distance</i>	0,3
7	<i>Multiplicative part of safety distance</i>	0,6

Setelah proses kalibrasi berakhir, validasi dilakukan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan berdasarkan volume yang keluar dan volume yang di input ke dalam program VISSIM. Berikut merupakan validasi dengan menggunakan GEH dan MAPE.

1. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE dikenal sebagai rata-rata deviasi persentase absolut tersebut yang merupakan persentase perbedaan antara data yang sebenarnya dengan data perkiraan.

$$\text{Nilai absolute} = \{(A_t - F_t) / A_t\}$$

$$\text{MAPE} = (\text{total nilai absolute} / n) \times 100$$

Keterangan:

$A_t$  = volume eksisting (kend/jam)

$F_t$  = volume model (kend/jam)

$n$  = jumlah kaki simpang yang divalidasi

berikut merupakan contoh validasi pendekatan utara

$$\begin{aligned} \text{nilai absolute} &= \{(344 - 349) / 349\} \\ &= 0,015 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mape} &= (0,451 / 5) \times 100 \\ &= 9,02 \end{aligned}$$

**Tabel V. 11** Validasi MAPE

No	Lengan	Volume		Error	Nilai absolute error	Nilai absolute error dibagi dengan nilai aktual
		Eksisting $A_t$	Model $F_t$			
1	Jl. Praj Siaman	344	349	-5	5	0,015
2	Jl. KH Abd Hamid masuk	822	821	1	1	0,001
3	Jl. KH Abd Hamid keluar	210	274	-64	64	0,305
4	Jl. Pahlawan 1	2058	2125	-40	40	0,019

5	JL. Pahlawan 2	1473	1637	-164	164	0,111
Total						0,451
n						5
MAPE						9,02

Dilihat dari Tabel V.11 hasil dari validasi menggunakan MAPE dibawah 10 dengan nilai yaitu 9,02 maka hasil validasi diatas bisa sangat akurat.

## 2. GEH (Geoffrey E. Havers)

Validasi menggunakan GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Berikut merupakan perhitungan validasi GEH pada pendekatan utara

$$\begin{aligned}
 GEH &= \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \\
 &= \sqrt{\frac{(349-344)^2}{0,5 \times (349+344)}} \\
 &= 0,27
 \end{aligned}$$

**Tabel V. 12** Validasi GEH

PENDEKAT	VOLUME		SELISIH	GEH	KETERANGAN
	EKSISTING	MODEL			
Jl. Praj Siaman	344	349	5	0,27	DITERIMA
Jl. KH Abd Hamid Masuk	822	821	1	0,03	DITERIMA
Jl. KH Abd Hamid Keluar	210	274	64	4,11	DITERIMA

Jl. Pahlawan 1	2085	2125	40	0,87	DITERIMA
Jl. Pahlawan 2	1473	1637	164	4,16	DITERIMA
GEH				1,89	DITERIMA

Berdasarkan data Tabel V.12, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan jumlah kendaraan antara data yang diinput dengan data yang keluar namun tidak signifikan dan masih dapat ditoleransi dengan nilai selisih di bawah 10.

### 3. Hasil kinerja simpang pemodelan

Setelah dilakukan pemodelan maka didapatkan hasil dari pemodelan tersebut berupa volume, antrian, dan tundaan simpang. Berikut merupakan data hasil dari pemodelan dengan menggunakan vissim.

#### a. Volume Simpang Kecapan

**Tabel V. 13** Data Volume Hasil Pemodelan

No	Nama Jalan	Volume (kend/jam)
1	Jl. Praj Siaman	349
2	Jl. KH Abd Hamid Masuk	821
3	Jl. KH Abd Hamid Keluar	274
4	Jl. Pahlawan 1	2.125
5	Jl. Pahlawan 2	1.637

Dilihat dari Tabel V.13 bahwa volume ruas pada simpang kecapan tertinggi terdapat pada ruas Jalan Pahlawan 1.

b. Antrian dan Tundaan Simpang

**Tabel V. 14** Panjang Antrian Hasil Pemodelan

<b>Nama Simpang</b>	<b>Qlen Rata-Rata (m)</b>	<b>VehDelay Rata-Rata (s)</b>	<b>LOS</b>
Simpang Kecapan	12,43	78,07	F

Dilihat dari Tabel V.14 dapat dilihat dengan tundaan Simpang Kecapan sebesar 78,07 maka LOS Simpang Kecapan yaitu F karena tundaan melebihi 60.

## 5.2 Skenario Peningkatan Kinerja Simpang

### A. Penggunaan Dua Fase Pada Simpang Kecapan

Setelah melakukan identifikasi permasalahan yang ada pada wilayah studi, maka upaya pemecahan masalah transportasi yang terjadi pada Simpang Kecapan perlu dilakukan penanganan. Penanganan yang dilakukan adalah dengan cara optimalisasi waktu siklus dan pengurangan hambatan samping pada pendekatan utara dengan tujuan agar Simpang Kecapan memiliki kinerja yang lebih baik lagi dari sebelumnya.

Pada simpang kecapan merupakan simpang empat bersinyal yang awalnya memakai pengaturan fase 2. Berikut merupakan langkah optimasi simpang:

- Arus Jenuh (s)

Arus jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar ( $S_0$ ) pada kondisi standar dengan faktor penyesuaian (F) yang telah ditentukan sesuai dengan kondisi di lokasi wilayah studi. Berikut merupakan perhitungan arus jenuh pendekatan timur Simpang Kecapan.

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$= 4.800 \times 0,83 \times 0,88 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$$

$$= 3.705 \text{ smp/jam}$$

**Tabel V. 15** Arus Jenuh (S) Simpang Kecapan

pendekat	Tipe pendekat	Arus jenuh (smp/jam) hijau							Nilai arus jenuh disesuaikan (smp/jam) S
		Nilai kapasitas dasar (smp/jam) So	Faktor-faktor koreksi						
			Semua tipe pendekat				Hanya tipe P		
			Ukuran kota Fcs	Hambatan samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok kanan FRT	Belok kiri FLT	
Utara	O	2.800	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	2.045
Selatan	O	2.627	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	2.028
Timur	P	4.800	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	3.705
Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel V.15, dapat diketahui arus jenuh masing-masing pendekat. Untuk arus jenuh tertinggi yaitu pada pendekat timur dengan nilai 3.705 smp/jam

- Arus lalu lintas (Q)

**Tabel V. 16** Arus Lalu Lintas Simpang Kecapan

No	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) smp/jam
1	Jl. Praj Siaman	134
2	Jl. KH Abd Hamid	370
3	Jl. Pahlawan 1	819

Berdasarkan Tabel V.16 dapat diketahui besarnya arus lalu lintas pada tiap pendekat Simpang Kecapan.

- Rasio Arus (FR)

Rasio arus lalu lintas merupakan nilai perbandingan antar arus lalu lintas dengan arus jenuh yang terjadi pada simpang. Berikut merupakan perhitungan rasio arus pada pendekatan timur.

$$\begin{aligned} \text{FR} &= \text{Q/S} \\ &= 819/3.705 \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

**Tabel V. 17** Rasio Arus

<b>PENDEKAT</b>	<b>NILAI ARUS JENUH DISESUAIKAN (smp/jam) S</b>	<b>ARUS LALU LINTAS (smp/jam) Q</b>	<b>RASIO ARUS (Q/S) FR</b>
Utara	2.045	134	0,07
Selatan	2.028	370	0,18
Timur	3.705	819	0,22
Barat	-	-	-

- Rasio Arus Simpang (IFR)

Rasio arus simpang merupakan hasil penjumlahan dari nilai rasio arus (FR) tiap pendekatan simpang. Berikut merupakan perhitungan IFR Simpang Kecapan

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \text{FRselatan} + \text{FRtimur} \\ &= 0,18 + 0,22 \\ &= 0,40 \end{aligned}$$

- Rasio fase (PR)

Rasio fase adalah hasil perbandingan dari rasio arus dengan rasio arus simpang

- Fase 1 (utara & selatan)

$$\begin{aligned} PR &= FR/IFR \\ &= 0,18/0,40 \\ &= 0,45 \end{aligned}$$

- Fase 2 (timur)

$$\begin{aligned} PR &= FR/IFR \\ &= 0,22/0,40 \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

- Waktu hilang total (LTI)

- Fase 1 (utara & selatan)

Sinyal kuning = 3 detik

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(L_{ev} + I_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_a}{V_{av \max}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(10 + 5)}{5} - \frac{10}{10} \right]$$

Merah semua = 2 detik

$$\begin{aligned} LTI &= (2 + 3) \times 2 \\ &= 10 \end{aligned}$$

- Fase 2 (Timur)

Sinyal kuning = 3 detik

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(L_{ev} + I_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_a}{V_{av \max}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(10 + 5)}{5} - \frac{10}{10} \right]$$

Merah semua = 2 detik

$$\begin{aligned} LTI &= (2 + 3) \times 2 \\ &= 10 \end{aligned}$$

Waktu hilang total per siklus merupakan jumlah dari sinyal kuning dengan *allred* kemudian dikalikan sesuai jumlah kaki simpang. Berikut contoh perhitungan LTI pada Simpang Kecapan:

**Tabel V. 18** Waktu Hilang Total

Waktu hilang total (LTI)	10
Fase	2
Yellow (Amber)	3
All red	2

- Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua)

$$\begin{aligned} \text{Cua} &= (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1,5 \times 10 + 5) / (1 - 0,40) \\ &= 34 \text{ detik} \end{aligned}$$

- Waktu siklus yang disesuaikan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan adalah total dari waktu hijau tiap pendekat simpang ditambah dengan waktu total hilang per siklus dengan rumus:

$$\begin{aligned} c &= \sum g + \text{LTI} \\ c &= 17 + 16 + 10 \\ &= 43 \end{aligned}$$

c merupakan waktu siklus yang sudah dioptimasi. Berikut merupakan hasil dari waktu siklus yang sudah dioptimalisasi.

FASE 1 (detik)	UTARA & SELATAN	17	3	2	21			
FASE 2 (detik)	TIMUR	22	2	3	16			
						43 detik		

**Gambar V. 7** Diagram Waktu Siklus Kendaraan Setelah Optimalisasi

Pada Gambar V.7 dapat dilihat diagram waktu siklus yang terdapat di Simpang Kecapan setelah dilakukan optimalisasi waktu siklus.

FASE 1 (detik)	UTARA & SELATAN	22	21						
FASE 2 (detik)	TIMUR	22	21						
				43 detik					

**Gambar V. 8** Diagram Waktu Siklus Pejalan Kaki Setelah Optimalisasi

Pada Gambar V.8 dapat dilihat untuk diagram waktu untuk pejalan kaki yang menyebrang di Simpang Kecapan, dimana pejalan kaki menyebrang diwaktu kendaraan dalam posisi berhenti/lampu merah.

**Tabel V. 19** Waktu Siklus Setelah Optimalisasi

Nama jalan	Hijau dalam fase	Waktu hijau	Waktu siklus	Semua merah	Kuning (Amber)	LTI
Jl. Praj Siaman	1	17	43	2	3	10
Jl. KH Abd Hamid	1	17				
Jl. Pahlawan 1	2	16				

Dari Tabel V.19 dapat dilihat bahwa Simpang Kecapan dikendalikan APILL dengan 2 fase dan memiliki waktu siklus optimal yaitu sebesar 43 detik.

Setelah dilakukan optimalisasi waktu siklus, dan hambatan samping maka didapatkan kinerja simpang setelah optimalisasi. Berikut merupakan hasil kinerja simpang setelah optimalisasi waktu siklus.

**Tabel V. 20** Kinerja Simpang Setelah Dilakukan Optimalisasi

Nama Jalan	Qlen Rata-Rata (m)	VehDelay Rata-Rata (s)	LOS
Simpang Kecapan	7,83	38,92	D

Dilihat dari Tabel V.20 bahwa hasil optimalisasi fase dan waktu siklus Simpang Kecapan dengan menggunakan *software Vissim* memiliki antrian rata-rata sepanjang 7,83 m dan memiliki tundaan rata-rata simpang yaitu 38,92 detik, dikarenakan tundaan rata-rata simpang dibawah 40 maka Simpang Kecapan memiliki LOS D. hal ini menunjukkan ada peningkatan kinerja simpang dibandingkan dengan kondisi eksisting simpang.

Setelah dilakukan optimalisasi waktu siklus dan pengurangan hambatan samping, maka derajat kejenuhan dari Simpang Kecapan juga berubah. Berikut merupakan derajat kejenuhan Simpang setelah dilakukan optimalisasi.

**Tabel V. 21** Derajat Kejenuhan Setelah Dilakukan Skenario 1

<b>No</b>	<b>Nama Jalan</b>	<b>Arus Lalu Lintas (smp/jam)</b>	<b>Kapasitas (smp/jam)</b>	<b>Derajat Kejenuhan</b>
1	Jl. Praj Siaman	134	809	0,17
2	Jl. KH Abd Hamid	370	802	0,46
3	Jl. Pahlawan 1	819	1379	0,59

**B. Penggunaan Tiga Fase Pada Simpang Kecapan**

Upaya pemecahan masalah transportasi yang terjadi pada Simpang Kecapan perlu dilakukan penanganan. Penanganan yang dilakukan adalah dengan cara merubah fase, optimalisasi waktu siklus dan pengurangan hambatan samping pada pendekat utara dengan tujuan agar Simpang Kecapan memiliki kinerja yang lebih baik lagi dari sebelumnya.

Pada simpang kecapan merupakan simpang empat bersinyal yang awalnya memakai pengaturan fase 2 fase menjadi 3 fase. Berikut merupakan langkah optimasi simpang:

- Arus Jenuh (s)

Arus jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar ( $S_0$ ) pada kondisi standar dengan faktor penyesuaian (F) yang telah ditentukan sesuai dengan kondisi di lokasi wilayah studi. Berikut merupakan perhitungan arus jenuh pendekat utara Simpang Kecapan.

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times FRT \times FLT$$

$$= 3000 \times 0,83 \times 0,88 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$$

$$= 2.191 \text{ smp/jam}$$

**Tabel V. 22** Arus Jenuh (s) Simpang Kecapan

pendekat	Tipe pendekat	Arus jenuh (smp/jam) hijau							Nilai arus jenuh disesuaikan (smp/jam) S
		Nilai kapasitas dasar (smp/jam) $S_0$	Faktor-faktor koreksi						
			Semua tipe pendekat				Hanya tipe P		
			Ukuran kota $F_{cs}$	Hambatan samping $F_{sf}$	Kelandaian $F_g$	Parkir $F_p$	Belok kanan $FRT$	Belok kiri $FLT$	
Utara	P	3.000	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	2.191
Selatan	P	1.500	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1.158
Timur	P	4.800	0,83	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	3.705
Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel V.22, dapat diketahui arus jenuh masing-masing pendekat. Untuk arus jenuh tertinggi yaitu pada pendekat timur dengan nilai 3.705 smp/jam

- Arus lalu lintas (Q)

**Tabel V. 23** Arus Lalu Lintas Simpang Kecapan

No	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) smp/jam
1	Jl. Praj Siaman	71
2	Jl. KH Abd Hamid	220
3	Jl. Pahlawan 1	819

Berdasarkan Tabel V.23 dapat diketahui besarnya arus lalu lintas pada tiap pendekat Simpang Kecapan.

- Rasio Arus (FR)

Rasio arus lalu lintas merupakan nilai perbandingan antar arus lalu lintas dengan arus jenuh yang terjadi pada simpang. Berikut merupakan perhitungan rasio arus pada pendekat utara.

$$\begin{aligned}
 FR &= Q/S \\
 &= 71/2191 \\
 &= 0,03
 \end{aligned}$$

**Tabel V. 24** Rasio Arus

PENDEKAT	NILAI ARUS JENUH DISESUAIKAN (smp/jam) S	ARUS LALU LINTAS (smp/jam) Q	RASIO ARUS (Q/S) FR
Utara	2191	71	0,03
Selatan	1158	220	0,19
Timur	3705	819	0,22
Barat	-	-	-

- Rasio Arus Simpang (IFR)

Rasio arus simpang merupakan hasil penjumlahan dari nilai rasio arus (FR) tiap pendekatan simpang. Berikut merupakan perhitungan IFR Simpang Kecapan

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \text{FR}_{\text{utara}} + \text{FR}_{\text{selatan}} + \text{FR}_{\text{timur}} \\ &= 0,03 + 0,19 + 0,22 \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

- Rasio fase (PR)

Rasio fase adalah hasil perbandingan dari rasio arus dengan rasio arus simpang.

- Pendekat Utara

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{FR}/\text{IFR} \\ &= 0,03/0,44 \\ &= 0,07 \end{aligned}$$

- Pendekat Selatan

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{FR}/\text{IFR} \\ &= 0,19/0,44 \\ &= 0,43 \end{aligned}$$

- Pendekat Timur

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{FR}/\text{IFR} \\ &= 0,22/0,44 \\ &= 0,50 \end{aligned}$$

- Waktu hilang total (LTI)

- Fase 1 (utara)

Sinyal kuning = 3 detik

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{L_{ev} + I_{ev}}{V_{ev}} - \frac{L_a}{V_{av \max}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(15 + 5)}{10} - \frac{5}{10} \right]$$

Merah semua = 2 detik

$$\begin{aligned} \text{LTI} &= (2 + 3) \times 3 \\ &= 15 \end{aligned}$$

➤ Fase 2 (Selatan)

Sinyal kuning = 3 detik

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(L_{ev} + I_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_a}{V_{av \max}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(15 + 5)}{10} - \frac{5}{10} \right]$$

Merah semua = 2 detik

$$\text{LTI} = (2 + 3) \times 3$$

$$= 15$$

➤ Fase 3 (Timur)

Sinyal kuning = 3 detik

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(L_{ev} + I_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_a}{V_{av \max}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[ \frac{(15 + 5)}{10} - \frac{5}{10} \right]$$

Merah semua = 2 detik

$$\text{LTI} = (2 + 3) \times 3$$

$$= 15$$

Waktu hilang total per siklus merupakan jumlah dari sinyal kuning dengan *allred* kemudian dikalikan sesuai jumlah kaki simpang. Berikut contoh perhitungan LTI pada Simpang Kecapan:

**Tabel V. 25** Waktu Hilang Total

Waktu hilang total (LTI)	15
Fase	3
Yellow (Amber)	3
All red	2

- Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua)

$$\begin{aligned}
 Cua &= (1,5 \times LTI + 5)/(1-IFR) \\
 &= (1,5 \times 15 + 5) / (1 - 0,44) \\
 &= 49 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

- Waktu siklus yang disesuaikan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan adalah total dari waktu hijau tiap pendekat simpang ditambah dengan waktu total hilang per siklus dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 c &= \sum g + LTI \\
 c &= 10 + 16 + 19 + 15 \\
 &= 60
 \end{aligned}$$

c merupakan waktu siklus yang sudah dioptimasi. Berikut merupakan hasil dari waktu siklus yang sudah dioptimalisasi.

FASE 1 (detik)	UTARA	10	3	2	45			
FASE 2 (detik)	SELATAN	15		16	3	2	24	
FASE 3 (detik)	TIMUR	36				19	3	2
		60 detik						

**Gambar V. 9** Diagram Waktu Siklus Kendaraan Setelah Optimalisasi

Pada Gambar V.9 dapat dilihat diagram waktu siklus yang terdapat di Simpang Kecapan, dimana yang awalnya hanya memakai 2 fase menjadi 3 fase.

FASE 1 (detik)	UTARA	15	45					
FASE 2 (detik)	SELATAN	15	21	24				
FASE 3 (detik)	TIMUR	36			24			
		60 detik						

**Gambar V. 10** Diagram Waktu Siklus Pejalan Kaki Setelah Optimalisasi

Pada Gambar V.10 dapat dilihat untuk diagram waktu untuk pejalan kaki yang menyebrang di Simpang Kecapan, dimana pejalan kaki menyebrang di waktu kendaraan dalam posisi berhenti/lampu merah.

**Tabel V. 26** Waktu Siklus Setelah Optimalisasi 3 Fase

<b>Nama jalan</b>	<b>Hijau dalam fase</b>	<b>Waktu hijau</b>	<b>Waktu siklus</b>	<b>Semua merah</b>	<b>Kuning (Amber)</b>	<b>LTI</b>
Jl. Praj Siaman	1	10	60	2	3	15
Jl. KH Abd Hamid	2	16	60			
Jl. Pahlawan 1	3	19	60			

Dari Tabel V.26 dapat dilihat bahwa Simpang Kecapan dikendalikan APILL dengan pengendalian 3 fase dan memiliki waktu siklus optimal yaitu sebesar 60 detik.

Setelah dilakukan optimalisasi fase, waktu siklus, dan hambatan samping, maka didapatkan perbandingan antara kinerja simpang sebelum optimalisasi dengan kinerja simpang setelah optimalisasi. Berikut merupakan hasil perbandingan kinerja simpang.

**Tabel V. 27** Kinerja Simpang Setelah Dilakukan Optimalisasi 3 Fase

<b>Nama Jalan</b>	<b>Qlen Rata-Rata (m)</b>	<b>VehDelay Rata-Rata (s)</b>	<b>LOS</b>
Simpang Kecapan	11,12	47,87	E

Dilihat dari Tabel V.27 bahwa hasil optimalisasi fase dan waktu siklus Simpang Kecapan dengan menggunakan *software Vissim* memiliki antrian rata-rata sepanjang 11,12 meter, dan memiliki tundaan rata-rata simpang yaitu 47,87 detik, dikarenakan tundaan rata-rata simpang diantara 40-60 maka Simpang Kecapan memiliki LOS D. Hal ini menunjukkan ada peningkatan kinerja simpang dibandingkan dengan kondisi eksisting simpang.

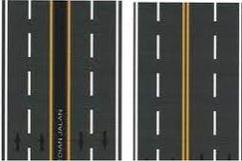
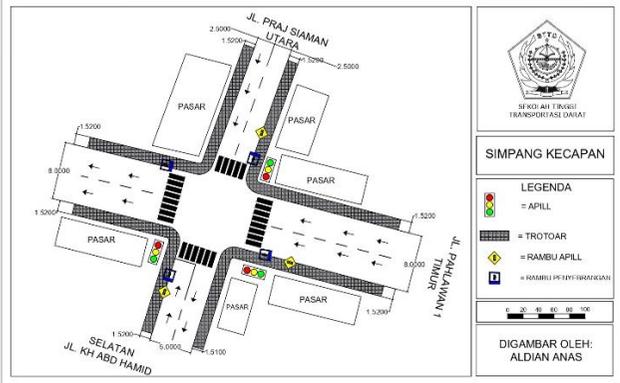
Setelah dilakukan optimalisasi waktu siklus dan pengurangan hambatan samping, maka derajat kejenuhan dari Simpang Kecapan juga berubah. Berikut merupakan derajat kejenuhan Simpang setelah dilakukan optimalisasi.

**Tabel V. 28** Derajat Kejenuhan Setelah Dilakukan Skenario 2

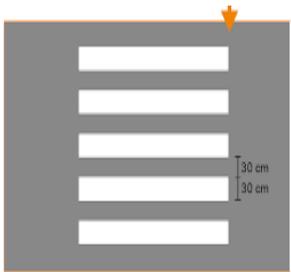
<b>No</b>	<b>Nama Jalan</b>	<b>Arus Lalu Lintas (smp/jam)</b>	<b>Kapasitas (smp/jam)</b>	<b>Derajat Kejenuhan</b>
1	Jl. Praj Siaman	71	365	0,19
2	Jl. KH Abd Hamid	220	309	0,71
3	Jl. Pahlawan 1	819	1173	0,70

Pada Simpang Kecapan dalam kondisi eksisting, belum lengkapnya fasilitas perlengkapan jalan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas. Berikut merupakan usulan fasilitas perlengkapan jalan pada Simpang Kecapan.

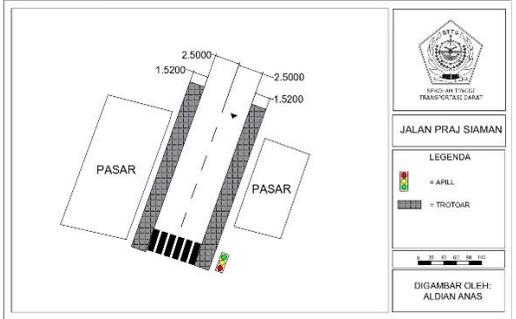
**Tabel V. 29** Fasilitas Kelengkapan Jalan Simpang Kecapan

fasilitas	Gambar	Nama jalan	Koordinat	visualisasi
Rambu Pejalan Kaki		Jl. Praj Siaman	7°45'22"S 113°13'08"E	
		Jl. KH Abd Hamid	7°45'30"S 113°13'09"E	
		Jl. Pahlawan 1	7°45'23"S 113°13'06"E	
		Jl. Pahlawan 2	7°45'24"S 113°13'11"E	
Marka Jalan		Jl. Praj Siaman		
		Jl. KH Abd Hamid		
		Jl. Pahlawan 1		
		Jl. Pahlawan 2		

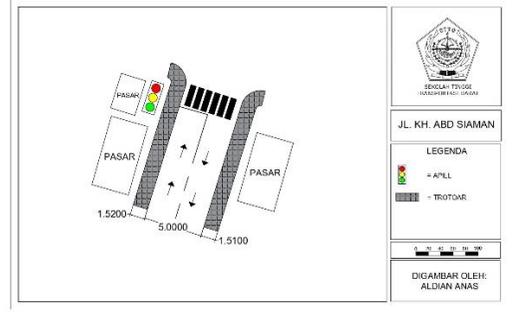
ZebraCross



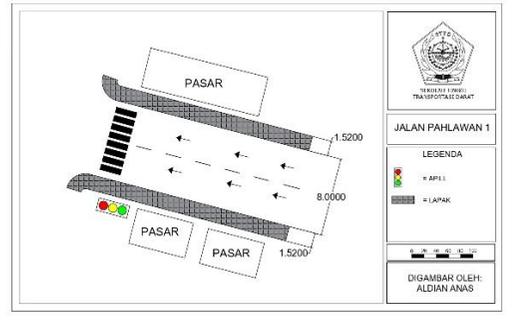
Jl. Praj Siaman

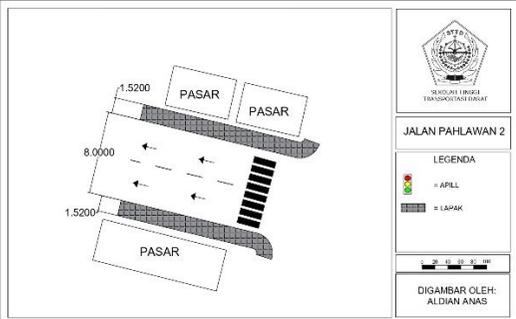


Jl. KH Abd Hamid



Jl. Pahlawan 1



		<p>Jl. Pahlawan 2</p>		
--	--	-----------------------	--	---

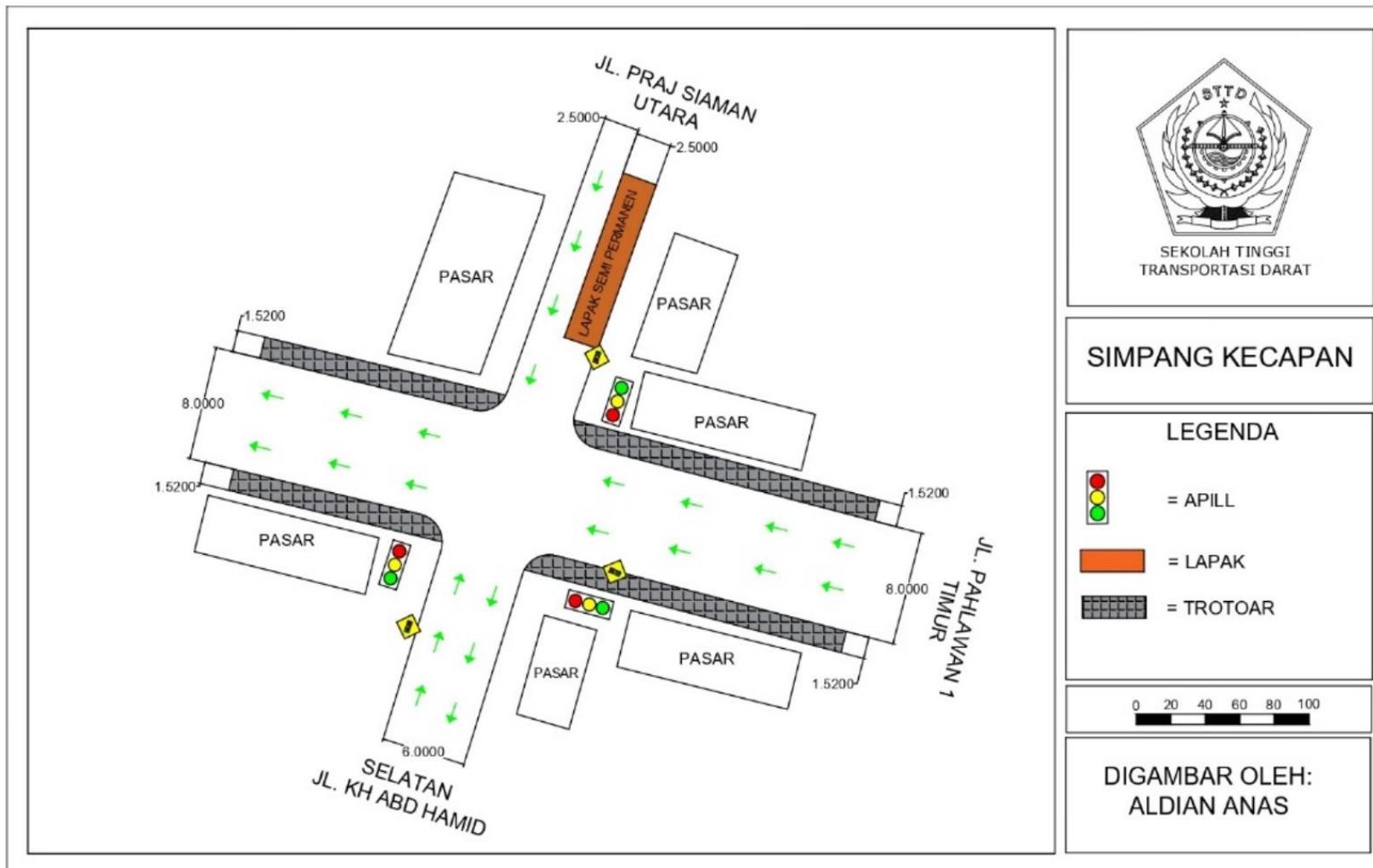
### 5.3 Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Penanganan

Berdasarkan hasil analisis tiap penerapan skenario dalam peningkatan kinerja simpang, maka dilakukan perbandingan pada kondisi eksisting tanpa penanganan, skenario 1, dan skenario 2. Dari perbandingan tersebut akan didapatkan kinerja simpang terbaik yang menjadi usulan terbaik dalam peningkatan kinerja simpang. Berikut merupakan perbandingan kinerja simpang.

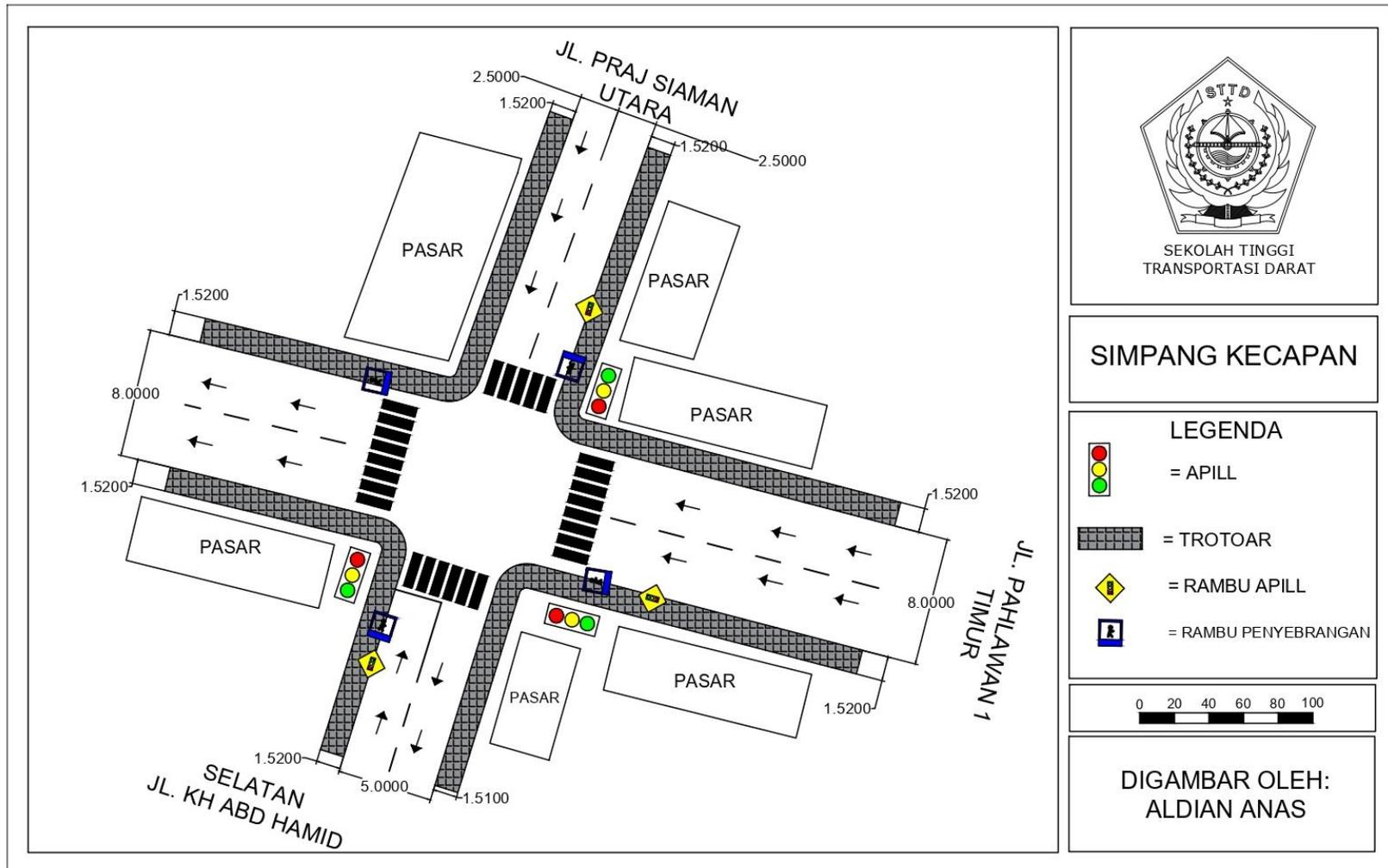
**Tabel V. 30** Perbandingan Kinerja Simpang

<b>Nama Simpang</b>	<b>Skenario</b>	<b>DS</b>	<b>Qlen (m)</b>	<b>VehDelay (s)</b>	<b>LOS</b>
Simpang Kecapan	Eksisting	0,60	12,43	78,07	F
	Skenario 1	0,40	7,83	38,92	D
	Skenario 2	0,53	11,12	47,48	E

Setelah dilakukan perbandingan antara kondisi eksisting, skenario 1, dan skenario 2 maka didapatkan hasil terbaik dari kinerja simpang. Untuk hasil kinerja simpang terbaik terdapat pada skenario 1 dengan LOS D, dan untuk kinerja simpang kedua terbaik terdapat pada skenario 2 dengan LOS E dan untuk kinerja simpang terburuk terdapat pada kondisi eksisting dengan LOS F.



**Gambar V. 11** Layout Eksisting Simpang Kecapan



**Gambar V. 12** Layout Setelah Optimalisi

## 5.4 Analisis Fasilitas Pejalan Kaki

Ruang lalu lintas yang ada lebih banyak disediakan untuk kendaraan, padahal pejalan kaki juga merupakan salah satu komponen dari transportasi. Terbatasnya ruang untuk pejalan kaki menyebabkan pejalan kaki berjalan di ruang lalu lintas utama dan bercampur dengan kendaraan. Hal tersebut berpengaruh terhadap kelancaran lalu lintas serta keselamatan pejalan kaki. Oleh karena itu perlu adanya analisis akan kebutuhan fasilitas pejalan kaki. Di ruas jalan pendekat pada Simpang Kecapan belum memiliki fasilitas pejalan kaki yang optimal. Pejalan kaki yang akan berjalan ke dan dari pasar biasanya berjalan di sepanjang jalur lalu lintas dikarenakan pedagang kaki lima banyak yang berjualan di sepanjang trotoar dan bahkan banyak pejalan kaki yang menyeberang di sembarang titik.

### a. Pergerakan menyusuri jalan

Volume pejalan kaki menyusuri jalan kanan dan kiri didapatkan dari hasil survei pejalan kaki menyusuri. Analisis kebutuhan trotoar dapat dilihat sebagai berikut:

$$W = \frac{v}{35} \times N$$

Keterangan:

W = lebar trotoar yang dibutuhkan (meter)

V = volume pejalan kaki (orang/menit)

n = nilai konstanta

perhitungan lebar trotoar pada pendekat utara pada jam  
06.30 – 07.30

$$\begin{aligned} W &= 0,75/35 + 1,5 \\ &= 1,52 \text{ m} \end{aligned}$$

**Tabel V. 31** Lebar Trotoar yang Dibutuhkan Untuk Pejalan Kaki

No	Nama ruas	Jumlah orang menyusuri rata-rata (orang/menit)		Lebar trotoar yang dibutuhkan (m)	
		kiri	kanan	kiri	kanan
1	Jl. Praj Siaman	0,79	0,82	1,52	1,52
2	Jl. KH Abdul Hamid	0,55	0,52	1,52	1,51
3	Jl. Pahlawan 1	0,79	0,82	1,52	1,52
4	Jl. Pahlawan 2	0,86	0,83	1,52	1,52

Tabel V.31 menunjukkan bahwa total lebar trotoar tertinggi yang dibutuhkan yaitu dengan lebar adalah 1,52 m. Sedangkan yang terendah yaitu 1,51 m sisi kanan pendekat selatan.

b. Pergerakan menyebrang jalan

Volume pejalan kaki menyebrang didapatkan dari hasil survei pejalan kaki. Dengan menggunakan rumus maka didapat data acuan dalam menentukan fasilitas penyeberangan. Berikut ini merupakan hasil penentuan fasilitas penyeberangan pada Simpang Kecapan.

$$P \times V^2$$

Keterangan:

P = volume penyebrang jalan (orang/jam)

V = volume lalu lintas

Berikut merupakan perhitungan fasilitas penyeberangan pada pendekat timur:

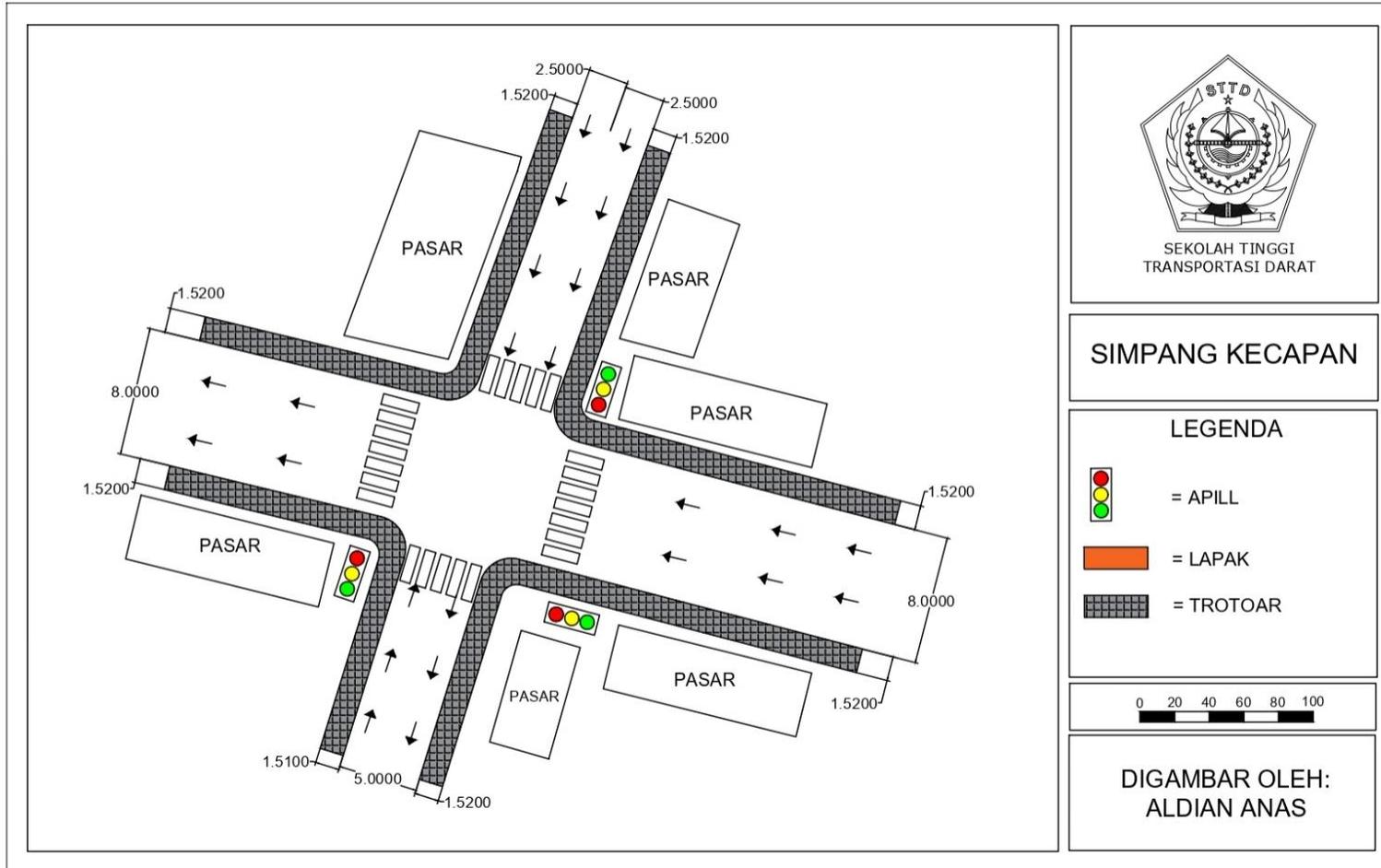
$$\begin{aligned} \text{Fasilitas penyebrangan} &= 52,75 \times (1390,5)^2 \\ &= 101991611 \end{aligned}$$

**Tabel V. 32** Rekomendasi Fasilitas Penyebrangan di Simpang Kecapan

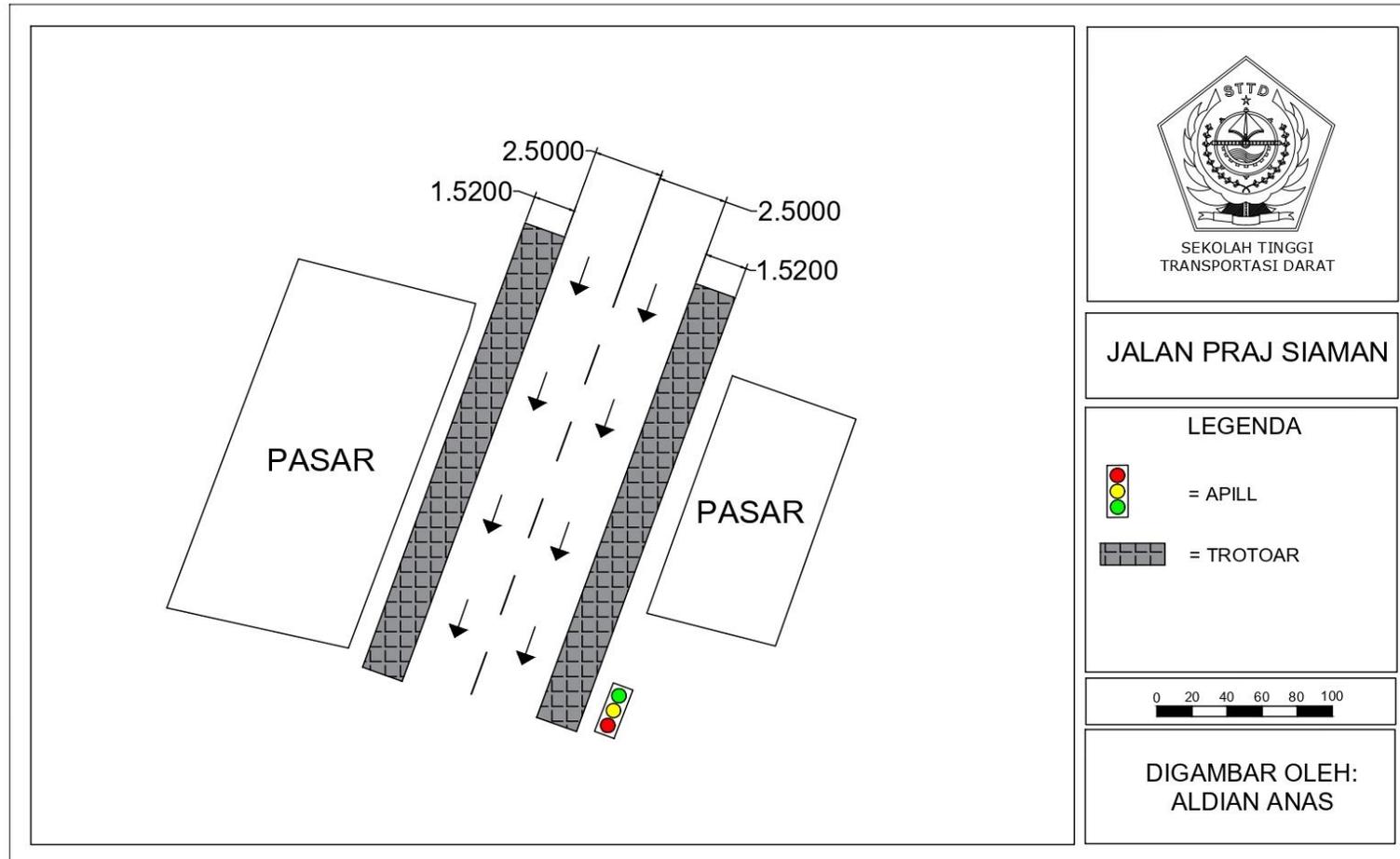
No	Nama ruas	Jumlah orang menyebrang rata-rata (orang/jam)	Volume (kend/jam)	PV <sup>2</sup>	Rekomendasi fasilitas penyebrangan
1	Jl. Praj Siaman	27,25	464,75	5885797	Tidak ada
2	Jl. KH Abdul Hamid	17,25	246,25	1046024	Tidak ada
3	Jl. Pahlawan 1	52,75	1390,5	101991611	Pelican
4	Jl. Pahlawan 2	51,25	1917,5	188436320	Pelican

Dari Tabel V.32 dikarenakan pendekatan timur dan barat mendapatkan hasil PV<sup>2</sup> nya melebihi 10<sup>8</sup> dan volume kendaraan nya melebihi 500 kend/jam maka rekomendasi fasilitas penyebrangan pejalan kaki pada pendekatan timur dan barat memakai Pelican. Namun menurut SE PUPR Tahun 2018, syarat menggunakan pelican yaitu dengan jarak minimal 300m dari persimpangan. Maka untuk fasilitas pejalan kaki pada Simpang Kecapan menggunakan zebra cross.

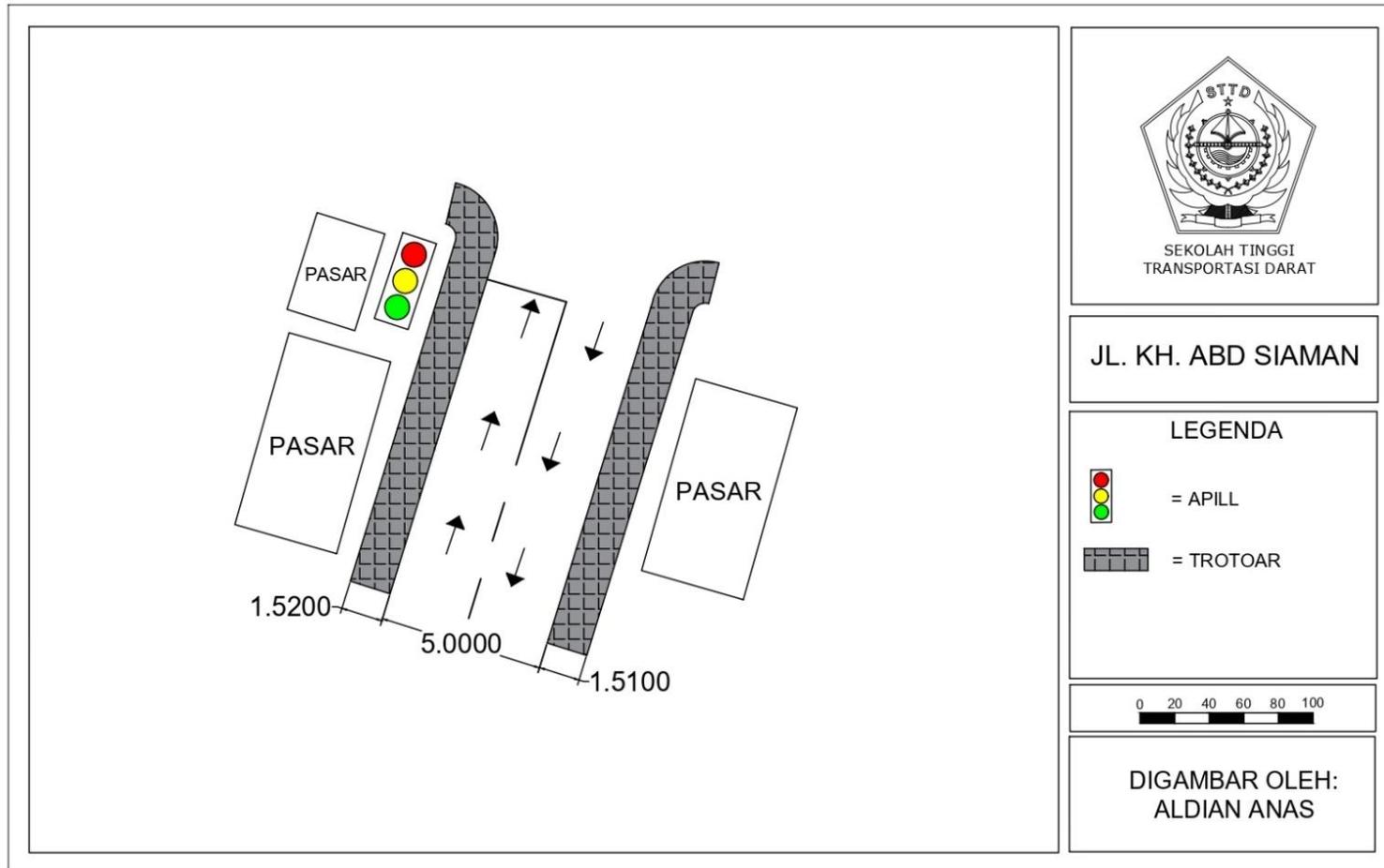
c. Desain Fasilitas Pejalan Kaki



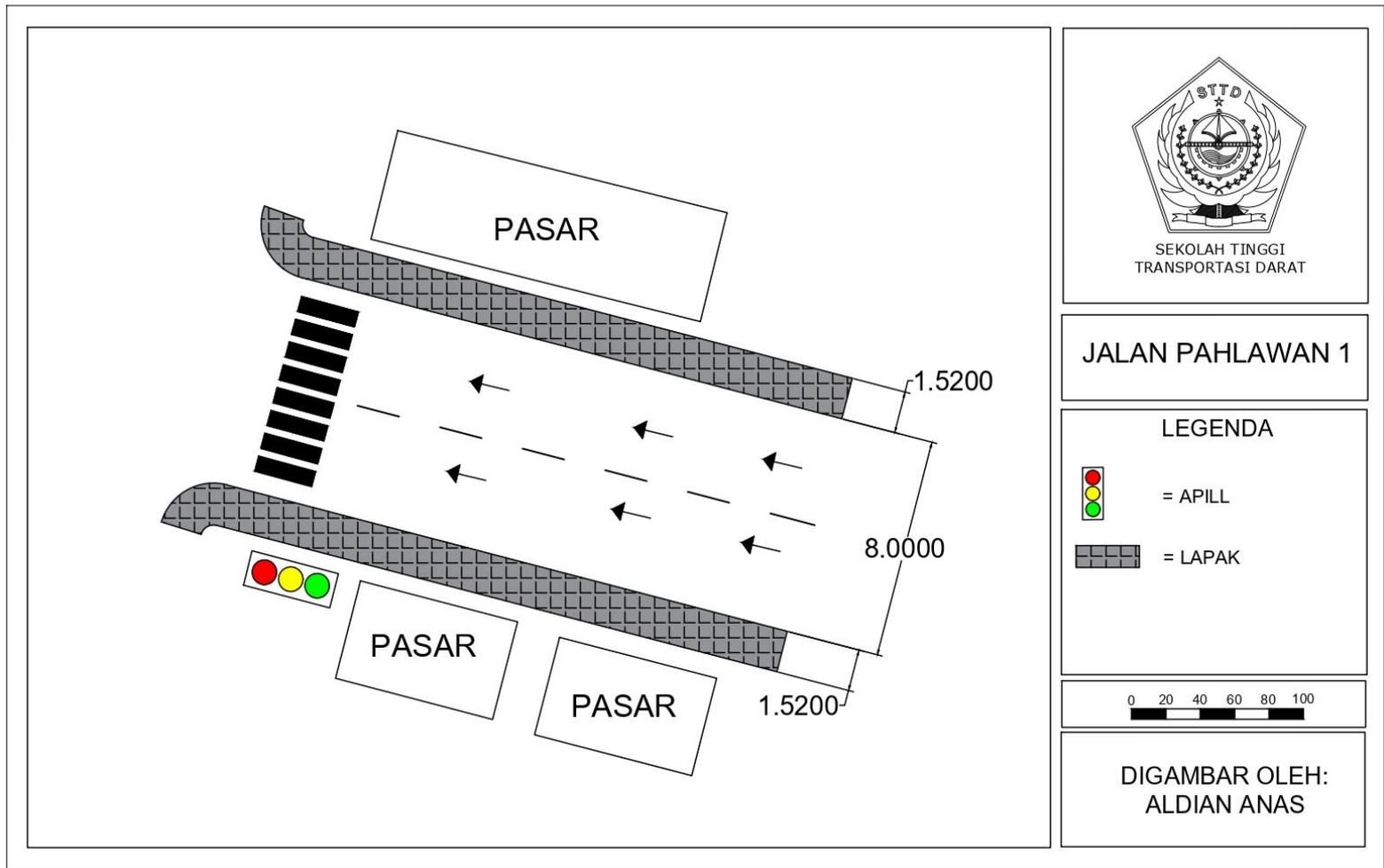
**Gambar V. 13** Desain Fasilitas Pejalan Kaki Simpang Kecapan



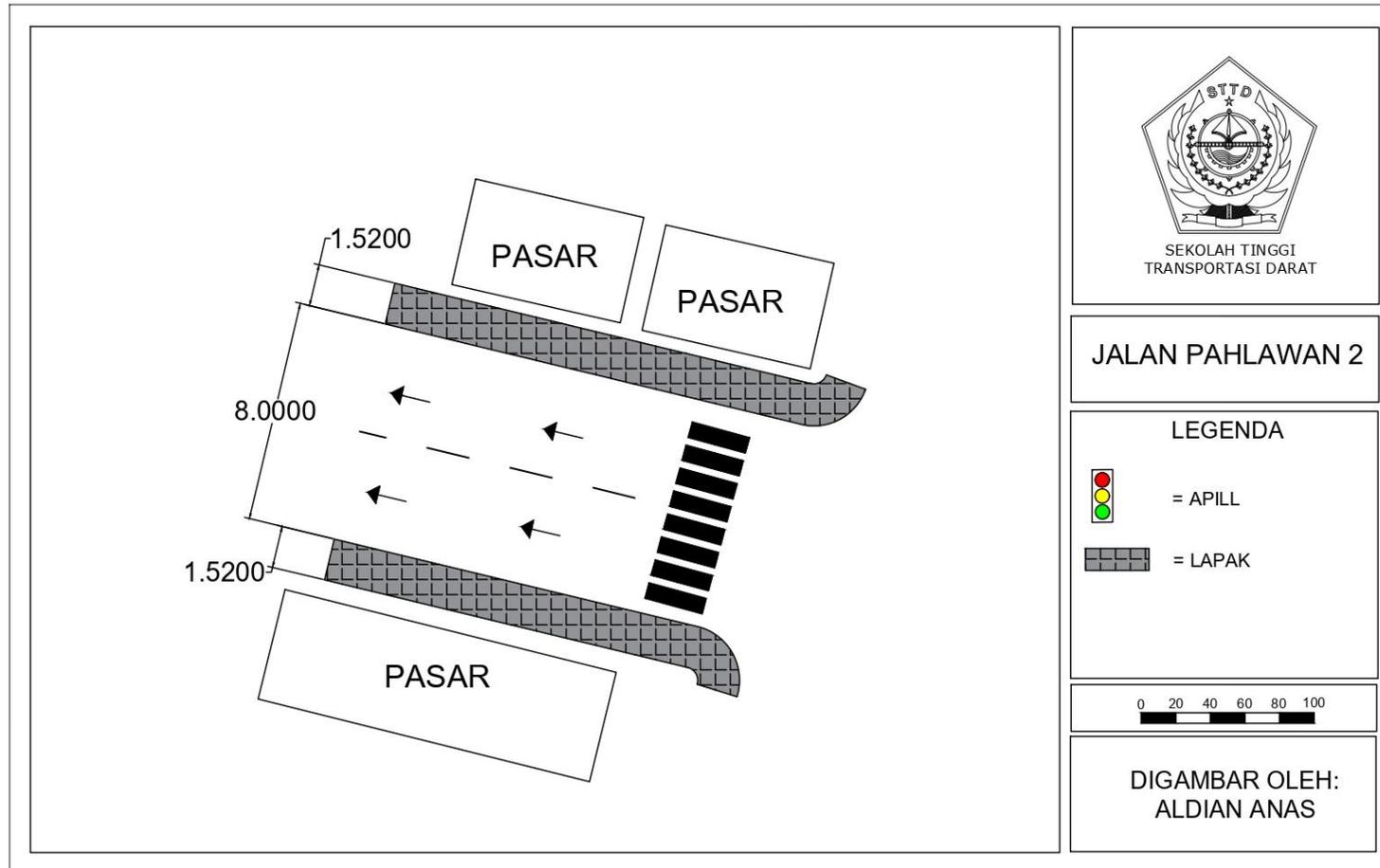
**Gambar V. 14** Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Utara



**Gambar V. 15** Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Selatan



**Gambar V. 16** Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Timur



**Gambar V. 17** Desain Fasilitas Pejalan Kaki Pendekat Barat

## 5.5 Analisis Emisi Gas Buang

Tingkat polusi udara dihitung menggunakan perhitungan model regresi Hoobs (1979) berdasarkan tiga indikator yaitu, konsentrasi CO (ppm), konsentrasi NOx (m3), dan tingkat asap (m3).

Nilai yang dihitung tersebut akan disesuaikan dengan baku mutu kualitas udara ambien di Kota Probolinggo menurut Peraturan Menteri LHK nomor 19 tahun 2017.

Berikut merupakan perhitungan CO, Nox, dan Tingkat Asap pada Jl. Praj Siaman.

$$\begin{aligned} \text{CO} &= 2,96 + 0,00032V + 0,0000005V^2 \\ &= 2,96 + (0,00032 \times 402) + 0,0000005 (402)^2 \\ &= 3,169 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nox} &= 46,9 - 0,036T + 0,00004T^2 \\ &= 46,9 - (0,036 \times 134) + 0,00004 (134)^2 \\ &= 42,794 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Asap} &= 9,49 + 0,22 V \\ &= 9,49 + (0,22 \times 402) \\ &= 97,930 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

**Tabel V. 33** Emisi Gas Buang Simpang Kecapan

NO	NAMA JALAN	VOLUME	CO (ppm)	NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TINGKAT ASAP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NAB CO =30	NAB Nox =150	NAB Tingkat Asap = 1095
1	Jl. Praj. Siaman	134	3,169	42,794	97,930	Aman	Aman	Aman
2	Jl. KH. Abd Hamid	370	3,931	39,056	253,690	Aman	Aman	Aman
3	Jl. Pahlawan 1	1.136	9,858	57,624	759,250	Aman	Aman	Aman

4	Jl. Pahlawan 2	1.473	14,138	80,661	981,670	Aman	Aman	Aman
---	----------------------	-------	--------	--------	---------	------	------	------

Dari Tabel V.33 dapat disimpulkan bahwa perhitungan nilai ambang batas pada kondisi setelah optimalisasi sebagian besar kondisi ruas di Simpang Kecapan dengan kondisi aman. Untuk kadar Karbon Monoksida (CO) tertinggi 14,138 ppm, Kadar Nitrit Oksida (NOx) tertinggi 80,661  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan tingkat asap tertinggi 981,670  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Simpang Kecapan merupakan simpang bersinyal yang diatur dengan 2 fase yang terletak di kawasan Pasar Baru Kota Probolinggo, kinerja eksisting dari Simpang Kecapan memiliki antrian rata-rata 12,43 meter, dan tundaan rata-rata sebesar 78,07 smp/jam. Untuk kapasitas pada pendekat utara 375 smp/jam.
2. Setelah dilakukan optimalisasi pada Simpang Kecapan dengan menggunakan 2 skenario, maka skenario yang akan digunakan yaitu skenario 1 karena memiliki kinerja paling baik.
3. Setelah analisis fasilitas pejalan kaki pada Simpang Kecapan, maka didapatkan hasil untuk fasilitas menyusuri yaitu dengan lebar trotoar 1,52 m dan 1,51 m untuk sisi kiri pendekat selatan.
4. Setelah dilakukan analisis emisi gas buang pada simpang kecapan yang sudah dioptimalisasi, maka hasil untuk semua ruas memiliki status aman.

#### **6.2 Saran**

Dari hasil analisis yang dilakukan, maka saran yang dapat disampaikan yaitu:

1. Penerapan skenario 1 sebagai metode peningkatan kinerja simpang dikarenakan memiliki kinerja terbaik dengan mengubah waktu siklus dan pengurangan hambatan samping.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengenai peningkatan kinerja Simpang Kecapan.
3. Melakukan evaluasi perencanaan lahan untuk pedagang kaki lima di sekitar Simpang Kecapan karena dapat mempengaruhi kapasitas dari simpang.

4. Melakukan penelitian lanjutan terhadap emisi gas buang kendaraan dengan menggunakan metode yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, (1999). Tentang teknik pengumpulan dan pengolahan data angkutan.
- Direktorat Jendral Bina Marga, K. U. (1997). *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 Direktorat Jenderal Bina Marga. 038*, 1–54.
- PP Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Jaringan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan 1 (2013).
- KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM, & PERUMAHAN, R. D. (2018). Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil: Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki. *Kementerian PUPR*, 1–43.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96, Jakarta: Departemen Perhubungan 1 (2015). tentang pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas
- Undang undang nomor 22, 203 (2009). tentang lalu lintas dan angkutan jalan
- Peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 43 Tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 78 (1993).
- Peraturan Pemerintah (PP) tentang Pengendalian Pencemaran Udara, (1999).
- Probolinggo, tim pkl kota. (2021). *laporan umum praktek kerja lapangan kota probolinggo*.
- Rosyidah. (2016). Polusi Udara dan Kesehatan. *Jurnal Teknik Industri*, 1(11), 5–8.
- Ruktiningsih, R. (2014). *KAJIAN HUBUNGAN VOLUME LALU LINTAS TERHADAP EMISI GAS BUANG KENDARAAN DI RUAS JALAN MAJAPAHIT SEMARANG (Studi Kasus: Kadar CO dan PM10)*. L.
- Sinolungan, J. S. V. (2009). *BERMOTOR PADA VOLUME DAN KAPASITAS PARU*.

- Wikayanti, N., Azwansyah, H., & Kadarini, S. N. (2014). Penggunaan Software VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Sultan Hamid II - Jalan Gusti Situt Mahmud - Jalan 28 Oktober - Jalan Selat Panjang). *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 5(3), 338–347.
- Winnetou, I. A., & Munawar, A. (2015). Penggunaan Software Vissim Untuk Evaluasi Hitungan MKJI 1997 Kinerja Ruas Jalan Perkotaan (Studi Kasus : Jalan Affandi, Yogyakarta). *FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung*, 1–10.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 17, (2019), tentang baku mutu bagi usaha



### KARTU ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Aldian Anas Notar : 1801019 Prodi : Sarjana Terapan Transportasi Judul : Darat Analisis Peningkatan Kinerja Skripsi : Simpang Kecapan Kota i : Probolinggo	Dosen Pembimbing : R. CAESARIO BOING R., MT Tanggal Asistensi : 15 Mei 2022 Asistensi Ke-1 Via Zoom
--	---

No	Evaluasi	Revisi
1.	Konsultasi judul skripsi yang berjudul "Penerapan Lajur Khusus Sepeda Motor Terhadap Kinerja Ruas dan Keselamatan di Jalan Bromo Kota Probolinggo"	Instruksi dosen untuk menukar judul skripsi dikarenakan kondisi geografis ruas jalan bromo tidak mendukung.

Dosen Pembimbing,

(R. CAESARIO BOING R., MT)



## KARTU ASISTENSI SKRIPSI

<p>Nama : Aldian Anas                  Notar : 1801019                  Prodi : Sarjana Terapan Transportasi                  Judul : Darat Analisis Peningkatan Kinerja                  Skripsi : Simpang Kecapan Kota                  i : Probolinggo</p>	<p>Dosen Pembimbing : R. CAESARIO BOING R., MT                  Tanggal Asistensi : 24 Mei 2022                  Asistensi Ke-2 Via WhatsApp</p>
---	--

No	Evaluasi	Revisi
1.	Bimbingan mengenai penulisan draft	

Dosen Pembimbing,

(R. CAESARIO BOING R., MT)



## KARTU ASISTENSI SKRIPSI

Nama	: Aldian Anas	Dosen Pembimbing	: R. CAESARIO BOING R., MT
Notar	: 1801019	Tanggal Asistensi	: 26 Mei 2022
Prodi	: Sarjana Terapan Transportasi	Asistensi Ke-3	: Via Zoom
Judul	: Darat Analisis Peningkatan Kinerja		
Skripsi	: Simpang Kecapan Kota		
i	: Probolinggo		

No	Evaluasi	Revisi
1.	Bimbingan melalui zoom mengenai judul penelitian "Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Kecapan Kota Probolinggo"	membahas latar belakang agar pembahasan tidak melebar dari topik dan batasan masalah

Dosen Pembimbing,

(R. CAESARIO BOING R., MT)



### KARTU ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Aldian anas Notar : 1801019 Prodi : Sarjana Terapan Transportasi Judul : Darat Analisis Peningkatan Kinerja Skripsi : Simpang Kecapan Kota i : Probolinggo	Dosen Pembimbing : AGUS SEMBODO, MT Tanggal Asistensi : 18 Mei 2022  Asistensi Ke-1 Via Zoom
--	---

No	Evaluasi	Revisi
1.	Konsultasi judul skripsi “Penerapan Lajur Khusus Sepeda Motor Terhadap Kinerja Ruas dan Keselamatan di Jalan Bromo Kota Probolinggo”	Instruksi dosen untuk menukar judul skripsi dikarenakan kondisi geografis ruas jalan bromo tidak mendukung.

Dosen Pembimbing,

(AGUS SEMBODO, MT)



### KARTU ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Aldian Anas Notar : 1801019 Prodi : Sarjana Terapan Transportasi Judul : Darat Analisis Peningkatan Kinerja Skripsi : Simpang Kecapan Kota i : Probolinggo	Dosen Pembimbing : AGUS SEMBODO, MT Tanggal Asistensi : 25 Mei 2022  Asistensi Ke-2 Via Zoom
--	---

No	Evaluasi	Revisi
1.	Konsultasi judul skripsi "Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Kecapan Kota Probolinggo"	Merevisi Latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, dan tujuan penelitian pada BAB I

Dosen Pembimbing,

(AGUS SEMBODO, MT)

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



**KARTU ASISTENSI SKRIPSI**

Nama : Aldian Anas Notar : 1801019 Prodi : Sarjana Terapan Transportasi Judul : Darat Analisis Peningkatan Kinerja Skripsi : Simbang Kota Probolinggo	Dosen Pembimbing : AGUS SEMBODO, MT Tanggal Asistensi : 29 Mei 2022  Asistensi Ke-3 Via zoom
---	---

No	Evaluasi	Revisi
1.	Memperbaiki format mendeley pada peraturan sehingga saat sitasi yang tercantum pada sitasi adalah autor dan tahun	Merapikan format mendelay dan sitasi pada proposal penelitian

Dosen Pembimbing,

(AGUS SEMBODO, MT)