

**ANALISIS KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL  
SIMPANG PASAR PON DAN SIMPANG NONONGAN  
MELALUI PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

**KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR**



**DISUSUN OLEH :**

**GEDE DINAR WANGSA**

**2003006**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI  
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**

**2023**

**ANALISIS KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL  
SIMPANG PASAR PON DAN SIMPANG NONONGAN  
MELALUI PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

**KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian  
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan  
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Transportasi



**DISUSUN OLEH :**

**GEDE DINAR WANGSA**

**2003006**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI  
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**

**2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL  
SIMPANG PASAR PON DAN SIMPANG NONONGAN  
MELALUI PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

Disusun Oleh :

**GEDE DINAR WANGSA**

**2003006**

Disetujui untuk diajukan pada Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir

Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

**DOSEN PEMBIMBING I,**

**DOSEN PEMBIMBING II**

**Putu Eka Suartawan, S. T., M. T.**

**A. A. Bagus Oka Khrisna Surya, S. T., M. T.**

NIP. 19820530 200912 1 003

NIP. 19900519 201902 1 002

Tanggal : 28 Juli 2023

Tanggal : 28 Juli 2023

Ditetapkan di : Tabanan

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL**  
**SIMPANG PASAR PON DAN SIMPANG NONONGAN**  
**MELALUI PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

Telah Dipersiapkan dan disusun oleh:

**GEDE DINAR WANGSA**

**2003006**

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI**  
**PADA TANGGAL 08 AGUSTUS 2023**  
**DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

**Tim Penguji**

**Penguji I:**

**Dwi Wahyu Hidayat, ST., M.T.**  
NIP. 19840229 201902 1 001

**Pembimbing I:**

**Putu Eka Suartawan, S. T., M. T.**  
NIP. 19820530 200912 1 003

**Penguji II:**

**Aswin Badarudin Amajaya, S. ST., MAP.**  
NIP. 19900513 201012 1 004

**Pembimbing II:**

**A. A. Bagus Oka Khrisna Surya, S. T., M. T.**  
NIP. 19900519 201902 1 002

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI MTJ**

**Putu Eka Suartawan, S. T., M. T.**

**NIP. 19820530 200912 1 003**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Gede Dinar Wangsa, Notar 2003006, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir dengan Judul “Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal Simpang Pasar Pon Dan Simpang Nonongan Melalui Pendekatan PKJI 2023 Dan *VISSIM*” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau kesarjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 28 Juli 2023

Penulis,



Gede Dinar Wangsa

Notar. 2003006

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal Simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan Melalui Pendekatan PKJI 2023 dan VISSIM” dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu ada untuk mendukung.
2. Dr. Ir. Efendhi Prih Raharjo, S. T., S. SiT, M. T. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali.
3. Putu Eka Suartawan, S. T., M. T. dan A. A. Bagus Oka Khrisna Surya, S. T., M. T. sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan kertas kerja wajib/tugas akhir ini.
4. Dosen-dosen Program Studi Manajemen Transportasi Jalan yang telah memberikan bimbingan selama pendidikan.
5. Rekan Taruna Politeknik Transportasi Darat Bali Angkatan I serta Tim PKL Kota Surakarta Tahun 2023.

Penulis menyadari kertas kerja wajib/tugas akhir ini banyak kekurangan, saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat dan dapat diterapkan untuk membantu pembangunan transportasi di Indonesia pada umumnya serta Kota Surakarta.

Tabanan, 28 Juli 2023

Penulis,



**GEDE DINAR WANGSA**

2003006

## DAFTAR ISI

<b>ANALISIS KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>15</b>
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah .....	18
1.3 Tujuan Penelitian.....	18
1.4 Manfaat Penelitian.....	18
1.5 Batasan Masalah.....	19
<b>BAB II GAMBARAN UMUM .....</b>	<b>20</b>
2.1. Kondisi Wilayah.....	20
2.1.1 Geografis.....	20
2.1.2 Administrasi .....	20
2.1.3 Transportasi.....	21
2.2. Kondisi Objek.....	22
2.2.1 Simpang Pasar Pon.....	22
2.2.2 Simpang Nonongan.....	24
<b>BAB III TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>26</b>
3.1 Aspek Legalitas .....	26
3.1.1 Persimpangan .....	26
3.1.2 Tingkat Pelayanan Persimpangan .....	26
3.2 Aspek Teoritis.....	27
3.2.1 Persimpangan .....	27
3.2.2 Koordinasi Sinyal pada Persimpangan.....	27

3.2.3	Syarat Koordinasi Simpang.....	28
3.2.4	<i>Bandwith</i> dan <i>Offset</i> .....	28
3.3	Perhitungan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023.....	28
3.3.1	Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Eksisting .....	29
3.3.2	Optimasi Waktu Siklus.....	35
3.4	Simulasi Pemodelan .....	36
3.4.1	Simulasi dengan Software <i>VISSIM</i> .....	36
3.4.2	Membangun Pemodelan <i>VISSIM</i> .....	36
3.4.3	Kalibrasi <i>VISSIM</i> .....	36
3.4.4	Validasi Model Simulasi .....	37
3.4.5	<i>Evaluation</i> .....	37
3.5	Validasi dengan ( <i>SPSS</i> ) <i>Statistical Package for the Social Sciences</i> .....	37
3.6	Penelitian Terdahulu.....	38
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Sumber dan Teknik Pengumpulan Data ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Data sekunder.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	Data Primer .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Metode Analisis Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Analisis Kinerja Simpang Eksisting dengan PKJI 2023 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Pembuatan Diagram Koordinasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3	Perancangan <i>Software Vissim</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4	Kalibrasi <i>Vissim</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5	Validasi <i>Vissim</i> dengan <i>SPSS</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.6	Simulasi Kinerja Eksisting <i>Vissim</i> ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.7	Pembuatan Siklus Baru Koordinasi .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.8	Simulasi Kinerja Koordinasi <i>Vissim</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.9	Perbandingan Kinerja Eksisting dan Setelah Koodinasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Bagan Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Timeline Kegiatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kondisi Geometri Simpang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

5.1.1	Kondisi Geometri Simpang Pasar Pon.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.2	Kondisi Geometri Simpang Nonongan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Data Siklus APILL .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.1	Siklus APILL Simpang Pasar Pon....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.2	Siklus APILL Simpang Nonongan...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Data Lalu Lintas Simpang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.1	Data Lalu Lintas Simpang Pasar Pon.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3.2	Data Lalu Lintas Simpang Nonongan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4	Kinerja Eksisting Simpang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.1	Kinerja Simpang Pasar Pon.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.2	Kinerja Simpang Nonongan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.5	Analisis Koordinasi Simpang Eksisting ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6	Pembangunan Model Simulasi Vissim Pada Kondisi Eksisting.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6.1	Pembangunan Jaringan Jalan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6.2	Data Masukan Kendaraan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6.3	Pengaturan Komposisi Kendaraan ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6.4	Pengaturan Perilaku Mengemudi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6.5	Pengaturan Fasa dan Waktu Siklus APILL ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.6.6	Pengaturan Proses <i>Running</i> dan Keluaran Simulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.7	Kalibrasi dan Validasi Model <i>Vissim</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.8	Validasi Hasil Simulasi Pemodelan <i>Vissim</i> dengan <i>SPSS</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.9	Kinerja Simpang Hasil <i>Output</i> <i>Vissim</i> Kondisi Eksisting.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.10	Analisis Alternatif Pengaturan Koordinasi Sinyal.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.11	Kinerja Simpang Hasil <i>Output</i> <i>Vissim</i> Setelah Koordinasi Sinyal APILL	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

5.12 Perbandingan Hasil Simulasi Vissim Pada Kondisi Sebelum Dan Setelah Koordinasi Sinyal APILL .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2 Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

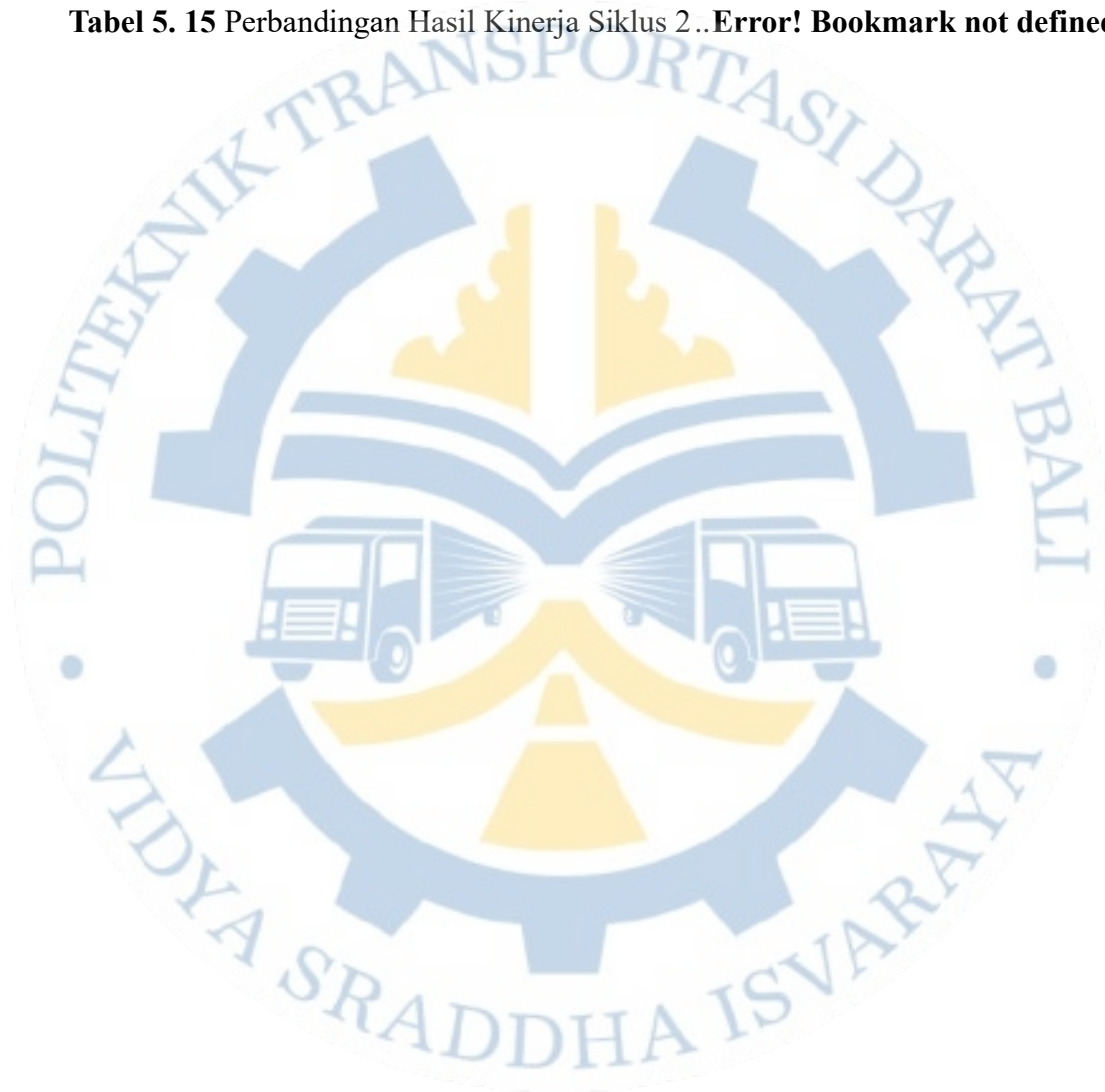
<b>Tabel 3. 1</b> Tabel Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	29
<b>Tabel 3. 2</b> Tabel Faktor penyesuaian hambatan samping .....	30
<b>Tabel 3. 3</b> Penelitian Terdahulu .....	38
<b>Tabel 4. 1</b> Timeline Kegiatan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 1</b> Kinerja Eksisting Pasar Pon Siklus 1....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 2</b> Kinerja Eksisting Pasar Pon Siklus 2....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 3</b> Kinerja Eksisting Nonongan Siklus 1 ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 4</b> Kinerja Eksisting Nonongan Siklus 2...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 5</b> <i>Driving Behavior</i> Kalibrasi <i>Vissim</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 6</b> Tabel Volume Eksisting <i>Vissim</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 7</b> <i>Output</i> Eksisting Panjang Antrian dan Tundaan <i>Vissim</i> Siklus 1 .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 8</b> <i>Output</i> Eksisting Panjang Antrian dan Tundaan <i>Vissim</i> Siklus 2 .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 9</b> Tabel Waktu Siklus Layak .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 10</b> Waktu Perjalanan Antar Simpang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 5. 11</b> Waktu Siklus Perencanaan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

**Tabel 5. 12** Hasil *Output* Perencanaan Panjang Antrian dan Tundaan *Vissim* Siklus 1.....**Error! Bookmark not defined.**

**Tabel 5. 13** Hasil *Output* Perencanaan Panjang Antrian dan Tundaan *Vissim* Siklus 2.....**Error! Bookmark not defined.**

**Tabel 5. 14** Perbandingan Hasil Kinerja Siklus 1..**Error! Bookmark not defined.**

**Tabel 5. 15** Perbandingan Hasil Kinerja Siklus 2..**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Peta RTRW Kota Surakarta 2023 .....	21
<b>Gambar 2.</b> Tampak Atas Simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan.....	22
<b>Gambar 3.</b> Tampak Atas Simpang Pasar Pon .....	23
<b>Gambar 4.</b> Waktu Siklus Simpang Pasar Pon .....	23
<b>Gambar 5.</b> Visualisasi Simpang Pasar Pon .....	24
<b>Gambar 6.</b> Tampak Atas Simpang Nonongan.....	24
<b>Gambar 7.</b> Waktu Siklus Simpang Nonongan .....	25
<b>Gambar 8.</b> Visualisasi Simpang Nonongan .....	25
<b>Gambar 9.</b> Gambar Prinsip Koordinasi Sinyal dan <i>Greenwave</i> .....	28
<b>Gambar 10.</b> Bagan Alir Survei <i>CTMC</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 11.</b> Bagan alir survei MCO/Spot Speed..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 12.</b> Bagan alir survei antrian dan tundaan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 13.</b> Bagan Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 14.</b> Geometri Simpang Pasar Pon .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 15.</b> Geometri Simpang Nonongan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 16.</b> Gambar Siklus 1 Pasar Pon.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 17.</b> Gambar Siklus 2 Pasar Pon.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 18.</b> Gambar Siklus 1 Nonongan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 19.</b> Gambar Siklus 2 Nonongan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 20.</b> Fluktuasi Pasar Pon 15 Menit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 21.</b> Fluktuasi 1 Jam Pasar Pon .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 22.</b> Flow Diagram Pergerakan Arus Pasar Pon....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 23.</b> Fluktuasi Nonongan 15 Menit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 24.</b> Fluktuasi Nonongan 1 Jam .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 25.</b> Flow Diagram Pergerakan Arus Nonongan ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

**Gambar 26.** Analisis Koordinasi Simpang Eksisting..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 27.** Pembangunan Jaringan Jalan *Vissim*. **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 28.** Pengaturan Fasa dan *Sinyal Control Vissim*.... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 29.** Proses *Running Vissim* ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 30.** *Variable View SPSS*..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 31.** *Data View SPSS* ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 32.** *Independent T-Test* ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 33.** Langkah Pengelompokan Variabel ... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 34.** Grup Statistik *SPSS*..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 35.** Hasil Analisis Statistik *T-Test* ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 36.** Kinerja Eksisting Siklus 1 *Vissim* .... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 37.** Kinerja Eksisting Siklus 2 *Vissim* .... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 38.** Waktu Siklus Perencanaan 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 39.** Waktu Siklus Perencanaan 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 40.** Diagram Ruang Waktu Siklus 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 41.** Diagram Ruang Waktu Siklus 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 42.** Kinerja Koordinasi *Vissim* 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 43.** Kinerja Koordinasi *Vissim* 2..... **Error! Bookmark not defined.**

## LAMPIRAN

**Lampiran 1** Tampak Atas Simpang Kajian.....**Error! Bookmark not defined.**

**Lampiran 2** Data Geometri Simpang Pasar Pon...**Error! Bookmark not defined.**

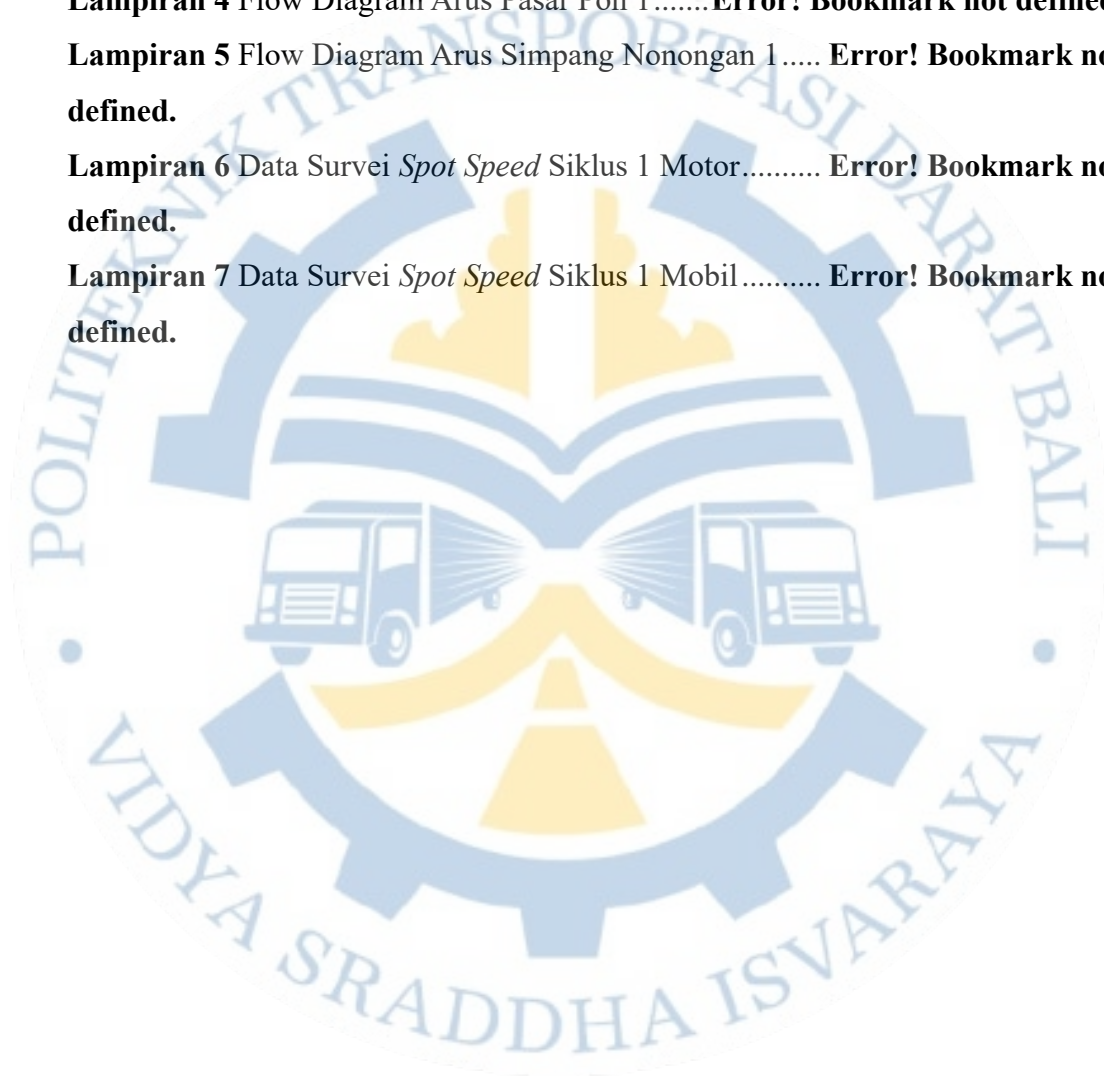
**Lampiran 3** Data Geometri Simpang Nonongan...**Error! Bookmark not defined.**

**Lampiran 4** Flow Diagram Arus Pasar Pon 1 .....**Error! Bookmark not defined.**

**Lampiran 5** Flow Diagram Arus Simpang Nonongan 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Lampiran 6** Data Survei *Spot Speed* Siklus 1 Motor..... **Error! Bookmark not defined.**

**Lampiran 7** Data Survei *Spot Speed* Siklus 1 Mobil..... **Error! Bookmark not defined.**



## INTISARI

### **Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal Simpang Pasar Pon Dan Simpang Nonongan Melalui Pendekatan PKJI 2023 Dan Vissim**

Oleh

Gede Dinar Wangsa

2003006

Simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan yang letaknya tepat berada di pusat Kota Surakarta memiliki kinerja simpang buruk dan mendapat nilai F pada Indeks Tingkat Pelayanan Simpang. Simpang yang berada pada ruas jalan Brigadir Jenderal Slamet Riyadi ini memiliki volume yang tinggi ditambah kapasitas simpang yang tidak dapat melayani arus yang tinggi tersebut. Karena jarak antar simpang hanya 285 meter salah satu cara penanganan dapat dilakukan koordinasi sinyal pada kedua simpang tersebut. Tujuan dalam penelitian ini difokuskan untuk mengurangi tundaan dan panjang antrian yang tinggi pada simpang Nonongan dengan cara koordinasi sinyal karena kendaraan yang berada pada tengah simpang tertahan hingga simpang sebelumnya yaitu simpang Pasar Pon. Metode koordinasi sinyal dilakukan dengan data survei *CTMC*, *Spot Speed*, Panjang Antrian dan Tundaan dan dilakukan perhitungan kinerja dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023, kemudian akan dilanjutkan dengan analisis kinerja eksisting hingga koordinasi sinyal dengan aplikasi *Vissim*. Agar model dan volume yang dihasilkan sama dengan yang ada dilapangan dilakukan proses kalibrasi dan validasi dengan aplikasi *SPSS*. Uji statistik yang dilakukan adalah dengan menggunakan uji *Independent T-Test*. Jika hasil yang dikeluarkan valid maka akan dilanjutkan dengan perhitungan kinerja hingga analisis koordinasi sinyal dengan aplikasi *Vissim*. Dari hasil analisis, pendekat barat simpang Nonongan terjadi penurunan sebesar 56,7% sedangkan terjadi penurunan waktu tundaan sebesar 45,8 %. Pada siklus 2 terjadi penurunan panjang antrian sebesar 37,3% kemudian adanya penurunan waktu tundaan sebesar 50,4% pada pendekat tersebut.

**Kata Kunci:** Koordinasi Sinyal, Kinerja Simpang, Perbandingan Kinerja

## ABSTRACT

### **Coordination Analysis of Signaled Interchange of Pon Market Interchange and Nonongan Interchange through PKJI 2023 and Vissim Approaches**

By

Gede Dinar Wangsa

2003006

Pasar Pon Interchange and Nonongan Interchange which are located right in the center of Surakarta City have poor intersection performance and get an F grade on the Simpang Service Level Index. The intersection, which is located on the Brigadier General Slamet Riyadi road, has a high volume plus an intersection capacity that cannot serve the high current. Because the distance between intersections is only 285 meters, one way of handling can be done signal coordination at the two intersections. The purpose of this study is focused on reducing delays and high queue lengths at the Nonongan intersection by coordinating signals because vehicles in the middle of the intersection to the previous intersection are the Market intersection. The signal coordination method is carried out with CTMC survey data, Spot Speed, Queue Length and Delay and performance calculations are carried out using the Indonesian Road Capacity Guidelines in 2023, and will be continued with analysis of existing performance to signal coordination with the Vissim application. Calibration and validation process is carried out with the SPSS application. The statistical test carried out is by using the Independent T-Test. If the results issued are valid, it will be continued with performance calculations to signal coordination analysis with the Vissim application. From the results of the analysis, the western border of the Nonongan intersection decreased by 56.7% while there was a decrease in delay time by 45.8%. In cycle 2 there was a decrease in queue length by 37.3% then there was a decrease in delay time by 50.4% on the shortage.

**Keywords:** Signal coordination, interchange performance, performance comparison

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Surakarta merupakan salah satu kota bagian dari Solo Baru yang terdapat 67 simpang bersinyal yang didapat data dari data Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Simpang bersinyal tersebut ada dalam kondisi berfungsi, tidak berfungsi (mati) hingga *flashing* yang dikarenakan terdapat pembangunan di Kota Surakarta saat ini. Simpang tersebut sebagai penghubung dari kendaraan yang melintas memasuki kota, keluar kota hingga yang hanya singgah di Kota Surakarta. Simpang tersebut memiliki karakteristik dan permasalahan yang berbeda tergantung dari kondisi dan arus lalu lintasnya. Jika arus lalu lintas tinggi pada suatu simpang dan kapasitas pada simpang tersebut tidak mencukupi untuk menampung tingginya arus, maka simpang akan memiliki panjang antrian hingga tundaan yang tinggi.

Berdasarkan pengamatan secara langsung penulis simpang yang memiliki panjang antrian dan tundaan yang tinggi di Kota Surakarta adalah Simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan. Simpang ini terletak di pusat Kota Surakarta tepatnya pada Kecamatan Banjarsari. Simpang tersebut berada pada ruas jalan Jalan Brigadir Jenderal Slamet Riyadi yang merupakan jalan dengan status jalan arteri sehingga memiliki arus lalu lintas yang tinggi. Berdasarkan data survei pendahuluan penulis dilapangan jarak antar simpang hanya berjarak 285 meter dimana pada kondisi eksisting kendaraan yang berhenti pada simpang Nonongan sampai pada simpang sebelumnya yaitu simpang Pasar Pon.

Salah satu cara untuk mengurangi panjang antrian dan tundaan yang tinggi pada suatu simpang yang berdekatan adalah dengan melakukan koordinasi simpang. Koordinasi simpang merupakan metode agar sinyal antar simpang pada pendekat tertentu dapat terhubung sehingga diharapkan kendaraan yang melintas mendapat sinyal hijau pada simpang selanjutnya. Menurut McShane dan Roess (1990) untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal, diperlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi salah satunya adalah jarak antar kedua simpang tidak lebih

dari 800 meter, dengan demikian simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan dapat di koordinasikan.

Berdasarkan data dukung yang diperoleh dari Tim PKL Kota Surakarta Tahun 2023, kondisi perhitungan kinerja lalu lintas simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan yang memiliki 2 siklus tiap simpang juga buruk sehingga perlu dilakukan optimalisasi kinerja terlebih dahulu sebelum melakukan koordinasi sinyal. Dari data perhitungan MKJI tahun 1997 tersebut, siklus jam puncak di waktu sore diperoleh data derajat kejenuhan sebesar 0,83, panjang antrian 40 meter dan tundaan 104 detik sedangkan pada simpang Pasar Pon dan derajat kejenuhan 0,80 dan panjang antrian 98 meter, tundaan 183 detik pada Simpang Nonongan. Pada kondisi eksisting, panjang antrian pada simpang nonongan tidak sama dengan perhitungan tersebut yang dimana panjang antrian seharusnya 166 meter bahkan pada kondisi kritisnya sampai 240 meter. Berdasarkan buku Perencanaan dan Pemodelan Transportasi oleh Ofyar Tamin (2000), pada Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) penilaian kinerja suatu persimpangan didasarkan dari tundaannya, sehingga berdasarkan data yang diperoleh diatas kinerja simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan tergolong sangat buruk karena ada pada nilai terakhir yaitu F karena tundaan  $> 60$  detik. Berdasarkan poin di atas, penelitian ini difokuskan pada mengurangi tundaan lalu lintas dan panjang antrian terutama pada ruas jalan Brigadir Jenderal Slamet Riyadi di pendekat barat pada kedua simpang yang akan di koordinasikan.

Berdasarkan data diatas, perlu dilakukannya perhitungan kinerja eksisting ulang dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023 merupakan suatu pedoman yang disusun oleh Direktorat Jenderal Bina Marga yang berada dibawah Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. PKJI 2023 terdiri atas Kapasitas Jalan Bebas Hambatan, Kapasitas Jalan Luar Kota, Kapasitas Jalan Perkotaan, Kapasitas Simpang Alat Pengatur Isyarat Lalu Lintas (APILL), Kapasitas Simpang, dan Kapasitas Bagian Jalinan dengan harapan dapat menjadi panduan dan acuan teknis bagi penyelenggara jalan, penyelenggara lalu lintas dan angkutan jalan, pengajar, dan

praktisi baik yang berada di pusat maupun yang berada di daerah. Dalam penelitian ini, akan berpusat pada bagian Kapasitas Simpang APILL untuk menghitung kinerja simpang Pasar Pon dan Nonongan. Data kinerja yang dihasilkan berupa derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan simpang. Setelah dilakukan perhitungan kinerja eksisting, akan dilakukan perhitungan kinerja menggunakan aplikasi *Vissim* yang dapat melakukan perhitungan kinerja secara *real time* dan dapat dimodelkan sehingga membantu penulis dalam melakukan analisis.

*VISSIM (Verkehr In Städten Simulation Model)* yang dalam bahasa Indonesia berarti Model Simulasi Lalu Lintas Dalam Kota merupakan program simulasi mikroskopik dalam pemodelan transportasi multimoda. Dengan visual 3D, *VISSIM* mampu menampilkan sebuah animasi yang realistis dari simulasi yang dibuat dan tentunya penggunaan *VISSIM* akan mengurangi biaya dari perancangan yang akan dibuat secara nyata. Aplikasi *vissim* dalam penelitian ini berfungsi untuk melakukan perhitungan kinerja hingga memodelkan aplikasi hingga melakukan pengaturan sinyal. Pengaturan sinyal ini yang akan dilakukan sistem koordinasi sinyal sehingga diharapkan dapat mengurangi panjang antrian pada simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan. Berdasarkan uraian tersebut poin yang menjadi metode pada penelitian ini yaitu PKJI 2023 digunakan untuk menghitung kinerja eksisting simpang dan dilanjutkan dengan melakukan kinerja simpang hingga melakukan analisis koordinasi. Kelebihan aplikasi *vissim* juga dapat menjadi bentuk model yang *real time* dan nyata dan dapat dilakukan pengaturan model dengan cepat.

Berdasarkan data dan permasalahan diatas, ntuk meningkatkan kinerja simpang Pasar Pon dan simpang Nonongan perlu dilakukan penelitian mengenai koordinasi sinyal yang berjudul **“ANALISIS KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL SIMPANG PASAR PON DAN SIMPANG NONONGAN MELALUI PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM”**. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penyelenggara yang berwenang menangani lalu lintas agar dapat memperbaiki simpang tersebut menjadi lebih baik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja eksisting simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan pada jam puncak ?
2. Bagaimana kinerja kedua simpang setelah dikoordinasikan?
3. Bagaimana perbandingan kinerja kedua simpang sebelum dan setelah dilakukan koordinasi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan kertas kerja wajib ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja eksisting simpang Pasar Pon dan simpang Nonongan pada jam puncak.
2. Mengetahui kinerja kedua simpang setelah dikoordinasikan.
3. Mengetahui perbandingan kinerja kedua simpang sebelum dan setelah dilakukan koordinasi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

### 1. Manfaat secara akademis

Adapun manfaat secara akademis yang di harapkan dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai tambahan referensi dalam mata kuliah di Program Studi Manajemen Transportasi Jalan yang dimana bisa di jadikan acuan pembelajaran kedepannya untuk mendapatkan informasi mengenai Analisa dan Koordinasi Simpang Bersinyal.

### 2. Manfaat secara praktis

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai acuan oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta dalam mengurangi tundaan dan panjang antrian pada Simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan sehingga dapat berfungsi lebih efisien dan efektif.

### 1.5 Batasan Masalah

Wilayah yang dikaji hanya 2 simpang bersinyal yang letaknya berdekatan yaitu Simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan.

1. Analisis yang dilakukan menggunakan metode PKJI dan di modelkan dengan aplikasi *VISSIM*.
2. Pembahasan yang dilakukan mencakup kondisi eksisting simpang dan kondisi setelah dilakukan koordinasi.
3. Penelitian yang dilakukan tidak mengkaji pengaruh dari konflik yang terjadi pada persimpangan.
4. Analisis ini menggunakan pola volume dari survei gerakan membelok selama 16 jam pada kedua simpang.
5. Analisis hanya mencakup 1 arah (Barat ke Timur) dan tidak mengkaji arah Timur ke Barat yang merupakan jalur khusus *Contra Flow Bus* (Batik Solo Trans) namun perhitungan sinyal khusus untuk BST tersebut tetap ditambahkan.
6. Parameter yang digunakan untuk mengukur kinerja adalah tundaan dan panjang antrian
7. Validasi *output vissim* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *SPSS* dengan melakukan pengaturan *driving behavior* hingga volume keluaran sama pada kondisi eksisting.

## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM**

#### 2.1. Kondisi Wilayah

Kondisi wilayah pada kota surakarta dapat dibagi menjadi geografis wilayah, administrasi, kependudukan, dan kondisi transportasinya, untuk penjelasan lebih jelasnya adalah sebagai berikut:

##### 2.1.1 Geografis

Simpang Pasar Pon dan simpang Nonongan terletak pusat kota tepatnya di Kelurahan Keprabon, Kecamatan Banjarsari, Kota Surakarta. Secara tata letak Kecamatan Banjarsari yang merupakan kecamatan terbesar di Kota Surakarta ini terletak di sebelah utara Kota Surakarta.

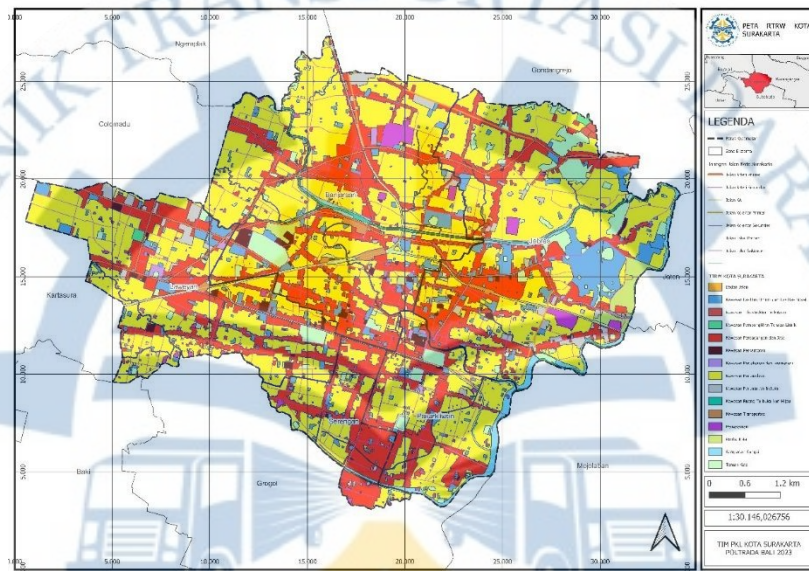
Wilayah Kecamatan Banjarsari berbatasan dengan beberapa wilayah disekitarnya, yaitu:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Gondangrejo (Kab. Karanganyar)
- b. Sebelah Timur berbatasan berbatasan dengan Kecamatan Jebres dan Kecamatan Pasar Kliwon
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Serengan dan Kecamatan Laweyan
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Colomadu (Kab. Karanganyar)

##### 2.1.2 Administrasi

Admistrasi pada suatu kota merupakan dasar dari menilai karakteristik lalu lintasnya. Administrasi yang dimaksud merupakan kondisi tata guna lahan pada suatu wilayah. Tata guna lahan tersebut akan menjadi dasar masyarakat dalam melakukan perjalanan. Perjalanan ini yang akan berdampak pada lalu lintas yang ada di sekitar wilayah tersebut. Pada peta Rencana Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang telah disusun dari data Badan Pusat Statistik Kota Surakarta Tahun 2023 dan telah di validasi oleh Tim PKL Kota Surakarta pada tahun 2023 Kota Surakarta dibagi menjadi 5 kecamatan yaitu Kecamatan Pasar Kliwon, Kecamatan

Jebres, Kecamatan Banjarsari, Kecamatan Laweyan dan Kecamatan Serengan. Pada Kecamatan Banjarsari yang merupakan wilayah kajian terdapat 15 Kelurahan pada kecamatan tersebut. Karakteristik wilayah pada Berdasarkan **Gambar 1**. Kecamatan Banjarsari didominasi oleh pemukiman dan perdagangan dan jasa. Sehingga dari data tersebut perjalanan pada wilayah tersebut dapat disimpulkan tinggi.



Sumber : Analisis PKL Kota Surakarta tahun 2023

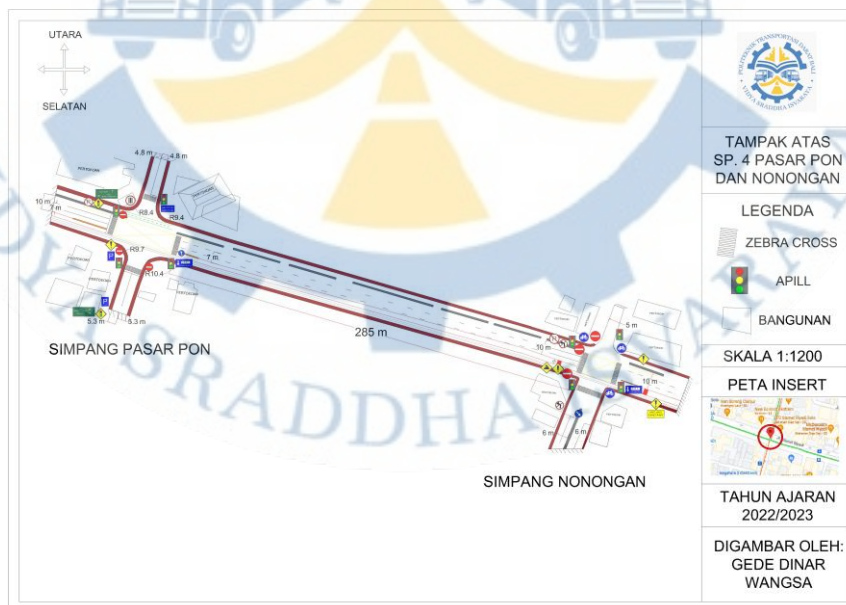
**Gambar 1.** Peta RTRW Kota Surakarta 2023

### 2.1.3 Transportasi

Berdasarkan data sekunder dari DPUPR Kota Surakarta tahun 2017 dan telah di validasi dilapangan, Kota Surakarta memiliki prasarana lalu lintas berupa 12 ruas jalan arteri, 36 ruas jalan kolektor dan 203 ruas jalan lokal. Ruas jalan arteri tersebut merupakan jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Sukoharjo. Kota Surakarta juga memiliki 67 simpang bersinyal yang terkoneksi dalam ATCS yang menghubungkan seluruh ruas jalan, namun ada beberapa simpang yang di nonaktifkan dan *flashing* karena sedang adanya pembangunan di Kota Surakarta saat ini.

## 2.2. Kondisi Objek

Lokasi kajian terletak pada ruas jalan Brigadir Jenderal Slamet Riyadi, terkhusus pada Simpang 4 Pasar Pon dan Simpang 4 Nonongan yang memiliki jarak antara kedua simpang hanya 285 meter. Selain jarak yang sangat dekat, simpang tersebut juga dikelilingi oleh area pertokoan yang digambarkan pada **Gambar 2**. Berdasarkan dari gambar tersebut, dapat dilihat bahwa ruas jalan antara simpang tersebut juga terdiri atas jalur khusus sepeda. Berdasarkan pengamatan langsung dilapangan, jalur tersebut kerap dijadikan tempat berjualan PKL sehingga dapat menambah akses keluar masuk kendaraan yang berdampak pada lalu lintas pada ruas tersebut. Selain itu, pada ruas jalan arteri tersebut terdapat jalur khusus yaitu jalur Batik Solo Trans (BST). BST merupakan salah satu angkutan umum yang ada di Kota Surakarta yang memiliki beberapa halte di seluruh Kota. Pada sisi selatan ruas jalan juga terdapat rel khusus kereta dalam kota Sepur Klhutuk. Dalam waktu-waktu tertentu kereta dapat melintasi ruas jalan tersebut. Dari beberapa poin diatas akan mempengaruhi kinerja simpang Pasar Pon dan Nonongan sehingga perlu adanya penanganan pada simpang tersebut yaitu koordinasi sinyal.



**Gambar 2.** Tampak Atas Simpang Pasar Pon dan Simpang Nonongan

### 2.2.1 Simpang Pasar Pon



**Gambar 3.** Tampak Atas Simpang Pasar Pon

Simpang Pasar Pon merupakan salah satu simpang bersinyal di jalan Brigadir Jenderal Slamet Riyadi yang dengan tipe simpang 413 yang artinya 4 kaki simpang, 1 lajur minor dan 3 lajur mayor. Pada **Gambar 3.** di sekitar simpang Pasar Pon merupakan wilayah pertokoan dan *city walk*. Simpang ini memiliki 4 kaki simpang dengan menggunakan pengaturan sinyal 3 fase. Fasa 1 mengatur kaki simpang Barat dan Timur, Fasa 2 mengatur kaki simpang Selatan dan fasa 3 mengatur kaki simpang Utara dan Timur. Pada **Gambar 4.** merupakan gambar fasa siklus pada kondisi eksisting pada simpang Pasar Pon.

Fasa 1	B	35	2	3	44
	T	35	2	3	44
Fasa 2	S	40		27	2 3 12
Fasa 3	U		72		7 2 3
	T		72		7 2 3

**Gambar 4.** Waktu Siklus Simpang Pasar Pon

Selain gambar waktu siklus eksisting, pada **Gambar 5.** ditampilkan visualisasi Simpang Pasar Pon yang diambil ketika sore hari yang dikendalikan dengan pengaturan 3 fase, terlihat kondisi geometrik, parkir dan akses pejalan kaki yang terlihat jelas pada gambar.



Sumber: Dokumentasi peneliti

**Gambar 5.** Visualisasi Simpang Pasar Pon

### 2.2.2 Simpang Nonongan



**Gambar 6.** Tampak Atas Simpang Nonongan

Simpang Nonongan merupakan salah satu simpang bersinyal di jalan Brigadir Jenderal Slamet Riyadi yang dengan tipe simpang 413 yang artinya 4 kaki simpang 1 lajur minor dan 3 lajur mayor. Di sekitar simpang Nonongan merupakan wilayah

pertokoan dan city walk sama seperti simpang Pasar Pon. Simpang ini memiliki 4 kaki simpang dengan menggunakan pengaturan sinyal 3 fase. Fasa 1 mengatur kaki simpang Barat, Fasa 2 mengatur kaki simpang Timur dan Barat, Fasa 3 mengatur kaki simpang Selatan dan Fasa 4 mengatur kaki simpang Utara. Pada **Gambar 7.** merupakan gambar fasa siklus pada kondisi eksisting pada simpang Nonongan.

Fasa 1	B	40		2	3	67		
Fasa 2	T	45		10	2	3	52	
	B	40		10	2	3	57	
Fasa 3	S	60		25		2	3	22
Fasa 4	U	90		17		2	3	

**Gambar 7.** Waktu Siklus Simpang Nonongan



*Sumber: Dokumentasi peneliti*

**Gambar 8.** Visualisasi Simpang Nonongan

Pada **Gambar 8.** merupakan visualisasi Simpang Pasar Pon yang diambil ketika sore hari yang dikendalikan dengan pengaturan 3 fase, terlihat kondisi geometrik, parkir dan akses pejalan kaki yang terlihat jelas pada gambar.

## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 3.1 Aspek Legalitas

##### 3.1.1 Persimpangan

Penjelasan tentang Persimpangan terdapat beberapa peraturan, yaitu:

a. Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009, tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

1) Pasal 112 Ayat (3)

Pada persimpangan jalan yang dilengkapi alat pemberi isyarat lalu lintas, pengemudi kendaraan dilarang langsung berbelok kiri, kecuali ditentukan lain oleh rambu lalu lintas atau alat pemberi isyarat lalu lintas.

b. Peraturan Pemerintah Nomor 30 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

1) Pasal 1 (11)

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur Lalu Lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan.

c. Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan

1) Pasal 1

Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang.

##### 3.1.2 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Berdasarkan Buku dari Ofyar Tamin tahun 2000 yang berjudul Perencanaan dan Pemodelan Transportasi (edisi kedua) dijelaskan Indeks Tingkat

Pelayanan (ITP) pada sebuah persimpangan didasarkan pada tundaan simpangnya. Tingkat pelayanan persimpangan dibagi sebagai berikut:

- a. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan;
- b. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5,1 detik sampai 15 detik per kendaraan;
- c. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15,1 detik sampai 25 detik per kendaraan;
- d. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25,1 detik sampai 40 detik per kendaraan;
- e. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40,1 detik sampai 60 detik per kendaraan;
- f. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan

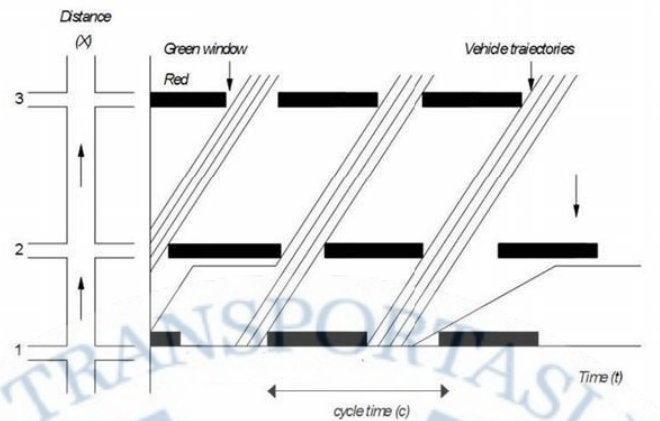
### 3.2 Aspek Teoritis

#### 3.2.1 Persimpangan

- a. Menurut Khisty & Lall (2005) persimpangan jalan mengacu pada area umum dimana dua jalan atau lebih bertemu atau bersimpangan, termasuk jalan serta fasilitas tepi jalan untuk pergerakan arus lalu lintas yang ada.
- b. Menurut F.D. Hobbs (1995), persimpangan jalan adalah simpul transportasi yang terbentuk dari dua atau lebih pendekatan dimana arus kendaraan yang keluar dari pendekatan tersebut bertemu dan berpecah meninggalkan persimpangan.

#### 3.2.2 Koordinasi Sinyal pada Persimpangan

- a. Menurut Arroufy (2002), sistem sinyal terkoordinasi merupakan salah satu bentuk manajemen transportasi yang dapat memberikan manfaat berupa efisiensi biaya operasional.
- b. Menurut Taylor, Bonsall dan Young (1996), koordinasi antar simpang bersinyal merupakan salah satu cara untuk mengurangi lamanya waktu tundaan dan panjang antrian kendaraan.



Sumber : Michael A.P. Taylor & Peter W. Bonsall (2000), *Understanding Traffic System*

**Gambar 9.** Gambar Prinsip Koordinasi Sinyal dan *Greenwave*

### 3.2.3 Syarat Koordinasi Simpang

Menurut McShane dan Roess (1990) untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal, diperlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi.

- Jarak antar simpang yang dikoordinasikan tidak lebih dari 800 meter. Jika lebih dari 800 meter maka kordinasi sinyal tidak akan efektif lagi.
- Semua sinyal harus mempunyai panjang waktu siklus (*circle time*) yang sama.
- Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri, kolektor) dan juga dapat digunakan untuk jaringan jalan yang berbentuk grid.
- Terdapat sekelompok kendaraan (*platoon*) sebagai akibat lampu lalu lintas di bagian hulu.

### 3.2.4 *Bandwith* dan *Offset*

*Offset* merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya. Waktu *offset* dapat dihitung menggunakan diagram koordinasi. Sedangkan *Bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan parallel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan akhir (C. S. Papacostas, 1993).

## 3.3 Perhitungan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023

Analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023 yang disusun oleh Direktorat Jenderal Bina

Marga. Perhitungan yang diambil yaitu perhitungan kinerja simpang bersinyal dan optimasi waktu siklus karena dasar dari koordinasi sinyal adalah dengan mengetahui terlebih dahulu kinerja eksisting simpang yang dikaji.

### 3.3.1 Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Eksisting

#### a. Arus Jenuh Dasar

Untuk tipe arus terlindung didasarkan pada PKJI 2023, dapat dirumuskan :

$$J_0 = 600 \times L_e \quad (3.1)$$

Keterangan :

$J_0$  = Arus Jenuh Dasar (smp/jam)

$L_e$  = Lebar Efektif (meter)

#### b. Faktor Penyesuaian

1) Faktor Penyesuaian untuk tipe pendekat didasarkan PKJI 2023

(a) Faktor Koreksi Ukuran Kota ( $F_{UK}$ )

**Tabel 3. 1** Tabel Faktor Koreksi Ukuran Kota

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian ukur kota (Fuk)
>3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82

(b) Faktor Koreksi untuk Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor ( $F_{HS}$ )

Untuk menentukan faktor koreksi hambatan samping, didasarkan pada PKJI 2023 harus memperhatikan jenis lingkungan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor.

**Tabel 3. 2** Tabel Faktor penyesuaian hambatan samping

Linkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/sedang/rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

(c) Faktor Koreksi untuk Kelandaian ( $F_G$ )

(d) Faktor koreksi untuk pengaruh Parkir ( $F_P$ )

2) Faktor Penyesuaian tipe pendekat "P"

(a) Faktor Koreksi Belok Kanan ( $F_{BKa}$ )

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (3.2)$$

Keterangan :

$F_{BKa}$  = Faktor penyesuaian belok kanan

$R_{BKa}$  = Rasio kendaraan belok kanan

(b) Faktor Koreksi Belok Kiri ( $F_{BK_i}$ )

$$F_{BK_i} = 1,0 - R_{BK_i} \times 0,26 \quad (3.3)$$

Keterangan :

$F_{BK_i}$  = Faktor penyesuaian belok kiri

$R_{BK_i}$  = Rasio kendaraan belok kiri

3) Nilai Arus Jenuh yang Disesuaikan

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (3.4)$$

Keterangan :

$J_0$  = Arus Jenuh Dasar

$F_{UK}$  = Faktor Koreksi Ukuran Kota

$F_{HS}$  = Faktor Koreksi Hambatan Samping

$F_G$  = Faktor Koreksi Kelandaian

$F_P$  = Faktor Koreksi Parkir

$F_{BK_a}$  = Faktor Koreksi Belok Kanan

$F_{BK_i}$  = Faktor Koreksi Belok Kiri

c. Rasio Arus

1) Rasio arus masing-masing pendekat

$$R_{q/j} = \frac{q}{j} \quad (3.5)$$

Keterangan:

$R_{q/j}$  = rasio arus pendekat

$q$  = arus lalu lintas

$j$  = arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)

2) Rasio arus simpang

$$R_{AS} = \sum i(R_{q/j \text{ kritis}})i \quad (3.6)$$

Keterangan :

$R_{AS}$  = Rasio arus simpang

$R_{q/j \text{ kritis}}$  = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

3) Rasio fase

$$R_F = \frac{R_{q/j \text{ kritis}}}{R_{AS}} \quad (3.7)$$

Keterangan :

$R_F$  = Rasio fase

$R_{AS}$  = Rasio arus simpang

$R_{q/j \text{ kritis}}$  = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

d. Kapasitas

Untuk menghitung kapasitas dari masing-masing pendekat, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (3.8)$$

Keterangan :

$C$  = Kapasitas pendekat (smp/jam)

$W_H$  = Waktu hijau (detik)

$s$  = Waktu siklus total (detik)

Kinerja suatu persimpangan dipengaruhi oleh beberapa indikator, yaitu derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan.

a. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dihitung pada masing-masing pendekat. Dalam perhitungannya, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D_j = \frac{q}{C} \quad (3.9)$$

Keterangan:

- Dj = Derajat kejenuhan
- q = Arus total (smp/jam)
- C = Kapasitas simpang (smp/jam)

b. Antrian

1)  $N_{q1}$

$$N_{q1} = 0,25 \times s \times \left[ (Dj - 1) + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{s}} \right] \quad (3.10)$$

Keterangan :

$N_{q1}$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Dj = Derajat kejenuhan

s = waktu siklus

C = Kapasitas

2)  $N_{q2}$

$$N_{q2} = s \times \frac{1 - R_H}{1 - R_H \times Dj} \times \frac{q}{3600} \quad (3.11)$$

Keterangan :

$N_{q2}$  = Jumlah smp yang datang selama fase merah

Dj = Derajat kejenuhan

$R_H$  = Rasio hijau

s = Waktu siklus (det)

$Q_{masuk}$  = Arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar BkiJT (smp/jam)

3)  $N_q$

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (3.12)$$

4) Panjang Antrian ( $P_A$ )

$$P_A = \frac{N_q \times 20}{L_M} \quad (3.13)$$

c. Tundaan

1) Tundaan Lalu lintas

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times Dj)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C} \quad (3.14)$$

Keterangan :

$T_{LL}$  = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

$s$  = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

-  $R_H$  = Rasio hijau ( $W_H/s$ )

-  $Dj$  = Derajat kejenuhan

$N_{q1}$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

$C$  = Kapasitas (smp/jam)

2) Tundaan Geometri

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (3.15)$$

Keterangan :

$T_G$  = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

$R_{KH}$  = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat

$P_B$  = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

3) Tundaan rata-rata

$$T = T_{LL} + T_G \quad (3.16)$$

### 3.3.2 Optimasi Waktu Siklus

Optimasi waktu siklus merupakan langkah untuk memperbaiki kinerja dengan perubahan waktu siklusnya, fasa, maupun waktu hijau pada setiap fasa sehingga diharapkan adanya peningkatan kinerja pada simpang yang dikaji.

a. Menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian

$$s = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \Sigma R_{q/J \text{ kritis}})} \quad (3.17)$$

Keterangan :

$s$  = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

$W_{HH}$  = Waktu hilang total per siklus (det)

$R_{q/J \text{ kritis}}$  = Rasio arus simpang ( $\Sigma R_{q/J \text{ kritis}}$ )

b. Menghitung waktu hijau untuk masing – masing fase

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J \text{ kritis}}}{\Sigma i (R_{q/J \text{ kritis}})_i} \quad (3.18)$$

Keterangan :

$W_{Hi}$  = Tampilan waktu hijau pada fase I (det)

$s$  = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

$W_{HH}$  = Waktu hilang total per siklus (det)

$i$  = indeks untuk fase ke  $i$

c. Menghitung waktu siklus yang disesuaikan

$$s = \Sigma W_{Hi} + W_{HH} \quad (3.19)$$

Keterangan :

$s$  = Waktu siklus yang disesuaikan

$\Sigma W_{Hi}$  = Jumlah waktu hijau (det)

$W_{HH}$  = Waktu hilang total per siklus (det)

### 3.4 Simulasi Pemodelan

Simulasi pemodelan dilakukan dengan aplikasi *vissim* 11 tahun 2018. Langkah utama dalam pemodelan *vissim* yaitu dengan membangun pemodelan *vissim*, kalibrasi *vissim*, validasi model simulasi, dan evaluasi hasil output dari *vissim*.

#### 3.4.1 Simulasi dengan Software *VISSIM*

*VISSIM* (*Verkehr In Städten Simulation Model*) yang dalam bahasa Indonesia berarti Model Simulasi Lalu Lintas Dalam Kota merupakan program simulasi mikroskopik dalam pemodelan transportasi multimoda. Dengan visual 3D, *VISSIM* mampu menampilkan sebuah animasi yang realistis dari simulasi yang dibuat dan tentunya penggunaan *VISSIM* akan mengurangi biaya dari perancangan yang akan dibuat secara nyata.

#### 3.4.2 Membangun Pemodelan *VISSIM*

Kondisi Lalu Lintas yang terkait dan mempengaruhi satu sama lain, menyebabkan suatu keharusan untuk menyediakan variabilitas tersebut ke dalam software *VISSIM*. Dalam *VISSIM*, hal ini diwujudkan dalam penyatuan beberapa parameter yang di-input menggunakan distribusi stokastik. Dalam penelitian ini, parameter-parameter yang digunakan antara lain:

1. *Vehicle Input*
2. *2D/3D Model*
3. *Vechile Composition*
4. *Desired Speed Distribution*
5. *Vechile type, class and category*
6. *Driving Behaviour*
7. *Signal Control*

#### 3.4.3 Kalibrasi *VISSIM*

Berdasarkan pengertiannya, kalibrasi merupakan langkah pemeriksaan dan pengaturan akurasi atau ketepatan dari suatu alat ukur. Dengan cara membandingkannya dengan standar atau tolak ukur yang sudah ditetapkan secara baku. Pemeriksaan ini diperlukan agar hasil pengukuran yang dilakukan akurat dan

konsisten dengan instrumen lainnya. Agar hasil sesuai dengan realita di lapangan, maka dilakukannya proses kalibrasi model mikro – simulasi dengan metode *trial and error*. Nilai parameter perilaku pengemudi (*driving behavior*) dalam model diubah sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan yang ada. Dalam pelaksanaan kalibrasi ternyata hasil yang didapatkan pada proses selanjutnya yaitu validasi ternyata tidak sesuai, maka akan dilaksanakan kalibrasi ulang. Fungsi dari kalibrasi ini agar kondisi yang ada di lapangan sama dengan yang ada dalam model. Pengaturan terdiri dari *driving behavior* yang terdiri atas beberapa bagian seperti jarak aman mengemudi, waktu menyalip, jarak henti kendaraan dan lain-lain.

#### 3.4.4 Validasi Model Simulasi

Setelah melakukan proses kalibrasi selanjutnya dilakukan proses validasi untuk mengukur ketepatan model dan parameter yang sudah dibentuk sebelumnya. Acuan validasi ini adalah volume kendaraan. Proses validasi ini menggunakan SPSS dengan uji Statistik *Independent T-Test*. Tujuan utama dari validasi ini agar model yang dibuat sama dengan yang ada di lapangan.

#### 3.4.5 Evaluation

Evaluation adalah suatu proses mengevaluasi simulasi sehingga didapat hasil yang diinginkan dari simulasi yang telah dibuat. Proses *Evaluation* akan memeriksa simulasi yang dibuat supaya tidak terdapat *error* ketika proses *Evaluation* dieksekusi. Parameter yang akan dipilih pada proses *Evaluation* antara lain:

- a. *Queue Counter* adalah penetapan titik dimana saat kendaraan berhenti, panjang antrian mulai dihitung.
- b. *Delay* adalah perhitungan tundaan yang dialami kendaraan sesuai dengan rute yang ditentukan.

### 3.5 Validasi dengan (*SPSS*) *Statistical Package for the Social Sciences*

*SPSS* atau yang sering dikenal aplikasi uji statistik merupakan salah satu aplikasi yang berdiri sejak 1968 yang dapat menganalisis tingkat tinggi dalam suatu data. Salah satu analisis yang bisa dilakukan oleh *SPSS* adalah dengan uji t. Uji t adalah salah satu uji yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan (menyakinkan) dari dua mean sampel (dua buah variabel yang

dikomparasikan). Uji t dibagi menjadi *dependent t-test* dan *independent t-test*. Berdasarkan pengertiannya, jika nilai dalam satu sampel mempengaruhi nilai dalam sampel lain, maka sampel tersebut *dependen* dan jika nilai dalam satu sampel tidak menunjukkan informasi tentang sampel lain, maka sampel tersebut *independen*. Dari pengertian tersebut, hal yang akan diuji dalam penelitian ini hasil volume vissim dan eksisting sejatinya tidak menunjukkan informasi tentang sampel lain dan tidak mempengaruhi antar sampel volume maka dapat disimpulkan dapat di gunakan uji statistik *Independent t-test*.

### 3.6 Penelitian Terdahulu

Peneliti terdahulu merupakan kajian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya baik berupa skripsi, jurnal dan sebagainya. Fungsi dari adanya penelitian terdahulu adalah menjadi pembandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian ini baik dari metode yang digunakan hingga hasil yang didapatkan. Berikut adalah penelitian terdahulu yang menjadi acuan peneliti dalam melakukan penelitian :

**Tabel 3. 3** Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis/Tahun Penulisan	Perbandingan
1	Analisa Dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya	Emal Zain MTB, Teknik Sipil FTSP-ITS/(2010)	Penulis melakukan penelitian mengenai banyaknya persimpangan di Kota Surabaya yang tidak terkoordinasi yang jaraknya berdekatan sehingga menimbulkan ketidaknyamanan pengendara yang harus berhenti disetiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah. Simpang yang dikaji adalah 4 simpang pada ruas jalan Diponegoro. Penulis menggunakan waktu eksisting terjenuh dari simpang untuk menjadi

No	Judul Penelitian	Penulis/Tahun Penulisan	Perbandingan
			acuan dalam waktu siklus yang baru. Perbandingannya yaitu Emal menggunakan pedoman MKJI 1997 sedangkan penelitian ini menggunakan PKJI 2023 dan dimodelkan dengan aplikasi <i>Vissim</i> sehingga akan lebih akurat hasilnya yang didapatkannya.
2	Koordinasi Simpang Bersinyal Pada Ruas Jalan Mayor Sunaryo Kabupaten Klaten	Irfan Shodiqin/(2021)	Penelitian yang dilakukan Irfan tersebut hanya menggunakan MKJI 1997 dengan perhitungan waktu siklus dengan melakukan trial dan error, sedangkan penulis penelitian ini menggunakan PKJI 2023 dengan penentuan waktu siklus dengan hasil waktu hijau tiap fasa pada hasil perhitungan PKJI dan ditambahkan waktu merah semua dan waktu kuning sehingga menjadi sebuah waktu siklus.
3	Optimalisasi Koordinasi Simpang Pada Jalan Ir. Soekarno, Kediri, Tabanan Melalui Pendekatan Mikrosimulasi	Putu Eka Suartawan/(2021)	Penelitian yang dilakukan Putu Eka Suartawan dilakukan di salah satu ruas jalan di Kota Tabanan. Penelitian ini menggunakan <i>vissim</i> namun perbandingannya menggunakan MKJI 1997, sedangkan penulis menggunakan PKJI 2023 sehingga diharapkan menghasilkan data yang lebih valid.

Berdasarkan tiga peneliti terdahulu diatas, pembaharuan penelitian ini didasarkan atas perhitungan kinerja menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023 dan juga Aplikasi PTV Vissim. Penelitian yang ditulis oleh Emal Zain hanya berupa analisis MKJI 1997, penelitian yang ditulis oleh Irfan Shodiqin hanya menggunakan MKJI 1997 dan penelitian yang ditulis oleh Putu Eka Suartawan menggunakan MKJI 1997 dan Vissim. Pembaharuan dari penelitian ini menggunakan PKJI 2023 yang menggantikan MKJI 1997 sebelumnya. Sebagai perbandingan, analisis yang digunakan MKJI 1997 dan PKJI 2023 tersebut memiliki perbedaan baik dari nilai koefisien dan hasilnya. Pada penelitian ini PKJI 2023 digunakan untuk melakukan analisis kinerja eksisting simpang dan untuk aplikasi Vissim digunakan untuk melakukan perhitungan kinerja lanjutan, memodelkan hasil kinerja hingga melakukan analisis koordinasi dengan cepat yang sebelumnya telah divalidasi oleh aplikasi SPSS agar volume eksisting dilapangan dapat sama dengan model vissim.

