

TUGAS AKHIR

ANALISIS PANJANG ANTRIAN DENGAN TUNDAAN PADA PERSIMPANGAN BERSIGNAL MEDAN KOTA

(Studi Kasus : Persimpangan Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

APRILIAN DWI HANI USHOLEHAH MARU'AO

1907210017



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

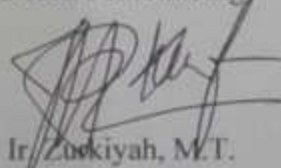
Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aprilian Dwi Hani Usholehah Maru'ao
NPM : 1907210017
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Transport
Judul Skripsi : Analisis Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada
Persimpangan Bersignal Medan Kota (Studi Kasus
Persimpangan Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Pembimbing



Ir. Zulkiyah, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

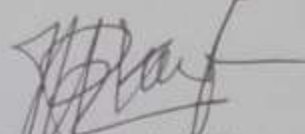
Nama : Aprilian Dwi Hani Usholehah Maru'ao
NPM : 1907210017
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Transport
Judul Skripsi : Analisis Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada
Persimpangan Bersignal Medan Kota (Studi Kasus
Persimpangan Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 September 2023

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



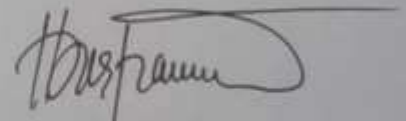
Ir. Zurkiyah, M.T.

Dosen Pembanding I



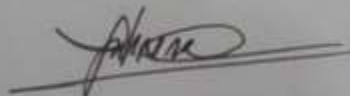
M. Husin Gultom, S.T., M.T.

Dosen Pembanding II



Ir. Sri Asfiati, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprilian Dwi Hani Usholehah Maru'ao
Tempat/Tanggal Lahir : Medan / 09 April 2002
NPM : 1907210017
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Analisis Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersignal Medan Kota (Studi Kasus Persimpangan Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi)".

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kerjasama saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 20 September 2023

Saya yang menyatakan,



Aprilian Dwi Hani Usholehah Maru'ao

NPM: 1907210017

ABSTRAK

ANALISIS PANJANG ANTRIAN DENGAN TUNDAAN PADA PERSIMPANGAN BERSIGNAL MEDAN KOTA (Studi Kasus : Persimpangan Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi)

Aprilian Dwi Hani U. Maru'ao
1907210017
Ir. Zurkiyah, M.T.

Jalan raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang memiliki peranan penting untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain, pertumbuhan penduduk serta kepemilikan kendaraan akan memacu peningkatan aktifitas penduduk itu sendiri. Aktifitas penduduk suatu perkotaan dapat timbul oleh adanya kawasan penarik (attractive) dan kawasan bangkitan (generation) yang meningkatkan tuntutan lalu lintas (traffic demand). Pesatnya perkembangan kota Medan memerlukan perhatian maupun penialian kerja untuk kondisi persimpangan, terutama pada perkotaan yang ketersediaan ruang yang sangat terbatas. Oleh karena itu pengelolaan pada lalu lintas sangatlah penting, sehingga perlu diketahui karakteristik volume dan kapasitas pada ruas jalan, hubungan pada panjang antrian dengan tundaan pada persimpangan. pengambilan data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei lapangan yang berlokasi yang di pilih untuk di teliti dipersimpangan Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi dan data sekunder berupa teori – teori dan perhitungan dari denah lokasi dan PKJI, 2014 yang berkaitan dengan studi ini penelitian kasus ini. Analisa data berupa perhitungan nilai antrian, tundaan, serta panjang antrian, nilai derajat kejenuhan pada pendekatan – pendekatan persimpangan yang mana data diperoleh dari hasil survei yang dilakukan satu minggu terhadap volume lalu lintas dengan menggunakan metode PKJI 2014 (Pedoman Kapasitas Indonesia 2014). Hasil dari survei ini menunjukkan nilai derajat jenuh, panjang antrian dan tundaan lalu lintas pada Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi yaitu nilai derajat jenuh 0,68, 0,68, 0,77, 0,78, nilai panjang antrian 40 meter, 37,78 meter, 80 meter dan 84 meter, nilai tundaan lalu lintas rata – rata 46,86 det/skr, 46,23 det/skr, 41,17 det/skr, 41,35 det/skr.

Kata kunci: Persimpangan Bersignal, Panjang antrian, tundaan, PKJI 2014

ABSTRACT

QUEUE LENGTH ANALYSIS WITH DELAYS AT SIGNAL JUNCTIONS CITY MEDAN

(Case Study: Intersection of Jl. SM Raja - Jl. Turi - Jl. Pelangi)

Aprilian Dwi Hani U. Maru'ao

1907210017

Ir. Zurkiyah, M.T.

Highways are part of land transportation facilities which have an important role in connecting one place to another. Population growth and vehicle ownership will spur an increase in the activity of the population itself. Population activity in an urban area can arise from the existence of attractive areas and generation areas which increase traffic demands. The rapid development of the city of Medan requires attention and assessment of intersection conditions, especially in urban areas where space availability is very limited. Therefore, traffic management is very important, so it is necessary to know the characteristics of volume and capacity on road sections, the relationship between queue length and delays at intersections. primary data collection, namely data obtained from the results of field surveys which are located which are selected to be examined at the intersection of Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi and secondary data in the form of theories and calculations from location plans and PKJI, 2014 which are related to this case research study. Data analysis takes the form of calculating queue values, delays, and queue lengths, the value of the degree of saturation at intersection approaches, where the data is obtained from the results of a survey conducted one week on traffic volume using the PKJI 2014 method (Indonesian Capacity Guidelines 2014). The results of this survey show the degree of saturation, queue length and traffic delays on Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. The rainbow is a saturation degree value of 0.68, 0.68, 0.77, 0.78, a queue length value of 40 meters, 37.78 meters, 80 meters and 84 meters, an average traffic delay value of 46.86 sec/cur, 46.23 sec/cur, 41.17 sec/cur, 41.35 sec/cur.

Keywords: Signaled Intersection, Long queue, delay, PKJI 2014

KATA PENGANTAR

سَمِ اللهُ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersignal Medan Kota (Studi Kasus Persimpangan Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak M. Husin Gultom, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Terimakasih yang istimewa sekali kepada Ayahanda tercinta H. Muhammad Hafidz, Ibunda tercinta Hj. Aznina Maru'ao, Kakanda Vinky Hani Lorenza Maru'ao dan Beserta Keluarga besar saya yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga saya dapat menyelesaikan studi saya.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 20 September 2023

Aprilian Dwi Hani Usholehah Maru'ao
NPM: 1907210017

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Deskripsi Teoretis	5
2.1.1. Simpang	5
2.1.2. Kapasitas Simpang	6
2.2. Definisi Jalan Perkotaan	7
2.2.1. Karakteristik Jalan Perkotaan	7
2.3. Simpang APILL	8
2.3.1. Prinsip Simpang APILL	10
2.3.2. Menghitung Data Masukan Lalu Lintas	13
2.3.3. Menetapkan Pengaturan Signal APILL	14
2.3.4. Penetapan Waktu Isyarat	16
2.3.5. Tipe Pendekatan	16

2.3.6	Penentuan lebar pendekat efektif (L_E)	17
2.3.7	Arus Jenuh Dasar, S_0	17
2.3.8	Menetapkan Arus (S)	24
2.3.9	Rasio Arus / Arus Jenuh, $R_{Q/S}$	24
2.3.10	Waktu Siklus Dan Waktu Hijau	25
2.3.11	Kapasitas Simpang APILL	26
2.3.12	Derajat Kejenuhan (D_J)	27
2.3.13	Kinerja Lalu Lintas Simpang APILL	27
2.3.14	Penilaian Kerja	32
2.4.	Tingkat Pelayanan Jalan	32
2.5.	Volume Lalu Lintas	34
2.5.1	Volume Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)	34
2.6.	Satuan Kendaraan Ringan (SKR)	34
2.7.	Lampu Pengatur Lalu Lintas (Traffic Light)	36
BAB 3 METODE PENELITIAN		38
3.1.	Rencana Kegiatan Penelitian	38
3.2.	Pemilihan Lokasi Penelitian	39
3.3.	Pengumpulan Data	39
3.3.1	Data Primer	40
3.3.2	Data Sekunder	41
3.4.	Pelaksanaan Survei	41
3.4.1	Jenis Survei	41
3.4.2	Perlengkapan Survei	41
3.5.	Metode Pengolahan Data	41
3.6.	Data Volume Kendaraan Pada Jam Puncak (VJP)	42
3.7.	Kondisi Arus Lalu Lintas	42
3.8.	Data Sinyal Lalu Lintas (Traffic Light)	43
3.9.	Data Faktor Hambatan Sampung	43
3.10.	Data Geometrik & Lingkungan Simpang	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1.	Umum	45
4.2.	Kondisi Lalu Lintas	45

4.3. Parameter-parameter Persimpangan	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN A. Data Survei Lapangan	70
LAMPIRAN B. Foto Dokumentasi Survei	75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Pendekat dan Sub-Pendekat (PKJI, 2014)	9
Gambar 2.2 : Konflik primer dan konflik sekunder pada simpang APILL 4 lengan (PKJI, 2014)	10
Gambar 2.3 : Urutan waktu menyala isyarat pada pengaturan APILL 2 fase (PKJI, 2014)	11
Gambar 2.4 : Pengaturan dua fase, hanya konflik-konflik primer yang diperlukan (PKJI, 2014).	12
Gambar 2.5 : Pengaturan tiga fase dengan pemutusan paling akhir pada pendekat utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini (PKJI, 2014)	12
Gambar 2.6 : Pengaturan tiga fase dengan start dini dari pendekat utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari dari arah ini (PKJI, 2014)	13
Gambar 2.7 : Pengaturan tiga fase dengan belok kanan terpisah pada salah satu jalan (PKJI, 2014)	13
Gambar 2.8 : Pengaturan empat fase dengan belok kanan terpisah pada kedua jalan (PKJI, 2014)	13
Gambar 2.9 : Pengaturan empat fase dengan berangkat dari satu persatu pendekat pada saatnya masing-masing (PKJI, 2014)	13
Gambar 2.10 : Titik Konflik Kritis dan Jarak (PKJI, 2014)	14
Gambar 2.11 : Penentuan Tipe Pendekat (PKJI, 2014)	16
Gambar 2.12 : Lebar pendekat dengan atau tanpa pulau lalu lintas (PKJI, 2014)	17
Gambar 2.13 : Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (tipe P)(PKJI,2014)	18
Gambar 2.14 : Arus jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) tanpa lajur belok kanan terpisah (PKJI, 2014)	19
Gambar 2.15 : Arus jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) yang di lengkapi lajur belok kanan terpisah (PKJI, 2014)	20
Gambar 2.16 : Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G) (PKJI, 2014)	21
Gambar 2.17 : Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir (F_P) (PKJI, 2014)	22

Gambar 2.18 : Faktor penyesuaian untuk belok kanan (F_{BKa}) (PKJI, 2014)	23
Gambar 2.19 : Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri (F_{BKl})(PKJI,2014)	23
Gambar 2.20 : Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian, cbp (PKJI, 2014)	25
Gambar 2.21 : Jumlah antrian maksimum (NQMAX), skr, sesuai dengan peluang untuk beban lebih (POL) dan NQ	28
Gambar 2.22 : Jumlah kendaraan tersisa (skr) dari sisa fase sebelumnya (PKJI, 2014)	29
Gambar 2.23 : Jumlah kendaraan yang datang kemudian antri pada fase merah (PKJI 2014)	30
Gambar 2.24 : Penentuan rasio kendaraan terhenti, R_{KH} (PKJI 2014)	30
Gambar 2.25 : Tundaan lalu lintas simpang sebagai fungsi dari D_J (PKJI, 2014)	31
Gambar 2.26 : Tundaan lalu lintas jalan mayor sebagai fungsi dari D_J (PKJI, 2014)	32
Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 3.2 : Lokasi Penelitian	39
Gambar 3.3 : Kondisi lalu lintas pada jam puncak dalam satuan kend./jam (Hasil rekap data survei volume kendaraan)	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Kode Tipe Simpang (PKJI 2014)	9
Tabel 2.2 : Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK}) (PKJI 2014)	21
Tabel 2.3 : Faktor Koreksi Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (F_{HS}) (PKJI 2014)	21
Tabel 2.4 : Waktu Siklus Layak (PKJI 2014)	26
Tabel 2.5 : Tingkat Pelayanan Jalan (PKJI 2014)	33
Tabel 2.6 : Klasifikasi Jenis Kendaraan (PKJI 2014)	36
Tabel 2.7 : Nilai ekivalen kendaraan ringan (PKJI, 2014)	36
Tabel 3.1 : Data lalu lintas volume jam puncak pada wilayah penelitian, Senin 20 Febuari 2023 (Hasil rekap data survei volume kendaraan).	42
Tabel 3.2 : Waktu Sinyal Lalu Lintas (Senin, 20 Febuari 2023)	43
Tabel 3.3 : Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan simpang, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (FHS)	44
Tabel 3.4 : Data Geometrik (Survei Geometrik Jalan, Senin 20 Febuari 2023)	44
Tabel 3.5 : Data Lingkungan Simpang (Survei Geometrik Jalan, Senin 20 Febuari 2023)	44
Tabel 4.1 : Hasil Geometrik Pengaturan Lalu Lintas Lingkungan (Formulir PKJI, 2014)	61
Tabel 4.2 : Hasil Arus Lalu Lintas (Formulir PKJI, 2014)	62
Tabel 4.3 : Hasil Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang (Formulir PKJI, 2014)	63
Tabel 4.4 : Hasil Penentuan Waktu Sinyal & Kapasitas (Formulir PKJI, 2014)	64
Tabel 4.5 : Hasil Panjang Antrian Jumlah Kendaraan Terhenti Tundaan (Formulir PKJI, 2014)	65

DAFTAR NOTASI

C_0	=	Kapasitas dasar simpang (skr/jam)
F_{LP}	=	Faktor koreksi lebar rata – rata pendekat
F_M	=	Faktor koreksi tipe median
F_{UK}	=	Faktor koreksi ukuran kota
F_{HS}	=	Faktor koreksi hambatan samping
F_{BK_i}	=	Faktor koreksi rasio arus belok kiri
F_{BK_a}	=	Faktor koreksi rasio arus belok kanan
F_{RM_i}	=	Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.
q_{jd}	=	Lebar jalur lalu lintas jam desain
V_{KBR}	=	10 m/det (kendaraan bermotor)
V_{KDT}	=	10 m/det (kendaraan bermotor) 3m/det (kendaraan tak bermotor misalnya sepeda) 1,2 m/det (pejalan kaki)
P_{KBR}	=	5 m (KR atau KB) 2 m (SM atau KTB)
S	=	Arus Jenuh, skr / jam
F_{UK}	=	Faktor penyesuaian S_0 terkait ukuran kota
F_{HS}	=	Faktor penyesuaian S_0 akibat HS lingkungan jalan
F_G	=	Faktor penyesuaian S_0 akibat kelandaian memanjang pendekat
F_P	=	Faktor penyesuaian S_0 akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama
F_{BK_a}	=	Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan
F_{BK_i}	=	Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri
S_0	=	Arus jenuh dasar, skr/jam
L_E	=	Lebar efektif pendekat, m
LHRT	=	Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan, dinyatakan dalam skr/hari.
c	=	Waktu siklus, detik
H_H	=	Jumlah waktu hijau hilang per siklus, detik

$R_{Q/S}$	= Rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh, Q/S
$R_{Q/S \text{ kritis}}$	= Nilai $R_{Q/S}$ yang tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada fase yang sama
$\Sigma R_{Q/S \text{ kritis}}$	= Rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua $R_{Q/S}$ kritis dari semua fase) pada siklus tersebut
H_i	= Waktu hijau pada fase I (detik)
i	= Indeks untuk fase I
C	= Kapasitas simpang APILL, skr / jam
S	= Arus jenuh, skr / jam
H	= Total waktu hijau dalam satu siklus, detik
C	= Waktu siklus, detik
D_j	= Derajat kejenuhan
Q	= Semua arus lalu lintas (skr / jam)
K	= Faktor jam rencana ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas berdasarkan jam selama satu tahun. Nilai k yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar antara 7% sampai dengan 12%.
L_{BkiJT}	= Lebar Belok Kiri Langsung
L_K	= Lebar Keluar
L_M	= Lebar Masuk
R_{Bka}	= Rasio Belok Kanan
R_{Bki}	= Rasio Belok Kiri
R_{AS}	= Rasio Arus Simpang
R_F	= Rasio Fase
P_A	= Panjang Antrian
R_H	= Rasio Hijau
R_{KH}	= Rasio Kendaraan Henti
N_H	= Jumlah Kendaraan Henti
T_L	= Tundaan Lalu Lintas
T_G	= Tundaan Geometrik
P_B	= Porsi Kendaraan Berbelok
M_{semua}	= Kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat

- L_{KBR}, L_{KDT}, L_{PK} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat, kendaraan yang datang, dan pejalan kaki (m).
- V_{KBR}, V_{KDT}, V_{PK} = Kecepatan untuk masing – masing kendaraan berangkat, kendaraan datang dan pejalan kaki, (m/det)
- PKJI 2014 = Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014
- LOS = Level Of Service (Tingkat Pelayanan)
- APILL = Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas
- EKR = Ekvivalen Kendaraan Ringan.
- SKR = Satuan Kendaraan Ringan.
- Kend / jam = Kendaraan per jam.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang memiliki peranan penting untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain. Sejalan dengan pesatnya pembangunan yang berwawasan nasional maka prasarana maupun sarana transportasi darat merupakan tulang punggung bagi sector pendukung lainnya.

Pertumbuhan penduduk serta kepemilikan kendaraan akan memacu peningkatan aktifitas penduduk itu sendiri. Aktifitas penduduk suatu perkotaan dapat timbul oleh adanya kawasan penarik (*attractive*) dan kawasan bangkitan (*generation*) yang meningkatkan tuntutan lalu lintas (*traffic demand*). Peningkatan tuntutan lalu lintas akan menambah masalah kemacetan (*congestion*) pada suatu ruas jalan dan persilangan jalan sebidang (*intersection*). Untuk mengantisipasi permasalahan ini dibutuhkan pengelolaan lalu lintas (*traffic management*) seperti jalan satu arah, perparkiran, pembatasan pergerakan kendaraan, persinyalan simpang, dll.

Kemajuan dan perkembangan teknologi yang terjadi terhadap kota Medan dan masyarakat kota Medan menimbulkan peningkatan dan perkembangan diberbagai sektor. Dengan meningkatnya perkembangan diberbagai sekor khususnya disektor ekonomi, tentu akan menimbulkan kenaikan taraf hidup dan pendapatan masyarakat Kota Medan tentunya. Dengan meningkatnya taraf hidup maka mobilisasi masyarakat kota Medan dari satu wilayah ke wilayah yang lainnya dengan menggunakan transportasi baik angkutan umum, sepeda motor, mobil dan yang lainnya tentu juga akan meningkat. Meningkatnya jumlah kendaraan atau transportasi di Kota Medan tentu akan menimbulkan kepadatan dan panjang antrian yang cukup panjang di persimpangan - persimpangan Kota Medan (Simbolon, A. W., 2022).

Persimpangan dalam jaringan jalan membutuhkan perhatian yang lebih spesifik, karena masalah lalu lintas paling banyak di persimpangan. Dan banyaknya lalu lintas yang dapat dilewatkan oleh persimpangan ini tergantung oleh

pengelolaan. Tentunya sasaran adalah bagaimana menghasilkan kualitas kerja yang lebih baik bagi arus lalu lintas untuk melewati persimpangan yaitu memaksimalkan arus lalu lintas yang lewat dan meminimumkan antrian tundaan yang terjadi.

Persinyalan merupakan pengendalian waktu berfungsi untuk mengalirkan arus lalu lintas dari suatu ruas jalan melintasi ruas jalan yang bersilang atau menggabungkan arus lalu lintas dari arah yang berbeda.

Salah satu masalah yang terjadi di Kota Medan adalah masalah kemacetan yang terjadi di persimpangan (Persimpangan Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi). Hal ini ditandai dengan antrian (*delay*) yang cukup panjang yang terjadi, dengan demikian penelitian ini dilaksanakan agar dapat mengetahui kinerja jalan dan kapasitas kendaraan di jalan ini sesuai dengan PKJI 2014.

Kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang lewat pada ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut mendekati atau melebihi 0 km/jam sehingga menyebabkan terjadinya antrian. Pada saat terjadinya kemacetan, nilai derajat kejenuhan pada ruas jalan akan ditinjau dimana kemacetan akan terjadi bila nilai derajat kejenuhan mencapai 0,5 (PKJI, 2014).

Guna mengatasi masalah tersebut sebaiknya dilakukan evaluasi kembali terhadap kondisi persimpangan, kondisi geometri jalan, peninjauan kapasitas jalan, antrian dan tundaan sehingga konflik yang terjadi di Jl. SM Raja akibat arus kendaraan dari Jl. Turi dan Jl. Pelangi dapat diminimalisir, sehingga kemacetan dapat dihindarkan. Dan dengan membutuhkan pengaturan lalu lintas seperti Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dapat memberikan kelancaran, kenyamanan, dan keselamatan bagi pengguna jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah hasil penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Faktor apa saja yang berpengaruh pada kapasitas di simpang Jl. SM Raja – Jl. Turi – Jl. Pelangi?
2. Berapa panjang antrian dan tundaan pada persimpangan jalan tersebut menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014)?

3. Bagaimana hubungan antara panjang antrian dengan tundaan pada persimpangan di simpang Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi?

1.3. Ruang Lingkup

Untuk mendapatkan suatu sistem pengaturan persimpangan jalan, banyak faktor-faktor yang harus dipertimbangkan untuk menyelesaikan masalah. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi pokok permasalahan yaitu:

1. Analisa panjang antrian dengan tundaan pada persimpangan bersinyal antara Jl. SM Raja - Jl. Turi - Jl. Pelangi Medan ini dibatasi hanya mengevaluasi besarnya tundaan karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada persimpangan (tundaan lalulintas) dan karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau berhenti karena lampu merah (tundaan geometri).
2. Lokasi simpang yang dipilih adalah merupakan persimpangan bersinyal (*Signalized Intersection*) dengan memakai waktu pengaturan tetap (*Fixed time Signal*) dan pedoman nya adalah Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.
3. Arus lalu lintas yang dihitung pada persimpangan dengan cara manual mewakili: Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KB), Sepeda Motor (SM), Kendaraan Tak Bermotor (KTB).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui faktor - faktor yang mempengaruhi kapasitas di persimpangan bersinyal pada Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi Medan.
2. Untuk mendapatkan nilai panjang antrian dan tundaan yang terjadi di persimpangan Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi Medan sesuai dengan PKJI 2014.
3. Untuk mengetahui hubungan antara panjang antrian dengan tundaan yang diperoleh di persimpangan pada Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi Medan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang kinerja simpang bersignal yang terjadi di Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi Medan.
2. Mengetahui kinerja lalu lintas dengan melihat nilai dari panjang antrian dan tundaan kendaraan dengan dasar PKJI 2014 pada simpang di Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi Medan.
3. Menambah pengalaman dan pengetahuan yang bermanfaat tentang analisis kinerja pada simpang bersinyal di simpang di Jl. SM Raja - Jl. Turi – Jl. Pelangi Medan.

1.6 Sistematis Penulisan

Sistematika penulisan dilakukan dengan membagi tulisan menjadi beberapabab, antara lain:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dilakukannya penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan umum mengenai teori dari beberapa sumber bacaan yang mendukung terhadap permasalahan yang berkaitan.

BAB 3: METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang cara – cara yang dilakukan untuk mendapatkan data yang relevan dengan studi kasus terkait.

BAB 4: ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang proses pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi, langkah kerja yang digunakan dalam analisa data.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang berdasarkan atas hasil pengolahan data yang dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Teoretis

Analisis panjang antrian kendaraan terhenti dan tundaan pada simpang bersinyal 4 lengan jalan SM Raja - jalan Turi – jalan Pelangi berdasarkan PKJI 2014, deksripsi teoritis yang di jabarkan sebagai berikut:

2.1.1 Simpang

Simpang dapat berupa Simpang-3 atau Simpang-4 yang dapat merupakan pertemuan antara tipe jalan 2/2TT, atau tipe jalan 4/2T, atau kombinasi dari tipe-tipe jalan tersebut (PKJI, 2014).

Kriteria Simpang yang dipakai dalam penetapan kapasitas dasar adalah:

- a. mempunyai kereb dan trotoar,
- b. berada di wilayah perkotaan,
- c. memiliki hambatan samping sedang, d. semua gerakan membelok dianggap diperbolehkan, dan
- d. pengaturan "prioritas", sekalipun ada dianggap tidak diikuti oleh pengguna jalan.

Pemilihan jenis Persimpangan baru (Simpang atau Simpang APILL atau Bundaran atau Simpang tak sebidang) harus didasarkan pada analisis BSH (PKJI, 2014).

Pemilihan tipe Simpang, baik Simpang baru ataupun Simpang yang akan ditingkatkan harus didasarkan atas:

1. Pencapaian $DJ \leq 0,85$;
2. Mempertimbangkan keselamatan lalu lintas
3. Paling ekonomis, sesuai dengan kebutuhan dan kinerja lalu lintas yang diharapkan
4. Memiliki nilai T yang optimum.
5. Mempertimbangkan dampaknya terhadap Lingkungan

6. Mempertimbangkan hal-hal desain teknis secara rinci
7. Berdasarkan LHRT yang dihitung dengan metode perhitungan yang benar.
8. Dan berdasarkan nilai qJD yang dihitung menggunakan nilai faktor k yang berlaku

Menurut (Sulaksono, 2001) simpang dirancang dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengurangi jumlah titik konflik
2. Mengurangi daerah konflik
3. Memprioritaskan pergerakan pada jalan utama/mayor (jalan yang memiliki fungsi atau kelas yang lebih tinggi)
4. Mengontrol kecepatan
5. Menyediakan daerah perlindungan
6. Menyediakan tempat untuk kontrol lalu lintas
7. Menyediakan dimensi atau kapasitas yang sesuai

2.1.2 Kapasitas Simpang

PKJI (2014) mendefinisikan bahwa kapasitas dihitung untuk total arus yang masuk dari seluruh lengan simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antar kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi ideal, dengan factor – Factor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya. Persamaan 2.1 adalah untuk menghitung kapasitas simpang.

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

Dimana:

- C = Kapasitas (skr / jam)
- C_0 = Kapasitas Dasar Simpang (skr / jam)
- F_{LP} = Faktor koreksi lebar rata – rata pendekat
- F_M = Faktor koreksi tipe median
- F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota
- F_{HS} = Faktor koreksi hambatan samping
- F_{BK_i} = Faktor koreksi rasio arus belok kiri
- F_{BK_a} = Faktor koreksi rasio arus belok kanan
- F_{RM_i} = Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.

2.2. Definisi Jalan Perkotaan

Dalam menganalisis kapasitas jalan perkotaan perlu dipahami terlebih dahulu mengenai pengertian ruas dan segmen jalan (PKJI, 2014). Ruas jalan merupakan panjang jalan tertentu yang telah ditentukan sebelumnya, beserta fungsi dan kelas jalannya. Segmen jalan adalah bagian dari ruas jalan atau sepanjang ruas jalan itu sendiri yang memiliki karakteristik geometrik dan lalu lintas serta lingkungan sekitar yang sama (PKJI, 2014).

Arus lalu lintas merupakan faktor penting dalam analisis kinerja lalu lintas jalan. Arus lalu lintas tersebut adalah arus kendaraan bermotor yang melewati satu segmen jalan yang ditinjau/dianalisis (PKJI, 2014). Terdapat perbedaan arus lalu lintas yang dinilai saat menganalisis untuk jalan baru dan evaluasi maupun peningkatan jalan eksisting. Untuk jalan baru diperlukan arus lalu lintas jam desain berdasarkan nilai lalu lintas harian rata-rata (LHRT) dikalikan faktor k. Untuk evaluasi dan peningkatan jalan eksisting diperlukan arus lalu lintas jam puncak eksisting yang ditentukan pada periode jam puncak (PKJI, 2014).

2.2.1 Karakteristik Jalan Perkotaan

Suatu segmen jalan perkotaan ditentukan sebagai bagian jalan antara dua Simpang APILL dan/atau Simpang utama dengan kondisi arus lalu lintas yang relatif sama di sepanjang segmen dan tidak dipengaruhi oleh kinerja simpang-simpang tersebut (adanya macet atau antrian), memiliki aktivitas samping jalan yang relatif sama di sepanjang segmen, serta mempunyai karakteristik geometrik yang hampir sama sepanjang segmen jalan (PKJI, 2014).

Jika karakteristik jalan pada suatu titik praktis berubah, maka titik tersebut menjadi batas segmen walaupun tidak ada simpang di dekatnya. Perubahan kecil geometrik jalan atau hanya sebagian kecil saja tidak merubah batas segmen, misalnya jika perbedaan lebar jalur lalu lintas yang kurang dari 0,5m (PKJI, 2014).

Apabila suatu segmen jalan kinerja lalu lintasnya disebabkan oleh Simpang, Simpang APILL, dan/atau bagian jalinan (termasuk bundaran), maka pengukuran kinerja lalu lintasnya berdasarkan kapasitas jaringan jalan, bukan ruas jalan (PKJI, 2014).

Tipe alinemen jalan yang dapat dianalisis menggunakan pedoman ini meliputi alinemen dengan kondisi sebagai berikut:

- a. Tipe alinemen datar atau hampir datar
- b. Alinemen horisontal yang lurus atau hampir lurus
- c. Pada segmen jalan yang tidak dipengaruhi oleh antrian akibat adanya persimpangan atau arus iringan kendaraan yang tinggi dari simpang bersinyal

Karakteristik utama segmen jalan yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan ada lima, yaitu:

- 1) geometrik jalan,
- 2) komposisi arus lalu lintas dan pemisah arah,
- 3) pengaturan lalu lintas,
- 4) aktivitas samping jalan, dan
- 5) perilaku pengemudi.

Terdapat karakteristik lainnya yang mempengaruhi nilai kapasitas ruas jalan, selain segmen jalan. Karakteristik tersebut yaitu hambatan samping dan ukuran kota (PKJI, 2014). Hambatan samping yang dipandang berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja jalan ada empat, yaitu:

- a) Pejalan kaki;
- b) Angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti;
- c) Kendaraan lambat;
- d) Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan

2.3. Simpang APILL

Istilah kapasitas Simpang APILL yang dipakai sebelumnya disebut Simpang Bersinyal, pedoman ini menetapkan ketentuan perhitungan kapasitas Simpang APILL untuk perencanaan dan evaluasi kinerja lalu lintas Simpang APILL meliputi penetapan waktu isyarat, kapasitas C , dan kinerja lalu lintas yang diukur oleh derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), panjang antrian (PA), dan rasio kendaraan berhenti (R_{KB}), untuk Simpang APILL 3 lengan dan Simpang APILL 4 lengan yang berada di wilayah perkotaan dan semi perkotaan. Simpang APILL digunakan untuk tujuan:

1. Mempertahankan kapasitas simpang pada jam puncak

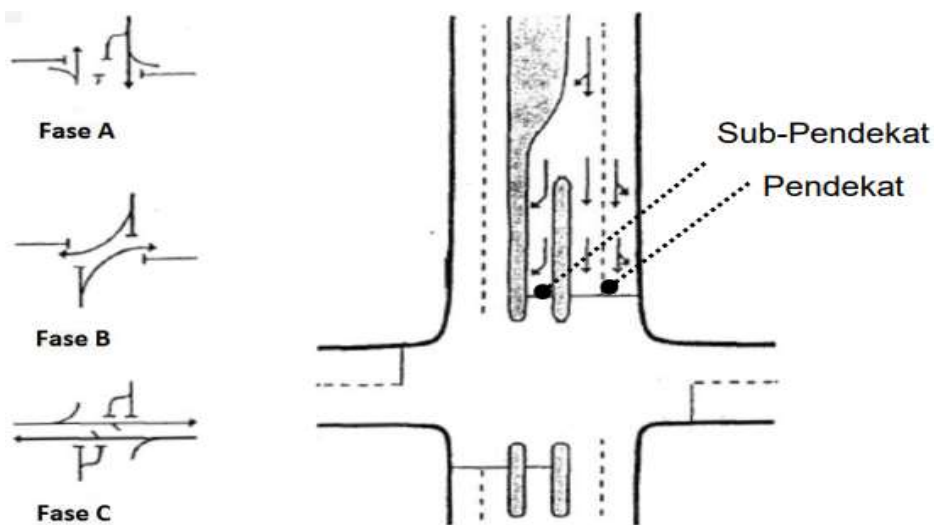
2. Mengurangi kejadian kecelakaan akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraandari arah yang berlawanan.

Tipe simpang ditetapkan berdasarkan jumlah lengan dsimpang dan jumlah jalur pada jalan mayor dan jalan minor dengan kode tiga angka. Jumlah lengan adalah jumlah untuk lalu lintas masuk dan keluar atau keduanya ditunjukkan pada.

Tabel 2.1 : Kode Tipe Simpang (PKJI, 2014)

Kode Tipe Simpang	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Jalur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

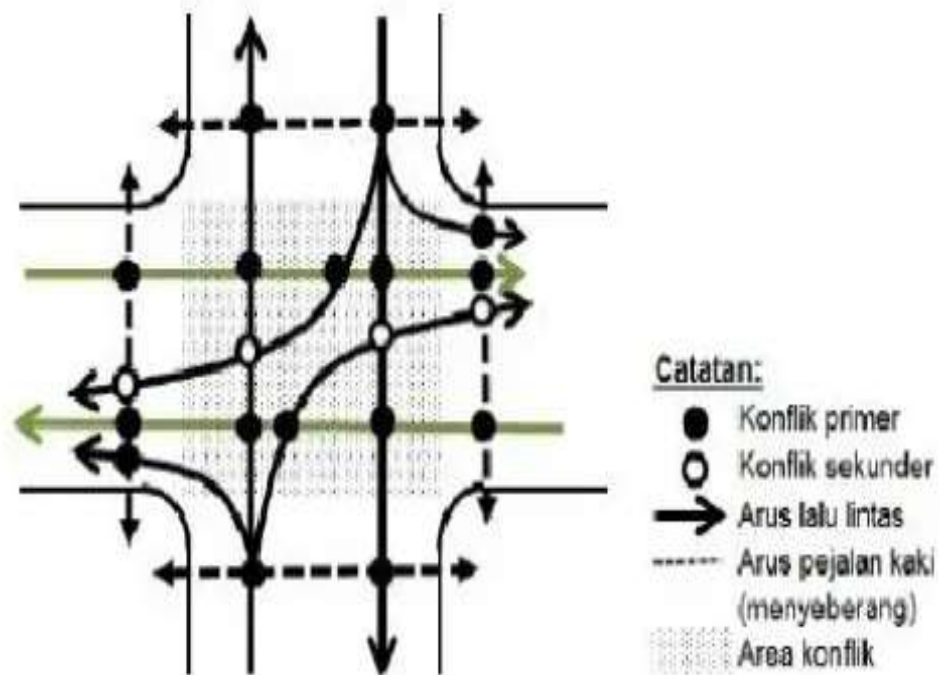
Analisis kapasitas untuk setiap pendekat dilakukan dengan cara terpisah. Satu lengan simpang dapat terdiri dari satu pendekat atau lebih (menjadi dua atau lebih sub-pendekat, termasuk pengaturan fasenya seperti pada gambar 2.3). hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/atau belok kiri mendapat isyarat hijau pada fase yang berlainan dengan lalu lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik oleh pulau-pulau jalan. Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat, lebar efektif (L_g) ditetapkan dengan mempertimbangkan lebar pendekat pada bagian masuk simpang dan pada bagian keluar simpang.



Gambar 2.1 : Pendekat dan Sub-Pendekat (PKJI, 2014)

2.3.1 Prinsip Simpang APILL

Prinsip APILL adalah dengan cara meminimalkan konflik, baik konflik primer maupun konflik sekunder. Konflik primer adalah konflik antara dua arus lalu lintas yang saling berpotongan, dan konflik sekunder adalah konflik yang terjadi dari arus luruh yang melawan atau membelok yang berpotongan dengan arus lurus yang melawan atau membelok yang berpotong dengan arus lurus atau pejalan kaki yang menyebrang.



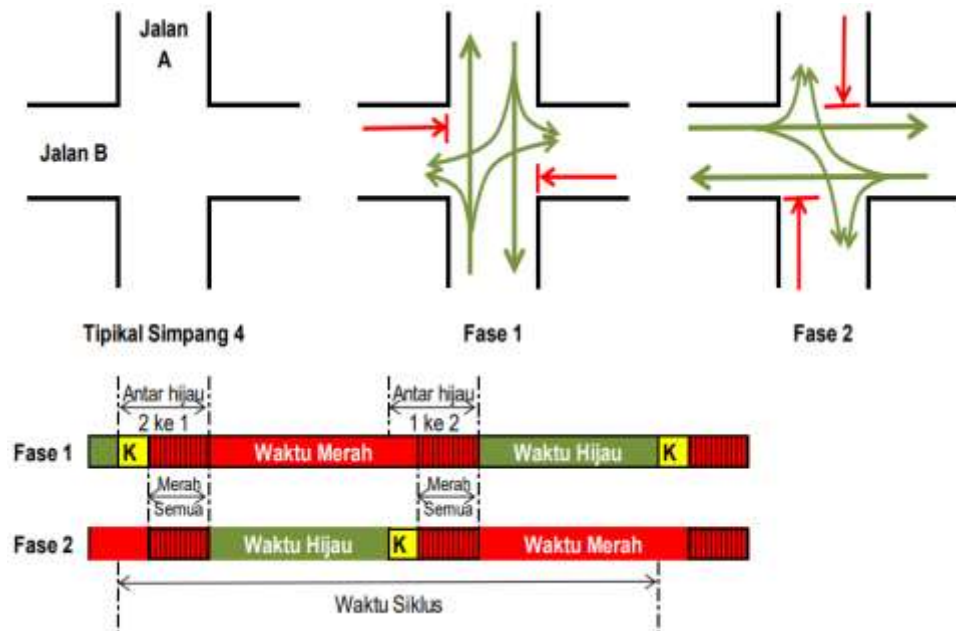
Gambar 2.2 : Konflik primer dan konflik sekunder pada simpang APILL 4 lengan (PKJI, 2014)

Untuk meningkatkan kapasitas, arus keberangkatan dari suatu pendekat dapat memiliki arus terlawan dan arus terlindung pada fase yang berbeda khusus pada kondisi dimana arus belok kanan pada lengan pendekat yang berlawanan arah sangat banyak, sehingga berpotensi menurunkan kapasitas/atau menurunkan tingkat keselamatan lalu lintas simpang

Untuk meningkatkan keselamatan, pergerakan arus lurus dapat dipisahkandari pergerakan belok kanan pada pendekat terlawan, tetapi hal ini akanmenambah jumlah fase sehingga akan menurunkan kapasitas.

Untuk memenuhi aspek keselamatan, lampu isyarat pada Simpang APILL, harus dilengkapi dengan:

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



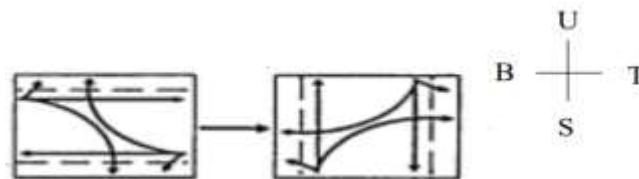
Gambar 2.3 : Urutan waktu menyala isyarat pada pengaturan APILL 2 fase (PKJI, 2014)

Dalam sistem lama, pola waktu yang sama digunakan sepanjang hari/minggu; pada sistem yang lebih modern, rencana waktu sinyal yang berbeda yang ditetapkan sebelumnya, dan digunakan untuk kondisi yang berbeda pula, sebagai contoh, kondisi lalu lintas puncak pagi, puncak sore, dan lewat puncak. Dengan tersedianya data lalu lintas, manual ini dapat digunakan untuk menghitung waktu sinyal terbaik bagi setiap kondisi.

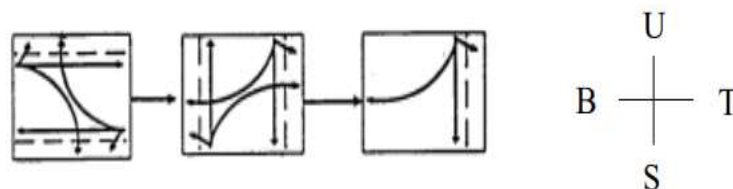
Jika pertimbangan keselamatan lalu lintas atau pembatasan-pembatasan kapasitas memerlukan pemisahan satu atau lebih gerakan belok kanan, maka banyaknya fase harus ditambah. Gambar 2.6 hingga

Gambar 2.11 menunjukkan contoh-contoh rencana fase yang berlainan untuk keperluan tersebut. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan menambah waktu siklus dan rasio waktu yang disediakan untuk pergantian antara fase (kecuali untuk tipe tertentu dari sinyal aktuasi kendaraan yang terkendali). Meskipun hal ini memberi suatu keuntungan dari sisi keselamatan lalu lintas, pada umumnya berarti bahwa kapasitas keseluruhan dari simpang tersebut akan berkurang.

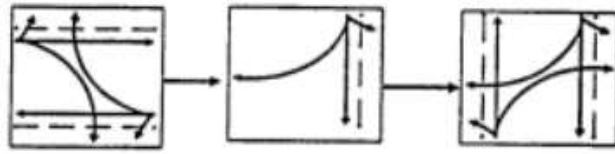
Berangkatnya arus lalu lintas selama waktu hijau sangat dipengaruhi oleh rencana fase yang memperhatikan gerakan belok kanan. Jika arus belok kanan dari suatu pendekat yang ditinjau dari arah berlawanan terjadi dalam fase yang sama dengan arus berangkat lurus dan belok kiri dari pendekat tersebut (Gambar 2.6), maka arus berangkat tersebut dianggap sebagai terlawan. Jika tidak ada arus belok kanan dari pendekat-pendekat tersebut, atau jika arus belok kanan diberangkatkan ketika lalu lintas lurus dari arah berlawanan sedang menghadapi merah (seperti Gambar 2.10 dan Gambar 2.11), arus berangkat tersebut dianggap sebagai terlindung. Pada Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 berangkat dari pendekat utara adalah terlawan sebagian dan terlindung sebagian. Pada Gambar 2.9 arus berangkat dari pendekat dari pendekat utara dan selatan adalah terlindung, sedangkan dari pendekat dan pendekat timur dan barat adalah terlawan.



Gambar 2.4 : Pengaturan dua fase, hanya konflik-konflik primer yang diperlukan (PKJI, 2014).



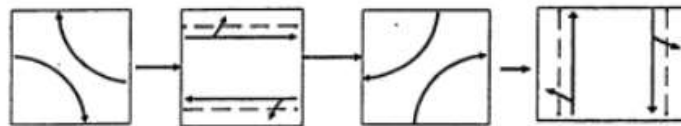
Gambar 2.5 : Pengaturan tiga fase dengan pemutusan paling akhir pada pendekat utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini (PKJI, 2014)



Gambar 2.6 : Pengaturan tiga fase dengan start dini dari pendekatan utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari dari arah ini (PKJI, 2014)



Gambar 2.7 : Pengaturan tiga fase dengan belok kanan terpisah pada salah satu jalan (PKJI, 2014)



Gambar 2.8 : Pengaturan empat fase dengan belok kanan terpisah pada kedua jalan (PKJI, 2014)



Gambar 2.9 : Pengaturan empat fase dengan berangkat dari satu persatu pendekatan pada saatnya masing-masing (PKJI, 2014)

2.3.2 Menghitung Data Masukan Lalu Lintas

Data masukan lalu lintas diperlukan untuk dua hal, yaitu pertama data arus lalu lintas eksisting dan kedua data arus lalu lintas rencana (PKJI, 2014). Data lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas jam desain (q_{jd}) yang ditetapkan dari LHRT, menggunakan faktor k. Persamaan 2.2:

$$q_{jd} = LHRT \times k \quad (2.2)$$

Dimana:

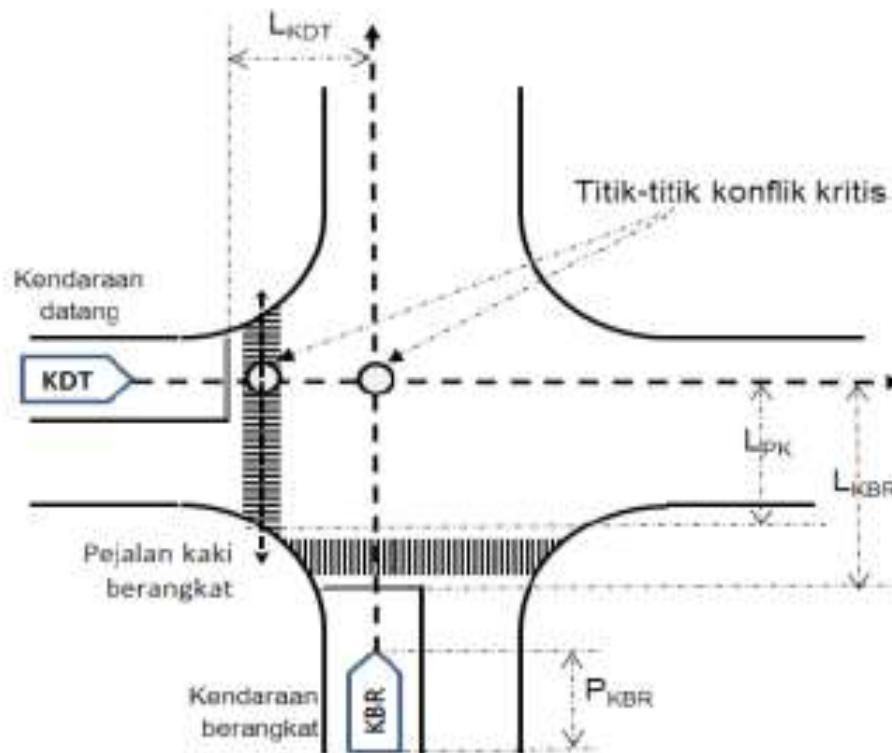
q_{jd} = Lebar jalur lalu lintas jam desain

LHRT = Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan, dinyatakan dalam skr/hari.

K = faktor jam rencana ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas berdasarkan jam selama satu tahun. Nilai k yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar antara 7% sampai dengan 12%.

2.3.3 Menetapkan Pengaturan Signal APILL

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (*i*) adalah titik yang menghasilkan M_{semua} terbesar M_{semua} . diperlukan untuk pengosongan area konflik dalam simpang pada akhir setiap fase. Waktu ini memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir melewati garis henti pada akhir isyarat kuning sampai dengan meninggalkan titik konflik dijelaskan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.10 : Titik Konflik Kritis dan Jarak (PKJI, 2014)

Jarak adalah panjang lintasan keberangkatan (L_{KBR}) ditambah dengan panjang kendaraan berangkat (P_{KBR}) sebelum kedatangan kendaraan pertama yang datang dari arah lain (K_{DT}) pada fase berikutnya yang melewati garis henti pada awal isyarat hijau sampai dengan ke titik konflik yang sama dengan jarak lintasan L_{KDT} . Jadi, M_{semua} 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. M_{semua} per fase dipilih yang terbesar dari dua hitungan waktu lintasan, yaitu kendaraan berangkat dan pejalan kaki yang dihitung menggunakan Persamaan 2.3:

$$M_{semua} = M_{ax} \left(\frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \right) \quad (2.3)$$

Dimana:

M_{semua} = Kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat

L_{KBR}, L_{KDT}, L_{PK} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat, kendaraan yang datang, dan pejalan kaki (m)

P_{KBR} = Panjang kendaraan yang berangkat, (m)

V_{KBR}, V_{KDT}, V_{PK} = Kecepatan untuk masing – masing kendaraan berangkat, Kendaraan datang dan pjalan kaki, (m/det)

Nilai-nilai V_{KBR}, V_{KDT}, V_{PK} dan tergantung dari kondisi lokasi setempat. Nilai-nilai berikut ini dapat digunakan sebagai pilihan jika nilai baku tidak tersedia.

V_{KBR} , = 10m/det (kendaraan bermotor)

V_{KDT} = 10m/det (kendaraan bermotor) 3m/det (kendaraan tak bermotor misalnya sepeda) 1,2m/det (pejalan kaki)

P_{KBR} = 5m (KR atau KB) & 2m (SM atau KTB)

Apabila periode M_{semua} untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hijau hilang total (H_H) untuk simpang untuk setiap siklus dapat

dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau menggunakan persamaan 2.4.

$$H_H = \sum i (M_{semua} + K)i \quad (2.4)$$

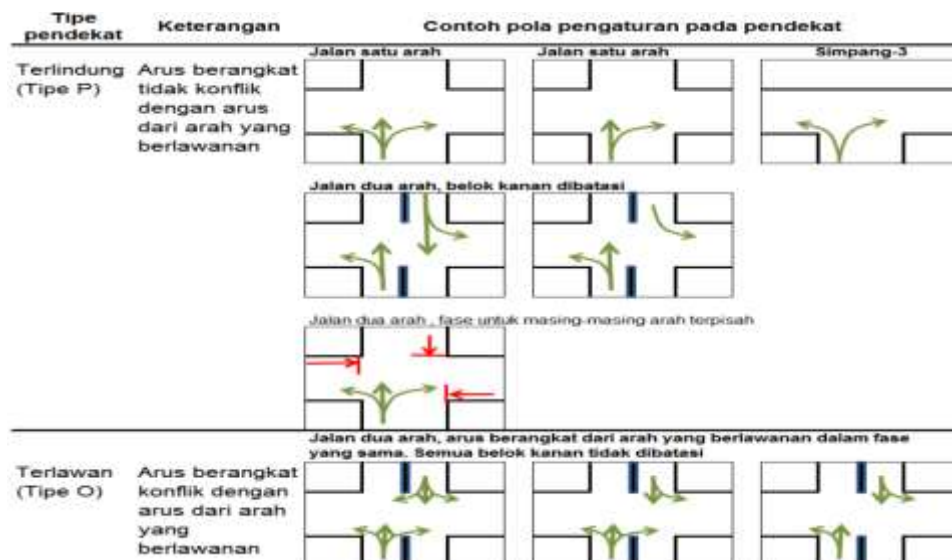
Panjang waktu kuning pada APILL perkotaan di Indonesia biasanya ditetapkan 3,0 detik.

2.3.4 Penetapan Waktu Isyarat

Untuk menetapkan lama waktu pada APILL maka perlu dilakukan penetapan tipe pendekatan, penentuan lebar efektif (L_E), menentukan arus jenuh dasar, waktu siklus, waktu hijau, rasio arus dan faktor penyesuaian sesuai dengan simpang yang akan dianalisis (PKJI, 2014).

2.3.5 Tipe Pendekatan

Pada pendekat dengan arus lalu lintas yang berangkat pada fase yang berbeda, maka analisis kaasitas pada masing-masing fase pendekat tersebut harus dilakukan secara terpisah. Hal yang sama pada perbedaan tipe pendekat, pada satu pendekat yang memiliki tipe pendekat, baik terlindung (P) ataupun terlawan (O) pada fase yang berbeda seperti pada Gambar 2.13.



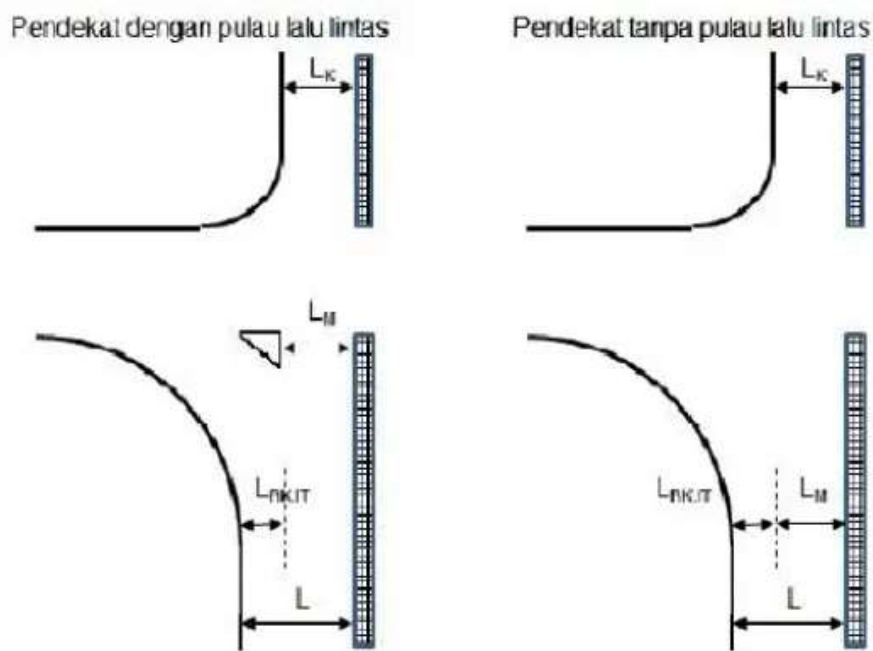
Gambar 2.11 : Penentuan Tipe Pendekat (PKJI, 2014)

2.3.6 Penentuan lebar pendekat efektif (L_E)

Penentuan lebar pendekat efektif (L_E) berdasarkan lebar ruas pendekat (L), lebar masuk (L_M), dan lebar keluar (L_K). Jika B_{KIJT} diizinkan tanpa mengganggu arus lurus dan arus belok kanan saat isyarat merah, maka L_E dipilih dari nilai terkecil diantara L_K dan $(L_M - L_{BKIJT})$. Pada pendekat terlindung, jika $L_K < L_M \times (1 - R_{BKa} - R_{BKIJT})$, tetapkan $L_E = L_K$, dan analisis penentuan waktu isyarat untuk pendekat ini hanya didasarkan pada arus lurus saja. Lebar pendekat efektif (L_E) bisa dihitung menggunakan persamaan 2.5:

$$L_E = L - L_{BKIJT} \quad (2.5)$$

Jika pendekat dilengkapi pulau lalu lintas, maka L_M ditetapkan seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



Gambar 2.12 : Lebar pendekat dengan atau tanpa pulau lalu lintas (PKJI, 2014)

2.3.7 Arus Jenuh Dasar, S_0

Arus jenuh (S , skr / jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor-faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. S pada keadaan lalu lintas dan geometrik yang ideal,

sehingga faktor-faktor penyesuaian untuk S_0 adalah satu. S dirumuskan oleh persamaan dibawah.

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (2.6)$$

Keterangan:

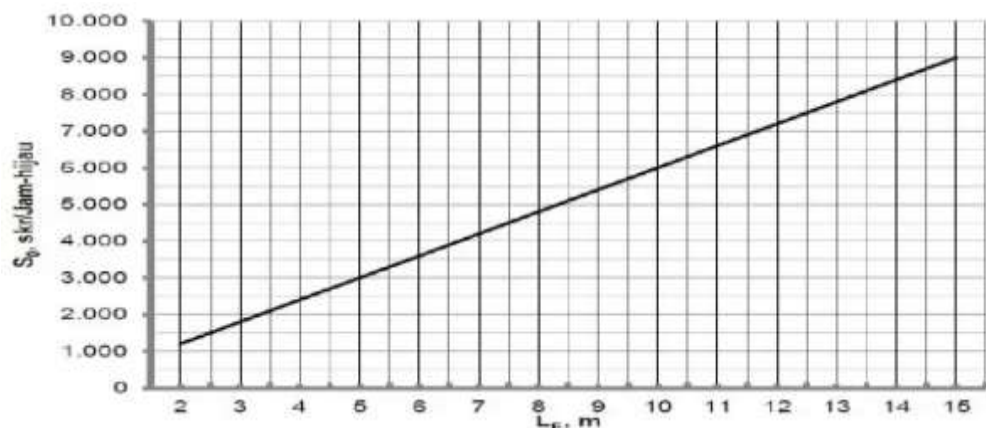
- S = Arus Jenuh, skr / jam
- F_{UK} = Faktor penyesuaian S_0 terkait ukuran kota,
- F_{HS} = Faktor penyesuaian S_0 akibat HS lingkungan jalan
- F_G = Faktor penyesuaian S_0 akibat kelandaian memanjang pendekat
- F_P = Faktor penyesuaian S_0 akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama
- F_{BK_a} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan
- F_{BK_i} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri

Untuk pendekat terlindung, S_0 ditentukan oleh persamaan dibawah, sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat. Selain itu, penetapan nilai S_0 untuk tipe pendekatterlindung, dapat ditentukan dengan menggunakan diagram yang ditunjukkandalam Gambar 2.15.

$$S_0 = 600 \times L_E \quad (2.7)$$

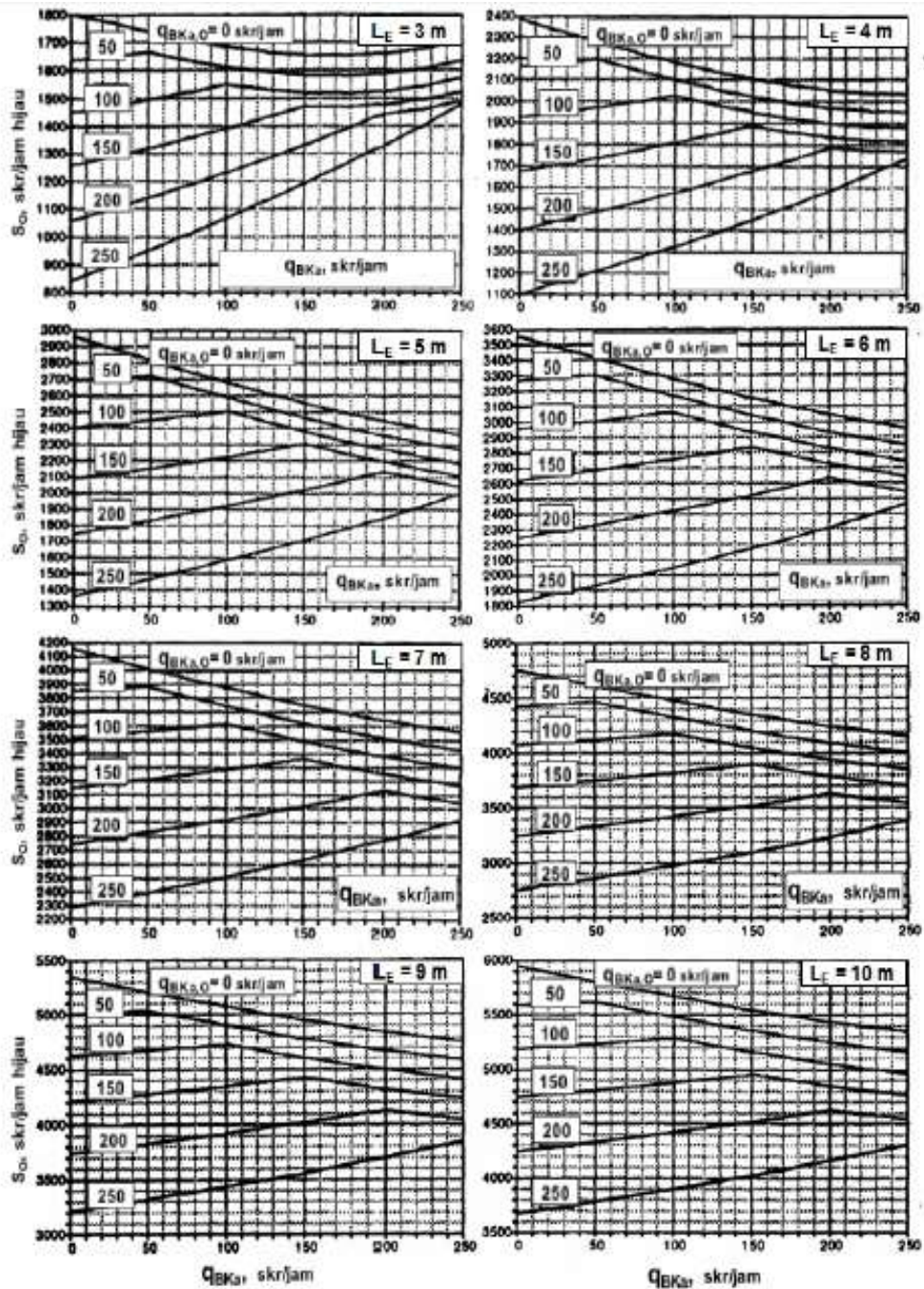
Keterangan:

- S_0 = arus jenuh dasar, skr/jam
- L_E = lebar efektif pendekat, m

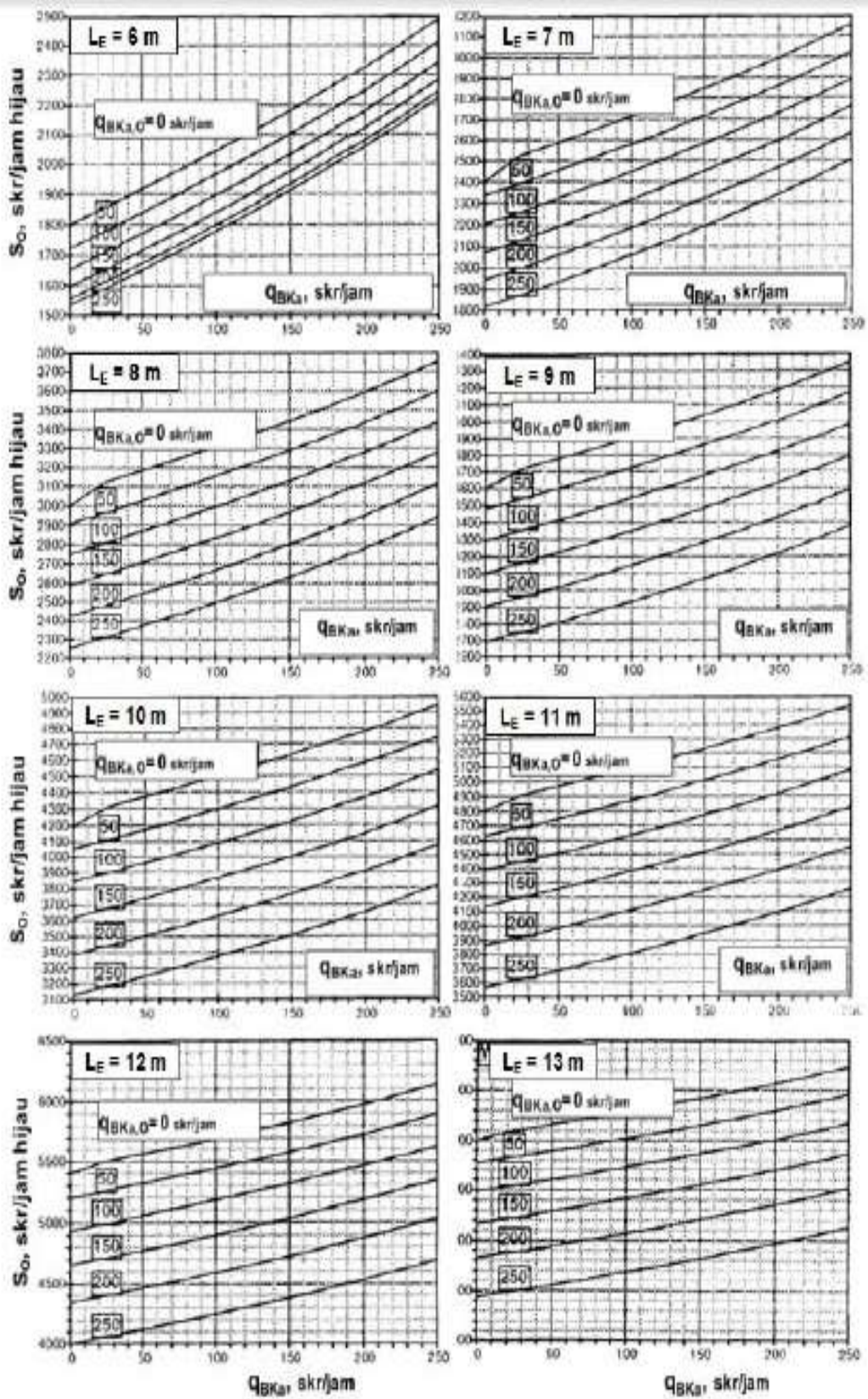


Gambar 2.13 : Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (tipe P) (PKJI, 2014)

Untuk pendekat tak terlindung (tipe O), dan: Tidak dilengkapi lajur belok- kanan terpisah, maka S_0 ditentukan menggunakan Gambar 2.16. sebagai fungsi dari L_E , Q_{BKa} , dan $Q_{BKa, O}$. Dilengkapi dengan lajur belok kanan terpisah, maka gunakan Gambar 2.17, sebagai fungsi dari L_E , Q_{BKa} , dan Q_{BKa} .



Gambar 2.14 : Arus jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) tanpa lajur belok kanan terpisah (PKJI, 2014)



Gambar 2.15 : Arus jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) yang di lengkapi lajur belok kanan terpisah (PKJI, 2014)

Faktor Penyesuaian terdiri dari:

a. Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})

Tabel 2.2 : Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK}) (PKJI, 2014)

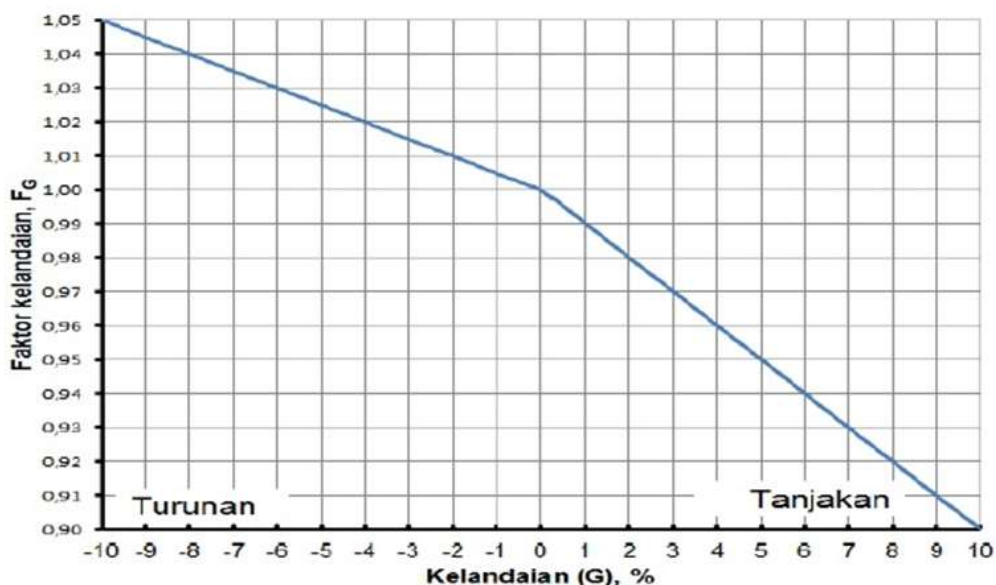
Ukuran Kota	Populasi Penduduk, Juta Jiwa	F_{UK}
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	1,0 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

b. Tabel 2.3 Faktor Koreksi Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (F_{HS})

Tabel 2.3 : Faktor Koreksi Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (F_{HS}) (PKJI, 2014)

Tipe Lingkungan Jalan	HS	F_{HS}					
		$R_{KTB}: 0,00$	0,05	0,1	0,15	0,2	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,7
	Rendah	0,95	0,9	0,84	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
	Rendah						

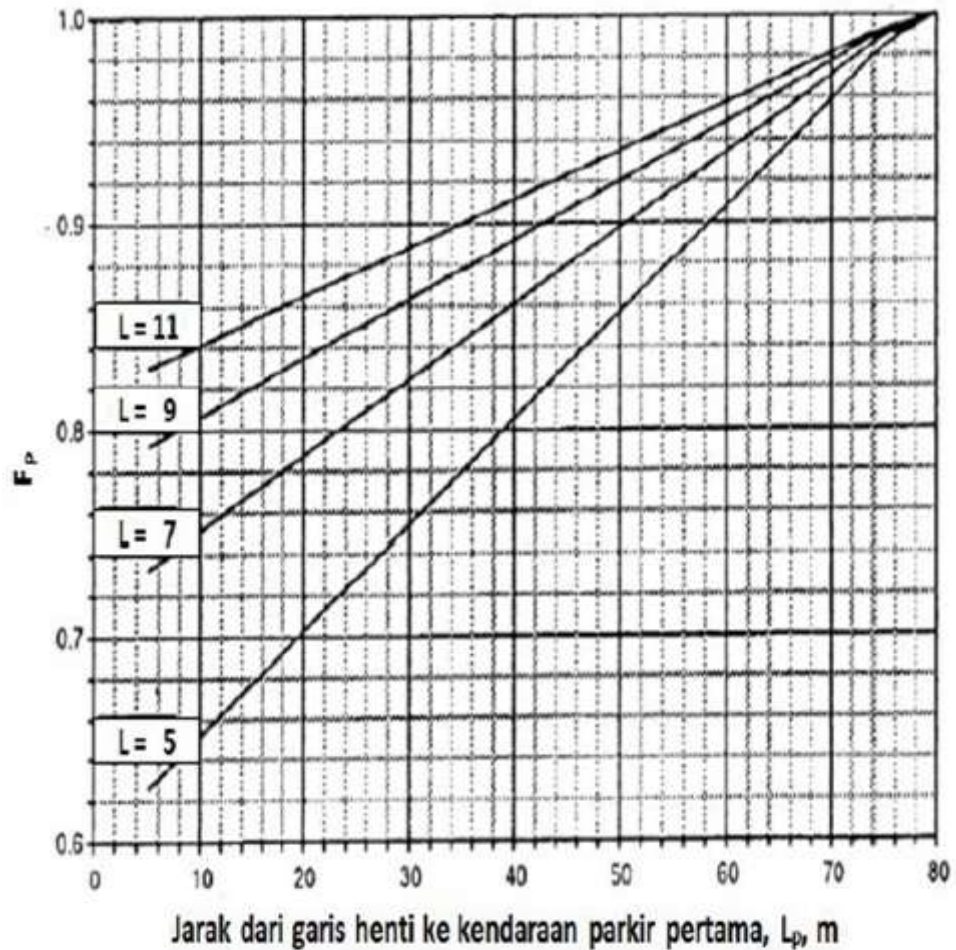
c. Faktor penyesuaian kelandaian sebagai fungsi dari kelandaian



Gambar 2.16 : Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G) (PKJI, 2014)

d. Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)

Faktor penyesuaian parker sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang parker pertama.

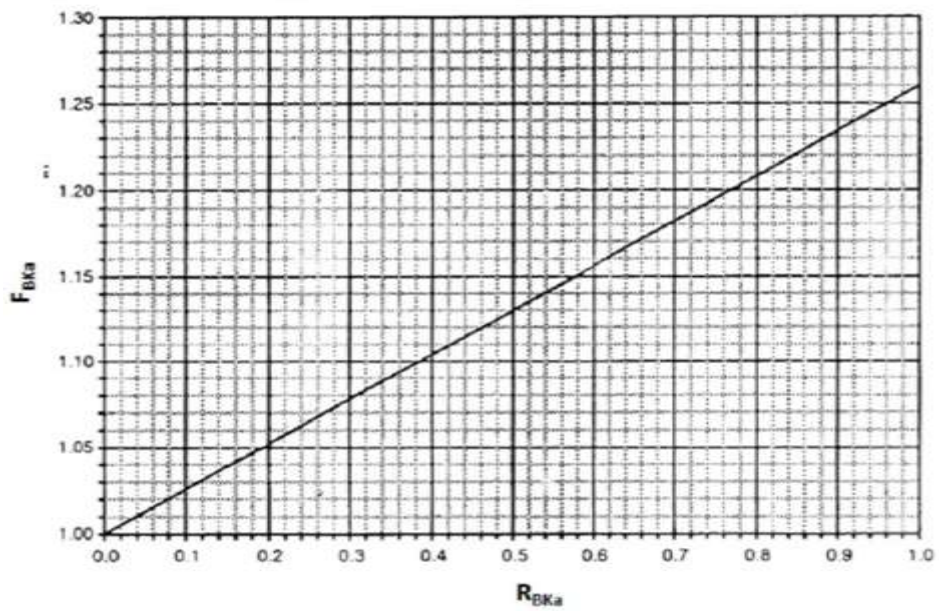


Gambar 2.17 : Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir (F_P) (PKJI, 2014)

e. Faktor Penyesuaian Khusus untuk Pendekatan Tipe P

Perhitungan faktor penyesuaian akibat lalu lintas belok dalam PKJI 2014 hanya berlaku untuk tipe P (terlindung), tanpa median dan tipe jalan dua arah an lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Persamaan yang dipakai untuk menghitung faktor prnyesuaian akibat lalu lintas untuk Belok Kanan (F_{BKa}) pada Pendekat Tipe P dengan persamaan dibawah:

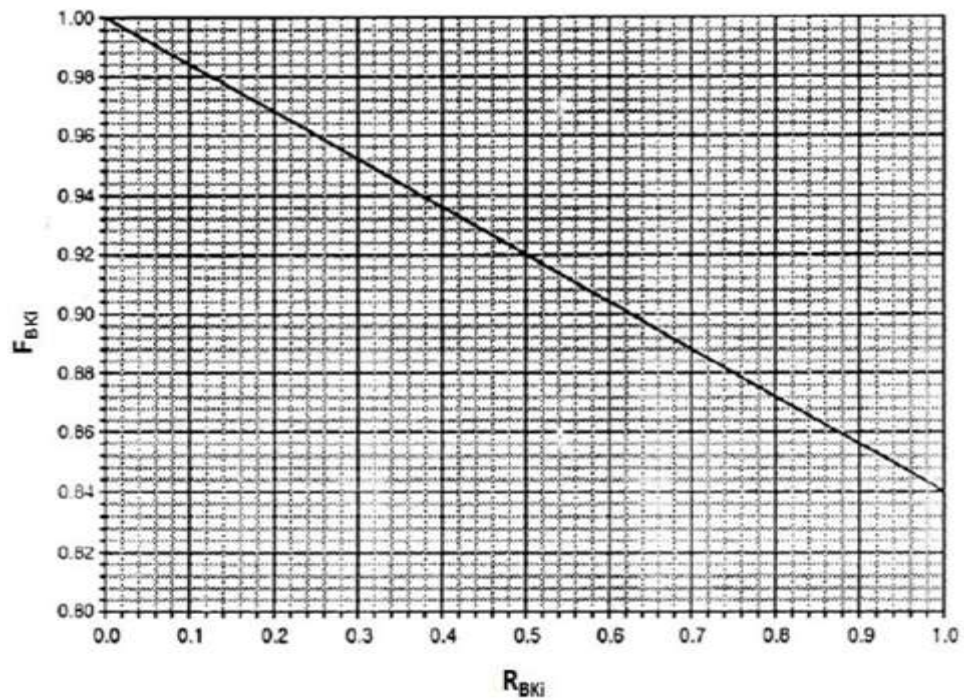
$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (2.8)$$



Gambar 2.18 : Faktor penyesuaian untuk belok kanan (F_{BKa}) (PKJI, 2014)

- f. Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kiri (F_{BKi}) untuk Pendekat Tipe P tanpa B_{KiJT}, dan L_E ditentukan oleh L_M dan persamaan yang dipakai akibat lalu lintas belok kiri digunakan persamaan dibawah:

$$F_{BKi} = 1,0 + R_{BKi} \times 0,16 \quad (2.9)$$



Gambar 2.19 : Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri (F_{BKi}) (PKJI, 2014)

2.3.8 Menetapkan Arus (S)

Jika salah satu dari fase hijau adalah fase pendek, misalnya waktu hijau awal, dimana satu isyarat pada pendekat menyala hijau beberapa saat sebelum mulainya hijau pada arah yang berlawanan, disarankan untuk menggunakan hijau awal ini antara 1/4 sampai 1/3 dari total waktu hijau pada pendekat yang diberi waktu hijau awal. Perkiraan yang sama dapat digunakan untuk “waktu hijau akhir” dimana nyala hijau pada satu pendekat diperpanjang beberapa saat setelah berakhirnya nyala hijau pada arah yang berlawanan. Lama waktu hijau awal dan akhir minimal 10 detik. Jika suatu pendekat berisyarat hijau pada kedua fase 1 dan 2 dengan waktu hijau dan serta arus jenuh dan, nilai kombinasi sesuai dengan Persamaan 2.10:

$$S_{1+2} = \frac{S_1 H_1 + S_2 H_2}{H_1 + H_2} \quad (2.10)$$

Jika waktu hijau awal sama dengan 1/3 dari total waktu hijau dari pendekat dengan waktu hijau awal maka dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.11:

$$S_{1+2} = \frac{1}{3} S_1 + \frac{2}{3} S_2 \quad (2.11)$$

2.3.9 Rasio Arus / Arus Jenuh, $R_{Q/S}$

Dalam menganalisis $R_{Q/S}$ perlu diperhatikan bahwa:

1. Jika arus BKiJT harus dipisahkan dari analisis, maka hanya arus lurus dan belok kanan saja yang dihitung sebagai nilai Q.
2. Jika $L_E = L_K$, maka hanya arus lurus saja yang masuk dalam nilai Q dalam persamaan 2.12

$$Q = \text{Arus Lurus} + \text{Arus Kanan} + \text{Arus Kiri} \quad (2.12)$$

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 dengan persamaan 2.13:

$$R_{Q/S} = \frac{Q}{S} \quad (2.13)$$

4. Hitung Rasio Arus Simping (R_{AS}) sebagai jumlah dari nilai-nilai $R_{Q/S}$ kritis pada persamaan 2.14:

$$R_{AS} = \sum_i(R_{Q/S \text{ KRITIS}}) \quad (2.14)$$

5. Hitung Rasio Fase (R_F) masing-masing fase sebagai rasio antara $R_{Q/S}$ Kritis dan R_{AS} pada persamaan 2.15:

$$R_F = \frac{R_{Q/S \text{ KRITIS}}}{R_{AS}} \quad (2.15)$$

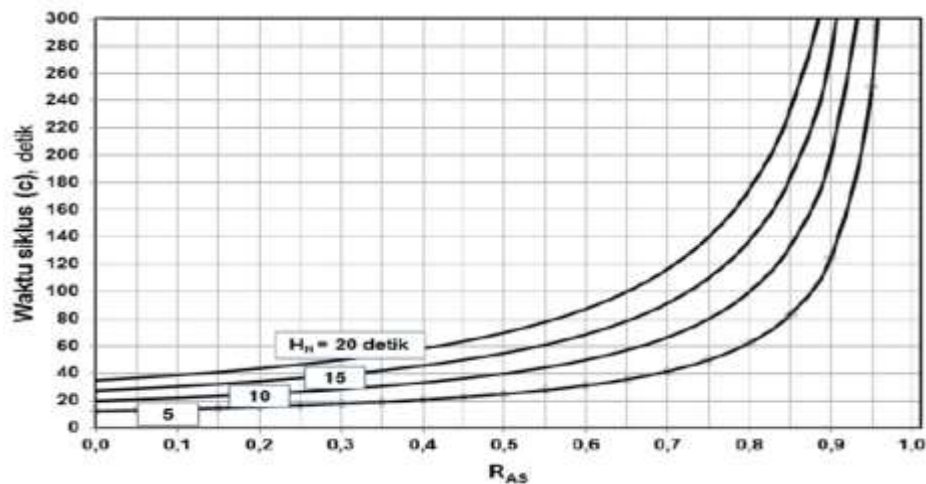
2.3.10 Waktu Siklus Dan Waktu Hijau

Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus (c) dan waktu hijau (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. Nilai c ditetapkan menggunakan persamaan dibawah atau dengan menggunakan Gambar 2.20.

$$C = \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}} \quad (2.16)$$

Keterangan:

- C = Waktu siklus, detik
- H_H = Jumlah waktu hijau hilang per siklus, detik
- $R_{Q/S}$ = rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh, Q/S
- $R_{Q/S \text{ kritis}}$ = Nilai $R_{Q/S}$ yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama
- $\sum R_{Q/S \text{ kritis}}$ = Rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua $R_{Q/S}$ kritis dari semua fase) pada siklus tersebut.



Gambar 2.20 : Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian, cbp (PKJI, 2014)

Rumus ini dipakai untuk meminimumkan tundaan total. Dalam PKJI 2014 juga di tetapkan waktu siklus yang layak berdasarkan lebar efektif simpang, ditunjukkan dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4 : Waktu Siklus Layak (PKJI, 2014)

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Layak (Detik)
Dua-fase	40-80
Tiga-fase	50-100
Empat-fase	80-130

Untuk menentukan waktu hijau (Nilai H) digunakan Persamaan 2.17:

$$H_i = (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ kritis}}}{\sum_t (R_{Q/S \text{ kritis}})} \quad (2.17)$$

Keterangan:

H_i = Waktu hijau pada fase I (detik)

I = Indeks untuk fase I

H_H = Jumlah waktu hijau hilang per siklus, detik

$R_{Q/S \text{ kritis}}$ = Nilai RQ/S yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama

$\sum_t R_{Q/S \text{ kritis}}$ = Rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua $R_{Q/S}$ kritis dari semua fase) pada siklus tersebut.

2.3.11 Kapasitas Simpang APILL

Kapasitas Simpang APILL (C) dihitung menggunakan persamaan di 2.18:

$$C = S \times \frac{H}{c} \quad (2.18)$$

Keterangan:

C = Kapasitas simpang APILL, skr/jam

S = Arus jenuh, skr/jam

H = Total waktu hijau dalam satu siklus, detik

c = Waktu siklus, detik

2.3.12 Derajat Kejenuhan (D_J)

D_J dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah:

$$D_J = \frac{Q}{c} \quad (2.19)$$

Keterangan:

D_J = derajat kejenuhan

Q = semua arus lalu lintas (skr/jam)

C = kapasitas simpang (skr/jam)

2.3.13 Kinerja Lalu Lintas Simpang APILL

Penetapan kinerja lalu lintas simpang diawali dengan menghitung panjang antrian, rasio kendaraan terhenti dan tundaan yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Menghitung Panjang Antrian

Menurut PKJI 2014, dijelaskan rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat lampu hijau (N_Q) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{Q1}) ditambah jumlah kendaraan (N_{Q2}) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (N_{Q2}), dan dihitung menggunakan Persamaan 2.20:

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2} \quad (2.20)$$

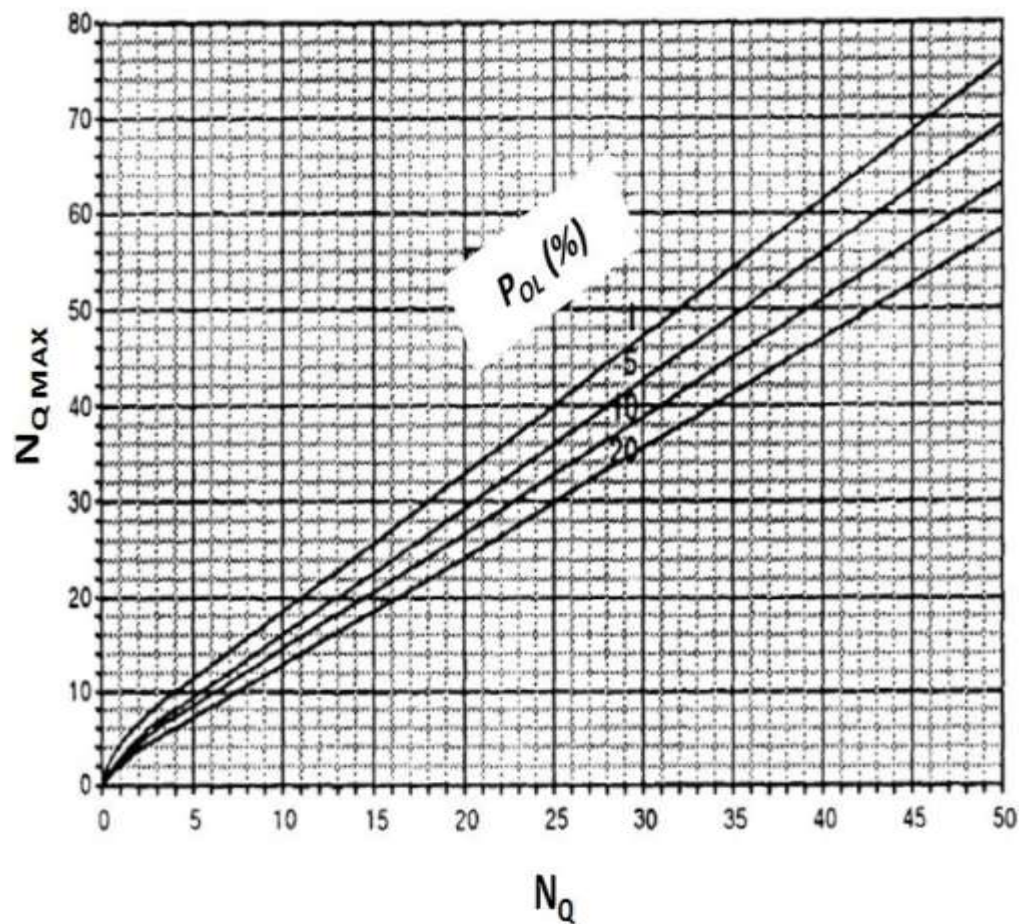
Apabila diketahui derajat kejenuhan $D_J > 0,5$ maka nilai dihitung dengan Persamaan 2.21:

$$N_{Q1} = 0,25 \times cx + \{(D_1 - 1)^2 + \sqrt{(D_1 - 1)^2 + \frac{8x(D_1 - 0,5)}{c}}\} \quad (2.21)$$

Apabila diketahui derajat kejenuhan $D_J > 0,5$ maka nilai $N_{Q1} = 0$, N_{Q2} dapat dicari dengan Persamaan 2.22:

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1 - RH)}{1 - RH \times DJ} \times \frac{Q}{3600} \quad (2.22)$$

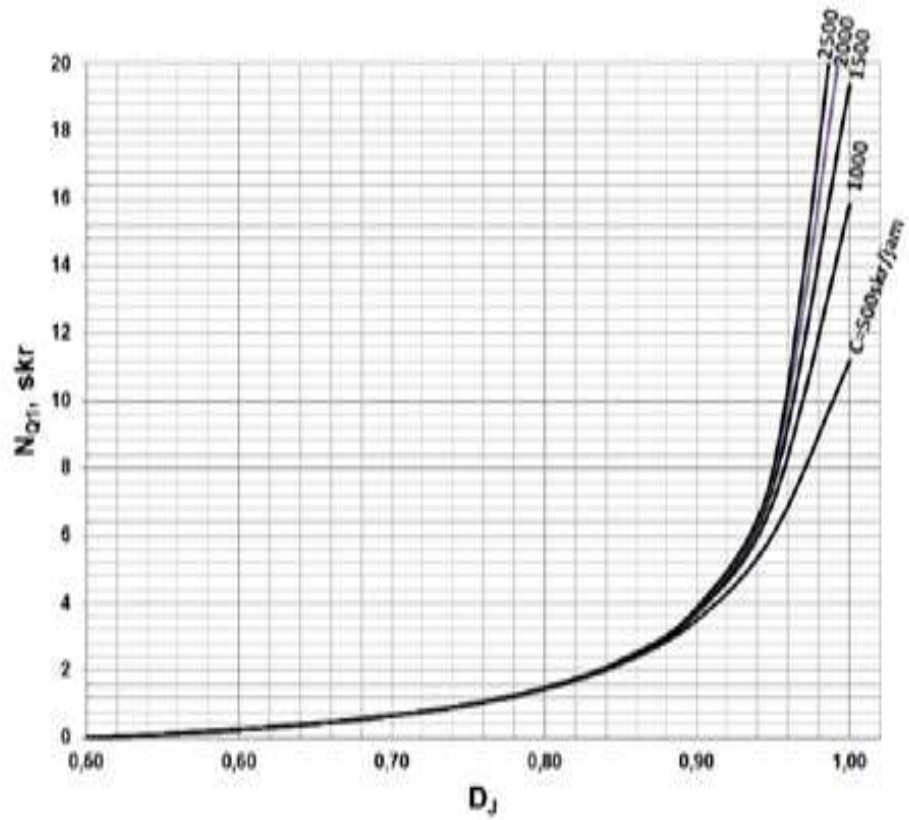
Jumlahkan N_{Q1} dan N_{Q2} untuk mendapatkan N_Q (persamaan 2.20). Lakukan koreksi untuk mengevaluasi pembebanan yang lebih dari N_Q . Jika diinginkan peluang untuk terjadinya pembebanan sebesar POL (%), maka tetapkan nilai N_{QMAX} menggunakan Gambar 2.21. Untuk desain dan perencanaan disarankan $POL \leq 5\%$. Untuk analisis operasional, nilai $POL = 5\%$ s.d. 10% masih dapat diterima.



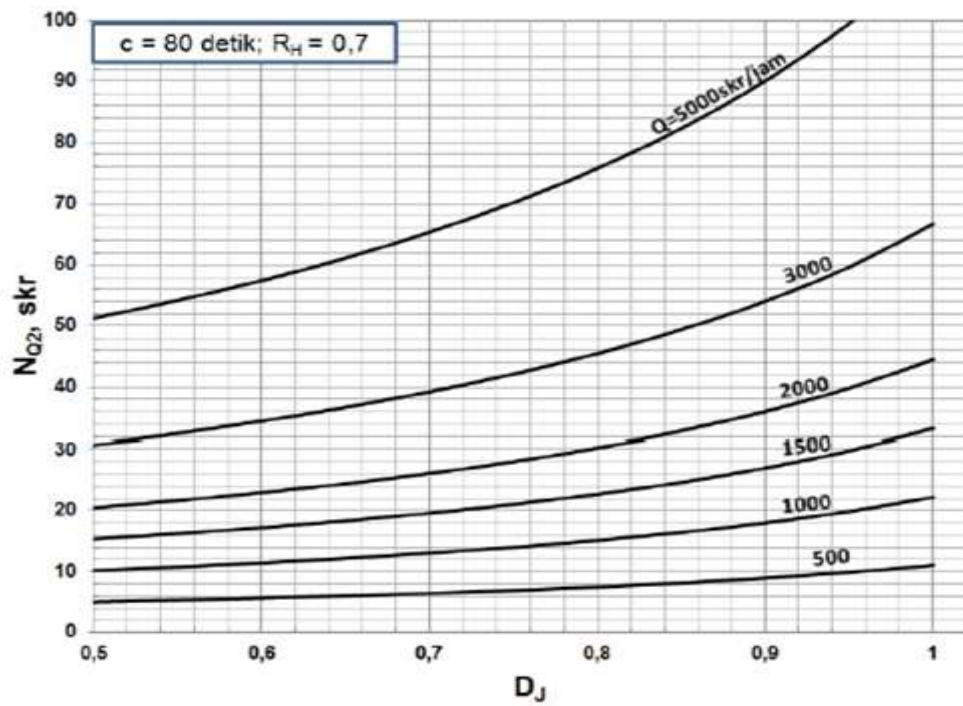
Gambar 2.21 : Jumlah antrian maksimum (N_{QMAX}), skr, sesuai dengan peluang untuk beban lebih (POL) dan N_Q

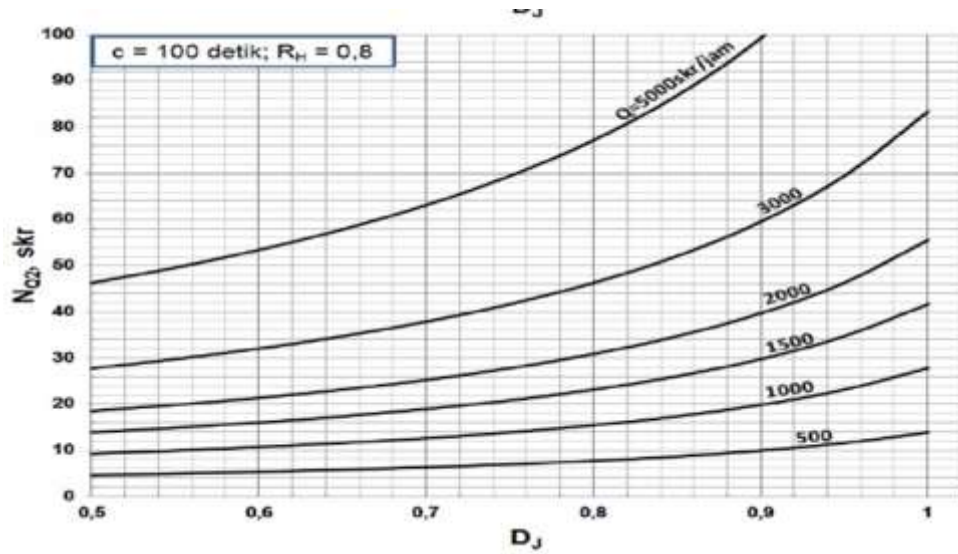
Selanjutnya menghitung panjang antrian (P_A) diperoleh dari perkalian N_Q (skr) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu kendaraan ringan (ekr) yaitu $20m^2$., dibagi lebar masuk (m) pada Persamaan 2.23:

$$P_A = N_{QMAX} \times \frac{20}{LM} \quad (2.23)$$



Gambar 2.22 : Jumlah kendaraan tersisa (skr) dari sisa fase sebelumnya (PKJI, 2014)



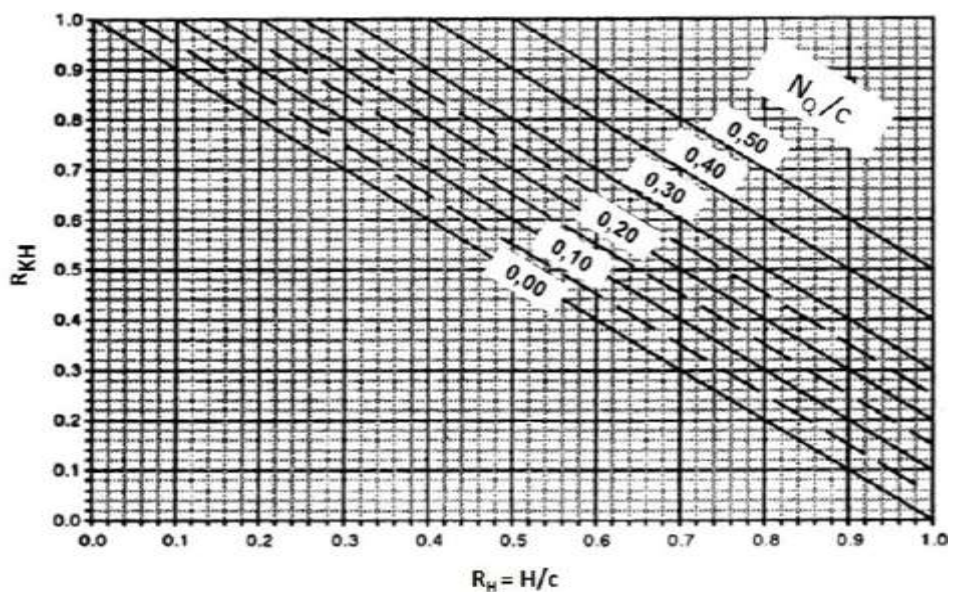


Gambar 2.23 : Jumlah kendaraan yang datang kemudian antri pada fase merah (PKJI 2014)

2. Menghitung Rasio Kendaraan Henti

Menurut PKJI 2014, R_{KH} , yaitu rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut, dihitung menggunakan persamaan 2.24 atau dapat pula menggunakan diagram dalam Gambar 2.23.

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_q}{Q \times c} \times 3600 \quad (2.24)$$



Gambar 2.24 : Penentuan rasio kendaraan terhenti, R_{KH} (PKJI 2014)

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti, N_H , adalah jumlah berhenti rata rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung menggunakan persamaan 2.25.

$$N_H = Q \times R_{KH} \quad (2.25)$$

3. Tundaan

Tundaan pada suatu simpang terjadi karena dua hal, yaitu 1 tundaan lalu lintas (T_L), dan 2) tundaan geometrik (T_G). Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat i dihitung menggunakan persamaan 2.26:

$$T_i = T_{Li} + T_{Gi} \quad (2.26)$$

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat i dapat ditentukan dari persamaan 2.27 (Akcelik, 1988) :

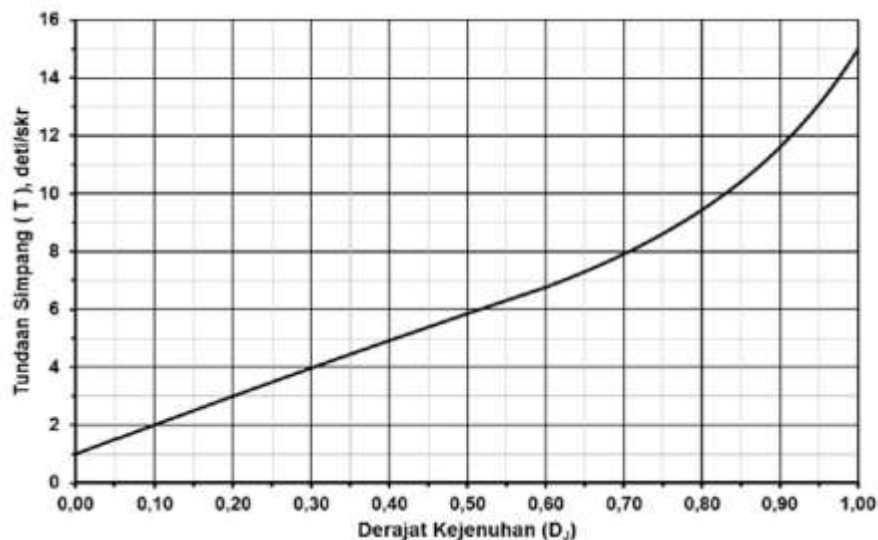
$$T_L = C \times \frac{0,5 \times (1-R_H)^2}{(1-R_H \times D_j)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c} \quad (2.27)$$

Tundaan geometrik rata-rata pada suatu pendekat i dapat diperkirakan menggunakan persamaan 2.28.

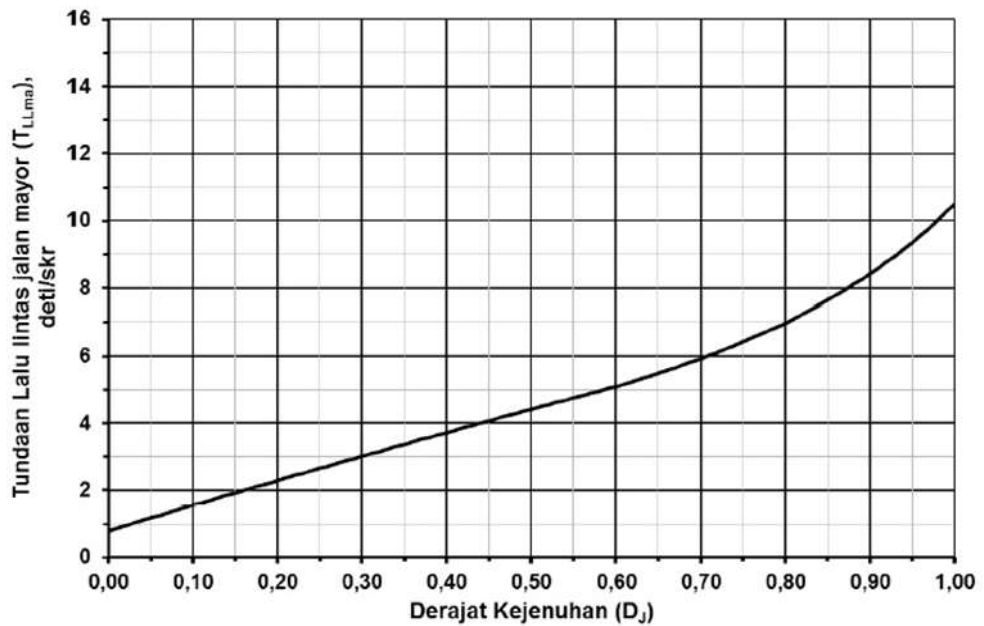
$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (2.28)$$

Keterangan:

P_B = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat



Gambar 2.25 : Tundaan lalu lintas simpang sebagai fungsi dari D_j (PKJI, 2014)



Gambar 2.26 : Tundaan lalu lintas jalan mayor sebagai fungsi dari D_j (PKJI, 2014)

2.3.14 Penilaian Kerja

Tujuan analisis kapasitas adalah memperkirakan kapasitas dan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu terkait desain atau eksisting geometrik, arus lalu lintas, dan lingkungan Simpang.

Jika nilai D_j yang diperoleh terlalu tinggi (misal $>0,85$), maka perlu dilakukan perubahan desain yang berkaitan dengan lebar pendekat dan membuat perhitungan baru.

2.4. Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Tingkat Pelayanan Jalan (Level Of Service/LOS) adalah gambaran kondisi operasional arus lalu lintas dan persepsi pengemudi dalam terminology kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan (Asfiati & Zurkiyah, 2021).

Sementara pada pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI) pada tahun 2014 mengatakan bahwa dalam US-HCM, kinerja jalan diwakili oleh tingkat pelayanan

(Level Of Service, LOS), yaitu suatu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas berkendara.

LOS berhubungan dengan suatu ukuran pendekatan kuantitatif, seperti kerapatan atau persen tundaan. Konsep tingkat pelayanan telah dikembangkan untuk penggunaannya di Amerika Serikat dan definisi LoS tidak secara langsung berlaku di Indonesia. Dalam pedoman ini kecepatan, derajat kejenuhan dan derajat iringan digunakan sebagai indikator kinerja lalu lintas dan parameter yang sama telah digunakan dalam pengembangan "petunjuk pelaksanaan berlalulintas" yang berdasar "penghematan".

Tingkat pelayanan pada umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume lalu lintas. Seperti pada Tabel 2.6 menunjukkan karakteristik tingkat pelayanan Lalu Lintas.

Tabel 2.5 : Tingkat Pelayanan Jalan (PKJI 2014)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Lalu Lintas	(Q/C)
A	Kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah	0,00 – 0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas	0,20 – 0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan gerak kendaraan dikendalikan	0,45 – 0,75
D	Arus mendekati stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan, volume per kapasitas masih dapat ditolerir	0,75 – 0,84
E	Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas	0,85 – 1,00
F	Arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas, antrian Panjang (macet)	$\geq 1,00$

2.5. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas dapat dinyatakan dengan lalu lintas harian rata-rata per tahun yang disebut dengan Average Annual Daily Traffic (AADT) atau lalu lintas harian rata-rata (LHR). Disamping volume lalu lintas juga dapat diukur dan dinyatakan dalam jam-jaman. Untuk memperoleh data LHR perlu dilakukan pencatatan secara terus menerus selama 24 jam setahun penuh.

Menurut Ir. Suwarjoko Warpani (Rekayasa Lalu Lintas, 1988, hal.16-19) bila kita hendak menentukan arus lalu lintas rata-rata pada suatu ruas jalan selama setahun penuh, mungkin saja kita menghitung jumlah kendaraan yang melewati ruas ruas jalan itu selama 365 hari, dan jumlahnya kita bagi dengan 365.

Pada kenyataannya, cara ini hanya dipergunakan pada sensus beberapa jalan utama, tetapi pada penelitian yang biasa tidak perlu dilakukan dengan cara ini. Dilihat dari variasi volume, dapat ditentukan lima ukuran volume yang digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

- a. Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR)
- b. Volume lalu lintas tahunan rata-rata (LHRT)

2.5.1 Volume Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)

Volume lalu lintas berubah-ubah sesuai dengan keadaan pada saat pengamatan, satuan yang biasa digunakan untuk menghitung lalu lintas adalah volume lalu lintas harian rata-rata (LHR). Jumlah kendaraan yang memasuki Simpang dari semua lengannya selama beberapa hari (misal 7 hari) dibagi jumlah harinya, dinyatakan dalam satuan kend/hari atau skr/hari.

Adapun fungsi LHR untuk memberikan gambaran tentang variasi lalu lintas menurut waktu, misalkan jam dalam hari, hari dalam minggu, minggu dalam bulan, bulan dalam tahun. Secara keseluruhan hasil pengukuran LHR akan memberikan hasil volume lalu lintas mingguan rata-rata.

2.6. Satuan Kendaraan Ringan (SKR)

Arus lalu lintas yang melewati suatu ruas jalan ataupun persimpangan terdiri dari campuran berbagai jenis kendaraan, seperti kendaraan ringan, kendaraan berat,

sepeda motor dan kendaraan tidak bermotor. Aktivitas dari setiap jenis kendaraan tersebut akan berpengaruh terhadap keseluruhan arus lalu lintas seperti kecepatan lalu lintas, jumlah volume lalu lintas yang akhirnya berpengaruh terhadap besar kecilnya LHR dan VJP.

Dikarenakan lalu lintas pada jalan raya terdiri dari campuran berbagai jenis kendaraan seperti diatas, maka perlu diekivalensikan dengan kendaraan standar, yaitu satuan kendaraan ringan. Arus lalu lintas ini dirubah dari kendaraan per jam satuan kendaraan ringan (skr) dengan memperhitungkan faktor ekivalensi kendaraan ringan (ekr) sebagai faktor pengaruh. Satuan Kendaraan Ringan (skr) satuan arus lalu lintas, yaitu satuan arus dari berbagai tipe kendaraan yang diekivalenkan terhadap kendaraan ringan, termasuk kendaraan sedang, kendaraan berat, dan sepeda motor, dengan menggunakan nilai ekr.

Faktor konversi untuk jenis kendaran sedang, kendaraan berat, dan sepeda motor dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan dampaknya terhadap kapasitas jalan. Nilai ekr kendaraan ringan adalah satu. Berikut adalah penjabaran dari jenis kendaraan:

a. Kendaraan Berat (KB)

Kendaraan bermotor dengan dua sumbu atau lebih, beroda 6 atau lebih, panjang kendaraan 12,0m atau lebih dengan lebar sampai dengan 2,5m, meliputi Bus besar, truk besar 2 atau 3 sumbu (tandem), truk tempelan, dan truk gandengan. Arus KB dalam jaringan jalan kota sangat sedikit dan beroperasi pada jam-jam lengang terutama tengah malam, sehingga dalam perhitungan kapasitas praktis tidak ada atau sekalipun ada dikategorikan sebagai kendaraan sedang.

b. Kendaraan Ringan (KR)

Kendaraan bermotor dengan dua gandar beroda empat, panjang kendaraan $\leq 5,5$ m dengan lebar sampai dengan 2,1 m, meliputi sedan, minibus (termasuk angkot), mikrobis (termasuk mikrolet, oplet, metromini), pick-up, dan truk kecil.

c. Kendaraan Sedang (KS)

Kendaraan bermotor dengan dua gandar beroda empat atau enam, dengan panjang kendaraan $>5,5$ m dan $\leq 9,0$ m, meliputi Bus sedang dan truk sedang.

d. Sepeda Motor (SM)

kendaraan bermotor beroda dua dan tiga dengan panjang tidak lebih dari 2,5m dengan lebar sampai dengan 1,2 meliputi motor, skuter, motor gede (moge), bemo, dan cator.

Tabel 2.6 : Klasifikasi Jenis Kendaraan (PKJI 2014)

Kode	Jenis Kendaraan	Tipikal Kendaraan
SM:	Kendaraan bermotor roda 2 dengan panjang tidak lebih dari 2,5 m	Sepeda motor, Scooter, Motor gede (moge)
KR:	Mobil penumpang, termasuk kendaraan roda-3, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 5,5 m	Sedan, Jeep, Station wagon, Opelet, Minibus, Mikrobis, Pickup, Truck kecil
KS:	Bus dan Truk 2 sumbu, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 12,0 m	Bus kota, Truk sedang
KB:	Truk dengan jumlah sumbu sama dengan atau lebih dari 3 dengan panjang lebih dari 12,0 m	Truk tronton dan Truk kombinasi (Truk Gandengan dan Truk Tempelan
KTB:	Kendaraan tak bermotor	Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong

Pada setiap kendaraan memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik dalam kecepatan, percepatan, serta dimensi yang berbeda pula. Untuk menganalisa satuan adalah dengan menggunakan satuan kendaraan ringan (skr). Jenis-jenis kendaraan yang telah dikonversikan ke dalam satuan kendaraan ringan ini didapat dari hasil perkalian dengan ekivalen kendaraan ringan (ekr) yang dapat dilihat pada Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.7 : Nilai ekivalen kendaraan ringan (PKJI, 2014)

No.	Jenis Kendaraan	Nilai ekr
1	Kendaraan Ringan (KR)	1,0
2	Kendaraan Berat (KB)	1,3
3	Sepeda Motor (SM)	0,5
4	Kendaraan Tak Bermotor (KTB)	1,0

2.7. Lampu Pengatur Lalu Lintas (Traffic Light)

Untuk mengatur prioritas arus lalu lintas secara otomatis diperlukan sarana – sarana lampu lintas. Hal ini digunakan untuk menggantikan tenaga manusia (polisi).

Selain menghemat tenaga manusia, penggunaan lampu lintas akan mengurangi konflik diantara arus lalu lintas.

Isyarat-isyarat lalu lintas mempunyai arti sebagai berikut:

1. Nyala Merah berarti kendaraan dilarang melewati garis henti.
2. Nyala Hijau berarti kendaraan diperbolehkan melewati garis henti.
3. Nyala Kuning berarti kendaraan dilarang melewati garis henti, kecuali kendaraan tersebut sudah sangat dekat dengan garis berhenti sehingga tidak dapat berhenti dengan aman. Waktu ambernya adalah 3 menit.

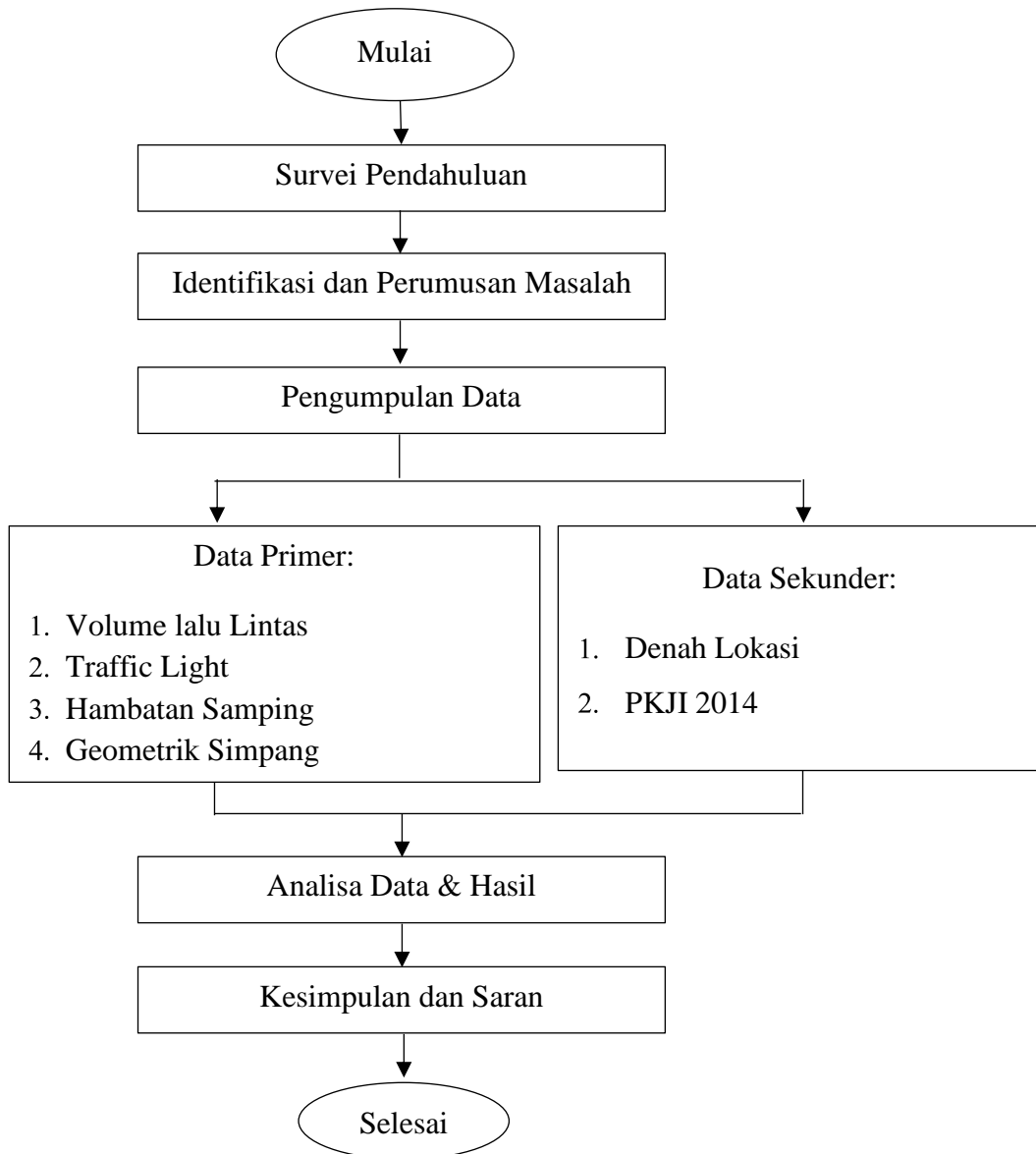
Maksud dasar dari penggunaan traffic light adalah untuk mengatur pergerakan lalu lintas dan persimpangan jalan, dimana kalau tidak ada alat tersebut akan terjadi suatu gangguan, konflik kemacetan dan hal-hal lainnya dimana akan mengakibatkan pergerakan lalu lintas, khususnya kendaraan bermotor dan pejalan kaki.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Rencana Kegiatan Penelitian

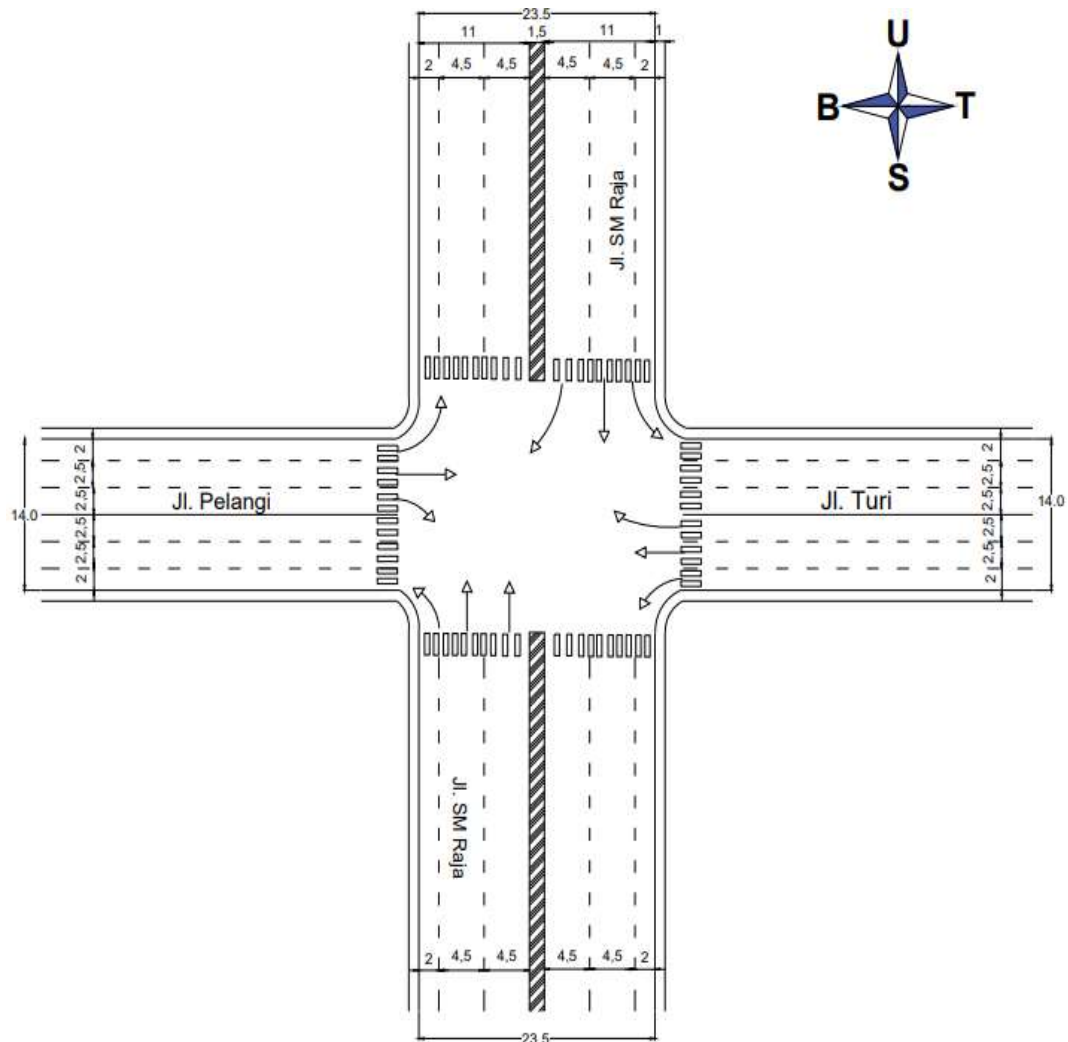
Dalam melakukan kegiatan penelitian diperlukan kerangka kerja yang berisi skema penelitian dari awal sampai dengan diperolehnya suatu kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Kerangka kerja penelitian dibuat dalam diagram alur penelitian sebagaimana Gambar 3.1.



Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian

3.2. Pemilihan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada perempatan di persimpangan Jalan SM Raja - Jalan Turi – Jalan Pelangi, Medan, Sumatera Utara. Untuk detail lokasi penelitian ini lebih jelasnya di tampilkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 : Lokasi Penelitian

3.3. Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini, perlu direncanakan apa-apa saja Pengumpulan data yaitu:

1. Survei Pendahuluan (*Observasi*)

Ada beberapa hal yang dilakukan pada survey ini:

- a. Peninjauan lokasi penelitian.

- b. Peninjauan titik survei.
 - c. Pencacahan arus lalu lintas
2. Cara Kerja
- Adapun tugas surveyor saat berlangsung sebagai berikut:
- a. Mencatat formulir penelitian yang telah dibagikan.
 - b. Bertanggung jawab mengikuti pembagian lajur dan arah kendaraan.
3. Waktu Pelaksanaan Penelitian
- Waktu pelaksanaan penelitian diambil pada waktu pagi hari sampai sore hari dan dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan. Pelaksanaan pengumpulan data dilakukan pada bulan Febuari 2023, dimulai hari Senin 20 Febuari 2023 sampai hari Minggu 26 Febuari 2023, waktu survei adalah sebagai berikut:
1. Pagi : 07.00 – 09.00 WIB
 2. Siang : 11.00 – 13.00 WIB
 3. Sore : 16.00 – 18.00 WIB
- Pada saat pelaksanaan berlangsung, surveyor mencatat jumlah kendaraan yang melewati persimpangan sesuai arah yang telah dibagikan. Perhitungan jumlah kendaraan dikategorikan sesuai dengan jenis kendaraan yaitu Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KB), Sepeda Motor (SM), dan Kendaraan Tak Bermotor (KTB), Pencatatan jumlah kendaraan dilakukan oleh empat orang surveyor.
- Cara pengumpulan data sebagai data latar belakang untuk penelitian dilakukan dua tahap kegiatan, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Survei data primer adalah survei hasil pengamatan langsung dilokasi penelitian. Data primer mencakup data geometrik samping, traffic light, hambatan samping dan volume lalu lintas (LHR) persimpangan Jalan SM Raja – Jalan Turi – Jalan Pelangi ataupun data pendukung lainnya.

3.3.2 Data Sekunder

Survei data sekunder merupakan metode pengumpulan data dari instansi pemerintah maupun instansi terkait. Hasil yang diharapkan dari data sekunder ini adalah berupa uraian, data angka, atau peta mengenai keadaan simpang yang diteliti. Selain itu survei data sekunder juga didapat dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

3.4. Pelaksanaan Survei

3.4.1 Jenis Survei

Dalam pengumpulan data perlu dilakukan survei untuk menganalisis kondisi jalan yang ditinjau, jenis survei yang dilakukan yaitu:

1. Survei volume lalu lintas
2. Survei traffic light
3. Survei hambatan samping
4. Survei geometrik simpang

3.4.2 Perlengkapan Survei

Peralatan-peralatan yang mendukung dan mempermudah survei dalam pengambilan data dilapangan. Peralatan yang digunakan yaitu :

1. Alat petunjuk panjang (meteran)
2. Alat pengukur waktu (stopwatch)
3. Alat tulis & buku catatan
4. Smartphone (sebagai alat hitung dengan aplikasi “Traffic Counter”)

3.5. Metode Pengolahan Data

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, metode perhitungan dan penyelesaian untuk keperluan alternative rencana diambil dari buku Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga.

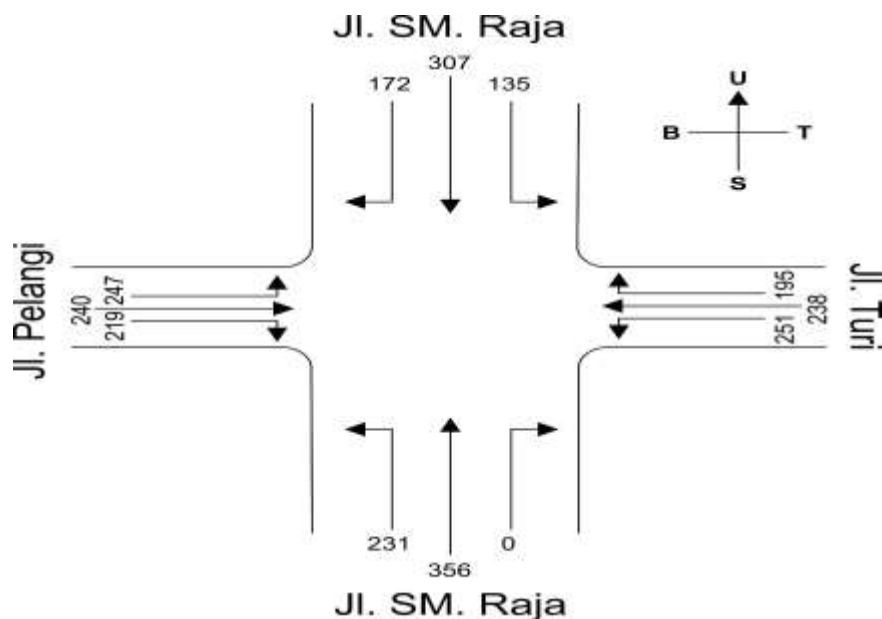
3.6. Data Volume Kendaraan Pada Jam Puncak (VJP)

Seperti pada lampiran A maka volume jam puncak yang terjadi di wilayah penelitian terdapat pada hari Senin, 20 Febuari 2023 pukul 17.00 WIB s.d 18.00 WIB.

Tabel 3.1 : Data lalu lintas volume jam puncak pada wilayah penelitian, Senin 20 Febuari 2023 (Hasil rekap data survei volume kendaraan).

Periode	Lengan	Kendaraan (kend./jam)			
		KR	SM	KB	KTB
JAM PUNCAK HARI KERJA 17.00 WIB - 18.00 WIB	U-S	177	359	45	-
	U-T	105	125	4	3
	U-B	102	198	23	-
	S-U	206	397	54	-
	S-T	154	286	15	-
	T-B	121	246	14	-
	T-U	108	187	9	-
	T-S	123	269	16	-
	B-T	123	254	12	-
	B-S	110	201	22	-
	B-U	116	276	16	-

3.7. Kondisi Arus Lalu Lintas



Gambar 3.3 : Kondisi lalu lintas pada jam puncak dalam satuan kend/jam, Senin 20 Febuari 2023 (Hasil rekap data survei volume kendaraan)

3.8. Data Sinyal Lalu Lintas (Traffic Light)

Dari hasil pengamatan dilapangan didapat data mengenai lama waktu sinyal lalu-lintas sebagai berikut:

Tabel 3.2 : Waktu Sinyal Lalu Lintas (Senin, 20 Febuari 2023)

Waktu Lampu Merah Simpang (Detik)			
Jl. SM Raja (Utara)	126 detik	3 Detik	30 detik
Jl. SM Raja (Selatan)	120 detik	3 Detik	28 detik
Jl. Turi	130 detik	3 Detik	42 detik
Jl. Pelangi	130 detik	3 Detik	42 detik

3.9. Data Faktor Hambatan Samping

Faktor Hambatan Samping

- a. Pendekat U = Penyempitan ruas jalan, parkir = Sedang
- b. Pendekat T = Parkir, pedagang kaki lima = Sedang
- c. Pendekat S = Keluar masuknya kendaraan seperti KR & SM ke dalam took, parkir = Sedang
- d. Pendekat B = Penyempitan ruas jalan, parkir, keluar masuk kendaraan, pedagang kaki lima = Rendah
 - a. Pendekat Utara
Tipe lingkungan COM; Hambatan samping Sedang; Tipe Fase Terlindung;
Rasio KTB/KBM adalah 0,03 Jadi nilai FKHS adalah: 0,94
 - b. Pendekat Timur
Tipe lingkungan COM; Hambatan samping Sedang; Tipe Fase Terlawan;
Rasio KTB/KBM adalah 0,00 Jadi nilai FKHS adalah: 0,94
 - c. Pendekat Selatan
Tipe lingkungan COM; Hambatan samping Sedang; Tipe Fase Terlindung;
Rasio KTB/KBM adalah 0,00 Jadi nilai FKHS adalah: 0,94
 - d. Pendekat Barat
Tipe lingkungan COM; Hambatan samping Rendah; Tipe Fase Terlindung;
Rasio KTB/KBM adalah 0,00 Jadi nilai FKHS adalah: 0,95

Tabel 3.3 : Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan simpang, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (FHS)

Lingkungan Jalan	Hambatan samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.2	≥0.25
Komersial (COM)	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	0.8	0.75	0.71
		Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.9	0.86	0.81	0.76	0.72
		Terlindung	0.95	0.93	0.9	0.89	0.87	0.83
Pemukiman (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	0.9	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.8	0.74
		Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75
		Terlindung	1	0.98	0.95	0.93	0.9	0.88

3.10. Data Geometrik & Lingkungan Simpang

Data geometrik persimpangan dan data lingkungan persimpangan dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5. Data tersebut didapatkan berdasarkan hasil dari survei lalu lintas yang dilakukan pada daerah studi sesuai dengan keadaan real di lapangan.

Tabel 3.4 : Data Geometrik (Survei Geometrik Jalan, Senin 20 Febuari 2023)

Nama Jalan	Pendekat (m)							Lebar BkiJT
	Lebar Pendeka	Lebar Jalur	Lebar Jalur	Lebar Lajur Masuk		Lebar Lajur Keluar		
Jl. SM Raja (Utara)	11 m	9 m	9 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	2 m
Jl. SM Raja (Selatan)	11 m	9 m	9 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	2 m
Jl. Pelangi (Barat)	7 m	5 m	5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2 m
Jl. Turi (Barat)	7 m	5 m	5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	2 m

Tabel 3.5 : Data Lingkungan Simpang (Survei Geometrik Jalan, Senin 20 Febuari 2023)

Nama Jalan	Median (m)	Trotoar		Kelandaian (%)	BkiJT
		Kanan	Kiri		
Jl. SM. Raja (Utara)	1,5 m	260 cm	260 cm	-	2 m
Jl. SM. Raja (Selatan)	1,5 m	280 cm	280 cm	-	2 m
Jl. Pelangi (Timur)	Tidak Ada	230 cm	230 cm	-	2 m
Jl. Turi (Barat)	Tidak Ada	280 cm	280 cm	-	2 m

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

Data hasil pengamatan merupakan data primer yang akan dipergunakan sebagai dasar menghitung pada persimpangan untuk kondisi yang ada, dari data yang akan ditentukan total arus lalu lintas maksimum, arus jenuh, kapasitas, derajat kejenuhan, waktu siklus, traffic light, tundaan serta Panjang antrian, geomterik simpang dan hambtan samping. Parameter-parameter tersebut akan lebih memudahkan kita untuk mendapatkan nilai antrian dan tundaan yang diharapkan.

Studi ini dimaksudkan untuk mendapatkan Panjang dan tundaan maksimum dan melihat hubungan antrian yang diperoleh untuk perhitungan akan dipergunakan PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) 2014.

4.2. Kondisi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas sekarang ini perlu diperhatikan adalah terjadinya kemacetan yang sangat parah akibat tingginya hambatan samping serta dengan tidak efektifnya menggunakan lebar jalan akibat penggunaan fungsi jalan. Akibat terjadinya kemacetan yang Panjang, maka antrian kendaraan yang menuju simpang tersebut mengalami penundaan yang cukup lama.

4.3. Parameter-parameter Persimpangan

Parameter-parameter persimpangan yang dihitung secara manual adalah total arus lalu lintas (Q), ekuivalen mobil penumpang arus lalu lintas (skr/jam), arus jenuh (S), kapasitas (C), derajat kejenuhan (D_J). Dan parameter-parameter persimpangan yang dapat langsung dari pengamatan di lapangan pada jam puncak seperti waktu siklus (det), waktu hijau (det), waktu merah (det), waktu kuning (det) serta data-data penyesuaian kondisi persimpangannya dipergunakan dalam menghitung dengan metode PKJI 2014 maka terlebih dahulu arus maksimum dikoversikan kedalam skr/jam . Untuk perhitungan selanjutnya diambil contoh sebagai berikut:

1. Fase 1 Jl. SM. Raja (Selatan)

a. Waktu Hilang (H_H)

Waktu hilang dapat dinyatakan:

$$\begin{aligned}H_H &= \sum_i (M_{\text{semua}} + K) i \\ &= \sum_i (2 + 2 + 2 + 9) \\ &= 15 \text{ det/siklus}\end{aligned}$$

b. Lebar Efektif (L_E)

Lebar dari bagian pendekatan yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap L , L_M , dan L_K dan Gerakan lalu lintas membelok).

$$\begin{aligned}L_E &= L - L_{BKIJT}. \\ &= 11 - 2 \\ &= 9 \text{ meter}\end{aligned}$$

Berdasarkan survei langsung dilapangan didapat $L_E = 9$ meter

c. Arus Jenuh Dasar

$$\begin{aligned}S_o &= 600 \times L_E \\ &= 600 \times 9 \\ &= 5400 \text{ skr/jam}\end{aligned}$$

d. Arus Jenuh (s)

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan (skr/jam hijau).

Arus jenuh dapat dinyatakan:

$$S = S_o \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

Untuk pendekatan terlindungi (tidak terjadi konflik antara kendaraan yang belok dengan lalu lintas yang berlawanan) arus jenuh dasar S_o ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (L_E)

$$\begin{aligned}L_E &= 9 \text{ m} \\ S_o &= 600 \times L_E \\ &= 600 \times 9 \\ &= 5400 \text{ skr/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } S &= S_o \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \\ &= 5400 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,94 \times 1,00\end{aligned}$$

$$= 4759 \text{ skr/jam}$$

Dimana, arus jenuh (S) dianggap tetap selama waktu hijau.

e. Arus Lalulintas

$$\begin{aligned} Q &= \text{ arus lurus + arus kanan + arus kiri} \\ &= 356 + 0 + 231 \\ &= 586 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

f. Rasio Arus / Arus Jenuh

$$\begin{aligned} R_{Q/S} &= Q/S \\ &= 586 / 4759 \\ &= 0,12 \end{aligned}$$

g. Rasio Fase

$$\begin{aligned} R_F &= \frac{R_{Q/S \text{ KRITIS}}}{R_{AS}} \\ &= \frac{0,12}{0,72} \\ &= 0,17 \end{aligned}$$

h. Waktu siklus & Waktu hijau

Penentuan waktu siklus ini dapat dari:

$$\begin{aligned} c &= \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \Sigma R_{Q/S \text{ KRITIS}}} \\ &= \frac{(1,5 \times 15 + 5)}{1 - 0,72} \\ &= 99 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_i &= (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ KRITIS}}}{\Sigma(R_{Q/S \text{ KRITIS}})} \\ &= (99 - 15) \times \frac{0,12}{\Sigma(0,72)} \\ &= 14 \text{ detik} \end{aligned}$$

i. Kapasitas (C) Simpang Apill dan Derajat Kejenuhan (D_J)

Kapasitas (C) diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (Q/c).

$$\begin{aligned} C &= S \times \frac{H_i}{c} \\ &= 4759 \times \frac{14}{99} \\ &= 862 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

Derajat Kejenuhan (D_J) diperoleh sebagai berikut:

$$D_J = Q / C$$

$$= 586 / 862$$

$$= 0,68$$

j. Antrian

Jumlah antrian pada awal sinyal hijau N_Q dihitung sebagai jumlah (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah (skr) yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Untuk $D_J > 2,87$

$$NQ_1 = 0,25x Cx \left[(D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8x(D_J - 0,5)}{C}} \right]$$

Untuk $D_J \leq 1,15$; $NQ_1 = 0$

Dimana:

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (skr)

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (skr)

D_J = derajat kejenuhan

R_H = rasio hijau

C = kapasitas (skr/jam)

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas pada pendekatan tersebut (skr/jam)

$$NQ_1 = 0,25x Cx \left[(D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8x(D_J - 0,5)}{C}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25x 862x \left[(0,68 - 1) + \sqrt{(0,68 - 1)^2 + \frac{8x(0,68 - 0,5)}{862}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,56 \text{ skr}$$

$$NQ_2 = c x \frac{(1 - R_H)}{1 - R_H x D_J} x \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 99 x \frac{(1 - 0,14)}{(1 - 0,14x 0,68)} x \frac{586}{3600}$$

$$NQ_2 = 15,91 \text{ skr}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 0,56 + 15,91$$

$$= 15,91 \text{ skr}$$

k. Panjang Antrian

Panjang Antrian (P_A) diperoleh dari perkalian dengan luas rata-rata yang dipergunakan dalam smp/satu mobil ditambah sepeda motor ($5 \times 4 \text{ m}^2$) dan pembagian dengan lebar masuk jalan yang dipergunakan.

$$P_A = NQ_{\text{MAX}} \times \frac{20}{L_{\text{jalan masuk}}}$$

$$= 17 \times \frac{20}{9}$$

$$= 37,78 \text{ m}$$

$$R_{\text{KH}} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600$$

$$= 0,9 \times \frac{15,91}{586 \times 99} \times 3600$$

$$= 0,885$$

$$N_{\text{KH}} = Q \times R_{\text{KH}}$$

$$= 586 \times 0,885$$

$$= 519 \text{ skr}$$

l. Tundaan

Dalam perhitungan tundaan pada suatu simpang terdiri dari dua jenis tundaan yaitu:

1. Tundaan Lalulintas (T_L) akibat adanya interaksi lalu lintas dengan Gerakan lainnya pada suatu simpang.

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

$$T_L = 99 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,14)^2}{(1 - 0,14 \times 0,68)} + \frac{0,56 \times 3600}{862}$$

$$T_L = 42,64 \text{ det/skr}$$

2. Tundaan Geometric (TG) karena adanya perlambatan dan percepatan pada saat membelok pada suatu simpang atau terhenti karena adanya lampu merah.

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

Dimana,

$$R_{\text{KH}} = 0,885$$

$$P_B = 0,39 + 0,00 + 0,00$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_G &= (1-R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \\ &= (1 \times 0,885) \times (0,39+0,00+0,00 \times 6) + (0,885 \times 4) \\ &= 3,58 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Tundaan rata-rata (T)} &= T_T + T_G \\ &= 42,64 + 3,58 \\ &= 46,23 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dan Menghitung Tundaan Total} &= T \times Q \\ &= 46,23 \times 586 = 27,104 \text{ ekr.det} \end{aligned}$$

2. Fase 2 Jl. SM. Raja (Utara)

a. Waktu Hilang (H_H)

Waktu hilang dapat dinyatakan:

$$\begin{aligned} H_H &= \sum_i (M_{\text{semua}} + K) i \\ &= \sum_i (2 + 2 + 2 + 9) \\ &= 15 \text{ det/siklus} \end{aligned}$$

b. Lebar Efektif (L_E)

Lebar dari bagian pendekatan yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap L , L_M , dan L_K dan Gerakan lalu lintas membelok).

$$\begin{aligned} L_E &= L - L_{BKIJT}. \\ &= 11 - 2 \\ &= 9 \text{ meter} \end{aligned}$$

Berdasarkan survei langsung dilapangan didapat $L_E = 9$ meter

c. Arus Jenuh Dasar

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times L_E \\ &= 600 \times 9 \\ &= 5400 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

d. Arus Jenuh (s)

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan (skr/jam hijau).

Arus jenuh dapat dinyatakan:

$$S = S_o \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

Untuk pendekatan terlindungi (tidak terjadi konflik antara kendaraan yang belok dengan lalu lintas yang berlawanan) arus jenuh dasar S_o ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (L_E)

$$L_E = 9 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times L_E \\ &= 600 \times 9 \\ &= 5400 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } S &= S_o \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \\ &= 5400 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,94 \times 1,00 \\ &= 5254 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

Dimana, arus jenuh (S) dianggap tetap selama waktu hijau.

e. Arus Lalulintas

$$\begin{aligned} Q &= \text{ arus lurus + arus kanan + arus kiri} \\ &= 307 + 172 + 135 \\ &= 614 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

f. Rasio Arus / Arus Jenuh

$$\begin{aligned} R_{Q/S} &= Q/S \\ &= 614 / 5254 \\ &= 0,1168633422 \end{aligned}$$

g. Rasio Fase

$$\begin{aligned} R_F &= \frac{R_{Q/S \text{ KRITIS}}}{R_{AS}} \\ &= \frac{0,12}{0,72} \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

h. Waktu siklus & Waktu hijau

Penentuan waktu siklus ini dapat dari:

$$\begin{aligned} c &= \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \Sigma R_{Q/S \text{ KRITIS}}} \\ &= \frac{(1,5 \times 15 + 5)}{1 - 0,72} \\ &= 99 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_i &= (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ KRITIS}}}{\Sigma(R_{Q/S \text{ KRITIS}})} \\
 &= (99-15) \times \frac{0,12}{\Sigma(0,72)} \\
 &= 14 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

- i. Kapasitas (C) Simpang Apill dan Derajat Kejenuhan (D_J)

Kapasitas (C) diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (Q/c).

$$\begin{aligned}
 C &= S \times \frac{H_i}{c} \\
 &= 5254 \times \frac{14}{99} \\
 &= 899 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

Derajat Kejenuhan (D_J) diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D_J &= Q / C \\
 &= 614 / 899 \\
 &= 0,68
 \end{aligned}$$

- j. Antrian

Jumlah antrian pada awal sinyal hijau N_Q dihitung sebagai jumlah (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah (skr) yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Untuk $D_J > 2,87$

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8x(D_J - 0,5)}{C}} \right]$$

Untuk $D_J \leq 1,15$; $NQ_1 = 0$

Dimana:

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (skr)

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (skr)

D_J = derajat kejenuhan

R_H = rasio hijau

C = kapasitas (skr/jam)

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas pada pendekatan tersebut (skr/jam)

$$\begin{aligned}
NQ_1 &= 0,25xCx \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8x(D_j - 0,5)}{C}} \right] \\
NQ_1 &= 0,25x899x \left[(0,68 - 1) + \sqrt{(0,68 - 1)^2 + \frac{8x(0,68 - 0,5)}{899}} \right] \\
NQ_1 &= 0,57 \text{ skr}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
NQ_2 &= c \times \frac{(1 - R_H)}{1 - R_H \times D_j} \times \frac{Q}{3600} \\
NQ_2 &= 99 \times \frac{(1 - 0,14)}{(1 - 0,14 \times 0,68)} \times \frac{614}{3600} \\
NQ_2 &= 16,13 \text{ skr} \\
N_Q &= NQ_1 + NQ_2 \\
&= 0,57 + 16,13 \\
&= 16,70 \text{ skr}
\end{aligned}$$

k. Panjang Antrian

Panjang Antrian (P_A) diperoleh dari perkalian dengan luas rata-rata yang dipergunakan dalam smp/satu mobil ditambah sepeda motor ($5 \times 4 \text{ m}^2$) dan pembagian dengan lebar masuk jalan yang dipergunakan.

$$\begin{aligned}
P_A &= NQ_{\text{MAX}} \times \frac{20}{L_{\text{jalan masuk}}} \\
&= 18 \times \frac{20}{9} \\
&= 40,00 \text{ m} \\
R_{KH} &= 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \\
&= 0,9 \times \frac{16,70}{614 \times 99} \times 3600 \\
&= 0,887 \\
N_{KH} &= Q \times R_{KH} \\
&= 614 \times 0,887 \\
&= 545 \text{ skr}
\end{aligned}$$

l. Tundaan

Dalam perhitungan tundaan pada suatu simpang terdiri dari dua jenis tundaan yaitu:

2. Tundaan Lalulintas (T_L) akibat adanya interaksi lalu lintas dengan Gerakan lainnya pada suatu simpang.

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

$$T_L = 99 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,14)^2}{(1 - 0,14 \times 0,68)} + \frac{0,57 \times 3600}{899}$$

$$T_L = 43,10 \text{ det/skr}$$

3. Tundaan Geometric (T_G) karena adanya perlambatan dan percepatan pada saat membelok pada suatu simpang atau terhenti karena adanya lampu merah.

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

Dimana,

$$R_{KH} = 0,887$$

$$P_B = 0,22 + 0,00 + 0,28$$

Maka,

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

$$= (1 - 0,887) \times (0,22 + 0,00 + 0,28 \times 6) + (0,887 \times 4)$$

$$= 3,76 \text{ det/skr}$$

$$\text{Maka Tundaan rata-rata (T)} = T_T + T_G$$

$$= 43,10 + 3,76$$

$$= 46,86 \text{ det/skr}$$

$$\text{Dan Menghitung Tundaan Total} = T \times Q$$

$$= 46,86 \times 614 = 27,104 \text{ ekr.det}$$

3. Fase 3 Jl. Turi (Timur) & Jl. Pelangi (Barat)

- a. Waktu Hilang (H_H)

Waktu hilang dapat dinyatakan:

$$H_H = \sum_i (M_{\text{semua}} + K) i$$

$$= \sum_i (2 + 2 + 2 + 9)$$

$$= 15 \text{ det/siklus}$$

b. Lebar Efektif (L_E)

Lebar dari bagian pendekatan yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap L , L_M , dan L_K dan Gerakan lalu lintas membelok).

$$L_E = L - L_{BKIJT}.$$

- Pendekat Timur $= 7 - 2 = 5$ meter

- Pendekat Barat $= 7 - 2 = 5$ meter

Berdasarkan survei langsung dilapangan didapat $L_E = 9$ meter

c. Arus Jenuh Dasar

$$S_o = 600 \times L_E$$

- Pendekat Timur $= 600 \times 5 = 3000$ skr/jam

- Pendekat Barat $= 600 \times 5 = 3000$ skr/jam

d. Arus Jenuh (s)

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan (skr/jam hijau).

Arus jenuh dapat dinyatakan:

$$S = S_o \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

Untuk pendekatan terlindungi (tidak terjadi konflik antara kendaraan yang belok dengan lalu lintas yang berlawanan) arus jenuh dasar S_o ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (L_E)

Dimana, arus jenuh (S) dianggap tetap selama waktu hijau, maka S yaitu:

- Pendekat Timur $= 3000 \times 0,94 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,94 \times 1,07 = 2846$ skr/jam

- Pendekat Barat $= 3000 \times 0,95 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,94 \times 1,08 = 2907$ skr/jam

e. Arus Lalulintas (Terlawan)

$$Q = \text{arus lurus} + \text{arus kanan} + \text{arus kiri}$$

- Pendekat Timur $= 238 + 195 + 251 = 684$ skr/jam

Pendekat Barat $= 240 + 219 + 247 = 706$ skr/jam

f. Rasio Arus / Arus jenuh

$$R_{Q/S} = Q/S$$

- Pendekat Timur $= 684 / 2846 = 0,24$

- Pendekat Barat $= 706 / 2907 = 0,24$

g. Rasio Fase

$$R_F = \frac{R_{Q/S \text{ KRITIS}}}{R_{AS}}$$

- Pendekat Timur = $\frac{0,24}{0,72} = 0,33$
- Pendekat Barat = $\frac{0,24}{0,72} = 0,34$

h. Waktu siklus & Waktu hijau

Penentuan waktu siklus ini dapat dari:

$$c = \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \Sigma R_{Q/S \text{ KRITIS}}}$$

- Pendekat Timur = $\frac{(1,5 \times 15 + 5)}{1 - 0,72} = 99$ detik
- Pendekat Barat = $\frac{(1,5 \times 15 + 5)}{1 - 0,72} = 99$ detik

$$H_i = (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ KRITIS}}}{\Sigma(R_{Q/S \text{ KRITIS}})}$$

- Pendekat Timur = $(99 - 5) \times \frac{0,24}{\Sigma(0,72)} = 28$ detik
- Pendekat Barat = $(99 - 5) \times \frac{0,24}{\Sigma(0,72)} = 28$ detik

i. Kapasitas (C) Simpang Apill dan Derajat Kejenuhan (D_J)

Kapasitas (C) diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (Q/c).

$$C = S \times \frac{H_i}{c}$$

- Pendekat Timur = $2846 \times \frac{28}{99} = 888$ skr/jam
- Pendekat Barat = $2907 \times \frac{28}{99} = 907$ skr/jam

Derajat Kejenuhan (D_J) diperoleh sebagai berikut:

$$D_J = Q / C$$

- Pendekat Timur = $684 / 888 = 0,77$
- Pendekat Barat = $706 / 907 = 0,78$

j. Antrian

Jumlah antrian pada awal sinyal hijau N_Q dihitung sebagai jumlah (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{Q1}) ditambah jumlah (skr) yang datang selama fase merah (N_{Q2})

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2}$$

Untuk $DJ > 2,87$

$$NQ_1 = 0,25xCx \left[(D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8x(D_J - 0,5)}{C}} \right]$$

Untuk $DJ \leq 1,15$; $NQ_1 = 0$

Dimana:

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (skr)

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (skr)

D_J = derajat kejenuhan

R_H = rasio hijau

C = kapasitas (skr/jam)

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas pada pendekatan tersebut (skr/jam)

$$NQ_1 = 0,25xCx \left[(D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8x(D_J - 0,5)}{C}} \right]$$

• Pendekat Timur NQ_1 :

$$NQ_1 = 0,25x888x \left[(0,77 - 1) + \sqrt{(0,77 - 1)^2 + \frac{8x(0,77 - 0,5)}{888}} \right]$$

$$NQ_1 = 1,16 \text{ skr}$$

• Pendekat Barat NQ_1 :

$$NQ_1 = 0,25x907x \left[(0,78 - 1) + \sqrt{(0,78 - 1)^2 + \frac{8x(0,78 - 0,5)}{907}} \right]$$

$$NQ_1 = 1,24 \text{ skr}$$

• Pendekat Timur NQ_1 :

$$NQ_2 = c x \frac{(1 - R_H)}{1 - R_H x D_J} x \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 99 x \frac{(1 - 0,28)}{(1 - 0,28x 0,77)} x \frac{684}{3600}$$

$$NQ_2 = 17,30 \text{ skr}$$

$$N_Q = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 1,16 + 17,30$$

$$= 18,45 \text{ skr}$$

- Pendekat Barat NQ_1 :

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - R_H)}{1 - R_H \times D_j} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 99 \times \frac{(1 - 0,29)}{(1 - 0,29 \times 0,78)} \times \frac{706}{3600}$$

$$NQ_2 = 17,91 \text{ skr}$$

$$N_Q = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 1,24 + 17,91$$

$$= 19,15 \text{ skr}$$

k. Panjang Antrian

Panjang Antrian (P_A) diperoleh dari perkalian dengan luas rata-rata yang dipergunakan dalam smp/satu mobil ditambah sepeda motor ($5 \times 4 \text{ m}^2$) dan pembagian dengan lebar masuk jalan yang dipergunakan.

$$P_A = NQ_{\text{MAX}} \times \frac{20}{L_{\text{jalan masuk}}}$$

- Pendekat Timur = $20 \times \frac{20}{5} = 80,00 \text{ m}$

- Pendekat Barat = $21 \times \frac{20}{5} = 84,00 \text{ m}$

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600$$

- Pendekat Timur = $0,9 \times \frac{18,45}{684 \times 99} \times 3600 = 0,881$

- Pendekat Barat = $0,9 \times \frac{19,15}{706 \times 99} \times 3600 = 0,884$

$$N_{KH} = Q \times R_{KH}$$

- Pendekat Timur = $684 \times 0,881 = 602 \text{ skr}$

- Pendekat Barat = $706 \times 0,884 = 625 \text{ skr}$

l. Tundaan

Dalam perhitungan tundaan pada suatu simpang terdiri dari dua jenis tundaan yaitu:

1. Tundaan Lalulintas (T_L) akibat adanya interaksi lalu lintas dengan Gerakan lainnya pada suatu simpang.

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

- Pendekat Timur T_L :

$$T_L = 99 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,28)^2}{(1 - 0,28 \times 0,77)} + \frac{1,16 \times 3600}{888}$$

$$T_L = 37,40 \text{ det/skr}$$

- Pendekat Barat T_L :

$$T_L = 99 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,29)^2}{(1 - 0,29 \times 0,78)} + \frac{1,24 \times 3600}{907}$$

$$T_L = 37,56 \text{ det/skr}$$

2. Tundaan Geometric (T_G) karena adanya perlambatan dan percepatan pada saat membelok pada suatu simpang atau terhenti karena adanya lampu merah.

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

- Pendekat Timur T_G :

Dimana,

$$R_{KH} = 0,881$$

$$P_B = 0,37 + 0,00 + 0,28$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \\ &= (1 \times 0,881) \times (0,37 + 0,00 + 0,28 \times 6) + (0,881 \times 4) \\ &= 3,77 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Tundaan rata-rata (T)} &= T_T + T_G \\ &= 37,40 + 3,77 = 41,17 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dan Menghitung Tundaan Total} &= T \times Q \\ &= 41,17 \times 684 = 28,138 \text{ det/ekr} \end{aligned}$$

- Pendekat Barat T_G :

Dimana,

$$R_{KH} = 0,884$$

$$P_B = 0,35 + 0,00 + 0,31$$

Maka,

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \\ &= (1 \times 0,884) \times (0,35 + 0,00 + 0,31 \times 6) + (0,888 \times 4) \\ &= 3,79 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka Tundaan rata-rata (T)} &= T_T + T_G \\ &= 41,35 + 3,79 &= 41,35 \text{ det/skr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Dan Menghitung Tundaan Total} &= T \times Q \\ &= 41,35 \times 706 &= 29,209 \text{ det/ekr}\end{aligned}$$

Terakhir Menghitung Tundaan Rata-Rata pada Seluruh Simpang (D_i):

$$\begin{aligned}D_i &= \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}} \\ &= 113,225 / 2.590,200 \\ &= 43,713 \text{ det/skr}\end{aligned}$$

Tabel 4.1 : Hasil Geometrik Pengaturan Lalu Lintas Lingkungan (Formulir PKJI, 2014)

SIMPANG BERSINYAL		Hari/Tanggal : Senin, 20 Febuari 2023		Ditangani oleh : Aprilian Dwi Hani U. Maru'ao	
Formulir SIG-I:		Kota : Sidoarjo		Perihal : 3-Fase	
GEOMETRI		Simpang : Jl. SM. Raja - Jl. Turi - Jl. Pelangi		Periode : Jam Puncak Sore Hari Kerja	
PENGATURAN LALU-LINTAS LINGKUNGAN		Ukuran Kota : 2,1 Juta Jiwa			

Fase Sinyal Yang Ada			Waktu Siklus : $c = 100$ detik Waktu Hilang Total : $H_H = \sum \Delta_H = 15$ detik
 Fase 1: $A_{f1} = 5$	 Fase 2: $A_{f2} = 5$	 Fase 3: $A_{f3} = 5$	

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan	Hambatan Sampung	Median	Kelandaian	BkiJT	Jarak Kendaraan Keparkir	Lebar Pendekat, m			
							Y/T	(%)	Y/T	L
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	SEDANG	Y	0%	Y	0	11,0	9,00	2,00	9,00
S	COM	SEDANG	Y	0%	Y	0	11,0	9,00	2,00	9,00
T	COM	SEDANG	T	0%	Y	0	7,0	5,00	2,00	5,00
B	COM	RENDAH	T	0%	Y	0	7,0	5,00	2,00	5,00

Tabel 4.2 : Hasil Arus Lalu Lintas (Formulir PKJI, 2014)

SIMPANG BERSINYAL		Hari/Tanggal : 9 Januari 2023											Ditangani oleh : Aprilian Dwi Hari U. Maru'ao				
Formulir SIG-II:		Kota : Medan Kota											Perihal : 3 fase				
ARUS LALU-LINTAS		Simpang : Jl. SM. Raja - Jl. Turi - Jl. Pelangi											Periode : Jam Puncak Sore Hari Kerja				
Kode Pendekat	Arah	KENDARAAN BERMOTOR												KENDARAAN TAK BERMOTOR			
		Kendaraan Ringan (KR)			Kendaraan Berat (KB)			Sepeda Motor (SM)			Q _{KBM}			R _{Bki}	R _{Bka}	Q _{KTb}	R _{KTb}
		ekr terlindung =			1,0 ekr terlindung =			1,3 ekr terlindung =			0,2 Total Arus Kendaraan Bermotor						
		ekr terlawan =			1,0 ekr terlawan =			1,3 ekr terlawan =			0,4						
	kend/jam	skr/jam		kend/jam	skr/jam		kend/jam	skr/jam		smp/jam	skr/jam		Rasio Belok Kiri	Rasio Belok Kanan	Arus Kendaraan Tak Bermotor kend/jam	Q _{KBM} /(Q _{KTb} +Q _{KBM})	
		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	B _{kf} /B _{KIJT}	105	105	105	4	5	5	125	25	50	234	135	160	0,22		3	
	LRS	177	177	177	45	59	59	359	72	144	581	307	379			0	
	B _{ka}	102	102	102	23	30	30	198	40	79	323	172	211		0,28	0	
	Total	370	384	384	56	94	94	820	136	273	1138	614	750			3	0,003
S	B _{kf} /B _{KIJT}	154	154	154	15	20	20	286	57	114	455	231	288	0,39		0	
	LRS	206	206	206	54	70	70	397	79	159	657	356	435			0	
	B _{ka}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
	Total	514	360	360	69	90	90	683	137	273	1112	586	723			0	0,000
T	B _{kf} /B _{KIJT}	123	123	123	16	21	21	269	54	108	408	198	251	0,37		0	
	LRS	121	121	121	14	18	18	246	49	98	381	188	238			0	
	B _{ka}	108	108	108	9	12	12	187	37	75	304	157	195		0,28	0	
	Total	352	352	352	39	51	51	702	140	281	1093	543	684			0	0,000
B	B _{kf} /B _{KIJT}	116	116	116	16	21	21	276	55	110	408	192	247	0,35		0	
	LRS	123	123	123	12	16	16	254	51	102	389	189	240			0	
	B _{ka}	110	110	110	22	29	29	201	40	80	333	179	219		0,31	0	
	Total	349	349	349	64	65	65	731	146	292	1130	560	706			0	0,000

Tabel 4.3 : Hasil Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang (Formulir PKJI, 2014)

SIMPANG BERSINYAL		Hari/Tanggal : Senin, 09 Januari 2023				Ditanganin Oleh : Aprilian Dwi Hani U.M			
Formulir SIG-III:		Kota : Medan Kota				Perihal : 3 Fase			
WAKTU ANTAR HIJAU		Simpang : Jl.SM. Raja-Jl. Turi-Jl. Pelangi				Periode : Jam Puncak Sore Hari Kerja			
WAKTU HILANG									
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG						M_{semua}	
Kode Pendekat	Kecepatan Berangkat V_B m/d	Kode Pendekat	U	S	T	B			
		Kecepatan datang V_{KD} m/d	10	10	10	10		(detik)	
U	10	Jarak berangkat - datang (m)*			21,5				
		Waktu berangkat - datang (det)*			6,5			1,5	
S	10	Jarak berangkat - datang (m)*				21,5			
		Waktu berangkat - datang (det)*				6,5		1,5	
T	10	Jarak berangkat - datang (m)*		21,5					
		Waktu berangkat - datang (det)*		6,5				1,5	
B	10	Jarak berangkat - datang (m)*	21,5						
		Waktu berangkat - datang (det)*	6,5					1,5	
		Catatan :	Penentuan M_{semua}						
		Arus dari timur pada Fase 3 ke 4	Fase 1 - Fase 2				2		
		menerus dari Fase 3 ke Fase 4,	Fase 2 - Fase 3				2		
		sehingga tidak diperlukan M_{semua}	Fase 3 - Fase 1				2		
			Fase 4 - Fase 1				-		
		Angka dibawah 1 detik dibulatkan keatas, misal 2,06 detik menjadi 3 detik	K total (3 detik per fase)				9		
		$M_{\text{semua}} = \left\{ \frac{(L_{KB} + L_{KB})}{V_{KB}} - \frac{L_{KD}}{V_{KD}} \right\}$	$H_H = \sum (M_{\text{semua}} + \text{Kuning}) : (\text{detik per siklus})$				15		

Tabel 4.4 : Hasil Penentuan Waktu Sinyal & Kapasitas (Formulir PKJI, 2014)

SIMPANG BERSINYAL		Hari/Tanggal : Senin, 20 Februari 2023															Ditangani oleh : Aprilian Dwi Hani U. Mar'ao								
Formulir SIG-IV :		Kota : Medan Kota															Perihal : 3-Fase								
PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS		Simpang : Jl. SM Raja - Jl. Turi - Jl. Pelangi															Periode : Jam Puncak Sore Hari Kerja								
Distribusi arus lalu lintas:																									
Distribusi arus lalu lintas, skr/jam									Fase 1:									Fase 2:				Fase 3:			
Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase Ke	Tipe Pendekat	Rasio Kendaran Berbelok			Arus Belok Kanan, Q_{Bka}		Lebar Efektif	Arus Jenuh, S								Arus Lalu Lintas	Rasio Arus	Rasio Fase	Waktu Hijau	Kapasitas	Derajat Kejenuhan			
									Arah yang di tinjau	Arah yang berlawanan	Faktor penyesuaian												Arus Jenuh Disesuaikan		
			Semua tipe pendekat		Hanya tipe P		Ukuran Kota				Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri										
			R_{BKUT}	R_{Bki}	R_{Bki}	F_{LK}			F_{HS}	F_G						F_P							F_{Bka}	F_{Bki}	S
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)			
U	2	P	0,22		0,28	0	0	9,00	5400	1,00	0,94	1,00	1,00	1,07	0,96	5254	614,00	0,12	0,16	14	899	0,68			
S	1	P	0,39		0,00	0	0	9,00	5400	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	0,94	4759	586,30	0,12	0,17	14	862	0,68			
T	3	O	0,37		0,28	195	219	5,00	3000	1,00	0,94	1,00	1,00	1,07	0,94	2846	683,50	0,24	0,33	28	888	0,77			
B	3	O	0,35		0,31	219	195	5,00	3000	1,00	0,95	1,00	1,00	1,08	0,94	2907	706,40	0,24	0,34	28	907	0,78			
Waktu Hilang			15 Waktu siklus pra penyesuaian					99,34										$R_{AS} =$		0,72		84			
Total $H_{H(Det)}$			Waktu siklus disesuaikan					99										$\sum R_{Q/skritis}$							

Tabel 4.5 : Hasil Panjang Antrian Jumlah Kendaraan Terhenti Tundaan (Formulir PKJI, 2014)

SIMPANG BERSINYAL					Hari/Tanggal : 9 Januari 2023				Ditangani oleh : Aprilian Dwi Hari U. Maru'ao						
Formulir SIG-V :		PANJANG ANTRIAN			Kota : Medan Kota				Perihal : 3 fase						
		JUMLAH KENDARAAN TERHENTI			Simpang : Jl. SM. Raja - Jl. Turi - Jl. Pelangi				Periode : Jam Puncak Sore Hari Kerja						
		TUNDAAN			Waktu siklus 99										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau	Jumlah Kendaraan Antri (skr)				Panjang Antrian	Rasio Kendaraan Henti	Jumlah Kendaraan Henti	Tundaan			
					N_{Q1}	N_{Q2}	$N_Q = (N_{Q1} + N_{Q2})$	N_{QMAX}				Tundaan Lalu-Lintas Rata - Rata	Tundaan Geometrik Rata - Rata	Tundaan Rata - Rata	Tundaan Total
	Q	C	D_j	R_H					P_A	R_{KH}	N_{KH}	T_L	T_G	$T = T_T + T_G$	$T \times Q$
	skr/jam	skr/jam			skr	skr	skr	skr	m		skr	det/skr	det/skr	det/skr	ekr.det
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	614,00	899	0,68	0,14	0,57	16,13	16,70	18	40,00	0,887	545	43,10	3,76	46,86	28.774
S	586,30	862	0,68	0,14	0,56	15,35	15,91	17	37,78	0,885	519	42,64	3,58	46,23	27.104
T	683,50	888	0,77	0,28	1,16	17,30	18,45	20	80,00	0,881	602	37,40	3,77	41,17	28.138
B	706,40	907	0,78	0,29	1,24	17,91	19,15	21	84,00	0,884	625	37,56	3,79	41,35	29.209
Qtotal =	2.590,200								Total :		2290			Total :	113.225
									Kendaraan terhenti rata-rata stop/skr :		0,88			Tundaan simpang rata2 (det/skr) :	43,713

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada persimpangan yang dianalisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor yang berpengaruh pada kapasitas simpang adalah faktor hambatan samping, faktor arus belok kiri dan arus belok kanan di setiap persimpangan jalan, waktu lampu hijau dan banyaknya kendaraan yang lewat, maka semakin banyak kendaraan yang menumpuk pada persimpangan.
2. Panjang antrian yang terjadi pada penelitian simpang, yaitu:
 - a. Jl. Sm Raja (utara) : 40,00 Meter
 - b. Jl. Sm Raja (selatan) : 37,78 Meter
 - c. Jl. Pelanngi (timur) : 80,00 Meter
 - d. Jl. Turi (barat) : 84,00 Meter

Dan dari hasil perhitungan didapat tundaan arata rata pada penelitian simpang, yaitu:

- a. Jl. Sm Raja (utara) : 46,86 det/skr
 - b. Jl. Sm Raja (selatan) : 46,23 det/skr
 - c. Jl. Pelanngi (timur) : 41,17 det/skr
 - d. Jl. Turi (barat) : 41,35 det/skr
3. Hubungan antara tundaan dan antrian dapat diambil suatu kesimpulan bahwa dengan banyaknya kendaraan yang antri di persimpangan tersebut maka tundaan untuk setiap kendaraan akan lebih lama pula. Sehingga menyebabkan tundaan dan antrian maksimum. Karena faktor yang mempengaruhi panjang antrian adalah banyaknya sisa kendaraan pada waktu hijau sebelumnya dengan jumlah kendaraan yang datang pada fase merah. Sedangkan faktor yang mempengaruhi tundaan adalah jumlah waktu hijau dan selisih kendaraan pada fase hijau sebelumnya dan factor belok kanan yang terdapat pada setiap persimpangan jalan.

5.2. Saran

Sebagai penutup tugas akhir ini saran-saran yang ingin disampaikan setelah dilaksanakan survey antrian dengan tundaan persimpangan bersinyal jalan sm raja-turi-pelangi adalah:

1. Mengantisipasi kepadatan lalu lintas yang terjadi pada simpang tersebut dengan pengalihan sebagai arus lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut dengan melalui jalan lain.
2. Merubah pengaturan fase yang dari 3 fase ke 4 fase, agar mendapatkan fase yang ideal untuk persimpangan tersebut.
3. Penyalahgunaan jalan sehingga mengganggu kelancaran lalu lintas pada persimpangan tersebut.
4. Perlu adanya tindakan yang tegas dari aparat yang bertugas dipersimpangan kepada para pengguna jalan yang melanggar untuk mengurangi pelanggaran yang terjadi serta meminimkan kemacetan lalu lintas dilapangan.
5. Perlu adanya penindakan yang tegas kepada pedagang kaki lima gar badan jalan dapat digunakan secara maksimum, karena banyaknya pedagang kaki lima menggunakan badan jalan untuk sarana penjualan barang.

DAFTAR PUSTAKA

- PKJI. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian 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: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015) *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta
- Kasus, S., Daya, J., Hadari, N.-J. H., Yani, N.-J. A., Leonardus, P., Nugroho, L., As, S., Mayuni, S., & Abstrak,. (2014). *Evaluasi Panjang Antrian Pada Lengan Simpang Bersinyal Dengan Metode Pkji 2014*. 2014, 1–15.
- Widari, L. A., & Tanjung, I. A. (2014). *EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN METODE PKJI 2014 DAN VISUALISASI MENGGUNAKAN SOFTWARE VISSIM (Studi Kasus Simpang Empat Bundaran Tugu Kota Binjai)*. 1, 1149–1159.
- Purnamasari, E., & Ansusanto, J. D. (2016). Mendukung Keselamatan Di Jalan Raya. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 10–19.
- Budi, S., Sihite, G., Indriastuti, A. K., & Priyono, Y. (2017). Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan Pkji 2014 dan Pengamatan Langsung (Studi Kasus : Simpang Jl. Brigjend Sudiarto/ Jl. Gajah Raya/ Jl. Lamper Tengah Kota Semarang). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 180–193. [http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jktsTelp.:](http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jktsTelp.)
- Persimpangan, P., Di, B., Prof, J. L., Kasus, S., Untuk, D., & Memperoleh, M. S. (2017). *Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Yamin Sh – Jl. Gaharu – Jl. Jawa Medan*.
- Rahadiyan, A. P. (2018). Analisis Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Raya Pekayon. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Bangunan Fakultas Teknik*, 7–8.
- Management, I. T., Management, H., Science, M., Science, M., & (2018:116). (2018). *Trpm2 1, 3 1, 3. 5(3)*, 2018.
- Prayitno, E. A., Abidin, Z., & Huda, M. (2019). Analisis Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Nginden - Jl. Raya Panjang Jiwo Menggunakan PKJI 2014. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 2(1), 23–28. <https://doi.org/10.25139/jprs.v2i1.1491>

- Asfiati, Sri Mutiara, D. T. (2020). Progress in Civil Engineering Journal UMUM (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Jalan Padang , Bantan Timur , Kecamatan Medan Tembung). *Progress in Civil Engineering Journal*, 2(1), 31–41.
- Andriyanto, A., Imananto, E. I., & Ma'ruf, A. (2020). Evaluasi Kinerja Simpang Pada Persimpangan Bersinyal Jl. Asembagus – Jl. Seruni Kabupaten Situbondo. *Student Journal Gelagar*, 2(1 SE-Articles), 9–17. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/gelagar/article/view/2621>
- Sholahudin, F., & Hendaridi, A. R. (2020). Analisis Simpang Bersinyal Pada Simpang 4 Jl. Siliwangi Kota Tasikmalaya. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 3(2), 70–75. <https://doi.org/10.25139/jprs.v3i2.2777>
- Handayasari, I., Rokhman, A., & Halusman, S. (2020). Optimalisasi Kinerja Simpang Apill Puri Kembangan Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014. *Konstruksia*, 11(1), 33. <https://doi.org/10.24853/jk.11.1.33-40>
- Rofinus Nama Pehan, Ircham, V. D. A. A. (2020). *Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan PKJI 2014(Simpang Jlagran Lor, Yogyakarta)*. 01(02), 89–98.
- Lorenza, Vinki Hani. (2020). “*Tinjauan Kerja Lalu Lintas Pada Exit Tol Singosari*”.
- Asfiati, S., & Zurkiyah, Z. (2021). Pola Penggunaan Lahan Terhadap Sistem Pergerakan Lalu Lintas Di Kecamatan Medan Perjuangan, Kota Medan. *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 4(1), 206–216.
- Mamu, I., Kadir, Y., & Patuti, I. M. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan J. a. Katili-Jalan Tondano-Jalan Madura Dengan Metode Pkji. *Composite Journal*, 1(1), 9–16. <https://doi.org/10.37905/cj.v1i1.5>
- Karels, D. W., Siki, A. W., & Hunggurami, E. (2021). Analisis Kinerja Simpang Takbersinyal Persimpangan Jalan W. J. Lalamentik Dan Jalan Amabi Kota Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 9–20.
- Simbolon, A. W. (2022). *SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN APLIKASI PTV*.
- Sulaksono W, Sony (2001) *Rekayasa Lalu Lintas*. Bandung: ITB

LAMPIRAN A.
Data Survei Lapangan

Lampiran Tabel A.1 : Data Volume Kendaraan Senin, 20 Febuari 2023 (Survei lalu lintas)

Dari - Jl. SM. Raja (Utara)																
Periode	LRS Ke - Jl. SM Raja (Selatan)					Bka ke - Jl. Pelangi (Barat)					Bki ke - Jl. Turi (Timur)					Total Keseluruhan (Jam)
	KR	KS	SM	KB	KTB	KR	KS	SM	KB	KTB	KR	KS	SM	KB	KTB	
Pagi 07:00-07:15	20	3	49	4	-	13	1	24	-	-	8	-	22	-	-	-
Pagi 07:15-07:30	19	2	52	3	-	15	3	34	-	-	7	1	18	-	-	-
Pagi 07:30-07:45	18	1	58	2	-	10	1	40	-	-	10	-	16	-	-	-
Pagi 07:45-08:00	22	1	66	4	-	11	3	42	-	-	8	-	17	-	-	-
Pagi 08:00-08:15	21	2	63	3	-	17	3	38	-	-	7	-	28	-	-	-
Pagi 08:15-08:30	25	3	61	3	-	15	2	41	-	-	6	1	12	-	-	-
Pagi 08:30-08:45	39	2	59	1	-	12	1	22	-	-	8	2	14	-	1	-
Pagi 08:45-09:00	34	2	55	2	-	12	2	32	-	-	9	1	24	-	1	-
Total	198	16	463	22	0	105	16	273	0	0	63	5	151	0	2	1314
Siang 11:30-11:45	23	3	54	4	-	13	2	31	-	-	7	1	23	-	-	-
Siang 11:45-12:00	18	1	60	3	-	10	2	36	-	-	6	2	18	-	-	-
Siang 12:00-12:15	25	3	63	1	-	15	1	35	-	-	6	1	15	-	-	-
Siang 12:15-12:30	31	2	59	4	-	11	1	38	-	-	8	-	17	-	1	-
Siang 12:30-12:45	38	2	57	3	-	12	-	23	-	-	7	1	13	-	1	-
Siang 12:45-13:00	23	1	70	1	-	17	-	40	-	-	7	-	20	-	-	-
Siang 13:00-13:15	29	2	64	3	-	15	3	41	-	-	8	-	20	-	-	-
Siang 13:15-13:30	22	4	66	4	-	11	-	42	-	-	7	1	16	-	-	-
Total	209	18	493	23	0	104	9	286	0	0	56	6	142	0	2	1348
Sore 16:00-16:15	29	3	71	2	-	15	3	23	-	-	12	-	24	-	1	-
Sore 16:15-16:30	31	3	68	4	-	14	2	37	-	-	13	-	27	-	1	-
Sore 16:30-16:45	30	4	63	4	-	15	1	15	-	-	12	1	22	-	-	-
Sore 16:45-17:00	33	3	77	3	-	21	1	33	-	-	10	-	23	-	-	-
Sore 17:00-17:15	41	6	86	6	-	20	6	43	-	-	22	1	28	-	1	-
Sore 17:15-17:30	44	4	92	5	-	22	5	47	-	-	24	2	32	-	-	-
Sore 17:30-17:45	42	6	83	5	-	28	5	52	-	-	29	1	30	-	2	-
Sore 17:45-18:00	50	7	98	6	-	32	7	56	-	-	30	-	35	-	-	-
Total	300	36	638	35	0	167	30	306	0	0	152	5	221	0	5	1895
TOTAL SEMUA VOLUME KENDARAAN																4557

Dari - Jl. SM. Raja (Selatan)											
Periode	LRS Ke - Jl. SM Raja (Utara)					Bki ke - Jl. Pelangi (Timur)					Total Keseluruhan (Jam)
	KR	KS	SM	KB	KTB	KR	KS	SM	KB	KTB	
Pagi 07:00-07:15	29	2	79	4	-	21	1	63	-	-	-
Pagi 07:15-07:30	32	3	86	5	-	27	2	61	-	-	-
Pagi 07:30-07:45	42	1	81	2	-	28	2	59	-	-	-
Pagi 07:45-08:00	38	4	83	2	-	25	1	58	-	-	-
Pagi 08:00-08:15	41	2	86	5	-	27	2	65	1	-	-
Pagi 08:15-08:30	40	3	84	6	-	31	1	60	2	-	-
Pagi 08:30-08:45	35	1	75	5	-	30	1	58	2	-	-
Pagi 08:45-09:00	38	1	73	3	-	29	2	64	2	-	-
Total	295	17	647	32	0	218	12	488	7	0	1716
Siang 11:30-11:45	32	3	79	4	-	19	2	57	-	-	-
Siang 11:45-12:00	27	2	76	4	-	21	2	63	2	-	-
Siang 12:00-12:15	33	4	85	5	-	26	1	58	-	-	-
Siang 12:15-12:30	36	1	81	2	-	30	2	51	1	-	-
Siang 12:30-12:45	34	2	88	3	-	31	1	58	-	-	-
Siang 12:45-13:00	37	3	83	4	-	28	2	56	-	-	-
Siang 13:00-13:15	25	2	74	4	-	25	1	59	-	-	-
Siang 13:15-13:30	28	4	79	5	-	29	2	65	-	-	-
Total	252	21	645	31	0	209	13	467	3	0	1641
Sore 16:00-16:15	41	4	83	3	-	27	1	62	-	-	-
Sore 16:15-16:30	42	3	85	5	-	29	2	61	1	-	-
Sore 16:30-16:45	39	1	89	4	-	31	2	67	2	-	-
Sore 16:45-17:00	45	4	90	5	-	30	1	65	-	-	-
Sore 17:00-17:15	47	6	90	6	-	31	5	65	2	-	-
Sore 17:15-17:30	48	7	94	7	-	35	4	68	-	-	-
Sore 17:30-17:45	53	5	103	8	-	42	2	71	-	-	-
Sore 17:45-18:00	58	8	110	7	-	46	-	82	2	-	-
Total	373	38	744	45	0	271	17	541	7	0	2036
TOTAL SEMUA VOLUME KENDARAAN											5393

Dari - Jl. Turi (Timur)																
Periode	LRS Ke - Jl. Pelangi (Barat)					Bka ke - Jl. SM. Raja (Utara)					Bki ke - Jl. SM. Raja (Selatan)					Total Keseluruhan (Jam)
	KR	KS	SM	KB	KTB	KR	KS	SM	KB	KTB	KR	KS	SM	KB	KTB	
Pagi 07:00-07:15	15	2	35	-	-	10	1	18	-	-	17	1	41	-	-	-
Pagi 07:15-07:30	16	1	38	1	-	9	1	20	-	-	20	2	36	-	-	-
Pagi 07:30-07:45	13	1	42	-	-	8	2	26	-	-	21	2	49	1	-	-
Pagi 07:45-08:00	10	-	45	-	-	7	-	21	-	-	19	1	48	-	-	-
Pagi 08:00-08:15	19	2	51	1	-	13	-	22	-	-	25	2	44	1	-	-
Pagi 08:15-08:30	18	1	49	-	-	8	-	26	-	-	22	2	47	-	-	-
Pagi 08:30-08:45	21	2	46	-	-	11	1	18	-	-	26	-	51	-	-	-
Pagi 08:45-09:00	20	-	52	1	-	10	1	22	-	-	22	-	55	-	-	-
Total	132	9	358	3	0	76	6	173	0	0	172	10	371	2	0	1312
Siang 11:30-11:45	15	1	29	1	-	7	-	11	-	-	20	4	31	-	-	-
Siang 11:45-12:00	18	2	37	-	-	6	2	17	-	-	18	2	33	1	-	-
Siang 12:00-12:15	17	2	35	-	-	12	-	18	-	-	13	2	39	1	-	-
Siang 12:15-12:30	13	1	44	-	-	9	1	24	-	-	14	-	57	2	-	-
Siang 12:30-12:45	21	2	49	-	-	11	-	22	-	-	19	-	47	2	-	-
Siang 12:45-13:00	10	1	52	-	-	15	-	21	-	-	17	2	42	1	-	-
Siang 13:00-13:15	12	1	45	-	-	8	2	20	-	-	23	1	46	-	-	-
Siang 13:15-13:30	14	2	52	-	-	14	-	24	-	-	21	-	52	-	-	-
Total	120	12	343	1	0	82	5	157	0	0	145	11	347	7	0	1230
Sore 16:00-16:15	21	2	47	-	-	12	1	25	-	-	26	1	53	-	-	-
Sore 16:15-16:30	18	2	49	-	-	8	2	29	-	-	24	3	49	-	-	-
Sore 16:30-16:45	16	1	52	-	-	12	2	35	-	-	13	1	61	-	-	-
Sore 16:45-17:00	19	1	44	-	-	13	-	36	-	-	22	2	57	-	-	-
Sore 17:00-17:15	22	2	53	1	-	28	-	42	-	-	27	4	61	1	-	-
Sore 17:15-17:30	27	3	56	-	-	23	2	46	-	-	28	3	63	2	-	-
Sore 17:30-17:45	34	2	65	1	-	31	4	48	-	-	32	2	71	-	-	-
Sore 17:45-18:00	38	4	72	1	-	26	2	51	-	-	36	3	74	1	-	-
Total	195	17	438	3	0	153	13	312	0	0	208	19	489	4	0	1851
TOTAL SEMUA VOLUME KENDARAAN																4393

Dari - Jl. Pelangi (Barat)																
Periode	LRS Ke - Jl. Turi (Timur)					Bka ke - Jl. SM. Raja (Selatan)					Bki ke - Jl. SM. Raja (Utara)					Total Keseluruhan (Jam)
	KR	KS	SM	KB	KTB	KR	KS	SM	KB	KTB	KR	KS	SM	KB	KTB	
Pagi 07:00-07:15	21	-	44	-	-	14	1	35	-	-	16	1	48	-	-	-
Pagi 07:15-07:30	16	2	38	-	-	19	-	31	-	-	21	2	45	-	-	-
Pagi 07:30-07:45	17	3	47	-	-	15	-	34	-	-	19	2	60	1	-	-
Pagi 07:45-08:00	22	1	45	-	-	13	-	38	-	-	17	1	61	-	-	-
Pagi 08:00-08:15	24	-	49	1	-	19	2	40	-	-	13	3	59	-	-	-
Pagi 08:15-08:30	18	1	53	-	-	17	2	42	-	-	21	1	54	1	-	-
Pagi 08:30-08:45	20	3	52	-	-	21	1	38	-	-	20	2	55	-	-	-
Pagi 08:45-09:00	23	-	47	-	-	24	3	37	-	-	18	1	57	2	-	-
Total	161	10	375	1	0	142	9	295	0	0	145	13	439	4	0	1594
Siang 11:30-11:45	11	3	36	2	-	15	2	26	-	-	16	2	45	-	-	-
Siang 11:45-12:00	14	1	34	1	-	18	-	28	-	-	17	1	46	1	-	-
Siang 12:00-12:15	12	2	39	2	-	17	-	25	-	-	19	1	43	-	-	-
Siang 12:15-12:30	11	2	43	-	-	15	2	32	-	-	21	2	49	-	-	-
Siang 12:30-12:45	12	5	42	2	-	19	3	37	-	-	15	1	53	-	-	-
Siang 12:45-13:00	13	3	36	-	-	22	1	39	-	-	16	1	44	-	-	-
Siang 13:00-13:15	10	2	38	2	-	21	2	24	-	-	20	2	46	-	-	-
Siang 13:15-13:30	14	2	33	-	-	22	2	25	-	-	21	2	43	-	-	-
Total	97	20	301	9	0	149	12	236	0	0	145	12	369	1	0	1351
Sore 16:00-16:15	20	-	51	-	-	19	4	39	-	-	11	2	60	-	-	-
Sore 16:15-16:30	21	1	50	-	-	20	3	36	-	-	18	1	58	-	-	-
Sore 16:30-16:45	22	2	51	-	-	21	4	42	-	-	15	2	59	1	-	-
Sore 16:45-17:00	24	2	52	-	-	23	5	41	-	-	19	1	62	-	-	-
Sore 17:00-17:15	26	4	54	-	-	23	5	42	-	-	21	4	66	2	-	-
Sore 17:15-17:30	34	-	63	1	-	25	6	48	-	-	27	3	67	2	-	-
Sore 17:30-17:45	25	3	65	2	-	30	4	56	-	-	32	3	71	-	-	-
Sore 17:45-18:00	38	2	72	-	-	32	7	55	-	-	36	2	73	-	-	-
Total	210	14	458	3	0	193	38	359	0	0	179	18	516	5	0	1993
TOTAL SEMUA VOLUME KENDARAAN																4938

LAMPIRAN B.
Foto Dokumentasi Survei



Lampiran B.1 : Menghitung Volume Kendaraan



Lampiran B.2 : Menghitung Volume Kendaraan



Lampiran B.3 : Mengukur Geometrik Jalan



Lampiran B.4 : Mengukur Geometrik Jalan



Lampiran B.5 : Mengukur Median Jalan



Lampiran B.6 : Mengukur Trotoar Jalan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama : Aprilian Dwi Hani Usholehah Maru'ao
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 09 April 2002
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jln. Pelajar Timur Gg. Kelapa-Gg. Sopohopur Lr.
Sibuarian No.3, Kel. Binjai, Kec. Medan Denai
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : H. Muhammad Hafidz, S.E
Ibu : Hj. Aznina Maru'ao
No. Hp : 0852 6053 8240
E-Mail : apriandwihanii@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210017
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	Swasta Eria Medan	2013
2	SMP	SMPN 2 Medan	2016
3	SMA	SMAN 5 Medan	2019
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 sampai selesai.		