

SKRIPSI

**ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL
SIMPANG EMPAT SAWAH TELUK KUANTAN**



Disusun Oleh :

ANO WILANDA

NPM : 210204012

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
TELUK KUANTAN
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL SIMPANG EMPAT SAWAH TELUK KUANTAN

Disusun Oleh:

ANO WILANDA

NPM. 210204012

Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada 13 Agustus 2025
dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Menyetujui,

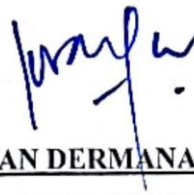
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T

NIDN. 1022068901



IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc

NIDN. 1002118301

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL
SIMPANG EMPAT SAWAH TELUK KUANTAN**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana
Strata Satu Teknik Sipil**

Disusun Oleh:

ANO WILANDA

NPM. 210204012

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T

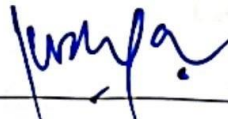
Dosen Pembimbing I



Tanggal : 13 Agustus 2025

IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 13 Agustus 2025

LEMBAR TIM PENGUJI

SKRIPSI

ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL SIMPANG EMPAT SAWAH TELUK KUANTAN

Disusun Oleh :

ANO WILANDA

NPM : 210204012

Telah Dipertahankan Didepan Dosen Penguji
Pada Tanggal 13 Agustus 2025 Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi

Ketua	: AGUS CANDRA, ST., M.Si	()
Pembimbing I	: CHITRA HERMAWAN, ST., MT	()
Pembimbing II	: IWAYAN DERMANA, ST., M.Sc	()
Penguji I	: ADE IRAWAN, ST., MT	()
Penguji II	: RIKKI AFRIZAL, S.Pd., M.Sc	()

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diujikan di depan Dosen Penguji dan dinyatakan diterima sebagai syarat untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.

Pada hari : Rabu

Tanggal : 13 Agustus 2025

Dosen Penguji

1. AGUS CANDRA, ST., M.Si

NIDN. 1020088701

2. CHITRA HERMAWAN, ST., MT

NIDN. 1022068901

3. IWAYAN DERMANA, ST., M.Sc

NIDN. 1002118301

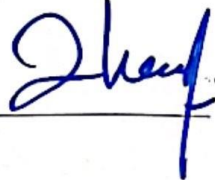
4. ADE IRAWAN, ST., MT

NIDN. 1027117901

5. RIKKI AFRIZAL, S.Pd., M.Sc

NIDN. 1022128603

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

Teluk Kuantan, 13 Agustus 2025

Fakultas Teknik
Universitas Islam Kuantan Singingi
Dekan

Program Studi Teknik Sipil
Ketua



AGUS CANDRA, ST., M.Si
NIDN. 1020088701



ADE IRAWAN, ST., MT
NIDN. 1027117901

PERNYATAAN TENTANG ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ANO WILANDA

NPM : 210204012

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“Analisa Kinerja Simpang Bersinyal, Simpang Empat Sawah Teluk Kuantan” Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyalin seluruhnya karya orang lain kecuali yang disebutkan dari sumber aslinya.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini jiplakan atau mengambil karya tulis orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Teluk Kuantan, 13 Agustus 2025

Hormat Saya,



ANO WILANDA
NPM. 210204012

MOTTO

“Barang siapa bersungguh-sungguh, maka ia akan berhasil”

(Nabi Muhammad SAW)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah:6)

“Ilmu tanpa amal bagaikan pohon tanpa buah”

(Ali bin Abi Thalib)

“Percayalah pada dirimu sendiri, maka dunia akan percaya padamu”

(Goethe)

“Ingatlah bahwa akhlak dan adab di atas segalanya”

(Anonim)

“Ingatlah mati, niscaya engkau akan ringan menghadapi dunia”

(Umar bin Khattab)

ABSTRAK

Ano Wilanda (2025): “Analisa Kinerja Simpang Bersinyal, Simpang Empat Sawah, Teluk Kuantan”

Simpang bersinyal berperan penting dalam mengatur pergerakan kendaraan, mengurangi konflik arus, serta meningkatkan keselamatan lalu lintas. Namun, efektivitasnya dipengaruhi oleh volume kendaraan, desain geometrik, dan pengaturan sinyal. Simpang Empat Sawah di Kota Teluk Kuantan merupakan simpang strategis yang menghubungkan ruas-ruas jalan utama, namun kondisi eksisting menunjukkan adanya antrean panjang dan tundaan tinggi terutama pada jam sibuk.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja lalu lintas dan tingkat pelayanan simpang pada kondisi eksisting. Data diperoleh melalui survei geometrik, volume lalu lintas selama tujuh hari pada empat periode waktu, serta survei siklus sinyal lampu lalu lintas. Analisis dilakukan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) dengan parameter kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrean, dan tundaan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tundaan rata-rata melebihi 60 detik/smp, panjang antrian cukup tinggi, serta derajat kejenuhan mendekati atau melampaui batas ideal. Berdasarkan PKJI 2014, tingkat pelayanan simpang berada pada kategori F sehingga belum optimal dalam melayani arus lalu lintas. Diperlukan penanganan berupa pengaturan ulang sinyal, penambahan fase, atau pelebaran pendekat agar kinerja simpang lebih efisien.

Kata kunci: Simpang bersinyal, kinerja lalu lintas, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, tingkat pelayanan.

ABSTRACT

Ano Wilanda (2025): “Performance Analysis of the Signalized Intersection, Simpang Empat Sawah, Teluk Kuantan”

Signalized intersections play an important role in regulating vehicle movements, reducing traffic conflicts, and improving road safety. Their effectiveness, however, is influenced by traffic volume, geometric design, and signal control. The Sawah Four-Arm Intersection in Teluk Kuantan City is a strategic junction that connects several main roads, but under existing conditions it experiences long queues and significant delays, particularly during peak hours.

This study aims to analyze the traffic performance and level of service of the intersection in its current condition. Data were collected through geometric surveys, seven-day traffic volume counts at four time periods, and traffic signal cycle observations. The analysis was carried out using the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI, 2014), focusing on capacity, degree of saturation, queue length, and delay as key performance indicators.

The results show that the average delay exceeds 60 seconds/pcu, queues are relatively long, and the degree of saturation is close to or above the acceptable threshold. According to PKJI 2014, the level of service of the intersection falls into categories F, indicating poor performance. Therefore, improvements such as optimizing signal timing, adding phases, or widening approaches are needed to enhance efficiency. This study is expected to serve as a useful reference for traffic management efforts in Teluk Kuantan.

Keywords: Signalized intersection, traffic performance, intersection capacity, degree of saturation, queue length, delay, level of service.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Ano Wilanda

Tempat/Tgl Lahir : Koto Lubuk Jambi / 02 November 2001

Anak ke : 3 (Tiga)

Alamat : Luai

No. Handphone : 0852-7146-9059

E-mail : anowilanda@gmail.com

Nama Orang Tua :

Ayah : Erwin Efendi Rauf

Ibu : Nur Aiwati

Riwayat Pendidikan : 1. SDN 001 Pasar Lubuk Jambi (2008-2014)

2. SMPN 1 Kuantan Mudik (2014-2017)

3. SMAN 1 Kuantan Mudik (2017-2020)

4. Universitas Islam Kuantan Singingi (2021-2025)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Analisa Kinerja Simpang Bersinyal, Simpang Empat Sawah, Teluk Kuantan**".

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu upaya untuk memahami dan mengevaluasi kinerja lalu lintas pada simpang bersinyal di wilayah Teluk Kuantan. Kami berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengelolaan lalu lintas di daerah tersebut serta menjadi bahan masukan bagi pihak-pihak terkait dalam merancang solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan pengguna jalan.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan, baik berupa informasi, bimbingan, maupun dorongan moral, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini tidak lepas dari dorongan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materil. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ikrima Mailani, S.Pd.I., M.Pd.I selaku Plt Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Bapak Agus Candra, S.T., M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
3. Bapak Ade Irawan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
4. Bapak Surya Adinata, S.T., M.T selaku dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
5. Bapak Chitra Hermawan S.T., M.T selaku dosen Program Studi Teknik Sipil sekaligus dosen pembimbing I.
6. Bapak Iwayan Dermana ST., MSc selaku dosen program studi teknik sipil sekaligus dosen pembimbing II.
7. Ibu Melia Nurafni, ST., MSi selaku dosen program studi teknik sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
8. Orang tua yang selalu memberikan kasih sayang dan do'a, kepada penulis.

9. Teman-teman satu angkatan di prodi Teknik Sipil.
10. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada Desti Yulia Ningsih, atas doa dan dukungan moral yang selalu menguatkan selama proses penulisan ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terdapat banyak keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan dan menjadi kontribusi kecil kami dalam mendukung pembangunan di bidang transportasi.

Teluk Kuantan, 13 Agustus 2025

Ano Wilanda

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR TIM PENGUJI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN TENTANG ORIGINALITAS.....	vi
MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Definisi Simpang	5
2.1.1 Jenis Simpang Berdasarkan Kondisi geometrik	5
2.1.2 Jenis Simpang Berdasarkan Sistem Pengendalian.....	6
2.2 Arus Lalu Lintas	6
2.3 Lampu Lalu Lintas / <i>Traffic Light</i>	7
2.4 Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)	8
2.4.1 Tipikal Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)	10
2.4.2 Fase Sinyal	12
2.4.3 Tipe Pendekat	12
2.4.4 Menentukan Lebar Efektif Pendekat (LE)	13

2.4.5	Arus Jenuh Dasar (SO).....	15
2.4.6	Faktor Penyesuaian	16
2.4.7	Waktu Siklus	23
2.5	Kapasitas Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).....	24
2.6	Derajat Kejenuhan (DJ).....	25
2.7	Kinerja Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).....	26
2.7.1	Panjang Antrian (PA)	26
2.7.2	Tundaan (T).....	28
2.8	Tingkat Pelayanan Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) 29	
2.9	Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Gambaran Umum	33
3.2	Lokasi Penelitian	33
3.3	Peralatan Penelitian	35
3.4	Data Penelitian	35
3.5	Pelaksanaan Survei.....	35
3.5.1.	Survei Geometrik Jalan	35
3.5.2.	Survei Volume Lalu Lintas.....	35
3.5.3.	Survei Sinyal Lampu Lalu Lintas / <i>Traffic Light</i>	36
3.6	Analisa dan Pembahasan	36
3.7	Bagan Alir Metode Penelitian	36
DAFTAR PUSTAKA		39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jenis Kendaraan	7
Tabel 2. 2 Nilai Ekivalen Kendaraan Ringan	7
Tabel 2. 3 Nilai Ekivalen Kendaraan Ringan	10
Tabel 2. 4 Kode Tipe Simpang	11
Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ($F U K$)	17
Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ($F H S$)	19
Tabel 2. 7 Waktu Siklus Layak	24
Tabel 2. 8 Tingkat Pelayanan (<i>Level Of Service</i>) Lalu Lintas di Persimpangan Dengan Lampu Lalu Lintas	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konflik Primer dan Konflik Skunder pada Simpang APILL 4 Lengan	9
Gambar 2. 2 Urutan Waktu Menyala Isyarat Pada Pengaturan APILL Dua Fase.	10
Gambar 2. 3 Pendekat dan Sub-Pendekat	11
Gambar 2. 4 Pengaturan Fase APILL Simpang Empat dengan Empat Fase.....	12
Gambar 2. 5 Tipe Pendekatan Terlindung dan Terlawan	13
Gambar 2. 6 Pendekat Dengan Pulau dan Tanpa Pulau Lalu Lintas.....	14
Gambar 2. 7 Penentuan Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (P).....	16
Gambar 2. 8 Faktor Penyesuaian Pengaruh Parkir ($F P$)	20
Gambar 2. 9 Faktor Penyesuaian Kelandaian ($F G$).....	21
Gambar 3. 1 Peta Lokasi	34
Gambar 3. 2 Denah Sketsa Lokasi	34

DAFTAR SINGKATAN

C	= Kapasitas simpang APILL (skr/jam).
S	= Arus jenuh (skr/jam).
S ₀	= Arus jenuh dasar (skr/jam).
F _{HS}	= Faktor penyesuaian akibat hambatan samping lingkungan jalan.
F _{UK}	= Faktor penyesuaian terkait ukuran kota.
F _G	= Faktor penyesuaian akibat kelandaian memanjang pendekat.
F _P	= Faktor penyesuaian akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama.
F _{BKi}	= Faktor penyesuaian akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri.
F _{BKa}	= Faktor penyesuaian akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan.
R _{Bka}	= Rasio arus lalu lintas belok kanan.
R _{Bki}	= Rasio arus lalu lintas belok kiri.
R _H	= Rasio waktu hijau.
H	= Total waktu hijau dalam satu siklus (detik).
c	= Waktu siklus (detik).
D _J	= Derajat kejenuhan.
Q	= Arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau (skr/jam).
PA	= Panjang antrian (m).
L	= Lebar lajur (m).
L _M	= Lebar jalur masuk (m).
L _K	= Lebar jalur keluar (m).
L _E	= Lebar efektif pendekat (m).
N _Q	= Jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat hijau.
T	= Tundaan lalu lintas masing-masing pendekat.
T _I	= Tundaan lalu lintas untuk keseluruhan simpang.
AT	= Akses terbatas bagi pejalan kaki atau kendaraan.
q _{Bka}	= Arus lalu lintas belok kanan.
q _{Bki}	= Arus lalu lintas belok kiri.
B _{ka}	= Indeks arus lalu lintas belok kanan.
B _{ki}	= Indeks arus lalu lintas belok kiri.
B _{kiJT}	= Indeks arus lalu lintas belok kiri jalan terus.

LRS = Indeks arus lalu lintas lurus.
Ekr = Ekvivalen kendaraan ringan.
HS = Hambatan samping.
G = Kelandaian (%).
KR = Kendaraan ringan.
KS = Kendaraan sedang.
SM = Sepeda motor.
KTB = Kendaraan tak bermotor.
KOM = Daerah komersial disekitar simpang.
KIM = Daerah pemukiman disekitar simpang.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur transportasi memegang peran strategis dalam mendukung mobilitas masyarakat dan perkembangan ekonomi. Salah satu elemen penting dalam sistem transportasi adalah simpang bersinyal, yang dirancang untuk mengatur arus lalu lintas, mengurangi konflik antar-arus kendaraan, serta meningkatkan keselamatan dan efisiensi lalu lintas. Namun, efektivitas simpang bersinyal sangat bergantung pada faktor-faktor seperti desain geometrik, kapasitas jalan, dan pengaturan sinyal

Simpang sebagai prasarana transportasi mempunyai peranan penting dalam menjaga kelancaran arus lalu lintas kendaraan dengan tujuan untuk mengurangi angka kemacetan, namun kemacetan sering terjadi di simpang itu sendiri. Kemacetan yang terjadi dapat dilihat dari lamanya tundaan yang terjadi serta panjangnya antrian kendaraan yang terjadi di simpang tersebut. Tundaan pada simpang yaitu, total waktu dari hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan saat melintasi suatu simpang, tingginya nilai tundaan yang terjadi juga mempengaruhi kinerja simpang.

Kinerja simpang adalah ukuran dari kualitas kondisi arus lalu lintas kendaraan yang mampu ditampung oleh suatu simpang. Kinerja simpang dapat ditentukan dari tundaan lalu lintas simpang yang dapat digolongkan pada tingkatan tertentu yakni, antara A sampai F (PKJI, 2014).

Pengaturan lalu lintas pada simpang dengan volume lalu lintas kendaraan yang tinggi, sangat diperlukan pengaturan dengan lampu lalu lintas. Dengan adanya pengaturan menggunakan lampu lalu lintas ini diharapkan agar dapat mengurangi jumlah antrian yang dialami oleh kendaraan, dibandingkan dengan yang tidak menggunakan lampu lalu lintas.

Teluk Kuantan adalah ibu kota Kabupaten Kuantan Singingi yang terletak di Provinsi Riau, Indonesia. Kota ini memiliki jumlah penduduk yang cukup padat, dengan mayoritas masyarakatnya berasal dari suku Melayu yang kaya akan budaya dan adat istiadat. Sebagai pusat administrasi, ekonomi, dan pendidikan di Kuantan Singingi, Teluk Kuantan mencakup wilayah strategis dengan

konektivitas jalan yang menghubungkan berbagai daerah di sekitarnya. Secara ekonomi, masyarakat setempat bergantung pada sektor pertanian, perkebunan seperti kelapa sawit dan karet, serta perdagangan. Tradisi budaya khas seperti Pacu Jalur, yaitu lomba mendayung perahu tradisional, menjadi salah satu daya tarik utama dan kebanggaan masyarakat setempat. Selain itu, Teluk Kuantan memiliki potensi pariwisata yang meliputi keindahan alam seperti sungai, air terjun, dan kawasan hutan. Namun, sebagai kota yang terus berkembang, Teluk Kuantan juga menghadapi tantangan, salah satunya adalah permasalahan kemacetan lalu lintas, tepatnya pada pertemuan empat lengan jalan, yaitu Jl. Tuanku Tambusai, Jl. Diponegoro, Jl. Jenderal Sudirman, dan Jl. Sultan Syarif Qasim, yang menghubungkan berbagai fasilitas penting seperti perkantoran, pertokoan, sekolah, pasar, rumah sakit, tempat wisata, dan pemukiman. Kemacetan sering terjadi pada jam-jam sibuk pagi, siang, dan sore. Pertemuan empat lengan jalan ini dikenal dengan nama "Simpang Empat Sawah" karena letaknya yang berada di Desa Sawah, nama tersebut juga mencerminkan bahwa simpang ini adalah satu-satunya pertemuan lengan jalan simpang empat yang ada di Desa Sawah, menjadikannya titik strategis yang penting namun rawan kemacetan, dari pengamatan awal pada simpang tersebut mengalami kemacetan dengan antrean kendaraan mencapai 3 hingga 4 mobil atau lebih, serta lama antrean sekitar 1 hingga 2 menit. Salah satu penyebab utama kemacetan di simpang ini adalah lebar jalan yang terlalu kecil, sehingga tidak mampu menampung volume kendaraan yang terus meningkat, terutama pada jam sibuk. Masalah ini menunjukkan perlunya perhatian lebih dalam pengelolaan lalu lintas, seperti pelebaran jalan, pengaturan ulang waktu lampu lalu lintas, atau pengembangan infrastruktur jalan lainnya untuk mendukung mobilitas masyarakat yang semakin meningkat seiring perkembangan kota.

Hal di atas yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kinerja lalu lintas simpang serta tingkat pelayanan simpang dalam kondisi eksisting di Simpang Empat Sawah, Teluk Kuantan. Untuk menganalisis kinerja simpang, peneliti menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) yang khusus membahas kapasitas Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Analisis ini bertujuan untuk memahami karakteristik

pergerakan kendaraan, volume lalu lintas, dan kinerja ruas jalan di sekitarnya, sehingga dapat dirumuskan rekomendasi yang tepat guna meningkatkan efisiensi dan keselamatan lalu lintas di kawasan tersebut. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mengangkat judul penelitian dengan tema: **“Analisa Kinerja Simping Bersinyal, Simping Empat Sawah, Teluk Kuantan”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang disebutkan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini yakni:

1. Bagaimana kinerja lalu lintas kondisi eksisting di simping empat Sawah, Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Diponegoro – Jl. Jendral Sudirman – Jl. Sultan Syarif Qasim, Kota Teluk Kuantan, berdasarkan PKJI 2014?
2. Bagaimana tingkat pelayanan kondisi eksisting di simping empat Sawah, kota Teluk Kuantan?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk:

1. Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting di simping empat Sawah, Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Diponegoro – Jl. Jendral Sudirman – Jl. Sultan Syarif Qasim, Kota Teluk Kuantan, berdasarkan PKJI 2014.
2. Mendapatkan tingkat pelayanan kondisi eksisting di simping empat Sawah, kota Teluk Kuantan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan permasalahan pada penelitian yang dilakukan yakni:

1. Penelitian ini hanya menganalisis Kinerja lalu lintas Simping Bersinyal.
2. Kinerja lalu lintas simping yang dianalisis yakni; volume kendaraan (Q), kapasitas (C), derajat kejenuhan (D_j), panjang antrian (P_A), dan tundaan(T).
3. Analisa dan pembahasan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), untuk Kapasitas Simping APILL.
4. Penelitian ini berlokasi di simping empat Sawah, Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Diponegoro – Jl. Jendral Sudirman – Jl. Sultan Syarif Qasim, Kota Teluk Kuantan.
5. Metode yang digunakan adalah survei geometrik jalan, survei volume lalu

lintas (LHR), dan survei sinyal lampu lalu lintas.

6. Survei volume lalu lintas kendaraan dilaksanakan selama tujuh hari, selama 8 jam yakni, Pukul 07.00 – 09.00 WIB, Pukul 11.00 – 13.00 WIB, Pukul 16.00 – 18.00 WIB, dan pukul 19.00 – 21.00 WIB, dengan lama pengamatan dilakukan per 15 menit.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan manfaat dalam penelitian ini yakni:

1. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi informasi yang dapat digunakan berbagai pihak dalam penelitian atau pekerjaan yang berhubungan dengan kinerja persimpangan khususnya simpang bersinyal
2. Menambah pengetahuan dalam mengevaluasi kinerja pada simpang bersinyal yang ditinjau.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi informasi mengenai tingkat pelayanan pada simpang.
4. Menambah wawasan dan referensi ilmiah terkait analisa lalu lintas pada simpang bersinyal.
5. Memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan lalu lintas di simpang empat sawah.
6. Mendukung kelancaran mobilitas masyarakat dan mengurangi potensi kecelakaan lalu lintas.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Simpang

Simpang dapat didefinisikan sebagai suatu daerah umum yang mana dua atau lebih jalan berpotongan atau bergabung, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya. (Khisty 2003). Suatu persimpangan adalah bagian yang tidak dapat terpisahkan dari semua sistem jalan yang ada. Suatu persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Budiman, 2016). Prediksi akurat untuk arus lalu lintas di persimpangan secara efektif dapat menghemat waktu perjalanan, mengurangi kemacetan jalan, mengurangi pencemaran lingkungan dan melestarikan energi (Agustin, 2016).

PKJI (2014), mendefinisikan simpang (dalam MKJI 1997 dinamai simpang tak bersinyal) sebagai salah satu jenis persimpangan yang merupakan pertemuan dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tidak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu lintas (APILL). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, menetapkan perhitungan untuk keperluan perancangan dan evaluasi kinerja simpang, meliputi kapasitas simpang (C), dan kinerja lalu lintas simpang yang diukur oleh derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), dan peluang antrian (P_A), untuk Simpang-3 dan Simpang-4 yang berada di wilayah perkotaan atau semi perkotaan.

2.1.1 Jenis Simpang Berdasarkan Kondisi geometrik

Berdasarkan kondisi geometrik simpang dibagi dalam dua bagian yaitu:

1. Simpang Sebidang

Simpang sebidang yaitu simpang dengan kaki-kaki simpang yang mengalami pertemuan arus dari masing-masing kaki simpang di elevasi yang sama pada suatu bidang.

2. Simpang Tidak Sebidang

Simpang tidak sebidang merupakan simpang yang memisahkan arus lalu lintas dari jalur yang berbeda-beda dengan sedemikian rupa, sehingga simpang jalur dari kendaraan-kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan terpisah atau bergabung dalam satu ruang gerak yang sama.

2.1.2 Jenis Simpang Berdasarkan Sistem Pengendalian

Berdasarkan sistem pengendalian simpang dibagi dalam dua bagian yaitu:

1. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah suatu simpang yang terdiri dari beberapa lengan jalan dan dilengkapi dengan penggunaan sinyal lampu lalu lintas / *traffic light*. Pengaturan lalu lintas pada simpang dengan volume lalu lintas kendaraan yang tinggi, sangat diperlukan pengaturan dengan lampu lalu lintas. Dengan adanya pengaturan menggunakan lampu lalu lintas ini diharapkan agar dapat mengurangi jumlah antrian yang di alami oleh kendaraan, dibandingkan dengan yang tidak menggunakan lampu lalu lintas.

2. Simpang Tidak Bersinyal

Simpang tidak bersinyal merupakan simpang yang tidak dilengkapi dengan penggunaan sinyal lampu lalu lintas, sehingga pengguna jalan harus memutuskan apakah mereka harus berhenti terlebih dahulu sebelum melintasi simpang tersebut.

2.2 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah pergerakan kendaraan, pejalan kaki, dan pengguna jalan lainnya di suatu jalan atau area yang dirancang untuk transportasi. Arus lalu lintas merupakan bagian dari sistem transportasi yang berfungsi untuk mengatur dan mengelola pergerakan orang dan barang dengan aman, lancar, dan efisien. Data masukan lalu lintas dibedakan untuk 2 (dua) hal, yaitu data arus lalu lintas eksisting dan data arus lalu lintas rencana. Data lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu lintas per jam eksisting yang dihitung pada jam-jam tertentu, misalnya arus lalu lintas pada jam sibuk pagi atau arus lalu lintas pada jam sibuk sore.

Data arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas atau jumlah lajur lalu lintas, berupa arus lalu lintas jam perencanaan yang ditetapkan dari LHRT, faktor K, dan faktor jam sibuk (FJS) yang merepresentasikan fluktuasi selama jam sibuk. Secara ideal, LHRT didasarkan atas perhitungan lalu lintas menerus selama 1 (satu) tahun. Jika diprediksi, maka caranya harus didasarkan atas perhitungan lalu lintas yang mengacu kepada ketentuan yang berlaku sehingga diperoleh validitas dan akurasi data yang memadai. LHRT dapat diprediksi menggunakan data survei perhitungan lalu lintas

selama beberapa hari tertentu sesuai dengan pedoman survei perhitungan volume lalu lintas yang berlaku (DJBM, 1992). Misal perhitungan lalu lintas selama 7 (tujuh) hari menerus atau 40 (empat puluh) jam yang dilakukan 4 (empat) kali dalam setahun yang perlu mengacu kepada ketentuan yang berlaku.

Arus lalu lintas eksisting digunakan sebagai acuan utama dalam melakukan analisa kinerja simpang, baik simpang bersinyal maupun simpang tidak bersinyal. Arus lalu lintas yang diambil yakni, Arus lalu lintas per jam eksisting pada jam tertentu, misal arus lalu lintas yang terjadi pada jam sibuk puncak pagi atau arus lalu lintas yang terjadi pada jam sibuk puncak sore.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jenis Kendaraan

No	Klasifikasi	Jenis Kendaraan
1	Sepeda Motor / SM	Kendaraan bermotor roda dua dan tiga
2	Kendaraan Ringan / KR	Sedan, Jeep, Station Wagon, Opelet, Minibus, Mikrobus, Pickup, Truk Kecil
3	Kendaraan Sedang / KS	Bus dan truk dua sumbu
4	Kendaraan Berat / KB	Truk tiga sumbu dan truk gandeng

Sumber: PKJI 2014

Arus lalu lintas (Q) kemudian dikonversikan dari kendaraan per jam (kend/jam) menjadi satuan kendaraan ringan per jam (skr/jam), dengan menggunakan tabel nilai ekivalen kendaraan ringan (ekr) untuk masing-masing pendekatan, baik pendekatan terlindung maupun pendekatan terlawan.

Tabel 2. 2 Nilai Ekivalen Kendaraan Ringan

Jenis Kendaraan	Ekr Terlindung	Ekr Terlawan
KR	1,00	1,00
KB	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

Sumber: PKJI 2014.

2.3 Lampu Lalu Lintas / Traffic Light

Lampu lalu lintas adalah perangkat sinyal elektrik yang berfungsi untuk mengatur dan mengontrol arus lalu lintas di jalan raya. Biasanya, lampu ini dipasang di persimpangan jalan, *zebra cross*, atau lokasi tertentu untuk menjaga

keselamatan, kelancaran, dan keteraturan arus lalu lintas. Fungsinya meliputi pengaturan arus kendaraan untuk mencegah kemacetan dengan memberikan giliran kepada setiap jalur kendaraan, menjaga keselamatan pengguna jalan dengan mengurangi risiko kecelakaan melalui peringatan kapan harus berhenti, berjalan, atau memperlambat kendaraan, serta meningkatkan efisiensi lalu lintas dengan mengoptimalkan pergerakan kendaraan dan pejalan kaki di persimpangan yang padat.

Sinyal lampu lalu lintas ini akan memberikan isyarat yang menandakan kapan kendaraan harus berhenti dan berjalan secara bergantian dari masing-masing arah. Lampu lalu lintas memiliki tiga warna utama, yaitu merah, kuning, dan hijau, masing-masing dengan arti tertentu. Merah berarti berhenti, pengendara harus berhenti sebelum garis marka atau *zebra cross* hingga lampu berubah. Kuning berarti hati-hati atau bersiap untuk berhenti, menandakan lampu segera berubah menjadi merah, sehingga pengendara harus memperlambat laju kendaraan. Hijau berarti jalan, pengendara dapat melanjutkan perjalanan dengan tetap memperhatikan keselamatan. Selain itu, terdapat beberapa jenis lampu lalu lintas, seperti lampu untuk kendaraan, pejalan kaki, kendaraan khusus seperti sepeda atau bus, serta lampu dengan pengatur waktu (*countdown timer*) yang menunjukkan sisa waktu untuk setiap warna lampu. Lampu lalu lintas memberikan banyak manfaat, seperti mengurangi angka kecelakaan, menjaga ketertiban jalan, mengurangi konflik antar pengguna jalan, dan membantu pejalan kaki menyeberang dengan aman.

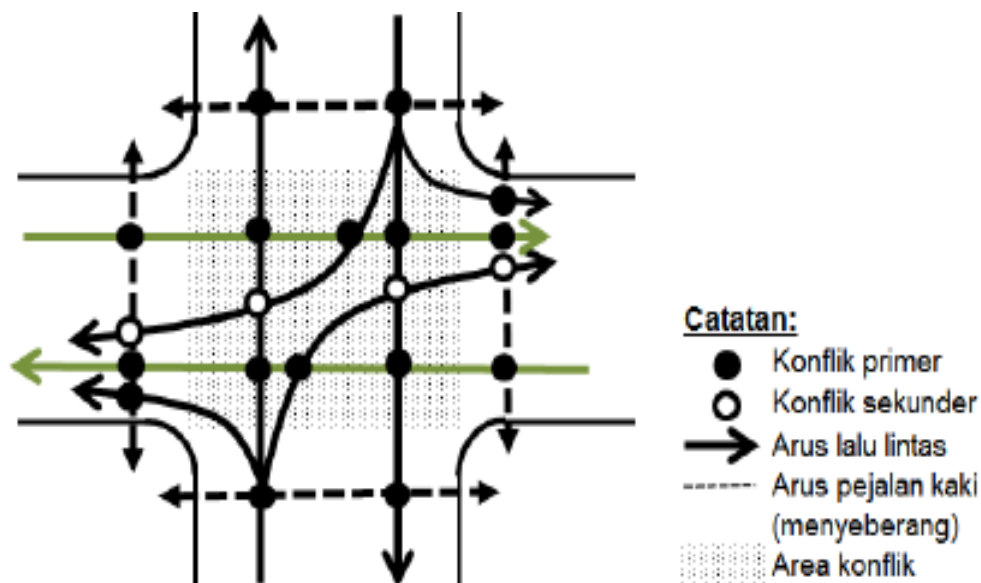
Pada Undang-Undang No.22 tahun 2009, yang mengatur tentang lalu lintas dan angkutan jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas atau APILL adalah lampu yang digunakan untuk mengendalikan arus lalu lintas yang dipasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki, dan tempat lalu lintas lainnya.

2.4 Simbang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Simbang APILL atau dulu dikenal Simbang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan lampu lalu lintas. Pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), umumnya APILL digunakan dengan tujuan yakni, mempertahankan kapasitas simbang saat jam

sibuk puncak serta mengurangi terjadinya kecelakaan yang diakibatkan oleh tabrakan antar kendaraan dari arah yang berlawanan.

Pada prinsipnya APILL digunakan untuk meminimalkan konflik, baik konflik primer maupun konflik skunder. Konflik primer adalah konflik antara dua arus lalu lintas yang saling berpotongan, dan konflik skunder adalah konflik yang terjadi dari arus lurus yang melawan atau arus membelok yang berpotongan dengan arus lurus atau pejalan kaki yang menyeberang.



(Sumber: PKJI, 2014)

Gambar 2. 1 Konflik Primer dan Konflik Skunder pada Simpang APILL 4 Lengan

Untuk memenuhi aspek keselamatan, selain lampu isyarat hijau dan merah, pengaturan APILL harus dilengkapi dengan lampu kuning dan isyarat lampu merah semua. Lampu kuning untuk memperingati arus yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir dan lampu merah semua untuk menjamin agar kendaraan terakhir pada fase hijau yang baru berakhir memperoleh waktu yang cukup untuk keluar dari area konflik sebelum kendaraan pertama dari fase berikutnya memasuki area yang sama.

Pada awal analisis, pengaturan APILL dua fase dapat dipilih karena memberikan kapasitas terbesar dengan tundaan yang terendah dibandingkan dengan pengaturan fase lainnya. Ilustrasi pengaturan 2 (dua) fase dijelaskan dalam Gambar 2.2. Urutan perubahan isyarat pada sistem pengaturan APILL 2 (dua) fase ini, meliputi s , w_K , w_{AH} , w_M , w_{MS} , dan w_H . Apabila pengaturan 2 (dua) fase ini belum memadai, evaluasi arus belok kanan, apakah

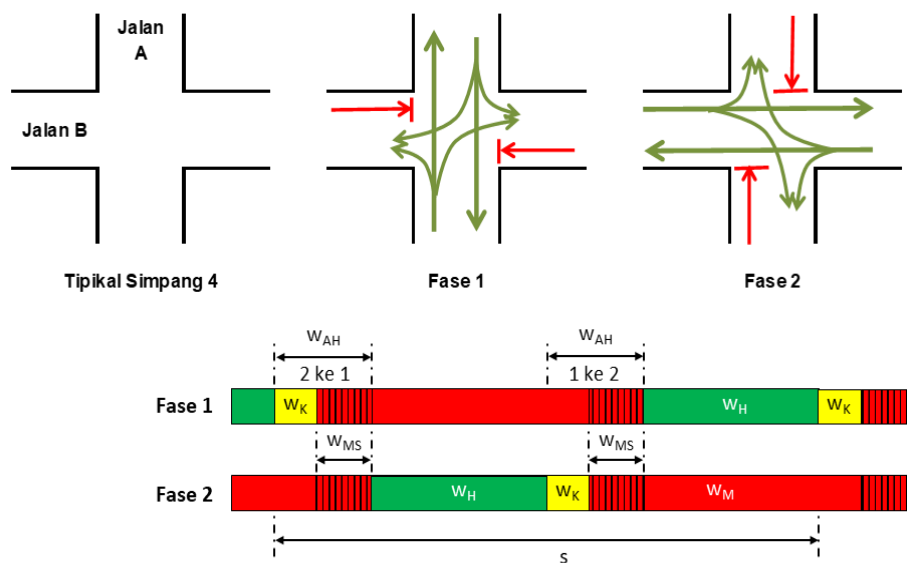
memungkinkan bila dipisahkan dari arus lurus dan apakah tersedia lajur untuk memisahkannya. Pengaturan arus belok kanan yang terpisah hanya dilakukan bila arusnya melebihi 200 SMP/jam, tetapi pemisahan dapat tetap dilakukan pemisahan walaupun arus belok kanan lebih rendah dari 200 SMP/jam dengan pertimbangan peningkatan terhadap keselamatan lalu lintas.

Perhitungan rinci nilai w_{AH} dan w_{HH} diperlukan saat analisis operasional dan perencanaan peningkatan, untuk keperluan praktis, nilai normal w_{AH} dapat menggunakan nilai-nilai pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Nilai Ekvivalen Kendaraan Ringan

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata (m)	Nilai normal w_{AH} (detik/fase)
Kecil	6 sampai kurang dari 10	4
Sedang	10 sampai kurang dari 15	5
Besar	Lebih dari atau sama dengan 15	≥ 6

Sumber: PKJI 2014.



Sumber: PKJI 2014.

Gambar 2. 2 Urutan Waktu Menyala Isyarat Pada Pengaturan APILL Dua Fase

2.4.1 Tipikal Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), persimpangan jalan merupakan pertemuan dua lengan atau lebih lengan jalan sebidang. Persimpangan dapat berupa simpang 3 ataupun simpang 4 dan merupakan

pertemuan antar tipe jalan 2/2T, tipe jalan 4/2T, tipe jalan 6/2T, tipe jalan 8/2T, atau kombinasi dari tipe-tipe jalan tersebut.

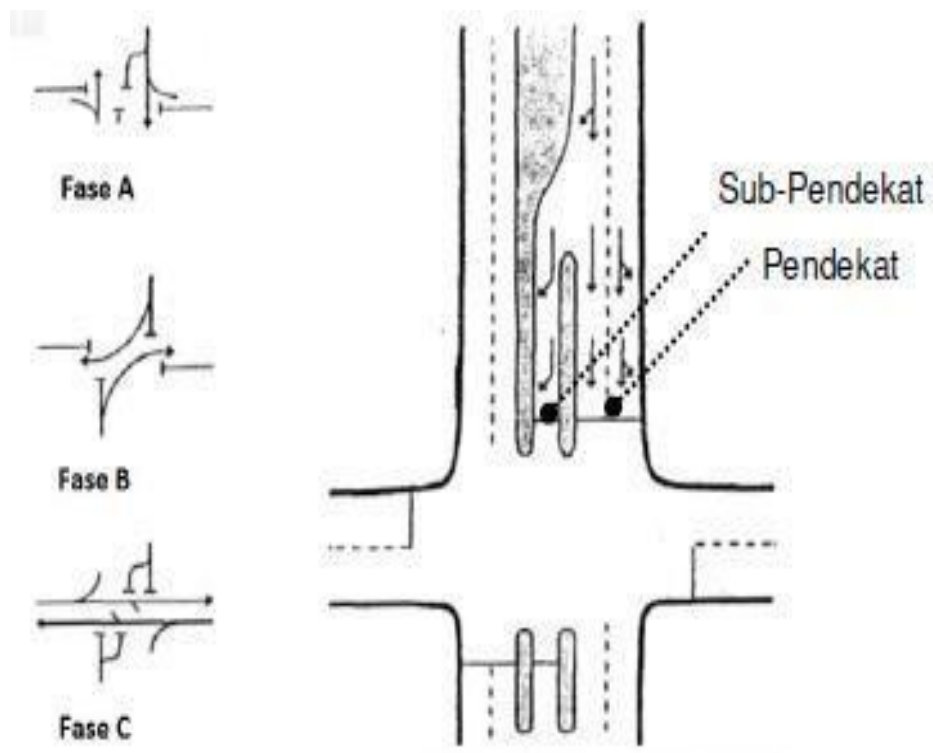
Berdasarkan jumlah lengan simpang, jumlah jalur, serta jumlah lajur jalan mayor maupun jalan minor tipe simpang ditetapkan Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 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 : PKJI, 2014.

Untuk analisis kapasitas disetiap pendekat dilakukan secara terpisah. Satu lengan simpang bisa terdiri dari satu pendekat atau lebih. Pada masing-masing pendekat atau sub-pendekat untuk lebar efektif (L_E) ditentukan dengan mempertimbangkan lebar pendekat di bagian masuk simpang dan di bagian keluar simpang.



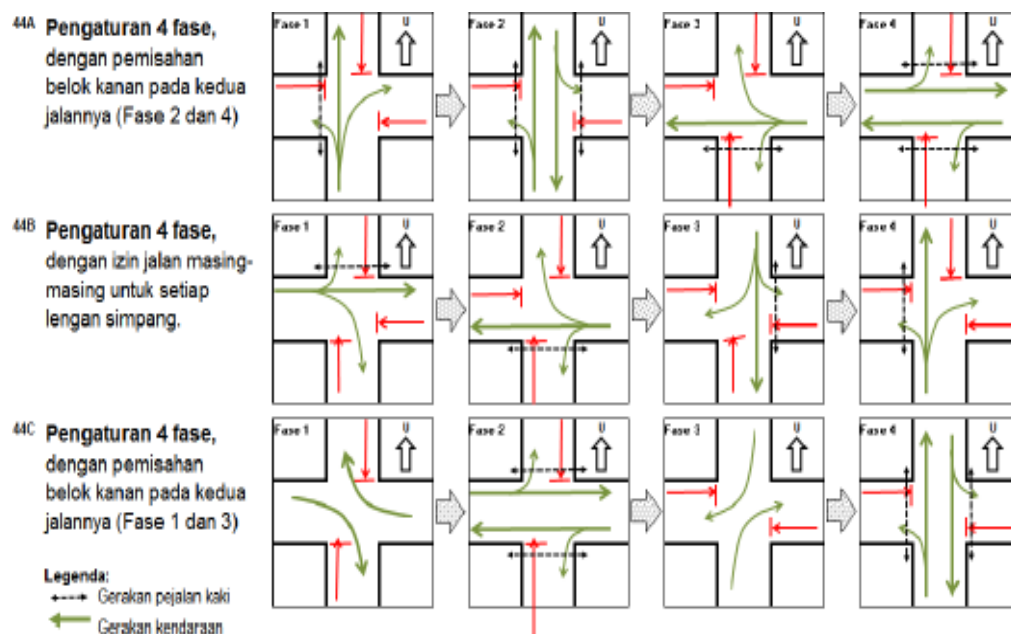
(Sumber : PKJI, 2014)

Gambar 2. 3 Pendekat dan Sub-Pendekat

2.4.2 Fase Sinyal

Fase sinyal adalah salah satu konsep dalam sistem pengaturan lalu lintas yang merujuk pada urutan waktu di mana masing-masing kelompok kendaraan atau pejalan kaki mendapatkan hak untuk bergerak melalui persimpangan yang dikendalikan oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Fase sinyal memastikan bahwa setiap arah atau kelompok pengguna jalan dapat bergerak dengan aman tanpa konflik langsung dengan arus lalu lintas lainnya.

Pada pengaturan Evaluasi Simpang APILL kondisi eksisting, terjadinya variasi pengaturan fase sangat memungkinkan untuk kepentingan manajemen lalu lintas simpang.



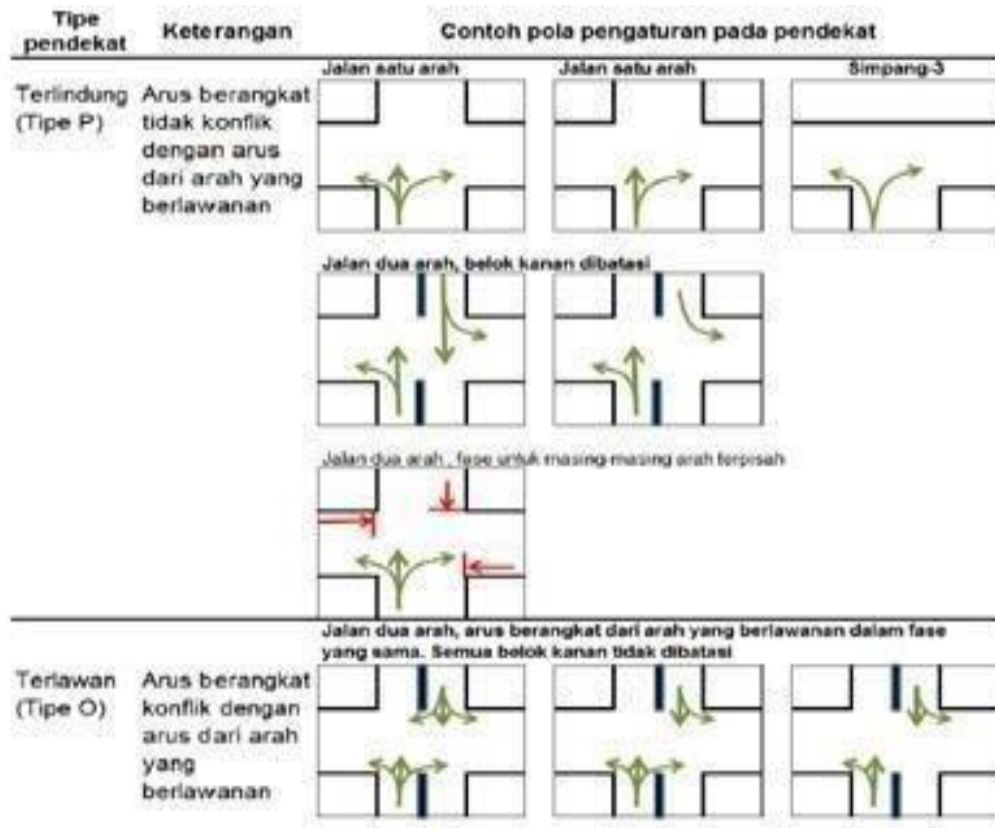
(Sumber: PKJI, 2014)

Gambar 2. 4 Pengaturan Fase APILL Simpang Empat dengan Empat Fase

2.4.3 Tipe Pendekat

Tipe Pendekatan mengacu pada jenis atau karakteristik jalan yang membawa arus kendaraan menuju suatu persimpangan (simpang). Pendekatan diartikan sebagai arah atau jalur masuk yang digunakan kendaraan dan pejalan kaki untuk mencapai persimpangan.

Apabila arus lalu lintas berangkat dari pendekat dengan fase berbeda, analisis kapasitas di masing-masing pendekat dilakukan dengan cara terpisah. Hal ini juga berlaku untuk tipe pendekat yang berbeda, baik pendekat terlindung (P) ataupun pendekat terlawan (O) di setiap fase yang berbeda.



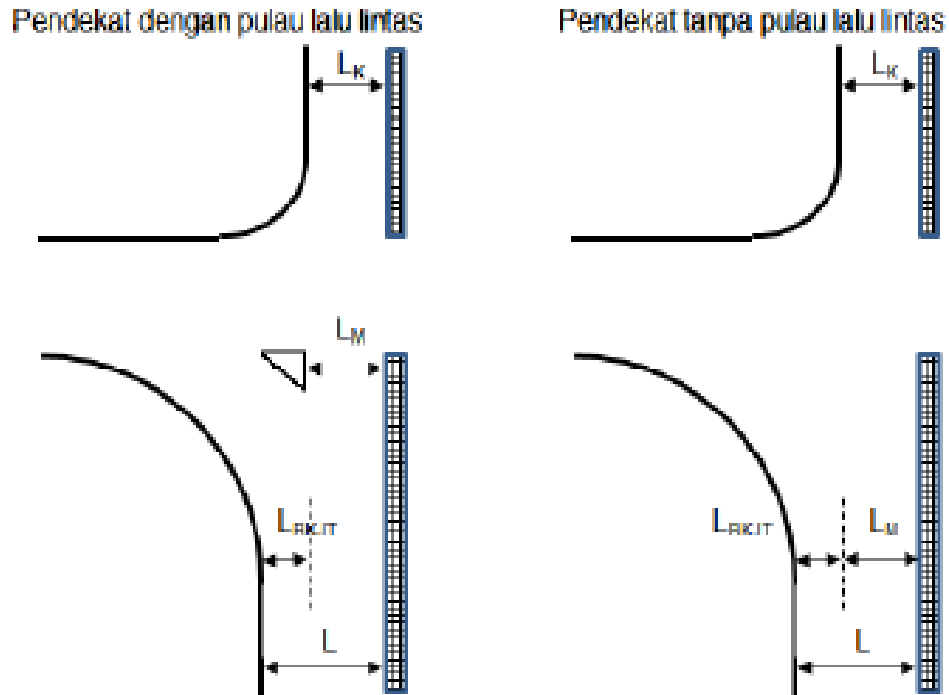
(Sumber: PKJI, 2014)

Gambar 2. 5 Tipe Pendekatan Terlindung dan Terlawan

2.4.4 Menentukan Lebar Efektif Pendekat (L_E)

Dalam menentukan lebar efektif pendekat (L_E) didasarkan oleh lebar pendekat (L), lebar masuk (L_M), dan juga lebar keluar (L_K). Apabila belok kiri jalan terus (B_{KijT}) diizinkan tanpa mengganggu pengguna jalan yang lurus dan pengguna jalan yang akan belok kanan pada isyarat lampu merah, maka L_E dapat ditentukan dari nilai terkecil diantara L_K dan $(L_M - L_{BKijT})$.

Pada suatu pendekat terlindung, apabila $L_K < L_M \times (1 - R_{BKa} - R_{BKijT})$, tetapkan $L_E = L_K$, sehingga analisis penentuan waktu isyarat untuk tipe pendekat ini hanya didasarkan oleh arus lurus saja. Apabila pendekat dilengkapi dengan pulau lalulintas, tetapkan L_M seperti ditunjukan dalam Gambar 2.6 sebelah kiri. Jika pendekat tidak dilengkapi pulau lalu lintas, maka L_M ditentukan seperti ditunjukan pada Gambar 2.6 sebelah kanan. Maka $L_M = L - L_{BKijT}$.



(Sumber: PKJI, 2014)

Gambar 2. 6 Pendekat Dengan Pulau dan Tanpa Pulau Lalu Lintas

Apabila $L_{BKijT} \geq 2\text{m}$, maka arus kendaraan B_{KijT} dianggap boleh mendahului kendaraan yang antri baik arus lurus maupun arus belok kanan selama waktu isyarat merah. L_E dapat ditentukan sebagai berikut:

Langkah 1 : Keluarkan arus B_{KijT} (q_{BKijT}) dari perhitungan dan selanjutnya arus yang dihitung adalah $q = q_{LRS} + q_{BK\alpha}$.

Tentukan lebar efektif sebagai berikut:

$$L_E = \text{Min} \left\{ \begin{matrix} L - L_{BKijT} \\ L_M \end{matrix} \right\} \dots\dots\dots 2-1$$

Langkah 2 : selanjutnya lakukan pemeriksaan L_K (pendekat tipe P), apabila $L_K < L_M \times (1 - R_{BK\alpha})$, tentukan $L_E = L_K$, kemudian analisis untuk penentuan waktu isyarat pada pendekat ini hanya lalulintas yang lurus saja yaitu q_{LRS} .

apabila $L_{BKijT} < 2\text{m}$, keluarkan kendaraan B_{KijT} karena diasumsikan tidak bisa mendahului antrian kendaraan yang lain selama waktu isyarat lampu merah. Tetapkan L_E menggunakan persamaan berikut:

Langkah 1: Masukkan q_{BKijT} dalam perhitungan berikutnya.

$$L_E = \text{Min} \left\{ \frac{L_M + L_{BKijT}}{L \times (1 + R_{BKijT}) - L_{BKijT}} \right\} \dots\dots\dots 2-2$$

Langkah 2 : selanjutnya Lakukan pemeriksaaan L_K (pendekat tipe P), jika $L_k < L_M \times (1 - R_{BKijT})$, maka $L_E = L_K$, kemudian analisis untuk penentuan waktu isyarat pada pendekat ini hanya untuk arus lalu lintas yang lurus saja.

2.4.5 Arus Jenuh Dasar (So)

Arus jenuh dasar adalah tingkat aliran maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu jalur pada persimpangan dalam kondisi ideal, dinyatakan dalam satuan kendaraan per jam per lajur. Kondisi ideal ini mencakup lebar lajur standar (3–3,5 meter), permukaan jalan yang baik, dominasi kendaraan ringan seperti mobil pribadi, cuaca yang mendukung, serta tidak adanya hambatan dari pejalan kaki, kendaraan berat, atau hambatan samping lainnya. Nilai arus jenuh dasar umumnya berkisar antara 1900 hingga 2000 kendaraan per jam per lajur di Indonesia, tergantung pada standar perencanaan lalu lintas yang digunakan.

Arus jenuh dasar merupakan elemen penting dalam analisis dan perencanaan lalu lintas karena menjadi acuan untuk menghitung kapasitas persimpangan, menentukan durasi waktu lampu hijau pada sinyal lalu lintas, dan mengevaluasi kinerja jalan melalui *Level of Service* (LOS). Meskipun arus jenuh dasar mengasumsikan kondisi ideal, kenyataannya arus lalu lintas sering dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti lebar lajur yang kurang dari standar, gradien jalan, komposisi kendaraan (misalnya persentase kendaraan berat), serta hambatan dari perilaku pengemudi atau lingkungan seperti cuaca buruk. Untuk mengakomodasi kondisi ini, nilai arus jenuh dasar perlu disesuaikan menggunakan faktor koreksi sehingga menghasilkan arus jenuh aktual yang lebih sesuai dengan situasi lapangan. Arus jenuh dasar menjadi kunci dalam menciptakan pengaturan lalu lintas yang efisien, aman, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna jalan.

Arus jenuh dasar (S_0) merupakan arus jenuh (S) pada kondisi lalu lintas dan kondisi geometrik ideal, faktor-faktor penyesuaian untuk perhitungan S_0 adalah satu. S dirumuskan dalam persamaan 2-3.

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk} \dots\dots\dots 2-3$$

Dimana:

F_{HS} = Faktor penyesuaian hambatan sampling.

F_{UK} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

F_G = Faktor penyesuaian kelandaian pendekat.

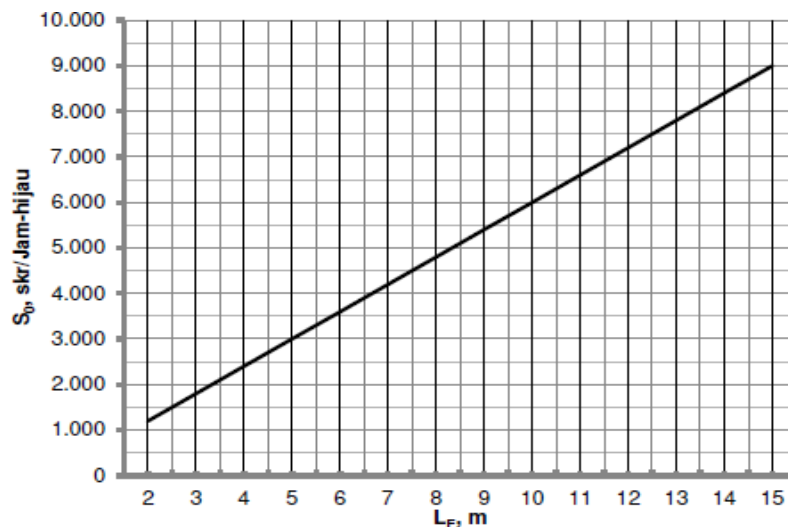
F_P = Faktor penyesuaian jarak garis henti dari mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama.

F_{BKl} = Faktor penyesuaian arus lalulintas yang belok ke kiri.

F_{BKk} = Faktor penyesuaian arus lalulintas yang belok ke kanan.

Untuk tipe pendekat terlindung (P), perhitungan S_0 dirumuskan oleh persamaan 2-4 sebagai dari fungsi lebar efektif pendekat.

$$S_0 = 600 \times \dots\dots\dots 2-4$$



(Sumber: PKJI, 2014)
Gambar 2. 7 Penentuan Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (P)

2.4.6 Faktor Penyesuaian

1. Faktor ukuran kota (F_{UK})

Faktor ukuran kota adalah pengaruh ukuran kota terhadap karakteristik dan dinamika lalu lintas, seperti kepadatan kendaraan, perilaku pengemudi, dan

penggunaan lahan. Faktor ini digunakan untuk menyesuaikan kapasitas jalan atau persimpangan berdasarkan skala kota yang dikategorikan sebagai kota kecil, kota sedang, dan kota besar. Kota kecil, dengan penduduk di bawah 100.000 jiwa, cenderung memiliki arus lalu lintas yang lebih lancar dan volume kendaraan yang rendah. Kota sedang, dengan penduduk 100.000–500.000 jiwa, memiliki kepadatan lalu lintas yang lebih tinggi, tetapi masih lebih terkontrol dibandingkan dengan kota besar. Sementara itu, kota besar dengan populasi di atas 500.000 jiwa sering menghadapi kemacetan, campuran kendaraan yang kompleks, serta perilaku pengemudi yang lebih agresif akibat tingkat stres lalu lintas yang tinggi.

Faktor ukuran kota juga berpengaruh pada volume lalu lintas, campuran kendaraan, infrastruktur yang tersedia, dan pengaturan lalu lintas. Sebagai bagian dari analisis, faktor ini digunakan bersama dengan elemen lain seperti hambatan samping, campuran kendaraan, geometri jalan, dan faktor lingkungan untuk menciptakan perencanaan lalu lintas yang lebih akurat. Aplikasinya mencakup perhitungan kapasitas jalan, perencanaan sistem transportasi, dan pengoptimalan kinerja persimpangan. Dengan mempertimbangkan faktor ukuran kota, desain transportasi dapat disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan spesifik suatu wilayah, sehingga menghasilkan sistem lalu lintas yang efisien dan berkelanjutan.

Ukuran kota ditentukan kedalam lima bagian berdasarkan dari kriteria pertumbuhan jumlah kependudukan. Untuk nilai F_{UK} ditentukan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})

Jumlah Kependudukan Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian ukuran kota, F_{UK}
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: PKJI 2014.

2. Faktor hambatan samping (F_{HS})

Faktor hambatan samping adalah pengaruh aktivitas di sekitar jalan terhadap kelancaran arus lalu lintas. Hambatan samping mencakup berbagai gangguan yang berasal dari aktivitas pejalan kaki, kendaraan parkir, kendaraan lambat, kendaraan yang berhenti sementara untuk menaikkan atau menurunkan penumpang atau barang, serta aktivitas komersial seperti pedagang kaki lima atau pasar di tepi jalan. Hambatan-hambatan ini dapat mengurangi kapasitas jalan, meningkatkan waktu perjalanan, menurunkan tingkat keselamatan lalu lintas, dan sering kali menyebabkan kemacetan, terutama di kawasan perkotaan yang padat. Berdasarkan tingkatnya, hambatan samping dikategorikan menjadi sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi, yang masing-masing mencerminkan intensitas aktivitas di tepi jalan.

Faktor-faktor yang memengaruhi hambatan samping meliputi volume pejalan kaki, aktivitas komersial di sekitar jalan, jenis kendaraan yang melintas, desain geometrik jalan, dan tingkat kedisiplinan pengguna jalan. Semakin tinggi tingkat hambatan samping, semakin besar pengaruhnya dalam mengurangi kapasitas jalan dan mengganggu kelancaran lalu lintas. Dalam perencanaan dan manajemen lalu lintas, hambatan samping digunakan untuk menyesuaikan kapasitas dasar jalan melalui faktor koreksi, sehingga perhitungan kapasitas jalan menjadi lebih realistis sesuai dengan kondisi lapangan. Penyesuaian ini sangat penting untuk mengidentifikasi kebutuhan pengaturan lalu lintas, seperti pengelolaan parkir, pembangunan trotoar, atau perbaikan desain jalan. Dengan memahami dan mengelola faktor hambatan samping secara efektif, arus kendaraan dapat dioptimalkan, meningkatkan efisiensi lalu lintas, mengurangi waktu perjalanan, dan menciptakan lingkungan jalan yang lebih aman dan nyaman bagi semua pengguna.

Faktor hambatan samping (F_{HS}) adalah elemen-elemen yang berada di tepi jalan atau di sekitar jalur lalu lintas yang dapat mengganggu, mengurangi, atau membatasi kelancaran arus kendaraan. Hambatan ini sering kali menyebabkan gangguan pada kecepatan kendaraan, kapasitas jalan, dan kenyamanan pengguna jalan. Nilai F_{HS} dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{HS})

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (AT)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: PKJI 2014.

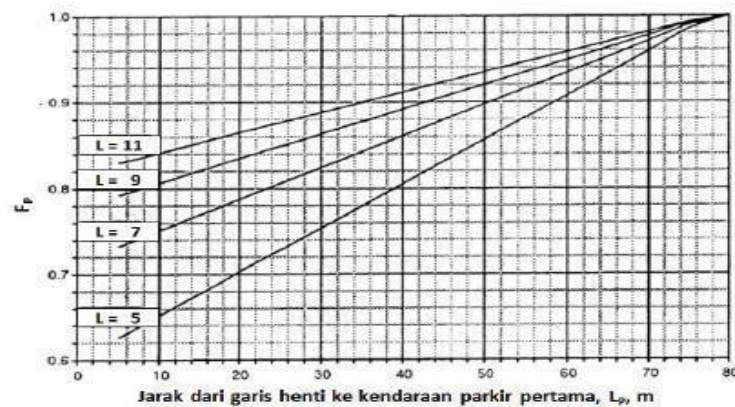
3. Faktor penyesuaian kendaraan parkir pada jalur pendekat (F_P)

Faktor penyesuaian kendaraan parkir pada jalur pendekat adalah faktor untuk memperhitungkan dampak keberadaan kendaraan parkir terhadap kapasitas dan kinerja jalur pendekat di persimpangan. Kendaraan yang parkir di jalur pendekat dapat mengurangi lebar efektif jalan, menghambat pergerakan kendaraan lain, dan menyebabkan gangguan arus lalu lintas, terutama di area dengan volume kendaraan yang tinggi. Dampak ini mencakup berkurangnya kapasitas jalan, meningkatnya waktu tunggu, dan risiko kemacetan yang lebih besar. Pengaruh kendaraan parkir ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah kendaraan parkir, durasi parkir, lokasi parkir yang terlalu dekat dengan persimpangan, serta lebar jalan yang tersedia. Selain itu, perilaku pengguna jalan yang tidak disiplin, seperti parkir sembarangan, dapat memperparah gangguan di jalur pendekat.

Untuk mengatasi hal ini, faktor penyesuaian kendaraan parkir diterapkan dalam perhitungan kapasitas jalan melalui koreksi terhadap kapasitas dasar menggunakan nilai faktor koreksi yang bergantung pada tingkat gangguan parkir.

Faktor ini penting dalam perencanaan kapasitas jalan, manajemen lalu lintas, desain geometrik jalur pendekat, dan evaluasi kinerja persimpangan. Dengan memperhitungkan faktor penyesuaian kendaraan parkir, berbagai upaya seperti larangan parkir di jalur pendekat, pengaturan zona parkir, atau pelebaran jalan dapat dilakukan untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas, mengurangi waktu perjalanan, dan menciptakan sistem transportasi yang lebih efisien dan aman.

F_P dapat ditentukan berdasarkan gambar 2.8 sebagai fungsi dari jarak garis henti sampai ke kendaraan parkir pertama di jalur pendekat. Faktor kendaraan parkir juga diberlakukan pada kasus yang apabila panjang dari lajur belok kiri nya terbatas. Faktor ini dapat diabaikan untuk lebar efektif yang ditentukan dari lebar keluar.



(Sumber: PKJI 2014)

Gambar 2. 8 Faktor Penyesuaian Pengaruh Parkir (F_P)

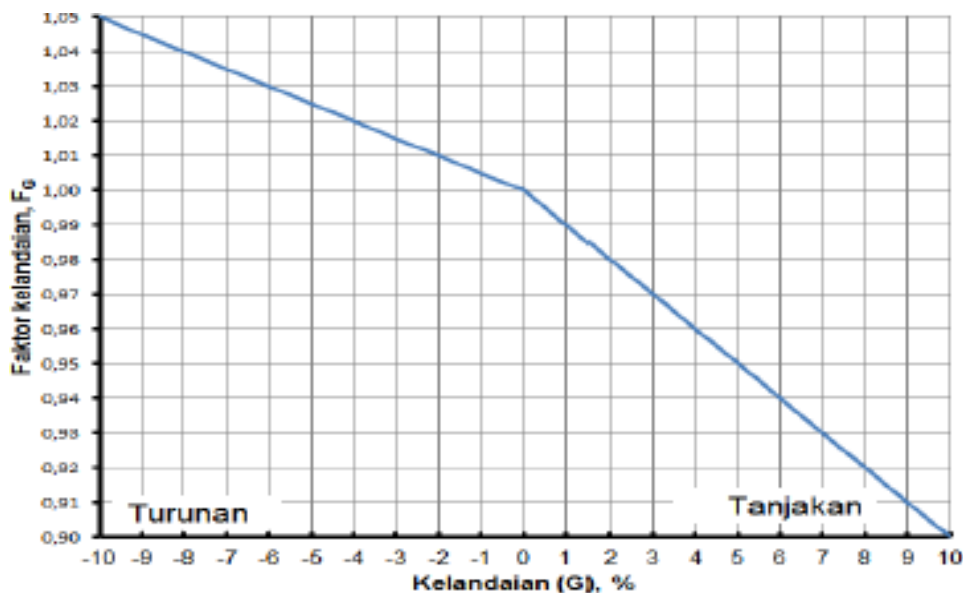
4. Faktor penyesuaian kelandaian jalur pendekat (F_G)

Faktor penyesuaian kelandaian jalur pendekat adalah faktor yang memperhitungkan pengaruh kemiringan jalan terhadap kapasitas dan kinerja jalur pendekat di persimpangan. Kelandaian jalan, baik berupa tanjakan maupun turunan, dapat memengaruhi kecepatan, akselerasi, dan stabilitas kendaraan. Pada jalur menanjak, kendaraan cenderung melambat, terutama kendaraan berat seperti truk dan bus, yang membutuhkan tenaga lebih besar untuk mendaki, sehingga mengurangi kapasitas jalan dan meningkatkan waktu perjalanan. Sementara itu, pada jalur menurun, kendaraan cenderung melaju lebih cepat, meningkatkan risiko kecelakaan akibat jarak pengereman yang lebih panjang dan kontrol kendaraan yang lebih sulit. Faktor-faktor seperti derajat kemiringan, jenis kendaraan, panjang jalur pendekat, serta kondisi jalan sangat memengaruhi dampak

kelandaian pada arus lalu lintas.

Untuk mengatasi pengaruh kelandaian terhadap kapasitas jalan, kapasitas dasar jalur pendekat dikoreksi menggunakan faktor penyesuaian kelandaian, yang nilainya bergantung pada tingkat kemiringan dan komposisi kendaraan. Dalam hal ini, perencanaan jalan harus mempertimbangkan tingkat kemiringan yang tidak terlalu tajam untuk mengurangi efek negatif terhadap kecepatan kendaraan. Selain itu, komposisi kendaraan juga mempengaruhi dampak kelandaian, di mana kendaraan berat seperti truk atau bus cenderung lebih terpengaruh oleh tanjakan atau turunan. Desain jalan yang baik dapat mencakup pengaturan gradien jalan yang lebih landai, penambahan rambu peringatan, atau pembatasan kecepatan untuk menjaga keamanan dan kenyamanan berkendara. Langkah-langkah ini bertujuan untuk menjaga efisiensi arus lalu lintas, meningkatkan keselamatan, serta menciptakan jalur pendekat yang optimal bagi semua pengguna jalan, sekaligus meminimalkan potensi kecelakaan dan kemacetan.

Faktor kelandaian jalur pendekat (F_G) dilihat dari segi keadaan geometrik jalan yang terdapat pada lengan simpang, kelandaian ini dapat berupa tanjakan maupun turunan. Nilai faktor kelandaian jalur pendekat dapat ditentukan pada Gambar 2.9 yang berfungsi sebagai kelandaian (G).



(Sumber: PKJI 2014)

Gambar 2. 9 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

5. Faktor penyesuaian arus lalu lintas yang belok ke kanan khusus pendekat tipe P ($F_{BK\alpha}$)

Faktor penyesuaian arus lalu lintas yang belok ke kanan khusus pendekat tipe P adalah faktor yang digunakan untuk memperhitungkan dampak kendaraan yang melakukan belok ke kanan terhadap kapasitas dan kinerja jalur pendekat. Kendaraan yang belok ke kanan membutuhkan ruang dan waktu tambahan untuk menyelesaikan manuver, sehingga dapat mengurangi kapasitas jalur pendekat, terutama jika tidak tersedia lajur khusus atau jika jalur belok kanan berbagi ruang dengan arus lalu lintas lain. Selain itu, gerakan belok kanan sering bersinggungan dengan arus lalu lintas dari arah lain, yang dapat meningkatkan risiko konflik dan memperpanjang waktu tunggu di persimpangan. Pengaruh ini semakin signifikan pada persimpangan dengan volume kendaraan yang tinggi, tingkat konflik antar-arus yang besar, atau desain geometrik yang kurang memadai. Penyesuaian kapasitas dilakukan dengan menggunakan faktor koreksi belok kanan, yang nilainya bergantung pada volume kendaraan yang belok kanan, keberadaan lajur khusus, tingkat konflik, dan fasilitas lampu lalu lintas. Dengan mempertimbangkan faktor ini, perencanaan dan pengelolaan lalu lintas dapat dilakukan secara efektif melalui penambahan lajur khusus, pengaturan fase sinyal, atau perbaikan desain persimpangan. Langkah-langkah tersebut bertujuan untuk mengurangi hambatan, meningkatkan efisiensi arus lalu lintas, dan menciptakan persimpangan yang lebih aman dan nyaman bagi semua pengguna jalan.

F_{BKk} dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan 2-5, sebagai fungsi dari rasio kendaraan yang belok ke kanan R_{BKk} . Perhitungan yang dilakukan hanya berlaku untuk pendekat tipe terlindung (P), tanpa adanya median, tipe jalan dua arah dan lebar efektif pendekat ditentukan dari lebar masuk.

$$F_{BKk} = 1,0 + R_{BKk} \times 0,26 \dots\dots\dots 2-5$$

6. Faktor penyesuaian arus lalu lintas yang belok ke kiri (F_{BKk})

Faktor penyesuaian arus lalu lintas yang belok ke kiri adalah faktor untuk menilai dampak kendaraan yang melakukan belok ke kiri terhadap kapasitas dan kinerja jalur pendekat di persimpangan. Meskipun pengaruhnya cenderung lebih kecil dibandingkan belok ke kanan, kendaraan yang memperlambat kecepatan untuk menyelesaikan manuver belok kiri tetap dapat mengganggu arus lalu lintas, terutama jika tidak tersedia fasilitas khusus seperti lajur khusus belok kiri atau jalur slip. Gerakan belok kiri dapat menyebabkan pengurangan kapasitas jalur

pendekat karena kendaraan yang melambat atau berhenti sejenak untuk memberikan prioritas pada pejalan kaki atau kendaraan lain. Faktor-faktor seperti volume kendaraan yang belok kiri, keberadaan fasilitas khusus, kondisi geometrik persimpangan, arus pejalan kaki, dan sistem pengaturan lalu lintas sangat memengaruhi besarnya dampak tersebut. Penyesuaian kapasitas dilakukan menggunakan faktor koreksi belok kiri, yang nilainya bergantung pada kondisi spesifik persimpangan. Dengan mempertimbangkan faktor ini, solusi seperti menyediakan lajur khusus, memperbaiki desain geometrik, atau mengatur fase lampu lalu lintas dapat diterapkan untuk mengurangi hambatan, meningkatkan efisiensi arus kendaraan, serta menciptakan persimpangan yang lebih aman dan nyaman bagi semua pengguna jalan.

Faktor lalu lintas yang belok ke kiri ($F_{BK i}$) merupakan fungsi dari rasio arus lalu lintas belok kiri $R_{BK i}$. Perhitungan yang dilakukan hanya berlaku apabila pendekat bertipe P tanpa adanya $BK iJT$, penentuan lebar pendekat efektif berdasarkan dari lebar masuk. Perhitungan dapat menggunakan persamaan 2-6.

$$F_{BK i} = 1,0 + R_{BK i} \times 0,16 \dots \dots \dots 2-6$$

2.4.7 Waktu Siklus

Waktu siklus adalah durasi total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu putaran penuh dari semua fase sinyal pada suatu persimpangan, mulai dari fase pertama hingga kembali ke fase yang sama. Waktu siklus ini mencakup semua fase lampu lalu lintas, yaitu fase hijau, kuning, dan merah, untuk setiap arah lalu lintas. Pengaturan waktu siklus yang tepat sangat penting untuk mengoptimalkan aliran kendaraan dan memastikan keselamatan di persimpangan. Waktu siklus dihitung dalam satuan detik dan mempengaruhi kapasitas jalur, karena waktu siklus yang lebih lama dapat mengakomodasi lebih banyak kendaraan, namun dapat menyebabkan kemacetan jika tidak dikelola dengan baik. Beberapa faktor yang memengaruhi waktu siklus antara lain volume lalu lintas, desain geometrik persimpangan, kebutuhan akan keamanan pengguna jalan, serta kebijakan lalu lintas yang berlaku. Pengaturan waktu siklus yang efisien dapat dilakukan melalui analisis lalu lintas untuk menyesuaikan durasi fase hijau dan merah sesuai dengan kondisi arus kendaraan.

Selain itu, waktu siklus yang baik juga memperhatikan aspek keselamatan bagi pejalan kaki, sepeda, dan kendaraan. Durasi fase hijau untuk kendaraan belok kanan, kiri, atau lurus dapat disesuaikan untuk mempercepat aliran kendaraan, sementara fase merah yang cukup lama di sisi lain membantu pejalan kaki untuk menyeberang dengan aman. Pengaturan waktu siklus juga dapat disesuaikan dengan kondisi lalu lintas yang berbeda, seperti jam sibuk atau jam non-sibuk, dengan menggunakan teknologi sinyal lalu lintas adaptif. Hal ini akan mengoptimalkan waktu siklus berdasarkan volume kendaraan yang ada pada saat itu, mengurangi kemacetan dan meningkatkan keselamatan. Dengan perhitungan yang tepat dan manajemen yang baik, waktu siklus tidak hanya membantu meningkatkan kapasitas persimpangan tetapi juga dapat mengurangi emisi gas buang, meningkatkan efisiensi bahan bakar, dan menciptakan lingkungan lalu lintas yang lebih ramah dan efisien.

Dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), waktu siklus yang layak didasarkan oleh lebar efektif simpang, dan ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Waktu Siklus Layak

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus layak (detik)
Dua-fase	40-80
Tiga-fase	50-100
Empat-Fase	80-130

Sumber: PKJI, 2014

2.5 Kapasitas Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Kapasitas Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) merujuk pada jumlah kendaraan yang dapat melewati suatu persimpangan yang dilengkapi dengan sinyal lalu lintas dalam satu satuan waktu, biasanya dihitung per jam. Kapasitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain durasi setiap fase sinyal, volume lalu lintas, desain geometrik persimpangan, serta kualitas dan teknologi sistem sinyal yang digunakan. Durasi fase hijau, kuning, dan merah dalam siklus lampu lalu lintas akan memengaruhi jumlah kendaraan yang dapat melintas di setiap fase tersebut. Selain itu, volume kendaraan yang melewati

persimpangan juga memengaruhi kapasitas, terutama jika volume lalu lintas lebih tinggi dari kapasitas maksimum yang dapat dilayani oleh persimpangan tersebut. Persimpangan yang memiliki desain geometrik yang baik, seperti jumlah dan lebar jalur yang sesuai, serta keberadaan lajur belok kanan atau kiri, dapat membantu meningkatkan kapasitas.

Selain faktor desain dan teknologi, jenis kendaraan yang melintas juga mempengaruhi kapasitas APILL, di mana kendaraan berat seperti truk atau bus akan membutuhkan waktu lebih lama untuk melewati persimpangan dibandingkan kendaraan ringan, yang akhirnya akan mengurangi kapasitas secara keseluruhan. Sistem sinyal lalu lintas yang canggih, seperti sinyal adaptif yang dapat menyesuaikan durasi lampu hijau dan merah berdasarkan kondisi lalu lintas yang nyata, juga dapat meningkatkan efisiensi kapasitas persimpangan. Pemahaman dan pengelolaan kapasitas APILL sangat penting dalam merancang dan mengelola lalu lintas di area yang sibuk, karena kapasitas yang lebih besar akan mengurangi kemacetan dan meningkatkan aliran kendaraan. Dengan mengoptimalkan kapasitas ini, kita dapat menciptakan persimpangan yang mampu menampung volume lalu lintas yang tinggi dengan lebih efisien dan aman, serta mengurangi waktu tunggu kendaraan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

Pada perhitungan kapasitas simpang APILL dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, ditujukan untuk mengetahui nilai kapasitas simpang yang mampu menampung kendaraan, akan tetapi untuk menetapkan nilai kapasitas simpang perlu menghitung derajat kejenuhan terlebih dahulu. Untuk menetapkan nilai kapasitas simpang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2-7.

$$C = S \times \frac{H}{c} \dots\dots\dots 2-7$$

Dimana:

- C = Kapasitas simpang APILL (skr/jam)
- S = Arus jenuh (skr/jam)
- H = Total waktu hijau dalam satu siklus (detik)
- c = Waktu siklus (detik).

2.6 Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat Kejenuhan adalah ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh

mana volume lalu lintas pada suatu jalan atau persimpangan mendekati atau melebihi kapasitas yang dapat ditampung. Derajat kejenuhan dihitung dengan membandingkan volume kendaraan yang melintasi jalan atau persimpangan dengan kapasitas desain jalan atau persimpangan, menghasilkan rasio yang menunjukkan tingkat pemanfaatan kapasitas. Jika rasio ini lebih besar dari satu, berarti jalan atau persimpangan tersebut sudah jenuh dan volume kendaraan yang melewati jalan lebih banyak dari kapasitas yang dapat dilayani, yang dapat menyebabkan kemacetan. Sebaliknya, jika rasio ini kurang dari satu, artinya kapasitas masih cukup untuk menampung volume lalu lintas yang ada, dan jalan berfungsi secara efisien.

Beberapa faktor yang mempengaruhi derajat kejenuhan termasuk volume lalu lintas, kapasitas jalan, desain geometrik persimpangan, serta jenis kendaraan yang melintas. Kendaraan besar seperti truk atau bus cenderung memperlambat pergerakan dan mengurangi kapasitas efektif jalan, yang dapat meningkatkan derajat kejenuhan. Selain itu, sistem pengaturan lalu lintas, seperti durasi fase sinyal dan penggunaan sinyal adaptif, juga memengaruhi seberapa baik kapasitas jalan dapat digunakan. Derajat kejenuhan yang tinggi menunjukkan bahwa jalan atau persimpangan beroperasi di luar kapasitasnya, yang mengarah pada kemacetan, antrian panjang, dan peningkatan waktu tempuh kendaraan. Oleh karena itu, pengelolaan derajat kejenuhan menjadi sangat penting dalam merencanakan dan memperbaiki infrastruktur jalan agar aliran lalu lintas tetap lancar dan efisien.

Untuk menghitung derajat kejenuhan dapat menggunakan persamaan 2-8.

$$D_j = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots 2-8$$

Dimana:

- D_j = Derajat kejenuhan
- Q = Volume kendaraan (skr/jam)
- C = Kapasitas (skr/jam)

2.7 Kinerja Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

2.7.1 Panjang Antrian (PA)

Panjang Antrian adalah jarak total atau jumlah kendaraan yang tertunda atau berhenti dalam suatu antrian pada sebuah persimpangan, jalan, atau lokasi

lain yang mengalami hambatan lalu lintas. Panjang antrian merupakan indikator utama yang digunakan untuk menilai performa dan efisiensi suatu jalan atau persimpangan, khususnya di area yang diatur oleh alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). Panjang antrian biasanya diukur dalam satuan panjang (meter) atau jumlah kendaraan, tergantung pada kebutuhan analisis. Kondisi ini terjadi karena kendaraan yang melintas harus berhenti atau melambat akibat berbagai faktor seperti lampu merah, hambatan samping, atau konflik antar-arus lalu lintas.

Faktor-faktor yang memengaruhi panjang antrian meliputi volume lalu lintas, durasi fase sinyal lalu lintas, kapasitas jalan, dan keberadaan hambatan seperti kendaraan parkir atau pejalan kaki. Semakin tinggi volume lalu lintas dan semakin pendek durasi lampu hijau, semakin panjang antrian yang terbentuk. Selain itu, desain geometrik persimpangan, seperti jumlah jalur dan keberadaan lajur belok, juga memainkan peran penting. Panjang antrian yang terlalu besar dapat menyebabkan dampak negatif, seperti kemacetan yang meluas, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Oleh karena itu, pengelolaan panjang antrian menjadi aspek penting dalam perencanaan lalu lintas, yang melibatkan pengaturan waktu siklus sinyal, peningkatan kapasitas jalan, atau penerapan rekayasa lalu lintas untuk mengurangi tumpukan kendaraan dan meningkatkan kelancaran arus lalu lintas.

Pada Pedoman Kapasitas Indonesia (PKJI) 2014, diterangkan bahwa rata-rata jumlah antrian kendaraan (N_q) saat awal isyarat lampu hijau (N_{q1}) terhitung sebagai jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase lampu hijau sebelumnya (N_{q1}), kemudian ditambah dengan jumlah kendaraan yang datang dan ikut terhenti kedalam antrian selama fase isyarat lampu merah (N_{q2}). Perhitungan N_q menggunakan persamaan 2-9.

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \dots\dots\dots 2-9$$

Jika $D_J > 0,5$, maka

$$N_{q1} = 0,25 \times c \left\{ (D_J - 1)^2 + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0,5)}{c}} \right\} \dots\dots\dots 2-10$$

Jika $D_J \leq 0,5$, maka $N_{q1} = 0$

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1-R_H)}{(1-R_H \times D_f)} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots 2-11$$

Nilai panjang antrian (PA) didapat dari hasil perkalian N_Q (skr) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satuan kendaraan ringan (ekr), yaitu 20m^2 dibagi lebar masuk (m), sebagaimana persamaan 2-12

$$PA = N_Q \times \frac{20}{L_M} \dots\dots\dots 2-12$$

2.7.2 Tundaan (T)

Tundaan adalah waktu tambahan yang dihabiskan oleh kendaraan atau pengguna jalan karena harus berhenti atau melambat akibat adanya hambatan atau kondisi lalu lintas yang tidak lancar. Tundaan ini dapat terjadi pada berbagai titik di jaringan jalan, terutama di persimpangan yang diatur oleh alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), seperti lampu merah atau saat kendaraan menunggu untuk belok. Tundaan dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain tundaan sistemik yang disebabkan oleh pengaturan lalu lintas dan tundaan acak yang disebabkan oleh faktor eksternal, seperti kecelakaan atau cuaca buruk. Tundaan biasanya dihitung dalam satuan waktu, seperti detik atau menit per kendaraan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tundaan antara lain volume lalu lintas, kapasitas jalan atau persimpangan, durasi fase sinyal lalu lintas, dan desain geometrik jalan. Semakin tinggi volume lalu lintas dan semakin rendah kapasitas jalan, semakin besar tundaan yang terjadi. Selain itu, pengaturan waktu sinyal, seperti durasi lampu hijau, juga memengaruhi seberapa cepat kendaraan dapat melanjutkan perjalanan. Tundaan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan efisiensi perjalanan, meningkatkan waktu tempuh, dan meningkatkan konsumsi bahan bakar serta emisi gas buang. Oleh karena itu, pengelolaan tundaan menjadi sangat penting dalam perencanaan dan pengelolaan lalu lintas, guna memastikan kelancaran arus lalu lintas dan mengurangi dampak negatif dari kemacetan.

Terjadinya tundaan di suatu persimpangan dikarenakan oleh dua faktor yaitu, tundaan lalu lintas (T_L) dan tundaan geometrik (T_G). Untuk mendapatkan nilai tundaan rata-rata untuk suatu pendekat (i) dihitung menggunakan persamaan 2-13.

$$T_i = T_{Li} + T_{Gi} \dots\dots\dots 2-13$$

Tundaan lalu lintas rata-rata untuk suatu pendekat (*i*) dapat ditentukan dari Persamaan 2-14.

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_f)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c} \dots\dots\dots 2-14$$

Tundaan geometrik untuk suatu pendekat (*i*) dapat dihitung menggunakan persamaan 2-15.

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \dots\dots\dots 2-15$$

Dimana:

P_B = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat

Selanjutnya hitung tundaan rata-rata untuk simpang secara keseluruhan (T_I), dengan cara membagi jumlah nilai tundaan dengan volume kendaraan total (Q_{Total}) menjadi skr/jam seperti persamaan 2-16.

$$T_I = \frac{\Sigma(Q \times T)}{Q_{Total}} \dots\dots\dots 2-16$$

2.8 Tingkat Pelayanan Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Tingkat Pelayanan Simpang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) adalah sebuah indikator yang digunakan untuk menilai seberapa baik kinerja sebuah persimpangan yang dilengkapi dengan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) dalam melayani arus lalu lintas. Tingkat pelayanan ini menggambarkan kenyamanan, kelancaran, dan efisiensi kendaraan dan pejalan kaki yang melintas di persimpangan tersebut. Biasanya, tingkat pelayanan diukur berdasarkan beberapa parameter, seperti waktu tunggu kendaraan, panjang antrian, tundaan, serta kapasitas persimpangan dalam mengakomodasi volume lalu lintas. Tingkat pelayanan ini sering kali dikategorikan dengan menggunakan sistem huruf, seperti A hingga F, di mana kategori A menunjukkan kondisi lalu lintas yang sangat lancar, dan kategori F menunjukkan kondisi lalu lintas yang sangat buruk dan mengalami kemacetan parah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan di persimpangan

dengan APILL antara lain volume lalu lintas, durasi dan pengaturan siklus sinyal lalu lintas, serta desain geometrik persimpangan. Persimpangan dengan volume lalu lintas tinggi atau pengaturan sinyal yang tidak efisien dapat menyebabkan tingkat pelayanan yang lebih rendah, yang berujung pada kemacetan, waktu tunggu yang panjang, dan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Oleh karena itu, tingkat pelayanan menjadi penting dalam merancang dan mengelola sistem lalu lintas, karena dapat memberikan gambaran tentang bagaimana suatu persimpangan berfungsi dan membantu dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan infrastruktur atau sistem pengaturan lalu lintas. Meningkatkan tingkat pelayanan dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan pengaturan sinyal, memperbaiki desain geometrik persimpangan, atau menambah kapasitas jalan.

Tingkat pelayanan simpang bersinyal dapat ditentukan dari besarnya nilai tundaan henti rata-rata yang terjadi. Adapun penentuan Tingkat Pelayanan (*level of service*) dapat dilihat dalam Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Tingkat Pelayanan (Level Of Service) Lalu Lintas di Persimpangan Dengan Lampu Lalu Lintas

Tingkat Pelayanan (<i>Level Of Service</i>)	Tundaan Henti Per Kendaraan (det/skr)
A	≤ 5.0
B	5.1 – 15.0
C	15.1 – 25.0
D	25.1 – 40.0
E	40.1 – 60.0
F	> 60.0

Sumber: PM No.96 Tahun 2015.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya merupakan penelitian dengan tema atau tinjauan yang relevan yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya antara lain :

NO	JUDUL	TUJUAN	HASIL
1	Analisis Kinerja Simpang APILL dan RHK di Kota Palangka Raya Studi Kasus: Jl. Tjilik Riwut – Jl. Kahayan. Ina Elvina, Universitas Palangka Raya (2021).	Mengetahui kinerja simpang dan kinerja RHK yang terjadi pada Jl. Tjilik Riwut – Jl. Kahayan.	Didapat nilai derajat kejenuhan 0,62 dan tingkat keterisiannya sebesar 8% atau kurang berhasil diterapkan karena tingkat keterisiannya terhadap Kapasitas <60%.
2	Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal Jl. Jend. Ahmad Yani Kota Bekasi. Mochammad Alvian Ariesta, Universitas Brawijaya (2020).	Mengetahui kinerja eksisting pada persimpangan Jl. Jend. Ahmad Yani – Jl. KH. Noer Ali – Jl. Mayor Madmuin Hasibullah dan persimpangan Jl. Jend. Ahmad Yani - Jl. Tol Bekasi Barat Kota Bekasi.	Berdasarkan perhitungan tingkat pelayanan simpang bersinyal 2, didapatkan bahwa <i>volume capacity ratio</i> (VCR) simpang rata-rata menunjukkan tingkat pelayanan F untuk <i>weekday</i> sebesar 2,8 skr/jam dan <i>weekend</i> sebesar 1,5 skr/jam.
3	Pengaruh Simpang Bersinyal Terhadap Kinerja Lalu Lintas. Eva Detria Milenia, Institut Teknologi Garut (2021).	Mengetahui pengaruh simpang bersinyal di Jl. Otista – Jl. Raya Samarang Garut serta memberikan alternatif sebagai pemecah permasalahan simpang menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 2014).	Volume puncak adalah 4537 kendaraan. Derajat kejenuhan tertinggi yakni 0,858. Panjang antrian tertinggi senilai 143,40 m. Tundaan tertinggi senilai 29,55 det/skr, dengan tundaan simpang rata-rata 19,89 det/skr. Nilai ITP termasuk kategori C diartikan arus lalu lintas hampir tidak stabil.
4	Analisis Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Raya Pekayon. Aditya Putra Rahadiyan, Universitas Negeri Jakarta (2019).	Menganalisis antrian dan tundaan kendaraan pada simpang tiga bersinyal Jl. Raya Pekayon yang sangat padat, data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014.	Panjang antrian tertinggi adalah sebesar 2686,75 m. Tundaan kendaraan adalah sebesar 2106,31 det/skr.

5	Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Jambi. Dimas Edwardo, Universitas Batanghari Jambi (2023)	Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting di Simpang Asrama Haji Jl. H. Agus Salim – Jl. H. Adam Malik – Jl. H. Yunus Sanis – Jl. H. A. Roni Sani, Kota Jambi, berdasarkan PKJI 2014.	Nilai tundaan lebih besar dari 60 detik/skr. Dengan nilai tundaan rata-rata simpang secara keseluruhan adalah sebesar 116 det/skr
6	Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur Sampai Tahun 2031. Malik Vanidi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2021)	Menganalisis kinerja Simpang Glugur Darat dari segi kapasitas, derajat kejenuhan tundaan, dan panjang antriannya berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).	Kinerja simpang Glugur Darat tahun 2021 dengan kapasitas simpang pada Pendekat Selatan 2502,36, Pendekat Barat 1082,032, Pendekat Timur 555,519, Pendekat Utara 1231,8. Sedangkan derajat kejenuhan (DS) pendekat selatan 0,86, pendekat barat 0,85, pendekat timur 0,80, pendekat utara 0,75. Dan Panjang Antrian pada Pendekat Selatan 86,9 M, Pendekat Barat 237,5 M, Pendekat Timur 197,92 M, Dan Pendekat Utara 262,8 M. Dan Pertumbuhan lalulintas di jam sibuk sore setiap tahun nya meningkat 2%
7	Perencanaan Simpang Bersinyal Studi Kasus Simpang Tiga SMKN 1 Teluk Kuantan (Jl. Proklamasi, Jl. Belibis, Jl. Tuanku Tambusai) Kota Teluk Kuantan. Roni Ibnu Prakoso, Universitas Islam Kuantan Singingi (2019)	Mengevaluasi kinerja persimpangan berdasarkan MKJI 1997 dari segi derajat kejenuhan, tundaan, panjang antrean, dan jumlah kendaraan yang terhenti. Dan merencanakan traffic light bila keadaan persimpangan bermasalah atau tidak sesuai ketentuan.	Didapat derajat kejenuhan sebesar 0,709. Dan status simpang ditingkatkan menjadi simpang bersinyal, dengan perencanaan waktu sinyal merah, kuning, hijau berturut-turut. Jl. Belibis = 18 s, 9 s, 85 s. Jl. Proklamasi = 18 s, 9 s, 86 s. Jl. Tuanku tambusai = 18 s, 9 s, 37 s.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Metodologi penelitian adalah serangkaian cara, teknik, dan prosedur yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data dalam rangka menjawab pertanyaan penelitian atau mencapai tujuan penelitian. Metodologi penelitian memberikan kerangka kerja sistematis yang memastikan bahwa penelitian dilakukan secara ilmiah, terencana, dan dapat dipertanggung jawabkan. Jika ditinjau dari aspek maksud dari penelitian ini adalah menganalisa kinerja simpang bersinyal tepatnya simpang empat sawah yang merupakan pertemuan antara Jl. Tuanku Tambusai, Jl. Diponegoro, Jl. Jendral Sudirman, Jl. Sultan Syarif Qasim. Dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik observasi, yaitu teknik pengambilan data lapangan secara langsung baik berupa pengamatan (survei) maupun pengukuran langsung pada objek penelitian.

Tujuan kajian kinerja simpang bersinyal ini adalah untuk menganalisis kondisi lalu lintas pada Simpang Empat Sawah di Teluk Kuantan serta mengevaluasi kinerja ruas jalan di sekitarnya. Kajian ini juga bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja simpang bersinyal dan ruas jalan tersebut, memberikan rekomendasi yang relevan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas di kawasan tersebut, serta mengetahui kinerja bagian jalinan pada simpang bersinyal saat ini. Aspek yang dianalisis meliputi volume per kapasitas (V/C ratio), derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian pada Simpang Empat Sawah dalam kondisi lalu lintas saat ini.

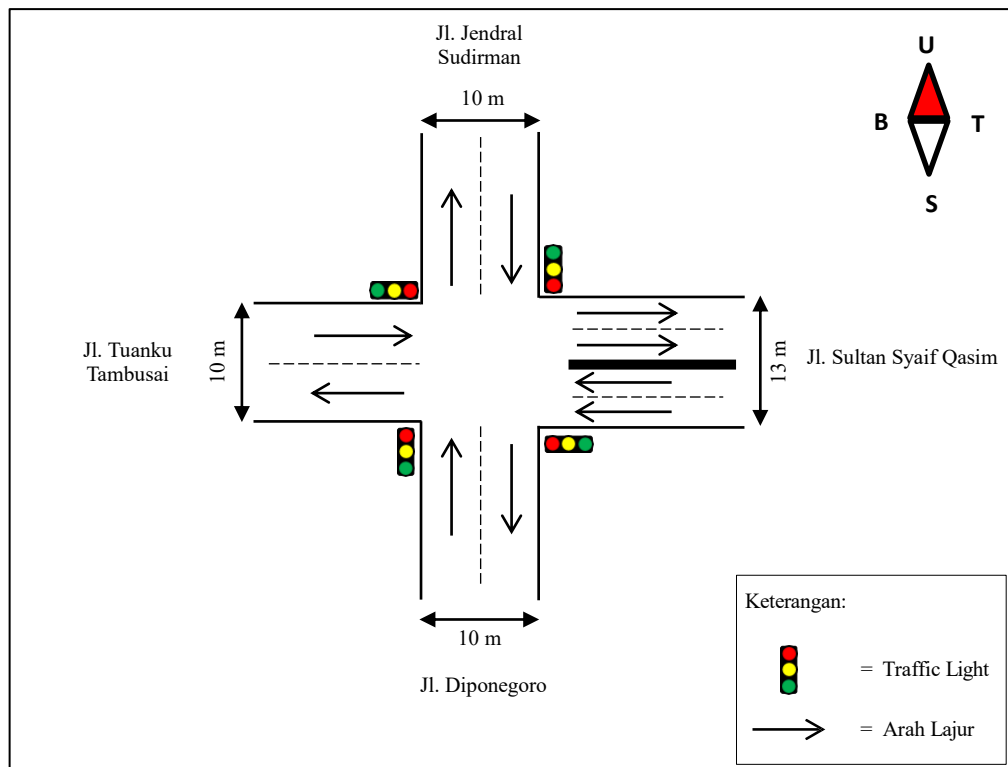
3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu simpang bersinyal yang terletak di wilayah Kota Teluk Kuantan. Simpang yang diteliti adalah Simpang empat sawah yang berlokasi di daerah desa Sawah, Kecamatan Kuantan Tengah, Kabupaten Kuantan Singingi. Simpang ini terdiri dari empat ruas jalan yakni, Jl. Tuanku Tambusai - Jl. Diponegoro - Jl. Jendral Sudirman - Jl. Sultan Syarif Qasim. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Sumber: Google Earth (2021)

Gambar 3. 1 Peta Lokasi



Sumber: Data Sketsa Lokasi

Gambar 3. 2 Denah Sketsa Lokasi

3.3 Peralatan Penelitian

Berikut ini adalah beberapa peralatan yang digunakan sebagai penunjang penelitian yang dilaksanakan dilapangan antara lain:

1. Lembar formulir dan alat tulis, yang digunakan untuk mencatat hasil survei.
2. Meteran, yang digunakan untuk mengukur dimensi geometrik jalan.
3. *Stopwatch*, yang digunakan untuk menghitung waktu sinyal lampu lalu lintas.
4. Jam, untuk menentukan waktu awal memulai dan mengakhiri pengamatan.
5. Kamera, untuk dokumentasi dan pengambilan video pergerakan lalu lintas.

3.4 Data Penelitian

Data primer didapat dari hasil pengamatan langsung dilapangan. Data yang diambil melalui survei lapangan, data- data yang diambil berupa:

1. Data geometrik jalan meliputi lebar lajur, jumlah lajur dan lebar masing-masing ruas jalan.
2. Data volume lalu lintas kendaraan pada masing-masing ruas jalan dalam periode waktu yang telah ditentukan.
3. Data fase dan siklus sinyal lampu lalu lintas / *Traffic Light* pada masing-masing lampu lalu lintas.

Data sekunder diambil dari instansi terkait yang berfungsi sebagai data pendukung dalam penelitian. Data yang diambil yakni, data jumlah penduduk yang bersumber dari *Website* Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.

3.5 Pelaksanaan Survei

3.5.1. Survei Geometrik Jalan

Pada survei ini, peneliti melakukan pengukuran lebar ruas jalan dan lebar lajur jalan pada masing-masing ruas jalan. Jalan yang diukur diantaranya adalah Jl. Tuanku Tambusai–Jl. Diponegoro–Jl. Jendral Sudirman–Jl. Sultan Syarif Qasim.

Agar mendapatkan data geometrik jalan di lokasi penelitian, pengambilan data geometrik dilakukan oleh dua orang surveyor. Selanjutnya surveyor melakukan pengukuran menggunakan meteran dan alat tulis yang digunakan untuk mencatat data hasil dari pengukuran dilapangan.

3.5.2. Survei Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas perlu diamati dikarenakan berhubungan dengan penentuan waktu pengamatan, periode jam sibuk, arah pergerakan kendaraan, serta jumlah kendaraan. Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan selama tujuh hari yaitu, selama 8 jam yakni, Pukul 07.00 –09.00 WIB, Pukul 11.00 –

13.00 WIB, Pukul 16.00 – 18.00 WIB, dan Pukul 19.00 – 21.00 WIB, dengan lama pengamatan dilakukan per 15 menit.

Pengambilan data volume lalu lintas diamati langsung di setiap persimpangan dan dicatat pada lembaran formulir survei, agar didapat jumlah kendaraan yang melewati simpang pada masing-masing pendekatan untuk semua pergerakan dari jenis kendaraan yang diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Sepeda Motor / SM

Kendaraan bermotor roda dua dan tiga dengan panjang tidak lebih dari 2,5 m.

2. Kendaraan Ringan / KR

Sedan, Jeep, Station Wagon, Oplet, Minibus, Mikrobus, Pickup, Truk Kecil, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 5,5 m.

3. Kendaraan Sedang / KS

Bus dan Truk dua sumbu, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 12,0 m.

4. Kendaraan Berat / KB

Truk tiga sumbu dan truk gandeng.

3.5.3. Survei Sinyal Lampu Lalu Lintas / *Traffic Light*

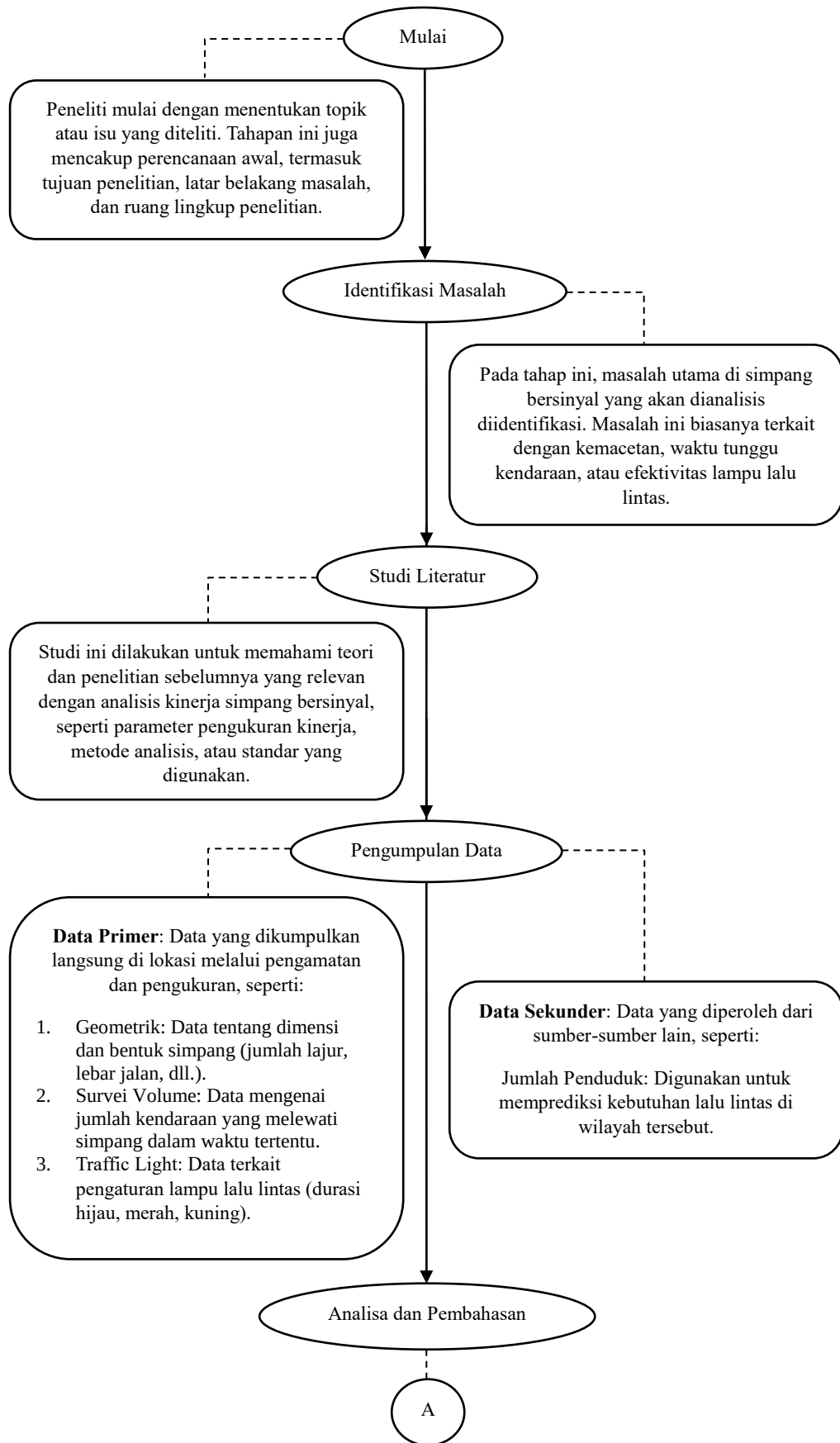
Dalam survei ini, peneliti melakukan pengamatan dan mencatat lama waktu hijau, waktu kuning, dan waktu merah untuk masing-masing lampu lalu lintas yang terdapat di lokasi penelitian.

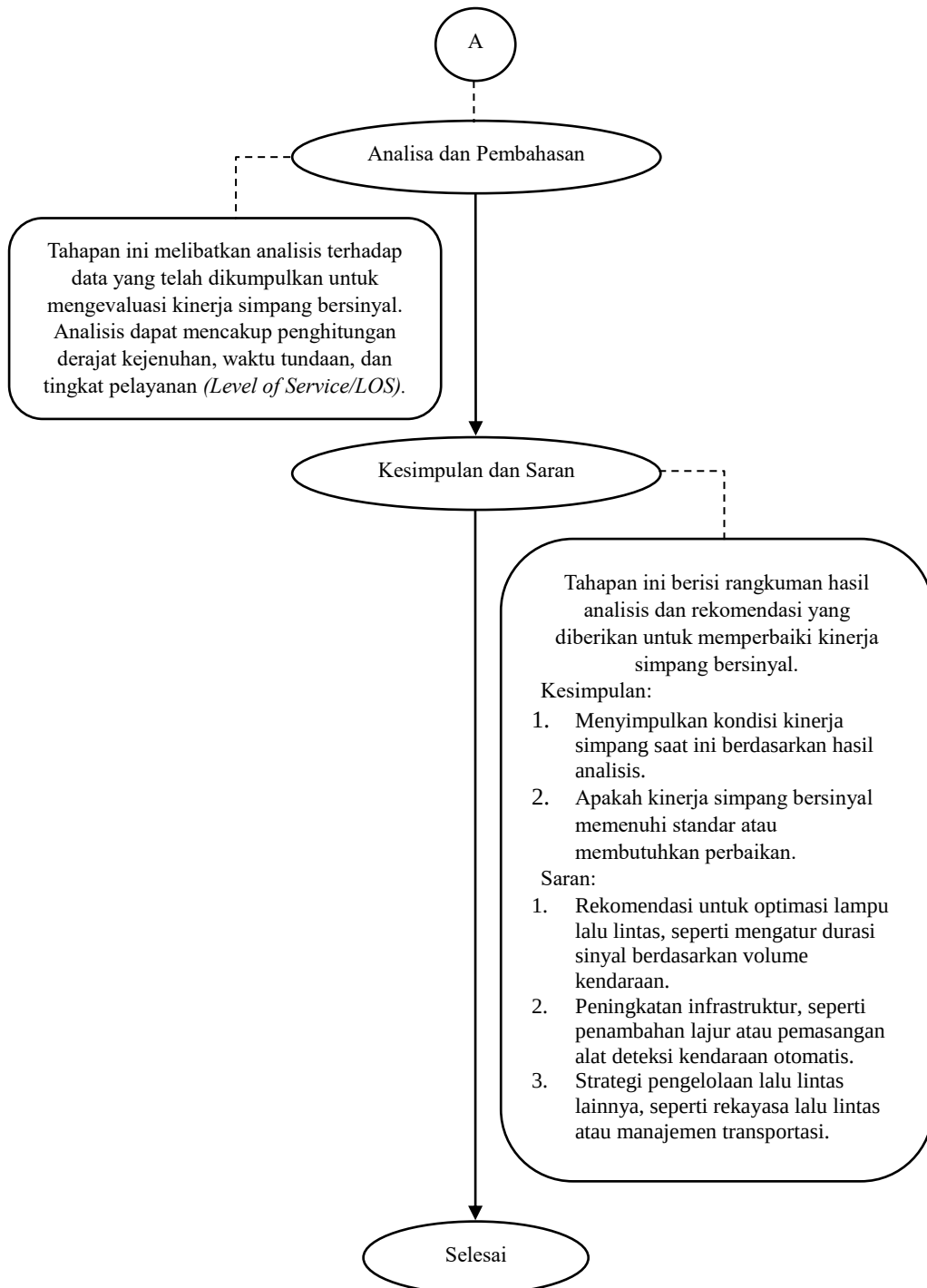
3.6 Analisa dan Pembahasan

Data-data yang didapat di lapangan kemudian akan dilakukan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), untuk Kapasitas Simpang APILL, agar dapat mengetahui kinerja simpang dan tingkat pelayanan kondisi eksisting simpang yang diteliti. Dari hasil analisis data yang dilakukan akan didapatkan volume kendaraan (Q), kapasitas (C), derajat kejenuhan (Dj), panjang antrian (PA), tundaan (T), dan tingkat pelayanan simpang.

3.7 Bagan Alir Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan selama proses penelitian dari awal mulai hingga selesai dapat dilihat pada gambar 3.3.





Gambar 3.3 Bagan Alir Metode Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- A Munawar. (2004). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Ariesta, Mochammad Alvian. (2020). *Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal Jl. Jend. Ahmad Yani Kota Bekasi*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Bekasi.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. (2024). *Provinsi Riau Dalam Angka 2024*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.
- Edwardo, Dimas. (2023). *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Jambi*. Skripsi. Universitas Batanghari Jambi. Jambi.
- Elvina, Ina. (2021). *Analisis Kinerja Simpang APILL dan RHK di Kota Palangka Raya (Studi Kasus: Jl. Tjilik Riwut – Jl. Kahayan)*. Skripsi. Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Ibnu Prakoso, Roni. (2019). *Perencanaan Simpang Bersinyal Studi Kasus Simpang Tiga SMKN 1 Teluk Kuantan (Jl. Proklamasi, Jl. Belibis, Jl. Tuanku Tambusai) Kota Teluk Kuantan*. Skripsi. Universitas Islam Kuantan Singingi. Kuantan Singingi.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). Bagian 5 – Kapasitas Simpang APILL. In *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI'14) – Rancangan 1: Pedoman Bahan Konstruksi dan Rekayasa Sipil* (pp. 1-89). Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum.
- Milenia, Eva Detria. (2021). *Pengaruh Simpang Bersinyal Terhadap Kinerja Lalu Lintas*. Skripsi. Institut Teknologi Garut. Garut.
- PM, No.96. (2015). *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Rahadiyan, Aditya Putra. (2019). *Analisis Antrian Dan Tundaan kendaraan Pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Raya Pekayon*. Skripsi. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Undang-undang, No.22. (2009). *Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Undang-undang Republik Indonesia.
- Vanidi, Malik. (2021). *Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur Sampai Tahun 3031*. Skripsi. Univesitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.