

MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO

SKRIPSI

Diajukan Dalam Penyelesaian Program Studi
Transportasi Darat Sarjana Terapan
Guna memperoleh Sebutan Sarjana Sains Terapan



PTDI – STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

Diajukan Oleh :

MAULANA ANANTA HERLAMBANG

NOTAR : 18.01.317

PROGRAM STUDI

SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD

BEKASI

2022

SKRIPSI

**MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS
PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

MAULANA ANANTA HERLAMBA

NOTAR 18.01.317

Telah Disetujui Oleh :

PEMBIMBING I



Ir. DJAMAL SUBASTIAN, M.Sc
NIP. 19590310 199103 1 004

Tanggal : 20 Juli 2022

PEMBIMBING II



Dr. I MADE ARKA HERMAWAN, MT
NIP. 19701125 199301 1 001

Tanggal : 20 Juli 2022

SKRIPSI

**MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS
PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat

Oleh:

MAULANA ANANTA HERLAMBA

NOTAR 18.01.317

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 20 JULI 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

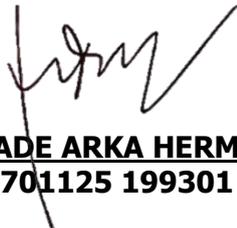
PEMBIMBING I



**Ir. DJAMAL SUBASTIAN, M.Sc
NIP. 19590310 199103 1 004**

Tanggal : 20 Juli 2022

PEMBIMBING II



**Dr. I MADE ARKA HERMAWAN, MT
NIP. 19701125 199301 1 001**

Tanggal : 20 Juli 2022

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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS
PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO**

MAULANA ANANTA HERLABANG

18.01.317

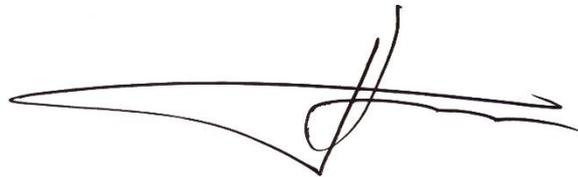
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat

Pada Tanggal : 20 JULI 2022

DEWAN PENGUJI



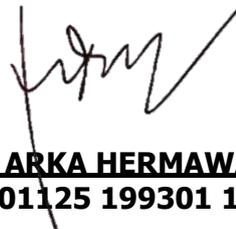
M. YUGI HARTIMAN, M.Sc
NIP. 19610808 198703 1 002



TATANG ADHIATNA, ATD, DIP TPP, M.Sc, M.DEV
NIP. 19660331 198903 1 004



Ir. DJAMAL SUBASTIAN, M.Sc
NIP. 19590310 199103 1 004



Dr. I MADE ARKA HERMAWAN, MT
NIP. 19701125 199301 1 001

MENGETAHUI,
**KETUA PROGRAM STUDI
SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT**



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

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MAULANA ANANTA HERLAMBANG

NOTAR : 18.01.317

Adalah Taruna/I jurusan Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Naskah Tugas Akhir Skripsi yang saya tulis dengan judul:

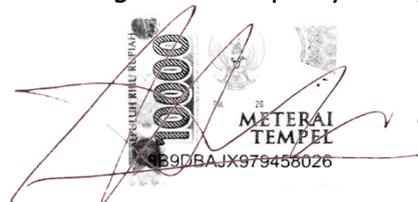
MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG
KOTA PROBOLINGGO

Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan kelulusan dan atau pencabutan gelar yang saya peroleh.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, 19 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in red ink is written over a 10,000 Rupiah adhesive stamp. The stamp is rectangular and contains the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', 'METERAI TEMPEL', and a unique identification number 'B9D8AJX979458026'. The signature is a cursive script that loops across the stamp.

MAULANA ANANTA H

18.01.317

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : MAULANA ANANTA HERLAMBANG

NOTAR : 18.01.317

Menyatakan bahwa demi kepentingan perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui abstrak Tugas Akhir Skripsi yang saya tulis dengan judul:

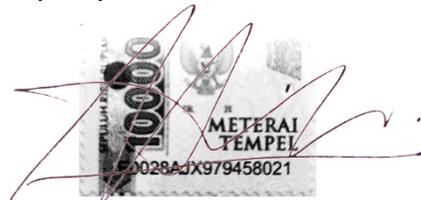
**MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG
KOTA PROBOLINGGO**

Untuk dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain yaitu Digital Library Perpustakaan PTDI-STTD untuk kepentingan akademik, sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, 19 Agustus 2022

Yang membuat
pernyataan,



MAULANA ANANTA H

18.01.317

KATA PENGANTAR

Puja dan Puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T penulis ucapkan, karena berkat rahmat serta karunia-Nya penyusunan Skripsi Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD dapat diberikan kelancaran dan kemudahan serta dapat selesai dengan tepat waktu.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, tidak terlepas atas dukungan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Maka dengan hormat penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua terimakasih atas dukungan serta do'a dan ridhonya;
2. Rekan-rekan PKL Kota Probolinggo beserta rekan-rekan TD pleton 13 terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya;
3. Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, Ahmad Yani, ATD, MT;
4. Ibu Dessy Angga A, M.Sc selaku Kepala Jurusan Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD;
5. Bapak IR. Djamal Subastian, M.SC selaku dosen pembimbing;
6. Bapak DR. I Made Arka Hermawan, MT selaku dosen pembimbing;
7. Kepala Dinas Perhubungan Kota Probolinggo beserta jajarannya.

Tulisan Skripsi ini memang masih memiliki kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran. Tetapi penulis berharap tulisan Skripsi ini memberikan manfaat bagi kita semua.

Bekasi,
Penulis,

MAULANA ANANTA HERLAMBANG

Notar : 18.01.317

ABSTRAK

Simpang 4 Pilang merupakan salah satu simpang bersinyal yang berada di Kota Probolinggo yang memiliki kinerja terburuk. Hal itu disebabkan oleh banyaknya volume angkutan barang yang melewati Simpang 4 Pilang. Selain itu, terdapat perlintasan sebidang yang memotong pendekat Utara. Dengan nilai panjang antrian sepanjang nilai antrian (138 m) dan tundaan (22,36 det/smp) serta nilai derajat kejenuhan (0,55). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Simpang 4 Pilang pada kondisi eksisting, untuk mengetahui besar pengaruh durasi penutupan perlintasan sebidang terhadap panjang antrian dan waktu tundaan pada setiap pendekat, serta memodelkan kinerja eksisting hingga penanganan skenario menggunakan aplikasi Vissim. Berdasarkan analisis statistik yang telah dilakukan, pendekat simpang yang paling besar menerima pengaruh penutupan perlintasan sebidang terhadap panjang antrian kendaraan dan waktu tundaan kendaraan pada simpang yakni pendekat Utara dan Barat. Pada skenario yang pertama dilakukan yaitu dengan pengoptimalan waktu siklus APILL, skenario kedua yaitu dengan pengoptimalan waktu siklus ditambahkan dengan perubahan geometri simpang, dan skenario ketiga merupakan dengan pengoptimalan waktu siklus APILL dan dilakukannya perubahan geometri simpang serta penerapan Left Turn On Red (LTOR). Setelah dilakukannya penerapan skenario manajemen dan rekayasa lalu pada Simpang 4 Pilang, hasil kinerja setiap skenario dibandingkan berdasarkan parameter panjang antrian, waktu tundaan, dan Level Of Service simpang untuk menemukan skenario terbaik guna meningkatkan kinerja Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.

Kata Kunci : Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Simpang APILL, LTOR, , Peningkatan Kinerja Simpang, Aplikasi Vissim.

ABSTRACT

Simpang 4 Pilang is one of the intersections located in Probolinggo City which has the worst performance. This is caused by the large volume of freight transportation that passes through Simpang 4 Pilang. In addition, there is a crossing of a plot that intersects the Northern short. With queue length values along the queue values (138 m) and delay (22.36 sec / smp) and saturation degree values (0.55). This study aims to analyze the performance of Simpang 4 Pilang in existing conditions, to determine the magnitude of the influence of the duration of closing a plot crossing on the length of the queue and delay time at each short, as well as model the existing performance to handling scenarios using the Vissim application. Based on the statistical analysis that has been carried out, the interchange shorts that have the greatest effect of closing a plot crossing on the length of vehicle queues and the delay time of vehicles at intersections, namely the North and West shorts.

In the first scenario, the first scenario is done by optimizing the APILL cycle time, the second scenario is by optimizing the cycle time added with changes in the intersection geometry, and the third scenario is by optimizing the APILL cycle time and changing the intersection geometry and the application of Left Turn On Red (LTOR) . After the implementation of management and engineering scenarios and then on Simpang 4 Pilang, the performance results of each scenario were compared based on the parameters of queue length , delay time, and interchange Level of Service to find the best scenario to improve the performance of Simpang 4 Pilang Probolinggo City.

Keywords: Traffic Management and Engineering, APILL Interchange, LTOR, ,
Interchange Performance Improvement, Vissim Application.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR RUMUS | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 2 |
| 1.3 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Maksud dan Tujuan | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup | 4 |
| BAB II GAMBARAN UMUM | 5 |
| 2.1 Kondisi Transportasi..... | 5 |
| 2.2 Kondisi Wilayah Studi..... | 5 |
| BAB III KAJIAN PUSTAKA..... | 13 |
| 3.1 Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas | 13 |
| 3.2 Strategi Manajemen Dan Rekayasa Simpang..... | 13 |
| 3.3 Simpang Bersinyal | 15 |
| 3.4 Satuan Mobil Penumpang | 16 |
| 3.5 Keselamatan Pada Simpang..... | 17 |
| 3.6 Titik Konflik..... | 17 |
| 3.7 Perlintasan Sebidang..... | 18 |

| | | |
|-----------------------------------|---|----|
| 3.8 | Penelitian Kuantitatif | 18 |
| 3.9 | Pengumpulan Data..... | 19 |
| 3.10 | Chi-Kuadrat | 19 |
| 3.11 | Vissim | 19 |
| 3.12 | Aplikasi KAJI..... | 19 |
| 3.13 | Uji Koefisien Determinasi | 20 |
| 3.14 | Uji Korelasi Pearson | 20 |
| 3.15 | Jurnal Terkait Dengan Penelitian | 20 |
| BAB IV METODOLOGI PENELITIAN..... | | 23 |
| 4.1 | Desain Penelitian | 23 |
| 4.1.1 | Tahap identifikasi..... | 24 |
| 4.1.2 | Tahap analisis dan permodelan | 24 |
| 4.1.3 | Tahap validasi model..... | 24 |
| 4.1.4 | Tahap hasil (output)..... | 26 |
| 4.1.5 | Kerangka Berpikir Penelitian..... | 26 |
| 4.2 | Bagan Alir Penelitian | 28 |
| 4.3 | Sumber Data | 30 |
| 4.4 | Teknik Pengumpulan Data | 31 |
| 4.4.1 | Teknik Pengumpulan Data Sekunder..... | 31 |
| 4.4.2 | Teknik Pengumpulan Data Primer..... | 31 |
| 4.5 | Teknik Analisis Data | 33 |
| 4.5.1 | Analisis Menggunakan Metode MKJI 1997 | 33 |
| 4.5.2 | Metode Analisis Menggunakan Aplikasi KAJI | 38 |
| 4.5.3 | Metode Analisis Menggunakan VISSIM | 44 |
| 4.6 | Lokasi dan Jadwal Penelitian | 50 |
| 4.6.1 | Lokasi Penelitian | 50 |

| | | |
|-------------------------------------|--|-----|
| 4.6.2 | Jadwal Penelitian | 50 |
| BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN | | 52 |
| 5.1 | Analisis Kondisi Eksisting | 52 |
| 5.2 | Analisis Besar Pengaruh Durasi Penutupan Perlintasan Sebidang Terhadap Panjang Antrian Dan Lama Tundaan..... | 60 |
| 5.3 | Pemodelan Transportasi Menggunakan Aplikasi Vissim..... | 78 |
| 5.3.1 | Kalibrasi Pemodelan..... | 79 |
| 5.3.2 | Validasi Pemodelan | 84 |
| 5.3.3 | Kinerja Lalu Lintas | 87 |
| 5.4 | Skenario Penigkatan Kinerja Lalu Lintas Simpang 4 Pilang | 88 |
| 5.4.1 | Skenario 1 (Optimalisasi Pengaturan APILL)..... | 88 |
| 5.4.2 | Skenario 2 (Perubahan Geometri Simpang)..... | 93 |
| 5.4.3 | Skenario 3 (Pemberlakuan <i>Left Turn On Red</i>) | 99 |
| 5.5 | Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Dilakukan <i>Treatment</i> | 103 |
| 5.6 | Rekomendasi Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang 4 Pilang | 106 |
| 6.1 | Kesimpulan | 116 |
| 6.2 | Saran..... | 118 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 119 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel II. 1 Jadwal Kereta Api yang Melewati Perlintasan Sebidang Pilang..... | 10 |
| Tabel III. 1 Parameter Tingkat Pelayanan pada simpang | 16 |
| Tabel III. 2 Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang | 17 |
| Tabel IV. 1 Tabel Jadwal Kegiatan Penelitian | 51 |
| Tabel V. 1 Data Inventarisasi Simpang 4 Kota Probolinggo | 53 |
| Tabel V. 2 Faktor-Faktor Penyesuaian Analisis Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo | 53 |
| Tabel V. 3 Data Arus Lalu Lintas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo | 54 |
| Tabel V. 4 Arus Jenuh Kondisi Eksisting | 55 |
| Tabel V. 5 Rasio Arus Pendekat Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo | 56 |
| Tabel V. 6 Waktu Hijau dan Waktu Hilang Kondisi Eksisting | 56 |
| Tabel V. 7 Kapasitas Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting..... | 57 |
| Tabel V. 8 Derajat Kejenuhan Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting | 57 |
| Tabel V. 9 Panjang Antrian Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting | 58 |
| Tabel V. 10 Tundaan Rata-Rata Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting..... | 59 |
| Tabel V. 11 Jadwal KA Melintas JPL No.189 | 60 |
| Tabel V. 12 Data Durasi Penutupan Perlintasan Sebidang JPL 189..... | 61 |
| Tabel V. 13 Data Tundaan dan Panjang Antrian pada Perlintasan Sebidang JPL 189..... | 64 |
| Tabel V. 14 Output Hasil SPSS Uji Korelasi Pearson..... | 68 |
| Tabel V. 15 Uji Signifikansi Model Panjang Antrian dan Waktu Tundaan JPL No.189..... | 68 |
| Tabel V. 16 Uji Korelasi Pearson Model Panjang Antrian dan Waktu Tundaan JPL No.189..... | 71 |
| Tabel V. 17 Tabel Hasil Output SPSS Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi..... | 74 |
| Tabel V. 18 Tabel Model Panjang dan Waktu Tundaan | 75 |
| Tabel V. 19 Tabel Kalibrasi Parameter Driving Behavior | 79 |

| | |
|--|-----|
| Tabel V. 20 Tabel Volume Pemodelan & Survey..... | 82 |
| Tabel V. 21 Tabel Selisih Volume | 83 |
| Tabel V. 22 Hasil Validasi Volume Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Simpang 4 Pilang | 86 |
| Tabel V. 23 Kinerja Simpang 4 Pilang Eksisting Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Berdasarkan Aplikasi Vissim..... | 87 |
| Tabel V. 24 Kinerja Simpang 4 Pilang Eksisting Dipengaruhi Kereta Melintas Berdasarkan Aplikasi Vissim | 87 |
| Tabel V. 25 Pengaturan APILL kondisi Eksisting | 89 |
| Tabel V. 26 Pengaturan APILL Pada Skenario 1 | 89 |
| Tabel V. 27 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 1 Berdasarkan Aplikasi Vissim . | 90 |
| Tabel V. 28 Tabel Analisis Kinerja Skenario 1 Berdasarkan Aplikasi KAJI | 90 |
| Tabel V. 29 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 1 Berdasarkan Aplikasi Vissim . | 91 |
| Tabel V. 30 Tabel Geometri Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting | 93 |
| Tabel V. 31 Kapasitas Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting..... | 93 |
| Tabel V. 32 Tabel Geometri Simpang 4 Pilang Skenario 2 | 94 |
| Tabel V. 33 Kapasitas Simpang 4 Pilang Skenario 2 | 94 |
| Tabel V. 34 Pengaturan APILL Pada Skenario 2 | 95 |
| Tabel V. 35 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 2 Berdasarkan Aplikasi Vissim . | 95 |
| Tabel V. 36 Tabel Analisis Kinerja Skenario 2 Berdasarkan Aplikasi KAJI | 96 |
| Tabel V. 37 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 2 Berdasarkan Aplikasi Vissim . | 97 |
| Tabel V. 38 Pengaturan APILL Pada Skenario 3 | 99 |
| Tabel V. 39 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 3 Berdasarkan Aplikasi Vissim | 100 |
| Tabel V. 40 Tabel Analisis Kinerja Skenario 3 Berdasarkan Aplikasi KAJI | 100 |
| Tabel V. 41 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 3 Berdasarkan Aplikasi Vissim | 101 |
| Tabel V. 42 Perbandingan Kinerja Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan Treatment Berdasarkan Analisis Aplikasi Vissim..... | 104 |
| Tabel V. 43 Perbandingan Kinerja Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan Treatment Berdasarkan Analisis Aplikasi KAJI | 104 |

| | |
|--|-----|
| Tabel V. 44 Perbandingan Kinerja Dengan Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan Treatment Berdasarkan Analisis Aplikasi Vissim | 105 |
| Tabel V. 45 Pengaturan APILL Pada Usulan Rekomendasi Tambahan | 109 |
| Tabel V. 46 Rambu-Rambu Pada Usulan Tambahan | 114 |
| Tabel V. 47 Marka Pada Usulan Tambahan..... | 115 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar II. 1 Visualisasi Wilayah Kajian Dari Google Maps..... | 7 |
| Gambar II. 2 Visualisasi Pendekat Timur (JL Soekarno Hatta Segmen 3) | 7 |
| Gambar II. 3 Visualisasi Pendekat Selatan (JL Brantas Segmen 1) | 8 |
| Gambar II. 4 Visualisasi Pendekat Barat (JL Soekarno Hatta Segmen 2) | 8 |
| Gambar II. 5 Visualisasi Pendekat Utara (JL Anggrek)..... | 9 |
| Gambar II. 6 Visualisasi Perlintasan Sebidang Pada Simpang 4 Pilang | 9 |
| Gambar II. 7 Visualisasi Terjadinya Antrian Kendaraan Pada simpang 4 Pilang Ketika Kereta Melewati Perlintasan Sebidang..... | 11 |
| Gambar II. 8 Lay Out Simpang 4 Pilang | 12 |
| Gambar III. 1 Grafik Pengaturan Simpang | 15 |
| Gambar IV. 1 Kerangka Berfikir Penelitian..... | 27 |
| Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian..... | 30 |
| Gambar IV. 3 Membuat Shortcut kaji.exe pada OS 64-bit | 38 |
| Gambar IV. 4 Menjalankan aplikasi Kaji | 39 |
| Gambar IV. 5 Pemilihan Kasus yang Akan di Kerjakan..... | 40 |
| Gambar IV. 6 Menu Modul Pilihan | 40 |
| Gambar IV. 7 Pengisian Nilai Phase Form SIG-1 Simpang Bersinyal..... | 41 |
| Gambar IV. 8 Pengisian Nilai Geometri Simpang Bersinyal..... | 42 |
| Gambar IV. 9 Pengisian Data Volume Lalu Lintas..... | 42 |
| Gambar IV. 10 Pengisian Data Waktu Antar Hijau..... | 42 |
| Gambar IV. 11 Form SIG-4 Simpang Bersinyal | 43 |
| Gambar IV. 12 Form SIG-5 Simpang Bersinyal | 43 |
| Gambar IV. 13 Peta Lokasi Kajian Penelitian | 50 |
| Gambar V. 1 Arus Lalu Lintas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo | 54 |
| Gambar V. 2 Proporsi Arus Belok Kendaraan Simpang..... | 59 |
| Gambar V. 3 Gambar Hasil Pemodelan | 79 |
| Gambar V. 4 Grafik Uji-Square | 85 |
| Gambar V. 5 Ilustrasi Fase Pada Skenario 1 | 89 |
| Gambar V. 6 Geometri Simpang 4 Pilang Pada Skenario 1 | 92 |

| | |
|--|-----|
| Gambar V. 8 Ilustrasi Fase Skenario 2..... | 95 |
| Gambar V. 7 Lay Out Simpang 4 Pilang Pada Skenario 2 | 98 |
| Gambar V. 9 Ilustrasi Fase Pada Skenario 3 | 99 |
| Gambar V. 10 Lay Out Simpang 4 Pilang Pada Skenario 3..... | 102 |
| Gambar V. 11 Ilustrasi Kondisi Lalu Lintas di Simpang 4 Pilang Pada Saat Palang Perlintasan Tertutup..... | 108 |
| Gambar V. 12 Ilustrasi Fase Pada Usulan Rekomendasi Tambahan..... | 109 |
| Gambar V. 13 Bagan alir Konsep Pengaplikasian Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Mekanis (Manual) | 110 |
| Gambar V. 14 Bagan alir Konsep Pengaplikasian Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Otomatis | 111 |
| Gambar V. 15 Lay Out Simpang 4 Pilang Usulan Dengan Tambahan Rambu dan Marka | 113 |

DAFTAR RUMUS

| | |
|--|----|
| Rumus. 1 Chi-Kuadrat | 26 |
| Rumus. 2 Nilai Arus Jenuh yang Disesuaikan..... | 33 |
| Rumus. 3 Rasio Arus Lalu-Lintas | 34 |
| Rumus. 4 Kapasitas Simpang | 34 |
| Rumus. 5 Perhitungan derajat kejenuhan | 35 |
| Rumus. 6 Antrian yang tertinggal pada fase hijau (NQ_1)..... | 35 |
| Rumus. 7 Antrian yang datang pada fase merah (NQ_2) | 36 |
| Rumus. 8 Total Antrian (NQ) | 36 |
| Rumus. 9 Panjang Antrian (QL)..... | 36 |
| Rumus. 10 Tundaan Lalu Lintas | 37 |
| Rumus. 11 Tundaan Geometri | 37 |
| Rumus. 12 Tundaan Simpang | 38 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1. Hasil Analisis Kaji Kondisi Eksisting | 123 |
| Lampiran 2. Hasil Analisis Kaji Skenario 1 | 124 |
| Lampiran 3. Hasil Analisis Kaji Skenario 2..... | 125 |
| Lampiran 4. Hasil Analisis Kaji Skenario 3..... | 126 |
| Lampiran 5. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Barat..... | 127 |
| Lampiran 6. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Barat ... | 127 |
| Lampiran 7. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Selatan..... | 128 |
| Lampiran 8. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Selatan | 128 |
| Lampiran 9. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Timur | 129 |
| Lampiran 10. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Timur .. | 129 |
| Lampiran 11. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Utara | 130 |
| Lampiran 12. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Utara... | 130 |
| Lampiran 13. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Barat | 131 |
| Lampiran 14. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Barat ... | 131 |
| Lampiran 15. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Selatan | 132 |
| Lampiran 16. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Selatan | 132 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Lampiran 17. | Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Timur | 133 |
| Lampiran 18. | Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Timur ... | 133 |
| Lampiran 19. | Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Utara..... | 134 |
| Lampiran 20. | Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Utara.... | 134 |
| Lampiran 21. | Lembar Asistensi Dosen Satu Pertama..... | 135 |
| Lampiran 22. | Lembar Asistensi Dosen Satu Kedua..... | 136 |
| Lampiran 23. | Lembar Asistensi Dosen Satu Ketiga..... | 137 |
| Lampiran 24. | Lembar Asistensi Dosen Satu Keempat..... | 138 |
| Lampiran 25. | Lembar Asistensi Dosen Satu Kelima..... | 139 |
| Lampiran 26. | Lembar Asistensi Dosen Satu Keenam..... | 140 |
| Lampiran 27. | Lembar Asistensi Dosen Satu Ketujuh..... | 141 |
| Lampiran 28. | Lembar Asistensi Dosen Satu Kedelapan..... | 142 |
| Lampiran 29. | Lembar Asistensi Dosen Satu Kesembilan..... | 143 |
| Lampiran 30. | Lembar Asistensi Dosen Dua Pertama..... | 144 |
| Lampiran 31. | Lembar Asistensi Dosen Dua Kedua..... | 145 |
| Lampiran 32. | Lembar Asistensi Dosen Dua Ketiga..... | 146 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Probolinggo dapat dikatakan sebagai kota transit. Selain itu, Kota Probolinggo juga dilalui oleh jalur pantura. Secara otomatis, Kota Probolinggo banyak dilalui oleh kendaraan angkutan barang yang membawa muatan dari Kota-Kota di daerah Jawa Timur lainnya, maupun dari Kota Jawa Tengah atau Jawa Barat yang akan dibawa menuju ke luar Pulau Jawa contohnya Pulau Bali atau Pulau Nusa Tenggara, begitu pun sebaliknya. Kondisi tersebut sangat mempengaruhi kondisi lalu lintas di Kota Probolinggo. Terutama pada kinerja salah satu simpang bersinyal yang ada di Kota Probolinggo, yaitu Simpang 4 Pilang.

Simpang 4 Pilang merupakan akses untuk memasuki JLU (Jalur Lintas Utara) di Kota Probolinggo, dimana jalur tersebut memang khusus diperuntukkan dilalui oleh kendaraan angkutan barang terutama yang berdimensi besar. Sehingga, kendaraan angkutan barang tidak melewati jalur tengah Kota Probolinggo. Simpang 4 Pilang mempunyai 4 kaki simpang yang mana kaki pendekat Barat dan Utara merupakan jalan nasional, sedangkan kaki pendekat Timur dan Selatannya merupakan jalan kota.

Berdasarkan analisis, Simpang 4 Pilang merupakan salah satu simpang bersinyal yang memiliki kinerja buruk nomor tiga terendah dari 20 simpang bersinyal di Kota Probolinggo. Dimana untuk nilai Derajat Kejenuhan (DS) mencapai: 0,55 (PKL PTDI-STTD Kota Probolinggo 2021). Kejadian Tersebut disebabkan oleh banyaknya kendaraan berat (HV) yang melintas pada simpang 4 Pilang sebanyak 481 smp pada jam sibuk pagi hari (07.00-08.00), sebanyak 380,9 smp pada siang hari (12.00-13.00) dan sebanyak 631,8 smp pada sore hari (17.00-18.00)(PKL PTDI-STTD Kota Probolinggo 2021). Hal itu menghasilkan antrian kendaraan yang sepanjang 138 meter dengan tundaan rata-rata 22,36 det/smp (PKL PTDI-STTD Kota Probolinggo 2021).

Kondisi tersebut semakin diperparah apabila terdapat kereta yang melintas, dikarenakan salah satu pendekat simpang di Simpang 4 Pilang, yaitu kaki pendekat utara (Jl Anggrek) terdapat perlintasan sebidang. Berdasarkan data jadwal pada pos perlintasan kereta di pilang, terhitung frekuensi kereta yang melintas sebanyak 20 kereta yang melintas dan memotong kaki pendekat utara dari Simpang 4 Pilang untuk setiap harinya. Alhasil, banyak kendaraan yang berhenti di tengah-tengah persimpangan dan bahkan terjadi *blocking*. Tentunya kejadian tersebut berdampak pada Derajat Kejenuhan, nilai antrian, waktu tundaan serta sirkulasi lalu lintas pada Simpang 4 Pilang menjadi terganggu. Selain itu, akan berpengaruh di sektor keselamatan pada baik pada simpang maupun pada perlintasan sebidang.

Oleh karena itu, berdasarkan temuan permasalahan yang terjadi dilapangan dibutuhkan suatu manajemen dan rekayasa lalu lintas guna menuntaskan permasalahan tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan kondisi eksisting yang terjadi di lapangan, terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo sebagai berikut:

1. Buruknya kinerja Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo yang merupakan simpang 4 bersinyal dengan nilai antrian (138 m) dan tundaan (22,36 det/smp) serta nilai derajat kejenuhan (0,55) yang tinggi.
2. Terdapat perlintasan sebidang yang memotong pendekat utara tepatnya pada Jalan Anggrek.
3. Pengaturan fase dan siklus simpang bersinyal tidak terkoordinasi dengan persinyalan perlintasan sebidang (terdiri dari 3 fase).

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian kali ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja eksisting pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo?
2. Bagaimana besar pengaruh durasi penutupan perlintasan sebidang

terhadap panjang antrian dan lama tundaan pada tiap-tiap pendekat Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo?

3. Bagaimana alternatif skenario berupa rekomendasi manajemen dan rekayasa lalu lintas yang dapat di implementasikan guna meningkatkan kinerja lalu lintas di Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo?
4. Bagaimana kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Kota Probolinggo sebelum dan sesudah dilakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini dilakukan adalah untuk dapat menganalisa kinerja lalu lintas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo pada kondisi saat ini, serta memberikan rekomendasi alternatif sebagai solusi pemecahan masalah yang terjadi berupa manajemen dan rekayasa lalu lintas yang dapat meningkatkan kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo secara efektif dan efisien agar terciptanya kondisi lalu lintas yang aman, selamat, tertib dan lancar.

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini, sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja eksisting pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.
2. Mengetahui besar pengaruh durasi penutupan perlintasan sebidang terhadap panjang antrian dan lama tundaan pada tiap-tiap pendekat Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.
3. Menganalisis alternatif skenario berupa rekomendasi manajemen dan rekayasa lalu lintas yang dapat di implementasikan guna meningkatkan kinerja lalu lintas di Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.
4. Mengalisis kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Kota Probolinggo sebelum dan sesudah dilakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas.

Penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memberikan rekomendasi alternatif bagi Dinas Perhubungan Kota Probolinggo mengenai manajemen dan rekayasa lalu lintas khususnya pada Simpang 4 Pilang.
2. Dapat memberikan rekomendasi alternatif manajemen dan rekayasa

lalu lintas yang menciptakan lalu lintas yang aman, selamat, tertib. dan lancar terutama pengguna jalan yang melewati Simpang 4 Pilang.

3. Sebagai bentuk partisipasi diri sendiri sebagai insan perhubungan, turut andil dalam penyelesaian permasalahan yang terjadi di bidang transportasi.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut :

1. Wilayah Kajian Studi pada penelitian ini hanya terbatas pada ruas jalan di Simpang 4 Pilang, dimana untuk ruas jalan ini merupakan kaki Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo yaitu Jalan Soekarno Hatta segmen 2, Jalan Anggrek, Jalan Soekarno Hatta segmen 3, dan Jalan Brantas segmen 1.
2. Topik pembahasan pada penelitian ini:
 - a. Pada penelitian ini hanya membahas mengenai kinerja eksisting pada wilayah kajian Simpang 4 Kota Probolinggo.
 - b. Pada penelitian ini hanya membahas tentang besar pengaruh durasi penutupan perlintasan sebidang terhadap panjang antrian dan lama tundaan pada tiap-tiap pendekatan Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.
 - c. Pada penelitian ini hanya membahas alternatif skenario berupa rekomendasi manajemen dan rekayasa lalu lintas yang dapat di implementasikan guna meningkatkan kinerja lalu lintas pada wilayah kajian di Simpang 4 Kota Probolinggo.
 - d. Pada penelitian ini hanya membahas kinerja sebelum dan sesudah dilakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas pada wilayah kajian di Simpang 4 Kota Probolinggo.
 - e. Pemodelan dan simulasi rekayasa lalu lintas menggunakan aplikasi VISSIM.

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 kilometer dan Jalan Kota sepanjang 199,11 kilometer. Jalan Nasional maupun Jalan Kota pada Kota Probolinggo permukaannya sudah semua beraspal semuanya (BPS Kota Probolinggo 2021). Selain itu, terdapat 20 simpang bersinyal pada Kota Probolinggo terdiri dari 5 simpang 3 bersinyal dan 15 simpang 4 bersinyal (PKL PTDI-STTD Kota Probolinggo 2021).

2.2 Kondisi Wilayah Studi

Simpang 4 Pilang adalah salah satu simpang bersinyal yang berada di Kota Probolinggo. Dengan tipe simpang yaitu 4 pendekat 1 lajur pendekat minor 1 lajur pendekat mayor (411). Simpang 4 Pilang terdiri dari 4 pendekat yaitu Jl. Anggrek sebagai pendekat Utara, Jl. Soekarno Hatta segmen 3 sebagai pendekat Timur, Jl. Brantas segmen 1 sebagai pendekat Selatan dan Jl. Soekarno Hatta segmen 2 sebagai pendekat Barat. Untuk pendekat Utara dan Barat merupakan status jalan nasional. Sedangkan pendekat Timur dan Selatan merupakan jalan status jalan kota. Fungsi jalan

pada pendekat Utara dan Barat yaitu arteri primer dan untuk fungsi jalan pada pendekat Timur adalah arteri sekunder. Sedangkan fungsi jalan pada pendekat Selatan adalah kolektor sekunder.

Lebar jalan efektif pada pendekat Utara yaitu 8,6 meter dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD) dan memiliki bahu jalan sebesar 0,2 meter pada tiap sisinya serta tidak adanya fasilitas trotoar pada pendekat Utara. Tata guna lahan pada pendekat Utara yaitu didominasi oleh daerah industri. Sedangkan lebar jalan efektif pada pendekat Timur yaitu 10 meter dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD). Memiliki bahu jalan sebesar 0,5 meter pada tiap sisinya dan terdapat fasilitas trotoar selebar 1,5 meter pada tiap sisinya. Tata guna lahan pada pendekat Timur yaitu didominasi oleh daerah pertokoan. Untuk lebar jalan efektif pada pendekat Selatan yaitu 7,5 meter dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD) dan memiliki bahu jalan sebesar 1 meter pada sisi kirinya dan terdapat fasilitas trotoar selebar 1,5 meter pada tiap sisinya. Tata guna lahan pada pendekat Selatan yaitu didominasi oleh daerah pertokoan. Dan lebar jalan efektif pada pendekat Barat yaitu 8 meter dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi atau tanpa median (2/2 UD). Memiliki bahu jalan sebesar 0,3 meter pada tiap sisinya dan terdapat fasilitas trotoar selebar 1,5 meter pada sisi kiri dan 1,3 meter pada sisi kanan. Tata guna lahan pada pendekat Barat yaitu didominasi oleh daerah pemukiman.

Berikut merupakan visualisasi dari wilayah kajian studi pada penelitian berikut ini:



Gambar II. 1 Visualisasi Wilayah Kajian Dari Google Maps



Gambar II. 2 Visualisasi Pendekat Timur (JL Soekarno Hatta Segmen 3)



Gambar II. 3 Visualisasi Pendekat Selatan (JL Brantas Segmen 1)



Gambar II. 4 Visualisasi Pendekat Barat (JL Soekarno Hatta Segmen 2)



Gambar II. 5 Visualisasi Pendekat Utara (JL Angrek)

Pada simpang 4 Pilang juga terdapat perlintasan sebidang. Perlintasan sebidang tersebut memotong salah satu pendekat Simpang 4 Pilang, tepatnya pada pendekat utara.



Gambar II. 6 Visualisasi Perlintasan Sebidang Pada Simpang 4 Pilang

Berdasarkan data pos perlintasan kereta di Pilang (JPL 189), terhitung frekuensi kereta yang melintas pada perlintasan tersebut sebanyak 20 kereta tiap harinya. Berikut adalah jadwal kereta yang melintasi perlintasan sebidang di Pilang:

Tabel II. 1 Jadwal Kereta Api yang Melewati Perlintasan Sebidang Pilang

| NO | NAMA KA | JADWAL LEWAT JPL 189 |
|-----------|------------------------|---------------------------------|
| 1 | Ka Ranggajati | 7:02 |
| 2 | Ka Probowangi | 7:42 |
| 3 | Ka Logawa | 7:59 |
| 4 | Ka Tawang Alun | 10:02 |
| 5 | Ka Sri Tanjung | 11:23 |
| 6 | Ka Barang | 12:15 |
| 7 | Ka Mutiara Timur Siang | 12:45 |
| 8 | Ka Sri Tanjung | 15:34 |
| 9 | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 |
| 10 | Ka Barang | 16:09 |
| 11 | Ka Logawa | 16:38 |
| 12 | Ka Ranggajati | 18:17 |
| 13 | Ka Tawang Alun | 18:58 |
| 14 | Ka Probowangi | 19:40 |
| 15 | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 |
| 16 | Ka Barang | 22:42 |
| 17 | Ka Mutiara Timur Malam | 0:38 |
| 18 | Ka Wijaya Kusuma | 1:20 |
| 19 | Ka Barang | 1:28 |
| 20 | Ka Mutiara Timur Malam | 3:05 |

Sumber: Data Pos Perlintasan Kereta (JPL 189) 2021

Kondisi tersebut menyebabkan antrian dan tundaan semakin bertambah pada saat kereta melintas terutama pada jam sibuk pagi dan pagi hari. Dapat terlihat pada gambar dibawah ini:



(A)



(B)



(C)



(D)

Gambar II. 7 Visualisasi Terjadinya Antrian Kendaraan Pada simpang 4 Pilang Ketika Kereta Melewati Perlintasan Sebidang

Pada gambar diatas merupakan terjadinya blocking pada saat kereta melintas yang di ambil dari pendekatan Timur (A), pendekatan Barat (B), dan pendekatan Selatan (C) & (D).

Berikut merupakan *Lay Out* dari Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:



Gambar II. 8 Lay Out Simpang 4 Pilang

BAB III KAJIAN PUSTAKA

3.1 Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas

(Kementerian Perhubungan 2009) menyatakan yang tertera dalam Undang-Undang No.22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan menjelaskan bahwa yang dinamakan manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah suatu rangkaian kegiatan yang bertujuan guna menciptakan suatu kondisi dan situasi lalu lintas yang aman, selamat, tertib, dan lancar dengan cara mengoptimalkan kinerja jaringan jalan dan gerakan lalu lintas.

Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas yang tertuang pada PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dapat berupa beberapa tindakan seperti pemisahan atau pemilahan pergerakan arus lalu lintas, pengendalian lalu lintas pada ruas jalan, pengendalian lalu lintas pada persimpangan, dll (Kementerian Perhubungan 2015).

Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas memiliki prinsip dengan mengutamakan penanganan dan pengaturan yang berdampak pada pengoptimalan kinerja jaringan jalan, baik dari kapasitas maupun keselamatan pada suatu ruas jalan (Tamin 2008).

3.2 Strategi Manajemen Dan Rekayasa Simpang

Manajemen persimpangan dilakukan dengan beberapa metode pengaturan pada simpang, berdasarkan besarnya arus lalu lintas dan keselamatan (Alhamid and Anufia 2019). Berikut jenis metode pengaturan pada simpang:

1. Persimpangan Prioritas

Persimpangan prioritas merupakan persimpangan yang tidak dilengkapi oleh alat pemberi isyarat lalu lintas. Sehingga pengaturan pada

simpang prioritas hanya mengandalkan kesadaran dan kepedulian terhadap sesama pengguna jalan serta pemberian prioritas terhadap arus lalu lintas untuk berjalan terlebih dahulu.

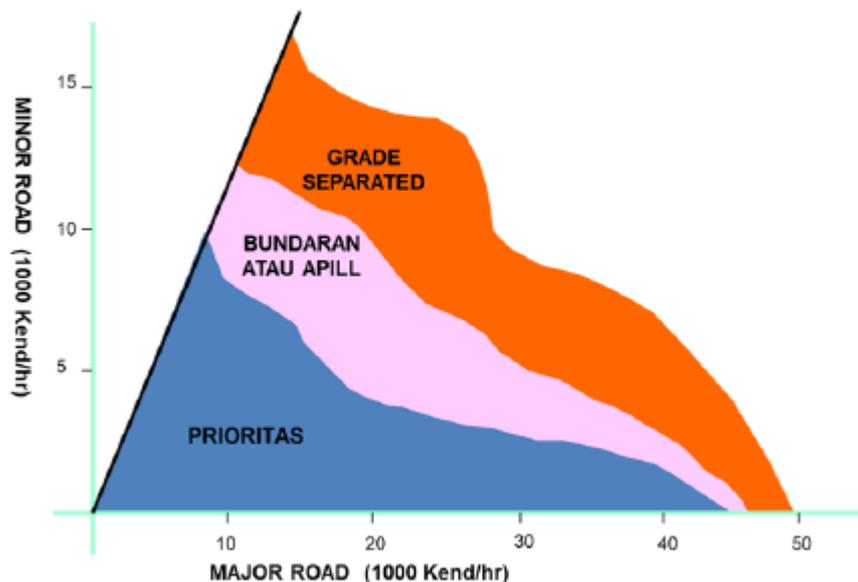
2. Persimpangan dengan sinyal

Persimpangan dengan sinyal yaitu persimpangan dalam pengaturannya diatur oleh alat pemberi isyarat lalu lintas. Sistem kerja alat pemberi isyarat lalu lintas terdiri dari beberapa fase yang mengatur waktu siklus atau *Cycle Time* ke dalam grup-grup. Dimana dalam satu fase terdiri waktu lampu hijau, lampu merah, dan kuning.

3. Persimpangan tidak sebidang

Persimpangan tidak sebidang merupakan suatu bentuk pengaturan pada persimpangan guna mengurangi titik konflik seminimal mungkin, terutama titik konflik yang berpotongan (*Crossing*). Persimpangan tidak sebidang biasanya diterapkan terutama pada simpang yang memiliki volume lalu lintas yang tinggi atau untuk ruas jalan yang memiliki kecepatan rencana tinggi seperti jalan tol atau jalan bebas hambatan.

Pengaturan dan pengendalian pada persimpangan dilakukan dengan mempertimbangkan volume lalu lintas pada setiap kaki simpangnya, agar kendaraan yang bergerak tidak terjadi saling bertabrakan. Berikut gambar grafik penentuan pengendalian simpang:



Sumber: Roads and Traffic in Urban Areas 1987

Gambar III. 1 Grafik Pengaturan Simpang

3.3 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan suatu area prasarana lalu lintas yang mempertemukan atau titik percabangan gerakan lalu lintas yang dikendalikan oleh suatu alat isyarat berupa APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) (Widya and Marpaung 2011). Hal itu tertuang juga pada PP No. 32 Tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak, Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas menyebutkan bahwa pengendalian simpang dapat berupa alat pemberi isyarat lalu lintas (Pemerintah Indonesia 2011).

Simpang bersinyal memiliki beberapa indikator yang menunjukkan kinerja dari simpang tersebut (Aras, Djakfar, and Wicaksono 2014). Meliputi derajat kejenuhan, tundaan, dan antrian. Semakin kecil nilai dari ketiga indikator kinerja, maka akan semakin baik pula kinerja dari suatu simpang. Penjelasan indikator kinerja simpang sebagai berikut:

a. Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan diperoleh dari hasil perbandingan antar arus lalu lintas simpang dengan nilai kapasitas dari suatu simpang.

b. Analisis Antrian

Antrian adalah jumlah kendaraan yang mengantri dalam satu pendekat pendekat, dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Antrian yang tertinggal pada fase hijau (NQ_1)
- 2) Antrian smp yang datang pada fase merah (NQ_2)

Jumlah antrian kendaraan satuan mobil penumpang yang memasuki pendekat pada saat fase merah.

- 3) Panjang antrian (QL)

c. Analisis Tundaan

Tundaan merupakan selang waktu tambahan yang dibutuhkan pada saat melalui di suatu simpang, dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terbagi menjadi sebagai berikut:

- 1) Tundaan lalu lintas
- 2) Tundaan geometrik
- 3) Tundaan Simpang

Berikut merupakan parameter tingkat pelayanan pada simpang:

Tabel III. 1 Parameter Tingkat Pelayanan pada simpang

| No | Tingkat Pelayanan | Tundaan (det/kend) |
|----|-------------------|--------------------|
| 1 | A | <5 |
| 2 | B | 5.1 – 15 |
| 3 | C | 15.1 – 25 |
| 4 | D | 25.1 – 40 |
| 5 | E | 40.1 – 60 |
| 6 | F | >60 |

Sumber: PM 96 Tahun 2015

3.4 Satuan Mobil Penumpang

Berbagai jenis kendaraan melakukan pergerakan di jalan, sehingga untuk menganalisis suatu lalu lintas diperlukan suatu koefisien yang menjadi nilai standar. Satuan Mobil Penumpang merupakan koefisien guna pengkonversian berbagai macam kendaraan menjadi suatu nilai standar.

Tabel III. 2 Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang

| Jenis Kendaraan | Nilai emp untuk tiap pendekat | |
|-----------------|-------------------------------|----------|
| | Terlindung | Terlawan |
| LV | 1,0 | 1,0 |
| HV | 1,3 | 1,3 |
| MC | 0,2 | 0,4 |

Sumber: MKJI 1997

Keterangan:

- LV = Kendaraan Ringan
- HV = Kendaraan Berat
- MC = Sepeda Motor
- Terlindung (tipe P): Tidak adanya konflik antar keberangkatan yang melakukan gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus
- Terlawan (tipe O): Terjadinya konflik antar keberangkatan ketika gerakan lalu lintas berbelok kanan dengan gerak lurus/belok kiri pada pendekat simpang yang memiliki fase yang sama

3.5 Keselamatan Pada Simpang

Keselamatan merupakan suatu kondisi dimana terhindarnya dari kondisi dan situasi berbahaya yang dapat menyebabkan kerugian harta maupun jiwa (Redjeki and Warsito 2016). Keselamatan pada simpang berkaitan dengan geometri dari simpang dan titik konflik pada simpang serta perlengkapan simpang berupa alat pengendalian simpang berupa APILL, rambu, dan marka (Agustin 2016). Sehingga dalam manajemen dan rekayasa lalu lintas pada simpang patut diperhatikan dari sektor keselamatan bagi para pengguna jalan termasuk para pejalan kaki.

3.6 Titik Konflik

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Nugraha et al. 2017) yang merupakan titik konflik adalah titik pertemuan yang terjadi pada persimpangan

antara gerakan kendaraan dari kaki simpang dengan kaki simpang yang lain.

Terdapat 4 jenis alih gerak kendaraan sebagai berikut :

- a. *Diverging* (Berpencar)
- b. *Merging* (Menggabung)
- c. *Crossing* (Berpotongan)
- d. *Weaving* (Menggabung lalu berpencar)

Jumlah konflik pada suatu persimpangan dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut :

- a. Jumlah kaki simpang
- b. Jumlah arah pergerakan
- c. Jumlah lajur dari setiap kaki persimpangan
- d. Sistem pengendalian persimpangan

3.7 Perlintasan Sebidang

Perlintasan sebidang berdasarkan PM Nomor 36 Tahun 2011 Tentang Perpotongan Dan/Atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api Dengan Bangunan Lain menyebutkan bahwa perlintasan sebidang merupakan suatu kondisi dimana terdapat perpotongan antara jalur kereta api dengan suatu objek yang dapat berupa bangunan (Kementerian Perhubungan 2011).

Perlintasan sebidang yang memotong ruas atau simpang dapat menjadi titik konflik yang sering menimbulkan permasalahan seperti antrian dan tundaan kendaraan yang berlebih terutama bila terdapat pada persimpangan dengan volume lalu lintas tinggi (Hendiarto and Hilwan 1999). Hal itu, terjadi tidak terlepas karena waktu palang pintu perlintasan yang mempengaruhi antrian dan tundaan pada simpang. Semakin lama waktu palang pintu perlintasan tertutup, maka antrian dan tundaan semakin tinggi pula (Mulyono and Suwardi 2006).

3.8 Penelitian Kuantitatif

Penelitian kuantitatif merupakan suatu metode pendekatan yang dilakukan dalam suatu ilmu penelitian, yang berhubungan langsung dengan

numerik (Prajitno 2017). Dimulai dari pengumpulan data, analisis berdasarkan statistika dengan menguji hipotesis, dan menampilkan data dalam bentuk angka. Sehingga menghasilkan analisis data yang kongkrit dan akurat.

3.9 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mendapatkan informasi terkait kejadian atau suatu fenomena tertentu pada daerah yang teliti (Alhamid and Anufia 2019). Perolehan data yang akurat sangat lah berpengaruh terhadap keberhasilan suatu penelitian. Dalam penelitian, data dibedakan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung melalui hasil pengamatan yang dilakukan dan diolah sendiri oleh peneliti. Sedangkan data sekunder merupakan data final yang diperoleh dari pihak lain seperti suatu instansi atau lembaga.

3.10 Chi-Kuadrat

Menurut (Wibowo 2017) Uji Chi-Kuadrat merupakan salah satu alat uji di dalam statistik yang sering digunakan dalam praktikum. Pada dasarnya uji Chi-Kuadrat membandingkan frekuensi-frekuensi yang sedang teramati. Selain itu uji Chi-Kuadrat pada umumnya gunakan untuk menguji keselarasan fungsi dan menguji tabel kontigensi.

3.11 Vissim

Menurut (Aryandi and Munawar 2014) VISSIM merupakan sebuah aplikasi simulasi untuk pemodelan transport yang bersifat mikro. Dimana aplikasi ini dapat menganalisis permasalahan terkait lalu lintas, seperti persinyalan lalu lintas, konfigurasi jalur, transit, dll. Aplikasi ini sangat berguna dalam untuk menganalisis dan mengevaluasi tentang rekayasa transportasi.

3.12 Aplikasi KAJI

Menurut (Radam 2018) aplikasi KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia) merupakan aplikasi yang digunakan untuk menganalisis kinerja baik pada

simpang bersinyal, simpang tak bersinyal, pada ruas jalan, bundaran, dan lain-lain. Aplikasi KAJI mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

3.13 Uji Koefisien Determinasi

Menurut (Mangkunegara 2018) uji koefisien determinasi uji koefisien determinasi bertujuan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menjelaskan besar pengaruh dari variabel independen pengaruh terhadap variabel dependen yang dapat dilihat melalui nilai *adjusted R-squared*. Semakin besar nilai R^2 maka variabel independen semakin dapat memberikan informasi yang digunakan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen.

3.14 Uji Korelasi Pearson

Menurut (Radam 2018) uji korelasi pearson merupakan salah satu teknik uji korelasi yang bertujuan untuk menentukan besar nilai hubungan seberapa kuat suatu variabel mempengaruhi variabel lainnya. Terdapat dua jenis hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen yaitu dapat bersifat positif maupun bersifat negatif. Bersifat positif apabila semakin besar nilai variabel independen (x) maka semakin besar pula nilai variabel dependen (y) dan dikatakan bersifat negatif apabila semakin besar nilai variabel independen (x) semakin berkurang nilai variabel dependen (y).

3.15 Jurnal Terkait Dengan Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh (Rusmandani et al. 2021) dengan judul Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas *Turn Left Only Circulation* Pada Perlintasan Sebidang Tirus dengan *Software VISSIM*, dengan mengkaji simpang 3 yang terdapat perlintasan sebidang. Pada penelitiannya terdapat permasalahan berupa kemacetan pada perlintasan Tirus. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, diberikanlah tiga skenario alternatif. Skenario pertama yaitu, dengan membuat semua pergerakan hanya berbelok ke kiri tanpa terkecuali. Skenario kedua yaitu, dengan membuat semua

pergerakan lalu lintas hanya berbelok ke kiri tanpa terkecuali dengan memberikan kesempatan untuk memutar arah dengan menyediakan *U-Turn* dan menambahkan median jalan pada salah satu pendekat simpang. Dan pada skenario ketiga yaitu, dengan tetap mengatur pergerakan hanya berbelok ke kiri tanpa terkecuali dengan ditambahkan kesempatan memutar arah/*U-Turn* pada pendekat simpang serta dilakukannya pelebaran jalan. Analisis pada penelitian ini menggunakan aplikasi VISSIM dalam pemodelannya dan aplikasi SSAM (*Safety Assesment Model*) guna melihat titik konflik pada pemodelan arus lalu lintas. Berdasarkan analisis pada penelitian ini, dipilih skenario pertama sebagai alternatif penyelesaian masalah jangka pendek dan skenario ketiga sebagai alternatif terbaik guna menyelesaikan permasalahan yang terjadi untuk jangka menengah.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Qomar and Hamduwibawa 2017) dengan judul Pengaruh Jalan Kereta Api Terhadap Simpang Bersinyal Patrang Jember, dengan mengkaji simpang tiga bersinyal yang terdapat perlintasan sebidang pada salah satu pendekatnya. Frekuensi kereta yang melewati perlintasan sebidang tersebut sebanyak 20 kereta perhari. Analisis pada penelitian ini hanya menggunakan pedoman MKJI 1997 saja dan tidak menggunakan aplikasi & software apapun. Peneliti melakukan analisis pada saat palang pintu perlintasan tertutup selama 160 detik saat jam puncak menggunakan waktu siklus (eksisting) kapasitas simpang masih dapat menampung kendaraan dengan sisa ruang sebesar 6%. Apabila menggunakan waktu siklus yang direncanakan maka kapasitas simpang masih dapat menampung kendaraan dengan sisa ruang sebesar 8% pada saat jam sibuk. Selain itu, penelitian ini menganalisis apabila palang perlintasan tertutup selama 150 detik dengan menggunakan waktu siklus eksisting maka masih tersisa 35% kemampuan simpang dapat menampung kendaraan. Sedangkan, apabila menggunakan waktu siklus yang direncanakan maka masih tersisa 35% dari kapasitas simpang untuk menampung kendaraan. Hasil dari penelitian ini, yaitu dengan mensinkronisasi waktu siklus APILL pada saat jam puncak kereta.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Pratama and Susilo

2019) dengan judul Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Pada Lintasan Kereta Api di Jalan Abdul Rahman Saleh. Peneliti hanya menggunakan MKJI sebagai pedoman untuk analisis kinerja dari wilayah kajian penelitian. Pada penelitian ini diasumsikan sebagai simpang bersinyal karena terdapat fase dimana pada saat palang pintu perlintasan tertutup sebagai waktu merah, pada saat palang pintu perlintasan terbuka sebagai waktu hijau dan pada saat pintu perlintasan bergerak sebagai waktu ember atau kuning. Lama waktu perlintasan tertutup yaitu selama 240 detik. Hal itu menyebabkan antrian sepanjang 880 meter pada pendekat Utara dan sepanjang 475 meter pada pendekat Selatan. Pada daerah yang dikaji yang diasumsikan sebagai simpang memiliki nilai Derajat Kejenuhan (DS) sebesar 0,91 dan termasuk pada tingkat pelayanan D. Output pada penelitian ini, peneliti memberikan saran sebagai solusi dari permasalahan yaitu dengan cara pelebaran mulut simpang pada masing-masing mulut pendekat, pengurangan hambatan samping, dan lain-lain.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Dalam suatu penelitian proses analisis didasarkan oleh beberapa macam bentuk desain penelitian, yang sesuai dengan tujuan dari penelitian tersebut. Maka desain penelitian harus disesuaikan dengan tujuan dari penelitian, sebagai berikut:

1. Desain diskriptif

Desain diskriptif merupakan salah satu contoh desain penelitian yang menjelaskan melalui gambaran terhadap suatu objek penelitian. Dapat berupa tabel, grafik, maupun gambar visual. Desain diskriptif dalam penelitian terdiri dari sebagai berikut:

- A. Gambar peta jaringan jalan;
- B. Gambar *layout* persimpangan
- C. Gambar tabel volume kendaraan
- D. Dll.

2. Desain eksperimen

Desain penelitian berfungsi untuk mengetahui segala sebab akibat dari suatu kinerja studi kasus yang diteliti. Dalam penelitian ini guna mengetahui kondisi kinerja saat dilakukannya optimalisasi waktu siklus pada APILL di Simpang 4, kanalisasi berupa penambahan lajur khusus belok kiri pada pendekat Barat dan Timur, pengaturan simpang ber-APILL dengan diberlakukan belok kiri langsung (LTOR) pada pendekat Barat dan Timur, membuat skema pengaturan lalu lintas khusus ketika kereta melintas dengan telah terjadi perubahan geometri simpang. Dengan semakin menurunnya nilai dari derajat kejenuhan, panjang antrian, dan waktu tundaan pada skenario, maka akan semakin ideal dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Pilang.

Guna mempermudah pada tahap berikutnya, maka hendaknya dibuat

desain proses penelitian. Adapun tahapan proses penelitian sebagai berikut :

4.1.1 Tahap identifikasi

Tahap identifikasi merupakan tahap awal dimana peneliti melakukan pengamatan di wilayah kajian dengan mengamati setiap fenomena-fenomena yang terjadi dan mengumpulkan informasi berupa data penelitian. Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder yang didapatkan dari instansi terkait berupa peta jaringan jalan, peta tata guna lahan, dan lain-lain. Kemudian dibuatlah perhitungan kinerja kondisi eksisting lokasi studi berdasarkan data-data tersebut.

4.1.2 Tahap analisis dan permodelan

Tahap analisis menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Rumus-rumus yang terdapat dalam pedoman MKJI 1997 digunakan untuk menilai kinerja simpang saat kondisi eksisting.

Sedangkan untuk permodelan pada penelitian ini menggunakan aplikasi VISSIM. Dengan aplikasi dapat mensimulasikan skenario-skenario rekayasa lalu lintas dalam penelitian ini. Dengan begitu akan diketahui kondisi lalu lintas dan permasalahan pada setiap skenario sebelum diterapkan secara nyata di lapangan. Pada penelitian ini akan memodelkan optimalisasi waktu siklus pada APILL di Simpang 4, kanalisasi berupa penambahan lajur khusus belok kiri pada pendekat Barat dan Timur, pengaturan simpang ber-APILL dengan diberlakukan belok kiri langsung (LTOR) pada pendekat Barat dan Timur, membuat skema pengaturan lalu lintas khusus ketika kereta melintas dengan telah terjadi perubahan geometri simpang.

4.1.3 Tahap validasi model

Hasil dari permodelan menggunakan aplikasi VISSIM pada tahap selanjutnya divalidasi dengan kondisi hasil survey menggunakan uji Chi-Kuadrat. Pada penelitian kali ini memvalidasi volume kendaraan pada data survey dibandingkan dengan volume kendaraan pada model, berdasarkan

parameter-parameter pada aplikasi VISSIM.

Berikut merupakan tahapan prosedur Uji Chi-Kuadrat:

1. Pernyataan H_0 dan H_a
 - a. Uji Keselarasan Fungsi
 H_0 : Populasi yang sedang dikaji memenuhi/selaras dengan suatu pola distribusi probabilitas yang ditentukan.
 H_a : Populasi yang tidak memenuhi distribusi yang ditentukan tersebut.
 - b. Uji Tabel Kontingensi
 H_0 : Dua variabel yang sedang dikaji saling independen (tidak terikat).
 H_a : Dua variabel tersebut tidak saling independen atau kedua variabel tersebut saling terikat satu sama lainnya / dependen.
2. Penentuan taraf nyata (level of significant) = α
Biasanya digunakan $\alpha = 0.01$ atau $\alpha = 0.05$
3. Penentuan daerah penerimaan H_0 dan H_a
Dalam pengujian ini yang digunakan adalah distribusi probabilitas chi kuadrat yang disajikan dalam bentuk tabel, yang dapat ditentukan dengan mengetahui:
 - a. Pada uji keselarasan fungsi: $df = k - 1$
 - k = jumlah outcome/observasi
 - b. Pada Tabel kontigensi: $df = (n-1)(K-1)$
 - n = jumlah baris dalam tabel
 - k = jumlah kolom dalam tabel
4. Batas-Batas daerah penolakan/batas kritis uji
Misalnya dari tabel untuk $\alpha = 0.01$; $df: 3-1 = 2$; diperoleh chi kuadrat = 9.21
5. Aturan keputusan:
Tolak H_0 dan diterima H_a Jika RU (Rasio Uji) chi-Kuadrat > 9.21
Jika tidak demikian diterima H_0
6. Perhitungan rasio uji
7. Pengambilan keputusan
Rumus yang digunakan untuk validasi model menggunakan rumus Chi-Kuadrat sebagai berikut:

$$x^2 = \sum_i^k 1 \frac{(O-E)^2}{E} \dots\dots\dots(\text{rumus. 1})$$

Keterangan :

- O = Frekuensi Observasi
- E = Frekuensi Harapan

4.1.4 Tahap hasil (output)

Pada tahap terakhir merupakan tahap perbandingan kondisi dan kinerja lalu lintas pada setiap skenario yang dinilai efektif dan efisien guna menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Pilang.

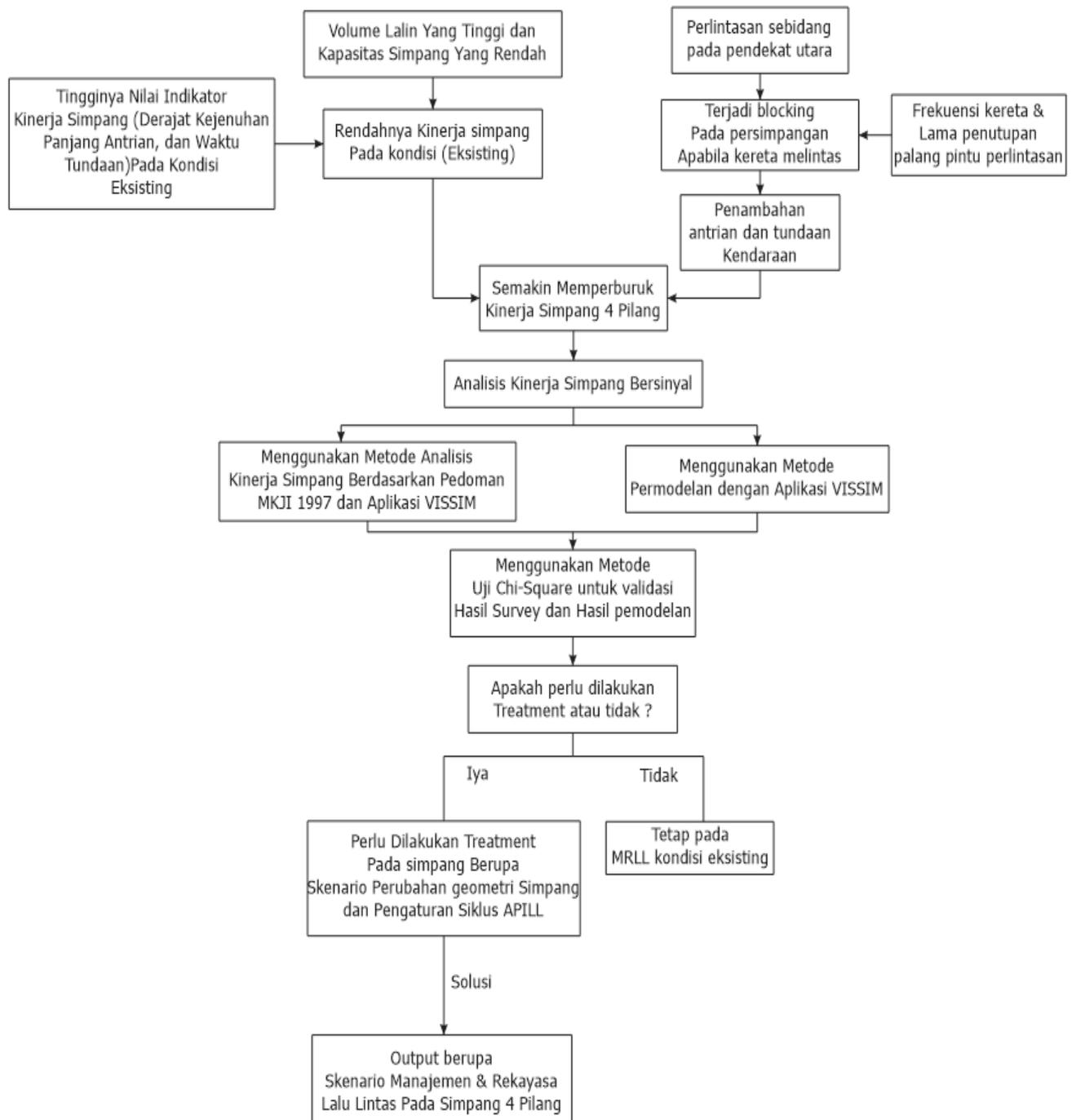
4.1.5 Kerangka Berpikir Penelitian

Pada penelitian kali ini diawali dengan permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Pilang. Kinerja dari Simpang 4 Pilang dinilai buruk karena pada simpang tersebut memiliki volume lalu lintas yang tinggi dan memiliki kapasitas simpang yang rendah. Hal tersebut berdasarkan tingginya nilai dari indikator kinerja simpang berupa Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, dan Waktu Tundaan pada kondisi simpang yang eksisting. Selain itu, pada pendekatan utara dari Simpang 4 Pilang terdapat perlintasan sebidang. Sering terjadinya *Blocking* pada persimpangan ketika kereta melintas disebabkan oleh frekuensi kereta yang melintas dan lamanya waktu palang perlintasan tertutup. Semakin tinggi frekuensi kereta yang melintas maka akan sering terjadinya antrian dan tundaan pada persimpangan. Semakin lama waktu palang pintu perlintasan kereta maka akan semakin panjang antrian dan semakin lama waktu tundaan pada persimpangan. Kondisi demikian semakin memperburuk kinerja simpang dan perlu adanya analisis mengenai kinerja simpang bersinyal tersebut.

Analisis simpang bersinyal menggunakan dua metode yaitu menggunakan metode analisis kinerja simpang bersinyal berdasarkan pedoman MKJI 1997 dan Aplikasi VISSIM. Sedangkan untuk pemodelannya menggunakan metode dengan aplikasi VISSIM. Hasil dari analisis dan pemodelan akan di validasi menggunakan uji Chi-Square. Hasil dari validasi sebagai dasar perlu dilakukan *treatment* atau tidak pada simpang 4 Pilang. Jika tidak, maka manajemen rekayasa lalu lintas pada simpang tetap seperti kondisi eksisting.

Apabila perlu dilakukan *treatment*, maka akan dilakukan berupa skenario perubahan geometri simpang dan pengaturan siklus APILL. Output dari penelitian ini berupa Skenario Manajemen & Rekayasa Lalu Lintas pada Simpang 4 Pilang.

Berikut adalah Kerangka Berfikir dalam penelitian ini:



Gambar IV. 1 Kerangka Berfikir Penelitian

4.2 Bagan Alir Penelitian

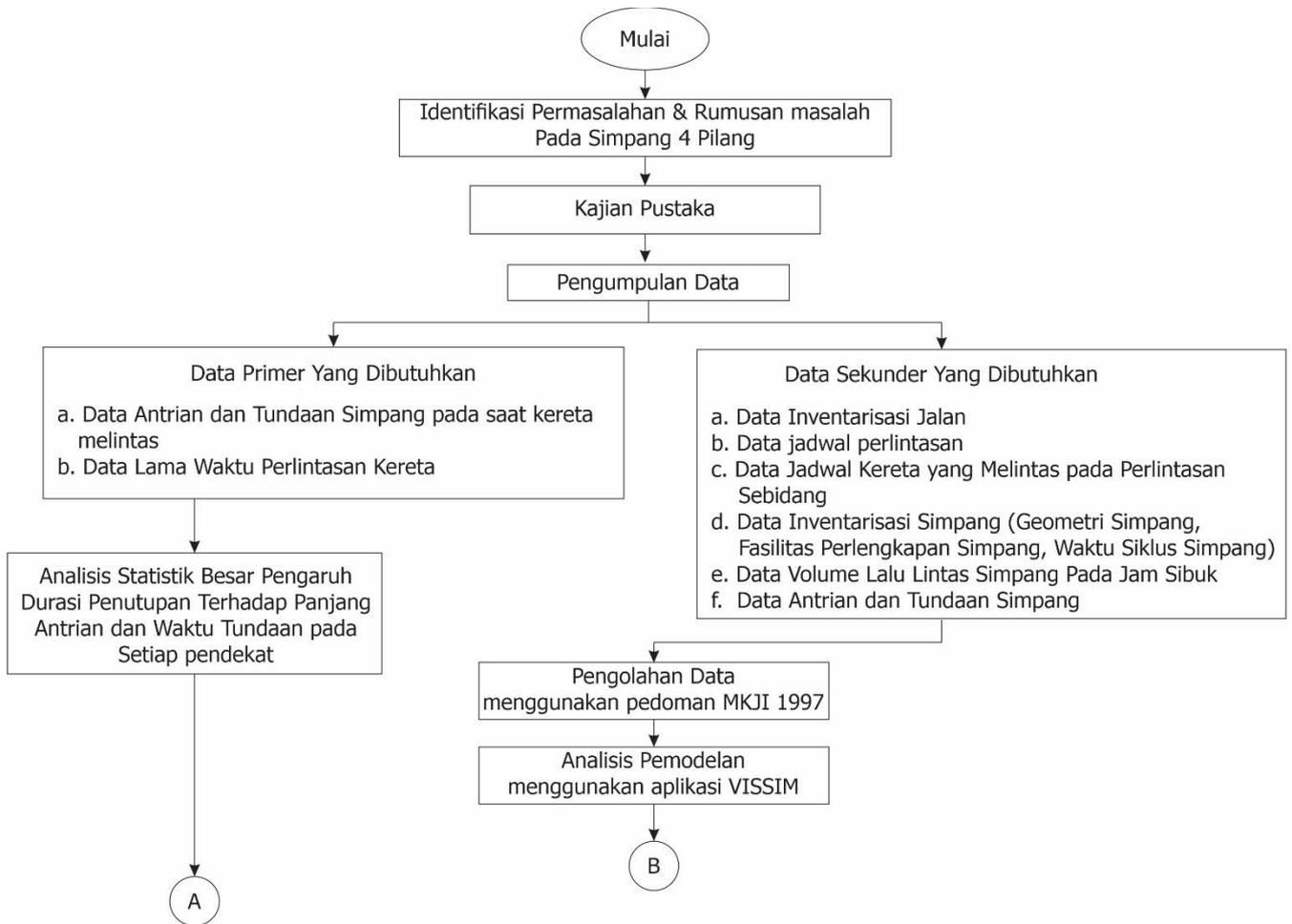
Penelitian ini dapat dilakukan dengan tahap awal yaitu mengidentifikasi berbagai permasalahan pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Lalu tahap berikutnya yaitu dengan pengumpulan data-data yang menunjang penelitian ini. Baik berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi data inventarisasi simpang, data waktu siklus simpang, data volume lalu lintas pada simpang, data antrian dan tundaan yang terjadi pada simpang, serta data jadwal kereta yang melintas. Sedangkan data sekunder meliputi data jaringan jalan Kota Probolinggo, data Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Probolinggo, data inventarisasi jalan Kota Probolinggo, dan data demografi Kota Probolinggo.

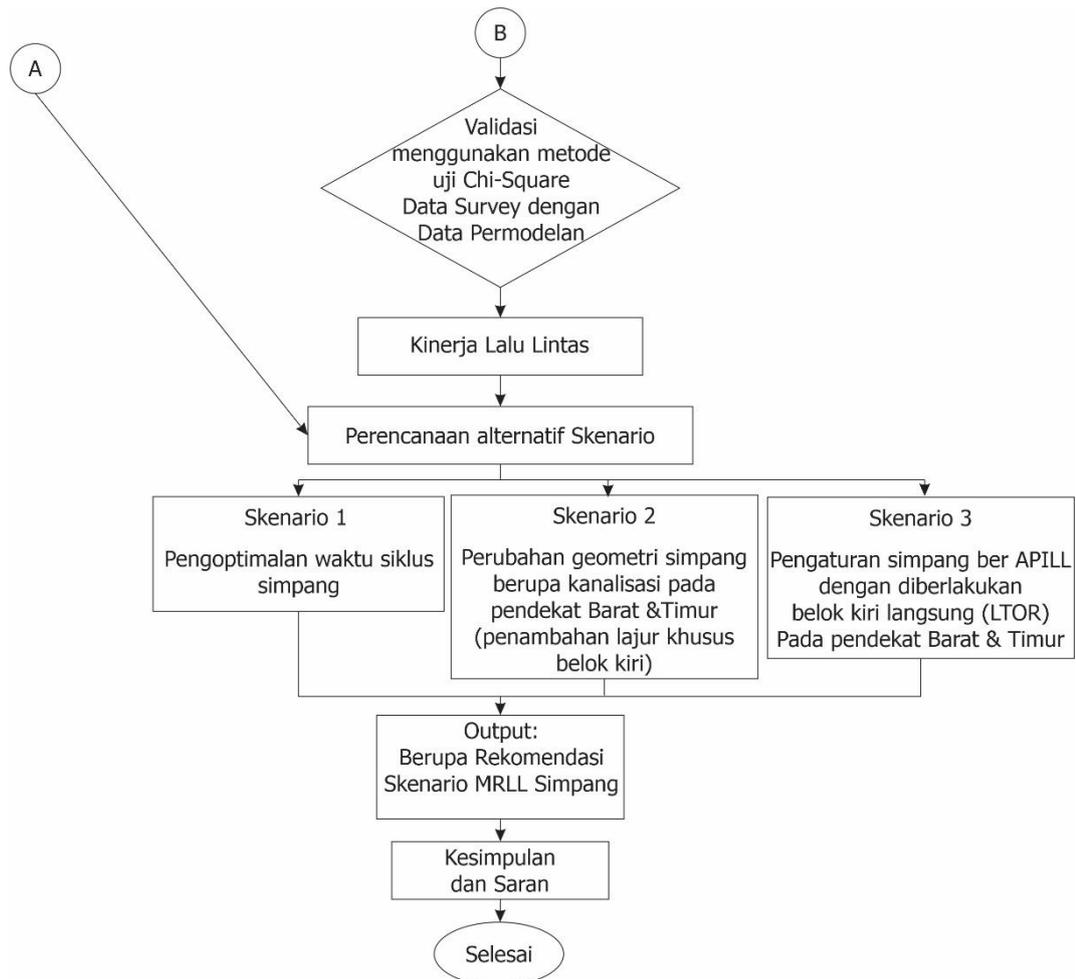
Pada tahap berikutnya pengolahan dan menganalisis data yang sudah di dapatkan. Pengolahan dan analisis data berpedoman dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dan menggunakan aplikasi KAJI. Hasil dari analisis data, dilakukan permodelan dengan menggunakan aplikasi VISSIM. Software VISSIM merupakan aplikasi permodelan transportasi yang dapat mensimulasikan kondisi lalu lintas yang dimodelkan.

Tahap berikutnya yaitu dilakukannya validasi dari hasil survey dengan hasil permodelan. Validasi dilakukan dengan menggunakan uji Chi-kuadrat. Apabila proses sudah dilakukan, hasil validasi akan digunakan sebagai tolak ukur terhadap indikator kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Pilang. Jika kinerja Simpang 4 Pilang dinilai buruk berdasarkan indikator kinerja simpang, maka dilakukannya penyusunan alternatif pemecah permasalahan tersebut melalui beberapa skenario yang dilakukan. Untuk skenario yang pertama yaitu dengan melakukan optimalisasi waktu siklus pada APILL di Simpang 4 Pilang. Untuk Skenario kedua yaitu kanalisasi berupa penambahan lajur khusus belok kiri pada pendekat Barat dan Timur. Skenario ketiga yaitu pengaturan simpang ber-APILL dengan diberlakukan belok kiri langsung (LTOR) pada pendekat Barat & Timur.

Pada tahap selanjutnya yaitu, memodelkan dan menganalisis setiap skenario yang telah direncanakan. Dari keempat skenario tersebut akan dievaluasi dan akan masuk ke dalam tahap rekomendasi. Tahap akhir adalah mengambil kesimpulan, dampak positif dan negatif apa yang terjadi apabila skenario yang dinilai tepat tersebut diimplementasikan.

Berikut merupakan bagan alir penelitian ini:





Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian

4.3 Sumber Data

Pada penelitian ini terdapat beberapa data baik berupa data sekunder maupun data primer. Data-data tersebut diperoleh dari berbagai sumber. Berikut merupakan data beserta sumber-sumbernya:

1. Badan Perencanaan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan (BAPPEDALITBANG) Kota Probolinggo
Data yang diperoleh:
 - A. Peta jaringan jalan Kota Probolinggo
 - B. Tata guna lahan Kota Probolinggo
 - C. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Probolinggo

2. Dinas Perhubungan Kota Probolinggo
Data yang diperoleh:
 - A. Data inventarisasi jalan

3. Pos Perlintasan Sebidang di Pilang
Data yang diperoleh:
 - A. Jadwal kereta melintas pada perlintasan sebidang di Pilang

4.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan tahapan penting dalam penelitian yang harus diperhatikan dan dilakukan secara benar dalam penelitian. Karena, jika teknik yang digunakan atau dilakukan kurang tepat maka data yang didapatkan tidak valid. Sehingga, hasil penelitian yang dilakukan menjadi tidak relevan.

Pada penelitian terdapat beberapa teknik cara mendapatkan data-data yang dibutuhkan. Berikut teknik-teknik pengumpulan data yang digunakan:

4.4.1 Teknik Pengumpulan Data Sekunder

Teknik yang digunakan guna memperoleh data sekunder yaitu dengan meminta data olahan yang sudah jadi baik berupa *softcopy* atau berupa cetakan *hardcopy* pada instansi atau lembaga yang terkait dan menggunakan hasil dari laporan umum PKL Kota Probolinggo Tahun 2021

4.4.2 Teknik Pengumpulan Data Primer

Teknik yang digunakan guna memperoleh data primer yaitu dengan melakukan pengamatan dan survey secara langsung di lapangan. Pada penelitian ini terdapat beberapa data primer dan cara memperoleh datanya sebagai berikut:

4.4.2.1 Data Antrian dan Tundaan Kendaraan Pada Kereta Melintas

Data antrian dan tundaan kendaraan didapatkan melalui survey langsung di lapangan. Data antrian dan tundaan merupakan data yang dijadikan indikator

kinerja dari suatu persimpangan. Semakin rendah panjang antrian dan semakin singkat waktu tundaan, maka akan semakin baik kinerja dari suatu simpang.

1. Persiapan

Persiapan meliputi pengkoordinasian petugas survey lapangan dengan membagi tugas dan lokasi setiap petugas survey. Selain itu, terdapat alat perlengkapan guna menunjang pelaksanaan survey sebagai berikut:

- A. Stopwatch/jam tangan/*handphone*
- B. Walking measure/Roll meter
- C. Alat Tulis
- D. Clipboard
- E. Formulir Survey

2. Teknik Survey

Teknik yang digunakan untuk mendapatkan data dari antrian dan tundaan yaitu dengan cara menempatkan 2 surveyor. Surveyor pertama berdiri pada titik yang lurus dengan garis berhenti pada simpang. Tugas dari surveyor pertama yaitu mengamati dan menghitung waktu pada saat sisa antrian kendaraan yang masih berada tengah simpang disaat sinyal APILL berubah menjadi merah kembali. Sedangkan tugas untuk surveyor kedua yaitu mengukur dan mencatat panjang antrian yang terjadi pada simpang pada saat kereta sedang melintas.

4.4.2.2 Data Lama Waktu Palang Perlintasan Tertutup

Data waktu palang perlintasan tertutup pada saat kereta melintas diperoleh dengan survey pada area lokasi perlintasan. Guna mengetahui lama waktu pada saat palang perlintasan tertutup.

a. Persiapan

Persiapan meliputi pengkoordinasian petugas survey lapangan dengan membagi tugas dan lokasi setiap petugas survey. Selain itu, terdapat alat perlengkapan guna menunjang pelaksanaan survey sebagai berikut:

- 1) Jam tangan/*handphone*

- 2) Alat tulis dan kertas
- 3) Formulir survey
- 4) Clipboard

b. Teknik Survey

Teknik survey yang dilakukan yaitu dengan cara surveyor mewawancarai terlebih dahulu petugas penjaga perlintasan mengenai jadwal kereta yang melintas pada perlintasan sebidang Pilang. Kemudian surveyor mengamati langsung di dekat area perlintasan. Surveyor mencatat pada pukul berapa kereta melintas pada perlintasan tersebut dan menghitung waktu berapa lama waktu palang perlintasan tertutup, dicocokkan kembali pada jadwal

4.5 Teknik Analisis Data

Analisa yang terdapat pada penelitian ini sebagai berikut:

4.5.1 Analisis Menggunakan Metode 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.

Analisis kinerja simpang ber APILL menggunakan data-data yang diperoleh dari hasil survey pada wilayah kajian yang dilakukan dalam penelitian ini. Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- A. Data geomteri simpang (lebar efektif serta kondisi dan situasi tata guna lahan disekitar simpang)
- B. Data Volume survey gerakan membelok terklasifikasi di simpang
- C. Data waktu siklus APILL

1) 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.

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{SF} \times F_g \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT} \dots \dots \dots (\text{rumus. 2})$$

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

2) Rasio Arus Lalu-Lintas (Y)

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

$$Y = Q/S \dots \dots \dots \text{(rumus. 3)}$$

Keterangan:

- Q = Volume Lalu Lintas / jam (smp)
- S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp)

3) Kapasitas Simpang

$$C = S \times g/c \dots \dots \dots \text{(rumus. 4)}$$

Keterangan :

- C = Kapasitas kaki simpang (kend/jam)
- S = Arus Jenuh (kend/jam)
- G = Waktu hijau (detik)
- C = Waktu siklus (detik)

Setelah data-data tersebut diperoleh selanjutnya akan diolah dengan rumus-rumus yang terdapat di MKJI 1997 guna mengetahui besarnya nilai kinerja persimpangan melalui beberapa indikator. Indikator untuk simpang ber APILL adalah Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*), Panjang Antrian (*Queue Length*), dan Tundaan (*Delay*). Indikator-indikator tersebut dapat dihitung dengan sebagai berikut:

1. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan didapatkan melalui tahapan sebagai berikut:

a. Perhitungan arus jenuh

Nilai arus jenuh didapatkan dari hasil perkalian arus jenuh dasar dengan beberapa faktor penyesuaian yang ditentukan sesuai dengan kondisi di lokasi wilayah studi seperti pada (rumus.3).

b. Perhitungan kapasitas

Nilai kapasitas setiap pendekat simpang diperoleh dari perhitungan antara arus jenuh dikalikan dengan rasio waktu hijau. Seperti pada (rumus.5).

c. Perhitungan derajat kejenuhan

Besaran nilai derajat kejenuhan diperoleh melalui hasil pembagian antara volume pada pendekat dengan nilai kapasitas. Dengan rumus sebagai berikut:

$DS = Q/C$(rumus. 5)

Keterangan:

- Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

2. Analisa Panjang Antrian

Nilai derajat kejenuhan diperoleh melalui beberapa tahap sebagai berikut:

a. Antrian yang tertinggal pada fase hijau (NQ₁)

Nilai antrian yang tertinggal pada fase diperoleh dari perhitungan yang terdapat pada rumus berikut ini:

$NQ1 = 0,25 \times C \times \left\{ \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{[8 \times (DS - 0,5)]}{C}} \right\}$(rumus. 6)

Keterangan :

- NQ₁ = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

- C = Kapasitas (smp/jam)
- DS = Derajat Kejenuhan

b. Antrian yang datang pada fase merah (NQ₂)

Nilai antrian yang datang pada fase merah diperoleh dari perhitungan yang terdapat pada rumus berikut ini:

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(\text{rumus. 7})$$

Keterangan :

- NQ₂ = Jumlah antrian smp yang datang selama fase Merah
- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Volume lalu lintas (smp/jam)
- C = Waktu siklus (detik)

c. Total Antrian (NQ)

Nilai total antrian diperoleh dari menambahkan nilai antrian yang tertinggal pada fase hijau (NQ₁) dengan nilai antrian yang data pada fase merah (NQ₂) seperti pada rumus berikut ini:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots(\text{rumus. 8})$$

Keterangan :

- NQ = jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal Hijau
- NQ₁ = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau Sebelumnya
- NQ₂ = Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

d. Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian didapatkan dari hasil perkalian antara Total Antrian dengan luas rata-rata yang digunakan per smp dan dibagi oleh lebar masuk seperti pada rumus sebagai berikut:

$$QL = NQ_{MAX} \times 20 / W_{MASUK} \dots\dots\dots(\text{rumus. 9})$$

Keterangan:

- QL = Panjang Antrian (m)
- NQ = Jumlah Antrian
- W_{Masuk} = Lebar Efektif pendekat (m)

3. Analisa Tundaan (Delay)

Tundaan merupakan selang waktu tambahan yang dibutuhkan pada saat melalui di suatu simpang, dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Agar mendapatkan nilai dari tundaan harus melalui beberapa tahap sebagai berikut :

a. Tundaan lalu lintas

Tundaan lalu lintas merupakan tundaan yang diakibatkan karena adanya kegiatan yang mempengaruhi kondisi lalu lintas ataupun dari kondisi lalu lintas normal. Nilai dari tundaan lalu lintas diperoleh dari perhitungan seperti pada rumus berikut ini:

$$DT = (A \times c) \frac{NQ1}{c} \dots\dots\dots(\text{rumus. 10})$$

Keterangan:

- DT = Rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)
- $A = 1,5 \times (1-GR)^2 / (1-GR \times DS)$
- C = Kapasitas (smp/jam)

b. Tundaan geometri

Tundaan geomtri merupakan tundaan yang munculnya di sebabkan oleh kondisi geometrik dari suatu simpang. Nilai tundaan geometri dihasilkan dari perhitungan seperti pada rumus berikut ini:

$$DG = (1-P_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4) \dots\dots\dots(\text{rumus. 11})$$

Keterangan:

- DG = Tundaan Geometrik (det/smp)
- p_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat
- P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

c. Tundaan simpang

Tundaan simpang didapatkan dari penambahan tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik seperti pada rumus:

$$D = DT + DG \dots \dots \dots (\text{rumus. 12})$$

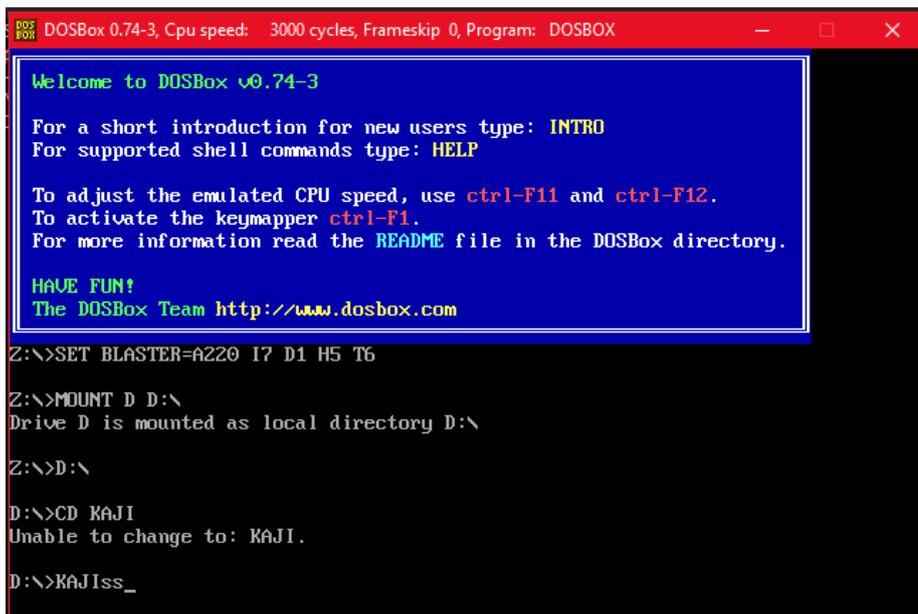
Keterangan:

- D = Tundaan total (det/smp)
- DT = Tundaan lalu lintas (det/smp)
- DG = Tundaan geometrik (det/smp)

4.5.2 Metode Analisis Menggunakan Aplikasi KAJI

Penggunaan aplikasi KAJI bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada suatu simpang, ruas, hingga bundaran dan lain-lainnya yang mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Berikut ini merupakan tahap-tahap penggunaan aplikasi KAJI:

1. Memasang aplikasi kaji pada OS 64-bit dengan mengetikan seperti dibawah ini pada kolom menu KAJI. Lalu tekan enter.



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 3 Membuat Shortcut kaji.exe pada OS 64-bit

2. Menjalankan aplikasi Kaji

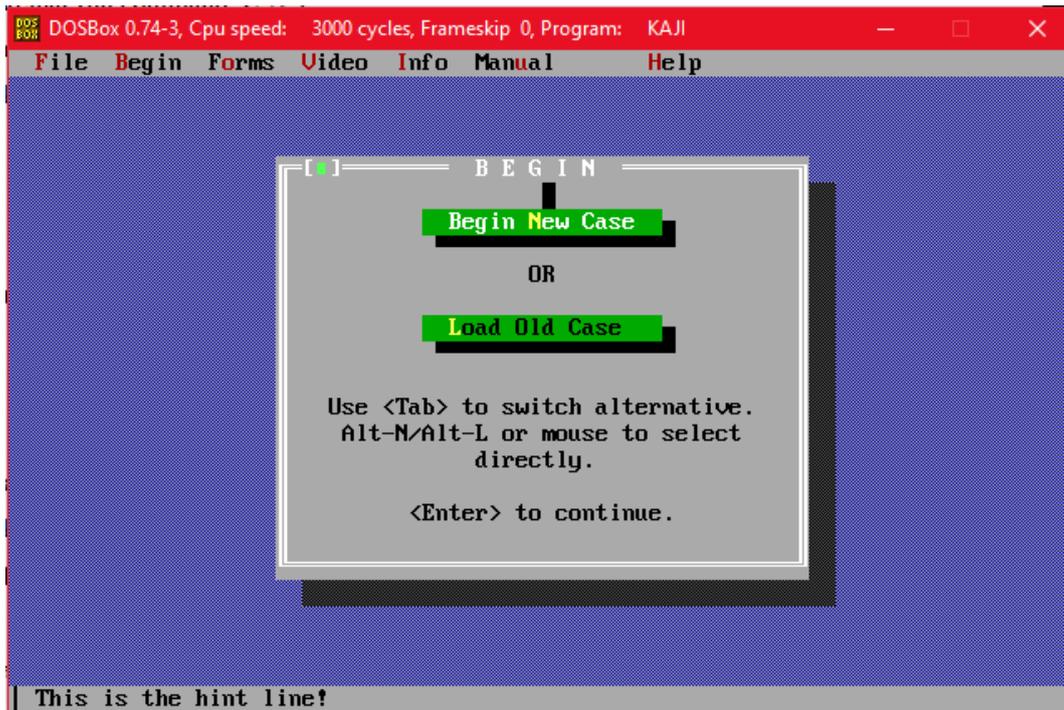
Dengan mengetik enter



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 4 Menjalankan aplikasi Kaji

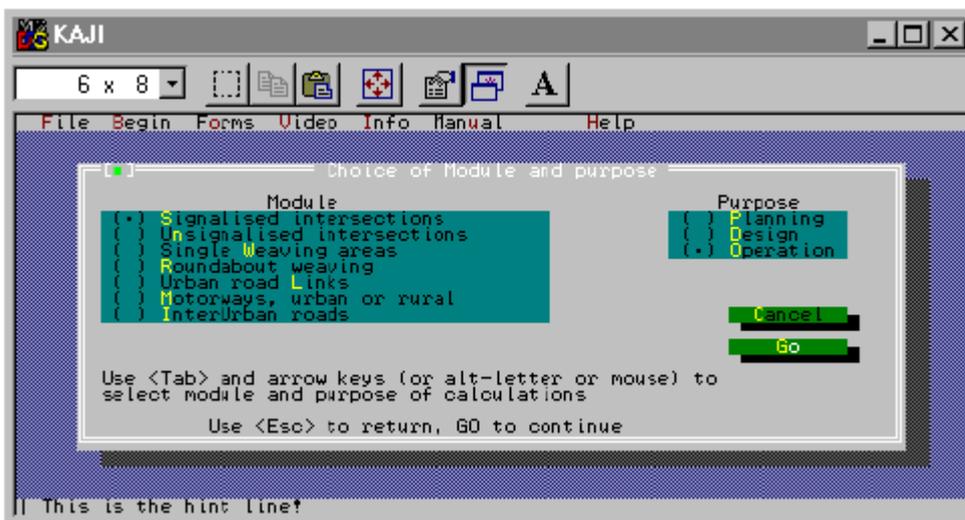
3. Memilih kasus yang akan dikerjakan dengan memilih menu *Begin New Case* untuk kasus baru dan *Load Old Case* untuk kasus lama yang akan dikerjakan.



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 5 Pemilihan Kasus yang Akan di Kerjakan

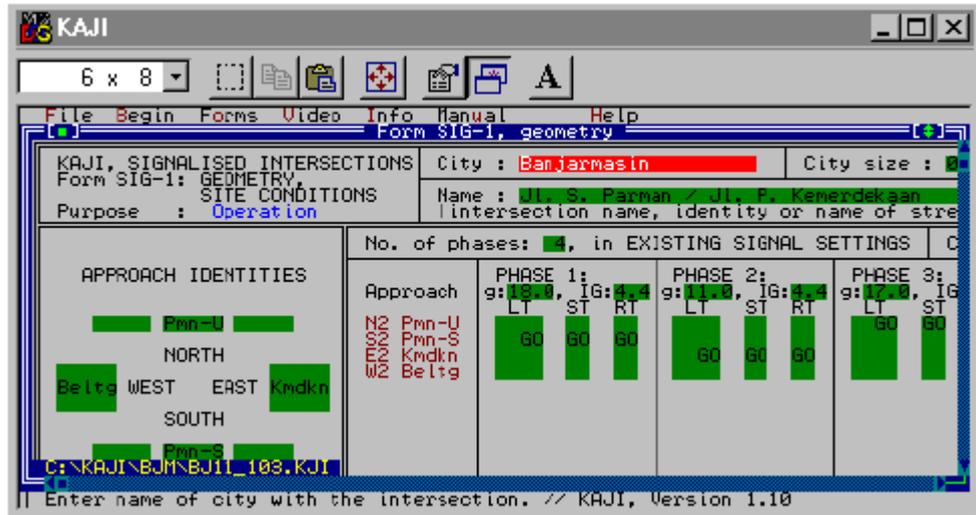
4. Memilih modul pilihan dengan memilih *Signalised intersections* dengan *Purpose* pilihan *Operation*. Lalu Klik *Go*.



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 6 Menu Modul Pilihan

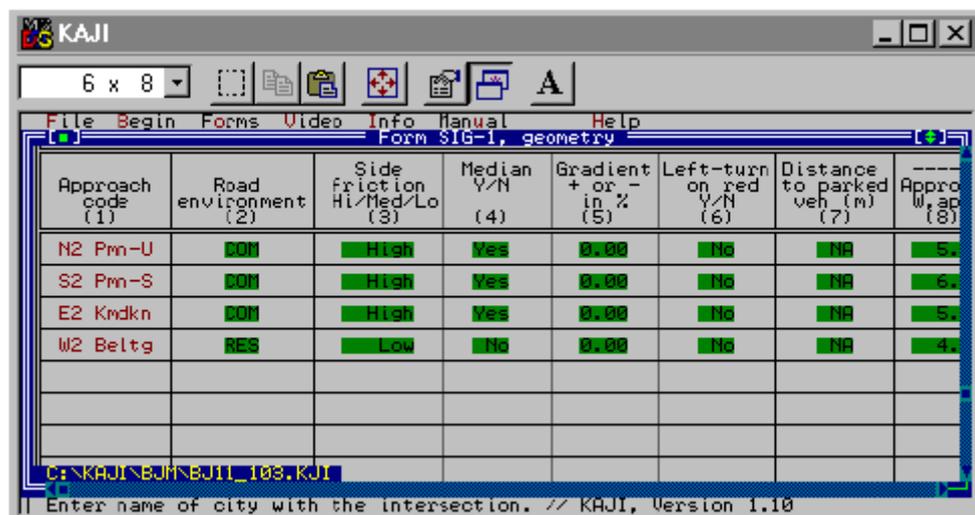
5. Pengisian Nilai Phase Form SIG-1 Simpang Bersinyal
 Dengan mengatur jumlah green dan intergreen.



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 7 Pengisian Nilai Phase Form SIG-1 Simpang Bersinyal

6. Pengisian Nilai geometri Simpang Bersinyal pada SIG-1



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 8 Pengisian Nilai Geometri Simpang Bersinyal

7. Pengisian Data Kendaraan Pada SIG-2

| Approach (1) | Movement (2) | TRAFFIC FLOW | | | | | | MOTORISED U | | |
|-----------------|-----------------|----------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|------------------|------------|-----------|
| | | Light Vehicles | | | Heavy Vehicles | | | Motorcycles (MC) | | |
| | | veh/h (3) | Prot. (4) | Opp. (5) | veh/h (6) | Prot. (7) | Opp. (8) | veh/h (9) | Prot. (10) | Opp. (11) |
| N2 Pmn-U | LT/LTOR | 93 | 93 | 93 | 14 | 14 | 14 | 592 | 138 | 27 |
| | ST | 384 | 384 | 384 | 0 | 0 | 0 | 1698 | 340 | 67 |
| | RT | 22 | 22 | 22 | 1 | 1 | 1 | 154 | 31 | 6 |
| | Total | 499 | 499 | 499 | 12 | 15 | 15 | 2544 | 509 | 101 |

Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 9 Pengisian Data Volume Lalu Lintas

8. Pengisian Data Waktu Antar Hijau Pada SIG-3

Dengan mengatur langsung untuk waktu antar hijau tiap phase pendekat.

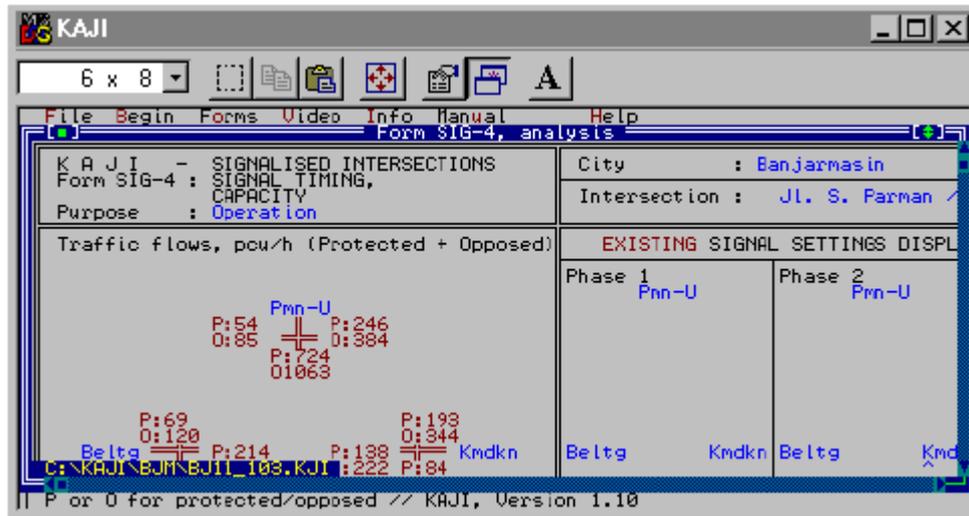
| EVAC. TRAFFIC | | ADVANCING TRAFFIC | | | |
|---------------|----------------|--------------------------|----------|----------|----------|
| Approach | Speed Ue m/sec | Approach | Knndkn | S Pmn-S | N Pmn-U |
| | | Speed Ua m/sec | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| N2 Pmn-U | 10.00 | Dist Evac+Ueh len-Adv(m) | 15+2-1.2 | 0+0-0.0 | 0+0-0.0 |
| | | Time evac-adv (sec) | 1.7-1.2 | 0.0-0.0 | 0.0-0.0 |
| S2 Pmn-S | 10.00 | Dist Evac+Ueh len-Adv(m) | 0+0-0.0 | 20+2-1.0 | 0+0-0.0 |
| | | Time evac-adv (sec) | 0.0-0.0 | 2.2-1.0 | 0.0-0.0 |
| E2 Knndkn | 10.00 | Dist Evac+Ueh len-Adv(m) | 0+0-0.0 | 0+0-0.0 | 16+2-1.2 |
| | | Time evac-adv (sec) | 0.0-0.0 | 0.0-0.0 | 1.8-1.2 |
| W2 Beltg | 10.00 | Dist Evac+Ueh len-Adv(m) | 0+0-0.0 | 0+0-0.0 | 0+0-0.0 |
| | | Time evac-adv (sec) | 0.0-0.0 | 0.0-0.0 | 1.7-1.3 |

Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 10 Pengisian Data Waktu Antar Hijau

9. Penentuan Waktu Sinyal Dan Kapasitas Simpang

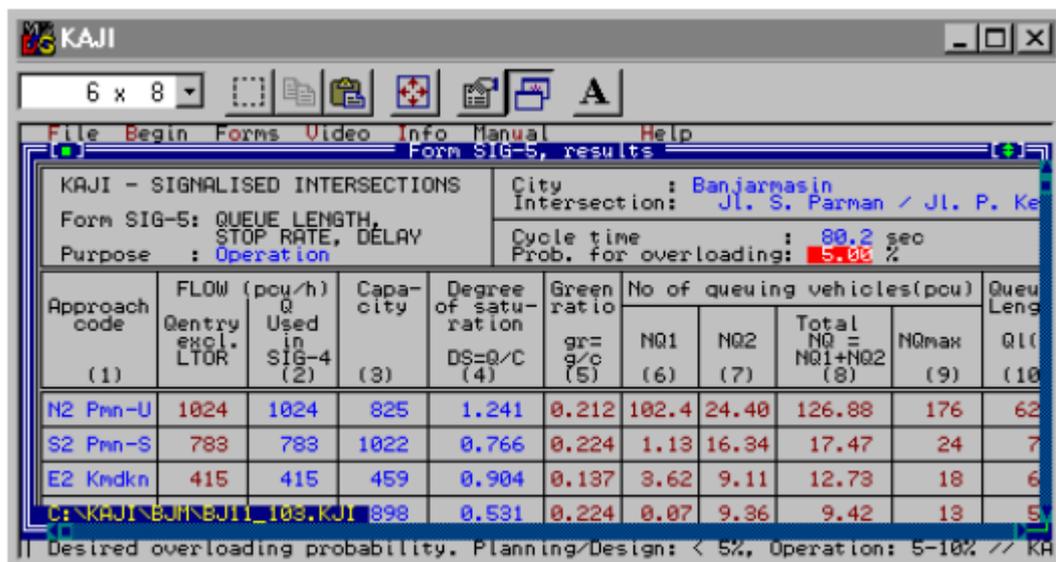
Dengan menentukan pendekatan tersebut tipe terlindung ataupun terlawan.



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 11 Form SIG-4 Simpang Bersinyal

10. Form SIG-5 Evaluasi Terhadap Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, Dan Waktu Tundaan



Sumber: (Radam 2018)

Gambar IV. 12 Form SIG-5 Simpang Bersinyal

4.5.3 Metode Analisis Menggunakan VISSIM

Dengan menggunakan aplikasi VISSIM dapat diketahui kondisi lalu lintas atau permasalahan seperti titik konflik pada skenario-skenario yang telah direncanakan untuk di implementasikan pada permasalahan yang terjadi.

1. Model Simulasi Lalu Lintas VISSIM

Dalam pemodelan simulasi menggunakan aplikasi VISSIM terdapat perbedaan-perbedaan seperti perilaku pengemudi sesuai dengan kemampuan teknis dari kendaraannya, atribut karakteristik setiap pengemudi-kendaraan-unit. Berikut dapat dibedakan menjadi beberapa kategori:

- a. Teknik spesifikasi kendaraan
 - 1) Panjang
 - 2) Kecepatan maksimum
 - 3) Percepatan potensi
 - 4) Posisi sebenarnya dalam jaringan
 - 5) Kecepatan dan percepatan yang sebenarnya

- b. Perilaku pengemudi per unit kendaraan
 - 1) Ambang sensitivitas psikofisik pengemudi (kemampuan untuk memperkirakan, agresivitas)
 - 2) Memori pengemudi
 - 3) Percepatan berdasarkan kecepatan arus dan kecepatan pengemudi yang diinginkan

- c. Saling ketergantungan pengemudi kendaraan-unit misalnya
 - 1) Referensi untuk memimpin dan mengikuti kendaraan di jalur perjalanan sendiri dan berdekatan
 - 2) Referensi ke jaringan saat ini
 - 3) Acuan sinyal lalu lintas berikutnya

2. Komposisi Lalu Lintas

Komposisi lalu lintas merupakan campuran dari beberapa kategori atau jenis kendaraan yang melewati suatu jalan. Dalam aplikasi VISSIM terdapat beberapa parameter dalam komposisi lalu lintas, sebagai berikut:

- a. Jenis kendaraan: yaitu kategori kendaraan yang akan dimasukkan dalam pemodelan.
- b. Relatif Aliran: yaitu jumlah volume kendaraan dari jenis kendaraan yang akan kita masukkan dalam pemodelan. Jumlah volume kendaraan dapat berupa persentase atau nilai dari 0,0 – 1,0.
- c. Kecepatan yang diinginkan: yaitu kecepatan yang diinginkan untuk setiap jenis atau kategori kendaraan dalam pemodelan di aplikasi VISSIM.

3. Bagian Jaringan

Dalam pembuatan pemodelan lalu lintas di aplikasi VISSIM satu hal yang perlu diperhatikan adalah pembuatan jaringan jalan atau link. Berikut merupakan hal-hal yang harus diperhatikan:

- a. Bagian bergabung (bagian jaringan) harus menjadi salah satu jaringan dengan jumlah jalur sama dengan jumlah lajur di jalan bebas hambatan utama ditambah jumlah jalur penggabungan ke jalan bebas hambatan.
- b. Harus ada hanya satu konektor setelah jaringan penggabungan (bagian jaringan) untuk jalan utama.
- c. Gerakan dari kendaraan harus mengikuti rute yang sudah dibuat.
- d. Rute lalu lintas dibuat dengan mengikuti jaringan jalan yang telah dibuat.

4. Parameter Simulasi

Untuk parameter simulasi dapat diakses dalam menu *Simulation-Parameter*. Berikut merupakan menu perintah yang terdapat menu *Simulation-Parameter*:

- a. *Comment*
- b. *Traffic Regulation*
- c. *Period*

- d. *Start Time*
- e. *Start Date*
- f. *Controller Frequency*

5. File Output

File output diaktifkan melalui *Offline Analysis* (File) yang dapat diakses dengan menu *Evaluation – Files*. *File output* yang dihasilkan selama simulasi berjalan sesuai dengan definisi dan konfigurasi spesifik untuk setiap jenis evaluasi. *File output* tersusun dengan nama *file input* dan jenis ekstensi evaluasi spesifik. Nama *file* standard bisa diubah oleh *user*.

6. Penghitungan Antrian

Pada aplikasi VISSIM tersedianya fitur-fitur yang menjadikan hasil *output* sebagai berikut:

- a. Rata-rata panjang antrian
- b. Panjang antrian maksimum
- c. Jumlah kendaraan berhenti dengan antrian

Antrian terhitung dari titik lokasi *counter* antrian yang telah ditentukan pada *link* kendaraan awal ke akhir yang mengantri. Panjang antrian akan muncul dalam satuan panjang (meter).

- a. Pilih *Queue Counters Mode*
- b. Klik kiri pada mouse pilih pada link lokasi counter antrian
- c. Klik kanan pada mouse di lokasi yang diinginkan untuk menentukan titik lokasi counter antrian.
- d. Input nomor di dalam jendela yang muncul
- e. OK

Guna mendapatkan informasi tambahan dalam hasil akhir atau *output* dapat diakses dengan menekan tombol *Evaluation – Files* dan dilihat pada jendela pengukuran Antrian-Konfigurasi. Data yang mengikuti sebagai berikut :

- Definisi Antrian mendefinisikan kondisi antrian: Sebuah kendaraan dalam kondisi antrian jika yang kecepatan
 - a) Turun di bawah kecepatan awal dan belum melebihi kecepatan Akhir
 - b) Headway Max mendefinisikan jarak maksimum antara dua kendaraan
 - c) Panjang Max mendefinisikan panjang maksimum antrian - bahkan jika antrian sebenarnya yang lebih lama. Parameter ini adalah membantu antrian lagi terdeteksi dalam jaringan dari sambungan berikutnya tetapi antrian yang akan dievaluasi setiap persimpangan secara terpisah
- Waktu: Waktu mulai, waktu akhir dan jarak waktu evaluasi (didefinisikan sebagai detik simulasi). Definisi interval agregasi (dalam s)
- Database: ketika aktif, output evaluasi diarahkan ke database dengan Nama Tabel specified (bukan ke file teks ASCII). Nama tabel tidak boleh digunakan untuk evaluasi basis data VISSIM lainnya. Untuk menggunakan output database koneksi database perlu dikonfigurasi.

7. Link Evaluation

Salah satu fitur yang terdapat pada aplikasi VISSIM adalah *Link Evaluation*. Fitur tersebut bermanfaat bagi *user* untuk memperoleh hasil simulasi berdasarkan luas link aktif dan bukan berdasarkan kendaraan individu.

Data dikumpulkan tentang kendaraan yang melewati segmen jalur untuk interval waktu yang ditetapkan pengguna.

Panjang segmen dapat ditentukan :

- a. Secara terpisah untuk setiap link aktif atau konektor atau
- b. dalam mode MultiSelect untuk semua link aktif / konektor

Jendela *Link Evaluation* juga memungkinkan untuk Ekspor visum dari VISSIM jaringan data.

Untuk semua link dan konektor untuk dimasukkan dalam *Link Evaluation*:

- c. Evaluasi Tautan properti harus aktif dan
- d. Panjang Segmen perlu didefinisikan

Dalam rangka untuk mengatur properti untuk beberapa link / konektor pada saat yang sama modus *MultiSelect* dapat digunakan.

Untuk mendapatkan output yang diinginkan data informasi tambahan yang diperlukan. Hal ini untuk diberikan dalam jendela *Link Evaluation* Konfigurasi yang dapat diakses dengan menekan tombol di *Evaluation Configuration - Files* . sekali *Link Evaluation* pilihan adalah tiket. Jendela memungkinkan definisi dari setiap kombinasi parameter.

Jika output basis data tidak hasil jalur aktif tata letak masing- masing kolom dalam STR file output.

Pengaturan konfigurasi akan disimpan ke file eksternal (SAK)

- 1) Parameter yang dipilih (dan kelas kendaraan) yang ditampilkan dalam list box ke kiri (Tata Letak kolom)
- 2) Parameter dapat dimasukkan dan dihapus dengan menggunakan tombol dan >> << mempertimbangkan pilihan Kelas Kendaraan untuk parameter tertentu.
- 3) Dari / sampai, interval: Sebuah periode waktu untuk evolualuation dan interval agregasi
- 4) Per Lane: Jika aktif, data akan dievaluasi secara individual untuk setiap jalur multi-jalur link.
- 5) Database: Jika aktif, evaluasi, output diarahkan ke database dengan Nama Tabel yang ditentukan (bukan ke file teks ASCII). Nama tabel tidak boleh digunakan untuk evaluasi basis data VISSIM lainnya. Untuk menggunakan output database koneksi database perlu dikonfigurasi.

8. Analisis menggunakan VISSIM

Penggunaan aplikasi VISSIM digunakan untuk mengetahui kondisi lalu lintas, titik konflik, dan panjang antrian dari beberapa skenario pemodelan yang

dilakukan:

a. Urutan fase APILL (eksisting)

Dari urutan fase ini dimodelkan pergerakan serta kondisi lalu lintas yang terjadi pada kondisi eksisting dilakukan dengan simulasi VISSIM sehingga diketahui volume kendaraan, panjang antrian serta kondisi titik konflik.

Model ini selanjutnya divalidasi dengan kondisi hasil survey menggunakan metode Chi-Kuadrat (rumus.1). Model yang dibandingkan adalah fluktuasi volume lalu lintas persimpangan selama 1 jam sibuk dengan interval 5 menit.

b. Pengoptimalan waktu siklus simpang

Model ini mensimulasikan kondisi lalu lintas dengan mengoptimalkan waktu siklus pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.

c. Perubahan geometri simpang berupa kanalisasi pada pendekat Barat & Timur dengan Penambahan lajur khusus belok kiri.

Model ini mensimulasikan kondisi lalu lintas dengan ditambahkan lajur khusus belok kiri terutama pada pendekat timur dan barat. Sehingga, dapat dilihat kondisi lalu lintas terutama untuk antrian dan tundaan pada simpang jika model ini diterapkan.

d. Pengaturan simpang ber-APILL dengan diberlakukan belok kiri langsung (LTOR) pada pendekat Barat & Timur.

Model ini mensimulasikan kondisi lalu lintas dengan ditambahkan lajur khusus belok kiri terutama pada pendekat timur dan barat. Sehingga, dapat dilihat kondisi lalu lintas terutama untuk antrian dan tundaan pada simpang jika model ini diterapkan.

e. Skema pengaturan lalu lintas khusus ketika kereta melintasi perlintasan

sebidang dengan telah adanya perubahan geometri simpang.

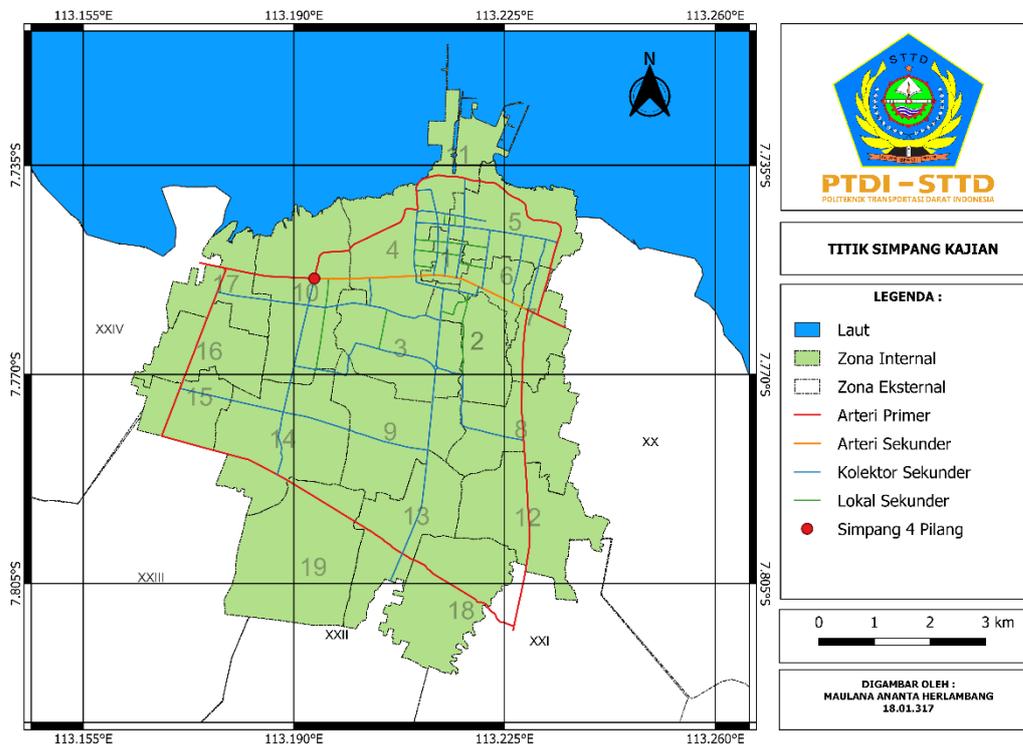
Model ini mensimulasikan kondisi lalu lintas khusus ketika kereta melintasi perlintasan sebidang dengan telah adanya perubahan geometri pada simpang. Sehingga dapat, dilihat kondisi lalu lintas terutama untuk antrian dan tundaan pada simpang jika model ini diterapkan.

4.6 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Berikut ini merupakan lokasi beserta jadwal penelitian ini dilakukan:

4.6.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian kali ini lokasi pada salah satu simpang bersinyal yang berada di Kota Probolinggo. Berikut merupakan peta lokasi penelitian:



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar IV. 13 Peta Lokasi Kajian Penelitian

4.6.2 Jadwal Penelitian

Berikut merupakan jadwal penelitian ini dilakukan:

Tabel IV. 1 Tabel Jadwal Kegiatan Penelitian

| No | Kegiatan | Desember | | | | Januari | | | | Februari | | | | Maret | | | | April | | | | Mei | | | | Juni | | | | Juli | | | | Agustus | | | |
|----|-------------------------|----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-----|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---------|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 1 | Pengambilan Data | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pemilihan Judul Skripsi | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Penyusunan Proposal | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Bimbingan Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Seminar Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Penyusunan Skripsi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Bimbingan Skripsi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Seminar Progress | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Seminar Skripsi Akhir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Pengumpulan Draft | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan memuat mengenai analisis dan pembahasan serta alternatif sebagai solusi dari permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Analisis pengolahan data primer berasal dari survey inventarisasi simpang dan survey lalu lintas gerakan membelok pada simpang selama jam sibuk dengan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Data-data tersebut akan dimodelkan dengan menggunakan aplikasi Vissim untuk mendapatkan hasil permodelan yang dianggap sesuai dengan kondisi eksisting. Hasil analisis dari permodelan akan digunakan untuk memberikan alternatif atau skenario sebagai bentuk *treatment* kinerja lalu lintas simpang pada kondisi saat ini. Setelah itu, dilakukan perbandingan antara kondisi eksisting dan kondisi setelah dilakukan *treatment*.

Proses analisis dilakukan dengan sebagai berikut ini:

5.1 Analisis Kondisi Eksisting

Kondisi sekitar dari Simpang 4 Pilang mayoritas merupakan mayoritas merupakan daerah komersil. Simpang 4 Pilang merupakan pintu masuk dari Jalur Lingkar Utara (JLU) dari arah Barat Kota Probolinggo yang dikhususkan untuk angkutan barang yang melintasi Kota Probolinggo. Selain itu terdapat perlintasan kereta pada pendekat utara Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Tentunya akan berdampak pada kinerja Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Analisis yang dilakukan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Berikut merupakan hasil analisis yang diperoleh:

1. Inventarisasi Simpang

Berdasarkan inventarisasi, Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo memiliki tipe simpang 412 dengan menggunakan APILL 3 fase sebagai pengendalian simpang. Berikut ini inventarisasi Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel V. 1 Data Inventarisasi Simpang 4 Kota Probolinggo

| Pendekat | Nama Jalan | Lebar Efektif (m) | Fase |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|
| Utara | Jl. Anggrek | 8.6 | 3 |
| Selatan | Jl. Brantas | 7.5 | 3 |
| Timur | Jl. Soekarno Hatta Segmen 3 | 10 | 2 |
| Barat | Jl. Soekarno Hatta Segmen 2 | 8 | 1 |

Sumber: Hasil Analisis 2022

Faktor-faktor koreksi inventarisasi lainnya pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo dapat dilihat dibawah ini berdasarkan pengolahan data menggunakan aplikasi KAJI:

Tabel V. 2 Faktor-Faktor Penyesuaian Analisis Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo

| No | Faktor Penyesuaian | Nilai |
|-----------|--|------------------|
| 1 | Arus Jenuh dasar (smp/jam) (S_0) | 600 x We |
| 2 | Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{cs}) | 0.88 |
| 3 | Faktor Koreksi Hambatan Samping (F_{sf}) | 0.94 s/d 0.98 |
| 4 | Faktor Koreksi Kelandaian (F_G) | 1 |
| 5 | Faktor Koreksi Parkir (F_p) | 1 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

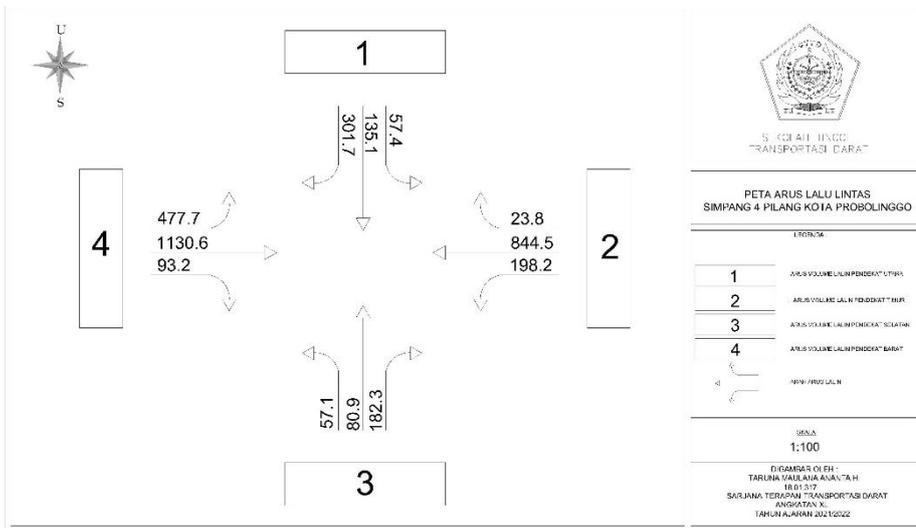
2. Analisis Kinerja Simpang 4 Pilang

Terdapat beberapa langkah untuk menganalisis kinerja simpang menggunakan aplikasi KAJI yang berpedoman pada MKJI 1997 dan terdapat beberapa indikator seperti derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan rata-rata kendaraan yang dijadikan patokan guna menilai kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Kota Probolinggo tanpa dipengaruhi kereta melintas. Berikut ini merupakan analisis kinerja Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

A. Volume Lalu Lintas Simpang

Data volume lalu lintas simpang didapatkan dari survey pencacahan lalu lintas gerakan membelok pada jam sibuk pagi, siang, dan sore. Data volume lalu lintas yang telah didapatkan lalu dikalikan dengan nilai emp setiap jenis kendaraan.

Berikut ini merupakan analisis arus lalu lintas Simpang 4 Pilang Kota



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar V. 1 Arus Lalu Lintas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo

Hasil analisa total volume lalu lintas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo pada tiap-tiap periode sibuk berdasarkan hasil survey volume lalu lintas pada tabel dibawah berikut ini:

Tabel V. 3 Data Arus Lalu Lintas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo

| No | Kaki Simpang | Periode Sibuk | | |
|----|----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | | Pagi (smp/jam) | Siang (smp/jam) | Sore (smp/jam) |
| 1 | Jl Anggrek | 424 | 253 | 494 |
| 2 | Jl Brantas Segmen 1 | 418 | 249.4 | 320 |
| 3 | Jl Soekarno Hatta Segmen 2 | 1408 | 1054 | 1702 |
| 4 | Jl Soekarno Hatta Segmen 3 | 1027 | 1054 | 1067 |

Sumber: Hasil Analisis 2022

B. Arus Jenuh Simpang

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. Rumus perhitungan arus jenuh simpang seperti pada Bab IV rumus.3.

Berikut merupakan tabel perhitungan arus jenuh kondisi eksisting Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel V. 4 Arus Jenuh Kondisi Eksisting
Arus Jenuh (smp/jam) Hijau

| Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam) | Faktor-Faktor Koreksi | | | | | | Nilai Kapasitas Disesuaikan (smp/jam) |
|---------------------------------|-----------------------|------------------|------------|--------|--------------|------------|---------------------------------------|
| | Semua Tipe Pendekat | | | | Hanya Tipe P | | |
| | Ukuran Kota | Hambatan Samping | Kelandaian | Parkir | Belok Kanan | Belok Kiri | |
| S_0 | F_{CS} | F_{SF} | F_G | F_P | F_{RT} | F_{LT} | S |
| 3936 | 0.88 | 0.94 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 3256 |
| 2514 | 0.88 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2102 |
| 6000 | 0.88 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 4882 |
| 4800 | 0.88 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 3664 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

C. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari nilai arus lalu lintas perpendekat dibagi dengan besaran nilai kapasitas tiap pendekat. Dalam analisis menggunakan pedoman MKJI 1997.

Berikut ini adalah perhitungan dari rasio arus Simpang 4 Pilang :

Tabel V. 5 Rasio Arus Pendekat Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo

| Pendekat | Nilai Kapasitas Disesuaikan (smp/jam) (S) | Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q) | Rasio Arus (FR) (Q/S) |
|-----------------|--|---------------------------------------|------------------------------|
| Utara | 3256 | 485 | 0.149 |
| Selatan | 2102 | 306 | 0.146 |
| Timur | 4882 | 833 | 0.171 |
| Barat | 3664 | 1415 | 0.386 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

D. Waktu Siklus Yang Disesuaikan

Pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo mempunyai waktu siklus yang disesuaikan. Data waktu sinyal Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo didapatkan berdasarkan survey dilapangan dengan membuka kotak pengaturan APILL pada simpang. Simpang 4 Pilang mempunyai 3 fase, waktu kuning (*Amber*) 3 detik, dan waktu merah (*All Red*) 4 detik. Berikut ini adalah data waktu hijau tiap pendekat pada Simpang 4 Pilang:

Tabel V. 6 Waktu Hijau dan Waktu Hilang Kondisi Eksisting

| Pendekat | Waktu Hijau (g) (detik) | Lose Time Intersection (LTI) (detik) |
|-------------------|--------------------------------|---|
| Utara & Selatan | 19 | 21 |
| Timur | 13 | |
| Barat | 21 | |
| Total Waktu Hijau | 53 | |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

E. Kapasitas Simpang

Kapasitas Simpang merupakan daya tampung dari tiap pendekat guna menampung volume kendaraan yang melewati suatu simpang. Mendapatkan kapasitas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo pada kondisi

eksisting berdasarkan BAB IV rumus.5.

Berikut adalah analisis kapasitas simpang untuk setiap pendekat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 7 Kapasitas Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting

| Pendekat | Kapasitas smp/jam (C) |
|-----------------|--------------------------------------|
| Utara | 836 |
| Selatan | 540 |
| Timur | 858 |
| Barat | 1040 |
| Total | 3274 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

F. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan simpang didapatkan dari perbandingan arus lalu lintas terhadap kapasitas dengan satuan smp/jam. Analisis derajat kejenuhan berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 seperti pada BAB IV rumus.6.

Berikut dibawah inimerupakan tabel derajat kejenuhan pada Simpang 4 Pilang:

Tabel V. 8 Derajat Kejenuhan Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting

| Pendekat | Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q) | Kapasitas (smp/jam) (C) | Derajat Kejenuhan (DS) Q/C |
|-----------------|---|--|---|
| Utara | 485 | 836 | 0.580 |
| Selatan | 306 | 540 | 0.567 |
| Timur | 833 | 858 | 0.971 |
| Barat | 3664 | 1040 | 1.361 |
| Rata-Rata | | | 0.87 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

G. Panjang Antrian (QL)

a. Panjang simpang antrian berdasarkan model

Panjang antrian didapatkan dari hasil perkalian antara Total Antrian dengan luas rata-rata yang digunakan per smp dan dibagi oleh lebar masuk seperti pada BAB IV rumus.10.

Berikut adalah analisis panjang antrian untuk pada setiap pendekat pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel V. 9 Panjang Antrian Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting

| Pendekat | Jumlah Kendaraan Antri (smp) | | | | Panjang Antrian (QL) (m) |
|---------------------------|------------------------------|-------|------------------|--------|--------------------------|
| | NQ1 | NQ2 | Total NQ1+NQ2=NQ | NQ Max | |
| Utara | 0.19 | 8.71 | 8.90 | 12 | 28 |
| Selatan | 0.15 | 5.47 | 5.62 | 8 | 21 |
| Timur | 9.28 | 17.02 | 26.29 | 37 | 74 |
| Barat | 189.8 | 33.93 | 223.79 | 311 | 778 |
| Rata-Rata Panjang Antrian | | | | | 225.25 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

H. Tundaan Simpang

a. Tundaan simpang berdasarkan model

Tundaan simpang didapatkan dari total penambahan tundaan lalu lintas dengan tundaan geometrik simpang Analisis tundaan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 seperti pada BAB VI rumus.13.

Berikut ini merupakan tabel tundaan rata-rata pada Simpang 4 Pilang pada kondisi eksisting :

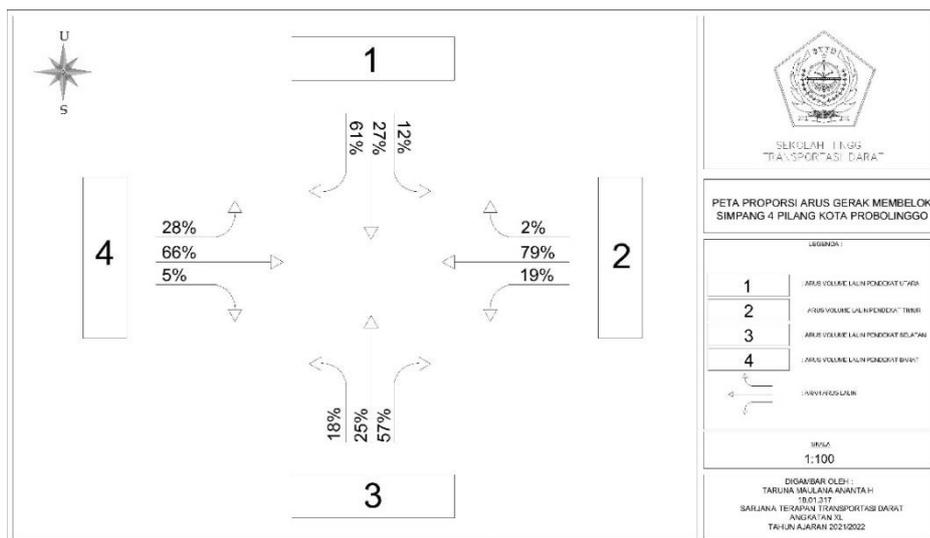
Tabel V. 10 Tundaan Rata-Rata Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting

| Pendekat | Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) det/smp | Tundaan Geometrik Rata-Rata DG det/smp | Tundaan Rata-Rata D=DT+DG det/smp | Level Of Service Simpang |
|-------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------------|
| Utara | 24.84 | 4.09 | 28.93 | F |
| Selatan | 24.94 | 4.12 | 29.06 | |
| Timur | 69.23 | 4.00 | 73.23 | |
| Barat | 688.11 | 4.00 | 692.1 | |
| Rata-Rata Antrian | | | 349.87 | |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

I. Proporsi Arus Belok Kendaraan

Proporsi arus belok kendaraan dilakukan berdasarkan untuk mendapatkan perbandingan arah gerak membelok dari arus kendaraan terklasifikasi di simpang. Data proporsi arus gerak digunakan sebagai data tambahan pembuatan model dengan menggunakan Vissim. Berikut adalah proporsi arus gerak membelok pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 2 Proporsi Arus Belok Kendaraan Simpang

5.2 Analisis Besar Pengaruh Durasi Penutupan Perlintasan Sebidang Terhadap Panjang Antrian Dan Lama Tundaan

Pada penelitian ini terdapat perlintasan kereta yang memotong pendekatan utara pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Kondisi tersebut akan menimbulkan masalah dan berpengaruh pada antrian dan tundaan Simpang 4 Pilang. Dikarenakan arus kendaraan baik yang akan dilepas maupun arus kendaraan yang akan masuk pada pendekatan Utara terhambat dengan adanya palang pintu perlintasan yang tertutup. Analisis kinerja simpang dengan adanya pengaruh kereta yang melintas diperoleh dari hasil data survey durasi penutupan perlintasan kereta, panjang antrian, dan waktu tundaan pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Survey pengamatan dilakukan selama 4 hari pada saat waktu kereta melintas.

1. Analisis Waktu Pelaksanaan Survey

Data primer didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan sewaktu kereta melintas pada Simpang 4 Pilang dengan berpedoman pada jadwal Pos JPL No.189.

Berikut merupakan tabel jadwal kereta melintas pada Pos JPL No.189:

Tabel V. 11 Jadwal KA Melintas JPL No.189

| Kereta yang Melintas | Jadwal KA Melintas | Jam Kereta Melintas |
|----------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | Ka Ranggajati | 7:02 |
| 2 | Ka Probowangi | 7:42 |
| 3 | Ka Logawa | 7:59 |
| 4 | Ka Tawang Alun | 10:02 |
| 5 | Ka Sritanjung | 11:23 |
| 6 | Ka Barang | 12:15 |
| 7 | Ka Mutiara Siang | 12:45 |
| 8 | Ka Sritanjung | 15:34 |
| 9 | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 |
| 10 | Ka Barang | 16:09 |
| 11 | Ka Logawa | 16:38 |
| 12 | Ka Ranggajati | 18:17 |
| 13 | Ka Tawang Alun | 18:58 |
| 14 | Ka Probowangi | 19:40 |
| 15 | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 |

Sumber: Data Pos Perlintasan Kereta (JPL 189) 2021

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa kereta yang melintas pada perlintasan JPL 189 (Pilang) mempunyai frekuensi sebanyak 15 kereta per hari. Waktu pelaksanaan survey dilakukan pada pukul 07:02 – 21:59 selama 4 hari dan diulangi setiap pada saat kereta melintas dan palang pintu perlintasan tertutup.

2. Analisis Durasi Penutupan Perlintasan Sebidang

Pada tahap ini merupakan menganalisis durasi dari penutupan palang perlintasan sebidang yang bertujuan guna menemukan variabel penentuan variasi dari durasi penutupan perlintasan kereta api yang disebabkan oleh kereta api yang melintas dengan penutupan perlintasan dalam keadaan normal. Berikut merupakan data durasi penutupan perlintasan sebidang:

Tabel V. 12 Data Durasi Penutupan Perlintasan Sebidang JPL 189

| No | Hari | Kereta Yang Melintas | Jadwal KA Melintas | Lama Waktu Palang Tertutup (S) |
|----|---------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1 | Senin, 17 Januari 2022 | Ka Ranggajati | 7:02 | 174 |
| 2 | | Ka Probwangi | 7:42 | 211 |
| 3 | | Ka Logawa | 7:59 | 150 |
| 4 | | Ka Tawang Alun | 10:02 | 164 |
| 5 | | Ka Sritanjung | 11:23 | 150 |
| 6 | | Ka Barang | 12:15 | 190 |
| 7 | | Ka Mutiara Siang | 12:45 | 152 |
| 8 | | Ka Sritanjung | 15:34 | 205 |
| 9 | | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 | 180 |
| 10 | | Ka Barang | 16:09 | 175 |
| 11 | | Ka Logawa | 16:38 | 238 |
| 12 | | Ka Ranggajati | 18:17 | 190 |
| 13 | | Ka Tawang Alun | 18:58 | 175 |
| 14 | | Ka Probwangi | 19:40 | 172 |
| 15 | | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 | 145 |
| 1 | Selasa, 18 | Ka Ranggajati | 7:02 | 171 |
| 2 | | Ka Probwangi | 7:42 | 208 |

| | | | | | |
|----|---------------------------------|--------------------------------|---------------|------|-----|
| 3 | Januari 2022 | Ka Logawa | 7:59 | 147 | |
| 4 | | Ka Tawang Alun | 10:02 | 161 | |
| 5 | | Ka Sritanjung | 11:23 | 147 | |
| 6 | | Ka Barang | 12:15 | 187 | |
| 7 | | Ka Mutiara Siang | 12:45 | 149 | |
| 8 | | Ka Sritanjung | 15:34 | 202 | |
| 9 | | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 | 177 | |
| 10 | | Ka Barang | 16:09 | 172 | |
| 11 | | Ka Logawa | 16:38 | 235 | |
| 12 | | Ka Ranggajati | 18:17 | 187 | |
| 13 | | Ka Tawang Alun | 18:58 | 172 | |
| 14 | | Ka Probowangi | 19:40 | 169 | |
| 15 | | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 | 142 | |
| 1 | | Rabu, 19 Januari 2022 | Ka Ranggajati | 7:02 | 169 |
| 2 | | | Ka Probowangi | 7:42 | 206 |
| 3 | Ka Logawa | | 7:59 | 145 | |
| 4 | Ka Tawang Alun | | 10:02 | 159 | |
| 5 | Ka Sritanjung | | 11:23 | 145 | |
| 6 | Ka Barang | | 12:15 | 185 | |
| 7 | Ka Mutiara Siang | | 12:45 | 147 | |
| 8 | Ka Sritanjung | | 15:34 | 200 | |
| 9 | Ka Wijaya Kusuma | | 15:49 | 175 | |
| 10 | Ka Barang | | 16:09 | 170 | |
| 11 | Ka Logawa | | 16:38 | 233 | |
| 12 | Ka Ranggajati | | 18:17 | 185 | |
| 13 | Ka Tawang Alun | | 18:58 | 170 | |
| 14 | Ka Probowangi | | 19:40 | 167 | |
| 15 | Ka Mutiara Timur Malam | | 21:59 | 140 | |
| 1 | Sabtu, 22 Januari 2022 | Ka Ranggajati | 7:02 | 164 | |
| 2 | | Ka Probowangi | 7:42 | 201 | |
| 3 | | Ka Logawa | 7:59 | 140 | |
| 4 | | Ka Tawang Alun | 10:02 | 154 | |
| 5 | | Ka Sritanjung | 11:23 | 140 | |
| 6 | | Ka Barang | 12:15 | 180 | |
| 7 | | Ka Mutiara Siang | 12:45 | 142 | |
| 8 | | Ka Sritanjung | 15:34 | 195 | |
| 9 | | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 | 170 | |
| 10 | | Ka Barang | 16:09 | 165 | |
| 11 | | Ka Logawa | 16:38 | 228 | |
| 12 | | Ka Ranggajati | 18:17 | 180 | |
| 13 | | Ka Tawang Alun | 18:58 | 165 | |
| 14 | | Ka Probowangi | 19:40 | 162 | |

| | | | | |
|----|--|------------------------|-------|-----|
| 15 | | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 | 135 |
|----|--|------------------------|-------|-----|

Sumber: Hasil Analisis 2022

3. Analisis Waktu Tundaan dan Panjang Antrian

Survey tundaan dilakukan agar mendapatkan satuan waktu yang dibutuhkan dari kendaraan berhenti selama perlintasan kereta tertutup hingga kendaraan tersebut berjalan kembali. Sedangkan survey antrian dilakukan agar dapat mengetahui panjang antrian dalam satuan meter yang diukur dari kendaraan paling depan sampai dengan kendaraan paling belakang berhenti dengan sempurna. Survey dilakukan pada saat palang perlintasan tertutup dengan keadaan normal, sehingga data yang didapatkan dapat mengimpretasikan kondisi dan situasi yang terjadi di lapangan terutama pada kendaraan yang akan keluar maupun masuk dari pendekatan Utara, baik dari arah pendekatan Timur yang belok kanan, pendekatan Selatan yang lurus, dan Barat yang belok kiri. Berikut ini merupakan tabel data tundaan dan panjang antrian pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel V. 13 Data Tundaan dan Panjang Antrian pada Perlintasan Sebidang JPL 189

| Hari | Kereta yang Melintas | Jadwal KA Melintas | Lama Waktu Palang Tertutup (s) | Pendekat | | | | | | | |
|---|------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | | | | Utara | | Selatan (Lurus) | | Timur (Belok Kanan) | | Barat (Belok Kiri) | |
| | | | | Panjang Antrian (m) | Lama Tundaan (s) |
| Senin, 17 Januari 2022 | Ka Ranggajati | 7:02 | 174 | 180 | 183 | 2 | 177 | 8 | 175 | 184 | 185 |
| | Ka Probowangi | 7:42 | 211 | 219 | 224 | 2 | 214 | 8 | 216 | 221 | 215 |
| | Ka Logawa | 7:59 | 150 | 165 | 170 | 0 | 0 | 4 | 162 | 167 | 164 |
| | Ka Tawang Alun | 10:02 | 164 | 156 | 138 | 2 | 167 | 4 | 130 | 172 | 175 |
| | Ka Sritanjung | 11:23 | 150 | 130 | 135 | 6 | 153 | 6 | 127 | 132 | 135 |
| | Ka Barang | 12:15 | 190 | 162 | 156 | 2 | 193 | 6 | 148 | 153 | 195 |
| | Ka Mutiara Siang | 12:45 | 152 | 160 | 169 | 2 | 155 | 4 | 161 | 164 | 165 |
| | Ka Sritanjung | 15:34 | 205 | 187 | 192 | 2 | 208 | 6 | 184 | 189 | 194 |
| | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 | 180 | 161 | 166 | 2 | 183 | 6 | 158 | 163 | 186 |
| | Ka Barang | 16:09 | 175 | 175 | 180 | 0 | 0 | 6 | 172 | 177 | 184 |
| | Ka Logawa | 16:38 | 238 | 250 | 249 | 15 | 241 | 8 | 241 | 246 | 249 |
| | Ka Ranggajati | 18:17 | 190 | 175 | 180 | 2 | 193 | 8 | 172 | 177 | 195 |
| | Ka Tawang Alun | 18:58 | 175 | 188 | 193 | 2 | 178 | 2 | 185 | 190 | 186 |
| | Ka Probowangi | 19:40 | 172 | 180 | 188 | 0 | 0 | 2 | 180 | 185 | 183 |
| | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 | 145 | 141 | 146 | 0 | 0 | 2 | 178 | 163 | 166 |
| | Ka Ranggajati | 7:02 | 171 | 175 | 180 | 4 | 175 | 12 | 173 | 172 | 179 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Selasa, 18 Januari 2022 | Ka Probowangi | 7:42 | 208 | 216 | 221 | 8 | 212 | 16 | 214 | 203 | 210 |
| | Ka Logawa | 7:59 | 147 | 162 | 167 | 6 | 142 | 8 | 160 | 165 | 163 |
| | Ka Tawang Alun | 10:02 | 161 | 145 | 135 | 2 | 165 | 2 | 128 | 163 | 165 |
| | Ka Sritanjung | 11:23 | 147 | 125 | 132 | 12 | 151 | 2 | 125 | 155 | 161 |
| | Ka Barang | 12:15 | 187 | 158 | 153 | 8 | 191 | 8 | 146 | 172 | 190 |
| | Ka Mutiara Siang | 12:45 | 149 | 159 | 166 | 2 | 153 | 2 | 159 | 160 | 185 |
| | Ka Sritanjung | 15:34 | 202 | 184 | 189 | 8 | 206 | 8 | 182 | 199 | 182 |
| | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 | 177 | 158 | 163 | 10 | 181 | 2 | 156 | 187 | 180 |
| | Ka Barang | 16:09 | 172 | 172 | 177 | 10 | 174 | 8 | 170 | 184 | 178 |
| | Ka Logawa | 16:38 | 235 | 241 | 246 | 34 | 239 | 8 | 239 | 259 | 243 |
| | Ka Ranggajati | 18:17 | 187 | 172 | 177 | 2 | 187 | 2 | 170 | 187 | 195 |
| | Ka Tawang Alun | 18:58 | 172 | 185 | 190 | 2 | 172 | 2 | 183 | 174 | 180 |
| | Ka Probowangi | 19:40 | 169 | 180 | 185 | 4 | 174 | 0 | 0 | 135 | 172 |
| | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 | 142 | 139 | 183 | 10 | 158 | 0 | 0 | 80 | 148 |
| Rabu, 19 Januari 2022 | Ka Ranggajati | 7:02 | 169 | 170 | 177 | 2 | 171 | 8 | 161 | 150 | 172 |
| | Ka Probowangi | 7:42 | 206 | 225 | 218 | 2 | 207 | 12 | 221 | 170 | 198 |
| | Ka Logawa | 7:59 | 145 | 166 | 164 | 0 | 0 | 4 | 147 | 140 | 180 |
| | Ka Tawang Alun | 10:02 | 159 | 169 | 132 | 2 | 162 | 2 | 165 | 129 | 157 |
| | Ka Sritanjung | 11:23 | 145 | 150 | 129 | 6 | 154 | 2 | 167 | 153 | 189 |
| | Ka Barang | 12:15 | 185 | 180 | 150 | 2 | 187 | 6 | 225 | 139 | 167 |
| | Ka Mutiara Siang | 12:45 | 147 | 152 | 163 | 2 | 149 | 2 | 167 | 174 | 210 |
| | Ka Sritanjung | 15:34 | 200 | 185 | 186 | 2 | 203 | 6 | 164 | 166 | 194 |
| | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 | 175 | 166 | 160 | 2 | 178 | 2 | 162 | 154 | 182 |
| Ka Barang | 16:09 | 170 | 164 | 169 | 0 | 0 | 2 | 171 | 155 | 179 | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-------|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|------------|
| | Ka Logawa | 16:38 | 233 | 229 | 235 | 15 | 236 | 6 | 225 | 214 | 254 |
| | Ka Ranggajati | 18:17 | 185 | 188 | 192 | 2 | 188 | 2 | 222 | 154 | 182 |
| | Ka Tawang Alun | 18:58 | 170 | 166 | 169 | 2 | 173 | 2 | 162 | 129 | 169 |
| | Ka Probwangi | 19:40 | 167 | 163 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 96 |
| | Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 | 140 | 138 | 142 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 75 |
| Sabtu, 22 Januari 2022 | Ka Ranggajati | 7:02 | 164 | 160 | 168 | 2 | 162 | 8 | 164 | 160 | 171 |
| | Ka Probwangi | 7:42 | 201 | 220 | 228 | 12 | 206 | 8 | 201 | 185 | 231 |
| | Ka Logawa | 7:59 | 140 | 161 | 169 | 4 | 142 | 12 | 147 | 137 | 172 |
| | Ka Tawang Alun | 10:02 | 154 | 164 | 172 | 6 | 161 | 0 | 0 | 132 | 175 |
| | Ka Sritanjung | 11:23 | 140 | 156 | 174 | 8 | 163 | 0 | 0 | 142 | 177 |
| | Ka Barang | 12:15 | 180 | 175 | 234 | 8 | 181 | 12 | 180 | 162 | 237 |
| | Ka Mutiara Siang | 12:45 | 142 | 166 | 174 | 10 | 163 | 0 | 0 | 140 | 177 |
| | Ka Sritanjung | 15:34 | 195 | 163 | 171 | 12 | 160 | 12 | 195 | 163 | 174 |
| | Ka Wijaya Kusuma | 15:49 | 170 | 161 | 169 | 4 | 158 | 0 | 0 | 151 | 172 |
| | Ka Barang | 16:09 | 165 | 160 | 167 | 2 | 156 | 12 | 170 | 144 | 170 |
| | Ka Logawa | 16:38 | 228 | 224 | 232 | 15 | 221 | 12 | 228 | 190 | 235 |
| | Ka Ranggajati | 18:17 | 180 | 221 | 229 | 4 | 218 | 2 | 180 | 163 | 195 |
| | Ka Tawang Alun | 18:58 | 165 | 161 | 169 | 4 | 164 | 2 | 165 | 152 | 172 |
| | Ka Probwangi | 19:40 | 162 | 158 | 166 | 2 | 163 | 0 | 0 | 140 | 168 |
| Ka Mutiara Timur Malam | 21:59 | 135 | 163 | 171 | 0 | 0 | 0 | 0 | 102 | 138 | |

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan tabel data tundaan dan panjang antrian pada perlintasan sebidang JPL 189 tercatat bahwa antrian terpanjang dan waktu tundaan terlama untuk arus kendaraan yang akan keluar dari pendekat utara yaitu pada Hari Senin pukul 16:38 dengan panjang antrian 250 meter dan waktu tundaan selama 249 detik. Untuk arus kendaraan yang akan memasuki pendekat Utara dari arah pendekat Selatan (lurus) terjadi antrian terpanjang pada Hari Selasa pukul 16:38 dengan antrian sepanjang 34 meter dan waktu antrian terlama pada Hari Senin pukul 16:38 selama 241 detik. Untuk arus kendaraan yang akan memasuki pendekat Utara dari arah pendekat Timur (belok kanan) terjadi antrian terpanjang pada Hari Selasa pukul 07:42 sepanjang 16 meter dan waktu antrian terlama pada Hari Senin pukul 16:38 selama 241 detik. Untuk arus kendaraan yang akan memasuki pendekat Utara dari arah pendekat Barat (belok kiri) terjadi antrian terpanjang pada Hari Selasa pukul 16:38 sepanjang 259 meter dan waktu antrian selama 254 detik.

4. Uji Korelasi Pearson

Dilakukannya uji korelasi Pearson bertujuan untuk melihat keeratan hubungan pengaruh antara variabel independen (durasi penutupan perlintasan sebidang) dengan variabel dependen (panjang antrian dan tundaan) dengan koefisien korelasi (r). Terdapat dua jenis hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen yaitu dapat bersifat positif maupun bersifat negatif. Bersifat positif apabila semakin besar nilai variabel independen (x) maka semakin besar pula nilai variabel dependen (y) dan dikatakan bersifat negatif apabila semakin besar nilai variabel independen (x) semakin berkurang nilai variabel dependen (y) (Safitri 2016).

Dasar pengambilan keputusan untuk uji korelasi pearson yaitu sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi < 0.05 , maka berkorelasi
- Jika nilai signifikansi > 0.05 , maka tidak berkorelasi

Berdasarkan (Sugiyono 2013) pedoman derajat hubungan uji korelasi pearson sebagai berikut:

- Nilai Pearson Correlation 0.00 hingga 0.20 = korelasi sangat lemah
- Nilai pearson Correlation 0.21 hingga 0.40 = korelasi lemah
- Nilai Pearson Correlation 0.41 hingga 0.60 = korelasi sedang
- Nilai Pearson Correlation 0.61 hingga 0.80 = korelasi kuat
- Nilai Pearson Correlation 0.81 hingga 1.00 = korelasi sempurna

A. Uji Korelasi Pearson

Berikut merupakan hasil output dari hasil SPSS korelasi Pearson:

Tabel V. 14 Output Hasil SPSS Uji Korelasi Pearson

| | | DURASI | ANTRIAN |
|---------|---------------------|--------|---------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .804** |
| | Sig. (2-tailed) | | .000 |
| | N | 15 | 15 |
| ANTRIAN | Pearson Correlation | .804** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .000 | |
| | N | 15 | 15 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sumber: Hasil Analisis SPSS 2022

1) Uji Signifikansi

Berikut ini merupakan tabel hasil dari uji signifikansi korelasi pearson:

Tabel V. 15 Uji Signifikansi Model Panjang Antrian dan Waktu Tundaan JPL No.189

| Variabel | Pelaksanaan Survey | Pendekat | SIG | Nilai α | Keputusan |
|-----------------|--------------------|---------------------|-----------|----------------|-------------------|
| Panjang Antrian | Senin | Utara (keluar) | 0.0000180 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Selatan (lurus) | 0.0184540 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Timur (belok kanan) | 0.0117110 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Barat (belok kiri) | 0.0003050 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | Selasa | Utara (keluar) | 0.0000360 | 0.05 | Memiliki Korelasi |

| | | | | | |
|---------------------|---------------|---------------------|----------------|---------------|-------------------|
| | | Selatan (lurus) | 0.02359 60 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Timur (belok kanan) | 0.04383 70 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Barat (belok kiri) | 0.00009 50 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | Rabu | Utara (keluar) | 0.00000 08 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Selatan (lurus) | 0.01845 40 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Timur (belok kanan) | 0.01589 40 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Barat (belok kiri) | 0.01837 70 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | Sabtu | Utara (keluar) | 0.00195 90 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Selatan (lurus) | 0.00827 70 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Timur (belok kanan) | 0.04188 10 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Barat (belok kiri) | 0.00000 90 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | Waktu Tundaan | Senin | Utara (keluar) | 0.00016 40 | 0.05 |
| Selatan (lurus) | | | 0.01213 70 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| Timur (belok kanan) | | | 0.00186 60 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| Barat (belok kiri) | | | 0.00000 03 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| Selasa | | Utara (keluar) | 0.00186 60 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Selatan (lurus) | 0.00000 00 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Timur (belok kanan) | 0.01574 00 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Barat (belok kiri) | 0.00000 50 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| Rabu | | Utara (keluar) | 0.00007 60 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Selatan (lurus) | 0.01234 90 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Timur (belok kanan) | 0.03565 80 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Barat (belok kiri) | 0.02953 10 | 0.05 | Memiliki Korelasi |

| | | | | | |
|--|-------|---------------------|---------------|------|-------------------|
| | Sabtu | Utara (keluar) | 0.00476 60 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Selatan (lurus) | 0.00975 70 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Timur (belok kanan) | 0.00299 40 | 0.05 | Memiliki Korelasi |
| | | Barat (belok kiri) | 0.00123 70 | 0.05 | Memiliki Korelasi |

Sumber: Hasil Analisis Dengan SPSS 2022

Dari Tabel diatas, uji Signifikasi yang dilakukan menunjukkan variabel (x) durasi penutupan palang pintu perlintasan sebidang memiliki korelasi yang signifikan terhadap variabel (y) antrian dan tundaan pada tiap pendekatan. Hal itu dapat dilihat dari nilai sig 0.043837 hingga 0.000002 untuk variabel panjang antrian dan tundaan pada tiap pendekatan. Hal itu memiliki arti bahwa variabel independen (x) durasi penutupan palang pintu perlintasan memiliki hubungan dengan variabel dependen (y) panjang antrian dan waktu tundaan.

2) Interpretasi Koefisien Korelasi

Berikut ini merupakan tabel interpretasi koefisien korelasi pearson model panjang antrian dan waktu tundaan JPL 189:

Tabel V. 16 Uji Korelasi Pearson Model Panjang Antrian dan Waktu Tundaan JPL No.189

| Variabel | Pelaksanaan Survey | Pendekat | Nilai Pearson Correlation | Derajat Hubungan | Keterangan |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---|-------------------|
| Panjang Antrian | Senin | Utara (keluar) | 0.876242 | 0,00 - 0,20 = tidak berkorelasi 0,21 -0,40 = korelasi lemah 0,41-0,60 = korelasi sedang 0,61-0,80 = korelasi kuat 0,81 - 1,00 = korelasi sempurna | Korelasi Sempurna |
| | | Selatan (lurus) | 0.598349 | | Korelasi Sedang |
| | | Timur (belok kanan) | 0.630669 | | Korelasi Kuat |
| | | Barat (belok kiri) | 0.803835 | | Korelasi Sempurna |
| | Selasa | Utara (keluar) | 0.862134 | | Korelasi Sempurna |
| | | Selatan (lurus) | 0.579409 | | Korelasi Sedang |
| | | Timur (belok kanan) | 0.526357 | | Korelasi Sedang |
| | | Barat (belok kiri) | 0.838356 | | Korelasi Sempurna |
| | Rabu | Utara (keluar) | 0.924903 | | Korelasi Sempurna |
| | | Selatan (lurus) | 0.598349 | | Korelasi Sedang |
| | | Timur (belok kanan) | 0.609333 | | Korelasi Kuat |
| | | Barat (belok kiri) | 0.598662 | | Korelasi Sedang |
| | Sabtu | Utara (keluar) | 0.534421 | | Korelasi Sedang |
| | | Selatan (lurus) | 0.653220 | | Korelasi Kuat |
| | | Timur (belok kanan) | 0.530557 | | Korelasi Sedang |
| | | Barat (belok kiri) | 0.890168 | | Korelasi Sempurna |
| Waktu Tundaan | Senin | Utara (keluar) | 0.823043 | Korelasi Sempurna | |
| | | Selatan (lurus) | 0.62825 | Korelasi Kuat | |
| | | Timur (belok kanan) | 0.733283 | Korelasi Kuat | |
| | | Barat (belok kiri) | 0.935325 | Korelasi Sempurna | |

Sumber:(Sugiyono 2013)

| | | | | |
|--|--------|---------------------|----------|-------------------|
| | Selasa | Utara (keluar) | 0.733283 | Korelasi Kuat |
| | | Selatan (lurus) | 0.985996 | Korelasi Sempurna |
| | | Timur (belok kanan) | 0.610036 | Korelasi Kuat |
| | | Barat (belok kiri) | 0.899173 | Korelasi Sempurna |
| | Rabu | Utara (keluar) | 0.844146 | Korelasi Sempurna |
| | | Selatan (lurus) | 0.627069 | Korelasi Kuat |
| | | Timur (belok kanan) | 0.544964 | Korelasi Sedang |
| | | Barat (belok kiri) | 0.561126 | Korelasi Sedang |
| | Sabtu | Utara (keluar) | 0.685784 | Korelasi Kuat |
| | | Selatan (lurus) | 0.642746 | Korelasi Kuat |
| | | Timur (belok kanan) | 0.710458 | Korelasi Kuat |
| | | Barat (belok kiri) | 0.751481 | Korelasi Kuat |

Sumber: Hasil Analisis Dengan SPSS 2022

Berdasarkan tabel uji korelasi pearson antara variabel (x) durasi penutupan palang pintu perlintasan sebidang terhadap variabel (y) panjang antrian dan tundaan pada masing-masing pendekatan memiliki korelasi yang berbeda-beda. Untuk korelasi durasi penutupan dengan panjang antrian pada pendekatan Utara berkorelasi sedang hingga sempurna dengan besar nilai 0.9249030 hingga 0.5344210. Korelasi durasi penutupan dengan panjang antrian pada pendekatan Selatan berkorelasi sedang hingga berkorelasi kuat dengan besar nilai 0.6532200 hingga 0.5794090. Korelasi durasi penutupan dengan panjang antrian pada pendekatan Selatan berkorelasi sedang hingga berkorelasi kuat dengan besar nilai 0.6532200 hingga 0.5794090. Korelasi durasi penutupan dengan panjang antrian pada pendekatan Timur berkorelasi sedang hingga berkorelasi kuat dengan besar nilai 0.6306690 hingga 0.5263570. Korelasi durasi penutupan dengan panjang antrian pada pendekatan Barat berkorelasi sedang hingga berkorelasi kuat dengan besar nilai 0.8901680 hingga 0.5986620.

Pada pendekatan Utara untuk korelasi durasi penutupan dengan waktu tundaan berkorelasi sedang hingga sempurna dengan besar nilai 0.844146 hingga 0.544964. Pendekatan Selatan untuk korelasi durasi penutupan dengan waktu tundaan berkorelasi sedang hingga sempurna dengan besar nilai 0.9859960 hingga 0.6270690. Pendekatan Timur untuk korelasi durasi penutupan dengan waktu tundaan berkorelasi sedang hingga sempurna dengan besar nilai 0.7332830 hingga 0.6270690. Pendekatan Barat untuk korelasi durasi penutupan dengan waktu tundaan berkorelasi sedang hingga sempurna dengan besar nilai 0.933250 hingga 0.5811260.

5. Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi

Analisis ini dilakukan bertujuan guna mengetahui model yang dapat menunjukkan pengaruh penutupan pintu perlintasan sebidang terhadap waktu tundaan dan panjang antrian kendaraan. Pada analisis berikut ini dilakukan analisis regresi linear sederhana yang dilakukan antara durasi penutupan dengan waktu tundaan, dan durasi penutupan dengan panjang antrian. Dengan durasi sebagai variabel independen (X), dan waktu tundaan dan panjang antrian sebagai variabel dependen (Y). Oleh karena itu dilakukan regresi linear

sederhana secara terpisah. Variabel durasi penutupan diregresikan terhadap waktu tundaan dan panjang antrian dengan tingkat kepercayaan yang dipilih adalah sebesar 95%. Dari analisa regresi linear diperoleh beberapa nilai statistic untuk mengetahui kondisi dari model tersebut yaitu nilai derajat kepercayaan atau koefisien determinasi (R square) dan kesalahan baku (standard error of the estimate).

Sedangkan dilakukannya uji koefisien determinasi bertujuan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menjelaskan besar pengaruh dari variabel independen (durasi penutupan pintu perlintasan sebidang) secara bersama-sama memberikan pengaruh terhadap variabel dependen (panjang antrian dan waktu tundaan) yang dapat dilihat melalui nilai *adjusted R-squared*. Semakin besar nilai R^2 maka variabel independen semakin dapat memberikan informasi yang digunakan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen. Apabila nilai R^2 semakin rendah maka semakin terbatas pula variabel independen dapat memberikan informasi terhadap variabel dependen. Berikut merupakan hasil dari *Output SPSS*:

Tabel V. 17 Tabel Hasil Output SPSS Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .804 ^a | .646 | .619 | 16.79073 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 27.882 | 31.290 | | .891 | .389 |
| | DURASI | .848 | .174 | .804 | 4.872 | .000 |

a. Dependent Variable: ANTRIAN

Sumber: Hasil Analisis SPSS 2022

Nilai atau parameter statistik hasil dari analisis regresi linear sederhana untuk masing-masing pendekatan dapat di lihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 18 Tabel Model Panjang dan Waktu Tundaan

| Variabel | Pelaksanaan Survey | Pendekat | Persamaan | koefisien Determinasi (Rsquare) |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Panjang Antrian | Senin | Utara (keluar) | $y=-3.025717+1.001268x$ | 0.7678 |
| | | Selatan (lurus) | $y=-12.844415+0.086734x$ | 0.3580 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=-4.358480+0.054428x$ | 0.3977 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=27.882242+0.847910x$ | 0.5377 |
| | Selasa | Utara (keluar) | $y=1.718206+0.969241x$ | 0.7433 |
| | | Selatan (lurus) | $y=-23.120243+0.178524x$ | 0.3357 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=-11.680107+0.097183x$ | 0.2771 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=-43.404185+1.236124x$ | 0.7028 |
| | Rabu | Utara (keluar) | $y=18.531747+0.898699x$ | 0.8554 |
| | | Selatan (lurus) | $y=-12.410745+0.086734x$ | 0.3580 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=-9.694659+0.077589x$ | 0.3713 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=-14.910982+0.914355$ | 0.5987 |
| | Sabtu | Utara (keluar) | $y=55.351877+0.707149$ | 0.5344 |
| | | Selatan (lurus) | $y=-12.717340+0.112559x$ | 0.4267 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=-13.816305+0.113941x$ | 0.2815 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=25.874049+0.743709x$ | 0.7924 |
| Waktu Tundaan | Senin | Utara (keluar) | $y=5.028833+0.971010x$ | 0.6774 |
| | | Selatan (lurus) | $y=-247.104487+2.159703x$ | 0.3947 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=24.996233+0.828924x$ | 0.5377 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=20.591847+0.924044x$ | 0.8748 |
| | Selasa | Utara (keluar) | $y=32.483006+0.828924x$ | 0.5377 |
| | | Selatan (lurus) | $y=6.977613+0.980707x$ | 0.9722 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=-127.872997+1.570105x$ | 0.3721 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=44.330521+0.786764x$ | 0.8085 |
| | Rabu | Utara (keluar) | $y=5.835828+0.950872x$ | 0.7126 |
| | | Selatan (lurus) | $y=-229.357177+2.098751x$ | 0.4008 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=-96.780684+1.467916x$ | 0.3932 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=13.389948+0.925713x$ | 0.3149 |
| | Sabtu | Utara (keluar) | $y=61.375890+0.742706x$ | 0.4703 |
| | | Selatan (lurus) | $y=-50.086354+1.257158x$ | 0.4131 |
| | | Timur (belok kanan) | $y=-324.860213+2.579494x$ | 0.5048 |
| | | Barat (belok kiri) | $y=45.812732+0.823804x$ | 0.5647 |

Sumber: Hasil Analisis SPSS 2022

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk nilai koefisien determinasi (Rsquare) panjang antrian pada pendekat Utara memiliki nilai antara 0,8554 sampai dengan 0,5344. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel

dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 85,54% sampai dengan 53,44% terhadap panjang antrian (y). Pada pendekatan Selatan memiliki nilai antara 0,4267 sampai dengan 0,3357. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 42,67% sampai dengan 33,57% terhadap panjang antrian (y). Pada pendekatan Timur memiliki nilai antara 0,3977 sampai dengan 0,2771. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 39,77% sampai dengan 27,71% terhadap panjang antrian (y). Pada pendekatan Barat memiliki nilai antara 0,7924 sampai dengan 0,5377. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 79,24% sampai dengan 53,77% terhadap panjang antrian (y). Dari pemodelan yang telah dibuat diatas, terdapat variabel lain yang tidak diteliti yang juga memiliki pengaruh.

Sedangkan untuk nilai koefisien determinasi (Rsquare) waktu tundaan pada pendekatan Utara memiliki nilai antara 0,7126 sampai dengan 0,4703. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 71,26% sampai dengan 47,03% terhadap waktu tundaan (y). Pada pendekatan Selatan memiliki nilai antara 0,9722 sampai dengan 0,3947. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 97,22% sampai dengan 39,47% terhadap waktu tundaan (y). Pada pendekatan Timur memiliki nilai antara 0,5377 sampai dengan 0,3721 Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 53,77% sampai dengan 37,21% terhadap waktu tundaan (y). Pada pendekatan Timur memiliki nilai antara 0,8748 sampai dengan 0,3149 Dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel dependen yaitu durasi penutupan (x) memiliki pengaruh sebesar 87,48% sampai dengan 31,49% terhadap waktu tundaan (y). Dari pemodelan yang telah dibuat diatas, terdapat variabel lain yang tidak diteliti yang juga memiliki pengaruh.

Pada tabel diatas juga di dapatkan juga hasil model regresi linear antara durasi penutupan terhadap panjang antrian maupun waktu antrian yang di kelompokkan berdasarkan per hari dan per pendekatan.

6. Pengaruh Perlintasan sebidang

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh model dari durasi penutupan palang pintu perlintasan sebidang terhadap panjang antrian kendaraan dan waktu tundaan yang dikelompokkan per pendekatan dan per hari selama dilakukannya survey. Maksud dari dibuatnya model per hari agar dapat mengetahui fluktuasi tiap harinya akibat dari durasi penutupan palang pintu perlintasan terhadap panjang antrian kendaraan dan waktu kendaraan, serta mempermudah dalam mempresentasikannya.

Pada Tabel V.15 dapat dilihat panjang antrian dan tundaan kendaraan yang dilepas dari pendekatan Utara maupun panjang antrian dan tundaan kendaraan yang akan memasuki pendekatan Utara dari tiap pendekatan lainnya yaitu pendekatan Selatan yang lurus, pendekatan Timur yang belok kanan, dan pendekatan Barat yang belok kiri. Setelah itu dilakukannya analisis statistika menggunakan uji korelasi pearson dan uji regresi linear sederhana untuk menghasilkan permodelan dari variabel durasi penutupan terhadap panjang antrian dan waktu tundaan. Serta dilakukan uji determinasi untuk melihat pendekatan mana yang sangat terpengaruh dari durasi penutupan perlintasan kereta api terhadap panjang antrian dan tundaan untuk tiap pendekatnya.

Berdasarkan berdasarkan analisis statistik regresi linear sederhana menghasilkan didapatkan model dari persamaan regresinya dengan per pendekatan per hari selama pelaksanaan survey (empat hari). Apabila ditentukan dengan nilai minimum dari variabel X (durasi penutupan palang pintu perlintasan sebidang) sebesar 135 maka akan menghasilkan panjang antrian sepanjang 151 meter dan waktu tundaan kendaraan selama 162 detik yang akan dilepas pada pendekatan Utara. Pada pendekatan Selatan akan dihasilkan panjang antrian kendaraan yang akan memasuki pendekatan Utara sepanjang 2 meter dan lama waktu tundaan selama 120 detik. Sedangkan pada pendekatan Timur akan menghasilkan antrian kendaraan yang akan memasuki pendekatan Utara sepanjang 2 meter dengan waktu tundaan selama 23 detik dan pada pendekatan Barat akan menghasilkan panjang antrian kendaraan yang akan memasuki pendekatan Utara sepanjang 126 meter dengan lama waktu tundaan 157 detik.

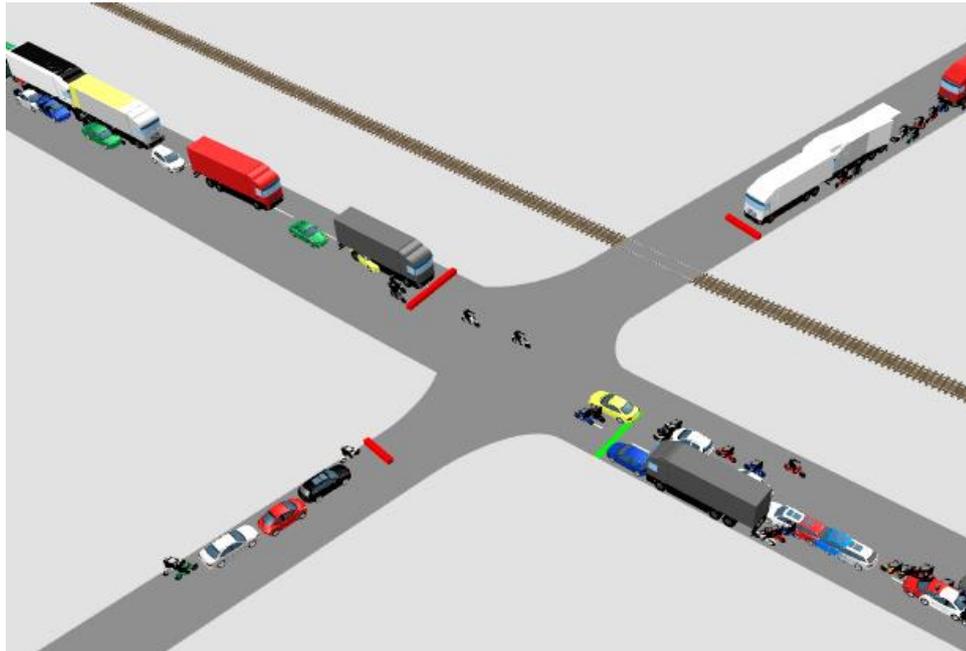
Sedangkan berdasarkan analisis statistik menggunakan uji determinasi

(R^2), panjang antrian dan waktu tundaan pada pendekat Simpang 4 Pilang yang sangat terpengaruh oleh durasi penutupan yaitu pendekat Utara dan pendekat Barat. Hal itu dapat dilihat dari hasil uji determinasi pada pendekat Utara senilai 0,8555 hingga 0,5344 untuk panjang antrian dan senilai 0,7126 hingga 0,4703 untuk waktu tundaan. Hal tersebut memiliki makna bahwa pengaruh durasi penutupan perlintasan sebesar 85,55% s/d 53,44% untuk panjang antrian dan 71,26% s/d 47,03% untuk waktu tundaan. Pada pendekat Barat besar nilai hasil uji determinasi yakni 0,7924 hingga 0,5377 untuk panjang antrian dan senilai 0,8748 hingga 0,3149. Hal tersebut memiliki makna bahwa pengaruh durasi penutupan perlintasan sebesar 79,24% s/d 53,77% untuk panjang antrian dan 87,48% s/d 31,49%. Oleh karena itu, Simpang 4 Pilang perlu dilakukannya *treatment* berupa manajemen rekayasa lalu lintas.

5.3 Pemodelan Transportasi Menggunakan Aplikasi Vissim

Pada tahap ini merupakan tahap untuk melakukan pemodelan transportasi menggunakan aplikasi Vissim yang mana pada tahap sebelumnya telah diketahui kinerja dari simpang pada kondisi eksisting. Setelah itu dilakukan uji validasi antara hasil data survey volume kendaraan dengan volume kendaraan pada pemodelan. Berikut merupakan langkah-langkah dalam tahap pemodelan dengan menggunakan aplikasi Vissim:

1. Mengatur pengaturan
2. Memasukkan Background Image
3. Melakukan penyesuaian skala pada Background Image
4. Pembuatan link dan konektor
5. Memasukkan komposisi kendaraan, volume lalu lintas, rute kendaraan, dan kecepatan kendaraan
6. Mengatur persinyalan
7. Mengatur *Driving Behavior*
8. Menjalankan simulasi



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar V. 3 Gambar Hasil Pemodelan

5.3.1 Kalibrasi Pemodelan

Pada tahap kalibrasi bertujuan agar hasil dari pemodelan dapat sesuai dengan kondisi yang terjadi pada saat survey di lapangan. Kalibrasi pada tahap ini dengan merubah pengaturan pada menu *Driving Behavior* yang merupakan salah satu parameter yang terdapat pada aplikasi Vissim. Dimana *Driving Behavior* merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi dari hasil kinerja lalu lintas dalam pemodelan pada aplikasi Vissim. Tahap kalibrasi ini bersifat *Trial and Error* hingga sesuai dengan kondisi lalu lintas eksisting.

Berikut ini merupakan parameter dari *Driving Behaviour* yang mengalami penyesuaian dalam pembuatan pemodelan lalu lintas Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel V. 19 Tabel Kalibrasi Parameter Driving Behavior

| No | Paramter yang disesuaikan | Pengaturan Default | Percobaan Simulasi | | | | | | | | | | |
|----|---|-----------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | <i>Desired position at free flow</i> | <i>Middle of Lane</i> | any | any | any | any | any | any | any | any | any | any | any |
| 2 | <i>Overtake on same line</i> | <i>off</i> | on | on | on | on | on | on | on | on | on | on | on |
| 3 | <i>Distance standing</i> | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |
| 4 | <i>Distance driving</i> | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 5 | <i>Average standstill distance</i> | 2 | 1 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| 6 | <i>Additive part of safety distance</i> | 2 | 1 | 1,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| 7 | <i>Multiplicative part of safety distance</i> | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |

Sumber: (Irawan and Putri 2015)

Berikut merupakan keterangan dari setiap parameter:

a. *Desired position at free flow*

Merupakan pengaturan posisi kendaraan yang diatur pada saat kondisi arus bebas.

b. *Overtake on same line*

Merupakan pengaturan perilaku menyiap kendaraan yang berada di depannya pada satu jalur yang sama.

c. *Distance standing*

Merupakan pengaturan jarak henti antar kendaraan.

d. *Distance driving*

Merupakan pengaturan berkenaan dengan jarak aman kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu.

e. *Average standstill distance*

Merupakan pengaturan tentang jarak rata-rata antar kendaraan.

f. *Additive part of safety distance*

Merupakan pengaturan tentang jarak aman tambahan saat kondisi normal, seperti saat pengemudi mengurangi kecepatan atau berhenti secara mendadak.

g. *Multiplicative part of safety distance*

Merupakan pengaturan untuk jarak aman tambahan pada saat mengemudi di dalam kondisi tidak normal.

Berdasarkan tabel kalibrasi parameter *Driving Behaviour* diatas, diperoleh hasil evaluasi kinerja lalu lintas dengan selisih volume kendaraan yang didapatkan dari hasil survey terhadap hasil volume kendaraan yang dihasilkan pemodelan menggunakan aplikasi Vissim. Berikut ini merupakan tabel hasil volume kendaraan dari pemodelan:

Tabel V. 20 Tabel Volume Pemodelan & Survey

| kode | NAMA JALAN | SURVEY (kend/jam) | SIMULASI | | | | | | | | | | |
|------|----------------------------------|----------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | DEFAULT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | JL ANGGREK (MASUK) | 742 | 716 | 719 | 719 | 719 | 719 | 719 | 719 | 719 | 719 | 719 | 719 |
| 2 | JL ANGGREK (KELUAR) | 596 | 169 | 445 | 418 | 488 | 508 | 467 | 557 | 523 | 542 | 527 | 551 |
| 4 | JL BRANTAS SEGMENT 1 (MASUK) | 497 | 505 | 505 | 505 | 505 | 505 | 505 | 505 | 505 | 505 | 505 | 505 |
| 3 | JL BRANTAS SEGMENT 1 (KELUAR) | 609 | 172 | 364 | 350 | 382 | 461 | 369 | 564 | 402 | 588 | 402 | 586 |
| 6 | JL SOEKARNO HATTA 3 (MASUK) | 1743 | 1221 | 1792 | 1792 | 1792 | 1792 | 1792 | 1792 | 1792 | 1792 | 1792 | 1730 |
| 5 | JL SOEKARNO HATTA 3 (KELUAR) | 2077 | 602 | 435 | 342 | 472 | 461 | 487 | 2037 | 514 | 2058 | 521 | 2031 |
| 8 | JL SOEKARNO HATTA 2 (MASUK) | 2350 | 620 | 1467 | 1330 | 1680 | 2191 | 1693 | 2251 | 1735 | 2251 | 2043 | 2352 |
| 7 | JL SOEKARNO HATTA 2 (KELUAR) | 1776 | 602 | 1399 | 1375 | 1449 | 1527 | 1407 | 1714 | 1523 | 1724 | 1522 | 1703 |

Sumber: Hasil Kalibrasi 2022

Tabel V. 21 Tabel Selisih Volume

| kode | NAMA JALAN | SURVEY (kend/jam) | SIMULASI | | | | | | | | | | |
|------|-------------------------------|----------------------|----------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|----|
| | | | DEFAULT | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | JL ANGGREK (MASUK) | 742 | 26 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| 2 | JL ANGGREK (KELUAR) | 596 | 427 | 151 | 178 | 108 | 88 | 129 | 39 | 73 | 54 | 69 | 45 |
| 4 | JL BRANTAS SEGMENT 1 (MASUK) | 497 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 | -8 |
| 3 | JL BRANTAS SEGMENT 1 (KELUAR) | 609 | 437 | 245 | 259 | 227 | 148 | 240 | 45 | 207 | 21 | 207 | 23 |
| 6 | JL SOEKARNO HATTA 3 (MASUK) | 1743 | 522 | -49 | -49 | -49 | -49 | -49 | -49 | -49 | -49 | -49 | 13 |
| 5 | JL SOEKARNO HATTA 3 (KELUAR) | 2077 | 1475 | 1642 | 1735 | 1605 | 1616 | 1590 | 40 | 1563 | 19 | 1556 | 46 |
| 8 | JL SOEKARNO HATTA 2 (MASUK) | 2350 | 1730 | 883 | 1020 | 670 | 159 | 657 | 99 | 615 | 99 | 307 | -2 |
| 7 | JL SOEKARNO HATTA 2 (KELUAR) | 1776 | 1174 | 377 | 401 | 327 | 249 | 369 | 62 | 253 | 52 | 254 | 73 |

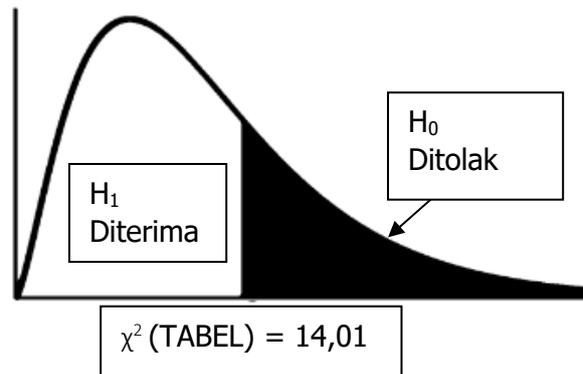
Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan tabel diatas, selisih volume lalu lintas hasil pemodelan dengan volume hasil survey berbeda-beda. Dikarenakan poin parameternya juga berbeda. Dengan selisih yang tidak terlalu jauh itu akan dilakukan validasi. Agar diketahui hasil pemodelan dapat digunakan sebagai gambaran dari kondisi dan situasi eksisting.

5.3.2 Validasi Pemodelan

Pada tahap ini penelitian nilai volume lalu lintas hasil dari pemodelan akan di bandingkan dengan volume lalu lintas berdasarkan hasil survey dengan menggunakan uji *Chi-Square*. Validasi bertujuan agar model yang dibuat dapat menggambarkan kondisi sesungguhnya di Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Model dapat diterima apabila memiliki nilai selisih dari perbandingan model dan survey yang tidak terlalu signifikan. Model dapat ditolak apabila memiliki nilai selisih dari perbandingan model dan survey yang sangat signifikan. Berikut ini merupakan prosedur uji validitas menggunakan metode *Chi-Square*:

1. Menyatakan hipotesis awal dan hipotesis alternatif
 H_0 : hasil model = hasil survey
 H_1 : hasil model \neq hasil survey
2. batas kritis atau Batasan daerah penolakan dari tabel χ^2 menentukan tingkat signifikan dengan derajat keyakinan 95% atau $\alpha=5\%$, Sementara itu terdapat 8 data volume lalu lintas, yang berarti nilai k = 4, sehingga df (derajat kebebasan) = k-1= 8-1 = 7 dengan melihat tabel distribusi χ^2 dapat diketahui nilai $\chi^2 (0.05;7) = 14,01$
3. Aturan keputusan
Menentukan kriteria uji
 H_0 : diterima jika χ^2 hitung <14,01
 H_1 : ditolak jika χ^2 hitung >14,01



Gambar V. 4 Grafik Uji-Square

Berdasarkan Gambar grafik uji Chi-Square di atas, besar nilai χ^2 hitung model harus dibawah χ^2 tabel= 14,01 agar pemodelan dapat diterima. Apabila χ^2 hitung diatas χ^2 tabel= 14,01 maka pemodelan ditolak. Berikut ini merupakan hasil validasi ruas-ruas pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel V. 22 Hasil Validasi Volume Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Simpang 4 Pilang

| kode | NAMA JALAN | SIMULASI | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| | | DEFAULT (kend/jam) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | JL ANGGREK (MASUK) | 0.94 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 |
| 2 | JL ANGGREK (KELUAR) | 1078.87 | 51.24 | 75.80 | 23.90 | 15.24 | 35.63 | 2.73 | 10.19 | 5.38 | 9.03 | 3.68 |
| 4 | JL BRANTAS SEGMENT 1 (MASUK) | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| 3 | JL BRANTAS SEGMENT 1 (KELUAR) | 1110.28 | 164.90 | 191.66 | 134.89 | 47.51 | 156.10 | 3.59 | 106.59 | 0.75 | 106.59 | 0.90 |
| 6 | JL SOEKARNO HATTA 3 (MASUK) | 223.16 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 0.10 |
| 5 | JL SOEKARNO HATTA 3 (KELUAR) | 3614.00 | 6198.08 | 8801.83 | 5457.68 | 5664.76 | 5191.17 | 0.79 | 4752.86 | 0.18 | 4647.09 | 1.04 |
| 8 | JL SOEKARNO HATTA 2 (MASUK) | 4827.26 | 531.49 | 782.26 | 267.20 | 11.54 | 254.96 | 4.35 | 218.00 | 4.35 | 46.13 | 0.00 |
| 7 | JL SOEKARNO HATTA 2 (KELUAR) | 2289.50 | 101.59 | 116.95 | 73.80 | 40.60 | 96.77 | 2.24 | 42.03 | 1.57 | 42.39 | 3.13 |
| TOTAL | | 10854.64 | 6947.91 | 9853.74 | 5885.88 | 5741.26 | 5640.07 | 13.66 | 5089.84 | 12.86 | 4811.05 | 6.58 |
| KEPUTUSAN | | TIDAK DITERIMA | TIDAK DITERIMA | TIDAK DITERIMA | TIDAK DITERIMA | TIDAK DITERIMA | TIDAK DITERIMA | DITERIMA | TIDAK DITERIMA | DITERIMA | TIDAK DITERIMA | DITERIMA |

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan tabel diatas, hasil validasi kalibrasi ke 6,8,10 yang diterima dengan ketetapan nilai χ^2 dibawah 14,01. Dari hasil 3 kalibrasi, dipilih model dengan nilai ketetapan χ^2 terendah yaitu pada simulasi ke 10 sebagai representasi kondisi dan situasi lalu lintas yang sesuai terjadi di lapangan. Hasil pemodelan ke 10 digunakan sebagai analisis berikutnya.

5.3.3 Kinerja Lalu Lintas

Pemodelan yang dihasilkan dari aplikasi Vissim diperoleh hasil kinerja simpang berdasarkan pemodelan menggunakan aplikasi Vissim dengan kondisi eksisting seperti pada tabel dibawah ini:

1. Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas

Tabel V. 23 Kinerja Simpang 4 Pilang Eksisting Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Berdasarkan Aplikasi Vissim

| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (m) | Level Of Service (LOS) |
|-----------------|----------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | Jl. Anggrek | 54.68 | 52.38 | F |
| 2 | Jl. Brantas Segmen 1 | 37.73 | 8.89 | D |
| 3 | Jl. Sukarno Hatta Segmen 3 | 658.09 | 233.42 | F |
| 4 | Jl. Sukarno Hatta Segmen 2 | 265.09 | 394.06 | F |
| Total Rata-Rata | | 253.90 | 172.19 | E |

Sumber: Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa kinerja Simpang 4 Pilang tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas dinilai rendah dengan panjang antrian rata-rata 172,19 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 253,90 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang E.

2. Dipengaruhi Oleh Kereta Melintas

Tabel V. 24 Kinerja Simpang 4 Pilang Eksisting Dipengaruhi Kereta Melintas Berdasarkan Aplikasi Vissim

| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (m) | Level Of Service (LOS) |
|----|-------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | Jl. Anggrek | 132.94 | 69.66 | F |

| | | | | |
|-----------------|----------------------------|--------|--------|---|
| 2 | Jl. Brantas Segmen 1 | 55.35 | 15.92 | E |
| 3 | Jl. Sukarno Hatta Segmen 3 | 563.94 | 242.78 | F |
| 4 | Jl. Sukarno Hatta Segmen 2 | 776.34 | 382.78 | F |
| Total Rata-Rata | | 382.14 | 177.79 | F |

Sumber: Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa kinerja Simpang 4 Pilang semakin rendah disebabkan oleh pengaruh adanya kereta yang melintas dengan menghasilkan panjang antrian rata-rata 177,79 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 382,14 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang F.

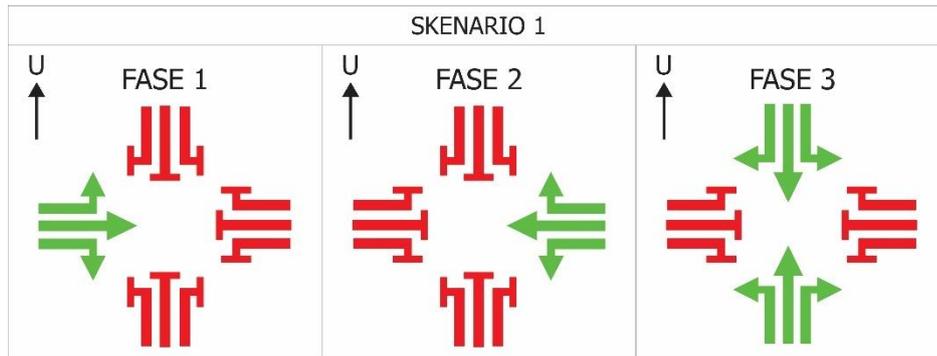
5.4 Skenario Penigkatan Kinerja Lalu Lintas Simpang 4 Pilang

Tahap berikutnya setelah identifikasi permasalahan kinerja lalu lintas eksisting yaitu melakukan strategi penataan lalu lintas atau manajemen dan rekayasa lalu lintas pada Simpang 4 Pilang sebagai bentuk mengatasi permasalahan yang terjadi dengan menggunakan aplikasi Vissim dan KAJI:

5.4.1 Skenario 1 (Optimalisasi Pengaturan APILL)

Pada skenario 1 dilakukan *treatment* berupa optimalisasi pengaturan fase APILL Simpang 4 Pilang tanpa adanya perubahan geometri simpang, dimana pada kondisi eksisting memiliki 3 fase dengan pendekat Barat dan Timur memiliki fase masing-masing. Sedangkan, pendekat Utara dan Selatan memiliki fase yang sama. *Treatment* yang dilakukan yaitu dengan menambah waktu hijau pada pendekat Barat , sehingga untuk tiap pendekatnya memiliki fase masing-masing. Berikut ini merupakan urutan dan ilustrasi dari fase pada skenario 1:

- A. Fase 1 : Pendekat Barat (Jl Soekarno Hatta Segmen 2)
- B. Fase 2 : Pendekat Timur (Jl Soekarno Hatta Segmen 3)
- C. Fase 3 : Pendekat Utara (Jl Anggrek) dan Pendekat Selatan (Jl Brantas Segmen 1)



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar V. 5 Ilustrasi Fase Pada Skenario 1

Pada kondisi eksisting Simpang 4 Pilang mempunyai pengaturan waktu APILL sebagai berikut:

Tabel V. 25 Pengaturan APILL kondisi Eksisting

| Pendekat | Fase | Merah | Hijau | All Red | Kuning |
|----------|------|-------|-------|---------|--------|
| Timur | 1 | 54 | 13 | 4 | 3 |
| Barat | 2 | 46 | 21 | | 3 |
| Utara | 3 | 48 | 19 | | 3 |
| Selatan | | | | | |

Sumber: Hasil Analisis 2022

Dapat diketahui bahwa lama waktu hijau dari pendekat Barat selama 21 detik. Hal tersebut dirasa kurang dikarenakan masih terdapat antrian yang panjang pada pendekat Barat. Sehingga dilakukannya optimalisasi waktu siklus APILL sebagai berikut:

Tabel V. 26 Pengaturan APILL Pada Skenario 1

| Pendekat | Fase | Merah | Hijau | All Red | Kuning |
|----------|------|-------|-------|---------|--------|
| Barat | 1 | 42 | 25 | 4 | 3 |
| Timur | 2 | 54 | 13 | | 3 |
| Utara | 3 | 52 | 15 | | 3 |
| Selatan | | | | | |

Sumber: Hasil Analisis 2022

5.4.1.1 Skenario 1 tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas

Hasil dari skenario 1 diperoleh kinerja Simpang 4 Pilang tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas berdasarkan pemodelan menggunakan aplikasi Vissim sebagai berikut:

1. Analisis skenario 1 menggunakan aplikasi VISSIM

Tabel V. 27 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 1 Berdasarkan Aplikasi Vissim

| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (meter) | Level Of Service (LOS) |
|-----------|----------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Jl Anggrek | 113.21 | 24.5 | D |
| 2 | Jl Brantas 1 | 40.52 | 8.69 | D |
| 3 | Jl Soekarno Hatta Segmen 3 | 491.15 | 233.42 | F |
| 4 | Jl Soekarno Hatta Segmen 2 | 287.61 | 394.06 | E |
| Rata-Rata | | 233.12 | 146.38 | E |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa kinerja Simpang 4 Pilang tanpa adanya pengaruh kereta melintas dengan panjang antrian rata-rata 146,38 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 233,12 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang E.

2. Analisis skenario 1 menggunakan aplikasi KAJI

Selain penggunaan aplikasi Vissim untuk menganalisis kinerja dari skenario yang direncanakan pada penelitian ini juga menganalisis skenario 1 menggunakan aplikasi KAJI. Berikut merupakan hasil analisis berdasarkan penggunaan aplikasi KAJI:

Tabel V. 28 Tabel Analisis Kinerja Skenario 1 Berdasarkan Aplikasi KAJI

| Pendekat | Derajat Kejenuhan | Panjang Antrian (m) | Waktu Tundaan (detik/smp) | LOS SIMPANG |
|-----------|-------------------|---------------------|---------------------------|-------------|
| Utara | 0.74 | 33 | 36.46 | F |
| Selatan | 0.72 | 24 | 38.03 | |
| Timur | 0.97 | 74 | 73.23 | |
| Barat | 1.14 | 433 | 300.2 | |
| Rata-Rata | 0.89 | 141 | 169.52 | |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil dari analisis skenario 1 menggunakan aplikasi KAJI diperoleh untuk derajat kejenuhan simpang sebesar 0,89 dengan rata-rata panjang antrian simpang sepanjang 141 m dan rata-rata waktu tundaan sebesar 169,52 detik/smp serta untuk *Level Of Service* simpang yakni F.

5.4.1.2 Analisis skenario 1 dipengaruhi oleh kereta yang melintas

Berikut ini merupakan hasil analisis dari skenario 1 dengan adanya pengaruh dari kereta yang melintas berdasarkan aplikasi Vissim:

Tabel V. 29 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 1 Berdasarkan Aplikasi Vissim

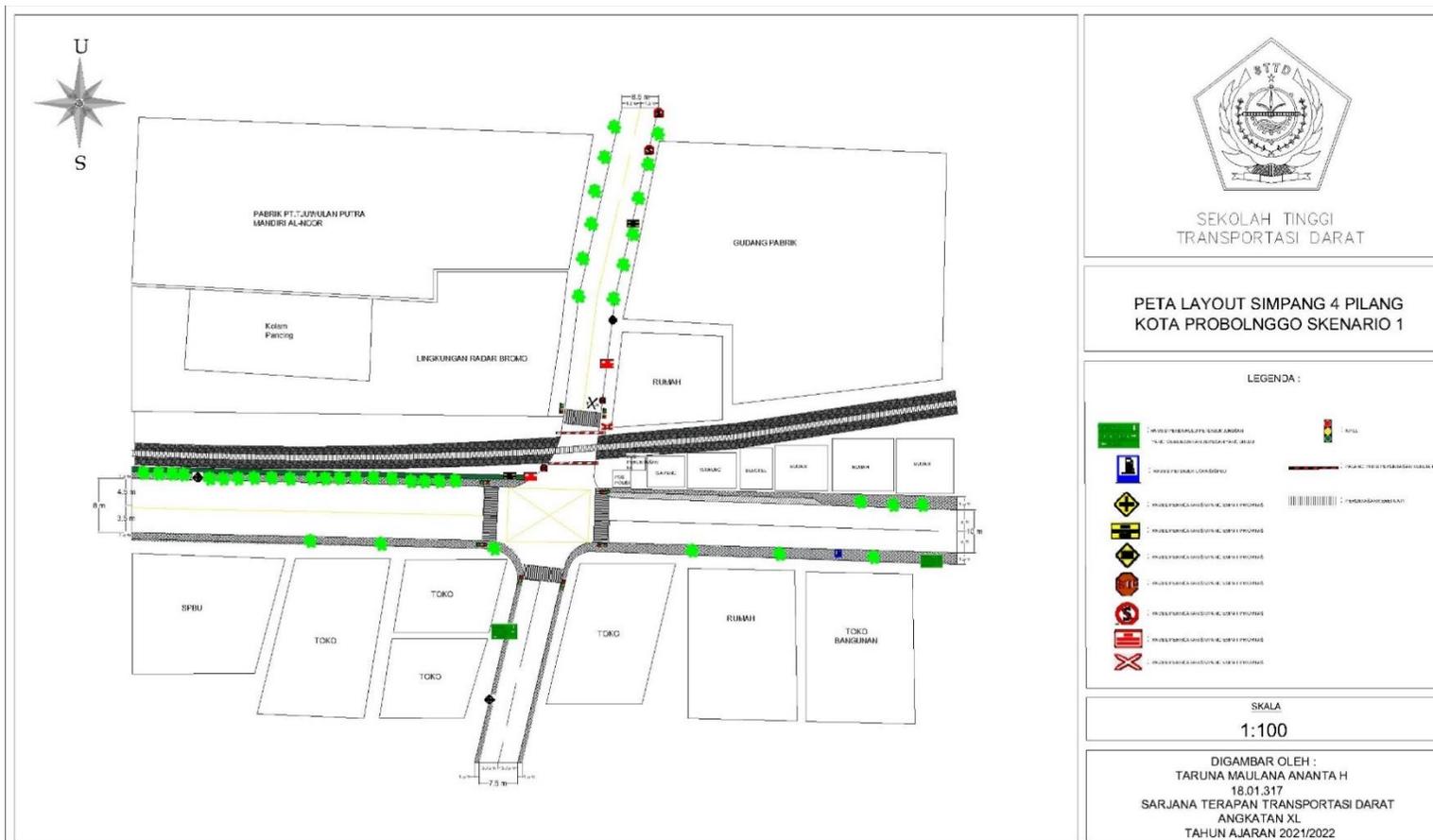
| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (meter) | Level Of Service (LOS) |
|-----------|----------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Jl Anggrek | 80.77 | 13.39 | E |
| 2 | Jl Brantas 1 | 58.36 | 8.27 | D |
| 3 | Jl Soekarno Hatta Segmen 3 | 619.42 | 216.65 | F |
| 4 | Jl Soekarno Hatta Segmen 2 | 715.73 | 366.84 | F |
| Rata-Rata | | 368.57 | 151.29 | E |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa Simpang 4 Pilang mengalami penurunan kinerja dikarenakan terdapat kereta yang melintas sehingga menyebabkan panjang antrian rata-rata 151,29 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 367,57 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang E.

Berikut merupakan geometri simpang pada skenario 1:

Gambar V. 6 Geometri Simpang 4 Pilang Pada Skenario 1



Sumber: Hasil Analisis 2022

5.4.2 Skenario 2 (Perubahan Geometri Simpang)

Pada skenario 1 dilakukan *treatment* berupa perubahan geometri simpang dengan ditambahkannya lajur khusus yang akan berbelok ke kiri pada pendekat Barat dan Timur. Dengan begitu akan terjadi perubahan tipe simpang dimana pada kondisi eksisting tipe simpang adalah 411 dirubah menjadi tipe 412 (4 pendekat 1 lajur pendekat minor 2 lajur pendekat mayor). Berikut ini merupakan tabel mengenai geometri kondisi eksisting:

Tabel V. 30 Tabel Geometri Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting

| Pendekat | Nama Jalan | Lebar Efektif (m) | W_{keluar} (m) | W_{masuk} (m) |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Utara | Jl. Anggrek | 8.6 | 4.3 | 4.3 |
| Selatan | Jl. Brantas | 7.5 | 3.75 | 3.75 |
| Timur | Jl. Soekarno Hatta Segmen 3 | 10 | 5 | 5 |
| Barat | Jl. Soekarno Hatta Segmen 2 | 8 | 4 | 4 |

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan tabel diatas, kapasitas simpang tiap pendekat pada kondisi eksisting yaitu sebagai berikut:

Tabel V. 31 Kapasitas Simpang 4 Pilang Kondisi Eksisting

| Pendekat | Kapasitas (C) |
|-----------------|--------------------------|
| Utara | 1.700 |
| Selatan | 1.482 |
| Timur | 1.352 |
| Barat | 1.822 |
| Total | 6.356 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Setelah dilakukan *treatment* dengan penambahan lajur khusus belok kiri, berikut adalah geometri Simpang 4 Pilang:

Tabel V. 32 Tabel Geometri Simpang 4 Pilang Skenario 2

| Pendekat | Nama Jalan | Lebar Efektif (m) | W_{keluar} (m) | W_{masuk} (m) |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Utara | Jl. Anggrek | 8.6 | 4.3 | 4.3 |
| Selatan | Jl. Brantas | 7.5 | 3.75 | 3.75 |
| Timur | Jl. Soekarno Hatta Segmen 3 | 10 | 6.5 | 3.5 |
| Barat | Jl. Soekarno Hatta Segmen 2 | 10 | 6.5 | 3.5 |

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan tabel diatas, kapasitas simpang tiap pendekat pada skenario 2 yaitu sebagai berikut:

Tabel V. 33 Kapasitas Simpang 4 Pilang Skenario 2

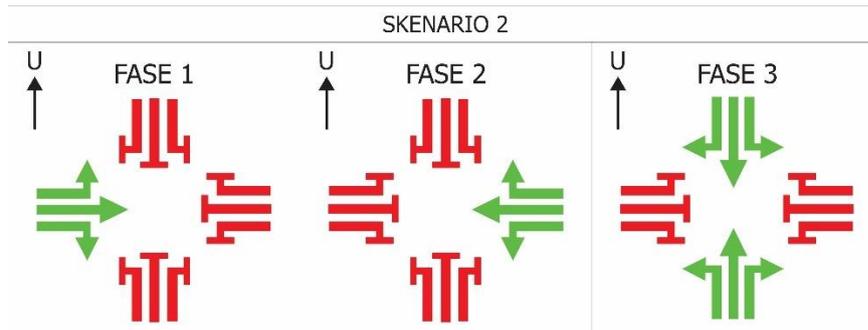
| Pendekat | Kapasitas (C) |
|-----------------|--------------------------|
| Utara | 1.700 |
| Selatan | 1.482 |
| Timur | 1.352 |
| Barat | 2.278 |
| Total | 6.812 |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Pada skenario 2 berdasarkan tabel analisis diatas, kapasitas Simpang 4 Pilang bertambah dari kondisi eksisting. Hal tersebut sangat berpengaruh pada kinerja Simpang 4 Pilang.

Pada skenario 2 menggunakan pengaturan APILL yang diterapkan seperti pada skenario 1 yakni terdiri dari 3 fase sebagai berikut:

1. Fase 1 : Pendekat Barat (Jl Soekarno Hatta Segmen 2)
2. Fase 2 : Pendekat Timur (Jl Soekarno Hatta Segmen 3)
3. Fase 3 : Pendekat Utara (Jl Anggrek) dan Pendekat Selatan (Jl Brantas Segmen 1)



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar V. 7 Ilustrasi Fase Skenario 2

Berikut ini merupakan pengaturan waktu APILL pada Simpang 4 Pilang pada skenario 2:

Tabel V. 34 Pengaturan APILL Pada Skenario 2

| Pendekat | Fase | Merah | Hijau | All Red | Kuning |
|----------|------|-------|-------|---------|--------|
| Barat | 1 | 42 | 25 | 4 | 3 |
| Timur | 2 | 54 | 13 | | 3 |
| Utara | 3 | 52 | 15 | | 3 |
| Selatan | | | | | |

Sumber: Hasil Analisis 2022

5.4.2.1 Analisis skenario 2 tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas

Hasil dari skenario 1 diperoleh kinerja Simpang 4 Pilang tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas berdasarkan pemodelan menggunakan aplikasi Vissim sebagai berikut:

1. Analisis skenario 2 menggunakan Aplikasi Vissim

Hasil dari skenario 2 diperoleh kinerja Simpang 4 Pilang tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas berdasarkan pemodelan menggunakan aplikasi Vissim sebagai berikut:

Tabel V. 35 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 2 Berdasarkan Aplikasi Vissim

| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (meter) | Level Of Service (LOS) |
|----|-------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Jl Anggrek | 52.69 | 28.24 | D |
| 2 | Jl Brantas 1 | 32.02 | 8.44 | C |

| | | | | |
|-----------|----------------------------|--------|--------|---|
| 3 | Jl Soekarno Hatta Segmen 3 | 525.63 | 189.4 | F |
| 4 | Jl Soekarno Hatta Segmen 2 | 256.16 | 322.34 | F |
| Rata-Rata | | 216.63 | 137.11 | E |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa kinerja Simpang 4 Pilang dengan panjang antrian rata-rata 137,11 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 216,63 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang E.

2. Analisis skenario 2 menggunakan aplikasi KAJI

Selain penggunaan aplikasi Vissim untuk menganalisis kinerja dari skenario yang direncanakan pada penelitian ini juga menganalisis skenario 2 menggunakan aplikasi KAJI. Berikut merupakan hasil analisis berdasarkan penggunaan aplikasi KAJI:

Tabel V. 36 Tabel Analisis Kinerja Skenario 2 Berdasarkan Aplikasi KAJI

| Pendekat | Derajat Kejenuhan | Panjang Antrian (m) | Waktu Tundaan (detik/smp) | LOS SIMPANG |
|-----------|-------------------|---------------------|---------------------------|-------------|
| Utara | 0.79 | 37 | 36.67 | E |
| Selatan | 0.82 | 29 | 48.60 | |
| Timur | 0.97 | 74 | 73.23 | |
| Barat | 0.91 | 90 | 37.23 | |
| Rata-Rata | 0.87 | 57.5 | 48.72 | |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil dari analisis skenario 2 menggunakan aplikasi KAJI diperoleh untuk derajat kejenuhan simpang sebesar 0,87 dengan rata-rata panjang antrian simpang sepanjang 57,5 m dan rata-rata waktu tundaan sebesar 48,72 detik/smp serta untuk *Level Of Service* simpang yakni E.

5.4.2.2 Analisis skenario 2 dipengaruhi oleh kereta yang melintas

Berikut ini merupakan hasil analisis dari skenario 2 dengan adanya pengaruh dari kereta yang melintas berdasarkan aplikasi Vissim:

Tabel V. 37 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 2 Berdasarkan Aplikasi Vissim

| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (meter) | Level Of Service (LOS) |
|-----------|----------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Jl Anggrek | 52.67 | 28.93 | D |
| 2 | Jl Brantas 1 | 42.92 | 8.84 | C |
| 3 | Jl Soekarno Hatta Segmen 3 | 517.96 | 194.64 | F |
| 4 | Jl Soekarno Hatta Segmen 2 | 315.15 | 319.7 | F |
| Rata-Rata | | 232.18 | 138.03 | E |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa kinerja Simpang 4 Pilang mengalami penurunan dikarenakan terdapat kereta yang melintas sehingga menyebabkan panjang antrian rata-rata 138,03 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 232,18 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang E.

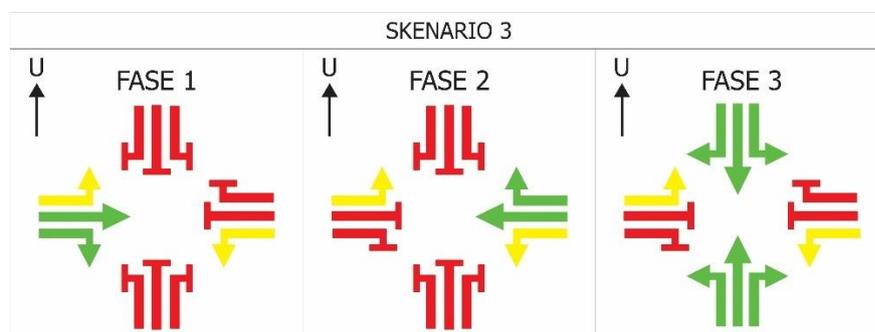
Berikut ini merupakan lay out Simpang 4 Pilang pada skenario 2:

5.4.3 Skenario 3 (Pemberlakuan *Left Turn On Red*)

Pada skenario 3 dilakukan *treatment* berupa pemberlakuan *Left Turn On Red (LTOR)* pada pendekatan Barat dan Timur dengan telah adanya perubahan geometri Simpang 4 Pilang pada skenario 2. Tujuan diberlakukan LTOR yaitu mengurai antrian kendaraan terutama pada pendekatan Barat yang akan berbelok ke kiri (JI Anggrek).

Pengaturan APILL yang digunakan pada skenario 3 sama seperti pengaturan APILL pada skenario.. Berikut ini merupakan urutan dan ilustrasi dari fase pada skenario 1:

- A. Fase 1 : Pendekat Barat (JI Soekarno Hatta Segmen 2)
- B. Fase 2 : Pendekat Timur (JI Soekarno Hatta Segmen 3)
- C. Fase 3 : Pendekat Utara (JI Anggrek) dan Pendekat Selatan (JI Brantas Segmen 1)



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar V. 9 Ilustrasi Fase Pada Skenario 3

Berikut ini merupakan pengaturan waktu APILL pada Simpang 4 Pilang pada skenario 2:

Tabel V. 38 Pengaturan APILL Pada Skenario 3

| Pendekat | Fase | Merah | Hijau | All Red | Kuning |
|----------|------|-------|-------|---------|--------|
| Barat | 1 | 42 | 23 | 4 | 3 |
| Timur | 2 | 54 | 15 | | 3 |
| Utara | 3 | 52 | 15 | | 3 |
| Selatan | | | | | |

Sumber: Hasil Analisis 2022

5.4.3.1 Analisis skenario Analisis skenario 3 tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas

1. Analisis skenario 3 menggunakan Vissim

Berdasarkan hasil analisis pada skenario 3 beriku ini merupakan tabel kinerja Simpang 4 Pilang tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas berdasarkan pemodelan menggunakan aplikasi Vissim:

Tabel V. 39 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 3 Berdasarkan Aplikasi Vissim

| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (meter) | Level Of Service (LOS) |
|-----------|----------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Jl Anggrek | 38.25 | 18.88 | C |
| 2 | Jl Brantas 1 | 26.36 | 9.17 | D |
| 3 | Jl Soekarno Hatta Segmen 3 | 268.81 | 131.26 | F |
| 4 | Jl Soekarno Hatta Segmen 2 | 285.21 | 311.83 | F |
| Rata-Rata | | 154.66 | 117.79 | D |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa kinerja Simpang 4 Pilang dengan panjang antrian rata-rata 117,79 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 154,66 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang D.

2. Analisis skenario 3 menggunakan aplikasi KAJI

Selain penggunaan aplikasi Vissim untuk menganalisis kinerja dari skenario yang direncanakan pada penelitian ini juga menganalisis skenario 3 menggunakan aplikasi KAJI. Berikut merupakan hasil analisis berdasarkan penggunaan aplikasi KAJI:

Tabel V. 40 Tabel Analisis Kinerja Skenario 3 Berdasarkan Aplikasi KAJI

| Pendekat | Derajat Kejenuhan | Panjang Antrian (m) | Waktu Tundaan (detik/smp) | LOS SIMPANG |
|-----------|-------------------|---------------------|---------------------------|-------------|
| Utara | 0.79 | 37 | 39.67 | D |
| Selatan | 0.84 | 29 | 51.69 | |
| Timur | 0.96 | 83 | 70.24 | |
| Barat | 0.32 | 23 | 22.63 | |
| Rata-Rata | 0.73 | 43 | 32.29 | |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil dari analisis skenario 3 menggunakan aplikasi KAJI diperoleh untuk derajat kejenuhan simpang sebesar 0,73 dengan rata-rata panjang antrian simpang sepanjang 43 m dan rata-rata waktu tundaan sebesar 32,29 detik/smp serta untuk *Level Of Service* simpang yakni D.

5.4.3.2 Analisis skenario 3 dipengaruhi oleh kereta yang melintas

Berdasarkan hasil analisis pada skenario 3 beriku ini merupakan tabel kinerja Simpang 4 Pilang dipengaruhi oleh kereta yang melintas berdasarkan pemodelan menggunakan aplikasi Vissim:

Tabel V. 41 Kinerja Simpang 4 Pilang Skenario 3 Berdasarkan Aplikasi Vissim

| No | Nama Kaki Simpang | Tundaan (det/kend) | Panjang Antrian (meter) | Level Of Service (LOS) |
|-----------|----------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | Jl Anggrek | 30.21 | 15.9 | D |
| 2 | Jl Brantas 1 | 38.89 | 9.55 | C |
| 3 | Jl Soekarno Hatta Segmen 3 | 516.64 | 183.45 | F |
| 4 | Jl Soekarno Hatta Segmen 2 | 321.16 | 341.99 | F |
| Rata-Rata | | 226.73 | 137.72 | E |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel analisis diatas diketahui bahwa kinerja Simpang 4 Pilang dengan panjang antrian rata-rata 137,72 m dan waktu rata-rata tundaan pada simpang 226,73 detik/kend. Dengan tingkat kinerja atau *Level Of Service (LOS)* simpang E.

Berikut ini merupakan Lay Out Simpang 4 Pilang pada Skenario 3:

Gambar V. 10 Lay Out Simpang 4 Pilang Pada Skenario 3



Sumber: Hasil Analisis 2022

5.5 Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Dilakukan *Treatment*

Berdasarkan analisis pemodelan menggunakan Aplikasi Vissim dan Aplikasi KAJI yang telah dilakukan didapatkan hasil kinerja lalu lintas dari kondisi eksisting maupun kondisi kinerja lalu lintas dalam skenario pada Simpang 4 Pilang.

Berikut ini merupakan hasil perbandingan dari kinerja lalu lintas sebelum (kondisi eksisting) dan sesudah (kondisi skenario) dilakukan *treatment*:

- A. Kondisi Tanpa Dipengaruhi Kereta

Tabel V. 42 Perbandingan Kinerja Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan *Treatment* Berdasarkan Analisis Aplikasi Vissim

| Pendekat | Tundaan (Det/Kend) | | | | Panjang Antrian (m) | | | | LOS (<i>Level Of Service</i>) | | | |
|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|---------------------------------|---|---|---|
| | EKS | 1 | 2 | 3 | EKS | 1 | 2 | 3 | EKS | 1 | 2 | 3 |
| Jl. Anggrek | 54.68 | 113.21 | 52.69 | 38.25 | 52.38 | 24.5 | 28.24 | 18.88 | F | D | D | C |
| Jl. Brantas Segmen 1 | 37.73 | 40.52 | 32.02 | 26.36 | 8.89 | 8.69 | 8.44 | 9.17 | D | D | C | D |
| Jl. Suhat Segmen 3 | 658.09 | 491.15 | 525.63 | 268.81 | 233.42 | 208.4 | 189.4 | 131.26 | F | F | F | F |
| Jl. Suhat Segmen 2 | 265.09 | 287.61 | 256.16 | 285.21 | 394.06 | 343.92 | 322.34 | 311.83 | F | F | F | F |
| Rata-Rata Total | 253.90 | 233.12 | 216.63 | 154.66 | 172.19 | 146.38 | 137.11 | 117.79 | E | E | E | D |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Tabel V. 43 Perbandingan Kinerja Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan *Treatment* Berdasarkan Analisis Aplikasi KAJI

| Pendekat | Tundaan (det/Smp) | | | | Panjang Antrian (m) | | | | Derajat Kejenuhan | | | | LOS Simpang | | | |
|----------------------|-------------------|--------|-------|-------|---------------------|-----|------|----|-------------------|------|------|------|-------------|---|---|---|
| | EKS | 1 | 2 | 3 | EKS | 1 | 2 | 3 | EKS | 1 | 2 | 3 | Eks | 1 | 2 | 3 |
| Jl. Anggrek | 28.93 | 36.46 | 39.67 | 39.67 | 28 | 33 | 37 | 37 | 0.58 | 0.74 | 0.79 | 0.79 | F | F | E | D |
| Jl. Brantas Segmen 1 | 29.06 | 38.03 | 48.6 | 51.69 | 21 | 24 | 29 | 29 | 0.57 | 0.72 | 0.82 | 0.84 | | | | |
| Jl. Suhat Segmen 3 | 73.23 | 73.23 | 73.23 | 70.24 | 74 | 74 | 74 | 83 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.96 | | | | |
| Jl. Suhat Segmen 2 | 692.1 | 300.2 | 37.6 | 22.63 | 778 | 433 | 90 | 23 | 1.36 | 1.14 | 0.91 | 0.32 | | | | |
| Rata-Rata Total | 349.87 | 169.52 | 48.72 | 32.29 | 225.25 | 141 | 57.5 | 43 | 0.87 | 0.89 | 0.87 | 0.73 | | | | |

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Tabel V. 44 Perbandingan Kinerja Dengan Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan *Treatment* Berdasarkan Analisis Aplikasi Vissim

| Pendekat | Tundaan (Det/Kend) | | | | Panjang Antrian (m) | | | | LOS (<i>Level Of Service</i>) | | | |
|----------------------|--------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|---------------------------------|---|---|---|
| | EKS | 1 | 2 | 3 | EKS | 1 | 2 | 3 | EKS | 1 | 2 | 3 |
| Jl. Anggrek | 132.94 | 80.77 | 52.67 | 30.21 | 69.66 | 13.39 | 28.93 | 15.9 | F | E | D | D |
| Jl. Brantas Segmen 1 | 55.35 | 58.36 | 42.92 | 38.89 | 15.92 | 8.27 | 8.84 | 9.55 | E | D | C | C |
| Jl. Suhat Segmen 3 | 563.94 | 619.42 | 517.96 | 516.64 | 242.78 | 216.65 | 194.64 | 183.45 | F | F | F | F |
| Jl. Suhat Segmen 2 | 776.34 | 715.73 | 315.15 | 321.16 | 382.78 | 366.84 | 319.7 | 341.99 | F | F | F | F |
| Rata-Rata Total | 382.14 | 368.57 | 232.18 | 226.73 | 177.79 | 151.29 | 138.03 | 137.72 | F | E | E | E |

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel diatas diketahui indikator-indikator yang menunjukkan kinerja simpang seperti panjang antrian, waktu tundaan, dan derajat kejenuhan untuk tiap-tiap skenario pada tiap pendekat simpang.

Berikut ini merupakan acuan yang digunakan dalam penentuan skenario terbaik yang memberikan dampak peningkatan kinerja simpang:

1. Indikator Panjang Antrian

Semakin panjang antrian kendaraan yang terjadi pada simpang maka semakin buruk kinerja simpang dan sebaliknya. Semakin pendek antrian kendaraan maka semakin baik kinerja simpang.

2. Indikator Lama Waktu Tundaan

Semakin lama waktu tundaan kendaraan yang terjadi pada simpang maka semakin buruk kinerja simpang dan sebaliknya. Semakin singkat waktu antrian kendaraan maka semakin baik pula kinerja simpang.

3. Indikator Derajat Kejenuhan

Apabila nilai derajat kejenuhan semakin mendekati nominal 1 maka kinerja simpang semakin buruk dan begitu pun sebaliknya. Apabila nilai derajat kejenuhan semakin jauh dari nominal 1 maka semakin baik kinerja suatu simpang.

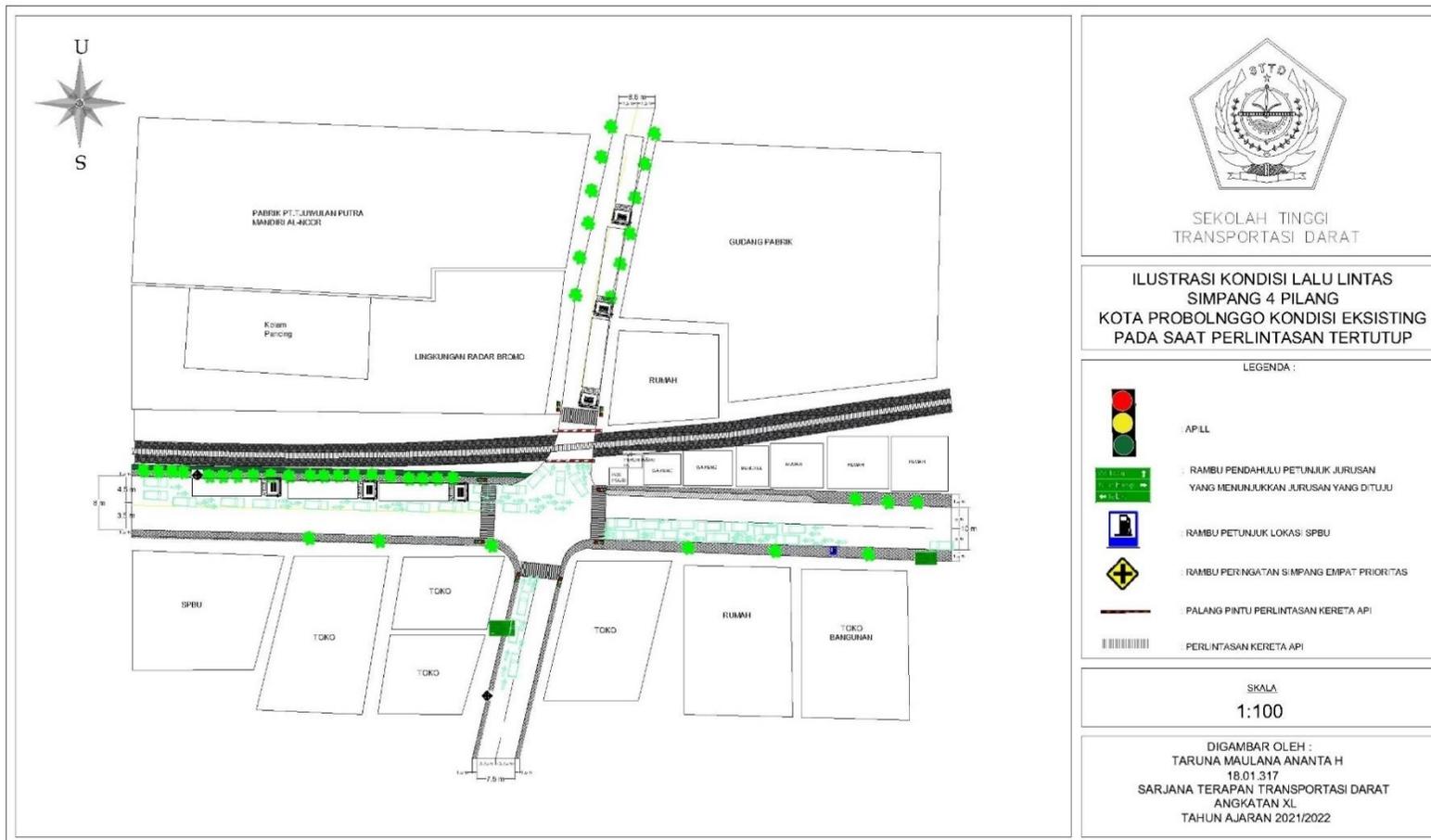
Berdasarkan tabel diatas merupakan hasil kinerja simpang dari masing-masing skenario. Terjadi penurunan kinerja simpang pada masing-masing skenario pada saat dipengaruhi oleh kereta yang melintas. Pada tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa skenario ketiga berupa optimalisasi waktu siklus APILL dengan perubahan geometri dan pemberlakuan LTOR pada pendekat Barat dan Timur merupakan skenario terbaik guna mengatasi permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.

5.6 Rekomendasi Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang 4 Pilang

Berdasarkan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, terdapat rekomendasi yang dapat diberikan yaitu berupa manajemen dan rekayasa lalu lintas dalam mengatasi permasalahan kinerja Simpang 4 Pilang serta dilakukan

treatment tambahan berupa usulan mengenai pengaturan lalu lintas khusus ketika kereta melintas yakni mengkoordinasikan APILL dengan persinyalan sebidang berupa perubahan *Stage* APILL yang semula dari 3 fase menjadi 2 fase serta dilengkapi dengan *Yellow Box Junction* selama perlintasan sebidang. Usulan ini memiliki tujuan agar mengurangi terjadinya konflik ditengah simpang yang terjadi pada kondisi eksisting. Sehingga mengurangi resiko terjadinya *blocking* di tengah simpang yang disebabkan oleh kendaraan dari pendekat Timur, Selatan, dan Barat yang akan memasuki pendekat Utara. Berikut ini merupakan ilustrasi dari kondisi eksisting ketika kereta melintas:

Gambar V. 11 Ilustrasi Kondisi Lalu Lintas di Simpang 4 Pilang Pada Saat Palang Perlintasan Tertutup

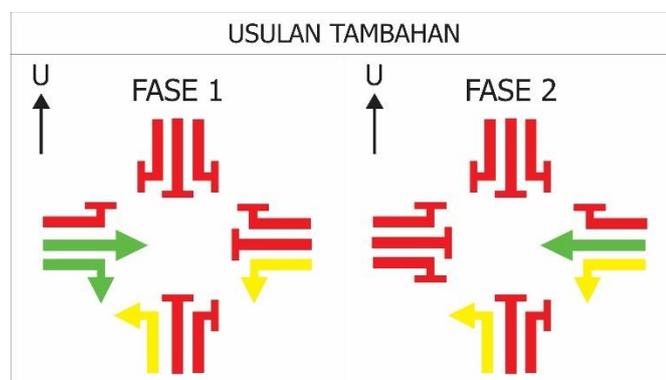


Sumber: Hasil Analisis 2022

Pada gambar ilustrasi diatas, dapat dilihat bahwa terdapat kendaraan yang berhenti pada tengah simpang mengganggu arus lalu lintas. Hal tersebut disebabkan tidak adanya koordinasi antara pengaturan APILL dengan waktu persinyalan sebidang. Pada saat palang pintu tertutup pola pengaturan siklus APILL tetap berjalan normal tanpa memperhatikan palang pintu tertutup.

Berikut ini merupakan pengaturan APILL yang dilakukan penyesuaian pada saat pintu perlintasan sebidang tertutup:

1. Fase 1 : Pendekat Barat arah lurus dan belok kanan (JI Soekarno Hatta Segmen 2)
2. Fase 2 : Pendekat Timur arah lurus (JI Soekarno Hatta Segmen 3)



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar V. 12 Ilustrasi Fase Pada Usulan Rekomendasi Tambahan

Berikut ini merupakan pengaturan waktu APILL pada Simpang 4 Pilang skenario 4:

Tabel V. 45 Pengaturan APILL Pada Usulan Rekomendasi Tambahan

| Pendekat | Fase | Merah | Hijau | All Red | Kuning |
|----------------------------------|------|-------|-------|---------|--------|
| Barat (lurus dan belok kanan) | 1 | 22 | 21 | 4 | 3 |
| Timur (lurus) | 2 | 28 | 15 | | 3 |

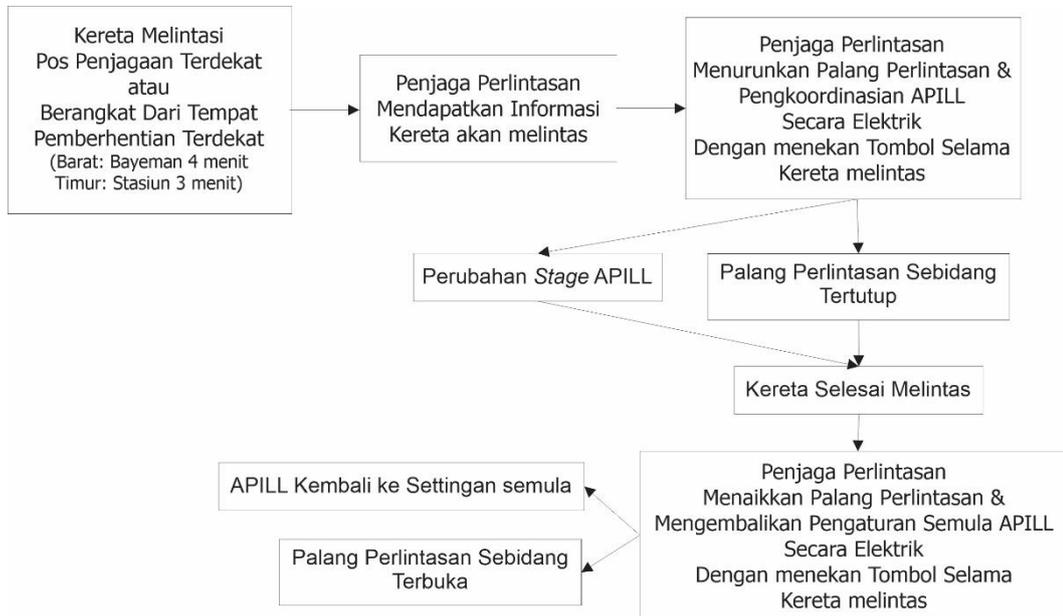
Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan Tabel diatas diketahui untuk 1 kali siklus APILL menghabiskan waktu selama 50 detik. Dengan durasi penutupan

terlama selama 238 detik, maka perubahan *stage* APILL dapat berlangsung 5 kali untuk kembali ke pengaturan semula.

Berikut merupakan konsep dari pengaplikasian dari usulan tambahan:

A. Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Mekanis (Manual)

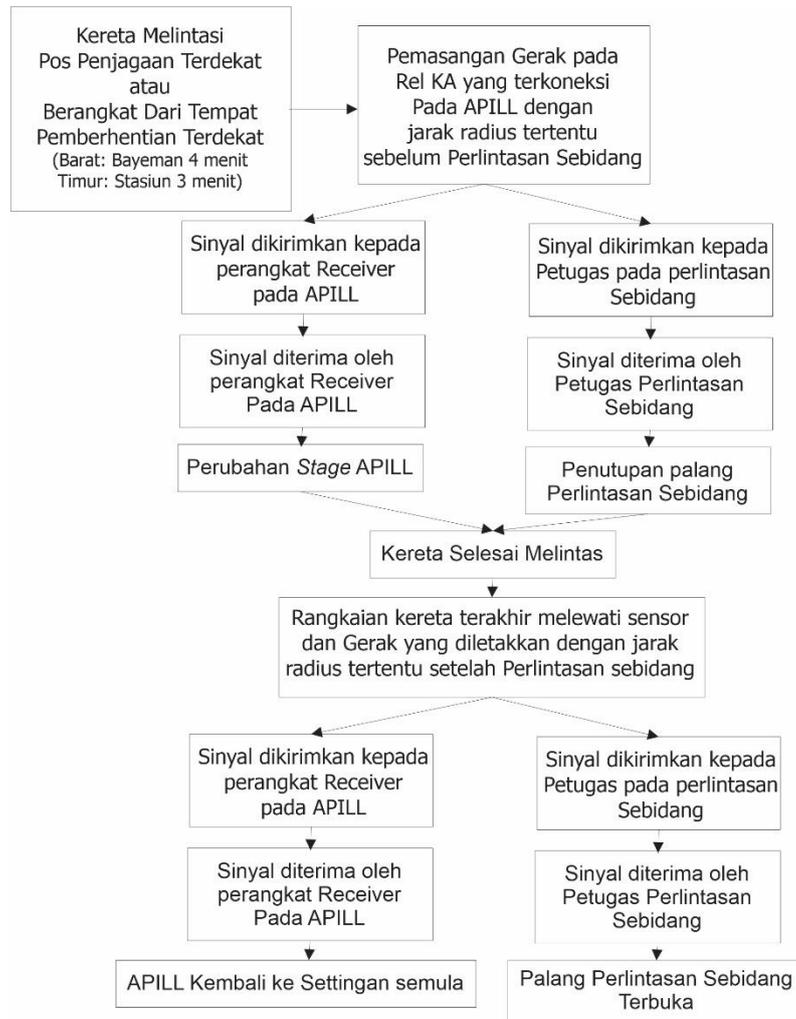


Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar V. 13 Bagan alir Konsep Pengaplikasian Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Mekanis (Manual)

Berdasarkan bagan alir diatas merupakan konsep pengkoordinasian APILL dengan persinyalan secara mekanis atau manual. Dimana tugas dari penjaga perlintasan sebidang sangat vital pada konsep ini. Antar penjaga perlintasan sebidang harus berkoordinasi dan komunikasi dengan baik. Kekurangan dari konsep usulan ini merupakan rawan terjadinya *human error* dari penjaga perlintasan sebidang. Sehingga perlu dipastikan baiknya alat komunikasi antar penjaga perlintasan sebidang serta pengaturan jam kerja penjaga perlintasan sebidang untuk meminimalisir resiko *human error*.

B. Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Otomatis



Gambar V. 14 Bagan alir Konsep Pengaplikasian Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Otomatis

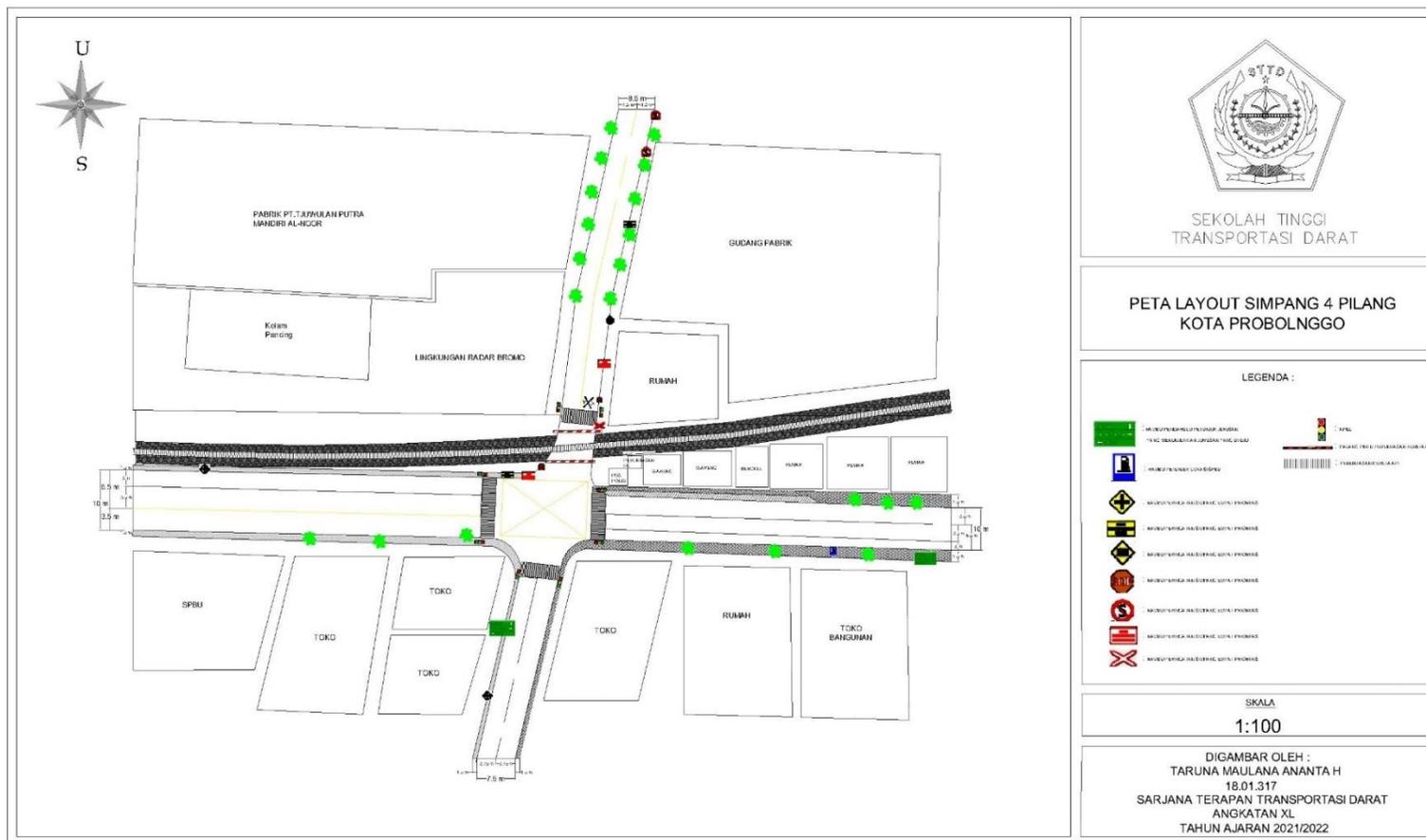
Berdasarkan bagan alir diatas merupakan konsep pengkoordinasian APILL dengan persinyalan secara otomatis. Dimana pemasangan alat detektor atau sensor pada rel yang terkoneksi dengan receiver pada APILL dan pos perlintasan. Sehingga secara otomatis mengatur *stage* pada APILL. Kekurangan dari konsep usulan ini merupakan resiko terjadinya *error* dan kerusakan sensor atau sistem perangkat. Sehingga perlu diperlukan tenaga ahli untuk *maintenance* dari perangkat sensor atau sistem perangkat.

Selain dengan mengkoordinasikan APILL dengan persinyalan sebidang, pada usulan tambahan ini ditambahkan dengan *Yellow Box*

Junction dan ditambahkannya perlengkapan jalan berupa rambu dan marka pada simpang dan sekitar perlintasan sebidang guna meningkatkan keselamatan perlintasan sebidang sesuai dengan (Direktur Jenderal Perhubungan Darat 2018) dan regulasi tentang perambuan yang tertuang pada PM No 13 Tahun 2014 (Kementerian Perhubungan 2014).

Berikut ini merupakan *Lay Out* Simpang 4 Pilang pada Skenario 4:

Gambar V. 15 Lay Out Simpang 4 Pilang Usulan Dengan Tambahannya Rambu dan Marka



SEKOLAH TINGGI
TRANSPORTASI DARAT

PETA LAYOUT SIMPANG 4 PILANG
KOTA PROBLNGGO

LEGENDA :

- HURDUWISHELO TUURKUN BUNDA
TUUR BUKAN HARUS DILAKUKAN TINGGI
- HURDUWISHELO LOM BESI
- HURDUWISHELO HARUS DILAKUKAN PROHIBISI
- ATAL
- PERALATAN LAINNYA

SKALA
1:100

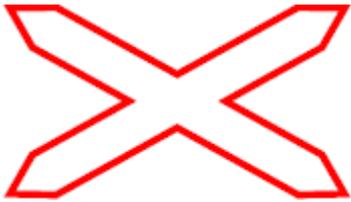
DIGAMBAR OLEH :
TARUNA MAULANA ANANTA H
18.01.317
SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT
ANGKATAN XL
TAHUN AJARAN 2021/2022

Sumber: Hasil Analisis 2022

Selain itu pada usulan tambahan ini perlengkapan jalan berupa rambu dan marka untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Berikut merupakan daftar rambu dan marka yang ditambahkan pada usulan rekomendasi sebagai berikut:

a. Rambu Lalu Lintas

Tabel V. 46 Rambu-Rambu Pada Usulan Tambahan

| No | Gambar Rambu | Makna Rambu |
|----|---|---|
| 1 | 1a  | Rambu larangan berjalan terus karena wajib berhenti sesaat dan/atau melanjutkan perjalanan setelah dipastikan selamat dari konflik lalu lintas dari arah lainnya. |
| 2 | 1e  | Rambu larangan berjalan terus dikarenakan terdapat perlintasan sebidang jalur tunggal sebelum mendapatkan kepastian selamat dari konflik |
| 3 | 6  | Rambu larangan berupa kata-kata untuk berhenti sejenak memastikan selamat dari konflik lalu lintas dari arah lainnya. |

| | | | |
|---|----|---|--|
| 4 | 3a |  | Rambu larangan Berhenti |
| 5 | 8e |  | Rambu peringatan pintu perlintasan sebidang kereta api |
| 6 | 9 |  | Rambu Peringatan berupa kata-Kata |

Sumber: Analisis Tahun 2022

b. Marka

Tabel V. 47 Marka Pada Usulan Tambahan

| No | Gambar Marka | Makna Marka |
|----|---|---|
| 1 |  | Marka Jalan Pada Perlintasan Sebidang Dengan Jalan Kereta Api |

Sumber: Hasil Analisis 2022

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo merupakan salah satu simpang yang tipe pengendalian simpang bersinyal. Simpang 4 Pilang merupakan salah satu simpang bersinyal di Kota Probolinggo memiliki kinerja buruk. Hal itu dikarenakan banyaknya kendaraan barang yang melewati Simpang 4 Pilang dan terdapat perlintasan sebidang yang memotong pendekat Utara. Hasil dari kinerja eksisting simpang berdasarkan analisis Vissim menghasilkan panjang antrian 172,19 m, waktu tundaan 253,90 detik/kend dengan *Level Of Service* Simpang E tanpa adanya pengaruh kereta yang melintas. Terjadi penurunan kinerja simpang pada saat kereta yang melintas dengan panjang antrian 177,79 m, waktu tundaan 382,14 detik/kend, serta *Level Of Service* simpang menjadi F.
2. Berdasarkan survey dan analisis statistik panjang antrian kendaraan dan waktu tundaan kendaraan pada pendekat simpang yang paling terpengaruh oleh durasi penutupan perlintasan sebidang terjadi pada pendekat Utara dan Barat. Besar pengaruh penutupan perlintasan sebidang pada pendekat Utara yakni berkisar 85,55% hingga 53,44% terhadap panjang antrian dan berkisar 71,26% hingga 47,03% terhadap waktu tundaan. Sedangkan besar pengaruh durasi penutupan pada pendekat Barat berkisar 79,24% hingga 53,77% terhadap panjang antrian dan berkisar 87,48% hingga 31,49% terhadap waktu tundaan. Selain itu, dihasilkan model berdasarkan analisis regresi linear sederhana, apabila ditentukan dengan nilai minimum dari variabel X (durasi penutupan palang pintu perlintasan sebidang) sebesar 135

maka akan menghasilkan panjang antrian sepanjang 151 meter dan waktu tundaan kendaraan selama 162 detik yang akan dilepas pada pendekat Utara. Pada pendekat Selatan akan dihasilkan panjang antrian kendaraan yang akan memasuki pendekat Utara sepanjang 2 meter dan lama waktu tundaan selama 120 detik. Sedangkan pada pendekat Timur akan menghasilkan antrian kendaraan yang akan memasuki pendekat Utara sepanjang 2 meter dengan waktu tundaan selama 23 detik dan pada pendekat Barat akan menghasilkan panjang antrian kendaraan yang akan memasuki pendekat Utara sepanjang 126 meter dengan lama waktu tundaan 157 detik.

3. Manajemen dan rekayasa lalu lintas yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja Simpang 4 Pilang sebagai berikut:
 - A. Skenario 1: Pengoptimalan waktu siklus APILL dengan menambah waktu hijau pada pendekat Barat (JI Soekarno Hatta Segmen 2).
 - B. Skenario 2: Pengoptimalan waktu siklus APILL seperti skenario 1 disertai dengan perubahan geometri simpang berupa pemberian lajur khusus kendaraan yang akan berbelok ke kiri pada pendekat Barat (JI Soekarno Hatta 2) dan Timur (JI Soekarno Hatta 3).
 - C. Skenario 3: Penerapan gabungan antara skenario 2 disertai dengan pemberlakuan sistem LTOR (*Left Turn On Red*) pada pendekat Barat dan Timur.
4. Berdasarkan hasil perbandingan permodelan pada seluruh skenario yang telah dilakukan, baik dalam kondisi tidak terpengaruh kereta melintas maupun terpengaruh oleh kereta yang melintas dapat diambil kesimpulan bahwa skenario 3 merupakan skenario terbaik guna meningkatkan kinerja Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.
5. Terdapat usulan manajemen dan rekayasa lalu lintas tambahan berupa perubahan stage secara mekanik dan otomatis ketika kereta melintas serta penambahan perlengkapan jalan berupa rambu dan marka pada simpang dan sekitar perlintasan sebidang yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan pada simpang.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini, terdapat beberapa saran yang penulis berikan sebagai berikut ini:

1. Penerapan skenario 1 sebagai penanganan masalah jangka pendek dan merupakan metode peningkatan kinerja simpang termudah dan paling ekonomis untuk pengaplikasiannya di lapangan karena hanya mengatur pengaturan APILL.
2. Penerapan skenario 2 sebagai penanganan masalah kinerja Simpang 4 Pilang dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas simpang terutama pada pendekat Barat dan Timur sehingga dapat menampung kendaraan lebih banyak lagi.
3. Penerapan skenario 3 sebagai penanganan masalah kinerja Simpang 4 Pilang dengan tujuan meningkatkan kapasitas simpang dan memperlancar arus lalu lintas pada Simpang 4 Pilang.
4. Perlu adanya kajian dan penelitian lebih lanjut mengenai usulan *treatment* tambahan yakni mengkoordinasikan APILL terhadap perlintasan sebidang pada kondisi khusus ketika pintu perlintasan perlintasan sebidang tertutup yaitu dengan yaitu perubahan *stage* fase dari 3 fase menjadi 2 fase.
5. Perlu adanya pengkajian lebih lanjut mengenai posisi peletakan dan ukuran dari rambu dan marka sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Imma Widyawati. 2016. "Peningkatan Kinerja Dan Keselamatan Persimpangan Di Kawasan Pusat Kota Malang." *Jurnal Pengembangan Kota.*
- Alhamid, Thalha, and Budur Anufia. 2019. "Instrumen Pengumpulan Data." *Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Sorong.*
- Aras, Erwin, Ludfi Djakfar, and Achmad Wicaksono. 2014. "Manajemen Lalu Lintas Pada Simpang Borobudur Kota Malang." *Universitas Brawijaya.*
- Aryandi, Rama Dwi, and Ahmad Munawar. 2014. "Penggunaan Software VISSIM Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta)." *FSTPT International Symposium.*
- BPS Kota Probolinggo. 2021. "Kota Probolinggo Dalam Angka 2021."
- Direktur Jenderal Perhubungan Darat. 2018. "Pedoman Teknis Pengendalian Lalu Lintas Di Ruas Jalan Pada Lokasi Potensi Kecelakaan Di Perlintasan Sebidang Dengan Kereta Api."
- Hendiarto, Iwan Arsiawan, And Arief Hilwan. 1999. "Analisis Kemacetan Arus Lalu Lintas Pada Pertemuan Sebidang Jalan Kereta Api Dengan Simpang Lima Di Palang Joglo, Surakarta." *Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.*
- Irawan, Muhammad Zudhy, and Nurjannah Haryanti Putri. 2015. "Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)." *Jurnal Penelitian Transportasi Multimoda* 13 (3): 97–106.
- Kementerian Perhubungan. 2009. "Undang-Undang RI No.22 Tahun 2009." *Undang-Undang RI No.22 Tahun 2009.*
- . 2011. "PM No 36 Tahun 2011 Tentang Perpotongan Dan/Atau Persinggungan Antara Alur Kereta Api Dengan Bangunan Lain."
- . 2014. "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. Pm 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas." *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 115 Tahun 2018.*
- . 2015. "PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan

- Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas." *Jakarta: Departemen Perhubungan*.
- Mangkunegara. 2018. "Pengaruh Pelatihan Dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Universitas Dharmawangsa." *Manajemen*, no. November: 111.
- Mulyono, gotot slamet, and Suwardi. 2006. "Analisis Lalu Lintas Pertemuan Jalan Raya Dengan Lintasan Kereta Api Ledok Sari Di Surakarta." *Jurnal Eco Rekayasa*.
- Nugraha, Muhammad Reza Artha, Assabib Sibyan, Santika Yuliana Margiani, and Naomi Srie Kusumastutie. 2017. "Analisis Konflik Lalu Lintas Pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Pegadaian Jalan Ks Tubun Kota Tegal)." *Prosiding Simposium Forum Study Transportasi Antar Perguruan Tinggi..*
- Pemerintah Indonesia. 2011. "Pp Nomor 32 Tahun 2011." *PP No.32 Tahun 2011*.
- PKL PTDI-STTD Kota Probolinggo. 2021. "Laporan Umum Kinerja Transportasi Darat Di Kota Probolinggo."
- Prajitno, Subagio Budi. 2017. "Metodologi Penelitian Kuantitatif." *UIN Sunan Gunung Djati Bandung*.
- Pratama, Tommy, and Budi Hartanto Susilo. 2019. "Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Pada Lintasan Kereta Api Di Jalan Abdul Rahman Saleh." *Jurnal Teknik Sipil*.
- Qomar, F Al, and R Hamduwibawa. 2017. "Pengaruh Jalan Kereta Api Terhadap Simpang Bersinya Patrang Jember." *Jurnal Rekayasa*.
- Radam, Iphan F. 2018. "Perancangan Rekayas Lintas Menggunakan Software KAJI," no. April.
- Redjeki, Sri, and Warsito. 2016. "Kesehatan Dan Keselamatan KErja." *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*.
- Rusmandani, Pipit, Nurul Fitriani, Ema Pratami Rosyada, and Riandy Sholeh Setiawan. 2021. "Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Turn Left Only Circulation Pada Perlintasan Sebidang Tirus Dengan Software VISSIM." *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*.
- Safitri, W. R. 2016. "Analisa Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue Dengan Kepadatan Penduduk Di Kota Surabaya Pada Tahun 2021-2014." *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.

- Sugiyono, D. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan Tindakan*.
- Tamin, Ofyar Z. 2008. *Perencanaan & Pemodelan Transportasi*.
- Wibowo, Ari. 2017. "Uji Chi-Square Pada Statistika Dan SPSS." *Jurnal Ilmiah Sinus*.
- Widya, Agus, and Abraham Marpaung. 2011. "ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak) The Performance Ana ..." *Universitas Udayana Denpasar*.

LAMPIRAN

Lampiran 3. Hasil Analisis Kaji Skenario 2

| KAJI - SIGNALISED INTERSECTIONS | | City : KOTA PROBOLINGGO | | Date : 14 JULI 2022 | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------------------------|----------|------------------------------|------------------------------|--------|---------|--------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------|--------|-------|
| Form SIG-5: QUEUE LENGTH, STOP RATE, DELAY | | Intersection: SIMPANG 4 PILANG | | Handled by: MAULANA ANANTA H | | | | | | | | | | | | |
| Purpose : Operation | | Cycle time : 74.0 sec | | Case : JAM TERSIBUK | | | | | | | | | | | | |
| | | Prob. for overloading: 5.00 % | | Period : SKENARIO 2 | | | | | | | | | | | | |
| Approach | FLOW (pcu/h) | Capa- | Degree | Green | No of queuing vehicles (pcu) | Queue | Stop | No. of | Delay | | | | | | | |
| code | Qentry | city | of satu- | ratio | Total | Length | Rate | stops | Avg.Delay | Avg.Delay | Avg.Delay | Tot Delay | | | | |
| | excl. | Used | ration | gr= | NQ1 | NQ2 | NQ = | NQmax | Q1(m) | stops | NSV | Traffic | Geometric | D=DT+DG | D * Q | |
| (1) | LTOR | SIG-4 | DS=Q/C | g/c | (6) | (7) | NQ1+NQ2 | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
| N2 UTARA | 524 | 524 | 660 | 0.794 | 0.203 | 1.40 | 10.23 | 11.63 | 16 | 37 | 0.972 | 509 | 35.66 | 4.02 | 39.67 | 20789 |
| S2 LATAN | 306 | 306 | 373 | 0.820 | 0.203 | 1.70 | 6.02 | 7.71 | 11 | 29 | 1.104 | 338 | 44.60 | 4.00 | 48.60 | 14870 |
| E2 TIMUR | 833 | 833 | 858 | 0.971 | 0.176 | 9.28 | 17.02 | 26.29 | 37 | 74 | 1.382 | 1151 | 69.23 | 4.00 | 73.23 | 61003 |
| W2 BARAT | 1407 | 1407 | 1544 | 0.911 | 0.338 | 4.36 | 27.67 | 32.03 | 45 | 90 | 0.997 | 1402 | 33.60 | 4.00 | 37.60 | 52906 |
| LTOR, all | 0 | 0 | | | | | | | | | | | 0.00 | 6.00 | 6.00 | 0 |
| Flow adj (Qadj): | 0 | | | | | | | | | Total: | 3400 | | | Total delay(sec): | 149568 | |
| Tot flow : 3070 (Qtot) | | | | | | | | | | Mean number of stops/pcu: | 1.11 | | | Mean intersection delay(sec/pcu): | 48.72 | |
| Comments Results indicate US-HCM85 level-of-service E | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Program version 1.10F Date of run: 220714/6:07 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Lampiran 4. Hasil Analisis Kaji Skenario 3

| KAJI - SIGNALISED INTERSECTIONS | | City : KOTA PROBOLINGGO | | | | | | | | | | Date : 14 JULI 2022 | | | | |
|---|--------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|------------------------------|------|--------------|-------|--------|--------------|---------------------------|------------------------------|---|-------------------|-----------------|-------|
| Form SIG-5: QUEUE LENGTH, STOP RATE, DELAY | | Intersection: SIMPANG 4 PILANG | | | | | | | | | | Handled by: MAULANA ANANTA H | | | | |
| Purpose : Operation | | Cycle time : 74.0 sec | | | | | | | | | | Case : JAM TERSIBUK | | | | |
| | | Prob. for overloading: 5.00 % | | | | | | | | | | Period : SKENARIO 3 | | | | |
| Approach code | FLOW (pcu/h) | Capa- city | Degree of satu-ration | Green ratio | No of queuing vehicles (pcu) | | | | | Queue Length | Stop Rate | No. of stops | Delay | | | |
| | excl. in | Used | | gr= g/c | NQ1 | NQ2 | NQ = NQ1+NQ2 | NQmax | Ql (m) | stops /pcu | NSV | Avg.Delay Traffic | Avg.Delay Geometric | Avg.Delay D=DT+DG | Tot Delay D * Q | |
| (1) | LTOR | SIG-4 | DS=Q/C | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) | |
| N2 UTARA | 524 | 524 | 660 | 0.794 | 0.203 | 1.40 | 10.23 | 11.63 | 16 | 37 | 0.972 | 509 | 35.66 | 4.02 | 39.67 | 20789 |
| S2 LATAN | 306 | 306 | 365 | 0.838 | 0.203 | 1.96 | 6.04 | 8.00 | 11 | 29 | 1.145 | 350 | 47.69 | 4.00 | 51.69 | 15818 |
| E2 TIMUR | 670 | 670 | 700 | 0.957 | 0.203 | 7.21 | 13.62 | 20.83 | 29 | 83 | 1.361 | 912 | 66.24 | 4.00 | 70.24 | 47060 |
| W2 BARAT | 363 | 363 | 1128 | 0.322 | 0.311 | 0.00 | 5.71 | 5.71 | 8 | 23 | 0.689 | 250 | 19.53 | 3.11 | 22.63 | 8216 |
| LTOR,all | 1207 | 1207 | | | | | | | | | | 0.00 | 6.00 | 6.00 | 7242 | |
| Flow adj(Qadj): | 0 | | | | | | | | | | Total: | 2021 | Total delay(sec): 99125 | | | |
| Tot flow : 3070(Qtot) | | | | | | | | | | | Mean number of stops/pcu: | 0.66 | Mean intersection delay(sec/pcu): 32.29 | | | |
| Comments Results indicate US-HCM85 level-of-service D | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Program version 1.10F Date of run: 220714/6:32 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Lampiran 5. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Barat

Correlations

| | | DURASI | ANTRIAN |
|---------|---------------------|--------|---------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .804** |
| | Sig. (2-tailed) | | .000 |
| | N | 15 | 15 |
| ANTRIAN | Pearson Correlation | .804** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .000 | |
| | N | 15 | 15 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 6. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Barat

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .804 ^a | .646 | .619 | 16.79073 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 27.882 | 31.290 | | .891 | .389 |
| | DURASI | .848 | .174 | .804 | 4.872 | .000 |

a. Dependent Variable: ANTRIAN

Lampiran 7. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Selatan

Correlations

| | | DURASI | ANTRIAN |
|---------|---------------------|-------------------|-------------------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .598 [*] |
| | Sig. (2-tailed) | | .018 |
| | N | 15 | 15 |
| ANTRIAN | Pearson Correlation | .598 [*] | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .018 | |
| | N | 15 | 15 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran 8. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Selatan

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .598 ^a | .358 | .309 | 3.10794 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | -12.844 | 5.792 | | -2.218 | .045 |
| | DURASI | .087 | .032 | .598 | 2.693 | .018 |

a. Dependent Variable: ANTRIAN

Lampiran 9. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Timur

Correlations

| | | DURASI | ANTRIAN |
|---------|---------------------|-------------------|-------------------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .631 [*] |
| | Sig. (2-tailed) | | .012 |
| | N | 15 | 15 |
| ANTRIAN | Pearson Correlation | .631 [*] | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .012 | |
| | N | 15 | 15 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran 10. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Timur

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .631 ^a | .398 | .351 | 1.79222 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | -4.358 | 3.340 | | -1.305 | .215 |
| | DURASI | .054 | .019 | .631 | 2.930 | .012 |

a. Dependent Variable: ANTRIAN

Lampiran 11. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Utara

Correlations

| | | DURASI | ANTRIAN |
|---------|---------------------|--------|---------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .876** |
| | Sig. (2-tailed) | | .000 |
| | N | 15 | 15 |
| ANTRIAN | Pearson Correlation | .876** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .000 | |
| | N | 15 | 15 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 12. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Panjang Antrian Pada Pendekat Utara

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .876 ^a | .768 | .750 | 14.73454 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | -3.026 | 27.459 | | -.110 | .914 |
| | DURASI | 1.001 | .153 | .876 | 6.556 | .000 |

a. Dependent Variable: ANTRIAN

Lampiran 13. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Barat

Correlations

| | | DURASI | TUNDAAN |
|---------|---------------------|--------|---------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .935** |
| | Sig. (2-tailed) | | .000 |
| | N | 15 | 15 |
| TUNDAAN | Pearson Correlation | .935** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .000 | |
| | N | 15 | 15 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 14. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Barat

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .935 ^a | .875 | .865 | 9.35302 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 20.592 | 17.430 | | 1.181 | .259 |
| | DURASI | .924 | .097 | .935 | 9.532 | .000 |

a. Dependent Variable: TUNDAAN

Lampiran 15. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Selatan

Correlations

| | | DURASI | TUNDAAN |
|---------|---------------------|-------------------|-------------------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .628 [*] |
| | Sig. (2-tailed) | | .012 |
| | N | 15 | 15 |
| TUNDAAN | Pearson Correlation | .628 [*] | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .012 | |
| | N | 15 | 15 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran 16. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Selatan

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .628 ^a | .395 | .348 | 71.56917 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | -247.104 | 133.373 | | -1.853 | .087 |
| | DURASI | 2.160 | .742 | .628 | 2.912 | .012 |

a. Dependent Variable: TUNDAAN

Lampiran 17. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Timur

Correlations

| | | DURASI | TUNDAAN |
|---------|---------------------|--------|---------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .733** |
| | Sig. (2-tailed) | | .002 |
| | N | 15 | 15 |
| TUNDAAN | Pearson Correlation | .733** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .002 | |
| | N | 15 | 15 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 18. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Timur

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .733 ^a | .538 | .502 | 20.56750 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 24.996 | 38.329 | | .652 | .526 |
| | DURASI | .829 | .213 | .733 | 3.889 | .002 |

a. Dependent Variable: TUNDAAN

Lampiran 19. Hasil Output SPSS Uji Korelasi Pearson Durasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Utara

Correlations

| | | DURASI | TUNDAAN |
|---------|---------------------|--------|---------|
| DURASI | Pearson Correlation | 1 | .823** |
| | Sig. (2-tailed) | | .000 |
| | N | 15 | 15 |
| TUNDAAN | Pearson Correlation | .823** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .000 | |
| | N | 15 | 15 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 20. Hasil Output SPSS Uji Regresi Linear Sederhana dan Koefisien Determinasi Terhadap Waktu Tundaan Pada Pendekat Utara

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .823 ^a | .677 | .653 | 17.93130 |

a. Predictors: (Constant), DURASI

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 5.029 | 33.416 | | .150 | .883 |
| | DURASI | .971 | .186 | .823 | 5.225 | .000 |

a. Dependent Variable: TUNDAAN

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|--|--|
| <p>Nama : MAULANA ANANTA HERLAMBANG</p> <p>Notar : 1801317</p> <p>Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT</p> <p>Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO</p> | <p>Dosen <u>Pembimbing</u> : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC.</p> <p>Tanggal Asistensi : 29 APRIL 2022</p> <p>Asistensi Ke- <u>1</u></p> |
|--|--|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|--|
| 1 | Perbaiki tata cara penulisan Latar Belakang, Identifikasi Masalah dan Rumusan Masalah. | <p>Telah diperbaiki</p> <p style="text-align: center;">----- (Hasil Revisi) -----</p>  |

Dosen Pembimbing,

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| Nama : MAULANA ANANTA HERLABANG Notar : 1801317 Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO | Dosen <u>Pembimbing</u> : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC. Tanggal Asistensi : 30 APRIL 2022 Asistensi Ke- <u>2</u> |
|---|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|--|
| 1 | Perbaiki tata cara penulisan Latar Belakang, Identifikasi Masalah dan Rumusan Masalah. | Telah diperbaiki ----- (Hasil Revisi) ----- |

Dosen Pembimbing,

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| <p>Nama : MAULANA ANANTA HERLABANG</p> <p>Notar : 1801317</p> <p>Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT</p> <p>Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO</p> | <p>Dosen <u>Pembimbing</u> : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC.</p> <p>Tanggal Asistensi : 7 Mei 2022</p> <p>Asistensi Ke- <u>3</u></p> |
|---|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|--|
| 1 | Perbaiki identifikasi masalah, rumusan masalah, masud & tujuan, batasan masalah, dan keaslian penelitian | <p>Telah diperbaiki.</p> <p>----- (Hasil Revisi) -----</p> |

Dosen Pembimbing,

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| Nama : MAULANA ANANTA HERLABANG Notar : 1801317 Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO | Dosen <u>Pembimbing</u> : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC. Tanggal Asistensi : 16 Mei 2022 Asistensi Ke- <u>4</u> |
|---|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|---|
| 1 | -Memperbaiki tata naskah menyesuaikan dengan pedoman penulisan naskah terbaru -Memperbaiki tujuan penelitian pada Bab -Memperbaiki Gambaran umum agar lebih spesifik pada Bab 2 -Memperbaiki Bab 3 untuk Kajian Pustaka | Telah diperbaiki. ----- (Hasil Revisi) -----  |
| 2 | -Memperbaiki Bagan Alir pada Bab 4 |  |

Dosen Pembimbing,

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| Nama : MAULANA ANANTA HERLABANG Notar : 1801317 Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO | Dosen <u>Pembimbing</u> : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC. Tanggal Asistensi : 22 Mei 2022 Asistensi Ke- <u>5</u> |
|---|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|---|--|
| 1 | Pembenahan halaman, Daftar Rumus, Daftar Lampiran, Daftar gambar, Penomoran, Keterangan | Telah diperbaiki ----- (Hasil Revisi) -----  |

Dosen Pembimbing,

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| Nama : MAULANA ANANTA HERLABANG Notar : 1801317 Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO | Dosen <u>Pembimbing</u> : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC. Tanggal Asistensi : 29 Mei 2022 Asistensi Ke- <u>6</u> |
|---|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|---|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> -Pembenahan tata naskah sesuai dengan pedoman pada bab 1 latar belakang sampai dengan bab 4 metodologi penelitian. -Pembenahan pada bagan alir -Pembenahan style pada -Pemberian tahun pada sumber | Telah diperbaiki ----- (Hasil Revisi) ----- |

Dosen Pembimbing,

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| <p>Nama : MAULANA ANANTA HERLAMBANG</p> <p>Notar : 1801317</p> <p>Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT</p> <p>Judul Skripsi : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO</p> | <p>Dosen Pembimbing : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC.</p> <p>Tanggal Asistensi : 31 Mei 2022</p> <p>Asistensi Ke- <u>7</u></p> |
|---|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|---|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> -Daftar Pustaka -Pembenahan pada bab 1 -Pembenahan pada bagan alir penelitian | <p>Telah diperbaiki</p> <p>----- (Hasil Revisi) -----</p> |

Dosen Pembimbing

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | | | |
|-----------------|--|---------------------|----------------------------|
| Nama | : MAULANA ANANTA HERLAMBAANG | Dosen Pembimbing : | IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC. |
| Notar | : 1801317 | Tanggal Asistensi : | 27 Juni 2022 |
| Prodi | : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT | Asistensi Ke- | 8 |
| Judul Skripsi : | MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO | | |

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|--|
| 1 | -Pembenahan pada bab 5 Analisis dan Pembahasan -Penggunaan Aplikasi KAJI | Telah diperbaiki ----- (Hasil Revisi) -----  |

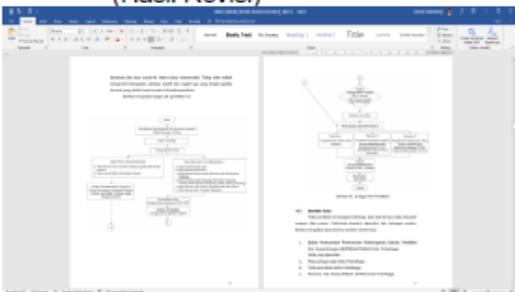
Dosen Pembimbing

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| <p>Nama : MAULANA ANANTA HERLAMBANG</p> <p>Notar : 1801317</p> <p>Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT</p> <p>Judul Skripsi : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO</p> | <p>Dosen Pembimbing : IR DJAMAL SUBASTIAN, M.SC.</p> <p>Tanggal Asistensi : 2022</p> <p>Asistensi Ke- 9</p> |
|---|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|--|
| 1 | -Pembenahan tata naskah -Penandatanganan lembar persetujuan | Telah diperbaiki ----- (Hasil Revisi) -----  |

Dosen Pembimbing

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|--|---|
| Nama : MAULANA ANANTA HERLABANG Notar : 1801317 Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO | Dosen <u>Pembimbing</u> : DR. I MADE ARKA HERMAWAN, MT Tanggal Asistensi : 16 Mei 2022 Asistensi Ke- <u>1</u> |
|--|---|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|---|
| 1 | -Memperbaiki tata naskah menyesuaikan dengan pedoman penulisan naskah terbaru -Memperbaiki tujuan penelitian pada Bab -Memperbaiki Gambaran umum agar lebih spesifik pada Bab 2 -Memperbaiki Bab 3 untuk Kajian Pustaka | Telah diperbaiki. ----- (Hasil Revisi) -----  |
| 2 | -Memperbaiki Bagan Alir pada Bab 4 |  |

Dosen Pembimbing,


POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | |
|--|--|
| <p>Nama : MAULANA ANANTA HERLAMBANG</p> <p>Notar : 1801317</p> <p>Prodi : SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT</p> <p>Judul <u>Skripsi</u> : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO</p> | <p>Dosen <u>Pembimbing</u> : DR. I MADE ARKA HERMAWAN, MT</p> <p>Tanggal Asistensi : 29 Mei 2022</p> <p>Asistensi Ke- <u>2</u></p> |
|--|--|

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> -Pembenahan tata naskah sesuai dengan pedoman pada bab 1 latar belakang sampai dengan bab 4 metodologi penelitian. -Pembenahan pada bagan alir -Pembenahan style pada -Pemberian tahun pada sumber data | <p>Telah diperbaiki</p> <p>----- (Hasil Revisi) -----</p> |

Dosen Pembimbing,

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD



KARTU ASISTENSI SKRIPSI

| | | | |
|----------------------|---|-------------------------|--------------------------------|
| Nama | : MAULANA ANANTA HERLAMBANG | Dosen <u>Pembimbing</u> | : DR. I MADE ARKA HERMAWAN, MT |
| Notar | : 1801317 | Tanggal Asistensi | : 30 Mei 2022 |
| Prodi | : <u>SARJANA TERAPAN</u> TRANSPORTASI DARAT | Asistensi Ke- | : 3 |
| Judul <u>Skripsi</u> | : MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS PADA SIMPANG 4 PILANG KOTA PROBOLINGGO | | |

| No | Evaluasi | Revisi |
|----|--|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> -Pembenahan tata naskah sesuai dengan pedoman pada bab 1 latar belakang sampai dengan bab 4 metodologi penelitian. -Pembenahan pada bagan alir -Pembenahan style pada -Pemberian tahun pada sumber data | <p>Telah diperbaiki</p> <p>----- (Hasil Revisi) -----</p> |

Dosen Pembimbing,