

**ANALISIS KINERJA SIMPANG TUGU PENA  
KOTA METRO LAMPUNG**

**Oleh  
ISMA MAYMARGI ASTARI  
NPM 2215011040**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

**ANALISIS KINERJA SIMPANG TUGU PENA KOTA METRO  
LAMPUNG**

**Oleh**

*Isma Maymargi Astari*

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**ANALISIS KINERJA SIMPANG TUGU PENA KOTA METRO  
LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ISMA MAYMARGI ASTARI  
NPM 2215011040**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KINERJA SIMPANG TUGU PENA KOTA METRO LAMPUNG**

**Oleh**

**ISMA MAYMARGI ASTARI**

Simpang Tugu Pena merupakan persimpangan empat lengan tak bersinyal yang terletak di Kecamatan Metro Pusat, Kota Metro, Provinsi Lampung, yang menghubungkan Jalan AH. Nasution, Jalan Jenderal Sudirman, Jalan Ade Irma Suryani, dan Jalan Imam Bonjol. Kawasan sekitar simpang didominasi oleh fungsi komersial dan perkantoran yang menghasilkan bangkitan dan tarikan perjalanan yang cukup tinggi, sehingga berpotensi menurunkan kinerja simpang terutama pada jam puncak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Simpang Tugu Pena berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Parameter kinerja yang ditinjau meliputi kapasitas simpang, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian. Data dikumpulkan melalui survei lapangan pada hari Senin (weekday) selama jam puncak pagi hari pukul 07.00–09.00 WIB. Hasil survei menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pukul 07.00–08.00 WIB sebesar 1.714 smp/jam, yang ditetapkan sebagai jam puncak analisis. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan PKJI 2023, diperoleh kapasitas simpang sebesar 4.014 smp/jam dengan nilai derajat kejenuhan (Dj) sebesar 0,427. Nilai tundaan rata-rata simpang diperoleh sebesar 9,362 detik/kendaraan, sedangkan peluang antrian berkisar antara 8,435% hingga 20,269%. Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, Simpang Tugu Pena berada pada Tingkat Pelayanan B (Baik), yang mengindikasikan bahwa arus lalu lintas masih dalam kondisi stabil dan kapasitas simpang masih memadai untuk melayani volume kendaraan yang ada pada kondisi eksisting.

**Kata kunci:** Simpang Tak Bersinyal, Kinerja Simpang, PKJI 2023, Derajat Kejenuhan, Tundaan, Peluang Antrian, Tingkat Pelayanan

## **ABSTRACT**

### **PERFORMANCE ANALYSIS OF TUGU PENA INTERSECTION IN METRO CITY LAMPUNG**

**By**

**ISMA MAYMARGI ASTARI**

*Tugu Pena Intersection is an unsignalized four-arm intersection located in Metro Pusat District, Metro City, Lampung Province, connecting AH. Nasution Street, Jenderal Sudirman Street, Ade Irma Suryani Street, and Imam Bonjol Street. The surrounding area is predominantly characterized by commercial and office land use, generating a relatively high volume of trip generation and attraction that may potentially reduce intersection performance, particularly during peak hours. This study aims to analyze the performance of Tugu Pena Intersection based on the Indonesian Road Capacity Manual (PKJI) 2023. The performance parameters examined include intersection capacity, degree of saturation, delay, and queue probability. Data were collected through field surveys conducted on a Monday (weekday) during the morning peak hour period from 07:00 to 09:00 local time. Survey results indicated that the highest traffic volume occurred between 07:00 and 08:00, reaching 1.714 pcu/hour, which was subsequently designated as the analysis peak hour. Based on calculations using the PKJI 2023 method, the intersection capacity was determined to be 4,014 pcu/hour with a degree of saturation (Dj) of 0.427. The average intersection delay was found to be 9.362 seconds/vehicle, while the queue probability ranged from 8.435% to 20.269%. Based on the Indonesian Minister of Transportation Regulation No. 96 of 2015, Tugu Pena Intersection is classified under Level of Service B (Good), indicating that traffic flow remains stable and the intersection capacity is still adequate to accommodate the existing traffic volume.*

*Keywords: Unsignalized Intersection, Intersection Performance, PKJI 2023, Degree of Saturation, Delay, Queue Probability, Level of Service*

Judul Penelitian : **ANALISIS KINERJA SIMPANG TUGU  
PENA KOTA METRO LAMPUNG**

Nama : Isma Maymargi Astari

Nomor Pokok Mahasiswa : 2215011040

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

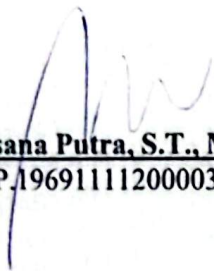



1. Komisi Pembimbing

 Dr. Ir. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T.  Sasana Putra, S.T., M.T.  
NIP. 197410042000032002 NIP. 196911112000031002

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

3. Ketua Program Studi Teknik Sipil

 Sasana Putra, S.T., M.T.  
NIP. 196911112000031002

 Dr. Suyadi, S.T., M.T.  
NIP. 19741225200501103

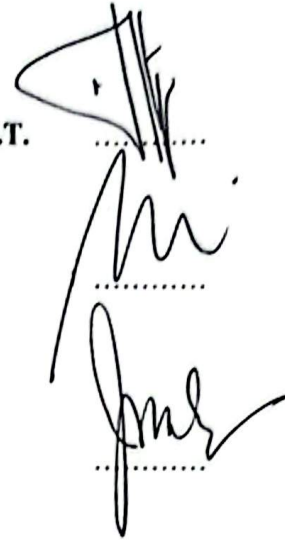
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Dr. Ir. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T.** .....

**Sekretaris : Sasana Putra, S.T., M.T.** .....

**Penguji  
Bukan Pembimbing : Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T., IPM.** .....



**2. Dekan Fakultas Teknik**

**~~Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.~~**

~~NIP. 196910302000031001~~



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 9 Juni 2026**

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **ISMA MAYMARGI ASTARI**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2215011040**

Judul : **ANALISIS KINERJA SIMPANG TUGU  
PENA KOTA METRO LAMPUNG**

Jurusan : **Teknik Sipil**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 15 -6 -2026  
Penulis,

A red 1000 Rupiah stamp with the Garuda Pancasila emblem and the text "METERAI TEMPEL" and "REP 2AJX803270807". A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

**Isma Maymargi Astari**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Isma Maymargi Astari, lahir sebagai anak bungsu dari pasangan Bapak Marji dan Ibu Yuliana Widiastuti, serta merupakan adik dari Inggar Yuni Astuti.

Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN 4 Metro Utara dan menyelesaikannya pada tahun 2016, kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah menengah pertama di SMPN 4 Metro dan lulus pada tahun 2019. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sekolah menengah atas di SMAN 3 Metro dan menyelesaikannya pada tahun 2022. Pada tahun yang sama, penulis resmi terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S-1 Jurusan Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menempuh masa perkuliahan, penulis aktif berorganisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota aktif Bidang Kesekretariatan pada periode I dan periode II tahun 2024. Pada tahun 2025, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Siswo Bangun, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Pada tahun yang sama, penulis juga melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Proyek Pembangunan Gedung Asrama Haji Provinsi Lampung, selama tiga bulan.

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah rabbilalamin, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Saya persembahkan skripsi ini untuk:

### **Kedua Orangtua Dan Keluarga Tercinta**

Bapak, Mamak, dan kakakku tercinta, yang tiada henti mencurahkan doa, kasih sayang, dan pengorbanan tanpa pamrih. Setiap langkah ini adalah buah dari keringat dan air mata kalian. Terima kasih telah menjadi alasan terkuat untuk tidak menyerah.

### **Dosen Pembimbing Dan Penguji**

Yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmu yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi ini.

### **Sahabat-sahabatku**

Yang menemani setiap suka dan duka, begadang bersama, dan selalu hadir saat semangat mulai padam. Kalian bukan sekadar teman, kalian adalah rumah kedua.

### **Teman-Temanku TEGAS 22.**

Yang selalu mendukung dan memberikan semangat untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

### **Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Sipil**

Sebagai tempat tempat saya bertumbuh, belajar, dan menemukan versi terbaik dari diri saya.

## **KATA INSPIRASI**

“Allah adalah sebaik-baik pelindung dan sebaik-baik penolong.”

(QS. Al-Anfal: 40)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Sesuatu selalu terlihat mustahil sampai hal itu selesai dikerjakan.”

(Nelson Mandela)

“Setiap hari adalah hari baru. Setiap musim adalah musim baru. Aku selalu percaya bahwa aku bisa memenangkannya.”

(Ayrton Senna)

“Mulailah dengan bismillah, jalani dengan usaha, selesaikan dengan syukur”

## SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan hidayah dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul ANALISIS KINERJA SIMPANG TUGU PENA KOTA METRO LAMPUNG dengan tepat waktu.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan, bantuan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung sekaligus pembimbing, atas kesediannya memberikan bimbingan, pengarahan dan saran dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil, Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Ir. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang memberikan bimbingan, pengarahan, saran dan doa kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi.
6. Bapak Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T., IPM., selaku Dosen Penguji yang sudah memberikan kritik dan masukan untuk perbaikan skripsi.
7. Bapak Bayzoni, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik yang memberikan arahan, motivasi dan semangat selama perkuliahan.

8. Orang tua tercinta yaitu Bapak Marji dan Ibu Yuliana Widiastuti yang senantiasa memberi doa, cinta, dukungan, kepercayaan, semangat, dan pengorbanan yang tak terhitung dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Kakakku tercinta Inggar Yuni Astuti, yang telah menjadi *support system* terbaik, pendengar keluh kesah yang sabar, dan penyemangat di kala lelah. Terima kasih telah menjadi kakak sekaligus sahabat terbaik dalam hidup.
10. Sahabat-sahabat terbaikku Afifah, Sofia, Syafa, Yulie, dan Aqila yang telah menemani, menghibur dan memberikan semangat dalam segala kondisi. Terimakasih atas canda tawa dan pelukan hangatnya.
11. Teman-teman satu pembimbing dan “Kampung Baru Gank” yang telah menemani setiap proses penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
12. Seluruh rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung angkatan 2022 atas kebersamaannya dalam segala proses perkuliahan.
13. Terakhir, untuk diri sendiri karena telah berani melangkah, bertahan dalam proses, dan berhasil menyelesaikan apa yang telah kamu mulai. Terima kasih telah bertahan, tetap berjalan meski tertatih, dan membuktikan bahwa kamu jauh lebih kuat dari apa yang kamu takuti.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis sehingga masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak dan berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 2026  
Penulis,

**Isma Maymargi Astari**  
**NPM. 2215011040**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>SANWACANA.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Simpang.....	4
2.2. Simpang Tak Bersinyal .....	5
2.2.1. Tipe Simpang Tak Bersinyal .....	5
2.3. Kinerja Simpang Tak Bersinyal .....	6
2.3.1. Kapasitas Simpang .....	7
2.3.2. Derajat Kejenuhan .....	12
2.3.3. Tundaan .....	13
2.3.4. Peluang Antrian .....	15
2.4. Penelitian Terdahulu .....	16
2.5. Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	21
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1. Umum.....	23
3.2. Lokasi Penelitian .....	24

3.3. Metode Analisis Data .....	24
3.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian .....	25
3.4.1. Tahap Persiapan.....	25
3.4.2. Tahap Pengumpulan Data.....	26
3.4.3. Tahap Analisis .....	27
3.4.4. Tahap Akhir .....	27
3.5. Diagram Alir Penelitian .....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1. Gambaran Umum .....	29
4.2. Pelaksanaan Survei.....	31
4.3. Data Geometri Simpang .....	31
4.4. Volume Lalu Lintas.....	33
4.5. Analisis Kapasitas Simpang .....	36
4.5.1. Penentuan Faktor Penyesuaian .....	36
4.5.2. Hasil Perhitungan Kapasitas.....	38
4.6. Analisis Derajat Kejenuhan.....	39
4.7. Analisis Tundaan.....	39
4.8. Analisis Peluang Antrian.....	41
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	
<b>LAMPIRAN B</b>	
<b>LAMPIRAN C</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Grafik tundaan lalu lintas simpang sebagai fungsi $D_j$ .....	14
Gambar 2. Grafik peluang antrian.....	15
Gambar 3. Bagan alir penelitian.....	28
Gambar 4. Gambaran umum lokasi penelitian.....	30
Gambar 5. Sketsa data geometri.....	32

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Kode tipe simpang .....	6
Tabel 2. Kapasitas dasar simpang-3 dan simpang 4 .....	7
Tabel 3. Faktor koreksi median pada jalan mayor ( $F_M$ ).....	9
Tabel 4. Faktor koreksi ukuran kota .....	9
Tabel 5. Tipe lingkungan jalan.....	10
Tabel 6. Kelas hambatan samping .....	10
Tabel 7. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tidak bermotor.....	11
Tabel 8. Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor. ....	12
Tabel 9. Penelitian Terdahulu .....	16
Tabel 10. Data geometri simpang .....	32
Tabel 11. Nilai EMP untuk tiap jenis kendaraan .....	33
Tabel 12. Rekapitulasi data volume lalu lintas .....	34
Tabel 13. Volume lalu lintas pukul 07.00-08.00.....	35

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Persimpangan jalan merupakan elemen kritis dalam jaringan jalan perkotaan karena menjadi titik pertemuan dan persilangan arus lalu lintas dari berbagai arah (Lubis et al., 2025). Tingkat pelayanan dan kapasitas jaringan jalan secara keseluruhan sangat dipengaruhi oleh kinerja persimpangan. Salah satu jenis persimpangan yang banyak digunakan adalah simpang tak bersinyal. Simpang tak bersinyal yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan penurunan tingkat pelayanan jalan, peningkatan tundaan, dan potensi kecelakaan lalu lintas.

Kota Metro sebagai salah satu kota di Provinsi Lampung mengalami pertumbuhan ekonomi dan mobilitas penduduk yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Pertumbuhan ini berdampak langsung pada peningkatan volume lalu lintas kendaraan, terutama pada simpang-simpang jalan utama yang menjadi penghubung berbagai aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Peningkatan mobilitas penduduk, perkembangan kawasan perdagangan dan jasa, serta bertambahnya penggunaan kendaraan pribadi menyebabkan beban lalu lintas pada jaringan jalan semakin tinggi. Salah satu simpang strategis yang mengalami peningkatan volume lalu lintas adalah simpang Tugu Pena, Kota Metro, Provinsi Lampung.

Simpang Tugu Pena yang terletak di kawasan pusat Kota Metro adalah salah satu simpul transportasi utama yang melayani pergerakan lalu lintas dari berbagai arah, yaitu Jalan A.H. Nasution, Jalan Jenderal Sudirman, Jalan Ade Irma Suryani, dan Jalan Imam Bonjol. Lokasi ini merupakan koridor

perdagangan dan komersial yang padat dengan aktivitas tinggi, sehingga simpang ini mengalami peningkatan volume kendaraan yang signifikan terutama di jam puncak yang berpotensi menurunkan kinerja simpang dan mengganggu kelancaran arus lalu lintas di sekitarnya.

Meskipun penelitian terkait kinerja simpang telah banyak dilakukan, namun sebagian besar penelitian masih menggunakan MKJI 1997 yang sudah tidak relevan dengan kondisi lalu lintas saat ini. Penelitian mengenai simpang tak bersinyal yang menggunakan PKJI 2023 masih terbatas sehingga diperlukan lebih banyak validasi penerapan pedoman terbaru ini. Selain itu, belum ada penelitian yang secara spesifik menganalisis kinerja simpang di Kota Metro, padahal kota ini memiliki dinamika pertumbuhan yang pesat sehingga dokumentasi kondisi eksisting penting sebagai *baseline* data untuk monitoring jangka panjang. Hal ini menunjukkan urgensi dilakukannya penelitian yang lebih komprehensif dengan menggunakan metode dan data terkini.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam untuk menganalisis kinerja persimpangan di Jl. AH. Nasution – Jl. Jendral Sudirman - Jl. Ade Irma Suryani - Jl. Imam Bonjol Metro Lampung. Penelitian ini akan mengkaji parameter-parameter kinerja simpang meliputi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian, guna mengetahui kondisi kinerja simpang secara terkini. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengelolaan lalu lintas di Kota Metro dan kontribusi akademis dalam pengembangan kajian rekayasa transportasi, khususnya pada penerapan PKJI 2023 untuk analisis kinerja simpang tak bersinyal di kota-kota menengah di Indonesia

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana kinerja simpang Tugu Pena Kota Metro saat ini, berdasarkan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja simpang Tugu Pena Kota Metro saat ini berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai kondisi dan kinerja simpang Tugu Pena, Kota Metro pada saat ini.
2. Menjadi referensi dan bahan kajian bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan evaluasi kinerja persimpangan, terutama di wilayah perkotaan.
3. Menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan rencana pengembangan infrastruktur transportasi di Kota Metro.

## **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian berlokasi di Simpang Tugu Pena Kota Metro.
2. Perhitungan arus lalu lintas dilakukan pada hari Senin di jam sibuk.
3. Ukuran kinerja simpang yang diteliti meliputi: kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan (delay), serta peluang antrian.
4. Analisa kinerja simpang tak bersinyal berdasarkan pada metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Simpang

Persimpangan didefinisikan sebagai lokasi dalam jaringan jalan di mana dua atau lebih ruas jalan bertemu dan berpotongan, termasuk fasilitas jalur jalan dan tepi jalan yang memungkinkan lalu lintas bergerak di dalamnya (Sumarda et al., 2017). Kondisi ini membuat keberadaan simpang sangat mempengaruhi kapasitas maupun durasi perjalanan pada suatu jaringan jalan, terutama di daerah perkotaan.

Karena persimpangan dipakai secara bersamaan oleh berbagai pengguna jalan, maka perancangannya perlu dilakukan secara cermat dengan mempertimbangkan sejumlah aspek seperti efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasional, dan kapasitas. Menurut (Sumina, 2008), jenis-jenis persimpangan dilihat dari segi pengaturannya dikelompokkan menjadi:

#### 1. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah jenis persimpangan yang pengelolaannya menggunakan sinyal lalu lintas. Sinyal lalu lintas sendiri mencakup perangkat pengaturan arus kendaraan yang bekerja dengan tenaga listrik, serta dilengkapi dengan rambu dan marka yang berfungsi memberi arahan kepada pengguna jalan (Putri et al., 2025).

#### 2. Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal merupakan jenis persimpangan yang tidak menggunakan lampu isyarat lalu lintas (APILL) sebagai pengendali arus kendaraan. Jenis simpang ini umumnya sesuai diterapkan pada lokasi

dengan volume lalu lintas yang rendah hingga sedang, terutama di daerah pemukiman, perkotaan kecil, atau persimpangan jalan local

## **2.2. Simpang Tak Bersinyal**

Simpang tak bersinyal adalah simpang yang tidak dilengkapi alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), dimana pengemudi kendaraan menentukan sendiri saat yang tepat untuk melewati simpang. Pada simpang tak bersinyal, kendaraan dari jalan minor harus memberikan hak jalan (*give way*) kepada kendaraan dari jalan mayor. Karakteristik utama simpang tak bersinyal adalah adanya konflik antar pergerakan kendaraan yang diselesaikan berdasarkan aturan prioritas dan celah (*gap*) yang tersedia dalam arus lalu lintas.

Jenis persimpangan yang paling banyak ditemukan di perkotaan adalah simpang tidak bersinyal. Tipe simpang ini cocok untuk diimplementasikan apabila arus lalu lintas di jalan minor dan pergerakan membelok relatif kecil (Bendesa, 2023). Pengaturan pergerakan simpang tidak bersinyal dilakukan secara komprehensif, dengan kinerja yang dihasilkan menjadi dasar untuk penentuan dan prosedur pergerakan yang akan ditetapkan dengan mempertimbangkan besarnya parameter tundaan, kapasitas, derajat kejenuhan, dan peluang antrian yang ada pada persimpangan yang ditinjau.

### **2.2.1. Tipe Simpang Tak Bersinyal**

Tipe simpang ditentukan oleh banyaknya lengan persimpangan dan jumlah lajur di jalan mayor serta jalan minor menggunakan kode tiga angka yang terdapat pada tabel berikut. Jumlah lengan simpang merupakan total lengan untuk arus lalu lintas yang masuk, keluar, atau keduanya

Tabel 1. Kode tipe simpang

Kode Tipe Simpang	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Berdasarkan tabel tersebut, tipe simpang pada persimpangan Tugu Pena adalah 424. Simpang ini merupakan persimpangan empat lengan dimana jalan mayor (Jl. AH. Nasution – Jl. Jendral Sudirman) memiliki 4 lajur atau 2 lajur per arah pergerakan dan memiliki 2 lajur atau 1 lajur per arah pergerakan pada jalan minor (Jl. Ade Irma Suryani – Jl. Imam Bonjol). Konfigurasi geometrik ini memberikan kapasitas yang lebih besar dibandingkan tipe simpang dengan jumlah lajur yang lebih sedikit, namun juga menghadirkan kompleksitas yang lebih tinggi dalam hal konflik pergerakan arus kendaraan.

### 2.3. Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Kinerja suatu simpang dianggap baik jika kapasitas yang ada jauh melebihi volume lalu lintas yang harus ditampung. Rasio antara keduanya disebut sebagai derajat kejenuhan. Umumnya, semakin rendah nilai derajat kejenuhan, semakin optimal kinerja simpang. Selain itu, tundaan dan peluang antrian juga diperlukan sebagai indikator kinerja, namun kedua parameter tersebut sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai derajat kejenuhan.

Kinerja simpang tak bersinyal dalam analisis operasional umumnya berdasarkan PKJI 2023 mencakup penilaian terhadap kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, serta peluang antrian yang terjadi pada simpang. Pada penelitian ini membahas penilaian kinerja simpang yang ditinjau dari aspek geometrik, kondisi lalu lintas, serta faktor lingkungan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

### 2.3.1. Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang diartikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melintasi simpang dalam kondisi tertentu selama jangka waktu tertentu. Kapasitas simpang tak bersinyal sangat tergantung pada proses penerimaan celah dimana kendaraan dari jalan minor harus menunggu celah yang cukup dalam arus lalu lintas jalan mayor sebelum dapat masuk ke simpang. Konsep kapasitas pada simpang tak bersinyal berbeda dengan simpang bersinyal karena tidak ada pembagian waktu yang eksplisit untuk setiap pergerakan. Apabila volume lalu lintas mendekati atau melampaui kapasitas yang tersedia, kinerja simpang akan menurun secara nyata, yang ditandai dengan meningkatnya tundaan dan panjang antrian serta menurunnya kecepatan kendaraan.

Kapasitas dasar ( $C_0$ ) diartikan sebagai kapasitas maksimum kendaraan yang dapat dilayani oleh suatu segmen jalan atau simpang pada kondisi ideal.  $C_0$  ditentukan secara empiris berdasarkan kondisi ideal pada persimpangan yaitu simpang dengan lebar lajur pendekat rata-rata ( $L_{RP}$ ) sebesar 2,75 m, tidak terdapat median, ukuran populasi kota 1–3 juta jiwa, hambatan samping tergolong sedang, rasio belok kiri ( $R_{BK_i}$ ) sebesar 10%, rasio belok kanan ( $R_{BK_a}$ ) sebesar 10%, rasio arus dari jalan minor ( $R_{mi}$ ) 20%, dan  $q_{KTB}$  bernilai 0. Nilai  $C_0$  untuk simpang tertera pada tabel berikut.

Tabel 2. Kapasitas dasar simpang-3 dan simpang 4

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

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Kapasitas bagian jalinan (C) dihitung berdasarkan total arus yang memasuki seluruh lengan pada bagian jalinan dan ditentukan sebagai hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) dengan berbagai faktor koreksi yang menyesuaikan perbedaan kondisi lapangan terhadap kondisi ideal. Kapasitas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{Rmi} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- C : Kapasitas bagian jalinan (smp/jam)
- $C_0$  : Kapasitas dasar jalinan (smp/jam)
- $F_{LP}$  : Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat
- $F_M$  : Faktor koreksi tipe median
- $F_{UK}$  : Faktor koreksi ukuran kota
- $F_{HS}$  : Faktor koreksi hambatan samping
- $F_{BK_i}$  : Faktor koreksi rasio arus belok kiri
- $F_{BK_a}$  : Faktor koreksi rasio arus belok kanan
- $F_{Rmi}$  : Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor

Nilai  $F_{LP}$  yang besarnya tergantung dari lebar rata-rata pendekat simpang dapat dihitung melalui persamaan berikut.

$$\text{Untuk tipe simpang 422} \quad : F_{LP} = 0,70 + 0,0866 L_{RP} \quad (2.2)$$

$$\text{Untuk tipe simpang 424 atau 444} \quad : F_{LP} = 0,61 + 0,0740 L_{RP} \quad (2.3)$$

$$\text{Untuk tipe simpang 322} \quad : F_{LP} = 0,73 + 0,0760 L_{RP} \quad (2.4)$$

$$\text{Untuk tipe simpang 324 atau 344} \quad : F_{LP} = 0,62 + 0,0646 L_{RP} \quad (2.5)$$

Klasifikasi median berikut faktor koreksi median ( $F_M$ ) dapat dilihat pada tabel 3. Nilai  $F_M$  digunakan untuk menyesuaikan kapasitas jalan berdasarkan tipe median yang digunakan, di mana median yang lebih efektif dalam memisahkan arus lalu lintas berlawanan arah akan menghasilkan nilai  $F_M$  yang lebih tinggi

Tabel 3. Faktor koreksi median pada jalan mayor ( $F_M$ )

Kondisi simpang	Tipe median	Faktor koreksi, $F_M$
Tidak terdapat median di jalan mayor	Tidak ada	1,00
Terdapat median di jalan mayor dengan lebar < 3 m	Median sempit	1,05
Ada median di jalan mayor dengan lebar $\geq$ 3 m	Median lebar	1,20

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023

Untuk nilai  $F_{UK}$  ditentukan pada tabel 4 berdasarkan jumlah penduduk kota.

Tabel 4. Faktor koreksi ukuran kota

Ukuran kota	Penduduk (juta)	Faktor koreksi ukuran kota ( $F_{UK}$ )
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Untuk pengaruh kondisi lingkungan jalan, hambatan samping, dan besarnya arus Kendaraan Tak Bermotor (KTB) yang disebabkan oleh aktivitas di sekitar simpang terhadap kapasitas dasar digabungkan menjadi satu nilai faktor koreksi hambatan samping (FHS). Nilai FHS mencerminkan sejauh mana gangguan dari sisi jalan, seperti pejalan kaki, kendaraan parkir, kendaraan keluar-masuk lahan, maupun kendaraan lambat, memengaruhi kinerja simpang. Klasifikasi tipe lingkungan jalan dan hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut.

Tabel 5. Tipe lingkungan jalan

<b>Tipe lingkungan jalan</b>	<b>Kriteria</b>
Komersial	Tata guna lahan komersial, seperti pertokoan, rumah makan, dan perkantoran, yang memiliki akses masuk langsung bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Permukiman	Tata guna lahan permukiman yang dilengkapi akses masuk langsung bagi pejalan kaki serta kendaraan.
Akses terbatas	Tidak terdapat akses masuk atau akses langsung sangat terbatas, misalnya akibat adanya penghalang fisik, jalan samping, atau kondisi sejenis lainnya.

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Tabel 6. Kelas hambatan samping

<b>Kelas hambatan samping</b>	<b>Kriteria</b>
Tinggi	Arus kendaraan yang masuk dan keluar simpang terganggu dan menurun akibat aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat. Aktivitas tersebut antara lain berupa naik dan turun penumpang atau berhentinya angkutan umum, pergerakan pejalan kaki dan/atau pedagang kaki lima, serta kendaraan yang keluar dan masuk dari sisi pendekat.
Sedang	Arus kendaraan pada titik masuk dan keluar simpang mengalami gangguan ringan dan penurunan kecil akibat adanya aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat.
Rendah	Arus kendaraan pada titik masuk dan keluar simpang tidak mengalami gangguan maupun penurunan akibat hambatan samping.

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Sementara itu, untuk nilai faktor penyesuaian yang mencakup tipe lingkungan jalan, tingkat hambatan samping, serta rasio kendaraan tidak bermotor ( $F_{HS}$ ) ditetapkan berdasarkan ketentuan yang tercantum pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tidak bermotor

Kelas tipe lingkungan jalan	Kelas hambatan samping	Rasio kendaraan tidak bermotor ( $R_{KTB}$ )					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq$ 0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,81	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,82	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/sedang /rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

Untuk faktor rasio arus belok kiri ( $F_{BK_i}$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 R_{BK_i} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

$R_{BK_i}$  : rasio belok kiri

Untuk faktor koreksi arus belok kanan ( $F_{BK_a}$ ) digunakan persamaan berikut.

$$\text{Untuk simpang-4 : } F_{BK_a} = 1,0$$

$$\text{Untuk simpang-3 : } F_{BK_a} = 1,09 - 0,922 R_{BK_a} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

$R_{BK_a}$  : rasio belok kanan

Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor ( $F_{mi}$ ) digunakan untuk

menyesuaikan kapasitas simpang berdasarkan proporsi arus lalu lintas yang berasal dari jalan minor terhadap total arus simpang. Nilai  $F_{mi}$  dapat ditentukan menggunakan persamaan-persamaan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.

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

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023

### 2.3.2. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*) dapat didefinisikan sebagai rasio antara total kendaraan yang melintas dalam satuan mobil penumpang dengan kapasitas simpang. Nilai  $D_j$  digunakan sebagai indikator utama dalam mengukur tingkat pemanfaatan kapasitas serta menilai tingkat pelayanan pada simpang. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$D_j = \frac{q}{C} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

- $D_j$  : Derajat kejenuhan
- $C$  : Kapasitas (smp/jam)
- $q$  : Arus lalu lintas kendaraan bermotor total (smp/jam)

Nilai derajat kejenuhan ( $D_j$ ) mencerminkan ada atau tidaknya permasalahan kapasitas pada segmen jalan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Semakin besar nilai  $D_j$ , semakin tinggi tingkat pemanfaatan kapasitas, yang menunjukkan kondisi lalu lintas semakin padat dan berpotensi menimbulkan kemacetan. Studi perbandingan yang dilakukan oleh Azahra et al. (2024) menyebutkan bahwa PKJI 2023 menetapkan nilai  $D_j < 0,85$  sebagai batas kelayakan bagi simpang tidak bersinyal dan bundaran. Selain itu, direkomendasikan agar pada tahap perencanaan nilai  $D_j$  pada jam puncak dijaga tidak melampaui 0,75 guna menyediakan tingkat keamanan operasional yang memadai.

### 2.3.3. Tundaan

Tundaan diartikan sebagai waktu tambahan yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melewati suatu persimpangan dibandingkan dengan kondisi tanpa hambatan. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) tundaan pada simpang terjadi karena dua hal berikut.

1. Tundaan lalu lintas ( $T_{LL}$ ) merupakan tundaan yang terjadi akibat interaksi antar kendaraan dalam arus lalu lintas.
2. Tundaan geometrik ( $T_G$ ) adalah tundaan yang muncul akibat perlambatan dan percepatan yang terganggu ketika kendaraan-kendaraan membelok pada suatu persimpangan dan/atau berhenti.

Tundaan ( $T$ ) dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$T = T_{LL} + T_G \dots\dots\dots (2.9)$$

$T_{LL}$  merupakan tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua sisi, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

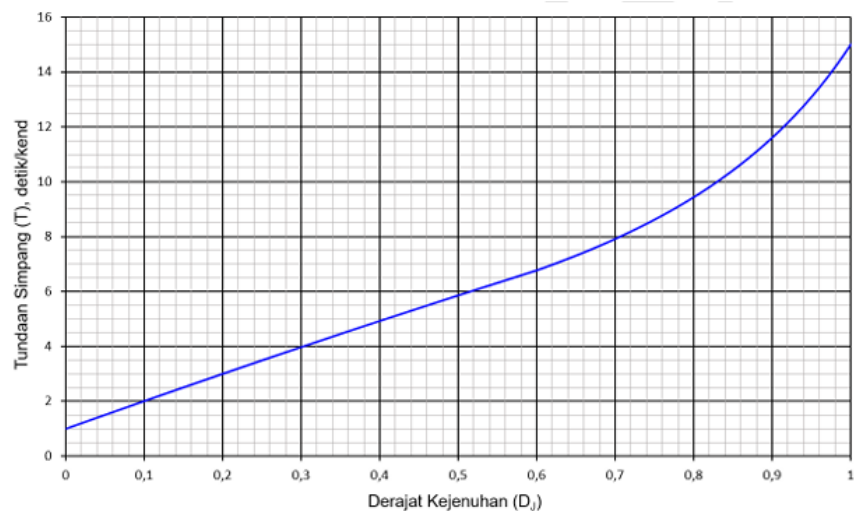
$$\text{Untuk } D_j \leq 0,60 : T_{LL} = 2 + 8,2078 D_j - (1 - D_j)^2 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Untuk } D_j > 0,60 : T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_j)} - (1 - D_j)^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

$T_{LL}$  : Tundaan lalu lintas (det/smp)

$D_j$  : Derajat kejenuhan



Gambar 1. Grafik tundaan lalu lintas simpang sebagai fungsi  $D_j$

Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor ( $T_{LLma}$ ) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan mayor. Tundaan ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Untuk } D_j \leq 0,60 : T_{LLma} = 1,8000 + 8,2078 D_j - (1 - D_j)^{1,8} \dots\dots (2.12)$$

$$\text{Untuk } D_j > 0,60 : T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 D_j)} - (1 - D_j)^{1,8} \dots\dots (2.13)$$

Tundaan lalu lintas untuk jalan minor ( $T_{LLmi}$ ) merupakan tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua jenis kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan minor, ditentukan berdasarkan TLL dan  $T_{LLma}$ , serta dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$T_{LLmi} = \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

$q_{KB}$  : Arus total kendaraan bermotor (smp/jam)

$q_{ma}$  : Arus kendaraan bermotor masuk simpang di jalan mayor (smp/jam)

Untuk tundaan geometri (TG) rata-rata seluruh simpang, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Untuk } D_j < 1: T_G = (1-D_j) \times \{6 R_B + 3 (1-R_B)\} + 4 D_j \dots\dots(2.15)$$

$$\text{Untuk } D_j > 1: T_G = 4 \text{ detik/SMP}$$

Keterangan:

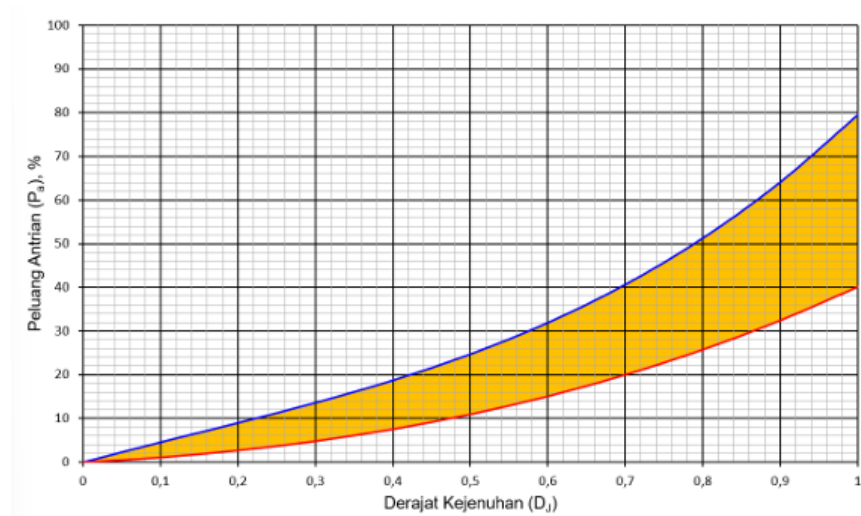
$R_B$  : Rasio arus belok terhadap arus kendaraan bermotor total

#### 2.3.4. Peluang Antrian

Peluang antrian merupakan salah satu indikator kinerja lalu lintas yang menyatakan tingkat kemungkinan terjadinya penumpukan kendaraan pada simpang. Nilai  $P_a$  diukur sebagai rentang probabilitas (%) yang dapat ditentukan dari kurva antrian empiris yang terlihat pada gambar atau dalam persamaan berikut.  $P_a$  bergantung pada  $D_j$  dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas pada simpang.

$$\text{Batas atas peluang} : P_a = 47,71 D_j - 24,68 D_j^2 + 56,47 D_j^3 \quad (2.16)$$

$$\text{Batas bawah peluang} : P_a = 9,02 D_j + 20,66 D_j^2 + 10,49 D_j^3 \quad (2.17)$$



Gambar 2. Grafik peluang antrian

## 2.4. Penelitian Terdahulu

Bagian ini digunakan sebagai dasar perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian yang sedang dilakukan, dengan referensi relevan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 9. Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Adesyafitri Aprilita Paendong James A. Timboeleng, Semuel Y.R. Rompis	Analisa Kinerja Simbang Tak Bersignal (Studi Kasus: Simbang Tak Bersignal Lengan Tiga Jl. Hasanuddin, Jl. Santiago dan Jl. Pogidon, Tuminting) Tahun: 2020	MKJI 1997	Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas simpang (C) sebesar 1847,7 smp/jam, dengan derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,86, tundaan simpang (D) sebesar 14,1 det/smp dan peluang antrian yang timbul adalah 29 % - 58%. <i>Level Of Service</i> (LOS) yang di dapat adalah LOS D. Hasil simulasi lalu lintas menggunakan perangkat lunak Sumo menunjukkan bahwa persimpangan di Jl. Hasanuddin, Jl. Pogidon, Jl. Santiago, dan Tuminting memerlukan pemasangan lampu lalu lintas untuk memperlancar arus lalu lintas.
2	Rima S., Endri Agustomi, Elly Tri Pujiastutie	Analisa Simbang Tak Bersinyal (Studi Kasus Di Ruas Jalan Taman Simbang Kota Kandis Kota Bengkulu) Tahun: 2021	MKJI 1997	Persimpangan empat lengan kinerjanya dianalisis dengan mengamati kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrian masih di bawah standar berdasarkan MKJI 1997. Alternatif terbaik untuk perempatan empat lengan adalah dengan menggabungkan pemasangan rambu jalan “dilarang berhenti” dan mengubah 2 jalur dengan 2 arah menjadi simpang empat lengan dengan 2 jalur dan 1 arah. Kinerja

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				simpang tiga lengan dianalisis dengan mengamati kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrean masih di bawah standar berdasarkan MKJI 1997. Alternatif terbaik untuk simpang tiga lengan ini adalah dengan melarang belok kiri dari jalan Rustandi Sugianto 1 dan melarang belok kanan dari jalan Rustandi Sugianto 2, yang dapat menyebabkan kendaraan menumpuk di sisi jalan tersebut.
3	Raafi Widyaputra Yulianyaha, Christian Dwi Putra Widjaya, Debby Syafriyandi	Identifikasi Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Puskesmas Gondokusuman Yogyakarta) Tahun: 2023	MKJI 1997	Hasil kinerja simpang tak bersinyal eksisting menunjukkan bahwa pada periode sore hari didapat nilai derajat kejenuhan sebesar 0,73 yang berarti mendekati dari nilai standar teknis yang ditetapkan. Berdasarkan hasil kinerja eksisting tersebut, perlu dilakukanantisipasi normalisasi simpang tak bersinyal.
4	Handri Denziger Wijaya S, Muhammad Shofwan Donny Cahyono, Yoanita Eka Rahayu, Leonardus Setia Budi Wibowo	Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Persimpangan Pasar Plaosan Kabupaten Magetan Provinsi Jawa Timur Tahun: 2022	MKJI 1997	Berdasarkan pada hasil analisis kinerja dari persimpangan untuk lengan A dan C berada dalam kondisi buruk, sebaliknya untuk lengan B dan D yang ditinjau sudah tidak dalam kondisi baik, adapun lengan A menunjukkan ruas pada jalan Sarangan dan lengan C menunjukkan ruas jalan Karangudi, lengan B menunjukkan ruas jalan P.s Wage dan lengan D menunjukkan ruas Jalan Sidomukti. Berdasarkan metode MKJI 1997 kapasitas dasarnya adalah 2900 smp/jam untuk persimpangan sebidang 4 Lengan dengan kapasitas (C) lengan A = 2992 smp/jam, lengan B = 2164 smp/jam, lengan C = 3117 smp/jam, dan lengan D = 2623 smp/jam.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				Derajat kejenuhan (DS) untuk masing-masing lengan A = 0,46, B = 0,79, C = 0,13 dan D = 0,61. Tundaan pada setiap simpang (T) A = 8,90 det/smp, B = 12,12 det/smp, C = 5,74 det/smp, dan D = 10,37 det/smp.
5	Felyx S. Samperuru, Rifana S. S. I. Kawet	Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Pada Ruas Jalan Tomohon Tondano – Jalan Sam Ratulangi – Jalan Garuda – Jalan Nazareth Matani Kota Tomohon Tahun: 2024	MKJI 2017	Dari hasil perhitungan untuk mencari kinerja lalu lintas pada masing-masing pendekat didapati pada Jalan Tomohon-Tondano memiliki nilai derajat kejenuhan 0,67, nilai tundaan simpang 11,57 dan peluang antrian 18-38%. maka tingkat pelayanannya adalah kelas C, Pada Jalan Sam Ratulangi memiliki nilai derajat kejenuhan 0,75 nilai tundaan simpang 12,34 dan peluang antrian 23-46%. maka tingkat pelayanannya adalah kelas C, Pada Jalan Garuda memiliki nilai derajat kejenuhan 0,58, nilai tundaan simpang 10,78 dan peluang antrian 14-30%. maka tingkat pelayanannya adalah kelas C, Pada Jalan Nazareth memiliki nilai derajat kejenuhan 0,74, nilai tundaan simpang 12,20 dan peluang antrian 22-45%. maka tingkat pelayanannya adalah kelas C.
6.	Eti Kurniati, Abdul Muid, Hermansyah	Analisis Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Pusat Pertokoan Pancor (PTC) Lombok Timur. Tahun: 2022	MKJI 1997	Hasil dari analisis yang telah dilakukan mengindikasikan bahwa volume lalu lintas simpang empat PTC Lombok Timur adalah 2713 smp/jam, dengan kapasitas sebesar 2988,65 dan derajat kejenuhan yang mencapai 0,90. Sedangkan tundaan sebesar 15,43 det/smp dengan peluang antrian batas atas mencapai 64,11% dan batas bawah mencapai 32,50%. Berdasarkan nilai derajat kejenuhan di atas 0.75 maka perlu dipasang alat pemberi isyarat atau <i>Traffic</i>

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				<i>Light.</i> Nilai tundaan pada simpang sebesar 15,43 detik/smp.
7	Harwidyo Eko Prasetyo, Andika Setiawan, dan Agus Pradana	Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Berdasarkan Derajat Kejenuhan Pada Jalan Raya Mabas Hankam – Jalan Raya Setu, Jakarta Timur Tahun: 2022	MKJI 1997	Dari hasil analisis disimpang tak bersinyal didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting sebesar 1,36. Setelah diterapkannya rekayasa lalu lintas berupa sistem ganjil genap, terlihat bahwa nilai derajat kejenuhan mengalami penurunan menjadi 1,06. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem ganjil genap mampu mereduksi nilai derajat kejenuhan.
8	Diana Nur Afni, Farida Juwita, Anas Khair Prikurnia, Imelda Yolanda Putri	Analisis Simpang Tak Bersinyal di Jalan Ahmad Yani – Jalan Raden Intan Gadingrejo Menggunakan PKJI Tahun: 2023	PKJI 2023	Dari hasil analisis data, didapat kinerja persimpangan tak bersinyal di Jalan Ahmad Yani- Jalan Raden Intan memperoleh nilai kapasitas (C) simpang sebesar 2169 smp/jam. Nilai Derajat Kejenuhan (Dj) pada simpang sebesar 1,05, volume arus lalu lintas di simpang dari arah Jalan Ahmad Yani (Timur) untuk kendaraan yang lurus $q_{LRS} = 1161$ smp/jam dan untuk kendaraan belok ke kiri $q_{BKI} = 135$ smp/jam. Dari arah Jalan Ahmad Yani (Barat) volume untuk kendaraan yang lurus = 760 smp/jam dan untuk belok ke kanan $q_{BKA} = 75$ smp/jam. Sedangkan untuk arah selatan di Jalan Raden Intan, kendaraan yang berbelok kanan berjumlah 75 smp/jam dan untuk yang berbelok kiri $q_{BKI}$ adalah 73 smp/jam.
9	Rikki Sofyan Rizal, Eko Wiyono, Imtinan Safinatun Naja, Mira	Simpang Tak Bersinyal pada Simpang Parung	PKJI 2014	Hasil penelitian terkait kinerja Simpang Tak Bersinyal Parung Bingung menunjukkan kategori F (sangat buruk), dengan nilai derajat kejenuhan (DJ) diatas 0,85, tundaan (T)

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	Aulia Fita Sari	Bingung di Sawangan Depok Tahun: 2022		yang tinggi sebesar 124,09 det/skr, serta volume kendaraan mencapai 5811,06 skr/jam dengan kapasitas jalan (C) sebesar 2810,98 skr/jam. Selain itu, Peluang Antrian (PA) didapat 156% untuk batas atas dan 75% untuk batas bawah. Maka dari itu, alternatif terakhir yang paling sesuai adalah dengan penerapan alternatif gabungan antara menghilangkan hambatan samping dengan cara memasang rambu lalu lintas seperti larangan parkir, larangan berhenti, pembatasan jam operasional, serta perubahan arah lalu lintas pada jam sibuk.
10	Alfia Nur Rahmawato, Yulis Widhiastuti, Soegyarto	Analisis Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal dengan Metode PKJI 2023 Tahun: 2024	PKJI 2014	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai kapasitas simpang sebesar 2203,03 SMP/jam; nilai DJ sebesar 0,48 ini serta analisa nilai tundaan diperoleh sebesar 9,67 det/SMP. Dikarenakan nilai $DJ < 1$ , maka nilai peluang parkir (PA) (%) berkisar antara 23,46%-10,25%. Jika nilai $DJ < 1$ , maka tidak perlu dilakukan perubahan untuk meningkatkan pelayanan simpang yang utamanya meliputi penambahan lebar rata-rata pendekat atau manajemen lalu lintas yang lain yang memungkinkan arus lalu lintas yang masuk ke simpang tersebut berkurang atau kombinasinya.

## 2.5. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai kinerja simpang sebelumnya, Sebagian besar masih menggunakan MKJI 1997 sebagai dasar analisis, yaitu penelitian oleh Paendong et al (2020), S et al (2021), Yulianyaha et al (2023), Cahyono et al (2022), Samperuru et al (2024), Kurniati et al (2022), dan Prasetyo et al., (2022). Meskipun MKJI 1997 telah lama menjadi standar nasional untuk analisis kapasitas jalan, pedoman ini telah berusia lebih dari 25 tahun dan belum mengakomodasi perkembangan kondisi lalu lintas terkini di Indonesia, khususnya terkait dominasi sepeda motor, peningkatan kualitas jalan, dan perubahan regulasi bidang jalan dan lalu lintas.

Beberapa penelitian telah menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) yang lebih baru, seperti PKJI 2014 yang digunakan oleh Rizal et al (2022) dan Rahmawati et al (2023). Hanya satu penelitian yang menggunakan PKJI 2023, yaitu penelitian oleh Afni et al (2023). Namun, penelitian tersebut memiliki fokus yang berbeda dengan penelitian ini, dimana tersebut menganalisis simpang 3 lengan di lokasi berbeda sehingga memiliki perbedaan karakteristik lalu lintas.

Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar penelitian kinerja simpang tak bersinyal di Indonesia masih menggunakan pedoman yang telah berusia lebih dari 25 tahun. Padahal, dalam kurun waktu tersebut telah terjadi perubahan signifikan dalam karakteristik lalu lintas Indonesia, termasuk peningkatan volume kendaraan, perubahan komposisi jenis kendaraan, dan perkembangan teknologi transportasi.

Meskipun penelitian mengenai kinerja simpang sudah sering dibahas, penelitian ini masih tetap penting dilakukan untuk memperbarui data yang ada. Setiap simpang memiliki karakteristik yang berbeda, mulai dari lebar jalan, jumlah kendaraan, serta perilaku pengemudinya yang selalu berubah setiap tahun. Oleh karena itu, penelitian terdahulu ini digunakan sebagai

acuan atau pembanding untuk memahami metode analisis, parameter yang digunakan, dan pola hasil yang umum ditemukan pada studi simpang tidak bersinyal. Dengan demikian, penelitian terdahulu tersebut berfungsi memperkuat landasan analisis dan menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan masih berada dalam rumpun kajian yang sama, namun diterapkan pada lokasi dan kondisi lalu lintas yang berbeda

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

Metode penelitian adalah suatu metode yang digunakan oleh peneliti untuk memperoleh data yang dibutuhkan, yang kemudian akan dianalisis untuk mencapai kesimpulan yang sesuai dalam penelitian tersebut. Penelitian adalah proses penyelidikan yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur untuk menambah pengetahuan serta mengkaji permasalahan tertentu yang memerlukan jawaban. Untuk memperoleh data yang dibutuhkan, fokus diarahkan pada pelaksanaan survei lapangan untuk mengumpulkan data primer, dan juga melibatkan survei kepada instansi terkait untuk memperoleh data sekunder (Adipradhana et al., 2024).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja simpang Tugu Pena di Kota Metro. Simpang Tugu Pena ini merupakan jenis simpang tak bersinyal pertemuan antara Jalan Imam Bonjol, Jalan Ade Irma Suryani, Jalan Jendral Sudirman, dan Jalan AH. Nasution. Dalam penelitian ini digunakan metode pengamatan, yaitu teknik pengambilan data lapangan secara langsung baik melalui observasi (survei) maupun pengukuran secara langsung pada objek yang diteliti.

Kajian kinerja persimpangan dilakukan untuk menilai kondisi kinerja simpang saat ini, meliputi derajat kejenuhan, tundaan, serta peluang antrian pada simpang Tugu Pena.

### 3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi pada persimpangan Tugu Pena, Kecamatan Metro Pusat, Kota Metro, Provinsi Lampung. Persimpangan ini merupakan salah satu simpang tak bersinyal yang terletak di kawasan pusat kota dan menjadi titik pertemuan beberapa ruas jalan (Jalan AH Nasution, Jalan Jenderal Sudirman, Jalan Imam Bonjol, dan Jalan Ade Irma Suryani) yang menghubungkan berbagai wilayah di Kota Metro.

### 3.3. Metode Analisis Data

Metode analisis simpang yang dikembangkan berdasar pada maksud dan tujuan dari penelitian ini. Konsep dasar pemikiran dalam mengembangkan metode analisis ini adalah sebagai berikut.

- a. Tahap awal dalam pelaksanaan penelitian kinerja simpang Tugu Pena adalah tahap persiapan kerja, terutama dalam pengumpulan data melalui survei lapangan dan studi pendahuluan.
- b. Jenis data yang digunakan dalam menganalisis kinerja simpang adalah data primer dan data sekunder. Data primer digunakan untuk mengetahui kondisi geometri fisik simpang, volume lalu lintas, dan tundaan di persimpangan Tugu Pena, sementara data sekunder mencakup data jumlah penduduk yang diperoleh dari instansi terkait.
- c. Analisis dikembangkan dengan mengkaji kapasitas, tundaan, derajat kejenuhan, serta peluang antrian pada persimpangan Tugu Pena Kota Metro.

Metode analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menghitung kinerja persimpangan Tugu Pena menggunakan metode PKJI 2023 terhadap data yang diolah, sehingga diperoleh hasil kinerja simpang yang ada saat ini. Tingkat kinerja simpang ditentukan dengan menggunakan PKJI 2023, hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas
2. Tundaan
3. Derajat kejenuhan
4. Peluang antrian

### **3.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian**

Berdasarkan ruang lingkup penelitian yang telah ditentukan, disusun suatu metode penelitian deskriptif kuantitatif guna memenuhi maksud dan tujuan penelitian. Metode deskriptif merupakan salah satu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi aktual secara sistematis dan detail dalam menggambarkan fenomena yang terjadi, mengidentifikasi permasalahan, serta menelaah kondisi dan praktik yang berlaku. Selain itu, metode ini digunakan untuk melakukan perbandingan dan evaluasi, serta mengkaji cara pihak lain dalam menangani permasalahan serupa sebagai bahan pembelajaran dalam perumusan rencana dan pengambilan keputusan di masa mendatang. Untuk memenuhi target waktu yang telah ditetapkan, pelaksanaan penelitian ini dibagi ke dalam beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap analisis, dan tahap penyelesaian akhir.

#### **3.4.1. Tahap Persiapan**

Tahapan ini dilakukan agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik. Kegiatan yang disiapkan antara lain:

1. Menetapkan metode penelitian dan analisis yang akan digunakan.
2. Studi pendahuluan, dengan meninjau PKJI 2023 atau pedoman terkait untuk parameter kinerja (kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian), serta observasi lapangan awal untuk sketsa geometri jalan dan pola arus.
3. Persiapan survei untuk kemudahan dalam pelaksanaan di lapangan dirancang pada tahap awal. Pada tahap ini dapat dilakukan beberapa kegiatan, antara lain:

- a. Penentuan titik-titik survei atau lokasi survei,
- b. Kebutuhan jumlah personil yang nantinya ditunjuk sebagai surveyor dalam pengambilan data di lapangan,
- c. Rencana jadwal untuk pelaksanaan survei,
- d. Persiapan perlengkapan survei seperti alat tulis, pita ukur, video perekam (jika diperlukan), dan formulir survei.

### 3.4.2. Tahap Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data persimpangan dilakukan dengan pengamatan langsung. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mengetahui gambaran terbaru dan teraktual dari kondisi persimpangan. data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan dilapangan secara langsung. Pengumpulan data di lapangan harus dilakukan dengan cara seteliti mungkin agar diperoleh data akurat dan memenuhi.

Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Data geometri simpang

Data geometri simpang yang dibutuhkan adalah:

- Lebar jalan
- Lebar lajur
- Lebar median

Untuk pengambilan data geometrik jalan dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan menggunakan pita ukur (*roll meter*).

- b. Data volume lalu-lintas

Data volume lalu-lintas dilakukan dengan metode pencacahan manual (*manual counting*) di setiap lengan simpang dengan mencatat jenis kendaraan yang melewati simpang. Klasifikasi kendaraan meliputi mobil penumpang, kendaraan sedang, dan sepeda motor. Arah pergerakan kendaraan juga dicatat meliputi

lurus, belok kanan, dan belok kiri.

c. Data kondisi lingkungan

Pengamatan kondisi lingkungan adalah dengan menentukan simpang tersebut sebagai lahan komersial, permukiman, atau daerah dengan akses terbatas. Data ini memengaruhi faktor koreksi untuk menentukan kapasitas simpang.

Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data yang diperoleh dari instansi terkait atau berwenang, dan *website* yang menyangkut penelitian sebagai penunjang data pelengkap. Data sekunder tersebut meliputi jumlah penduduk di kota Metro dan peta lokasi.

### **3.4.3. Tahap Analisis**

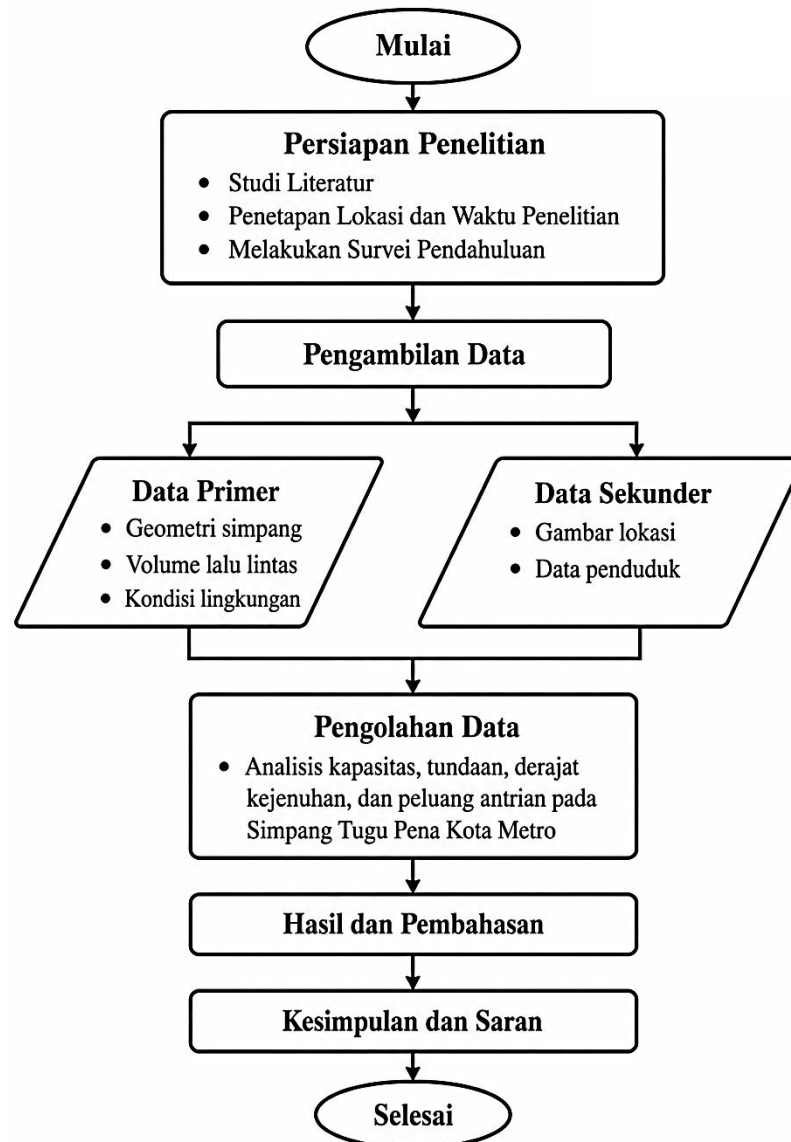
Setelah survei dan pengumpulan data-data lengkap, maka tahapan atau langkah selanjutnya yang dilakukan adalah memproses data berdasarkan bagan alir yang terdapat dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 untuk simpang tidak bersinyal. Data yang diperoleh dari penelitian di lapangan kemudian dilakukan analisa berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI 2023) untuk mengetahui kondisi kinerja dari persimpangan yang diteliti. Dari hasil tersebut didapatkan nilai kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian berdasarkan metode yang ada dalam buku Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023.

### **3.4.4. Tahap Akhir**

Tahapan akhir penelitian bertujuan untuk menyempurnakan laporan penelitian secara keseluruhan. Tahap ini tidak hanya merangkum hasil analisis, tetapi juga memberikan rekomendasi berkelanjutan untuk meningkatkan kinerja simpang jika diperlukan, sehingga laporan

menjadi lebih bermanfaat bagi pemangku kepentingan dalam perencanaan kota.

### 3.5. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan alir penelitian

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk analisis terhadap simpang tak bersinyal Berdasarkan analisis kinerja simpang tak bersinyal menggunakan metode survei dan PKJI 2023 pada jam sibuk pukul 07.00–09.00 WIB, diperoleh kapasitas simpang sebesar 4.014 SMP/jam dengan kondisi lalu lintas yang ramai namun tetap lancar. Nilai Derajat Kejenuhan (Dj) sebesar 0,427, peluang antrian 8,435%–20,269%, dan tundaan rata-rata 9,362 detik/kendaraan yang menunjukkan bahwa simpang memiliki tingkat pelayanan B (baik) sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015. Nilai Dj yang masih berada di bawah batas kritis 0,75 mengindikasikan bahwa kondisi geometrik dan operasional simpang masih mampu melayani arus lalu lintas secara optimal, sehingga belum diperlukan perubahan manajemen lalu lintas maupun perbaikan fisik simpang.

### 5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas dan pengalaman selama penelitian, maka terdapat beberapa saran berikut.

1. Diperlukan pemantauan rutin terhadap perkembangan volume lalu lintas untuk mengantisipasi peningkatan di masa depan.
2. Pemeliharaan marka jalan, rambu, dan fasilitas simpang perlu dilakukan secara berkala untuk menjaga kualitas pelayanan
3. Manajemen hambatan samping perlu dioptimalkan untuk mempertahankan kondisi kinerja simpang yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adipradhana, I. A., Widyaningsih, N., Isradi, M., & Dermawan, W. B. (2024). *Optimization of Road Section and Signalized Intersection Performance Using PKJI 2023 at Dewi Sartika-Raya Kalibata Intersection*. 09(09), 5012–5019. <https://doi.org/10.47191/etj/v9i09.05>
- Afni, D. N., Juwita, F., Prikurnia, A. K., & Putri, I. Y. (2023). *Analisis Simpang Tak Bersinyal di Jalan Ahmad Yani - Jalan Raden Intan Gadingrejo Menggunakan PKJI 2023*. 08(C).
- Azahra, R. F., Isradi, M., Sudrajat, K. M., Prasetijo, J., & Irfan Rifai, A. (2024). Performance Analysis of Unsignalized Intersections and Road Sections Using PKJI 2023. *Engineering and Technology Journal*, 9(03), 3601–3608. <https://doi.org/10.47191/etj/v9i03.06>
- Bendesa, I. K. G. (2023). *ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL (Studi Kasus Simpang Tiga Hang Tuah-Danau Beratan)*. 10(2), 119–128.
- Cahyono, M. S. D., Rahayu, Y. E., & Wibowo, L. S. B. (2022). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Persimpangan Pasar Plaosan Kabupaten Magetan Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Anggapa*, 1(November), 57–68. <https://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/anggapa/article/view/382%0Ahttps://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/anggapa/article/download/382/413>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*, 1–351.
- Kurniati, E., Muid, A., & Hermansyah. (2022). ANALISIS SIMPANG TAK BERSINYAL PADA SIMPANG PUSAT PERTOKOAN PANCOR (PTC) LOMBOK TIMUR. *JINTEKS (Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains)*, 4(4), 395–399.
- Lubis, M., Batubara, H., & Winata, D. (2025). PERENCANAAN TRAFFIC LIGHT DARI SIMPANG TAK BERSINYAL KE SIMPANG BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN JALAN IRIAN. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 227–231.

- Paendong, A. A. (2020). Analisa Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Banjer). *Jurnal Sipil Statik*, 8(5), 1485–1498.
- Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun. (2015). Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. *Jakarta*, 1–45.
- Prasetyo, H. E., Setiawan, A., & Pradana, A. (2022). *KINERJA SIMPANG EMPAT TAK BERSINYAL BERDASARKAN DERAJAT KEJENUHAN PADA JALAN RAYA MABES HANKAM – JALAN RAYA SETU*. 13(135), 135–145.
- Putri, H. A., Kadarini, S. N., & Mukti, E. T. (2025). *Jurnal Teknik Sipil PTV VISSIM: Case Study in Pontianak*. 25(3), 2119–2134.
- Rahmawati, A. N., & Widhiastuti, Y. (2023). Analisis Kinerja Simpang Empat tak Bersinyal dengan Metode PKJI 2023. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 1223–1230.
- Rizal, R. S., Wiyono, E., Naja, I. S., Aulia, M., & Sari, F. (2022). SIMPANG TAK BERSINYAL PADA SIMPANG PARUNG BINGUNG DI SAWANGAN DEPOK. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 9(1), 112–120.
- S, R., Agustomi, E., & Pujiastutie, E. T. (2021). Analisa Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Di Ruas Jalan Taman Simpang Kandis Kota Bengkulu). *Majalah Teknik Simes*, 15(2), 1. <https://doi.org/10.32663/simes.v15i2.2062>
- Samperuru, F. S., & Kawet, R. S. S. I. (2024). *Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Pada Ruas Jalan Tomohon Tondano – Jalan Sam Ratulangi – Jalan Garuda – Jalan Nazareth Matani*. 22(87).
- Sumarda, Astariani, & Adriana. (2017). *Analisis Kinerja Lalu Lintas Pada Bundaran Simpang Tol - Bandara Ngurah Rai Tuban , Bali*. 9(1), 147–162.
- Sumina, S. (2008). Analisis Simpang Tak Bersinyal Dengan Bundaran. *Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 17(21). <http://ejournal.utp.ac.id/index.php/JTSA/article/view/410>
- Yulianyahya, R. W., Dwi, C., Widjaya, P., & Syafriyandi, D. (2023). *Identifikasi Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Puskesmas Gondokusuman Yogyakarta)*. 3(November), 38–43.