

**PENGARUH PERUBAHAN WAKTU DAN FASE SIKLUS
TERHADAP KINERJA SIMPANG 4 BERSINYAL DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 (STUDI KASUS : SIMPANG 4
LAMPER – GAJAH)**

KERTAS KERJA WAJIB



DIAJUKAN OLEH:

IKADEK NANDA TIASA DIPUTRA

2003009

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

2023

**PENGARUH PERUBAHAN WAKTU DAN FASE SIKLUS
TERHADAP KINERJA SIMPANG 4 BERSINYAL DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 (STUDI KASUS : SIMPANG 4
LAMPER – GAJAH)**

KERTAS KERJA WAJIB

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



DIAJUKAN OLEH:

I KADEK NANDA TIASA DIPUTRA

2003009

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PERUBAHAN WAKTU DAN FASE SIKLUS TERHADAP
KINERJA SIMPANG 4 BERSINYAL DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023
(STUDI KASUS : SIMPANG 4 LAMPER – GAJAH)**

Disusun oleh:

**I Kadek Nanda Tiasa Diputra
2003009**

Disetujui untuk diajukan pada
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II


Putu Eka Suartawan, S.T, M.T

NIP. 198205302009121003

Tanggal: 17 Agustus 2023


Stefanus Sylvan Ryanto, S.S., M.M.

NIP. 199108162019021002

Tanggal: 17 Agustus 2023

Ditetapkan di: Tabanan, 17 Agustus 2023

**LEMBAR PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**PENGARUH PERUBAHAN WAKTU DAN FASE SIKLUS TERHADAP
KINERJA SIMPANG 4 BERSINYAL DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023
(STUDI KASUS : SIMPANG 4 LAMPER – GAJAH)**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh :

I Kadek Nanda Tiasa Diputra

2003009

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 18 AGUSTUS 2023
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

Tim Penguji



Dwi Wahyu Hidayat, S.T., M.T

NIP. 198402292019021001



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

NIP. 198205302009121003



I Wayan Arnaya, S.SiT., M.Sc

NIP. 188806282010121004



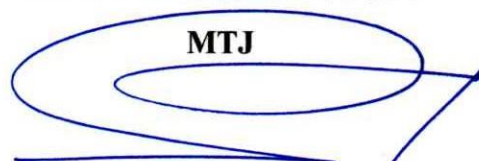
Stefanus Sylvan Ryanto, S.S., M.M.

NIP. 199108162019021002

Mengetahui,

KETUA PROGRAM STUDI

MTJ



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

NIP: 198205302009121003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya Taruna Dewasa I Kadek Nanda Tiasa Diputra, Notar 2003009, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Perubahan Waktu dan Fase Siklus Terhadap Kinerja Simpang 4 Bersinyal dengan Pendekatan PKJI 2023 (Studi Kasus : Simpang 4 Lamper – Gajah)” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau keserjanaan maupun sertifikat akademik di suatu Perguruan Tinggi.

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

Tabanan, 17 Agustus 2023
Penulis



I Kadek Nanda Tiasa Diputra

Notar. 2003009

KATA PENGANTAR

Dengan nama Tuhan Yang Maha Esa. Segala Puji dan rasa syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. salah satu nikmat yang diberikan adalah keberhasilan penulis untuk menyelesaikan Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Perubahan Waktu dan Fase Siklus Terhadap Kinerja Simpang 4 Bersinyal dengan Pendekatan PKJI 2023 (Studi Kasus : Simpang 4 Lamper – Gajah)” dapat terselesaikan. Banyak pihak yang terlibat dalam membantu penulis untuk menyelesaikan proposal penelitian ini, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Efendhi Parih Raharjo, S.T., S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali beserta staf pegawai lainnya.
2. Bapak Putu Eka Suartawan, S.T, M.T. selaku Kepala Program Studi D-III Manajemen Transportasi Jalan beserta dosen-dosen, yang telah banyak memberikan bimbingan selama pendidikan.
3. Bapak Putu Eka Suartawan, S.T, M.T. dan Stefanus Sylvan Ryanto, S.S.,M.M. sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Proposal Penelitian ini.
4. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari kata sempurna serta banyak kekurangan didalamnya dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penyusun. Untuk itu, penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan laporan ini

Tabanan, 17 Agustus 2023

Penulis



I Kadek Nanda Tiasa Diputra

Notar. 2003009

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Jangan lihat proses orang lain, fokus pada dirimu sendiri dan jangan terpengaruh orang lain”

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya dedikasikan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan kuasa beliaulah saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.

Penulis ucapkan juga kepada kedua orang tua penulis yaitu Bapak I Komang Panca dan Ibu Ni Wayan Wartini yang selalu memberikan restu, doa, dan banyak pelajaran yang mereka berikan sehingga saya sampai pada titik ini.

Terimakasih kepada seluruh Civitas Akademika Poltrada Bali, dosen – dosen pembimbing dan penguji yang tidak kenal lelah dalam membimbing saya walau dengan otak yang pas – pasan ini dan sering membuat pelanggaran.

Saya ucapkan terimakasih kepada Taruni Cindy Wulandari A.Md.Tra karena sudah selalu hadir sebagai penyemangat yang tidak pandang bulu, membantu mencairkan suasana ketika jenuh membuat laporan. Teruslah menjadi orang baik dan kelak semoga diberikan jalan yang indah dan sukses dikemudian hari.

Terimakasih saya ucapkan juga kepada rekan – rekan kamar 3.8 yang sangat membantu sekali dalam pembuatan laporan ini terutama tentang printer. Saya sangat beruntung sekali bisa berada dalam kamar ini.

Terakhir saya ucapkan terimakasih kepada diri sendiri karena sudah mampu melewati semua ini walau dengan banyak rintangan, banyak keluhan, banyak dongkolnya, namun semua itu bisa terlewati.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II.....	5
2.1 Kondisi Wilayah dan Objek.....	5
BAB III.....	10
3.1 Persimpangan	10
3.3.1 Peraturan Persimpangan.....	10
3.3.2 Gerakan Kendaraan Pada Simpang	12
3.3.3 Konflik Persimpangan.....	13
3.2 Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal	14

3.4.1	Masukan Data Lalu Lintas	14
3.4.2	Penentuan Arus Jenuh	15
3.4.3	Waktu Isyarat Apill	22
3.4.4	Kapasitas	24
3.4.5	Derajat Kejenuhan.....	24
3.4.6	Antrian.....	25
3.4.7	Rasio Kendaraan Henti	26
3.4.8	Tundaan.....	27
3.3	Penelitian Terdahulu/Keaslian Penelitian.....	28
BAB IV		29
4.1	Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	29
4.1.1	Pengumpulan Data Sekunder	29
4.1.2	Pengumpulan Data Primer	29
4.2	Metode Analisis Data	31
4.2.1	Tahap Analisis.....	32
4.2.2	Tahap Perencanaan.....	32
4.2.3	Tahap Perbandingan.....	32
4.3	Bagan Alir Penelitian.....	33
4.3.1	Identifikasi Masalah.....	34
4.3.2	Pengumpulan Data	34
4.3.3	Analisis Data.....	34
4.3.4	Hasil Analisis	34
4.4	Timeline Kegiatan	34
BAB V.....		36
5.1	Pengumpulan Data.....	36

5.1.1	Inventarisasi Simpang	36
5.1.2	Data Volume Simpang	36
5.2	Kondisi Eksisting.....	37
5.2.1	Fluktuasi Volume Lalu Lintas.....	37
5.2.2	Proporsi Kendaraan.....	38
5.3	Analisis Kondisi Eksisting Menggunakan PKJI 2023.....	39
5.3.1	Arus Jenuh.....	39
5.3.2	Waktu Siklus	43
5.3.3	Kapasitas	44
5.3.4	Derajat Kejenuhan.....	44
5.3.5	Panjang Antrian.....	45
5.3.6	Tundaan.....	46
5.3.7	Tingkat Pelayanan.....	46
5.4	Peningkatan Kinerja Simpang 4 Lamper – Gajah	47
5.4.1	Perencanaan I	47
5.4.2	Perencanaan II.....	51
5.4.3	Perencanaan III.....	55
5.5	Perbandingan Kinerja	59
5.5.1	Derajat Kejenuhan.....	59
5.5.2	Panjang Antrian.....	63
5.5.3	Tundaan.....	65
5.5.4	Rekapitulasi Perbandingan Kinerja.....	67
BAB VI		69
6.1	Kesimpulan.....	69
6.2	Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA 73
DAFTAR LAMPIRAN 74



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Ekuivalensi Kendaraan Ringan (ekr)	14
Tabel 3. 2 Faktor koreksi untuk tipe lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan	16
Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Ukuran Kota	16
Tabel 3. 4 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu.....	28
Tabel 4. 1 Timeline Kegiatan	34
Tabel 5. 1 Data Inventarisasi Simpang	36
Tabel 5. 2 Volume kendaraan	38
Tabel 5. 3 Arus Jenuh Dasar Simpang 4 Lamper - Gajah	40
Tabel 5. 4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Simpang 4 Lamper - Gajah .	40
Tabel 5. 5 Faktor Penyesuaian Belok Kanan Simpang	41
Tabel 5. 6 Faktor Penyesuaian Belok Kiri Simpang	42
Tabel 5. 7 Arus jenuh simpang berdasarkan PKJI 2023	42
Tabel 5. 8 Kapasitas pada Simpang.....	44
Tabel 5. 9 Derajat kejenuhan simpang berdasarkan PKJI 2023	45
Tabel 5. 10 Panjang antrian simpang berdasarkan PKJI 2023	45
Tabel 5. 11 Tundaan pada simpang berdasarkan PKJI 2023	46
Tabel 5. 12 Tundaan pada Simpang Berdasarkan PKJI 2023.....	47
Tabel 5. 13 Waktu siklus yang layak.....	48
Tabel 5. 14 Waktu Hijau Pada Masing - Masing Pendekat Pada Perencanaan I...	49
Tabel 5. 15 Derajat Kejenuhan Pada Perencanaan I.....	49
Tabel 5. 16 Panjang Antrian pada Perencanaan I	50
Tabel 5. 17 Tundaan Pada Perencanaan I.....	50
Tabel 5. 18 Waktu Hijau Pada Masing - Masing Pendekat Pada Perencanaan II .	53
Tabel 5. 19 Derajat Kejenuhan Pada Perencanaan II	53
Tabel 5. 20 Panjang Antrian Pada Perencanaan II.....	54
Tabel 5. 21 Tundaan Pada Perencanaan II.....	54
Tabel 5. 22 Waktu Hijau Masing - Masing Pendekat Pada Perencanaan III	57
Tabel 5. 23 Derajat Kejenuhan Pada Perencanaan III	57
Tabel 5. 24 Panjang Antrian Pada Perencanaan III	58

Tabel 5. 25 Tundaan Pada Perencanaan III.....	58
Tabel 5. 26 Perbandingan Derajat Kejenuhan.....	61
Tabel 5. 27 Perbandingan Panjang Antrian	63
Tabel 5. 28 Perbandingan Tundaan.....	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Visualisasi Tampak Atas Melalui Google Earth	5
Gambar 2. 2 Visualisasi Kaki Simpang Utara (Jalan Gajah Raya)	6
Gambar 2. 3 Visualisasi Kaki Simpang Selatan (Jalan Lamper Tengah).....	7
Gambar 2. 4 Visualisasi Kaki Simpang Barat (Jalan Brigjen Sudiarto 1).....	8
Gambar 2. 5 Visualisasi Kaki Simpang Timur (Jalan Brigjen Sudiarto 2).....	9
Gambar 2. 6 Diagram Fase Siklus Pada Jam Sibuk Pagi	9
Gambar 3. 1 Gerakan Berpencar (Weaving) Kendaraan.....	12
Gambar 3. 2 Gerakan Bergabung (Merging) Kendaraan	12
Gambar 3. 3 Gerakan Berpotongan (Crossing) Kendaraan.....	13
Gambar 3. 4 Gerakan Bergabung dan Berpencar (Weaving).....	13
Gambar 3. 5 Konflik Persimpangan.....	14
Gambar 3. 6 Faktor koreksi untuk kelandaian	17
Gambar 3. 7 Faktor koreksi untuk pengaruh parkir	17
Gambar 3. 8 Faktor koreksi untuk belok kanan	18
Gambar 3. 9 Faktor koreksi untuk belok kiri	18
Gambar 3. 10 Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (tipe P)	19
Gambar 3. 11 Arus jenuh dasar (J0) untuk pendekat tak terlindung (tipe O) tanpa lajur belok kanan	20
Gambar 3. 12 Arus jenuh dasar (J0) untuk pendekat tak terlindung (tipe O) yang dilengkapi dengan lajur belok kanan terpisah.....	21
Gambar 3. 13 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan	23
Gambar 3. 14 Penentuan rasio kendaraan terhenti	26
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian.....	33
Gambar 5. 1 Fluktuasi volume tiap kaki simpang pada jam sibuk pagi.....	37
Gambar 5. 2 Fluktuasi volume tiap kaki simpang pada jam sibuk siang	37
Gambar 5. 3 Fluktuasi volume tiap kaki simpang pada jam sibuk sore.....	38
Gambar 5. 4 Diagram proporsi kendaraan	39
Gambar 5. 5 Layout persimpangan dan pendefinisian signal group	43

Gambar 5. 6 Plan jam sibuk pagi	43
Gambar 5. 7 Visualisasi Fase Eksisting Simpang	44
Gambar 5. 8 Rencana fase pada Perencanaan II PKJI 2023	51
Gambar 5. 9 Visualisasi Fase pada Simpang	52
Gambar 5. 10 Rencana Fase Perencanaan III.....	55
Gambar 5. 11 Visualisasi Fase Pada Simpang	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Volume Survei CTMC di Simpang 4 Lamper – Gajah.....74



INTISARI

PENGARUH PERUBAHAN WAKTU DAN FASE SIKLUS TERHADAP KINERJA SIMPANG 4 BERSINYAL DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023 (STUDI KASUS : SIMPANG 4 LAMPER – GAJAH)

Oleh

I Kadek Nanda Tiasa Diputra

2003009

Simpang 4 Lamper – Gajah merupakan simpang yang terletak di Kota Semarang. Simpang ini memiliki pengaturan fase yang berbeda dan memiliki distribusi waktu hijau yang kurang efektif sehingga menyebabkan kinerja dan tingkat pelayanan simpang yang buruk. Hal tersebut dapat menyebabkan konflik lalu lintas yang tinggi yang kemudian akan berpengaruh pada kinerja lalu lintas yang rendah sehingga akan menimbulkan kemacetan yang dapat mengganggu kenyamanan pengguna jalan. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan optimalisasi dan peningkatan kinerja guna untuk mengurangi konflik lalu lintas yang dimana metode perhitungan yang digunakan adalah PKJI 2023.

Adapun hasil yang telah didapatkan adalah kinerja eksisting berdasarkan pendekatan PKJI 2023, pada jam puncak yaitu jam 07.15 – 08.15 memiliki kinerja yang belum optimal sehingga diperlukan adanya optimalisasi. Optimalisasi dilakukan dengan 3 perencanaan, yaitu Perencanaan I dengan mengubah waktu siklus, dan Perencanaan II dan III dengan mengubah waktu dan fase siklus. Berdasarkan hasil analisis eksisting dan hasil analisis perencanaan pada pendekatan PKJI 2023, setelah dibandingkan diketahui bahwa derajat eksisting masih lebih baik daripada kinerja perencanaan, namun untuk panjang antrian pada Perencanaan I dengan waktu siklus 80 detik merupakan perencanaan terbaik karena dapat menurunkan panjang antrian sebesar 36 % menjadi 81,04 meter, dan tundaan pada Perencanaan I dengan waktu siklus 110 detik merupakan perencanaan terbaik karena dapat menurunkan tundaan sebesar 8 % menjadi 87,1 det/smp

Kata Kunci: PKJI 2023, Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Tundaan

ABSTRACT

PENGARUH PERUBAHAN WAKTU DAN FASE SIKLUS TERHADAP KINERJA SIMPANG 4 BERSINYAL DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023 (STUDI KASUS : SIMPANG 4 LAMPER – GAJAH)

By

I Kadek Nanda Tiasa Diputra

2003009

Simpang 4 Lamper – Gajah is a junction located in the city of Semarang. This intersection has different phase settings and an ineffective distribution of green time, resulting in poor intersection performance and service levels. This can lead to high traffic conflicts, subsequently affecting overall traffic performance and causing congestion that disrupts road user comfort. Therefore, the aim of this research is to provide optimization and performance enhancement in order to reduce traffic conflicts, utilizing the calculation method outlined in PKJI 2023 (Indonesian Highway Capacity Manual 2023).

The obtained results include the existing performance based on the PKJI 2023 approach. During peak hours, specifically from 07:15 to 08:15, the performance is not yet optimal, indicating the need for optimization. Optimization is carried out through three planning scenarios: Plan I by adjusting the cycle time, and Plans II and III by adjusting both the cycle time and phase. Based on the analysis of the existing situation and the analysis of the planning scenarios using the PKJI 2023 approach, it is evident that the existing condition still performs better than the planned scenarios. However, in terms of queue length reduction, Plan I with a cycle time of 80 seconds is the best option, as it can decrease the queue length by 36% to 81.04 meters. Furthermore, for delay reduction, Plan I with a cycle time of 110 seconds is the most effective, as it can decrease delays by 8% to 87.1 sec/vec.

Key Words: PKJI 2023, degree of saturation, queue length, delays

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Simpang merupakan titik pertemuan dari beberapa ruas jalan dan memiliki 4 jenis titik konflik yaitu *crossing* (berpotongan), *merging* (bergabung), *diverging* (memisah), dan *weaving* (bersilang) (Harianto, 2004). Untuk persimpangan dengan pergerakan lalu lintas yang padat dan tidak memiliki pengaturan yang baik, bisa menyebabkan kemacetan hingga kecelakaan lalu lintas. Oleh sebab itu, pengaturan lalu lintas yang tepat sangat penting untuk diterapkan di suatu jaringan jalan.

Pergerakan lalu lintas yang terjadi di suatu persimpangan tentu memiliki pergerakan yang beragam, seperti contohnya terjadi pergerakan yang sama dari 2 kaki simpang atau lebih. Jika hal itu terjadi dan ditambah dengan padatnya volume lalu lintas tentu akan menyebabkan konflik lalu lintas. Konflik lalu lintas ialah suatu kejadian lalu lintas yang melibatkan dua atau lebih pengguna jalan, yang dimana kendaraan tersebut sama – sama mendekati suatu ruang dan waktu, yang mana dalam persimpangan, bagian tengah – tengah pada simpang merupakan titik yang paling sering terjadi konflik. Akibatnya, kinerja dari simpang akan menjadi kurang baik. Permasalahan diatas dapat dijumpai pada Simpang 4 Lamper – Gajah.

Simpang 4 Lamper – Gajah berlokasi di Kelurahan Sambirejo, Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang. Simpang ini merupakan simpang 4 bersinyal yang memiliki tipe simpang 426M, Yang artinya simpang ini memiliki 4 lengan persimpangan, 2 lajur jalan minor, 6 lajur jalan mayor, dan memiliki median pada lajur mayor. Jalan mayor adalah arah bagian dari pendekat dari kaki simpang yang memiliki arus lalu lintas yang lebih besar dari arah lainnya yang biasanya diwujudkan dalam bentuk geometrik dengan lebar kaki simpang yang lebih lebar dari kaki simpang yang lain, sedangkan jalan minor adalah bagian dari pendekat dari kaki simpang yang memiliki arus lalu lintas yang lebih kecil dari arah lainnya yang biasanya diwujudkan dalam bentuk geometrik dengan

lebar kaki simpang yang lebih sempit dari kaki simpang lain.

Pada hasil survei CTMC yang dilaksanakan pada Simpang 4 Lamper – Gajah ini, volume kendaraan yang melewati simpang ini pada jam sibuk pagi (06.30 – 08.30), jam sibuk siang (12.30 – 14.30), dan jam sibuk sore (16.00 – 18.00) berjumlah sebanyak 20.333 kendaraan. Jumlah volume kendaraan tersebut menandakan bahwa pergerakan yang melewati pada simpang ini cukup tinggi. Dari hasil analisis Tim PKL Kota Semarang Tahun 2023 juga, menunjukkan bahwa kinerja pada Simpang 4 Lamper – Gajah ini cukup buruk yang dimana simpang ini memiliki rata – rata derajat kejenuhan sebesar 0,65, panjang antrian rata – rata sepanjang 132 m dan tundaan rata – rata simpang sebesar 80 det/smp. Dari hasil analisis kinerja diatas menunjukkan bahwa tingkat pelayanan (*Level of Service*) pada Simpang 4 Lamper – Gajah ini adalah F yang dikategorikan sebagai tingkat pelayanan yang paling buruk.

Hal yang mendasari kurangnya kinerja pada simpang ini adalah dari pengaturan fase siklus yang dimana terdapat fase berbelok kanan yang terpisah namun bersamaan pada kaki simpang barat dan timur. Pengaturan fase seperti itu jarang dijumpai pada persimpangan pada umumnya sehingga konflik lalu lintas yang terjadi menjadi semakin tinggi serta tingkat kemacetan yang semakin tinggi dan akibatnya akan mengganggu kenyamanan pengguna jalan yang melwati simpang ini. Selain itu, distribusi waktu hijau yang terdapat pada Simpang 4 Lamper – Gajah ini kurang baik dengan waktu hijau yang sangat lama pada salah satu simpang, tepatnya pada pendekat timur dan barat dengan waktu hijau 70 detik sehingga menyebabkan waktu merah pada pendekat lain semakin lama, akibatnya panjang antrian pada pendekat lain semakin panjang. Hal ini ditambah dengan volume kendaraan pada lajur minor pada simpang ini terbilang cukup tinggi yaitu 2109 kendaraan yang melewati simpang dari lajur minor, yang dimana panjang antriannya yang tertinggi pada lajur minor tercatat sepanjang 143 m.

Dari permasalahan diatas, perlu dilakukan peninjauan ulang dan evaluasi terkait tingkat kinerja dari simpang tersebut. Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menganalisis tingkat kinerja dari simpang tersebut saat

ini diperlukan metode yang praktis untuk dapat menyelesaikan permasalahan pada persimpangan tersebut. Maka dari itu penulis menggunakan metode analisa menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Tahun 2023 yang merupakan pemuktahiran dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 sehingga hasil analisisnya lebih relevan dengan karakteristik jalan di Indonesia saat ini. Dengan metode diatas diharapkan dapat mengetahui pengaruh dari waktu dan fase siklus sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja pada simpang tersebut kedepannya, maka penulis mengambil penelitian yang berjudul **“Pengaruh Perubahan Waktu dan Fase Siklus Terhadap Kinerja Simpang 4 Bersinyal dengan Pendekatan PKJI 2023 (Studi Kasus : Simpang 4 Lamper – Gajah)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal diatas, permasalahan yang terdapat di Simpang 4 Lamper – Gajah antara lain.

1. Bagaimanakah kinerja eksisting Simpang 4 Lamper – Gajah ?
2. Bagaimanakah kinerja Simpang 4 Lamper – Gajah setelah melakukan simulasi perubahan waktu dan fase siklus?
3. Bagaimanakah perbandingan kinerja eksisting dan hasil simulasi perubahan waktu dan fase siklus?
4. Bagaimana pengaruh waktu dan fase siklus terhadap kinerja Simpang 4 Lamper – Gajah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan kertas kerja wajib ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi dan menganalisis kinerja simpang pada kondisi eksisting
2. Mendapatkan simulasi kinerja Simpang 4 Lamper – Gajah agar dapat mengetahui pengaruh waktu dan fase siklus terhadap kinerja
3. Memperoleh perbandingan kinerja yang sesuai untuk mengetahui pengaruh waktu dan fase siklus terhadap kinerja Simpang 4 Lamper – Gajah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penulisan kerja kerja wajib ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan solusi dari permasalahan yang terjadi pada simpang yang diteliti;
2. Dapat memberikan rekomendasi kepada pihak Dinas Perhubungan Kota Semarang yang dapat dipertimbangkan untuk mengoptimalkan kinerja simpang yang diteliti;
3. Dapat memberikan dampak yang positif terhadap pelayanan masyarakat Kota Semarang dari segi transportasi;
4. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai gambaran dan pedoman untuk peningkatan persimpangan lainnya yang memiliki permasalahan yang serupa

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Analisis data dilakukan pada jam puncak tersibuk, yaitu pada jam sibuk pagi (06.30 – 08.30)
2. Indikator yang dijadikan perbandingan dalam mengetahui pengaruh waktu dan fase siklus adalah derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan
3. Analisis perencanaan penanganan konflik yang akan dilakukan adalah 3 perencanaan, yaitu Perencanaan I dengan mengubah waktu siklus dengan fase eksisting, dan Perencanaan II dengan mengubah waktu siklus dan fase yang sebelumnya 4-fase dengan belok kanan terpisah menjadi 4-fase dengan belok kanan tergabung dengan izin jalan masing – masing pendekat, dan perencanaan III dengan mengubah waktu dan fase siklus dari 4-fase menjadi 3-fase.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah dan Objek

Kota Semarang adalah Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah dimana terletak pada perlintasan jalur utara Pulau Jawa yang menghubungkan Kota Surabaya dan Jakarta. Kecamatan di Kota Semarang meliputi: Kecamatan Banyumanik, Candisari, Gajah Mungkur, Gayamsari, Genuk, Gunungpati, Mijen, Ngaliyan, Pedurungan, Semarang Barat, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Timur, Semarang Utara, Tembalang dan Tugu. Kota Semarang dikenal sebagai kota industri yang menyebabkan banyak pergerakan kendaraan dari dalam maupun dari luar Kota Semarang.

Lokasi yang akan dijadikan wilayah studi berada di sebelah Timur Kota Semarang, lebih tepatnya berlokasi di Kelurahan Sambirejo, Kecamatan Gayamsari, Kota Semarang. Dari gambar 2.1, persimpangan ini memiliki 4 kaki simpang, Kaki simpang utara itu adalah Jalan Gajah Raya, kaki simpang selatan adalah Jalan Lamper Tengah, kaki simpang barat adalah Jalan Brigjen Sudiarto 1, dan kaki simpang timur adalah Jalan Brigjen Sudiarto 2.



Gambar 2. 1 Visualisasi Tampak Atas Melalui Google Earth

Sumber; Google Earth, 2023

Berikut adalah karakteristik dan visualisasi dari masing masing kaki simpang:

1. Kaki Simpang Utara (Jalan Gajah Raya)

Pada kaki simpang Utara terdapat Jl. Gajah Raya yang menurut status nya merupakan jalan Kota dan menurut fungsi nya merupakan jalan Kolektor. Tipe jalan ini adalah 2/2 TT atau 2 lajur, 2 jalur tanpa median. Pada simpang ini terdapat jalur khusus untuk *left turn on red* (LTOR). Untuk karakteristik geometriknya, kaki simpang ini memiliki lebar per lajurnya sepanjang 5,5 m dan lebar bahu kanan dan kiri sepanjang 0,97 m dan 0,39 m. Tata guna lahan di sekitar Jl. Gajah Raya merupakan area komersial karena terdapat banyak pertokoan di sepanjang jalan ini. Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kota Semarang, 2023 kecepatan kendaraan pada jam sibuk pagi sebelum memasuki persimpangan ruas jalan ini sebesar 22.5 km/jam kepadatan sebesar 96 smp.menit/jam. Derajat Kejenuhan 0.6, panjang antrian 48 m, tundaan 57 detik/smp.



Gambar 2. 2 Visualisasi Kaki Simpang Utara (Jalan Gajah Raya)

Sumber; Hasil Analisis, 2023

2. Kaki Simpang Selatan (Jalan Lamper Tengah)

Pada kaki simpang Selatan terdapat Jl. Lamper Tengah yang menurut status nya merupakan jalan Kota dan menurut fungsi nya merupakan jalan kolektor. Tipe jalan ini 2/2 TT atau 2 lajur, 2 jalur dengan tanpa median. Pada simpang ini terdapat jalur khusus untuk *left turn on red* (LTOR). Untuk karakteristik geometriknya, kaki simpang ini memiliki lebar per lajurnya sepanjang 3,75 m dan lebar bahu kiri sepanjang 0,42 m.

Untuk tata guna lahan di sekitar Jl. Lamper Tengah merupakan area komersial yang bercampur dengan daerah pemukiman. Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kota Semarang, 2023 kecepatan kendaraan pada jam sibuk pagi sebelum memasuki persimpangan ruas jalan ini sebesar 22.5 km/jam kepadatan sebesar 55 smp.menit/jam. Derajat Kejenuhan 0.40, panjang antrian 212 m, tundaan 53 detik/smp



Gambar 2. 3 Visualisasi Kaki Simping Selatan (Jalan Lamper Tengah)

Sumber; Hasil Analisis, 2023

3. Kaki Simping Barat (Jalan Brigjen Sudiarto 1)

Pada kaki simping Barat terdapat Jl. Brigjen Sudiarto yang menurut status nya merupakan jalan Provinsi dan menurut fungsi nya merupakan jalan arteri. Tipe jalan ini 6/2 T atau 6 lajur, 2 jalur dengan median. Pada simping ini terdapat jalur khusus untuk *left turn on red* (LTOR). Untuk karakteristik geometriknya, kaki simping ini memiliki lebar lajur sepanjang 10 m dan lebar lajur khusus untuk belok kanan sepanjang 6,1m, sedangkan lebar bahu kanan dan kiri sepanjang 0,7 m dan 0,61 m. Untuk tata guna lahan di sekitar Jl. Brigjen Sudiarto merupakan area komersial, hambatan samping pada jalan ini tinggi dikarenakan kaki simping ini merupakan akses masuk kendaraan yang masuk ke supermarket grosir dan terdapat halte Bus Trans Semarang. Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kota Semarang, 2023 kecepatan kendaraan pada jam sibuk pagi sebelum memasuki persimpangan ruas jalan ini sebesar 24 km/jam kepadatan sebesar 110 smp.menit/jam. Derajat Kejenuhan 0.57, panjang antrian 54 m, tundaan 107 detik/smp



Gambar 2. 4 Visualisasi Kaki Simpang Barat (Jalan Brigjen Sudiarto 1)

Sumber; Hasil Analisis, 2023

4. Kaki Simpang Timur (Jalan Brigjen Sudiarto 2)

Pada kaki simpang Barat terdapat Jl. Brigjen Sudiarto yang menurut status nya merupakan jalan Provinsi dan menurut fungsi nya merupakan jalan arteri. Tipe jalan ini 6/2 T atau 6 lajur, 2 jalur dengan median. Pada simpang ini terdapat jalur khusus untuk *left turn on red* (LTOR). Untuk karakteristik geometriknya, kaki simpang ini memiliki lebar lajur sepanjang 10 m dan lebar lajur khusus untuk belok kanan sepanjang 6,1 m, sedangkan lebar bahu kanan dan kiri sepanjang 0,47 m dan 0,48 m. Untuk tata guna lahan di sekitar Jl. Brigjen Sudiarto merupakan area komersial karena terdapat banyak pertokoan seperti ruko maupun cafe. Berdasarkan hasil analisis (Tim PKL Kota Semarang, 2023) kecepatan kendaraan pada jam sibuk pagi sebelum memasuki persimpangan ruas jalan ini sebesar 24 km/jam kepadatan sebesar 99 smp.menit/jam. Derajat Kejenuhan 0.54, panjang antrian 60 m, tundaan 103 detik/smp



Gambar 2. 5 Visualisasi Kaki Simpang Timur (Jalan Brigjen Sudiarto 2)

Sumber; Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Kota Semarang, Simpang 4 Lamper – Gajah pada jam sibuk pagi, siang, dan sore memiliki 2 rencana pengaturan fase siklus apill. pengaturan fase yang dilakukan sama yaitu 4 fase siklus namun memiliki perbedaan pada waktu siklusnya, yaitu pada jam sibuk pagi memiliki waktu siklus total sebesar 173 detik. Berikut adalah diagram fase dari Simpang 4 Lamper – Gajah.

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	
					Waktu Siklus (Detik) C = 173
					Waktu Hilang Total LTI = Σ G = 20
Hijau	28	Hijau 20	Hijau 70	Hijau 35	
Merah	143	Merah 151	Merah 101	Merah 136	
Kuning	2	Kuning 2	Kuning 2	Kuning 2	

Gambar 2. 6 Diagram Fase Siklus Pada Jam Sibuk Pagi

Sumber; Dinas Perhubungan Kota Semarang, 2023

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Persimpangan

Berikut adalah pengertian simpang menurut para ahli.

1. Menurut (AASHTO, 2001), Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu-lintas di dalamnya
2. Menurut (Khisty & Kent, 2005), persimpangan adalah bagian dari sistem jaringan jalan. Persimpangan yaitu gabungan dari 2 ruas jalan atau lebih beserta fasilitas tepi jalannya.

3.3.1 Peraturan Persimpangan

1. Undang – Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009, tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan;
 - a. Pengemudi dilarang untuk berbelok kiri secara langsung pada suatu persimpangan, kecuali dilengkapi rambu lalu lintas yang menyatakan boleh belok kiri langsung (Pasal 112 Ayat 3);
 - b. Jika persimpangan bundaran, pengemudi harus memperhatikan dan mendahulukan arus dari arah kanan (Pasal 113 Ayat 2).
2. Panduan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2012 disebutkan mengenai prinsip dasar keselamatan persimpangan.
 - a. memberikan jarak pandang yang cukup di persimpangan, dan jarak pandang memadai untuk kendaraan yang mendekat atau berhenti di persimpangan;
 - b. meminimalkan jumlah titik konflik;
 - c. mengurangi kecepatan relatif antarkendaraan;
 - d. mengutamakan pergerakan lalu lintas yang ramai;
 - e. meminimalkan tundaan bagi pengguna jalan, dll.

3. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 32 Tahun 2011 tentang Manajemen Dan Rekayasa Analisis Dampak Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas Pasal 61 huruf (a) “untuk melakukan suatu pengendalian pada suatu simpang, dilakukan beberapa hal seperti pemasangan alat pemberi isyarat lalu lintas, koordinasi lampu lalu lintas, bundaran, dan sistem transportasi cerdas”.
4. (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas)
 - a. Pengendalian lalu lintas dengan simpang ber APIIL dapat dilakukan dengan memenuhi persyaratan.
 - 1) Volume lalu lintas yang memasuki persimpangan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam;
 - 2) Waktu menunggu (delay) rata-rata kendaraan di persimpangan diatas 30 detik;
 - 3) Rata-rata pejalan kaki yang menyeberang diatas 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam/hari;
 - 4) Jumlah kecelakaan diatas 5 kecelakaan/tahun.
 - b. Pengendalian lalu lintas simpang dengan sistem APILL terkoordinasi dapat dilakukan dengan memenuhi persyaratan.
 - 1) Jumlah simpang yang dikoordinasikan sekurang- kurangnya 3 simpang;
 - 2) Jarak antar simpang tidak lebih dari 1 km.
 - c. Pengendalian Dengan Simpang Ber APILL Yang Dilengkapi Aturan Belok Kiri Langsung.

Simpang dengan APILL dengan ketentuan belok kiri langsung memiliki persyaratan.

 - 1) Arus kendaraan belok kiri > 40 kendaraan saat waktu sibuk; dan
 - 2) Adanya lajur untuk belok kiri secara langsung.

Simpang yang memiliki belok kiri langsung harus disertai oleh APILL, Marka tanda, Rambu belok kiri langsung, dan penyeberangan orang.
5. Peraturan Menteri No. 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas;

Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan diklasifikasikan atas

- a. Tingkat pelayanan A, dengan tundaan < 5 detik per kendaraan;
- b. Tingkat pelayanan B, dengan tundaan $5 - 15$ detik per kendaraan;
- c. Tingkat pelayanan C, dengan tundaan $15 - 25$ detik per kendaraan;
- d. Tingkat pelayanan D, dengan tundaan $25 - 40$ detik per kendaraan;
- e. Tingkat pelayanan E, dengan tundaan $40 - 60$ detik per kendaraan;
- f. Tingkat pelayanan F, dengan tundaan > 60 detik per kendaraan.

3.3.2 Gerakan Kendaraan Pada Simpang

Pada persimpangan, secara umum terdapat 4 gerakan dasar kendaraan, berikut adalah gerakan dasar yang terjadi pada simpang menurut (Risdiyanto, 2014)

1. Berpencar (*Diverging*)

Gerakan berpencar atau berpisah dari kendaraan di persimpangan. Konflik dapat terjadi pada saat kendaraan melakukan pergantian jalur atau gerakan membelok

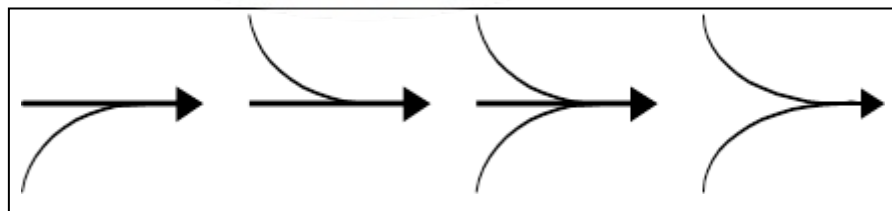


Gambar 3. 1 Gerakan Berpencar (Weaving) Kendaraan

Sumber : Risdiyanto 2014

2. Menggabung (*Merging*)

Gerakan bergabungnya satu kendaraan terhadap kendaraan lain pada persimpangan.



Gambar 3. 2 Gerakan Bergabung (Merging) Kendaraan

Sumber : Risdiyanto 2014

3. Menyilang/Berpotongan (*Crossing*)



Gambar 3. 3 Gerakan Berpotongan (*Crossing*) Kendaraan

Sumber : Risdiyanto 2014

4. Menggabung Lalu Berpencar (*Weaving*)



Gambar 3. 4 Gerakan Bergabung dan Berpencar (*Weaving*)

Sumber : Risdiyanto 2014

3.3.3 Konflik Persimpangan

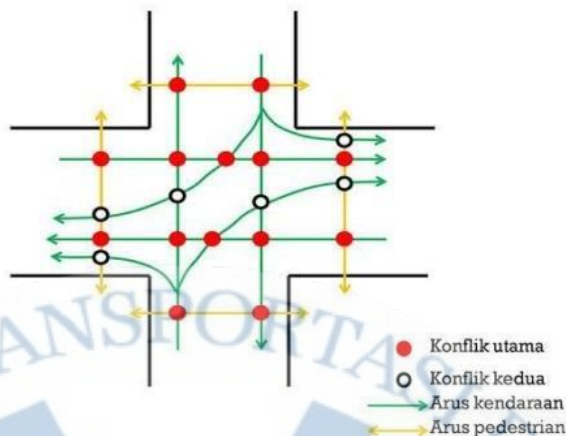
Dengan adanya persimpangan pada suatu jaringan jalan, kendaraan bermotor, kendaraan tidak bermotor, dan pejalan kaki dapat bergerak dengan arah yang berbeda – beda namun pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian maka akan muncul konflik di persimpangan akibat dari pergerakan – pergerakan tersebut. Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023) berdasarkan sifatnya maka konflik terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Konflik utama (*primary conflict*)

Konflik antara jalan dengan gerakan lalu lintas yang berjalan lurus dengan jalan – jalan lainnya yang berpotongan, termasuk konflik dengan pejalan kaki.

2. Konflik kedua (*secondary conflict*)

Konflik antara gerakan lalu lintas yang berbelok kanan dengan arus lalu lintas lurus melawan dan pejalan kaki, atau gerakan lalu lintas yang berbelok kiri dengan pejalan kaki.



Gambar 3. 5 Konflik Persimpangan

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

3.2 Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal

Perhitungan kinerja simpang bersinyal ini bertujuan untuk menentukan kinerja simpang pada kondisi eksisting. Seluruh penjelasan pada uraian dibawah ini mengacu pada (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.4.1 Masukan Data Lalu Lintas

Data masukan lalu lintas diperlukan untuk dua hal, yaitu pertama data arus lalu lintas eksisting dan kedua data arus lalu lintas rencana. Data lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu lintas perjam eksisting pada jam-jam tertentu yang dievaluasi, misalnya arus lalu lintas padajam sibuk pagi atau pada jam sibuk sore. Dalam satu pendekat terkadang terdapat dua tipe pendekat yang berbeda pada masing-masing fasenya, jika hal ini di temui padasaat analisa maka nilai ekr yang digunakan juga menjadi dua, sesuai tipe pendekat masing-masing fase tersebut. Nilai ekr untuk tiap jenis kendaraan pada tipe pendekat terlindung dan terlawan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Ekuivalensi Kendaraan Ringan (ekr)

Jenis kendaraan	ekr untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,00	1,00
KS	1,30	1,30

Jenis kendaraan	ekr untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
SM	0,15	0,40

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

3.4.2 Penentuan Arus Jenuh

Arus jenuh (J , SMP/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor- faktor koreksi untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. J_0 adalah J pada kondisi arus lalu lintas dan geometri yang ideal, sehingga faktor-faktor koreksi untuk J_0 adalah satu. J dapat dihitung menggunakan persamaan 3.1.

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- F_{HS} adalah faktor koreksi J_0 akibat hambatan samping lingkungan jalan (Tabel 3.2)
- F_{UK} adalah faktor koreksi J_0 terkait ukuran kota (Tabel 3.3)
- F_G adalah faktor koreksi J_0 akibat kelandaian memanjang pendekat (Gambar 3.6)
- F_P adalah faktor koreksi J_0 akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama (3.7).
- F_{BK_i} adalah faktor koreksi J_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri (Gambar 3.8, dengan ketentuan tertentu)
- F_{BK_a} adalah faktor koreksi J_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan (Gambar 3.9, dengan ketentuan tertentu)

Berikut adalah tabel koreksi untuk tipe lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan.

Tabel 3. 2 Faktor koreksi untuk tipe lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0	0,05	0,1	0,15	0,2	≥0,25
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
		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	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: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Pada table diatas dijelaskan bagaimana cara menentukan factor penyesuaian terhadap lingkungan dan hambatan samping. Yang dimana rasio tersebut ditentukan berdasarkan tipe lingkungan dan hambatan samping yang terdapat pada daerah kajian.

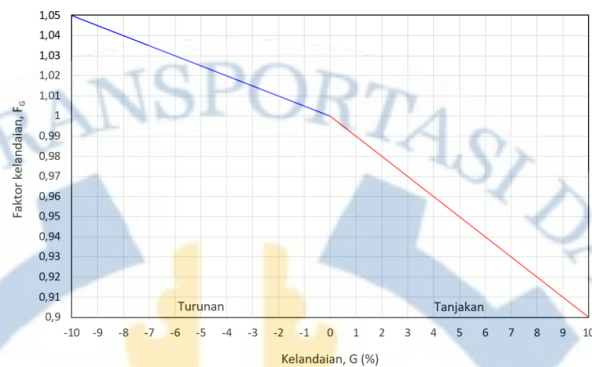
Berikut ini adalah faktor koreksi untuk ukuran kota.

Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Jumlah penduduk kota (Juta Jiwa)	Faktor Koreksi ukuran Kota (F _{UK})
>3,0	1,05
1,1 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

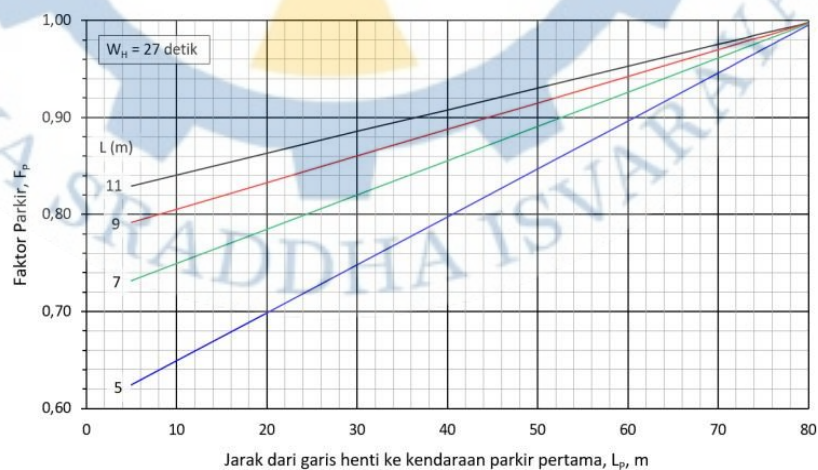
Faktor koreksi ukuran kota dilihat berdasarkan jumlah penduduk pada wilayah kajian. Yang dimana kota Semarang memiliki jumlah penduduk sebesar 1.674.358 juta jiwa, maka faktor koreksi yang dipilih adalah 1. Untuk faktor koreksi untuk kelandaian dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



Gambar 3. 6 Faktor koreksi untuk kelandaian
 Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Pada gambar diatas ditujukan untuk menentukan faktor koreksi untuk kelandaian. Yang dimana ditentukan dengan cara menghitung kelandaian langsung kelapangan dan disesuaikan dengan grafik yang terdapat pada gambar, garis berwarna biru merupakan turunan, garis berwarna merah merupakan tanjakan.

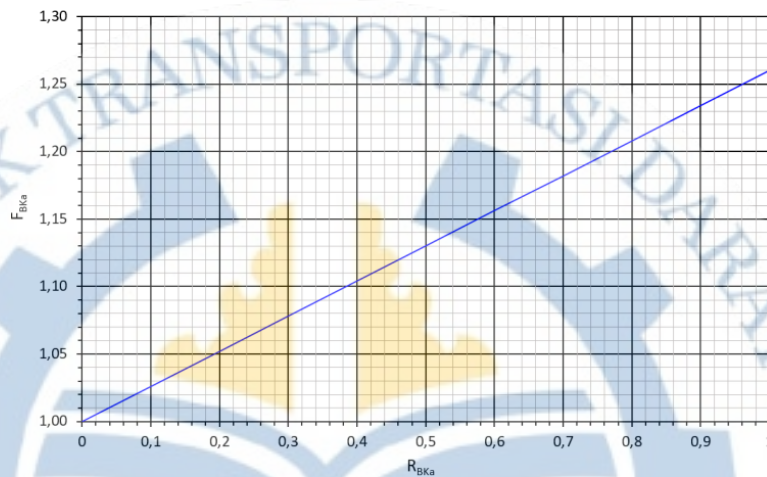
Berikut adalah faktor koreksi untuk pengaruh parkir.



Gambar 3. 7 Faktor koreksi untuk pengaruh parkir
 Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Pada gambar diatas ditujukan untuk menentukan faktor koreksi untuk parkir. Yang dimana ditentukan dengan cara menghitung jarak garis henti ke kendaraan parkir pertama langsung kelapangan dan disesuaikan dengan grafik yang terdapat pada gambar.

Untuk faktor koreksi belok kanan dapat dilihat dari gambar dibawah ini.

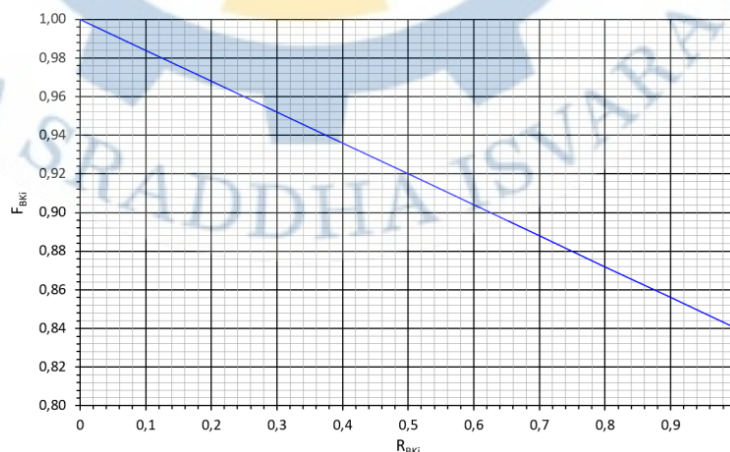


Gambar 3. 8 Faktor koreksi untuk belok kanan

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Gambar diatas merupakan faktor koreksi untuk belok kanan yang ditentukan dengan menentukan rasio belok kanan kemudian disesuaikan dengan grafik pada gambar diatas untuk menentukan rasio belok kanannya.

Berikut adalah faktor koreksi untuk belok kiri.



Gambar 3. 9 Faktor koreksi untuk belok kiri

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Gambar diatas merupakan faktor koreksi untuk belok kiri yang ditentukan dengan menentukan rasio belok kanan kemudian disesuaikan dengan grafik pada gambar diatas untuk menentukan rasio belok kirinya.

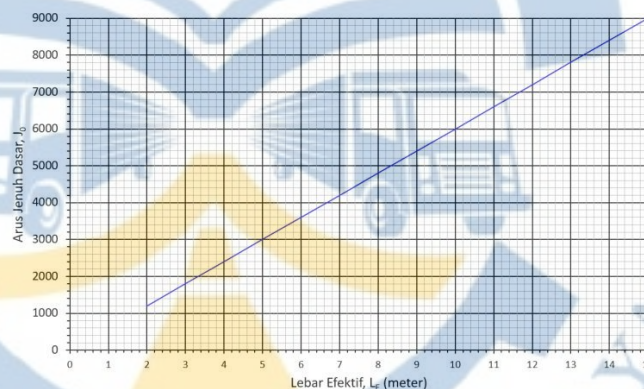
1. Arus Jenuh Dasar

- a. Untuk pendekat terlindung, J_0 ditentukan oleh persamaan 3.2, sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat. Selain itu, penetapan nilai J_0 untuk tipe pendekat terlindung, dapat ditentukan dengan menggunakan diagram yang ditunjukkan dalam Gambar 3.10.

$$J_0 = 600 \times L_E \quad (3.2)$$

Keterangan:

- J_0 adalah arus jenuh dasar, dalam SMP/jam
- L_E adalah lebar efektif pendekat, dalam meter



Gambar 3. 10 Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (tipe P)

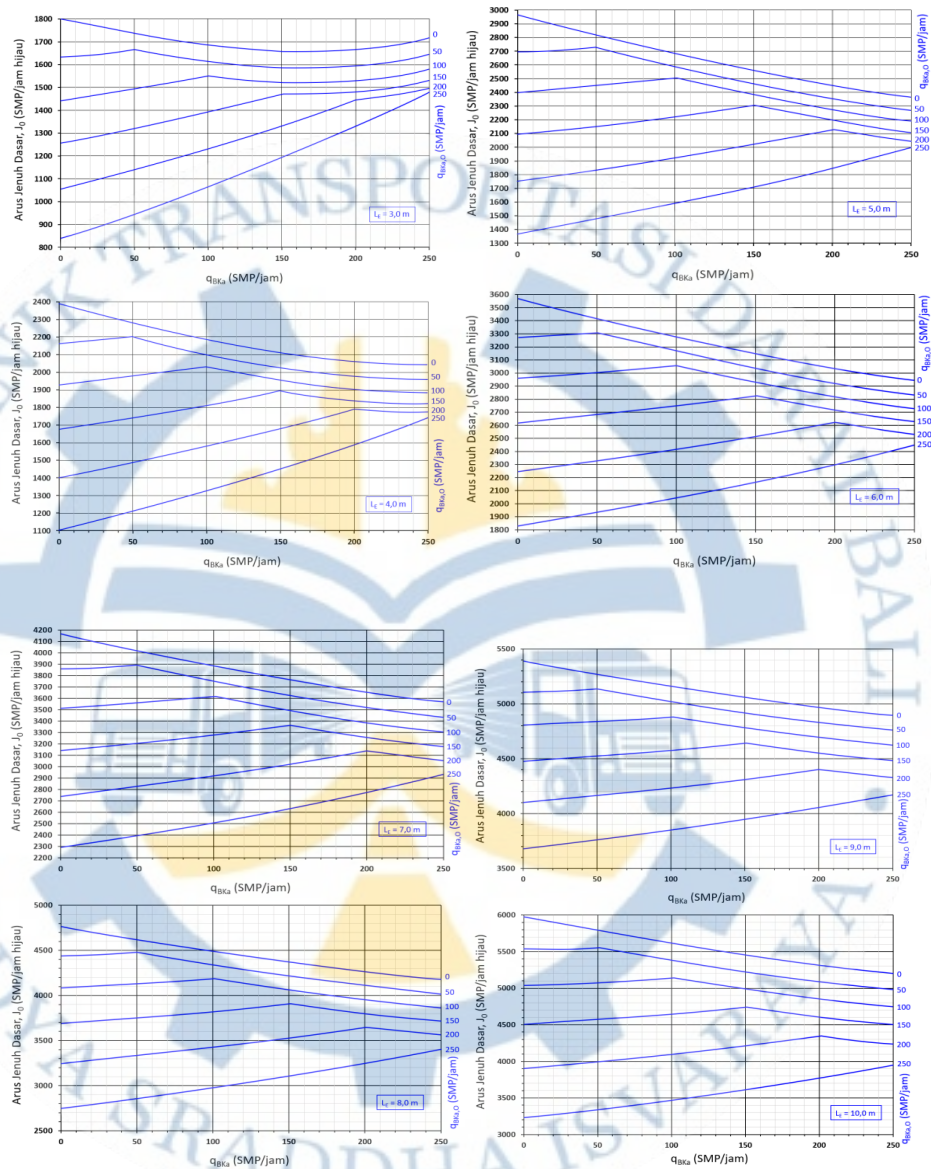
Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Gambar diatas merupakan penentuan arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (tipe P), yang dimana ditentukan dengan menentukan lebar efektif yang kemudian disesuaikan dengan grafik yang terdapat pada gambar.

- b. Untuk pendekat terlawan (tipe O), dan:

- 1) Tidak dilengkapi lajur belok kanan terpisah, maka J_0 ditentukan menggunakan Gambar 3.11. sebagai fungsi dari L_E , q_{BKa} , dan $q_{BKa,O}$.

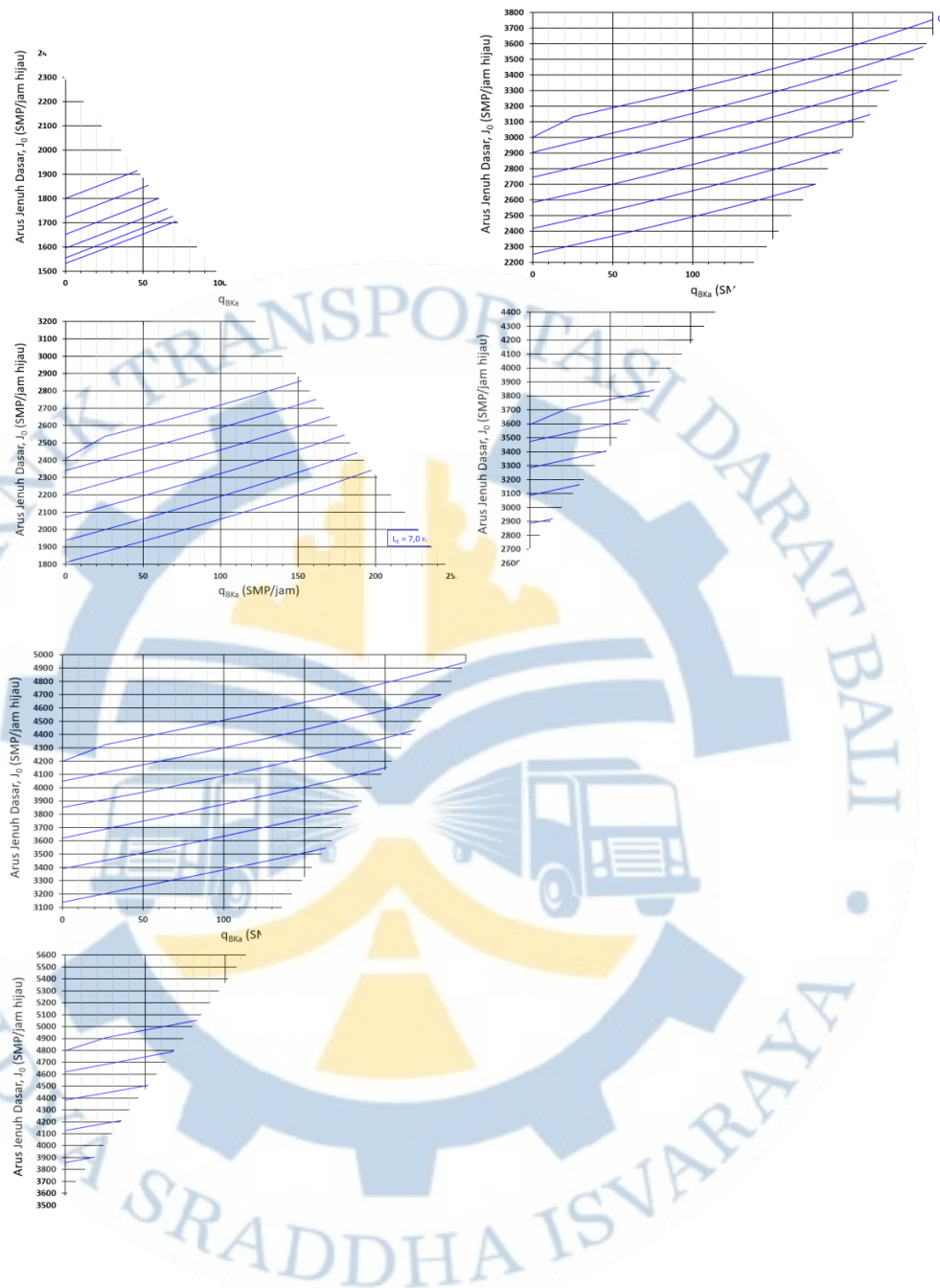
- 2) dilengkapi dengan lajur belok kanan terpisah, maka gunakan Gambar 3.12, sebagai fungsi dari LE, qBKa, dan qBKaO



Gambar 3. 11 Arus jenuh dasar (J0) untuk pendekat tak terlindung (tipe O) tanpa lajur belok kanan

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Gambar diatas merupakan cara untuk menentukan arus jenuh dasar untuk pendekat tak terlindung (tipe O) tanpa lajur belok kanan. Ditentukan dengan melihat arus lalu lintas pada simpang, dan kemudian disesuaikan dengan grafik yang terdapat pada gambar.



Gambar 3. 12 Arus jenuh dasar (J_0) untuk pendekat tak terlindung (tipe O) yang dilengkapi dengan lajur belok kanan terpisah
 Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Gambar diatas merupakan cara untuk menentukan arus jenuh dasar untuk pendekat tak terlindung (tipe O) dilengkapi dengan lajur belok kanan. Ditentukan dengan melihat arus lalu lintas pada simpang, dan kemudian disesuaikan dengan grafik yang terdapat pada gambar.

2. Rasio Arus Terhadap Arus Jenuh

Dalam menganalisis rasio arus terhadap arus jenuh, $R_{q/J}$, perlu diperhatikan bahwa:

- 1) Jika arus B_{KJT} harus dipisahkan dari analisis, maka hanya arus lurus dan belok kanan sajayang dihitung sebagai nilai q .
- 2) Jika $L_E = L_K$, maka hanya arus lurus saja yang masuk dalam nilai q .
- 3) Jika pendekat mempunyai dua fase, yaitu fase kesatu untuk arus terlawan (O) dan fase kedua untuk arus terlindung (P), maka arus gabungan dihitung dengan pembobotan seperti proses perhitungan arus jenuh pada.

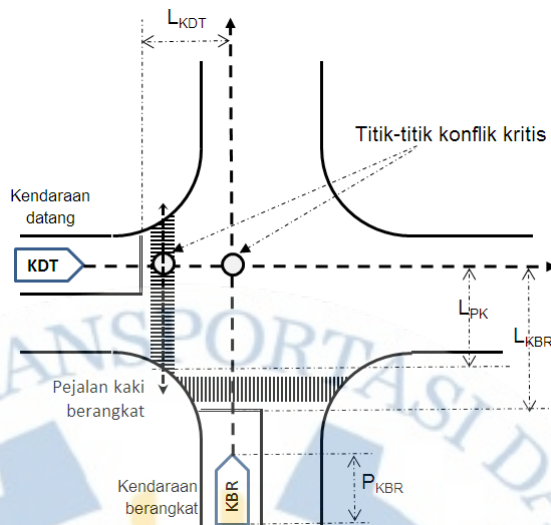
$R_{q/J}$ dihitung menggunakan persamaan 3.3 berikut ini:

$$R_{q/J} = \frac{q}{\bar{J}} \quad (3.3)$$

3.4.3 Waktu Isyarat Apill

1. Waktu Merah Semua dan Waktu Hilang Total

w_{MS} diperlukan untuk pengosongan area konflik dalam simpang APILL pada akhir setiap fase. Waktu ini memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (KBR) melewati garis henti padaakhir isyarat kuning sampai dengan meninggalkan titik konflik. Jarak ini adalah panjang lintasan keberangkatan (L_{KBR}) ditambah panjang kendaraan berangkat (P_{KBR}) sebelum kedatangan kendaraan pertama yang datang dari arah lain (KDT) pada fase berikutnya yang melewati garis henti pada awal isyarat hijau sampai dengan ke titik konflik yang sama dengan jarak lintasan L_{KDT} . Jadi, w_{MS} merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti masing-masing arah sampai ke titik konflik, serta panjang dari kendaraan yang berangkat (P_{KBR}). Dalam hal waktu lintasan pejalan kaki (L_{PK}) lebih lama ditempuh dibandingkan L_{KBR} , maka L_{PK} yang menentukan panjang lintasan berangkat (lihat gsmbsr 3.13).



Gambar 3. 13 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Apabila periode w_{MS} untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, maka waktu hijau hilang total (w_{HH}) untuk simpang APILL untuk setiap siklus dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu - waktu antar hijau menggunakan persamaan 3.4

$$W_{HH} = \sum_i (W_{MS} + W_K)_i \quad (3.4)$$

2. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus (s) dan waktu hijau (W_H). Tahap pertama adalah penentuan waktu siklus untuk sistem kendali waktu tetap yang dapat dilakukan menggunakan rumus Webster (1966). Rumus ini bertujuan meminimumkan tundaan total. Tahap selanjutnya adalah menetapkan waktu hijau (W_H) pada masing-masing fase (i). Nilai s ditetapkan menggunakan persamaan 3.5

$$s = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{q/J} \text{ kritis})} \quad (3.5)$$

Keterangan:

- s adalah waktu siklus, dalam detik
- w_{HH} adalah jumlah waktu hijau hilang per siklus, dalam detik
- $R_{q/J}$ adalah rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh, q/J

- R_q/J kritis adalah nilai R_q/J yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama. $\Sigma R_q/J$ kritis adalah rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua R_q/J kritis dari semua fase) pada siklus tersebut.

w_H ditetapkan menggunakan persamaan 3.6.

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J \text{ kritis}}}{\sum (R_{q/J \text{ Kritis}})_i} \quad (3.6)$$

Keterangan:

- w_{Hi} adalah waktu hijau pada fase i , detik
- i adalah indeks untuk fase ke i

3.4.4 Kapasitas

Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau. Kapasitas pada simpang dihitung pada setiap pendekat ataupun kelompok lajur didalam suatu pendekat. Kapasitas simpang dihitung tiap pendekatnya. Untuk menghitung kapasitas simpang digunakan persamaan 3.7.

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (3.7)$$

Keterangan:

- C = Kapasitas Simpang APILL, dalam SMP/jam
- J = arus jenuh, dalam SMP/jam
- w_H = total waktu hijau dalam satu siklus, dalam detik
- s = adalah waktu siklus, dalam detik

3.4.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) yaitu perbandingan arus lalu lintas dengan kapasitas suatu ruas jalan yang dinyatakan dalam satuan smp/jam dan digunakan untuk analisis lain seperti kecepatan. Derajat Kejenuhan Simpang dihitung pada masing-masing pendekat.

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (3.8)$$

Keterangan

- DJ = derajat kejenuhan
- C = kapasitas segmen jalan, dalam SMP/jam
- q = volume lalu lintas, dalam SMP/jam, yang dalam analisis kapasitas terdiri dari dua jenis, yaitu qeksisting hasil perhitungan lalu lintas dan qJP hasil prediksi atau hasil perancangan.

3.4.6 Antrian

Antrian yaitu banyaknya kendaraan yang mengantri pada suatu simpang (smp) dan panjang antrian (m) atau jumlah kendaraan sisa fase sebelum dan kendaraan datang fase sekarang.

1) Mencari NQ1

NQ1 adalah jumlah kendaraan yang tersisa dari sisa fase hijau sebelumnya. Berikut adalah rumus untuk perhitungannya.

$$N_{q1} = 0,25 \times s \times \left\{ (D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}} \right\} \quad (3.9)$$

Keterangan

NQ1 = jumlah smp sisa dari fase hijau sebelumnya

Dj = derajat kejenuhan

s = arus jenuh dikalikan rasio hijau (S×GR)

2) Mencari NQ2

NQ2 adalah jumlah kendaraan yang datang selama fase merah berlangsung. Berikut adalah rumus untuk perhitungannya.

$$N_{q2} = s \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{q}{3600} \quad (3.10)$$

Keterangan

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

Dj = derajat kejenuhan

Rh = rasio hijau

s = waktu siklus (det)

q = arus lalu-lintas masuk diluar LTOR (smp/jam)

3) Mencari NQ Max

(3.11)

$$N_q = N_{q1} + N_{q2}$$

4) Mencari Panjang Antrian

$$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M} \quad (3.12)$$

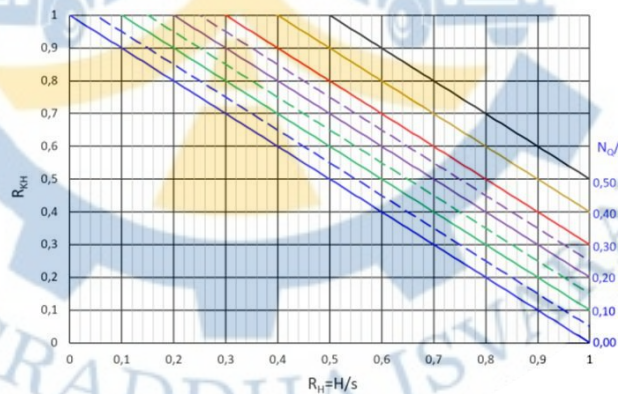
3.4.7 Rasio Kendaraan Henti

R_{KH} yaitu rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang anjuran terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut, dihitung menggunakan persamaan 3.12 atau dapat menggunakan gambar 3.14.

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600 \quad (3.13)$$

Keterangan:

- N_q adalah jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat hijau
- s adalah waktu siklus, dalam detik
- q adalah arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau, dalam SMP/jam



Gambar 3. 14 Penentuan rasio kendaraan terhenti

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Gambar diatas merupakan gambar cara menentukan rasio kendaraan berhenti, ditentukan dengan menghitung jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat hijau yang pada gambar ditunjukkan untuk rata – rata antrian kendaraan memiliki warna garis yang berbeda. Kemudian

setelah menemukan rata – rata antrian kemudian disesuaikan dengan grafik pada gambar.

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti, N_{KH} , adalah jumlah berhenti rata rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu Simpang APILL, dihitung menggunakan persamaan 3.14.

$$N_{KH} = q \times R_{KH} \quad (3.14)$$

3.4.8 Tundaan

Tundaan adalah waktu menunggu kendaraan untuk melalui suatu persimpangan. Tundaan ada 2 yaitu tundaan lalu lintas (TLL) dan tundaan geometri (TG). Tundaan rata-rata dinyatakan dalam satuan det/smp.

1. Mencari Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalulintas yang bertentangan. Berikut adalah rumus untuk perhitungannya.

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C} \quad (3.15)$$

Keterangan

TLL = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

s = waktu siklus yang disesuaikan (det)

Rh = rasio hijau (g/c)

Dj = derajat kejenuhan

N_{Q1} = jumlah smp sisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

2. Mencari Tundaan Geometri

Tundaan geometrik adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpang yang dipengaruhi oleh geometri jalan. Berikut adalah rumus untuk perhitungannya.

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (3.16)$$

Keterangan

Tg = Tundaan geometri rata-rata (det/smp)

Rkh = Rasio kendaraan terhenti = Min (NS, 1)

Pb = Rasio kendaraan berbelok pada pendekatan

3. Mencari Tundaan Rata – Rata

$$T_i = T_{LLi} + T_{Gi} \quad (3.17)$$

3.3 Penelitian Terdahulu/Keaslian Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerja dari Simpang 4 Lamper - Gajah. Tetapi penelitian sejenis sudah pernah dilaksanakan pada lokasi berbeda dan terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Diantaranya:

Tabel 3. 4 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul (Tahun)	Persamaan	Perbedaan
Dwi Aryandi et al., 2017	Peningkatan Kinerja Simpang Melalui Manajemen Hambatan Sampung dan Pengaturan Arus Lalu Lintas	Pada penelitian ini, objek yang diteliti sama yaitu persimpangan dan memiliki output yang sama yaitu peningkatan kinerja pada simpang yang dikaji	Pada penelitian ini menggunakan metode yang berbeda, yaitu menggunakan metode MKJI 1997
Wikrama, 2011	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat-Jalan Gunung Salak)	Pada penelitian ini, memiliki persamaan pada output penelitian yaitu hasil alternatif yang digunakan untuk meningkatkan kinerja simpang	Penelitian yang dilakukan oleh Wikrama hanya menggunakan metode MKJI saja

Jadi, berdasarkan penelitian terdahulu diatas, perbedaan yang paling terlihat terdapat pada penggunaan metode yang dimana pada penelitian terdahulu diatas kebanyakan menggunakan metode MKJI 1997, sedangkan untuk penelitian saya kali ini menggunakan PKJI 2023. Sedangkan untuk persamaan dari penelitian terdahulu diatas adalah terdapat pada output penelitian itu sendiri yang dimana menghasilkan rekomendasi untuk peningkatan kinerja pada simpang yang akan dikaji.