

# **EVALUASI KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL BUNDARAN TUGU BINJAI**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**ELSA SURYA  
178110046**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2024**

# **EVALUASI KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL BUNDARAN TUGU BINJAI**

## **SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

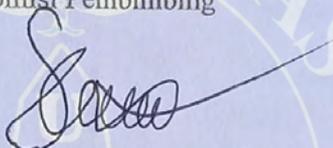


**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal Bundaran Tugu  
Binjai  
Nama : Elsa Surya  
NPM : 178110046  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:  
Komisi Pembimbing



Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T  
Pembimbing



Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T  
Dekan



Tika Permata Wilandari, S.T., M.T  
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 02 Juli 2024

### HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 02 Juli 2024



Materai

Elsa Surya  
178110046

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Elsa Surya  
NPM : 178110046  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal Bundaran Tugu Binjai Fakultas Teknik Universitas Medan Area Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada tanggal : 02 Juli 2024  
Yang menyatakan

  
(Elsa Surya)

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 19 Mei 1999 dari Ayah Herman Surya dan Ibu Nilawati Penulis merupakan putri ke 2 dari 5 bersudara. Tahun 2017 Penulis lulus dari SMA Swasta Yayasan Pendidikan Keluarga Medan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2023 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Apartemen Princeton Boutique Living Medan, terletak di Jl. Gagak Hitam Ringroad Nomor 2A, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan.

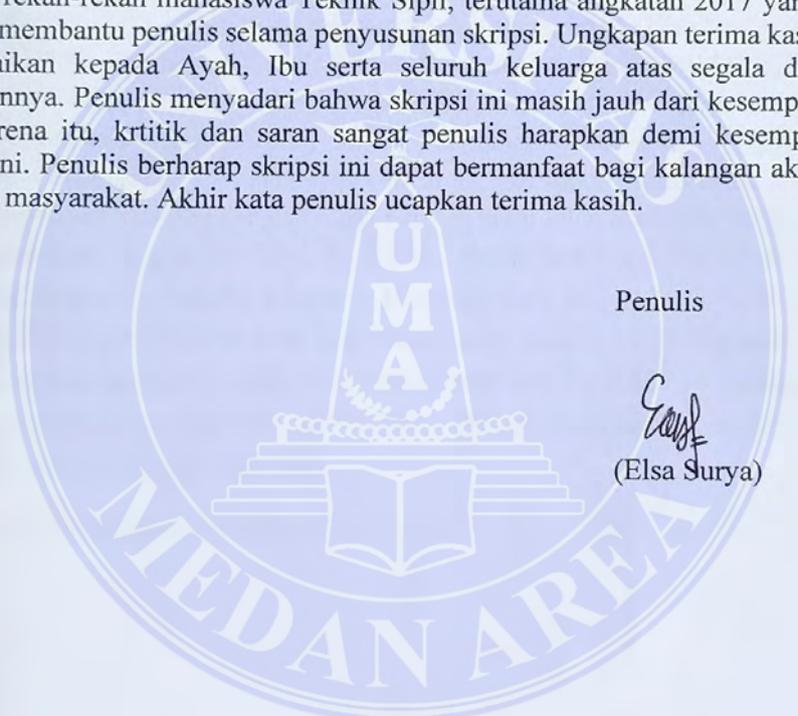


## KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Transportasi dengan judul Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal Bundaran Tugu Binjai Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Wardana Winata yang telah banyak membantu penulis pada saat penelitian dilapangan dan seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil, terutama angkatan 2017 yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, krtitik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

  
(Elsa Surya)



## ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai, Medan, yang merupakan simpang krusial dalam sistem transportasi kota. Tujuan utama penelitian adalah menganalisis kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja persimpangan dan merumuskan solusi peningkatan. Metode penelitian meliputi pengumpulan data lalu lintas selama tiga hari pada jam puncak (pagi, siang, dan sore) dengan fokus pada semua jenis kendaraan. Analisis dilakukan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persimpangan berada dalam kondisi kurang optimal, dengan volume kendaraan tertinggi di Jalan Soekarno Hatta mencapai 3.549 smp/jam, kapasitas 1.417,5 smp/jam, derajat kejenuhan 2,50 smp/jam, panjang antrian 2.578,4 meter, dan tundaan lalu lintas 2.792,3 detik/smp. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi kinerja meliputi volume lalu lintas tinggi, geometri persimpangan kurang optimal, pengaturan waktu siklus kurang efisien, dan perilaku pengguna jalan. Kesimpulannya, persimpangan memerlukan perbaikan signifikan. Alternatif solusi yang diusulkan mencakup optimalisasi waktu siklus, perbaikan geometri jalan, penerapan sistem ATCS, pembatasan akses kendaraan berat, dan peningkatan penegakan hukum. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah Kota Medan dalam merumuskan kebijakan untuk meningkatkan sistem transportasi kota.

Kata kunci: Jalan, kinerja ruas jalan, PKJI 2023.

## ABSTRACT

*This research evaluates the performance of signalized intersections at the Tugu Binjai Roundabout, Medan, which is a crucial intersection in the city transportation system. The main objective of the research is to analyze capacity, degree of saturation, queue length and delays, as well as identify factors that influence intersection performance and formulate improvement solutions. The research method includes collecting traffic data for three days at peak hours (morning, afternoon and evening) with a focus on all types of vehicles. The analysis was carried out using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PK.H) method. The research results showed that the intersection was in less than optimal condition, with the highest vehicle volume on Jalan Soekarno Hatta reaching 3,549 pcu/hour, capacity 1,417,5 pcu/hour, degree of saturation 2,30 pcu/hour, queue length 2,378.4 meters, and traffic delay 2,792.3 seconds pcu. The main factors that influence performance include high traffic volumes, less than optimal intersection geometry, less efficient cycle timing, and road user behavior. In conclusion, the intersection requires significant improvements. Proposed alternative solutions include optimizing cycle times, improving road geometry, implementing an ATCS system, restricting heavy vehicle access, and increasing law enforcement. It is hoped that this research can become a basis for the Medan City government in formulating policies to improve the city's transportation system.*

*Keywords:* Roads, road performance, PK.H 2023.

TELAH DIVALIDASI PUSBA UMA SEBAGAI SYARAT BERKAS SIDANG	
TANGGAL	PARAF
13/08/2024	



## DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RIWAYAT HIDUP .....	iii
KATA PENGHANTAR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu .....	5
2.3 Pengertian Jalan.....	5
2.4 Klasifikasi Jalan.....	6
2.5 Persimpangan .....	9
2.5.1 Jenis-jenis Persimpangan Berdasarkan Perencanaannya .....	14
2.5.2 Jenis-jenis Persimpangan Berdasarkan Perencanaannya .....	15
2.5.3 Tipikal Simpang .....	17
2.5.4 Kondisi Geometrik.....	17
2.5.5 Geometrik Persimpangan .....	17
2.5.6 Konflik Pada Persimpangan .....	17
2.6 Lalu Lintas.....	17
2.6.1 Volume Lalu Lintas .....	18
2.6.2 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas .....	19
2.6.3 Kondisi Arus Lalu Lintas .....	19
2.7 Penentuan Waktu Isyarat .....	21
2.7.1 Tipe Pendekat .....	22
2.8 Kapasitas Simpang (C) .....	22

2.9	Derajat Kejenuhan (DJ)	23
2.10	Parameter Kinerja Simpang APILL	23
2.10.1	Panjang Antrian (PA)	24
2.10.2	Tundaan (T)	24
2.10	Tingkat Pelayanan Jalan	25
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian	28
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	28
3.3	Metode Penelitian	29
3.4	Metode Penentuan Subyek	31
3.5	Metode Studi Pustaka	31
3.6	Diagram Alir Penelitian	31
3.7	Populasi dan Sample Penelitian	34
3.7.1	Data Primer	32
3.7.2	Data Geometrik Jalan	32
3.7.3	Data Volume Lalu Lintas	33
3.8	Prosedur Kerja	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Kondisi Geometrik	35
4.2	Kondisi Lalu Lintas	35
4.3	Waktu Siklus Hijau	48
4.4	Kapasitas (C)	48
4.5	Derajat Kejenuhan (Dj)	49
4.6	Panjang Antrian (PA)	50
4.7	Tundaan (T)	51
4.8	Pembahasan	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		55

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu.....	4
Tabel 2. Perbedaan dengan Penelitian terdahulu.....	5
Tabel 3. Ekuivalen Kendaraan Ringan Jenis.....	21
Tabel 4. Indeks Tingkat Pelayanan.....	27
Tabel 5. Data Geometrik Ruas Jalan .....	33
Tabel 6. Volume Kendaraan Pada Jalan Soekarno Hatta Hari Senin, 08 Juli 2024 .....	36
Tabel 7. Volume Kendaraan Pada Jalan Sutomo Hari Senin, 08 Juli 2024.....	37
Tabel 8. Volume Kendaraan Pada Jalan T. Amir Hamzah Hari Senin, 08 Juli 2024 .....	38
Tabel 9. Volume Kendaraan Pada Jalan Cut Nyak Dien Hari Senin, 08 Juli 2024 .....	39
Tabel 10. Volume Kendaraan Pada Jalan Soekarno Hatta Hari Senin, 09 Juli 2024 .....	40
Tabel 11. Volume Kendaraan Pada Jalan Sutomo Hari Senin, 09 Juli 2024.....	41
Tabel 12. Volume Kendaraan Pada Jalan T. Amir Hamzah Hari Senin, 09 Juli 2024.....	42
Tabel 13. Volume Kendaraan Pada Jalan Cut Nyak Dien Hari Senin, 09 Juli 2024 .....	43
Tabel 14. Volume Kendaraan Pada Jalan Soekarno Hatta Hari Senin, 10 Juli 2024 .....	44
Tabel 15. Volume Kendaraan Pada Jalan Sutomo Hari Senin, 10 Juli 2024.....	45
Tabel 16. Volume Kendaraan Pada Jalan T. Amir Hamzah Hari Senin, 10 Juli 2024.....	46
Tabel 17. Volume Kendaraan Pada Jalan Cut Nyak Dien Hari Senin, 10 Juli 2024 .....	27

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gambah Ahli Gerak Kendaraan .....	9
Gambar 2. Contoh-contoh Persimpangan Sebidang .....	11
Gambar 3. Pertemuan Tidak Sebidang .....	12
Gambar 4. Tipe Simpang .....	15
Gambar 5. Tipikal Jalan Raya yang Berbahu dilengkapi Median .....	16
Gambar 6. Geometrik Simpang .....	17
Gambar 7. Konflik pada simpang APIIL 4 lengan .....	17
Gambar 8. Kendaraan Ringan .....	20
Gambar 9. Kendaraan Berat .....	20
Gambar 10. Sepeda Motor .....	21
Gambar 11. Kendaraan Tak Bermotor .....	21
Gambar 12. Pendekat Dan Sub-Pendekat .....	22
Gambar 13. Lokasi Penelitian .....	28
Gambar 14. Denah Lokasi Penelitian .....	28
Gambar 15. Bagan Alir Penelitian.....	30

## DAFTAR NOTASI

C	= Kapasitas (smp/jam), merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan tertentu dalam kondisi tertentu.
C <sub>0</sub>	= Kapasitas dasar (smp/jam), merupakan kemampuan suatu segmen jalan menyalurkan kendaraan untuk suatu kondisi jalan tertentu.
D <sub>j</sub>	= Derajat kejenuhan, yaitu rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas.
EMP	= Ekuivalen mobil penumpang, merupakan faktor konversi untuk jenis kendaraan sedang, bus besar, truk besar, dan sepeda motor yang dibandingkan terhadap mobil penumpang sehubungan dengan dampaknya terhadap kapasitas jalan.
KB	= Kendaraan berat.
KS	= Kendaraan sedang.
KTB	= Kendaraan tak bermotor.
L <sub>B</sub>	= Lebar bahu (m), merupakan bagian di samping jalur jalan yang didesain sebagai ruang untuk kendaraan yang berhenti sementara dan dapat digunakan oleh kendaraan lambat.
L <sub>Be</sub>	= Lebar bahu efektif (m), yaitu lebar bahu yang benar-benar dapat dipakai setelah dikurangi penghalang seperti pohon atau kios samping jalan.
L <sub>LE</sub>	= Lebar lajur efektif.
L <sub>M</sub>	= Lebar median (m).
MP	= Mobil Penumpang.
Q	= Arus lalu lintas (smp/jam), merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu jalan per satuan waktu.
R <sub>H</sub>	= Rasio hijau.
SM	= Sepeda motor.

$T_{LL}$  = Tundaan lalu lintas (detik/smp).

$T_G$  = Tundaan geometri (detik/smp).



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Medan, sebagai salah satu kota terbesar di Indonesia, menghadapi tantangan dalam manajemen lalu lintas perkotaan yang semakin kompleks (Tjiptoherijanto, 1999). Salah satu titik krusial dalam sistem transportasi kota ini adalah Bundaran Tugu Binjai, yang merupakan simpang bersinyal yang menghubungkan beberapa ruas jalan utama. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan jumlah kendaraan, persimpangan ini sering mengalami kemacetan, terutama pada jam-jam sibuk (Noferi dkk. 2021).

Bundaran Tugu Binjai memiliki peran strategis dalam mengatur arus lalu lintas dari berbagai arah, termasuk arus menuju dan dari pusat kota Medan. Namun, observasi awal menunjukkan adanya indikasi ketidakefisienan dalam pengaturan sinyal lalu lintas dan geometri persimpangan yang mungkin tidak lagi optimal untuk menangani volume lalu lintas saat ini.

Evaluasi kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai menjadi penting untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang ada dan merumuskan solusi yang tepat. Penelitian ini akan menganalisis berbagai aspek kinerja persimpangan, termasuk kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan, yang akan memberikan gambaran komprehensif tentang efektivitas persimpangan dalam mengelola arus lalu lintas.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah kota Medan dalam mengambil kebijakan dan melakukan perbaikan untuk meningkatkan kinerja persimpangan, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada peningkatan sistem transportasi kota secara keseluruhan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai ditinjau dari aspek kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai?
3. Apa saja alternatif solusi yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan di simpang empat bundaran tugu Kota Binjai yaitu:

1. Mengevaluasi kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai dengan menganalisis kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai.
3. Merumuskan alternatif solusi yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat di ambil dari penelitian yang dilakukan pada simpang empat Tugu Binjai adalah:

1. Dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk mengoptimalkan kinerja lampu pengatur lalu lintas di simpang empat bundaran tugu Kota Binjai.
2. Memberikan masukan kepada instansi terkait tentang kinerja lampu pengatur lalu lintas yang terjadi di simpang empat bundaran tugu Kota Binjai.
3. Sebagai bahan pertimbangan penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan masalah lampu pengatur lalu lintas.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Agar pembahasan lebih terfokus kepada Tinjauan Penelitian, diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini di Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai.
2. Penelitian dilakukan pada semua jenis kendaraan yang melewati persimpangan seperti kendaraan berat (KB), kendaraan ringan (KR), dan sepeda motor (SM), dan kendaraan tidak bermotor (KTB).
3. Waktu penelitian dilakukan selama 3 hari yaitu pada hari Senin, Selasa dan Rabu, pada jam puncak yaitu pada pukul 07.00-09.00 WIB, pukul 12.00-14.00 WIB dan pukul 16.00-18.00 WIB.
4. Analisa kinerja simpang empat Tugu Kota Binjai menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sejenis yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Metode	Hasil
1.	Anjarwati, S	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dukuhwaluh Purwokerto	Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)	Dj > 0,85 yaitu 1,065. Simpang lewat jenuh.(Anjarwati, 2014)
2.	Suryaningsih, O.F, dkk	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Hasanuddin-Jalan Kamboja, Sumbawa Besar)	Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)	Derajat Kejenuhan Pendekat Barat, Pendekat Selatan, dan Pendekat Timur sebesar 0,53, 0,55 dan 0,56.(Oyi Febri Suryaningsih, Hermansyah, 2020)
3.	Arief Budiman, dkk	Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru Kota Serang	Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)	Kinerja simpang Boru kota Serang pada pendekat utara dengan nilai derajat kejenuhan 0.77, pendekat selatan sebesar 0.61, pendekat barat sebesar 0.34 dan pendekat timur sebesar 0.30.(Arief Budiman, 2016)
4	Permana, M. dkk	Kajian Kinerja Simpang Bersinyal Bundaran Kecil Dan Simpang Tambun Bungai Di Palangka Raya Kalimantan Tengah	Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)	Derajat kejenuhan (Dj) sebesar 0,901.(Permana et al., 2017)
5	Rakhmawati Natsir	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Palopo	Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)	Persimpangan sudah sangat layak dipasang traffic light.(Rakhmawati Natsir, 2016)

## 2.2 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Beberapa perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan penulis terdapat pada Tabel.2

Tabel 2. Perbedaan dengan Penelitian terdahulu

No	Nama	Judul	Perbedaan
1.	Anjarwati, S	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dukuhwaluh Purwokerto	Metode yang digunakan pada peneliti terdahulu MKJI 1997 sedangkan penulis menggunakan PKJI 2023
2.	Suryaningsih, O.F, dkk	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Hasanuddin-Jalan Kamboja, Sumbawa Besar)	Pengambilan data Peneliti terdahulu fokus pada jam puncak, sedangkan penulis mengambil data selama 11 jam/hari.
3.	Arief Budiman, dkk	Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru Kota Serang	Lokasi peneliti terdahulu berbeda dengan Lokasi penelitian penulis.
4	Permana, M. dkk	Kajian Kinerja Simpang Bersinyal Bundaran Kecil Dan Simpang Tambun Bungai Di Palangka Raya Kalimantan Tengah	Peneliti terdahulu menganalisis kinerja bundaran sedangkan penulis fokus pada kinerja simpang
5	Rakhmawati Natsir	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Palopo	Metode yang digunakan pada peneliti terdahulu MKJI 1997 sedangkan penulis menggunakan PKJI 2023

## 2.3 Pengertian Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan dalam pasal 1 ayat (4), jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas

permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat. Jalan sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara.

#### 2.4 Klasifikasi Jalan

Menurut *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 Direktorat Jenderal Bina Marga*, berdasarkan fungsinya jalan dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

a. Jalan Arteri

Yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan kendaraan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

b. Jalan Kolektor

Yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan kendaraan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan kendaraan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Berdasarkan *Undang-Undang Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan Tahun 2009*, jalan dikelompokkan menjadi beberapa kelas, yaitu:

1. Jalan Kelas I

Merupakan jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak lebih dari 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.

2. Jalan Kelas II

Merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak lebih dari 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

3. Jalan Kelas III

Merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak lebih dari 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

4. Jalan Kelas Khusus

Merupakan jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar lebih dari 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

Berdasarkan Pasal 9 Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan diklafikasikan berdasarkan statusnya diantaranya:

1. Jalan Nasional

Merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada ayat (2) dan ayat (3), yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

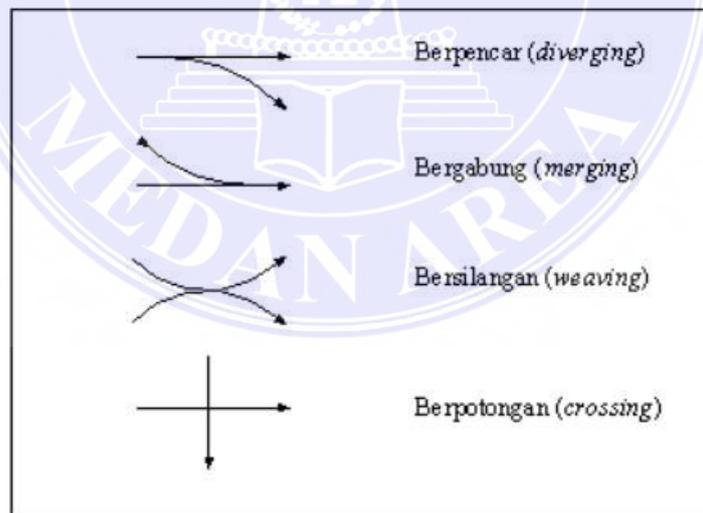
Merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

## 5. Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

### 2.5 Persimpangan

Simpang merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari semua sistem jalan (Jotin Khisty, 2005). Pada saat berkendara di jalan-jalan yang memiliki persimpangan, maka pengendara dapat mengambil keputusan untuk jalan terus atau berbelok berpindah jalan. Simpang juga merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat, dimana arus kendaraan dari berbagai pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang. Pada sistem transportasi dikenal tiga macam pertemuan jalan, yaitu pertemuan sebidang, pertemuan tidak sebidang dan persilangan jalan (Hobbs, 1995). Alih kendaraan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Gambar Alih Gerak Kendaraan (Khisty, C.J.,B.Kent Lall 1998 Dalam Ahmad Deni Setiawan, 2009)

Fungsi operasional utama persimpangan adalah menyediakan ruang untuk perpindahan atau perpindahan arah perjalanan. Persimpangan merupakan bagian penting jalan raya. Oleh karena itu, efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya

operasional dan kapasitas suatu persimpangan tergantung pada desain dari persimpangan itu sendiri.

### 2.5.1 Jenis – Jenis Persimpangan Berdasarkan Perencanaannya

Secara umum terdapat tiga jenis persimpangan, yaitu:

a. Persimpangan sebidang

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan yang masuk ke persimpangan, mengarahkan lalu-lintas masuk ke jalur yang berlawanan dengan lalu-lintas lainnya, seperti misalnya persimpangan pada jalan-jalan kota. Persimpangan ini memiliki ketinggian atau elevasi yang sama. Perencanaan persimpangan yang baik akan menghasilkan kualitas operasional yang baik seperti tingkat pelayanan, waktu tunda, panjang antrian dan kapasitas.

Secara lebih rinci, pengaturan simpang sebidang dapat dibedakan sebagai berikut ini.

1) Simpang prioritas (*priority intersection*)

Dimana aliran arus lalu-lintas kecil, pengendalian pergerakan lalu-lintas pada simpang bisa dicapai dengan kontrol prioritas. Bentuk *control prioritas* adalah kendaraan pada jalan minor memberikan jalan kepada kendaraan pada jalan mayor. Aliran lalu-lintas prioritas dapat dirancang dengan memasang tanda berhenti (*stop*), memberikan jalan (*give way*), mengalah (*yield*) atau jalan pelan-pelan pada jalan minor.

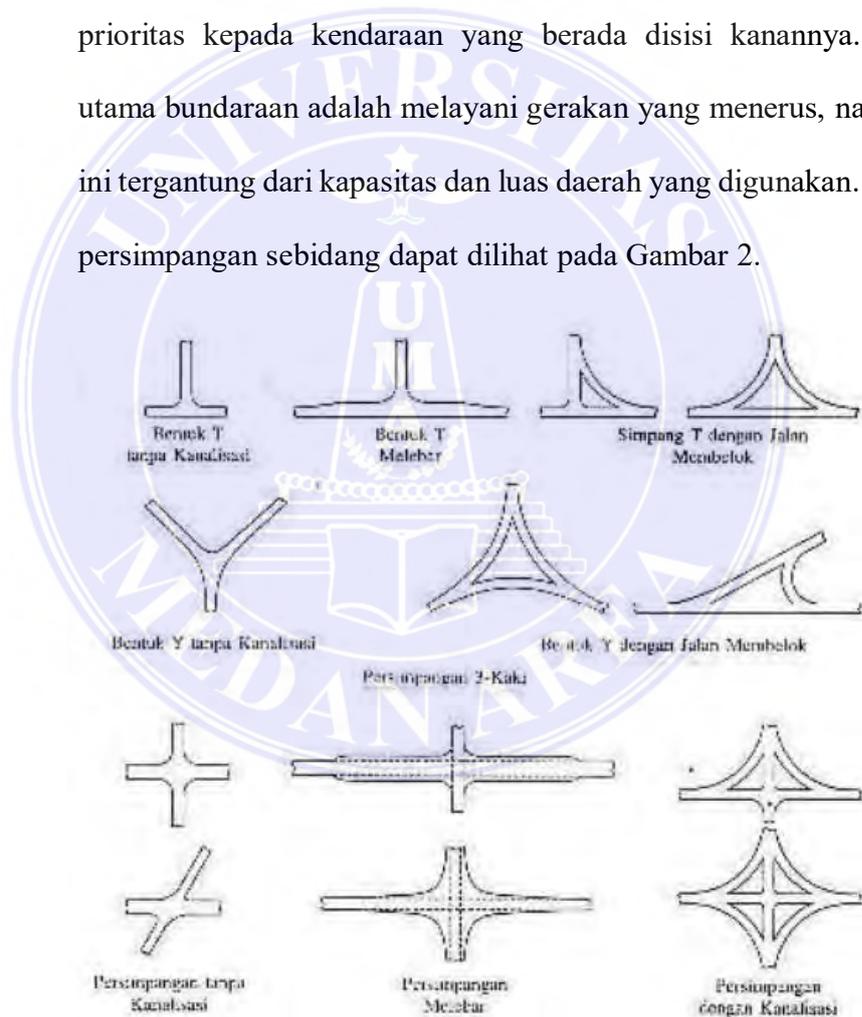
2) Simpang bersinyal (*signalized intersections*)

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna, hijau-kuning-merah,

diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu-lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu.

3) Bundaran (*rotary gyrotary intersections, roundabout*)

Bundaran atau pulau ditengah persimpangan dapat bertindak sebagai pengontrol, pembagi, pengarah bagi sistem lalu-lintas berputar satu arah. Pada cara ini gerakan penyilangan hilang dan digantikan dengan gerakan jalinan. Pengemudi yang masuk bundaran harus memberikan prioritas kepada kendaraan yang berada disisi kanannya. Tujuan utama bundaraan adalah melayani gerakan yang menerus, namun hal ini tergantung dari kapasitas dan luas daerah yang digunakan. Ilustrasi persimpangan sebidang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh-contoh Persimpangan Sebidang 3 lengan dan 4 lengan (Khisty, C.J.,B.Kent Lall 1998 Dalam Ahmad Deni Setiawan, 2009)

b. Persimpangan tak sebidang

Persimpangan tak sebidang adalah persimpangan di mana jalan-jalan raya yang

menuju ke persimpangan tersebut ditempatkan pada ketinggian yang berbeda.

Ilustrasi pertemuan tidak sebidang dapat di dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertemuan tidak sebidang (Khisty, C.J.,B.Kent Lall 1998 Dalam Ahmad Deni Setiawan, 2009

### c. Persimpangan Jalan

Yang dimaksud dengan persilangan jalan adalah dua jalan yang saling bersilangan satu dengan lainnya, dimana kedua jalan tersebut tidak saling bertemu dalam satu bidang. Dengan demikian pada persilangan jalan, arus lalu-lintas dari jalan yang satu tidak ada kesempatan/tidak dapat berpindah atau membelok ke jalan yang lain karena memang tidak ada jalan yang menghubungkannya (*ramps*).

Persilangan jalan ini dipilih/ditetapkan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan:

- 1) Tidak ada kebutuhan membelok dari jalan yang satu ke jalan yang lain

- 2) Arus lalu-lintas pada jalan yang satu tidak boleh diganggu oleh arus lalu-lintas pada jalan yang lain (jalan yang satu merupakan *freeway*)
- 3) Salah satu jalan hanya khusus dipakai oleh lalu lintas cepat.

### 2.5.2 Jenis – Jenis Persimpangan Berdasarkan Perencanaannya

Berdasarkan cara pengaturannya, jenis simpang dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

#### a. Simpang Bersinyal

Simpang ini adalah pertemuan atau perpotongan pada suatu bidang antara dua atau lebih jalur jalan raya dengan simpang masing – masing, dan pada titik – titik simpang dilengkapi dengan lampu sinyal (traffic light) lalu lintas. Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan – gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan – gerakan lalu lintas yang datang dari jalan yang saling berpotongan (konflik utama). Sinyal – sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan atau memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang (konflik kedua).

#### b. Simpang Tak Bersinyal

Simpang tidak bersinyal adalah perpotongan atau pertemuan pada suatu bidang antara dua atau lebih jalur jalan raya dengan simpang masing – masing, dan pada titik – titik simpang tidak dilengkapi dengan lampu sebagai rambu – rambu simpang. Ketentuan dari aturan lalu lintas pada simpang tanpa lampu lalu lintas sangat mempengaruhi kelancaran

pergerakan arus lalu lintas yang sangat berpotongan terutama pada simpang yang merupakan perpotongan dari ruas – ruas jalan yang mempunyai kelas jalan yang sama.

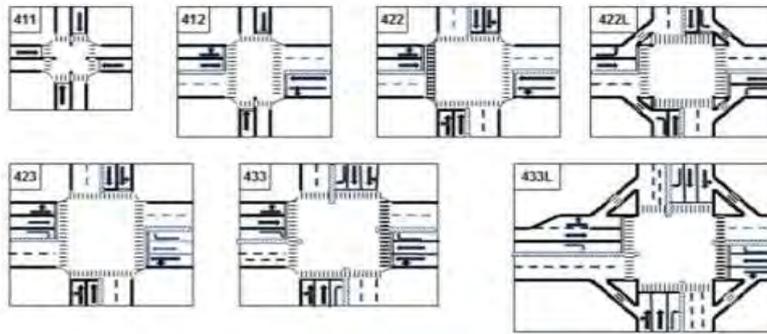
Pada umumnya, simpang tidak bersinyal dengan pengaturan hak jalan (prioritas dari sebelah kiri) digunakan di daerah permukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas rendah. Untuk persimpangan dengan kelas dan/atau fungsi jalan yang berbeda, lalu lintas pada jalan minor harus diatur dengan tanda "yield" atau "stop".

Simpang tak bersinyal paling efektif apabila ukurannya kecil dan daerah konflik lalu lintasnya ditentukan dengan baik. Karena itu simpang ini sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua lajur tak terbagi.

### 2.5.3 Tipikal Simpang

Simpang merupakan pertemuan dua atau lebih jalan yang sebidang. Pertemuan bisa berupa simpang-3 maupun simpang -4 dan dapat berupa pertemuan antara tipe 2/2TT, tipe jalan 6/2T, tipe jalan 8/2T ataupun kombinasi dari beberapa tipe jalan tersebut (PKJI, 2023). Analisis kapasitas dilakukan terpisah pada tiap pendekat. Satu lengan simpang terdiri dari satu pendekat atau lebih. Hal tersebut dapat terjadi jika gerakan belok kanan dan/atau belok kiri menerima isyarat hijau pada fase yang berlainan dengan lalu lintas yang lurus atau jika dipisahkan dengan pulau-pulau jalan. Pada tiap pendekat atau sub pendekat, lebar efektif (LE) ditetapkan dengan menimbang lebar pendekat pada bagian masuk dan keluar simpang. Tipe – tipe simpang dapat dilihat pada Gambar 4.

## Tipe Simpang



### Simpang 4

Gambar 4. Tipe Simpang (PKJI, 2023)

#### 2.5.4 Kondisi Geometrik

Geometrik jalan merupakan informasi yang sangat penting dalam rangka melakukan analisis pada ruas jalan. Oleh Karena itu perlu dilakukan inventarisasi kondisi jaringan jalan sebelum melakukan perhitungan dengan menggunakan PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia). Sebagai ilustrasi dari penampang melintang jalan. Tipikal jalan raya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tipikal jalan raya yang berbahu dilengkapi median (PKJI, 2023)

Untuk data masukan dari PKJI sebagai berikut:

LM = Lebar median

LJ-A = Lebar jalur lalu lintas sisi A

LJ-B = Lebar jalur lalu lintas sisi B

LBL-A = Lebar bahu luar sisi A

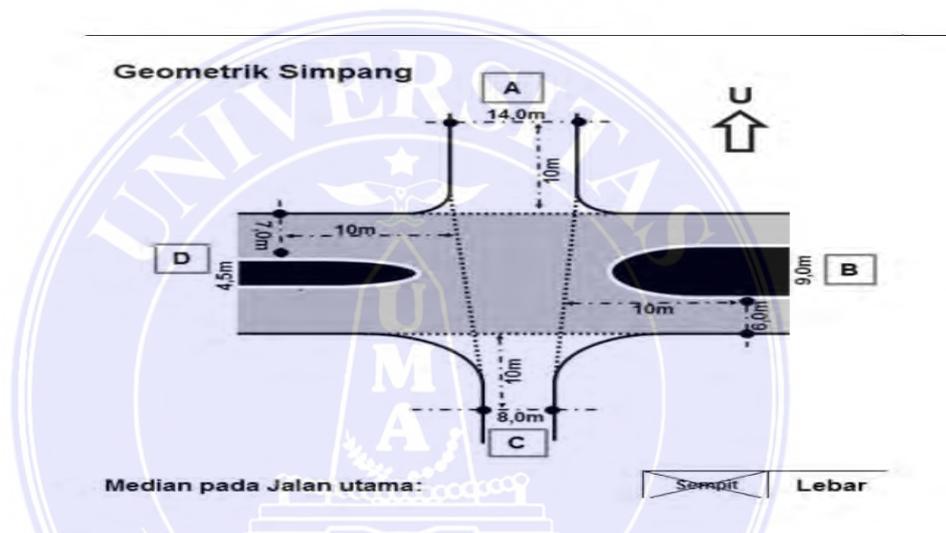
LBL-B = Lebar bahu luar sisi B

LBD-A = Lebar bahu dalam sisi A

LBD-B = Lebar bahu dala

### 2.5.5 Geometrik Persimpangan

Persimpangan adalah pertemuan dua jalan atau lebih yang bersilangan. Geometrik simpang merupakan bentuk fisik dari simpang, adapun simpang menurut geometriknya dibagi menjadi simpang dengan 3 lengan, dan simpang dengan 4 lengan. Contoh geometrik simpang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Geometrik Simpang (PKJI, 2023)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam geometrik simpang adalah sebagai berikut:

- Skema geometrik dapat berupa eksisting atau desain, jalan mayor dan minor perlu ditetapkan.
- Notasi A dan C disepakati untuk jalan minor, sementara B dan D adalah jalan mayor.
- Jalan mayor atau jalan utama, adalah jalan yang paling penting pada persimpangan jalan, misalnya dalam hal klasifikasi jalan. Pada suatu simpang-3 jalan yang menerus selalu ditentukan sebagai jalan utama.

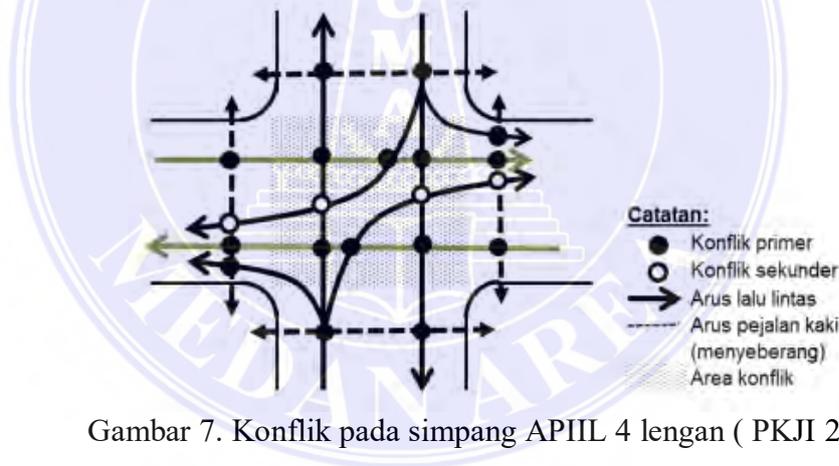
- d. Lebar pendekat dibuat pada bagian tersempit atau paling tidak 10 m dari garis pendekat arah yang lain

### 2.6.6 Konflik Pada Persimpangan

Terdapat 2 macam konflik pada persimpangan, yaitu konflik primer dan konflik sekunder.

- a. Konflik primer, yaitu konflik antara lalu lintas kendaraan dan/atau pejalan kaki dari ruas jalan yang berpotongan.
- b. Konflik sekunder, yaitu konflik antara lalu lintas kendaraan yang saling berpotongan pada ruas jalan yang sama.

Adapun ilustrasi konflik yang terjadi pada simpang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Konflik pada simpang APIIL 4 lengan ( PKJI 2023)

## 2.6 Lalu Lintas

Menurut (Jotin Khisty, 2005), lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan sistem pengatur waktu) yang memberikan hak jalan pada suatu arus lalu lintas sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien.

Secara umum tujuan dari pemasangan lampu lalu lintas pada persimpangan adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.
2. Mengurangi waktu tempuh rata-rata pada simpang, sehingga dapat menambah kapasitas.
3. Menyamakan kualitas pelayanan di seluruh aliran lalu lintas.

Menurut (*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023*), untuk memenuhi aspek keselamatan, lampu lalu lintas isyarat pada simpang APILL harus dilengkapi dengan:

1. Isyarat lampu kuning untuk memberi tanda pada arus yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir.
2. Isyarat lampu merah semua untuk menjamin agar kendaraan terakhir pada fase hijau yang baru saja berakhir mendapatkan waktu yang cukup untuk keluar dari area konflik sebelum kendaraan pertama dari fase berikutnya masuk pada daerah yang sama. Waktu ini berfungsi sebagai waktu pengosongan ruang simpang antara dua fase.

### 2.6.1 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas ialah jumlah kendaraan yang melewati simpang/sepenggal jalan dalam satuan waktu tertentu. Dalam mengevaluasi atau menganalisis simpang, menentukan volume lalu lintas tiap jamnya termasuk bagian penting saat pengumpulan data. Ada berbagai macam cara dalam memperkirakan volume lalu lintas di suatu simpang:

- a. Penghitungan lalu lintas pada jam-jam puncak/*peak hour* (pagi, siang, sore) pada hari-hari kerja. Volume lalu lintas biasanya akan sedikit menurun pada hari minggu atau hari libur dibandingkan pada dari hari-hari

kerja. Hal tersebut akan sangat berbeda pada daerah wisata, dimana jam puncak terjadi pada hari libur.

- b. Menetapkan rute untuk masing-masing jam puncak.

### 2.6.2 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga-warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu (Kustantrika, I. W. 2015). Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan. Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu-lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan-kaki yang menyeberang.

### 2.6.3 Kondisi Arus Lalu Lintas

Menurut *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023*, data lalu lintas dibagi ke dalam jenis kendaraan yaitu sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), dan kendaraan tak bermotor (KTB).

- a. Mobil Penumpang (MP)

Yaitu indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda 4 (yang termasuk mobil penumpang, sedan, jeep, station wagon opelet, minibus, mikrobus), pickup, truk kecil dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 5,5 m dan memiliki nilai emp sebesar 1.0. Contoh gambar kendaraan ringan terlihat pada Gambar 8.

- b. Kendaraan Sedang (KB)

Yaitu indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda atau lebih, yang termasuk antara lain : bus, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, dan truk kombinasi

(truk gandengan dan truk tempelan) dengan panjang tidak lebih dari 12 m dan memiliki nilai emp sebesar 1.3. Contoh kendaraan berat terlihat pada Gambar 9.

c. Sepeda Motor (SM)

Yaitu indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda dengan panjang tidak lebih dari 2,5 m dan memiliki nilai skr sebesar 0,20. Gambar 10 menunjukkan contoh sepeda motor.

d. Kendaraan Tak Bermotor (KTB)

Yaitu kendaraan yang tidak menggunakan motor, bergerak ditarik oleh orang atau hewan, termasuk sepeda, becak, kereta dorongan, dokar, andong, gerobak seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 8. Kendaraan Ringan (Google)



Gambar 9. Kendaraan Berat (Google)



Gambar 10. Sepeda Motor (Google)



Gambar 11. Kendaraan Tak Bermotor (Google)

Arus lalu lintas ( $Q$ ) dinyatakan dalam skr/jam pada satu atau lebih periode.

$Q$  dikonversikan dari satuan kendaraan per jam menjadi skr per jam dengan menggunakan nilai ekuivalen mobil penumpang (emp) untuk tiap pendekatan terlindung dan terlawan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) (PKJI, 2023)

Jenis kendaraan	emp untuk tipe pendekatan	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,00	1,00
KS	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

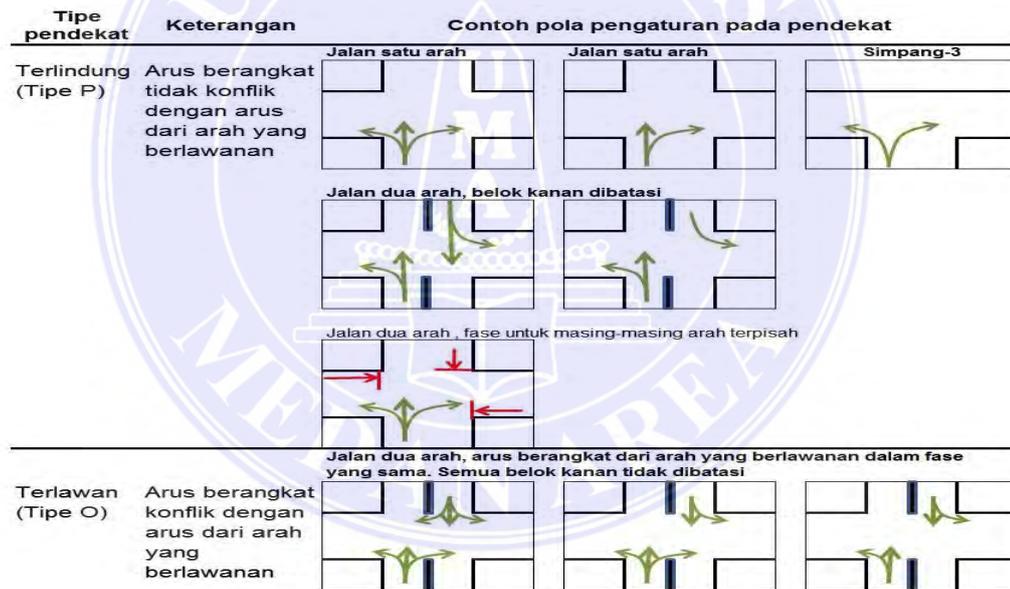
## 2.7 Penentuan Waktu Isyarat

Menurut (*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023*), dalam menentukan lama waktu pada Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) perlu dilakukan

penetapan tipe pendekat, lebar efektif (LE), menentukan arus jenuh dasar, waktu siklus, rasio arus dan faktor penyesuaian sesuai dengan simpang yang akan dilakukan analisis.

### 2.7.1 Tipe Pendekat

Pada pendekat dengan arus lalu lintas yang berangkat pada fase berbeda, analisis kapasitas untuk tiap fase pendekat dilakukan secara terpisah. Pada tipe pendekat yang berbeda, untuk suatu pendekat yang memiliki tipe pendekat baik terlindung ataupun terlawan, maka proses analisis yang dilakukan harus dipisah berdasar ketentuan masing-masing. Tipe pendekat terlindung (P) maupun terlawan (O) pada suatu fase dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pendekat dan Sub-Pendekat (PKJI, 2023).

### 2.8 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas simpang bersinyal untuk setiap lengan simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 seperti berikut:

$$C = J x \frac{WH}{c} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- C = kapasitas simpang bersinyal (smp/jam)  
 J = arus jenuh (skr/jam)  
 WH = total waktu hijau dalam satu siklus (detik)  
 c = waktu siklus (detik)

## 2.9 Derajat Kejenuhan (DJ)

Derajat kejenuhan (DJ) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat dan menurut (*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023*) jika Derajat Kejenuhan pada suatu simpang lebih besar dari 0,85 maka simpang tersebut sudah mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan panjang antrian pada kondisi lalu lintas puncak. Nilai Derajat Kejenuhan dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$DJ = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- Q = arus lalu lintas (skr/jam)  
 C = kapasitas simpang bersinyal (skr/jam)

## 2.10 Parameter Kinerja Simpang APILL

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu garis tak terganggu di hulu pendekat per satuan waktu, dalam satuan kendaraan/jam atau ekr/jam. Arus lalu lintas menggunakan notasi Q digunakan untuk menyatakan LHRT dalam satuan ekr/hari atau kendaraan/hari (*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023*). Arus lalu lintas tidak ada yang sama bahkan pada keadaan yang sama, sehingga arus pada suatu ruas jalan selalu bervariasi. Namun demikian, perlu ada beberapa parameter yang dapat menunjukkan kondisi ruas jalan atau yang akan digunakan untuk perencanaan dan evaluasi kinerja lalu lintas simpang APILL.

Parameter tersebut antara lain penetapan panjang antrian (PA), rasio kendaraan henti (RKH), dan tundaan (T).

### 2.10.1 Panjang Antrian (PA)

Menurut (*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023*), panjang antrian merupakan kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat (daerah lengan pada simpang jalan yang digunakan oleh kendaraan untuk mengantri sebelum keluar melewati garis henti).

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

NQ = jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

NQ<sub>1</sub> = Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ<sub>2</sub> = Jumlah kendaraan yang datang terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times c \times \left\{ (Dj - 1)^2 + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{c}} \right\} \dots\dots\dots(5)$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times Dj)} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

RH = Rasio Hijau

### 2.9.3 Tundaan (T)

Menurut (*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023*), tundaan ialah waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang.

Berdasarkan *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Tahun 2015* tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan lalu lintas pada simpang APILL meliputi

- a. Tundaan lalu lintas (TL) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu-lintas dengan gerakan lalu lintas yang berlawanan.
- b. Tundaan geometrik (TG) adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpang dan/atau yang terhenti oleh lampu merah.

$$T = TL + TG \dots\dots\dots(7)$$

$$TL = c \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times Dj)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots\dots\dots(8)$$

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4) \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

PB = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat

### 2.11 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan menyatakan tingkat kualitas arus lalu lintas yang sesungguhnya terjadi. Tingkat ini dinilai oleh pengemudi atau penumpang berdasarkan tingkat kemudahan dan kenyamanan pengemudi melalui prasarana yang ia gunakan. Penilaian kenyamanan mengemudi dilakukan berdasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak.

Menurut (Ofyar Z Tamin, 1997) tingkat pelayanan dibedakan menjadi enam kelas, yaitu dari kelas A sampai dengan kelas F, dimana kelas A kelas yang terbaik dan kelas F kelas yang terburuk pelayanannya. Tingkat pelayanan untuk

masing-masing kelas jalan untuk jalan bebas hambatan (*freeway*) adalah sebagai berikut:

a. Indeks Tingkat Pelayanan A

Kondisi arus lalu lintasnya bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya, besar kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang telah ditentukan.

b. Indeks Tingkat Pelayanan B

Kondisi arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan oleh kendaraan di sekitarnya.

c. Indeks Tingkat Pelayanan C

Kondisi arus lalu lintasnya masih dalam batas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain semakin besar.

d. Indeks Tingkat Pelayanan D

Kondisi arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurut relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil.

e. Indeks Tingkat Pelayanan E

Volume lalu lintas sudah mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan kira-kira lebih rendah dari 40 km/jam. Pergerakan lalu lintas kadang terhambat.

f. Indeks Tingkat Pelayanan F

Pada tingkat pelayanan ini arus lalu lintas berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, arus lalu lintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang.

Adapun penentuan tingkat pelayanan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks Tingkat Pelayanan (Tamim,1997)

Indeks Tingkat Pelayanan		Tundaan Kendaraan (detik)
A		$\leq 5$
B		5,1 – 15,0
C		15,1 – 25,0
D		25,1 – 40,0
E		40,1 – 60,0
F		$\geq 60,0$



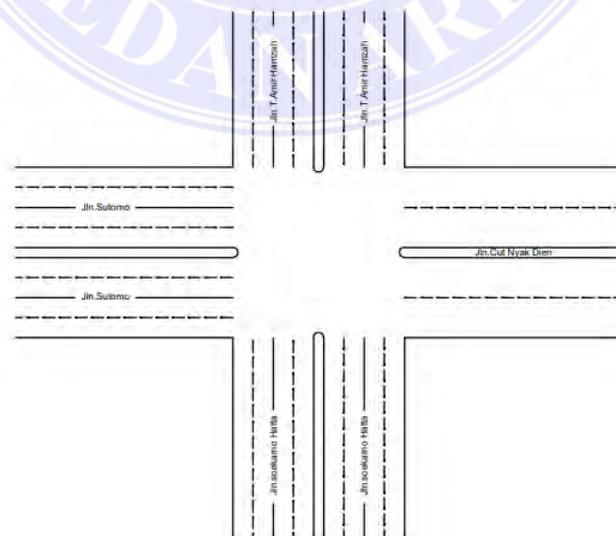
## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan pengumpulan data dilakukan pada hari Senin, Selasa dan Rabu, pada jam puncak yaitu pada pukul 07.00-09.00 WIB, pukul 12.00-14.00 WIB dan pukul 16.00-18.00 WIB. Penelitian dilakukan di simpang empat bundaran tuju Kota Binjai. Lokasi penelitian ini dilakukan di Jl. Soekarno Hatta No. 11, Tanah Tinggi, Kec. Binjai Tim. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Lokasi Penelitian (*Tugu Binjai - Google Earth, 2024.*)



Gambar 14. Denah lokasi penelitian

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan pada pengumpulan data, yaitu:

1. Formulir penelitian, yang digunakan untuk mencatat jumlah dan jenis kendaraan yang melewati simpang yang diamati.
2. Pencatat waktu (*Stopwatch*) untuk mengukur pergantian periode pengamatan kendaraan.
3. Pencatat kendaraan manual yang dioperasikan melalui aplikasi (*Traffic Counter*) untuk menghitung jumlah kendaraan
4. Meteran Standar (*Roll Meter*), digunakan untuk pengukuran geometrik jalan.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian terhadap ruas jalan Bundaran Tugu Binjai ini adalah untuk mengetahui kinerja persimpangan di jalan tersebut. Metode penelitian yang digunakan didalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023). Menurut Sugiyono, data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka, atau data kuantitatif yang diangkakan (*scoring*).

Jadi data kuantitatif merupakan data yang memiliki kecenderungan dapat dianalisis dengan cara atau teknik statistik. Data tersebut dapat berupa angka atau skor dan biasanya diperoleh dengan menggunakan alat pengumpul data.

### 3.4 Metode Penentuan Subyek

Maksud penentuan subyek ini adalah variabel yang dapat dijadikan sasaran dalam penelitian. Beberapa variabel tersebut adalah kondisi geometrik ruas jalan,

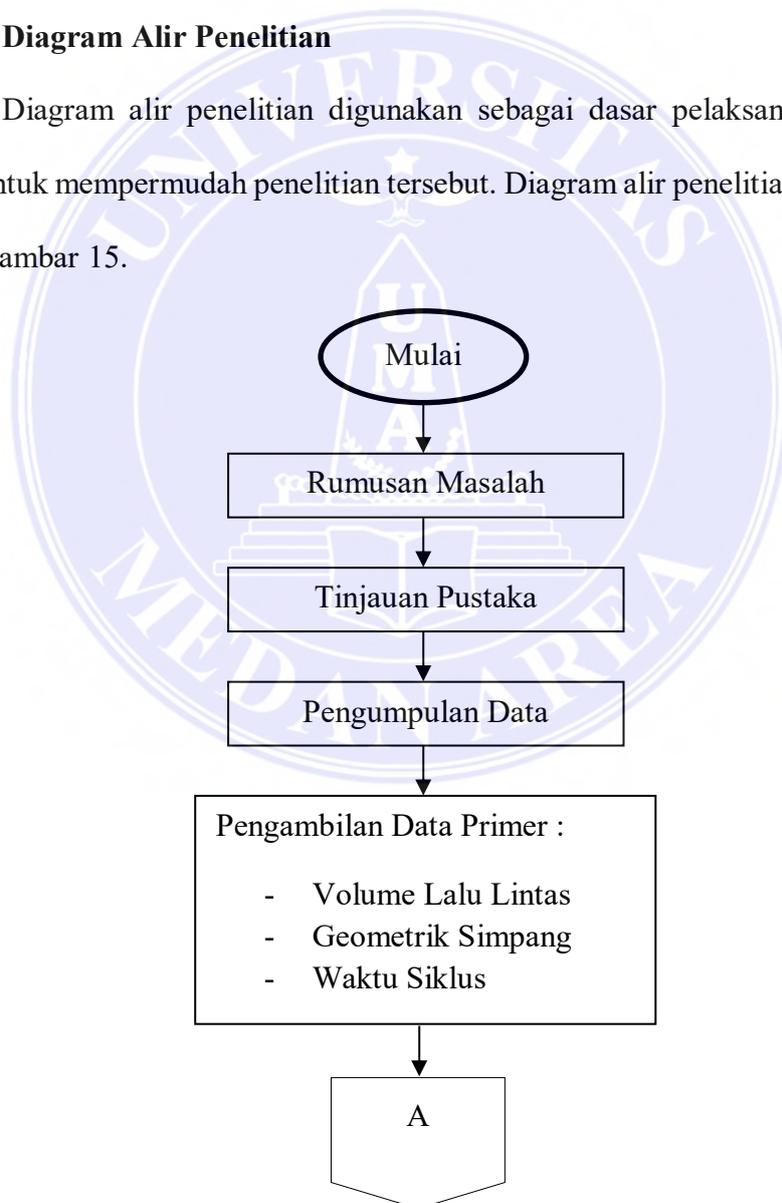
kondisi lingkungan, pengaturan lalulintas, volume lalulintas, dan klarifikasi kendaraan.

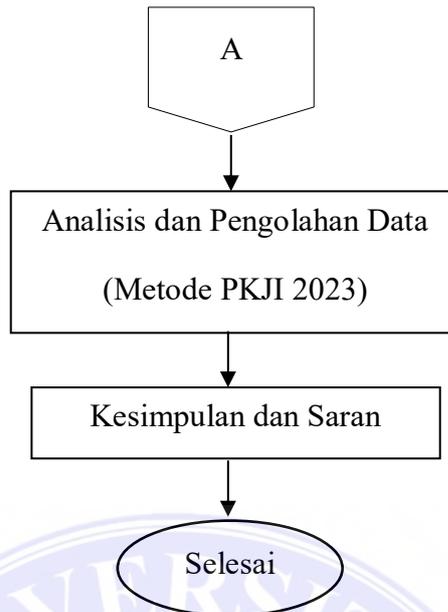
### 3.5 Metode Studi Pustaka

Studi pustaka diperlukan sebagai acuan penelitian setelah subyek ditentukan. Studi pustaka juga merupakan landasan teori bagi penelitian yang mengacu pada buku-buku, pendapat, dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian serta untuk mempermudah penelitian tersebut. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 15.





Gambar 15. Bagan Alir Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, penulis melakukan tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Tahapan awal, berupa pengamatan awal pada simpang empat bundaran Kota Binjai untuk merumuskan permasalahan yang terjadi.
2. Tahapan persiapan, berupa studi kepustakaan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan simpang bersinyal yang diperoleh dari berbagai literatur.
3. Tahap pengumpulan data, data yang dikumpulkan berupa data volume lalu lintas di setiap ruas lengan jalan, data geometrik ruas jalan dan data kondisi lingkungan.
4. Tahapan analisis dan pengolahan data, data yang sudah didapatkan dianalisis dan diolah dengan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

### 3.7 Populasi dan Sample Penelitian

Pengumpulan data berupa data primer, data ini akan digunakan sebagai data dalam penelitian. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan

dengan bantuan peralatan, data yang diperoleh antara lain data volume kendaraan, geometrik sinyal, waktu sinyal dan lainnya. Waktu pelaksanaan pengumpulan data dilakukan selama 3 hari pada hari Senin, Selasa dan Rabu, pada jam puncak yaitu pada pukul 07.00-09.00 WIB, pukul 12.00-14.00 WIB dan pukul 16.00-18.00 WIB.

### 3.7.1 Data Primer

Data primer yang didapat melalui pengumpulan data yang dilakukan adalah teknik observasi yaitu suatu cara pengumpulan data melalui pengamatan dan pencatatan segala yang tampak pada objek penelitian yang pelaksanaannya dapat dilakukan secara langsung pada tempat dimana suatu peristiwa atau kejadian terjadi. Adapun data primer berupa data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lokasi penelitian, antara lain sebagai berikut:

- a. Data arus lalu lintas diambil dengan melakukan survei di tiap-tiap lengan persimpangan guna mendapatkan data yang akurat.
- b. Data geometrik persimpangan diperoleh dari hasil survei yang meliputi pengukuran lebar lajur lalu lintas, lebar bahu, dan lebar median.
- c. Data pengaturan waktu sinyal ini dimaksudkan untuk mengetahui waktu sinyal. Data yang diambil yaitu waktu lampu merah, hijau dan kuning dilakukan pada jam-jam puncak pagi, siang, dan sore untuk pengoperasian sinyal yang ada pada persimpangan.
- d. Panjang Antrian kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat.

### 3.7.2 Data Geometri Jalan

Metode pengumpulan data geometrik jalan dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mendapatkan tipe lokasi, jumlah lajur, lebar lajur, dan sebagainya. Pengukuran dilakukan dengan

menggunakan meteran gulung, dan waktu pengambilan dilakukan pada saat kendaraan tidak banyak yang melintas. Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu arus lalulintas diruas jalan tersebut.

Tabel 5. Data geometri ruas Jalan

No	Nama Jalan	Lebar Median	Lebar Bahu Efektif	Lebar Jalur	Lebar Lajur	Banyaknya Lajur
1	Jalan Soekarno Hatta	2m	3m	10m	3,5m	4 Lajur
2	Jalan Sutomo	2m	3m	10m	3,5m	4 Lajur
3	Jalan T. Amir Hamzah	2m	3m	10m	3,5m	4 Lajur
4	Cut Nyak Dien	-	1m	7,5m	3,25m	2 Lajur

### 3.7.3 Data Volume Lalu Lintas

Metode pengumpulan data volume lalulintas dilakukan secara manual, pengumpulan data ini dilakukan untuk mendapatkan data volume lalulintas. Untuk mendapatkan data ini ditempatkan 4 pos pengamatan yang setiap pos ditempati 3 orang petugas yang bertugas untuk mencatat dan menghitung jumlah kendaraan yang melalui pos pencatatan. Pada setiap pos, petugas dilengkapi dengan formulir jumlah dan jenis kendaraan. Pos petugas ditempatkan pada posisi yang mudah mengamati pergerakan arah lalulintas yang sedang dihitung.

Adapun klasifikasi kendaraan yang melintas di ruas jalan tersebut, yaitu:

- a. Kendaraan Ringan (KR) : Mobil Penumpang ,Pickup dan Angkot.
- b. Kendaraan Berat (KB) : Truck dua sumbu, Truck Trailer dan Bus.
- c. Sepeda Motor (SM) : Sepeda motor dan kendaraan roda tiga.

### 3.8 Prosedur Kerja

Tahap analisis dan pengolahan data merupakan tahap dimana data hasil survei dihitung atau dianalisis menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Faktor – faktor yang diperhitungkan antara lain:

1. Menentukan kondisi lapangan

Hasil pengamatan didapatkan melalui survei lapangan yang meliputi jumlah fase, waktu siklus, denah geometrik dan lebar pendekat.

2. Menentukan arus lalu lintas

Arus lalu lintas ditentukan dari data arus lalu lintas hasil survei lapangan. Data yang didapat merupakan data kendaraan tiap 15 menit sehingga perlu dijumlahkan terlebih dahulu sesuai dengan jenis kendaraan serta arah Bergeraknya. Nilai total yang telah dijumlahkan masih dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) sehingga harus dikalikan dengan nilai ekuivalen mobil penumpang (emp) untuk kondisi terlindung atau terlawan agar menjadi satuan mobil penumpang per jam (smp/jam).

3. Menentukan kapasitas dan derajat jenuh

Kapasitas dan derajat jenuh perlu ditentukan terlebih dahulu termasuk tipe terlindung (P) atau terlawan (O), , rasio arus (RQ/S), rasio hijau (RF), waktu siklus sebelum penyesuaian (cbs), waktu siklus disesuaikan (cbp), dan waktu hijau (Hi), sehingga dapat dihitung nilai kapasitas (C) dan derajat jenuh (DJ).

4. Menentukan perilaku lalu lintas

Perilaku lalu lintas terdiri dari jumlah kendaraan antri (NQ), panjang antrian (PA), tundaan lalu lintas rata-rata (TL), tundaan geometrik rata-rata (TG).

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan didapat volume kendaraan tertinggi di jalan Soekarno Hatta sebesar 3.549 smp/jam dengan kapasitas ruas jalan sebesar 1.417,5 smp/jam, Derajat kejenuhan sebesar 2,50 smp/jam, Panjang Antrian sebesar 2.578,4 meter dan tundaan lalu lintas sebesar 2.792,3 detik/smp. Kinerja persimpangan bersinyal pada Bundaran Tugu Binjai berada dalam kondisi yang kurang optimal, dengan derajat kejenuhan yang tinggi lebih dari 0,85 dan Panjang antrian yang cukup Panjang.
2. Faktor - faktor utama yang mempengaruhi kinerja persimpangan meliputi volume lalu lintas yang tinggi, geometri persimpangan yang kurang optimal, pengaturan waktu siklus yang kurang efisien, dan perilaku pengguna jalan yang kurang tertib.

## 5.2 Saran

Dari hasil analisa yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan penulis adalah:

1. Disarankan untuk melakukan studi lebih lanjut mengenai optimalisasi waktu siklus dan pembagian waktu hijau untuk meningkatkan efisiensi persimpangan.
2. Implementasi sistem ATCS sebaiknya dipertimbangkan sebagai solusi jangka panjang untuk manajemen lalu lintas yang lebih dinamis
3. Pemerintah setempat perlu mempertimbangkan pelebaran jalan, terutama pada lengan timur, untuk meningkatkan kapasitas persimpangan.
4. Program edukasi dan sosialisasi keselamatan lalu lintas perlu ditingkatkan untuk meningkatkan kesadaran dan kepatuhan pengguna jalan.
5. Disarankan untuk melakukan evaluasi berkala terhadap kinerja persimpangan setelah implementasi solusi untuk memantau efektivitasnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anjarwati, S. (2014). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dukuhwaluh Purwokerto*. 15(1), 14–20.
- Arief Budiman. (2016). *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru Kota Serang*. 5(1), 69–78.
- Badan Pusat Statistik Kota Binjai. (n.d.). *Kota Binjai Dalam Angka 2021*.
- Jotin Khisty, K. L. (2005). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*. Erlangga.
- Kustantrika, I. W. (2015). *Perhitungan Sinyal Pada Simpang Dengan Metode Webster*. *Kilat*, 4(1), 82-89.
- Noferi, W., Das, A. M., & Setiawan, A. (2021). *Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Depati Purbo Dan Jalan KH. A. Majid*. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 155-161.
- Ofyar Z Tamin. (1997). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. ITB PRESS.
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. (2023). Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*. (2015). Kementerian Perhubungan.
- Peraturan Pemerintah No 34 Tahun 2006*. (2006).

Permana, A. W., Arifin, M. Z., & Bowoputro, H. (2017). *Kajian Kinerja Simpang Bersinyal Bundaran Kecil dan Simpang Tambun Bungai di Palangkaraya Kalimantan Tengah*. 11(1), 65–73.

Rakhmawati Natsir. (2020). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Palopo*

Suryaningsih. (2020). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Hasanuddin-Jalan Kamboja, Sumbawa Besar)*

*Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 Direktorat Jenderal Bina Marga (Issue 038)*. (1997). Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum.

Tjiptoherijanto, P. (1999). *Urbanisasi dan pengembangan kota di Indonesia*. *Populasi*, 10(2), 57-72.

*Tugu Binjai - Google Maps*. (n.d.). Retrieved September 13, 2021, from <https://www.google.com/maps/place/Tugu+Binjai/@3.6104807,98.4925946,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x303129e5645f8ce9:0x7e8a780e4a7c6a0c!8m2!3d3.6104753!4d98.4947833?hl=ID>

*Undang-undang tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*. (2009).

**LAMPIRAN 1 :****Data LHR (Lalulintas Harian Rata – rata) Jalan Soekarno Hatta**

Hari/Tgl	Waktu		Jumlah Kendaraan									Total Kendaraan
			Sepeda Motor (SM)			Kendaraan Ringan (KR)			Kendaraan Berat (KB)			
			Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	
Senin, 08 Juli 2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	4327	0,4	1.730,8	1.431	1	1.431	173	1,3	224,9	3.386,7
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3246	0,4	1.298,4	1.553	1	1.553	325	1,3	422,5	3.273,9
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	4455	0,4	1.782	1.403	1	1.403	280	1,3	364	3.549
Selasa, 09- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	4233	0,4	1.693,2	1.411	1	1.411	168	1,3	218,4	3.322,6
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3180	0,4	1.272	1.412	1	1.412	291	1,3	378,3	3.062,3
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	4317	0,4	1.726,8	1.391	1	1.391	269	1,3	349,7	3.467,5
Rabu, 10- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	4227	0,4	1.690,8	1.398	1	1.398	169	1,3	219,7	3.309
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3220	0,4	1.288,0	1.489	1	1.489	307	1,3	399,1	3.176
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	4352	0,4	1.740,8	1.374	1	1.374	261	1,3	339,3	3.454

**LAMPIRAN 2 :****Data LHR (Lalulintas Harian Rata – rata) Jalan Sutomo**

Hari/Tgl	Waktu		Jumlah Kendaraan									Total Kendaraan
			Sepeda Motor (SM)			Kendaraan Ringan (KR)			Kendaraan Berat (KB)			
			Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	
Senin, 08 Juli 2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	3.935	0,4	1.574	1.323	1	1.323	324	1,3	421,2	3.318,2
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3.981	0,4	1.592,4	1.299	1	1.299	311	1,3	404,3	3.295,7
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	3.875	0,4	1.550,0	1.283	1	1.283	306	1,3	397,8	3.230,8
Selasa, 09- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	3.896	0,4	1.558,4	1.302	1	1.302	312	1,3	405,6	3.266,0
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3.902	0,4	1.560,8	1.286	1	1.286	321	1,3	417,3	3.264
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	3.887	0,4	1.554,8	1.293	1	1.293	303	1,3	393,9	3.241,7
Rabu, 10- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	3.842	0,4	1.536,8	1.327	1	1.327	309	1,3	401,7	3.265,5
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3.921	0,4	1.568,4	1.278	1	1.278	330	1,3	429,0	3.275,4
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	3.850	0,4	1.540,0	1.289	1	1.289	297	1,3	386,1	3.215,1

**LAMPIRAN 3 :****Data LHR (Lalulintas Harian Rata – rata) Jalan T. Amir Hamzah**

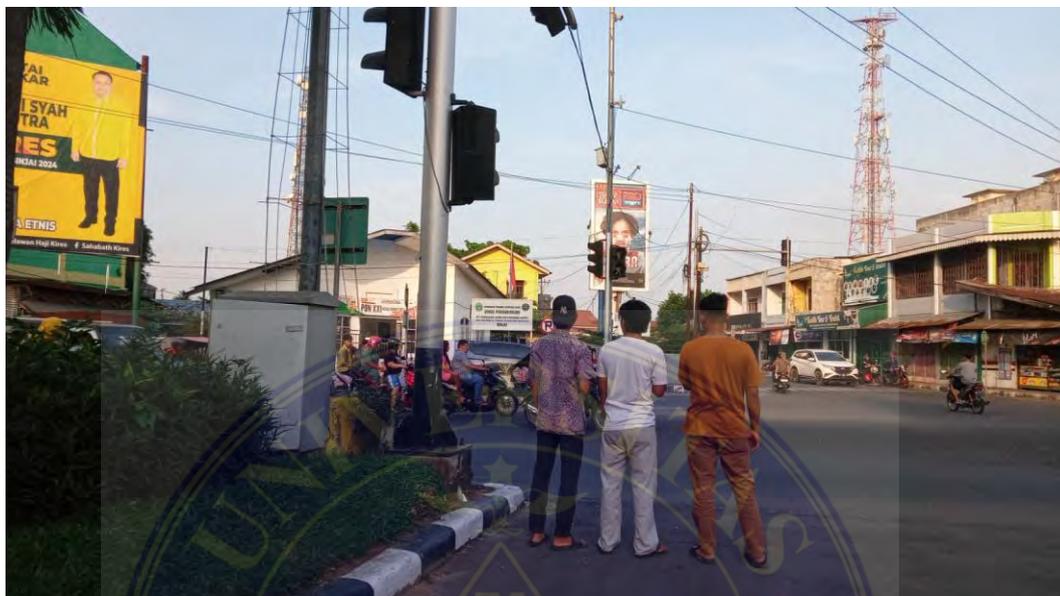
Hari/Tgl	Waktu		Jumlah Kendaraan									Total Kendaraan
			Sepeda Motor (SM)			Kendaraan Ringan (KR)			Kendaraan Berat (KB)			
			Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	
Senin, 08 Juli 2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	3.503	0,4	1.401,2	1.154	1	1.154	308	1,3	400,4	2.955,6
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3.526	0,4	1.410,4	1.095	1	1.095	289	1,3	375,7	2.881,1
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	3.427	0,4	1.370,8	1.089	1	1.089	294	1,3	382,2	2.842
Selasa, 09- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	3.488	0,4	1.395,2	1.132	1	1.132	297	1,3	386,1	2.913,3
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3.374	0,4	1.349,6	1.079	1	1.079	278	1,3	361,4	2.790,0
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	3.396	0,4	1.358,4	1.057	1	1.057	286	1,3	371,8	2.787,2
Rabu, 10- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	3.406	0,4	1.362,4	1.123	1	1.123	286	1,3	371,8	2.857,2
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	3.296	0,4	1.318,4	1.054	1	1.054	296	1,3	384,8	2.757,2
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	3.382	0,4	1.352,8	1.069	1	1.069	273	1,3	354,9	2.776,7

**LAMPIRAN 4 :****Data LHR (Lalulintas Harian Rata – rata) Jalan Cut Nyak Dien**

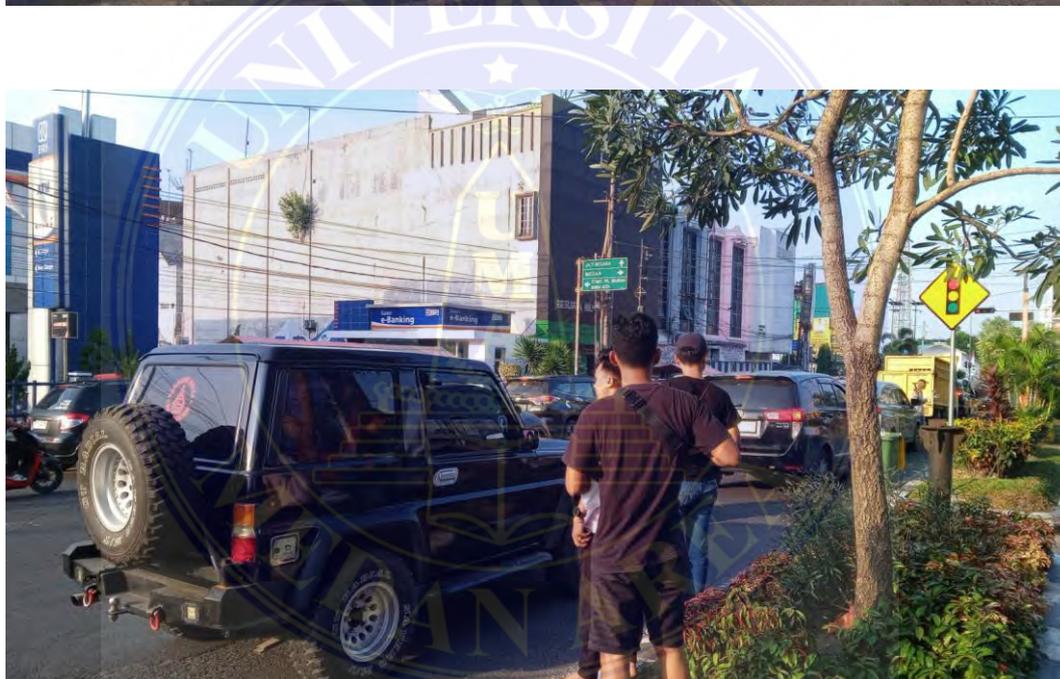
Hari/Tgl	Waktu		Jumlah Kendaraan									Total Kendaraan
			Sepeda Motor (SM)			Kendaraan Ringan (KR)			Kendaraan Berat (KB)			
			Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	Kendaraan	emp	smp/jam	
Senin, 08 Juli 2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	1.227	0,4	490,8	329	1	329	-	1,3	-	819,8
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	1.028	0,4	411,2	346	1	346	-	1,3	-	757,2
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	1.132	0,4	452,8	324	1	324	-	1,3	-	776,8
Selasa, 09- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	1.231	0,4	492,4	317	1	317	-	1,3	-	809,4
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	1.045	0,4	418,0	338	1	338	-	1,3	-	756
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	1.119	0,4	447,6	322	1	322	-	1,3	-	769,6
Rabu, 10- 07-2024	Pagi	07.00 - 09.00 WIB	1.224	0,4	489,6	321	1	321	-	1,3	-	810,6
	Siang	12.00 - 14.00 WIB	1.032	0,4	412,8	331	1	331	-	1,3	-	743,8
	Sore	16.00 - 18.00 WIB	1.124	0,4	449,6	336	1	336	-	1,3	-	785,6

## Lampiran 5

### Dokumentasi Survey Lapangan



Dokumentasi survey LHR (Lalulintas Harian Rata-rata)



Dokumentasi survey LHR (Lalulintas Harian Rata-rata)



Dokumentasi pengukuran geomterik jalan



Dokumentasi pengukuran geomterik jalan



Dokumentasi pengukuran geomterik jalan

