

**TUGAS AKHIR**  
**PERENCANAAN SIMPANG BERSINYAL PADA PERTEMUAN**  
**SIMPANG JALAN RAYA MARENDAL SISINGAMANGARAJA KOTA**  
**MEDAN**  
*(Studi Kasus)*

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

**Disusun Oleh :**

**SISKA KARLINA**

**2007210143**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2024**

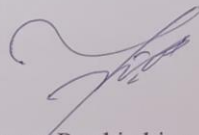
## LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : SISKA KARLINA  
NPM : 2007210143  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Perencanaan Simpang Bersinyal Pada Pertemuan Simpang  
Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan  
(*studi kasus*).  
Bidang Ilmu : Transportasi

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

Medan, Oktober 2024 Disetujui  
Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian:



Dosen Pembimbing  
Ahmad Hamas Sorimatua Harahap, S. Tr. T., M. Tr. T.

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : SISKA KARLINA  
NPM : 2007210143  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Perencanaan Simpang Bersinyal Pada Pertemuan Simpang  
Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan  
(studi kasus).  
Bidang Ilmu : Transportasi

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

Medan, Oktober 2024

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



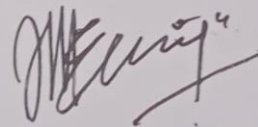
Ahmad Hamas Sorimatua Harahap, S. Tr. T., M. Tr. T.

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

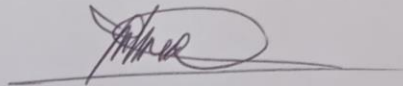


Muhammad Husin Gultom, S.T., M.T.



Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain ST, MSc, PhD, IPM

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : SISKA KARLINA  
Tempat, Tanggal Lahir : Liberia, 25 Mei 2002  
NPM : 2007210143  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Perencanaan Simpang Bersinyal Pada Pertemuan Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan (*studi kasus*)”.

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik Diprogram Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2024

Saya yang menyatakan dibawah ini



Siska Karlina

## **ABSTRAK**

### **PERENCANAAN SIMPANG BERSINYAL PADA PERTEMUAN SIMPANG JALAN RAYA MARENDAL SISINGAMANGARAJA, KOTA MEDAN (Studi Kasus)**

Siska Karlina  
2007210143

Ahmad Hamas Sorimatua Harahap, S.Tr.T.,M.Tr.T

Persimpangan Jalan Raya Marendal – Jalan Simpang Sisingamangaraja merupakan persimpangan jalan bersinyal dengan kondisi jalan yang memiliki pergerakan kendaraan yang padat, terutama pada jam sibuk. Pergerakan tersebut berasal dari arah kendaraan yang membelok ke kanan, putar balik, dan lurus yang mana merupakan konflik primer penyebab kemacetan. Konflik inilah yang salah satunya mempengaruhi baik buruk kinerja pada persimpangan tersebut, sehingga dapat menimbulkan masalah berupa kemacetan lalu lintas. Adapun penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas simpang, volume lalu lintas, geometrik jalan, derajat kejenuhan, waktu tudaan dan panjang antrian sesuai dengan PKJI 2023. Hasil survey sebelum merencanakan simpang didapat hasil Derajat Kejenuhan 0,93 berarti bahwa ruas lalu lintas simpang APILL tersebut mendekati arus jenuhnya. Sebelum melakukan analiis, waktu sinyal yang didapat yaitu 145 detik yang berarti hal ini haru dihindari. Hasil derajat kejenuhan dan waktu siklus dapat mempengaruhi waktu tundaan dan tingkat pelayanan, waktu tundaan dari hasil penelitian didapat 32.11 smp/jam, maka tingat pelayanan simpang tersebut adalah “D”. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan mengubah waktu sinyal, setelah melakukan penelitan didapat derajat kejenuhan 0,74 dan waktu sinyal total 40 detik serta waktu tundaan 11.88 smp/jam dimana hasil merencanakan simpang tersebut sesuai dengan yang direkomendasikan PKJI 2023 menyebabkan membaiknya tingkat pelayanan simpang APILL tersebut dengan tingkat pelayanan “B”. Maka hal tersebut dapat menjadi solusi untuk mengurangi kemacetan serta panjang antrian pada simpang APILL tersebut.

Kata Kunci : Simpang APILL, Simpang Bersinyal, Perencanaan simpang.

## ABSTRACT

***PLANNING OF SIGNALLED INTERCEPTIONS AT THE MEETING OF THE  
MARENDAL RAYA SISINGAMANGARAJA INTERNSHIP, MEDAN CITY  
(Case study)***

Siska Karlina  
2007210143

Ahmad Hamas Sorimatua Harahap, S.Tr.T.,M.Tr.T

*The intersection of Jalan Raya Marendal - Jalan Simpang Sisingamangaraja is a signalized road intersection with road conditions that have heavy vehicle movement, especially during peak hour. This movement comes from the direction of vehicles turning right, making U-turns and going straight, which is the primary conflict that causes traffic jams. This conflict is one of the factors that affects the good and bad performance of the intersection, so that it can cause problems in the form of traffic jams. This research was carried out to determine the capacity of the intersection, traffic volume, road geometry, degree of saturation, delay time and queue length in accordance with PKJI 2023. The results of the survey before planning the intersection resulted in a Degree of Saturation of 0.93, meaning that the traffic section of the APILL intersection is approaching saturation current. Before carrying out analysis, the signal time obtained is namely 145 seconds, which means this must be avoided. The results of the degree of saturation and cycle time can influence the delay time and level of service. The delay time from the research results was found to be 32.11 pcu/hour, so the level of service at the intersection is "D". This problem can be solved by changing the signal time, after conducting research it was found that the degree of saturation was 0.74 and the total signal time was 40 seconds and the delay time was 11.8 pcu/hour where the results of planning the intersection were in accordance with those recommended by PKJI 2023 resulting in improved service levels at the APILL intersection with a service level of "B". So this could be a solution to reduce congestion and long queues at the APILL intersection.*

*Keywords: APILL intersection, signalized intersection, intersection planning.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 "Perencanaan Simpang Bersinyal Pada Pertemuan Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan" 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:

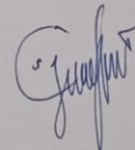
1. Bapak Ahmad Hamas Sorimatua Harahap, S.Tr.T.,M.Tr.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Muhamad Husin Gultom, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si. 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, S.T., M.Sc. 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. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipil kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Terima kasih yang istimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Sugeng Prawoto dan Ibunda tercinta Budiati yang selalu mendampingi dan telah bersusah payah mendidik, menguatkan serta memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Terima kasih kepada saudara kandung Abang dan Kakak tersayang Dedi Utomo, Siti Romadhona, S.Pd.I, Supri, Suriani, Fajar dan Nurzannah Siahaan yang selalu bersedia membantu mengulurkan tangan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat penulis yaitu Teknik Sipil 2020, keluarga D1 pagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Terima kasih telah menjadi bagian dari sebuah perjalanan yang takkan terlupakan.
12. *Last but not least. I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

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, Oktober 2024



Siska Karlina



## DAFTAR ISI

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR ASISTENSI PERSETUJUAN            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LEMBAR PENGESAHAN                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| ABSTRAK                                 | iv                                  |
| ABSTRACT                                | v                                   |
| KATA PENGANTAR                          | vi                                  |
| DAFTAR ISI                              | viii                                |
| DAFTAR TABEL                            | xi                                  |
| DAFTAR GAMBAR                           | xiii                                |
| DAFTAR NOTASI                           | xiv                                 |
| BAB 1 PENDAHULUAN                       | 1                                   |
| 1.1 Latar Belakang                      | 1                                   |
| 1.2 Rumusan Masalah                     | 2                                   |
| 1.3 Ruang Lingkup                       | 2                                   |
| 1.4 Tujuan Penelitian                   | 2                                   |
| 1.5 Manfaat Penelitian                  | 3                                   |
| 1.6 Sistematika Penulisan               | 3                                   |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA                  | 4                                   |
| 2.1 Pengertian Transportasi             | 4                                   |
| 2.1.1 Karakteristik Sistem Transportasi | 5                                   |
| 2.1.2 Pemodelan Transportasi            | 6                                   |
| 2.2 Simpang                             | 7                                   |
| 2.2.1 Jenis – Jenis Persimpangan        | 8                                   |
| 2.2.2 Kapasitas Simpang                 | 8                                   |
| 2.2.3 Penentuan Pengaturan Persimpangan | 9                                   |
| 2.3 Simpang Apill                       | 10                                  |
|   | viii                                |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.1 Prinsip Simpang APILL                       | 11        |
| 2.3.2 Komposisi Lalu Lintas                       | 12        |
| 2.3.3 Menghitung Data Masukan Lalu Lintas         | 13        |
| 2.3.4 Menetapkan Pengaturan Sinyal APILL          | 13        |
| 2.3.5 Penetapan Waktu Isyarat                     | 14        |
| 2.3.6 Tipe Pendekatan                             | 14        |
| 2.3.7 Penentuan lebar pendekat efektif (LE)       | 15        |
| 2.3.8 Arus Jenuh Dasar, $J_0$                     | 16        |
| 2.3.9 Menetapkan Arus                             | 19        |
| 2.3.10 Rasio Arus / Arus Jenuh, $RQ/S$            | 19        |
| 2.3.11 Waktu Siklus Dan Waktu Hijau               | 20        |
| 2.3.12 Derajat Kejenuhan (DJ)                     | 20        |
| 2.3.13 Kinerja Lalu Lintas Simpang APILL          | 21        |
| 2.3.14 Penilaian Kerja                            | 23        |
| 2.4 Tingkat Pelayanan Jalan                       | 23        |
| 2.5 Volume Lalu Lintas                            | 24        |
| 2.5.1 Volume Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR) | 24        |
| 2.6 Lampu Pengatur Lalu Lintas (Traffic Light)    | 25        |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>                    | <b>26</b> |
| 3.1 Bagan Alir Penelitian                         | 26        |
| 3.2 Studi Literatur                               | 27        |
| 3.3 Penelitian Daerah Studi                       | 27        |
| 3.4 Metode Pengumpulan Data                       | 28        |
| 3.5 Metode Analisa Data                           | 29        |
| 3.5.1 Volume Lalu Lintas Simpang                  | 29        |
| 3.5.2 Kondisi Geometrik                           | 37        |
| 3.5.3 Waktu Isyarat APILL                         | 38        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                 | <b>39</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.1 Hasil dan Pembahasan                  | 39        |
| 4.1.1 Perhitungan Simpang Hasil Survei    | 39        |
| 4.1.2 Penentuan Pengaturan Simpang        | 47        |
| 4.1.3 Tingkat Pelayanan Hasil Survey      | 48        |
| 4.2 Perencanaan Simpang APILL             | 50        |
| 4.2.1 Perhitungan Perencanaan             | 50        |
| 4.2.2 Tingkat Pelayanan Hasil Perencanaan | 57        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>         | <b>59</b> |
| 5.1 Kesimpulan                            | 59        |
| 5.2 Saran                                 | 59        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                     | <b>61</b> |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kode Tipe Simpang (PKJI, 2023)   | 11 |
| Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{UK}$ ) (PKJI, 2023)   | 18 |
| Tabel 2.3 Faktor Koreksi Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor (FHS) (PKJI, 2023) | 18 |
| Tabel 2.4 Tingkat Pelayanan Simpang (PEMHUB No.96 Tahun 2015).   | 24 |
| Tabel 3.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)  | 30 |
| Tabel 3.2 Volume Lalu Lintas Maksimum Medan - Amplas   | 31 |
| Tabel 3.3 Volume Lalu Lintas Maksimum Medan - Marendal   | 32 |
| Tabel 3.4 Volume Lalu Lintas Maksimum Amplas - Medan   | 33 |
| Tabel 3.5 Volume Lalu Lintas Maksimum Amplas – Marendal  | 34 |
| Tabel 3.6 Volume Lalu Lintas Maksimum Marendal – Amplas  | 35 |
| Tabel 3.7 Volume Lalu Lintas Maksimum Marendal - Medan   | 36 |
| Tabel 3.8 Data Geometrik (Survei Geometrik Jalan, 2024).   | 37 |
| Tabel 3.9 Data Lingkungan Simpang (Survei Geometrik Jalan, 2024).  | 38 |
| Tabel 3.10 Waktu Isyarat Lampu Lalu Lintas   | 38 |
| Tabel 4.1 Perhitungan Arus Lalu Lintas dan Rasio Belok Kendaraan (Hasil Survey)                                  | 39 |
| Tabel 4.2 Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Sinyal (Hasil Survey)   | 40 |
| Tabel 4.3 Perhitungan Arus Jenuh Dasar   | 41 |
| Tabel 4.4 Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan  | 41 |
| Tabel 4.5 Perhitungan Rasio Arus Jenuh   | 42 |
| Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Hijau   | 43 |
| Tabel 4.7 Perhitungan Kapasitas dan Derajat Kejenuhan  | 44 |
| Tabel 4.8 Perhitungan Panjang Antrian  | 45 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas  | 46 |
| Tabel 4.10 Kriteria Tingkat Pelayanan (PEMHUB No.96 Th.2015)   | 49 |
| Tabel 4.11 Tingkat Pelayanan Simpang   | 49 |
| Tabel 4.12 Perhitungan Arus Jenuh Dasar  | 51 |
| Tabel 4.13 Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan   | 52 |

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.14 Perhitungan Rasio Arus Jenuh                      | 52 |
| Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Hijau          | 53 |
| Tabel 4.16 Perhitungan Kapasitas dan Derajat Kejenuhan       | 54 |
| Tabel 4.17 Perhitungan Panjang Antrian                       | 55 |
| Tabel 4.18 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas                   | 56 |
| Tabel 4.19 Kriteria Tingkat Pelayanan (PEMHUB No.96 Th.2015) | 58 |
| Tabel 4.20 Tingkat Pelayanan Simpang                         | 58 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 <i>Australian Road Research Board (ARRB)</i>  | 9  |
| Gambar 2.2 Tundaan dan Kapasitas Simpang.  | 10 |
| Gambar 2.3 Penentuan Tipe Pendekat (PKJI, 2023)  | 15 |
| Gambar 2.4 Lebar Pendekat Dengan Atau Tanpa Pulau Lalu Lintas(PKJI, 2023)  | 16 |
| Gambar 2.5 Arus Jenuh Untuk Pendekat Terlawan (Tipe O) Yang Dilengkapi Lajur Belok Kanan Terpisah (PKJI, 2023).    | 17 |
| Gambar 2.6 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (FG) (PKJI, 2023).  | 19 |
| Gambar 2.7 Jumlah Antrian Maksimum (NQMAX), smp, Sesuai Dengan Peluang Untuk Beban Lebih (POL) Dan NQ (PKJI 2023). | 22 |
| Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.  | 26 |
| Gambar 3.2 Lokasi Penelitian (Hasil Survey, 2024)  | 27 |
| Gambar 3.3 Grafik Volume Lalu Lintas Maksimum  | 37 |
| Gambar 4.1 Menentukan Pengaturan Simpang (ARRB).   | 48 |

## DAFTAR NOTASI

|           |   |
|-----------|---|
| $C$       | = Kapasitas dasar simpang (smp/jam)   |
| $R_F$     | = Rasio Fase  |
| $J$       | = Arus jenuh yang disesuaikan   |
| $P_A$     | = Panjang Antrian   |
| $T$       | = Tundaan   |
| $Q_{jp}$  | = Lebar jalur lalu lintas jam rencana   |
| $Q$       | = Volume arus lalu lintas   |
| $F_{UK}$  | = Faktor penyesuaian $J_0$ terkait ukuran kota  |
| $F_{HS}$  | = Faktor penyesuaian $J_0$ akibat HS lingkungan jalan   |
| $F_G$     | = Faktor penyesuaian $J_0$ akibat kelandaian memanjang pendekat   |
| $F_P$     | = Faktor penyesuaian $J_0$ akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama |
| $F_{BKa}$ | = Faktor penyesuaian $J_0$ akibat arus lalu lintas yang membelok ke Kanan   |
| $F_{BKl}$ | = Faktor penyesuaian $J_0$ akibat arus lalu lintas yang membelok ke Kiri  |
| $J_0$     | = Arus jenuh dasar, smp/jam   |
| $L_E$     | = Lebar efektif pendekat, m   |
| $LHRT$    | = Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan, dinyatakan dalam smp/hari.   |
| $s$       | = Waktu siklus, detik   |
| $W_{HH}$  | = Jumlah waktu hijau hilang per siklus, detik   |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persimpangan Jalan Raya Marendal – Jalan Simpang Sisingamangaraja merupakan persimpangan jalan bersinyal dengan kondisi jalan yang memiliki pergerakan kendaraan yang padat, terutama pada jam sibuk. Pergerakan tersebut berasal dari arah kendaraan yang membelok ke kanan, putar balik, dan lurus yang mana merupakan konflik primer penyebab kemacetan. Konflik inilah yang salah satunya mempengaruhi baik buruk kinerja pada persimpangan tersebut, sehingga dapat menimbulkan masalah berupa kemacetan lalu lintas.

Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang . Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan–jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan yang ada menyebabkan perlunya pengaturan sistem arus lalu lintas terutama pada suatu simpang jalan raya. Simpang jalan akan memunculkan problematik berupa konflik antar kendaraan yang keluar masuk ke simpang. Seperti konflik yang terjadi pada Persimpangan Jalan Raya Marendal – Simpang Jalan Sisingamangaraja adalah sering terjadinya antrian untuk menunggu giliran menggunakan simpang yang juga akan mengakibatkan terjadinya tundaan bagi kendaraan dimasing-masing lengan simpang dengan volume yang berbeda.

Perencanaan simpang merupakan suatu hal yang penting dalam mengevaluasi kinerja suatu simpang, 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.

Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kinerja Simpang Jalan Raya Marendal - Simpang Jalan Sisingamangaraja mencakup kapasitas, derajat kejenuhan, waktu tundaan, dan panjang antrian menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023) dan Merencanakan simpang bersinyal



dengan cara melakukan survei langsung (data primer) dan mengumpulkan data pendukung untuk memenuhi kebutuhan penelitian yang diperlukan (data sekunder) sebagai acuan untuk menentukan layak atau tidak suatu simpang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang disajikan, maka rumusan masalah yang akan dikaji adalah:

1. Tingkat kinerja simpang bersinyal di Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan?
2. Merencanakan simpang bersinyal dengan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023?

## **1.3 Ruang Lingkup**

Agar tugas akhir ini berjalan sesuai rencana dan lebih terarah, maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini berlokasi di Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan.
2. Kinerja lalu lintas berdasarkan survei yang dilakukan selama 1 minggu.
3. Parameter penelitian yang digunakan untuk menghitung kapasitas simpang, volume lalu lintas, geometrik jalan, derajat kejenuhan, waktu tundaan dan panjang antrian adalah Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023.
4. Kriteria penentuan pengaturan simpang dengan Australian Road Research Board (ARRB).

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat kinerja Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan: kapasitas simpang, volume lalu lintas, geometrik jalan, derajat kejenuhan, waktu tundaan, dan panjang antrian dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023.

2. Merencanakan simpang bersinyal dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 di Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan kebijakan untuk mengetahui tingkat kinerja pada Simpang Jalan Raya Marendal, Sisingamangaraja layak atau tidak.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk melakukan penelitian yang bersifat pengulangan untuk pusat kegiatan lain ataupun untuk penelitian yang bersifat melanjutkan penelitian yang sudah ada.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini meliputi pengambilan teori dari beberapa sumber bacaan.

#### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang cara memperoleh data-data yang relevan dengan kegiatan survei di lapangan.

#### **BAB 4. ANALISA DATA**

Bab ini membahas tentang hasil analisa yang didapat dari hasil analisis data yang diperoleh.

#### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan rumusan masalah yang didapat dari hasil analisis data yang diperoleh.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Transportasi

Transportasi telah menjadi tulang punggung dalam memfasilitasi pergerakan barang dan manusia dari suatu tempat ke tempat lain, membentuk suatu jaringan vital yang menghubungkan masyarakat secara global. Melalui berbagai sudut pandang, para ahli telah memberikan definisi yang bervariasi mengenai konsep transportasi:

1. Menurut Morlok (1978), transportasi adalah aktivitas yang melibatkan peminahan atau pengangkutan sesuatu dari satu lokasi ke lokasi lainnya, menciptakan jaringan konektivitas yang vital bagi perkembangan ekonomi dan sosial.
2. Bowesox (1981) memandang transportasi sebagai proses perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain, dimana produk disampaikan ke lokasi tujuan yang diperlukan, dengan atau tanpa menggunakan sarana transportasi.
3. Steenbrink (1974) menggambarkan transportasi sebagai perpindahan orang atau barang menggunakan alat atau kendaraan, melewati jarak geografis yang terpisah, memfasilitasi pertukaran dan interaksi antara berbagai komunitas.
4. Menurut Papacostas (1987) transportasi adalah suatu sistem yang terdiri dari fasilitas, arus, dan sistem kontrol dan pergerakan orang atau barang secara efisien untuk mendukung segala aktivitas manusia.
5. Tamin (1997) melihat transportasi sebagai sesuatu sistem yang melibatkan prasarana dan sistem pelayanan, memungkinkan mobilitas penduduk dan pergerakan barang diseluruh wilayah, memberikan akses ke berbagai daerah.
6. Salim (2000) menekankan bahwa transportasi melibatkan pemindahan barang dan penumpang, yang mencakup unsur pergerakan dan perubahan fisik dari satu tempat ke tempat lain.
7. Miro (2005) menjelaskan transportasi sebagai usaha untuk memindahkan, menggerakkan, atau mengalihkan suatu objek ke lokasi yang lebih bermanfaat

atau berguna untuk tujuan tertentu, menciptakan konektivitas yang vital bagi pertumbuhan ekonomi dan sosial.

8. Nasution (2008) memandang transportasi sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan, menciptakan jalur komunikasi yang penting dalam menghubungkan berbagai wilayah.
9. Widari (2010) menyatakan bahwa transportasi adalah proses pergerakan manusia dan barang dari satu tempat ke tempat lain dengan bantuan manusia atau mesin, memungkinkan pencapaian tujuan dengan waktu dan biaya yang optimal.
10. Menurut UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, transportasi adalah perpindahan orang dan/atau barang dari suatu tempat ke tempat lain menggunakan kendaraan di ruang lalu lintas jalan.

Dari berbagai sudut pandang tersebut, transportasi didefinisikan sebagai suatu sistem atau proses yang memungkinkan pergerakan manusia dan barang untuk mencapai tujuan tertentu dengan efisien, efektif, dan aman. Definisi – definisi tersebut mencerminkan pentingnya transportasi dalam mendukung mobilitas manusia, pertumbuhan ekonomi, dan integrasi sosial di seluruh dunia.

### **2.1.1 Karakteristik Sistem Transportasi**

Bentuk fisik dari kebanyakan sistem transportasi menurut (Khisty & Lall, 2005) tersusun atas empat elemen dasar:

1. Sarana penghubung (*link*)

Sarana penghubung adalah jalan raya atau jalur yang menghubungkan dua titik atau lebih. Pipa, jalur ban berjalan, jalur laut, dan jalur penerbangan juga dapat dikategorikan sebagai sarana penghubung.

2. Kendaraan

Kendaraan adalah alat yang memindahkan manusia dan barang dari suatu titik ke titik lainnya di sepanjang sarana penghubungan. Contohnya adalah mobil, bus, kapal, pesawat terbang, ban berjalan, dan kabel.

3. Terminal

Terminal adalah titik-titik di mana perjalanan orang dan barang dimulai atau berakhir. Contoh: garasi mobil, lapangan parkir, gudang bongkar-muat,

terminal bisa, dan bandar udara.

#### 4. Manajemen dan tenaga kerja

Manajemen dan tenaga kerja adalah orang-orang yang membuat, mengoperasikan, mengatur, dan memelihara sarana perhubungan, kendaraan, dan terminal.

Keempat elemen di atas berinteraksi dengan manusia, sebagai pengguna maupun non pengguna sistem, dan berinteraksi pula dengan lingkungan. Perilaku subsistem fisik, subsistem manusia, dan subsistem lingkungan sangatlah rumit karena melibatkan interaksi manusia sebagai pengendara dan non-pengendara, yang menggunakan berbagai jenis kendaraan dengan karakter dan kinerja berbeda-beda dan dengan karakteristik fisik yang juga berbeda dalam kondisi lingkungan yang juga sangat beragam.

#### **2.1.2 Pemodelan Transportasi**

Pemodelan adalah pencerminan dan penyederhanaan dari kondisi realita (eksisting), pemodelan yang baik adalah pemodelan yang dapat mencerminkan kondisi asli dari suatu lokasi atau objek yang dibuat. Akan tetapi untuk membuat suatu pemodelan yang baik akan membutuhkan dana yang besar dan banyak.

Kemampuan memilih model yang tepat sangat dibutuhkan sesuai dengan situasi dan kondisi yang terjadi karena keterbatasan biaya dan waktu. Pemodelan transportasi adalah media yang paling efektif dan efisien sehingga dapat menggabungkan semua faktor dan hasilnya dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan transportasi pada masa yang akan datang khususnya di daerah - daerah perkotaan.

Model menurut (Tamin, 2000) dapat didefinisikan sebagai bentuk penyederhanaan suatu realita (dunia yang sebenarnya), termasuk diantaranya:

1. Perencanaan dan pemodelan transportasi; Model fisik (model arsitek, model teknik sipil, wayang golek, dan lain-lain);
2. Peta dan diagram (grafis);
3. Model statistika dan matematika (persamaan) yang menerangkan beberapa aspek fisik, sosial-ekonomi, dan model transportasi.

Semua model tersebut merupakan cerminan dan penyederhanaan realita untuk

tujuan tertentu, seperti memberikan penjelasan, pengertian, serta peramalan. Beberapa model dapat mencerminkan realita secara tepat.

## **2.2 Simpang**

Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang . Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan–jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan. Persimpangan ini merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya sebab sebagian besar akan tergantung dari efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki persimpangan dan mencakup juga pergerakan perputaran.

Pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan. Arus lalu lintas dari berbagai arah akan bertemu pada suatu titik persimpangan, kondisi tersebut menyebabkan terjadinya konflik antara pengendara dari arah yang berbeda. Proses perhitungan simpang bersinyal ini menguraikan mengenai tata cara untuk menentukan kapasitas, derajat kejenuhan dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian, dan rasio kendaraan terhenti). Pada simpang bersinyal di daerah perkotaan maupun semi perkotaan berdasarkan data-data yang ada di lapangan untuk kemudian diolah sesuai urutan langkah perhitungan simpang bersinyal.

Gerakan Memisah (*Diverging*) adalah peristiwa berpencarnya pergerakan kendaraan yang tersebut sampai pada titik persimpangan, perencanaan yang memungkinkan gerakan memisah arus tanpa pengurangan tidak akan menimbulkan titik konflik dan daerah potensial kecelakaan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka penelitian lokasi yang dipilih sebagai lokasi studi yaitu pada persimpangan Jalan Raya Marendal, Sisingmangaraja. Simpang ini berpotensi menimbulkan kecelakaan, antrian kemacetan dan tundaan karena

lalu lintasnya yang cukup padat terutama pada jam-jam sibuk dengan berbagai jenis kendaraan di dalamnya.

### **2.2.1 Jenis – Jenis Persimpangan**

Berdasarkan pengaturan lalu - lintas pada simpang dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

#### **1. Simpang bersinyal**

Simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh sinyal lalu-lintas. Sinyal lalu-lintas adalah semua peralatan pengatur lalu-lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda, atau pejalan kaki.

#### **2. Simpang tak bersinyal**

Jenis simpang jalan yang paling banyak dijumpai di perkotaan adalah simpang jalan tak bersinyal. Jenis ini cocok diterapkan apabila arus lalu-lintas di jalan minor dan pergerakan membelok sedikit.

Namun apabila arus lalu-lintas di jalan utama sangat tinggi sehingga resiko kecelakaan bagi pengendara di jalan minor meningkat (akibat terlalu berani mengambil gap yang kecil).

### **2.2.2 Kapasitas Simpang**

PKJI (2023) mendefinisikan bahwa analisis kapasitas untuk setiap pendekat dilakukan secara terpisah. Satu lengan simpang APILL dapat terdiri dari 1 (satu) pendekat atau lebih (menjadi 2 (dua) atau lebih sub-pendekat, termasuk pengaturan fasenya. 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 ditetapkan dengan mempertimbangkan lebar pendekat pada bagian masuk dan pada bagian keluar simpang APILL. C dihitung menggunakan Pers 2.1.

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (2.1)$$

Dimana :

C = Kapasitas simpang APILL (smp/ jam)

J = Arus jenuh (smp/jam)

$W_H$  = Total waktu hijau dalam waktu siklus (smp/jam)

s = Waktu siklus dalam detik

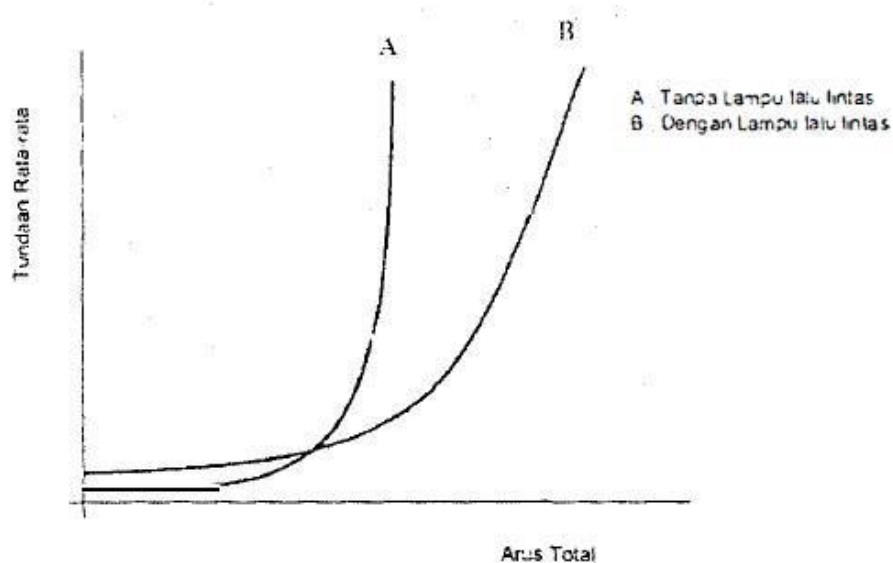
### 2.2.3 Penentuan Pengaturan Persimpangan

Adapun pengaturan simpang untuk berbagai volume lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 2.1, sedangkan hubungan antara tundaan rata rata dengan kapasitas pada persimpangan dapat Gambar 2.2. dari penentuan pengaturan simpang tersebut akan dapat memberikan kapasitas yang sesuai. Grafik penentuan pengaturan simpang yang digunakan berasal dari *Australian Road Research Board (ARRB)* karena tidak terdapat panduan pengaturan simpang pada PKJI 2023.



Gambar 2.1 *Australian Road Research Board (ARRB)*





Gambar 2.2 Tundaan dan Kapasitas Simpang.

### 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 APILL, kapasitas ( $C$ ), dan kinerja lalu lintas yang diukur oleh derajat kejenuhan ( $D_j$ ), tundaan ( $T$ ), panjang antrian ( $P_A$ ), dan rasio kendaraan berhenti ( $R_{KH}$ ), 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- kendaraan dari 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, 2023)

| Kode<br>Tipe Simpang | Jumlah Lengan<br>Simpang | Jumlah Jalur Jalan<br>Minor | Jumlah Lajur<br>Jalan<br>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). 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 ( $L_E$ ) ditetapkan dengan mempertimbangkan lebar pendekat pada bagian masuk simpang dan pada bagian keluar simpang.

### 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 lurus yang melawan atau membelok yang berpotongan dengan arus lurus yang melawan atau membelok yang berpotong dengan arus lurus atau pejalan kaki yang menyebrang.

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 dipisahkan dari pergerakan belok kanan pada pendekatan terlawanan, tetapi hal ini akan menambah 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.

### **2.3.2 Komposisi Lalu Lintas**

Kendaraan pada arus lalu lintas Simpang APILL menurut PKJI 2023 diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) bagian, diantaranya adalah :

1. SM (Sepeda Motor).

SM adalah jenis kendaraan bermotor roda 2 (dua) dan 3 (tiga) dengan panjang <2,5 m.

2. MP (Mobil Penumpang).

MP adalah mobil penumpang 4 (empat) tempat duduk, mobil penumpang 7 (tujuh) tempat duduk, dan mobil angkutan barang kecil, mobil angkutan barang sedang dengan panjang  $\leq 5,5$  m.

3. KS (Kendaraan Sedang).

Bus sedang dan mobil angkutan barang 2 (dua) sumbu dengan panjang  $\leq 9,0$  m.

4. BB (Bus Besar).

Bus besar 2 (dua) dan 3 (tiga) gandar dengan panjang  $\leq 12,0$  m.

5. TB (Truk Besar)

Mobil angkutan barang 3 (tiga) sumbu, truk gandeng, dan truk tempel (*semitrailer*) dengan panjang  $> 12,0$  m.

### 2.3.3 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, 2023). 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 ( $q_{jp}$ ) yang ditetapkan dari LHRT, menggunakan faktor  $k$ . Pers 2.2:

$$Q_{jp} = LHRT \times k \quad (2.2)$$

Dimana:

- $Q_{jp}$  = Arus lalu lintas jam perencanaan.
- LHRT = Lalu lintas harian rata rata tahunan (smp/jam)
- K = Faktor jam perencanaan, ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas jam-jaman selama satu tahun. Nilai  $k$  yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar antara 7% sampai dengan 12%.

### 2.3.4 Menetapkan Pengaturan Sinyal APILL

Titik konflik kritis pada masing-masing fase ( $i$ ) adalah titik yang menghasilkan  $W_{MS}$  terbesar. 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.

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,  $W_{MS}$  merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti masing-masing arah sampai ke titik konflik, serta panjang dari kendaraan yang berangkat ( $P_{KBR}$ ).

Dalam hal waktu lintasan pejalan kaki ( $L_{PK}$ ) lebih lama ditempuh dibandingkan  $L_{KBR}$ , maka  $L_{PK}$  yang menentukan panjang lintasan berangkat.

Apabila periode  $W_{MS}$  untuk masing masing fase telah ditetapkan, maka waktu hijau hilang total ( $W_{HH}$ ) untuk simpang APILL untuk setiap siklus dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu – waktu antar hijau menggunakan Pers 2.3

$$W_{HH} = \sum_i (W_{MS} + W_K)_i \quad (2.3)$$

Dimana:

$W_{MS}$  = Waktu merah semua dalam detik

$W_K$  = Waktu kuning dalam detik

$W_{HH}$  = Waktu hijau hilang total

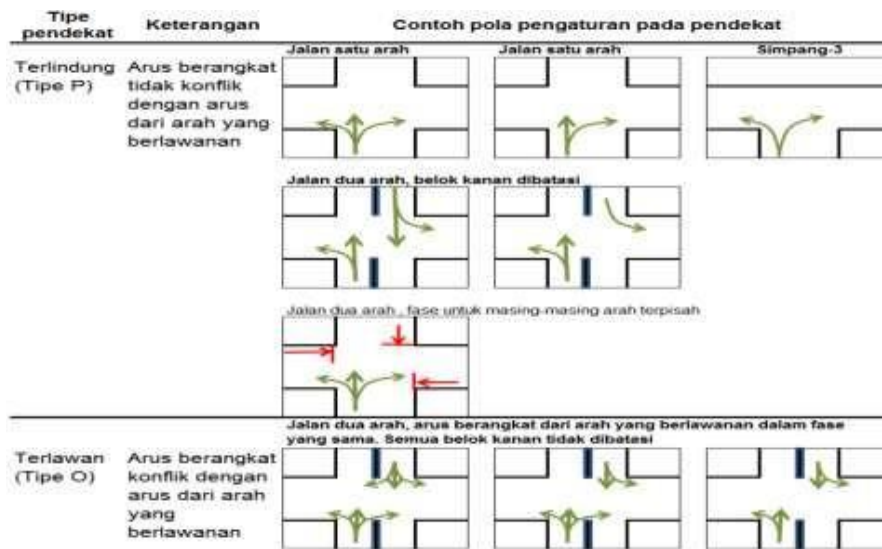
Panjang waktu kuning pada APILL dikota kota biasanya ditetapkan 3,0 detik (PKJI 2023).

### 2.3.5 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, 2023).

### 2.3.6 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 2.3.



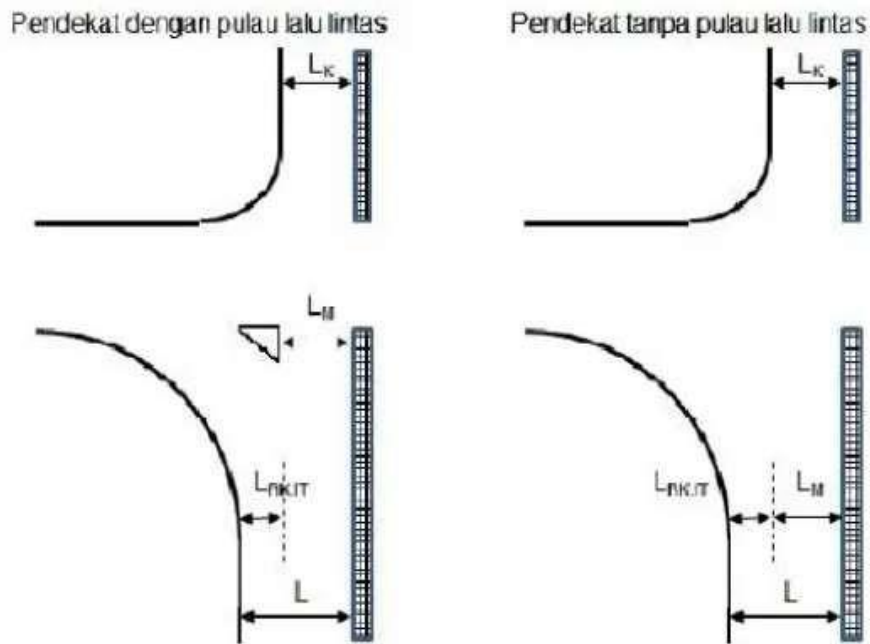
Gambar 2.3 Penentuan Tipe Pendekat (PKJI, 2023)

### 2.3.7 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  $B_{BKJT}$  diizinkan tanpa mengganggu arus lurus dan arus belok kanan saat isyarat merah, maka  $L_E$  dipilih dari nilai terkecil diantara  $L_K$  dan  $(L_K - L_{BKJT})$ . Pada pendekat terlindung, jika  $L_K < L_M \times (1 - R_{BKA} - R_{BKJT})$ , 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 Pers 2.4:

$$L_E = L - L_{BKJT} \quad (2.4)$$

Jika pendekat dilengkapi dengan pulau lalu lintas, maka  $L_M$  dapat dilihat dalam gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Lebar Pendekat Dengan Atau Tanpa Pulau Lalu Lintas(PKJI, 2023)

### 2.3.8 Arus Jenuh Dasar, $J_0$

Arus jenuh adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar ( $J_0$ ) dengan faktor-faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. Sehingga faktor-faktor penyesuaian untuk  $J_0$  adalah satu.  $J$  dirumuskan oleh Pers dibawah.

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- $J$  = Arus Jenuh yang disesuaikan, smp / jam
- $F_{UK}$  = Faktor penyesuaian  $J_0$  terkait ukuran kota,
- $F_{HS}$  = Faktor penyesuaian  $J_0$  akibat hambatan samping
- $F_G$  = Faktor penyesuaian  $J_0$  akibat kelandaian memanjang pendekat
- $F_P$  = Faktor penyesuaian  $J_0$  akibat adanya jarak garis henti pada

mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama

$F_{BKa}$  = Faktor penyesuaian  $J_0$  akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan

$F_{BKk}$  = Faktor penyesuaian  $J_0$  akibat arus lalu lintas yang membelok kekiri

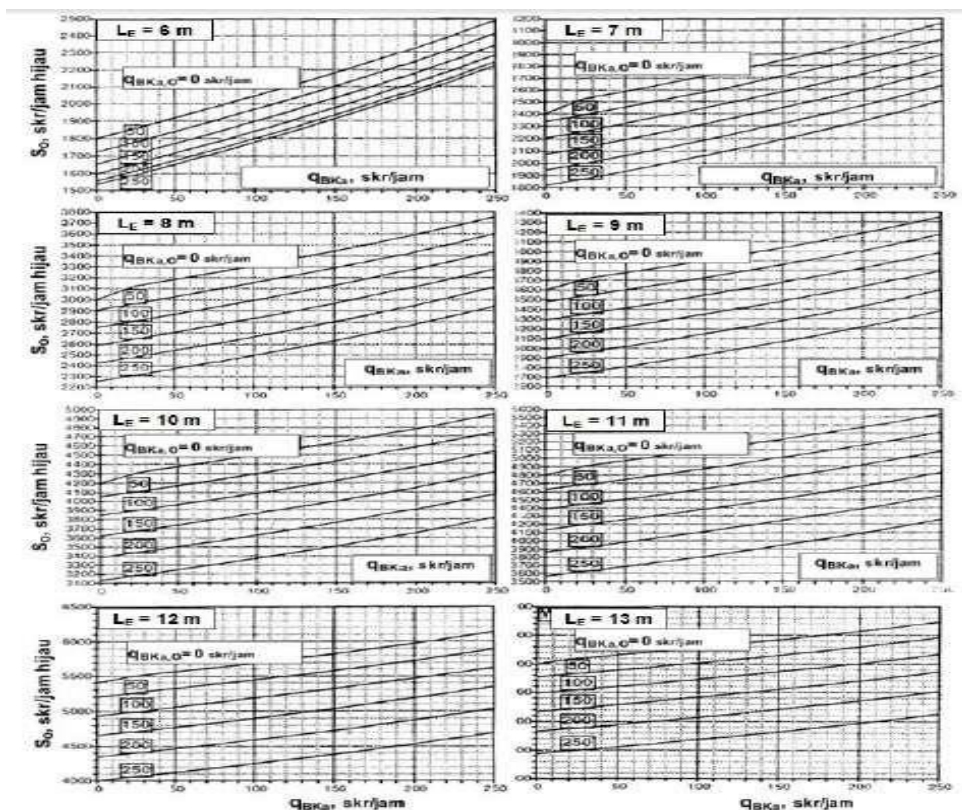
Untuk pendekat terlindung,  $J_0$  ditentukan oleh Pers dibawah, sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat.

$$J_0 = 600 \times L_E \tag{2.6}$$

Keterangan:

$J_0$  = Arus jenuh dasar, smp/jam

$L_E$  = lebar efektif pendekat, m



Gambar 2.5 Arus Jenuh Untuk Pendekat Terlawan (Tipe O) Yang Dilengkapi Lajur Belok Kanan Terpisah (PKJI, 2023).



Faktor Penyesuaian terdiri dari:

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

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{UK}$ ) (PKJI, 2023)

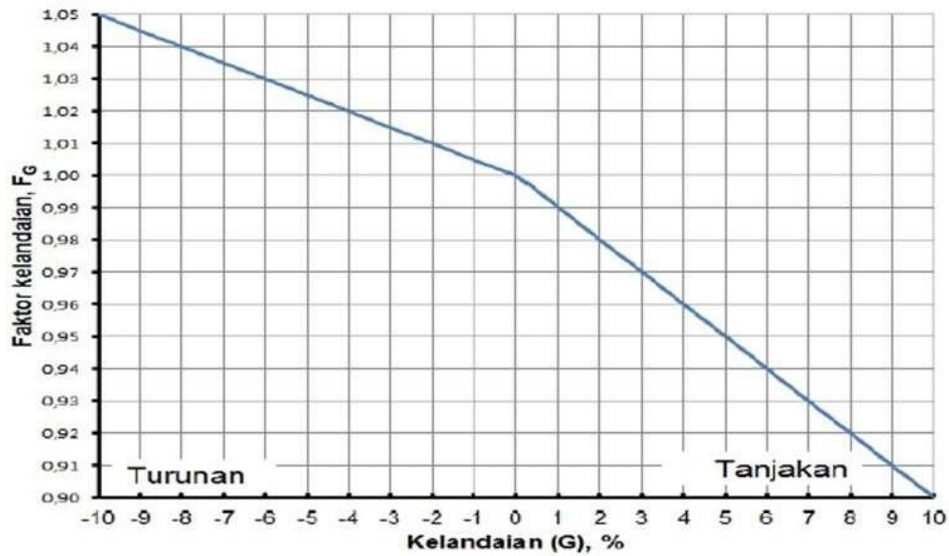
| Ukuran Kota  | Populasi Penduduk, Juta Jiwa | $F_{UK}$ |
|--------------|------------------------------|----------|
| Sangat kecil | <0,1                         | 0,82     |
| Kecil        | 1,0 – 0,5                    | 0,88     |
| Sedang       | 0,5 – 1,0                    | 0,94     |
| Besar        | 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, 2023)

| Tipe lingkungan jalan | HS                       | $F_{HS}$       |      |      |      |      |             |
|-----------------------|--------------------------|----------------|------|------|------|------|-------------|
|                       |                          | $R_{KTB}:0,00$ | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | $\geq 0,25$ |
| Komersial             | Tinggi                   | 0,93           | 0,88 | 0,84 | 0,79 | 0,74 | 0,70        |
|                       | Sedang                   | 0,94           | 0,89 | 0,85 | 0,80 | 0,75 | 0,70        |
|                       | Rendah                   | 0,95           | 0,90 | 0,86 | 0,81 | 0,76 | 0,71        |
| Permukiman            | 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/<br>Rendah | 1,00           | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,75        |

c. Faktor penyesuaian kelandaian sebagai fungsi dari kelandaian



Gambar 2.6 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian ( $F_G$ ) (PKJI, 2023).

### 2.3.9 Menetapkan Arus

Jika salah satu dari fase hijau adalah fase pendek, misalnya waktu hijau awal, dimana satu isyarat pada pendekat menyala hijau beberapa saat sebelummulainya hijau pada arah yang berlawanan, disarankan untuk menggunakan hijau awal ini antara 1/4 sampai 1/3 dari total waktu hijau pada pendekat yangdiberi 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.

### 2.3.10 Rasio Arus / Arus Jenuh, $R_{Q/J}$

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

1. Jika arus BKiJT harus dipisahkan dari analisis, maka hanya arus lurus danbelok kanan saja yang dihitung sebagai nilai Q.

Jika  $L_E = L_K$ , maka hanya arus lurus saja yang masuk dalam nilai Q dalam Pers 2.7:

$$Q = \text{Arus Lurus} + \text{Arus Kanan} + \text{Arus Kiri} \quad (2.7)$$

2. Jika pendekat mempunyai dua fase, yaitu fase kesatu untuk arus terlawan (O) dan fase kedua untuk arus terlindung (P), maka arus gabungandihitung dengan

pembobotan dengan Pers 2.8:

$$R_{q/J} = \frac{q}{J} \quad (2.8)$$

3. Hitung Rasio Arus Simpang ( $R_{AS}$ ) sebagai jumlah dari nilai-nilai  $R_{Q/J}$  kritis pada Pers 2.9:

$$R_{AS} = \sum R_{Q/J \text{ kritis}} \quad (2.9)$$

4. Hitung Rasio Fase ( $R_F$ ) masing-masing fase sebagai rasio antara  $R_{Q/J}$  kritis dan  $R_{AS}$  pada Pers 2.10:

$$R_F = \frac{R_{Q/J \text{ kritis}}}{R_{AS}} \quad (2.10)$$

### 2.3.11 Waktu Siklus Dan Waktu Hijau

Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus ( $s$ ) dan waktu hijau ( $W_H$ ). Tahap pertama adalah penentuan waktu siklus untuk sistem kendali waktu tetap yang dapat dilakukan menggunakan rumus Webster (1966). Rumus ini bertujuan meminimumkan tundaan total.

$$s = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{Q/J \text{ kritis}})} \quad (2.11)$$

Dimana :

$s$  = Waktu siklus dalam detik

$W_{HH}$  = Jumlah waktu hijau hilang persiklus dalam detik

$R_{q/J}$  = Rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh  $q/J$

### 2.3.12 Derajat Kejenuhan ( $D_J$ )

$D_J$  dapat dihitung menggunakan Pers dibawah:

$$D_J = \frac{q}{c} \quad (2.12)$$

Keterangan:

$D_j$  = derajat kejenuhan

$Q$  = volume lalu lintas (smp/jam)

$C$  = kapasitas segmen jalan (smp/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 2023, dijelaskan rata-rata antrian kendaraan (smp) pada awal isyarat lampu hijau ( $N_q$ ) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (smp) 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 Pers 2.13:

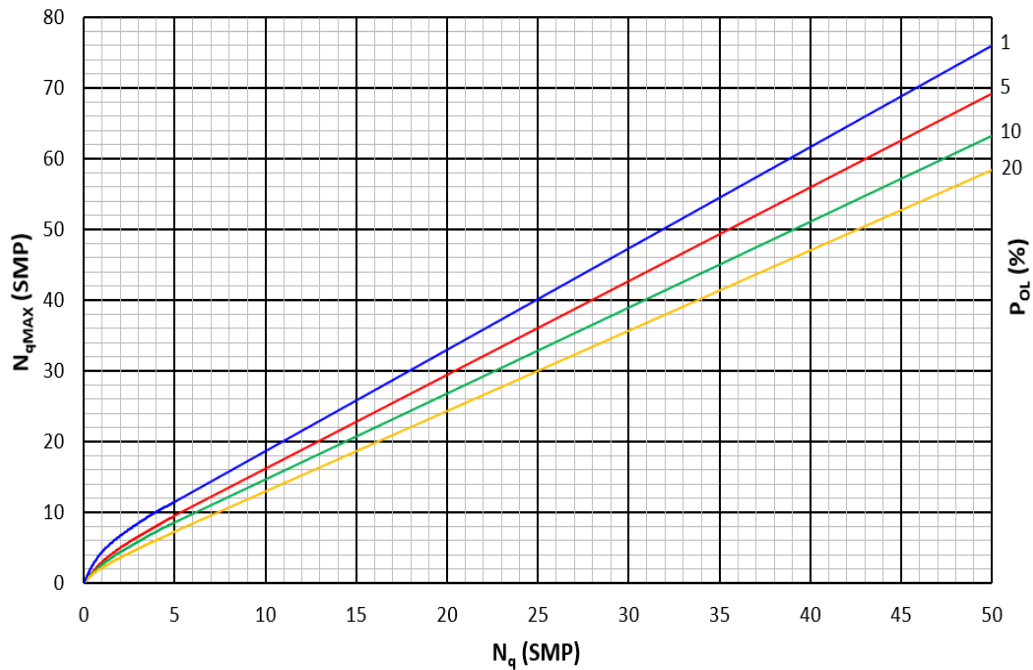
$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (2.13)$$

Jika  $D_j > 0,5$  maka :

$$N_{q1} = 0,25 \times s \times \frac{\{(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + 8 \times (D_j - 0,5)}\}}{s} \quad (2.14)$$

$$N_{q2} = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \quad (2.15)$$

Jumlahkan  $N_{q1}$  dan  $N_{q2}$  untuk mendapatkan  $N_q$ . 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 2.7. Untuk desain dan perencanaan disarankan  $POL \leq 5\%$ . Untuk analisis operasional, nilai  $POL = 5\%$  s.d.  $10\%$  masih dapat diterima.



Gambar 2.7 Jumlah Antrian Maksimum ( $N_{qMAX}$ ), smp, Sesuai Dengan Peluang Untuk Beban Lebih (POL) Dan  $N_q$  (PKJI 2023).

Selanjutnya menghitung panjang antrian ( $P_A$ ) diperoleh dari perkalian  $N_q$  (smp) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu kendaraan ringan (emp).

$$P_A = N_{qMAX} \times \frac{20}{LM} \quad (2.16)$$

## 2. Menghitung Rasio Kendaraan Henti

Menurut PKJI 2023,  $R_{KH}$ , yaitu rasio kendaraan pada pendekatan yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekatan tersebut, dihitung menggunakan pers 2.17

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{NQ}{Q_{xC}} \times 3600 \quad (2.17)$$

## 3. Tundaan

Tundaan pada suatu simpang terjadi karena dua hal, yaitu tundaan lalu lintas ( $T_L$ ), dan tundaan geometrik ( $T_G$ ). Tundaan rata-rata untuk suatu pendekatan dihitung menggunakan Pers 2.18:

$$T_i = T_{LLi} + T_{Gi} \quad (2.18)$$

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat dihitung dengan Pers 2.19 (Akcelik, 1988) :

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times DJ)} + \frac{Nq1 \times 3600}{Q} \quad (2.19)$$

Tundaan geometrik rata-rata pada suatu pendekat i dapat diperkirakan menggunakan Pers 2.20:

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (2.20)$$

Keterangan:

$P_B$  = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat.

### **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 pengendara dalam terminology kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan.

Tabel 2 4 Tingkat Pelayanan Simpang (PEMHUB No.96 Tahun 2015).

|                      |    |        |         |         |         |     |
|----------------------|----|--------|---------|---------|---------|-----|
| Tundaan<br>(det/smp) | <5 | 5,1-15 | 15,1-25 | 25,1-40 | 40,1-60 | >60 |
| Tingkat<br>Pelayanan | A  | B      | C       | D       | E       | F   |

## 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 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.

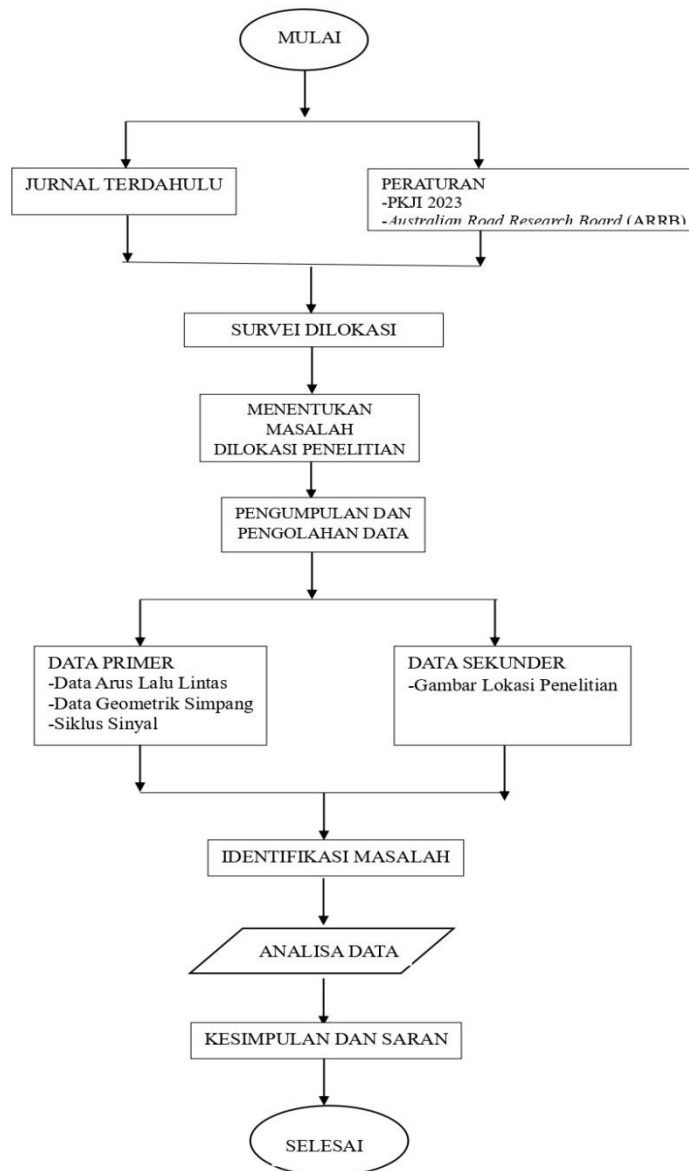


## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian digunakan sebagai parameter pelaksanaan penelitian. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.

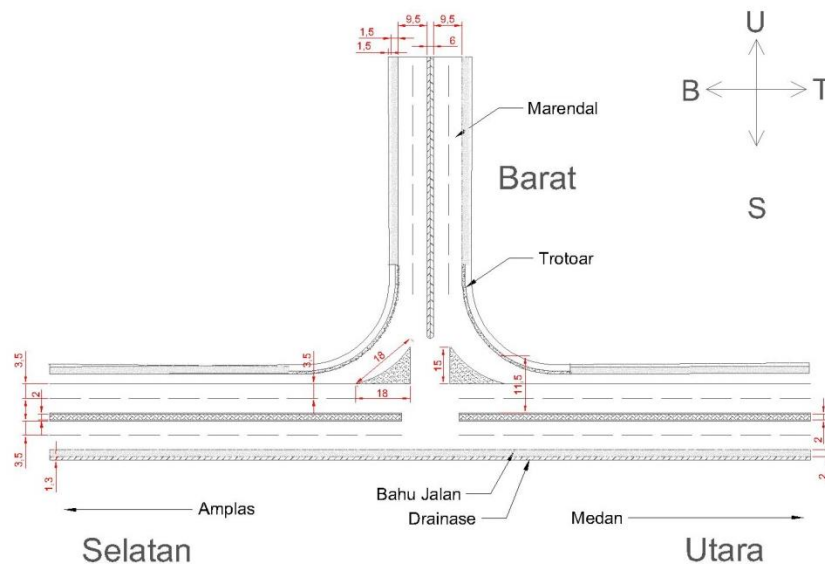
### 3.2 Studi Literatur

Dalam sebuah penelitian yang akan dijalankan, tentunya peneliti harus memiliki wawasan yang luas terkait objek yang akan diteliti. Teori teori yang mendasari masalah dan bidang yang akan diteliti dapat ditemukan dengan melakukan studi literature seperti dengan membaca makalah, jurnal terdahulu dan lain lain dengan kata kunci yang masih bersinggungan dengan pokok penelitian.

(Sarwono, 2006) menyatakan bahwa studi literatur yaitu pengkajian data dari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian untuk mendapatkan landasan teori dari masalah yang akan diteliti.

### 3.3 Penelitian Daerah Studi

Penelitian ini dilakukan pada simpang tiga di persimpangan Jalan Raya Marendal (Jalan Sisingamangaraja – Jalan Medan-Pematang Siantar – Jalan Lintas Sumatera) Medan, Sumatera Utara. Untuk detail lokasi penelitian ini lebih jelasnya ditampilkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian (Hasil Survey, 2024)

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus yaitu dengan melakukan survei langsung dilokasi penelitian (data primer) dan mengumpulkan data pendukung untuk memenuhi kebutuhan penelitian yang diperlukan (data sekunder). Analisis data dilakukan berdasarkan data hasil pelaksanaan survei yang dilakukan dilapangan dengan mengacu pada aturan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023.

#### 1. Survei Pendahuluan (Observasi)

Pada survey ini dilakukan beberapa hal, yaitu :

- a. Peinjauan lokasi penelitian.
- b. Peinjauan titik survei.
- c. Peinjauan arus lalu lintas.

#### 2. Cara Kerja

Pada kegiatan survei berlangsung, surveyor bertugas sebagai berikut:

- a. Bertanggung jawab memperhatikan komposisi kendaraan yang melintas.
- b. Mencatat hasil survei pada penelitian yang dilakukan.

#### 3. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan survei dilaksanakan selama satu minggu, yaitu dimulai pada hari Senin, 15 Juli 2024 s/d Minggu, 21 Juli 2024. Kegiatan survei lokasi dilakukan selama 24 jam per 15 menit. Pada saat pelaksanaan survei berlangsung, surveyor mencatat jumlah kendaraan yang melewati persimpangan sesuai arah yang telah dibagikan. Perhitungan jumlah kendaraan dikategorikan sesuai dengan jenis kendaraan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS).

#### 4. Data Yang Diambil

Pada saat survei, data yang diambil adalah berupa:

- a. Kapasitas jalan.
- b. Volume lalu lintas.
- c. Geometrik jalan.
- d. Derajat kejenuhan.
- e. Kecepatan kendaraan.
- f. Waktu tundaan.

g. Panjang antrian.

## 5. Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Formulir data.
- b. Alat tulis.
- c. Alat hitung.
- d. Meteran.

### 3.5 Metode Analisa Data

Berdasarkan data yang dikumpulkan selama 1 minggu, maka pengolahan data yang dilakukan secara umum dengan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan.

Metode untuk mendapatkan data volume arus lalu lintas adalah dengan metode pencacahan arus lalu lintas (*Traffic Counter*). survei dilakukan oleh tiga orang pada titik pengamatan di setiap persimpangan. Langkah langkah pengambilan sampel adalah dengan memperhatikan semua kendaraan yang lewat pada masing masingarah simpang yang dicatat sesuai klasifikasi kendaraan dalam interval 15 menit pada setiap periode selama 1 jam.

#### 3.5.1 Volume Lalu Lintas Simpang

Dalam pengolahan dan analisa data lalu lintas, penulis menggunakan data primer yang diambil langsung dilokasi penelitian. Jenis kendaraan yang diamati pada penelitian ini dibedakan menjadi 5 jenis kendaraan, yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB) dan Truk Besar (TB). Data kendaraan yang diperoleh dari hasil survei yang dilakukan akan dikonversikan sesuai dengan masing masing pendekatan; terlindung atau terlawan. Sesuai tipe pendekatan masing masing fase tersebut, nilai EMP yang digunakan untuk tiap jenis kendaraan pada tipe pendekatan terlindung dan terlawan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

| Jenis Kendaraan | EMP untuk tipe pendekat |          |
|-----------------|-------------------------|----------|
|                 | Terlindung              | Terlawan |
| MP              | 1,00                    | 1,00     |
| KS              | 1,30                    | 1,30     |
| SM              | 0,15                    | 0,40     |

Berdasarkan survei yang dilakukan selama 1 minggu, dimulai pada Senin, 15 Juli 2024 s/d Minggu, 21 Juli 2024, data volume lalu lintas maksimum di Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja, Kota Medan, Sumatera Utara yaitu pada hari Senin, 15 Juli 2024 pada setiap pendekat. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 3.2 - 3.7.

Tabel 3.2 Volume Lalu Lintas Maksimum Medan - Amplas

| JAM           | Senin, 15 Juli 2024            |             |            |             |            |             | Total       |              |
|---------------|--------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|--------------|
|               | A1 Terlindung (Medan - Amplas) |             |            |             |            |             |             |              |
|               | Volume Lalu Lintas (kend/hari) |             |            |             |            |             |             |              |
|               | SM                             |             | MP         |             | KS         |             |             |              |
|               | emp = 0,15                     |             | emp = 1    |             | emp = 1,3  |             |             |              |
|               | kend/jam                       | smp/jam     | kend/jam   | smp/jam     | kend/jam   | smp/jam     |             |              |
| 07.00 - 08.00 | 974                            | 146.1       | 714        | 714         | 40         | 52          | 912         | 1480         |
| 08.00 - 09.00 | 802                            | 120.3       | 636        | 636         | 30         | 39          | 795         | 1311         |
| 09.00 - 10.00 | 423                            | 63.45       | 336        | 336         | 36         | 46.8        | 446         | 718.8        |
| 10.00 - 11.00 | 401                            | 60.15       | 328        | 328         | 40         | 52          | 440         | 708          |
| 11.00 - 12.00 | 359                            | 53.85       | 324        | 324         | 41         | 53.3        | 431         | 701.3        |
| 12.00 - 13.00 | 366                            | 54.9        | 314        | 314         | 47         | 61.1        | 430         | 689.1        |
| 13.00 - 14.00 | 460                            | 69          | 341        | 341         | 49         | 63.7        | 474         | 745.7        |
| 14.00 - 15.00 | 401                            | 60.15       | 306        | 306         | 36         | 46.8        | 413         | 658.8        |
| 15.00 - 16.00 | 430                            | 64.5        | 325        | 325         | 40         | 52          | 442         | 702          |
| 16.00 - 17.00 | 608                            | 91.2        | 367        | 367         | 42         | 54.6        | 513         | 788.6        |
| 17.00 - 18.00 | 1011                           | 151.65      | 580        | 580         | 36         | 46.8        | 778         | 1206.8       |
| 18.00 - 19.00 | 863                            | 129.45      | 499        | 499         | 41         | 53.3        | 682         | 1051.3       |
| 19.00 - 20.00 | 548                            | 82.2        | 326        | 326         | 33         | 42.9        | 451         | 694.9        |
| 20.00 - 21.00 | 394                            | 59.1        | 313        | 313         | 30         | 39          | 411         | 665          |
| 21.00 - 22.00 | 313                            | 46.95       | 305        | 305         | 28         | 36.4        | 388         | 646.4        |
| 22.00 - 23.00 | 226                            | 33.9        | 227        | 227         | 24         | 31.2        | 292         | 485.2        |
| 23.00 - 00.00 | 223                            | 33.45       | 131        | 131         | 26         | 33.8        | 198         | 295.8        |
| 00.00 - 01.00 | 196                            | 29.4        | 104        | 104         | 36         | 46.8        | 180         | 254.8        |
| 01.00 - 02.00 | 111                            | 16.65       | 78         | 78          | 26         | 33.8        | 128         | 189.8        |
| 02.00 - 03.00 | 128                            | 19.2        | 51         | 51          | 23         | 29.9        | 100         | 131.9        |
| 03.00 - 04.00 | 122                            | 18.3        | 47         | 47          | 18         | 23.4        | 89          | 117.4        |
| 04.00 - 05.00 | 127                            | 19.05       | 72         | 72          | 30         | 39          | 130         | 183          |
| 05.00 - 06.00 | 182                            | 27.3        | 212        | 212         | 38         | 49.4        | 289         | 473.4        |
| 06.00 - 07.00 | 321                            | 48.15       | 420        | 420         | 36         | 46.8        | 515         | 886.8        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>9989</b>                    | <b>7356</b> | <b>826</b> | <b>7356</b> | <b>826</b> | <b>1074</b> | <b>9928</b> | <b>15786</b> |

Tabel 3.3 Volume Lalu Lintas Maksimum Medan - Marendal

| JAM           | Senin, 15 Juli 2024            |             |            |             |            |            | Total        |              |
|---------------|--------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|--------------|--------------|
|               | A2 Terlawan (Medan - Marendal) |             |            |             |            |            |              |              |
|               | Volume Lalu Lintas (kend/hari) |             |            |             |            |            |              |              |
|               | SM                             |             | MP         |             | KS         |            |              |              |
|               | emp = 0,40                     |             | emp = 1    |             | emp = 1,3  |            |              |              |
|               | kend/jam                       | smp/jam     | kend/jam   | smp/jam     | kend/jam   | smp/jam    |              |              |
| 07.00 - 08.00 | 669                            | 267.6       | 617        | 617         | 27         | 35.1       | 920          | 1269.1       |
| 08.00 - 09.00 | 718                            | 287.2       | 825        | 825         | 25         | 32.5       | 1145         | 1682.5       |
| 09.00 - 10.00 | 509                            | 203.6       | 652        | 652         | 17         | 22.1       | 878          | 1326.1       |
| 10.00 - 11.00 | 334                            | 133.6       | 391        | 391         | 28         | 36.4       | 561          | 818.4        |
| 11.00 - 12.00 | 303                            | 121.2       | 317        | 317         | 11         | 14.3       | 453          | 648.3        |
| 12.00 - 13.00 | 331                            | 132.4       | 374        | 374         | 14         | 18.2       | 525          | 766.2        |
| 13.00 - 14.00 | 551                            | 220.4       | 602        | 602         | 18         | 23.4       | 846          | 1227.4       |
| 14.00 - 15.00 | 431                            | 172.4       | 715        | 715         | 19         | 24.7       | 912          | 1454.7       |
| 15.00 - 16.00 | 306                            | 122.4       | 377        | 377         | 17         | 22.1       | 522          | 776.1        |
| 16.00 - 17.00 | 382                            | 152.8       | 337        | 337         | 18         | 23.4       | 513          | 697.4        |
| 17.00 - 18.00 | 679                            | 271.6       | 545        | 545         | 21         | 27.3       | 844          | 1117.3       |
| 18.00 - 19.00 | 592                            | 236.8       | 600        | 600         | 18         | 23.4       | 860          | 1223.4       |
| 19.00 - 20.00 | 408                            | 163.2       | 513        | 513         | 14         | 18.2       | 694          | 1044.2       |
| 20.00 - 21.00 | 342                            | 136.8       | 381        | 381         | 27         | 35.1       | 553          | 797.1        |
| 21.00 - 22.00 | 287                            | 114.8       | 304        | 304         | 24         | 31.2       | 450          | 639.2        |
| 22.00 - 23.00 | 275                            | 110         | 275        | 275         | 16         | 20.8       | 406          | 570.8        |
| 23.00 - 00.00 | 203                            | 81.2        | 205        | 205         | 11         | 14.3       | 301          | 424.3        |
| 00.00 - 01.00 | 112                            | 44.8        | 157        | 157         | 8          | 10.4       | 212          | 324.4        |
| 01.00 - 02.00 | 48                             | 19.2        | 100        | 100         | 5          | 6.5        | 126          | 206.5        |
| 02.00 - 03.00 | 44                             | 17.6        | 55         | 55          | 6          | 7.8        | 80           | 117.8        |
| 03.00 - 04.00 | 62                             | 24.8        | 41         | 41          | 12         | 15.6       | 81           | 97.6         |
| 04.00 - 05.00 | 108                            | 43.2        | 45         | 45          | 6          | 7.8        | 96           | 97.8         |
| 05.00 - 06.00 | 179                            | 71.6        | 88         | 88          | 29         | 37.7       | 197          | 213.7        |
| 06.00 - 07.00 | 411                            | 164.4       | 317        | 317         | 33         | 42.9       | 524          | 676.9        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>8284</b>                    | <b>8833</b> | <b>424</b> | <b>8833</b> | <b>424</b> | <b>551</b> | <b>12698</b> | <b>18217</b> |

Tabel 3.4 Volume Lalu Lintas Maksimum Amplas - Medan

| JAM           | Senin, 15 Juli 2024            |             |             |             |            |            | Total        |              |
|---------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|--------------|
|               | B1 Terlawan (Amplas - Medan)   |             |             |             |            |            |              |              |
|               | Volume Lalu Lintas (kend/hari) |             |             |             |            |            |              |              |
|               | SM                             |             | MP          |             | KS         |            |              |              |
|               | emp = 0,40                     |             | emp = 1     |             | emp = 1,3  |            |              |              |
|               | kend/jam                       | smp/jam     | kend/jam    | smp/jam     | kend/jam   | smp/jam    | kend/jam     | smp/jam      |
| 07.00 - 08.00 | 947                            | 378.8       | 680         | 680         | 68         | 88.4       | 1695         | 1147.2       |
| 08.00 - 09.00 | 906                            | 362.4       | 753         | 753         | 45         | 58.5       | 1704         | 1173.9       |
| 09.00 - 10.00 | 475                            | 190         | 419         | 419         | 30         | 39         | 924          | 648          |
| 10.00 - 11.00 | 440                            | 176         | 340         | 340         | 26         | 33.8       | 806          | 549.8        |
| 11.00 - 12.00 | 389                            | 155.6       | 335         | 335         | 27         | 35.1       | 751          | 525.7        |
| 12.00 - 13.00 | 414                            | 165.6       | 338         | 338         | 22         | 28.6       | 774          | 532.2        |
| 13.00 - 14.00 | 792                            | 316.8       | 648         | 648         | 56         | 72.8       | 1496         | 1037.6       |
| 14.00 - 15.00 | 577                            | 230.8       | 499         | 499         | 69         | 89.7       | 1145         | 819.5        |
| 15.00 - 16.00 | 404                            | 161.6       | 352         | 352         | 25         | 32.5       | 781          | 546.1        |
| 16.00 - 17.00 | 429                            | 171.6       | 394         | 394         | 28         | 36.4       | 851          | 602          |
| 17.00 - 18.00 | 970                            | 388         | 730         | 730         | 49         | 63.7       | 1749         | 1181.7       |
| 18.00 - 19.00 | 671                            | 268.4       | 581         | 581         | 36         | 46.8       | 1288         | 896.2        |
| 19.00 - 20.00 | 671                            | 268.4       | 385         | 385         | 26         | 33.8       | 1082         | 687.2        |
| 20.00 - 21.00 | 422                            | 168.8       | 324         | 324         | 16         | 20.8       | 762          | 513.6        |
| 21.00 - 22.00 | 342                            | 136.8       | 301         | 301         | 13         | 16.9       | 656          | 454.7        |
| 22.00 - 23.00 | 300                            | 120         | 257         | 257         | 13         | 16.9       | 570          | 393.9        |
| 23.00 - 00.00 | 271                            | 108.4       | 148         | 148         | 12         | 15.6       | 431          | 272          |
| 00.00 - 01.00 | 138                            | 55.2        | 109         | 109         | 12         | 15.6       | 259          | 179.8        |
| 01.00 - 02.00 | 71                             | 28.4        | 75          | 75          | 7          | 9.1        | 153          | 112.5        |
| 02.00 - 03.00 | 33                             | 13.2        | 56          | 56          | 5          | 6.5        | 94           | 75.7         |
| 03.00 - 04.00 | 28                             | 11.2        | 51          | 51          | 4          | 5.2        | 83           | 67.4         |
| 04.00 - 05.00 | 25                             | 10          | 41          | 41          | 11         | 14.3       | 77           | 65.3         |
| 05.00 - 06.00 | 61                             | 24.4        | 122         | 122         | 11         | 14.3       | 194          | 160.7        |
| 06.00 - 07.00 | 157                            | 62.8        | 378         | 378         | 18         | 23.4       | 553          | 464.2        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>362</b>                     | <b>3973</b> | <b>8316</b> | <b>8316</b> | <b>629</b> | <b>818</b> | <b>18878</b> | <b>13107</b> |



Tabel 3.5 Volume Lalu Lintas Maksimum Amplas - Marendal

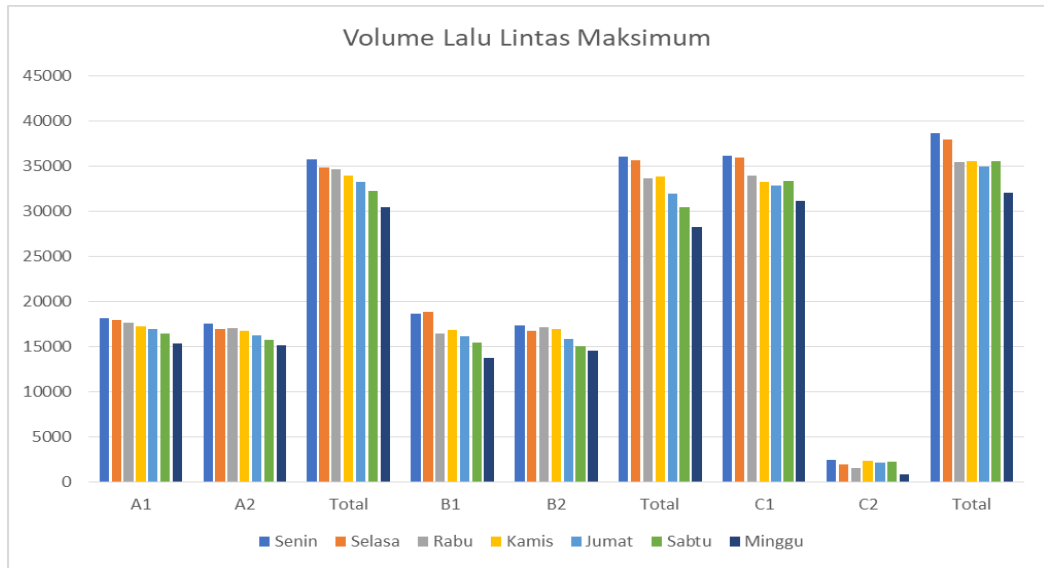
| JAM           | Senin, 15 Juli 2024               |             |             |             |            |            | Total        |             |
|---------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|
|               | B2 Terlindung (Amplas - Marendal) |             |             |             |            |            |              |             |
|               | Volume Lalu Lintas (kend/hari)    |             |             |             |            |            |              |             |
|               | SM                                |             | MP          |             | KS         |            |              |             |
|               | emp = 0,15                        |             | emp = 1     |             | emp = 1,3  |            |              |             |
|               | kend/jam                          | smp/jam     | kend/jam    | smp/jam     | kend/jam   | smp/jam    | kend/jam     | smp/jam     |
| 07.00 - 08.00 | 879                               | 131.85      | 695         | 695         | 30         | 39         | 1604         | 865.85      |
| 08.00 - 09.00 | 987                               | 148.05      | 547         | 547         | 33         | 42.9       | 1567         | 737.95      |
| 09.00 - 10.00 | 604                               | 90.6        | 366         | 366         | 33         | 42.9       | 1003         | 499.5       |
| 10.00 - 11.00 | 377                               | 56.55       | 332         | 332         | 37         | 48.1       | 746          | 436.65      |
| 11.00 - 12.00 | 343                               | 51.45       | 332         | 332         | 30         | 39         | 705          | 422.45      |
| 12.00 - 13.00 | 379                               | 56.85       | 330         | 330         | 28         | 36.4       | 737          | 423.25      |
| 13.00 - 14.00 | 456                               | 68.4        | 526         | 526         | 35         | 45.5       | 1017         | 639.9       |
| 14.00 - 15.00 | 372                               | 55.8        | 501         | 501         | 37         | 48.1       | 910          | 604.9       |
| 15.00 - 16.00 | 404                               | 60.6        | 354         | 354         | 31         | 40.3       | 789          | 454.9       |
| 16.00 - 17.00 | 524                               | 78.6        | 369         | 369         | 30         | 39         | 923          | 486.6       |
| 17.00 - 18.00 | 901                               | 135.15      | 606         | 606         | 37         | 48.1       | 1544         | 789.25      |
| 18.00 - 19.00 | 676                               | 101.4       | 511         | 511         | 28         | 36.4       | 1215         | 648.8       |
| 19.00 - 20.00 | 383                               | 57.45       | 343         | 343         | 29         | 37.7       | 755          | 438.15      |
| 20.00 - 21.00 | 343                               | 51.45       | 324         | 324         | 33         | 42.9       | 700          | 418.35      |
| 21.00 - 22.00 | 294                               | 44.1        | 315         | 315         | 26         | 33.8       | 635          | 392.9       |
| 22.00 - 23.00 | 271                               | 40.65       | 260         | 260         | 21         | 27.3       | 552          | 327.95      |
| 23.00 - 00.00 | 139                               | 20.85       | 167         | 167         | 16         | 20.8       | 322          | 208.65      |
| 00.00 - 01.00 | 60                                | 9           | 112         | 112         | 14         | 18.2       | 186          | 139.2       |
| 01.00 - 02.00 | 33                                | 4.95        | 68          | 68          | 5          | 6.5        | 106          | 79.45       |
| 02.00 - 03.00 | 31                                | 4.65        | 42          | 42          | 7          | 9.1        | 80           | 55.75       |
| 03.00 - 04.00 | 31                                | 4.65        | 47          | 47          | 7          | 9.1        | 85           | 60.75       |
| 04.00 - 05.00 | 73                                | 10.95       | 42          | 42          | 10         | 13         | 125          | 65.95       |
| 05.00 - 06.00 | 134                               | 20.1        | 114         | 114         | 19         | 24.7       | 267          | 158.8       |
| 06.00 - 07.00 | 347                               | 52.05       | 400         | 400         | 32         | 41.6       | 779          | 493.65      |
| <b>TOTAL</b>  | <b>9041</b>                       | <b>1356</b> | <b>7703</b> | <b>7703</b> | <b>608</b> | <b>790</b> | <b>17352</b> | <b>9850</b> |

Tabel 3.6 Volume Lalu Lintas Maksimum Marendal - Amplas

| JAM           | Senin, 15 Juli 2024             |             |              |              |             |             | Total        |              |
|---------------|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|               | C1 Terlawan (Marendal - Amplas) |             |              |              |             |             |              |              |
|               | Volume Lalu Lintas (kend/hari)  |             |              |              |             |             |              |              |
|               | SM                              |             | MP           |              | KS          |             |              |              |
|               | emp = 0,40                      |             | emp = 1      |              | emp = 1,3   |             |              |              |
|               | kend/jam                        | smp/jam     | kend/jam     | smp/jam      | kend/jam    | smp/jam     |              |              |
| 07.00 - 08.00 | 2084                            | 833.6       | 1349         | 1349         | 75          | 97.5        | 3508         | 2280.1       |
| 08.00 - 09.00 | 1719                            | 687.6       | 1208         | 1208         | 73          | 94.9        | 3000         | 1990.5       |
| 09.00 - 10.00 | 991                             | 396.4       | 766          | 766          | 68          | 88.4        | 1825         | 1250.8       |
| 10.00 - 11.00 | 520                             | 208         | 632          | 632          | 66          | 85.8        | 1218         | 925.8        |
| 11.00 - 12.00 | 708                             | 283.2       | 673          | 673          | 67          | 87.1        | 1448         | 1043.3       |
| 12.00 - 13.00 | 807                             | 322.8       | 634          | 634          | 72          | 93.6        | 1513         | 1050.4       |
| 13.00 - 14.00 | 988                             | 395.2       | 758          | 758          | 69          | 89.7        | 1815         | 1242.9       |
| 14.00 - 15.00 | 913                             | 365.2       | 688          | 688          | 79          | 102.7       | 1680         | 1155.9       |
| 15.00 - 16.00 | 826                             | 330.4       | 698          | 698          | 64          | 83.2        | 1588         | 1111.6       |
| 16.00 - 17.00 | 943                             | 377.2       | 733          | 733          | 72          | 93.6        | 1748         | 1203.8       |
| 17.00 - 18.00 | 1814                            | 725.6       | 1328         | 1328         | 59          | 76.7        | 3201         | 2130.3       |
| 18.00 - 19.00 | 1100                            | 440         | 1600         | 1600         | 54          | 70.2        | 2754         | 2110.2       |
| 19.00 - 20.00 | 786                             | 314.4       | 1119         | 1119         | 51          | 66.3        | 1956         | 1499.7       |
| 20.00 - 21.00 | 694                             | 277.6       | 984          | 984          | 46          | 59.8        | 1724         | 1321.4       |
| 21.00 - 22.00 | 585                             | 234         | 869          | 869          | 48          | 62.4        | 1502         | 1165.4       |
| 22.00 - 23.00 | 549                             | 219.6       | 771          | 771          | 41          | 53.3        | 1361         | 1043.9       |
| 23.00 - 00.00 | 350                             | 140         | 483          | 483          | 25          | 32.5        | 858          | 655.5        |
| 00.00 - 01.00 | 163                             | 65.2        | 252          | 252          | 9           | 11.7        | 424          | 328.9        |
| 01.00 - 02.00 | 89                              | 35.6        | 169          | 169          | 19          | 24.7        | 277          | 229.3        |
| 02.00 - 03.00 | 79                              | 31.6        | 144          | 144          | 8           | 10.4        | 231          | 186          |
| 03.00 - 04.00 | 71                              | 28.4        | 122          | 122          | 8           | 10.4        | 201          | 160.8        |
| 04.00 - 05.00 | 133                             | 53.2        | 204          | 204          | 17          | 22.1        | 354          | 279.3        |
| 05.00 - 06.00 | 252                             | 100.8       | 366          | 366          | 21          | 27.3        | 639          | 494.1        |
| 06.00 - 07.00 | 553                             | 221.2       | 762          | 762          | 20          | 26          | 1335         | 1009.2       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>17717</b>                    | <b>7087</b> | <b>17312</b> | <b>17312</b> | <b>1131</b> | <b>1470</b> | <b>36160</b> | <b>25869</b> |

Tabel 3.7 Volume Lalu Lintas Maksimum Marendal - Medan

| JAM           | Senin, 15 Juli 2024              |            |             |             |            |            | Total       |             |
|---------------|----------------------------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
|               | C2 Terlindung (Marendal - Medan) |            |             |             |            |            |             |             |
|               | Volume Lalu Lintas (kend/hari)   |            |             |             |            |            |             |             |
|               | SM                               |            | MP          |             | KS         |            |             |             |
|               | emp = 0,15                       |            | emp = 1     |             | emp = 1,3  |            |             |             |
|               | kend/jam                         | smp/jam    | kend/jam    | smp/jam     | kend/jam   | smp/jam    |             |             |
| 07.00 - 08.00 | 68                               | 10.2       | 66          | 66          | 9          | 11.7       | 143         | 87.9        |
| 08.00 - 09.00 | 63                               | 9.45       | 75          | 75          | 7          | 9.1        | 145         | 93.55       |
| 09.00 - 10.00 | 87                               | 13.05      | 71          | 71          | 7          | 9.1        | 165         | 93.15       |
| 10.00 - 11.00 | 79                               | 11.85      | 88          | 88          | 9          | 11.7       | 176         | 111.55      |
| 11.00 - 12.00 | 75                               | 11.25      | 75          | 75          | 8          | 10.4       | 158         | 96.65       |
| 12.00 - 13.00 | 81                               | 12.15      | 80          | 80          | 7          | 9.1        | 168         | 101.25      |
| 13.00 - 14.00 | 91                               | 13.65      | 70          | 70          | 5          | 6.5        | 166         | 90.15       |
| 14.00 - 15.00 | 74                               | 11.1       | 62          | 62          | 6          | 7.8        | 142         | 80.9        |
| 15.00 - 16.00 | 77                               | 11.55      | 73          | 73          | 8          | 10.4       | 158         | 94.95       |
| 16.00 - 17.00 | 73                               | 10.95      | 87          | 87          | 5          | 6.5        | 165         | 104.45      |
| 17.00 - 18.00 | 79                               | 11.85      | 74          | 74          | 5          | 6.5        | 158         | 92.35       |
| 18.00 - 19.00 | 35                               | 5.25       | 21          | 21          | 3          | 3.9        | 59          | 30.15       |
| 19.00 - 20.00 | 24                               | 3.6        | 26          | 26          | 10         | 13         | 60          | 42.6        |
| 20.00 - 21.00 | 22                               | 3.3        | 31          | 31          | 8          | 10.4       | 61          | 44.7        |
| 21.00 - 22.00 | 16                               | 2.4        | 25          | 25          | 2          | 2.6        | 43          | 30          |
| 22.00 - 23.00 | 20                               | 3          | 28          | 28          | 3          | 3.9        | 51          | 34.9        |
| 23.00 - 00.00 | 17                               | 2.55       | 30          | 30          | 3          | 3.9        | 50          | 36.45       |
| 00.00 - 01.00 | 20                               | 3          | 20          | 20          | 7          | 9.1        | 47          | 32.1        |
| 01.00 - 02.00 | 28                               | 4.2        | 23          | 23          | 4          | 5.2        | 55          | 32.4        |
| 02.00 - 03.00 | 24                               | 3.6        | 23          | 23          | 3          | 3.9        | 50          | 30.5        |
| 03.00 - 04.00 | 24                               | 3.6        | 24          | 24          | 12         | 15.6       | 60          | 43.2        |
| 04.00 - 05.00 | 31                               | 4.65       | 34          | 34          | 6          | 7.8        | 71          | 46.45       |
| 05.00 - 06.00 | 22                               | 3.3        | 25          | 25          | 4          | 5.2        | 51          | 33.5        |
| 06.00 - 07.00 | 28                               | 4.2        | 20          | 20          | 10         | 13         | 58          | 37.2        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>1158</b>                      | <b>174</b> | <b>1151</b> | <b>1151</b> | <b>151</b> | <b>196</b> | <b>2460</b> | <b>1521</b> |



Gambar 3.3 Grafik volume lalu lintas maksimum

### 3.5.2 Kondisi Geometrik

Geometrik jalan adalah bangun yang menggambarkan bentuk fisik jalan, termasuk penampang melintang dan penampang memanjang. Dari hasil survei geometrik yang dilakukan pada persimpangan Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja, Kota Medan, Sumatera Utara, terdapat tiga simpang yang akan ditinjau. Gambar geometrik yang dilakukan dengan pengamatan secara visual dan pengukuran menggunakan alat ukur meteran.

Tabel 3.8 Data Geometrik (Survei Geometrik Jalan, 2024).

| Nama Jalan | Pendekat (m)  |             |             |       |
|------------|---------------|-------------|-------------|-------|
|            | Kode Pendekat | Lebar Jalur | Lebar Lalur | BkiJT |
| Marendal   | B             | 9.5         | 3.5         | 3.5   |
| Amplas     | S             | 11.5        | 3.5         | 3.5   |
| Medan      | U             | 11.5        | 3.5         | -     |

Tabel 3.9 Data Lingkungan Simpang (Survei Geometrik Jalan, 2024).

| Nama Jalan | Median (m) | Trotoar (cm) |      | Kelandaian (%) | BkiJT (m) |
|------------|------------|--------------|------|----------------|-----------|
|            |            | Kanan        | Kiri |                |           |
| Marendal   | 6          | 150          | 150  | -              | 3.5       |
| Amplas     | 2          | 200          | 200  | -              | 3.5       |
| Medan      | 2          | 200          | 200  | -              | -         |

Survei pengambilan data arus lalu lintas dilaksanakan pada Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja, yang mempertemukan antara ruas jalan yaitu Medan, Amplas dan Marendal. Geometrik simpang tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.2.

### 3.5.3 Waktu Isyarat APILL

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

Tabel 3.10 Waktu Isyarat Lampu Lalu Lintas

| Pendekat | Waktu Siklus Pra Penyesuaian | Waktu Hijau (Whi) | Waktu siklus Yang Disesuaikan (c) |
|----------|------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| B        | 145                          | 12.1497805        | 141                               |
| S        | 145                          | 72.9806919        | 143                               |
| U        | 145                          | 49.8695276        | 146,5                             |

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil dan Pembahasan

Analisis merupakan kegiatan yang bertujuan mengamati serta dapat mendeskripsikan suatu masalah, kemudian disusun kembali beberapa masalah tersebut untuk bisa dipelajari atau dikaji secara mendetail. Berikut ini adalah hasil dari analisis simpang bersinyal berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilaksanakan pada Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja, Kota Medan, Sumatera Utara.

##### 4.1.1 Perhitungan Simpang Hasil Survei

###### 1. Perhitungan Arus Lalu Lintas Jam Sibuk

Data arus lalu lintas maksimum terjadi pada tanggal 15 Juli 2024. Untuk perhitungan arus lalu lintas maksimum selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Perhitungan Arus Lalu Lintas dan Rasio Belok Kendaraan (Hasil Survey)

| Pendekat | Kendaraan | Arah   |       |        | R <sub>BKA</sub> | R <sub>BKI</sub> | Total Kendaraan Pada Setiap Pendekat |
|----------|-----------|--------|-------|--------|------------------|------------------|--------------------------------------|
|          |           | Lurus  | Kanan | Kiri   |                  |                  |                                      |
| Marendal | SM        | 0      | 833.6 | 13.05  | 2536.3           | 116.65           | 2652.95                              |
|          | MP        | 0      | 1600  | 88     |                  |                  |                                      |
|          | KS        | 0      | 102.7 | 15.6   |                  |                  |                                      |
| Amplas   | SM        | 388    | 0     | 148.05 | 0                | 891.15           | 2121.85                              |
|          | MP        | 753    | 0     | 695    |                  |                  |                                      |
|          | KS        | 89.7   | 0     | 48.1   |                  |                  |                                      |
| Medan    | SM        | 151.65 | 287   | 0      | 1154.9           | 0                | 2084.25                              |
|          | MP        | 714    | 825   | 0      |                  |                  |                                      |
|          | KS        | 63.7   | 42.9  | 0      |                  |                  |                                      |

Rasio kendaraan belok kanan ( $Q_{BKA}$ )

$$Q_{BKA} = \frac{RBKI \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

$$Q_{BKA} = \frac{2536.3 \text{ smp/jam}}{2652.95 \text{ smp/jam}} = 0.95$$

Rasio kendaraan belok kiri ( $Q_{BKI}$ )

$$Q_{BKI} = \frac{RBKA \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

$$Q_{BKI} = \frac{116.65 \text{ smp/jam}}{2652.95 \text{ smp/jam}} = 0.43$$

## 2. Perhitungan waktu siklus dan waktu sinyal

Waktu siklus adalah satu putaran penuh melalui semua induksi yang diberikan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus iterasi penuh.

Tabel 4.2 Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Sinyal (Hasil Survey)

| Pendekat | Waktu Siklus Pra Penyesuaian | Waktu Hijau (Whi) | Waktu siklus Yang Disesuaikan (c) |
|----------|------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| B        | 145                          | 12.1497805        | 141                               |
| S        | 145                          | 72.9806919        | 143                               |
| U        | 145                          | 49.8695276        | 146,5                             |

Waktu Hilang ( $W_{HH}$ )

Waktu hilang dapat dinyatakan:

$$W_{HH} = \sum_i (W_{MS} + W_K) i$$

$$= 2 (2 + 3)$$

$$= 10 \text{ det/siklus}$$

## 3. Perhitungan kinerja simpang dengan PKJI 2023

### a. Lebar Efektif ( $L_E$ )

Kondisi lapangan geometrik simpang bertemunya antara simpang arteri dengan simpang perkotaan diperoleh lebar efektif pada tiap pendekat :

$$L_E = L - L_{BKijT}$$

$$\text{Barat} : L - L_{BKijT} = 9.5 - 3.5 = 6 \text{ meter}$$

$$\text{Selatan} : L - L_{BKijT} = 11.5 - 3.5 = 8 \text{ meter}$$

$$\text{Utara} : L - L_{BKijT} = 11.5 - 0 = 11.5 \text{ meter}$$

b. Arus Jenuh Dasar

$$J_0 = 600 \times L_E$$

Tabel 4.3 Perhitungan Arus Jenuh Dasar

| Pendekat | Lebar Efektif | J <sub>0</sub> |
|----------|---------------|----------------|
| Barat    | 6             | 3600           |
| Selatan  | 8             | 4800           |
| Utara    | 11.5          | 6900           |

c. Arus Jenuh yang disesuaikan (J)

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

Arus jenuh dapat dinyatakan:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKA}$$

Tabel 4.4 Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan

| Pendekat | L <sub>E</sub> | J <sub>0</sub> | F <sub>HS</sub> | F <sub>UK</sub> | F <sub>G</sub> | F <sub>BKi</sub> | F <sub>BKA</sub> | J<br>(smp/jam) |
|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|
| B        | 6              | 3600           | 0.95            | 1.05            | 1              | 0.95             | 1                | 3411.45        |
| S        | 8              | 4800           | 0.95            | 1.05            | 1              | 0.95             | 1                | 4548.6         |
| U        | 11.5           | 6900           | 0.95            | 1.05            | 1              | 0.95             | 1                | 6538.6125      |



Untuk pendekatan terlindung (tidak terjadi konflik antara kendaraan yang belok dengan lalu lintas yang berlawanan) arus jenuh dasar  $J_0$  ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan ( $L_E$ ).

d. Rasio Arus Jenuh

$$R_{Q/J} = Q/J$$

Tabel 4.5 Perhitungan Rasio Arus Jenuh

| Pendekat | Q       | J         | $R_{Q/J}$   |
|----------|---------|-----------|-------------|
| B        | 2652.95 | 3411.45   | 0.07766     |
| S        | 2121.85 | 4548.6    | 0.466484193 |
| U        | 2084.25 | 6538.6125 | 0.318760287 |

Maka,  $\sum R_{Q/J \text{ KRITIS}} = 0.07 + 0.47 + 0.32 = 0.86$

e. Rasio Fase

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

1. Pada Pendekat Barat

$$R_F = 0.07 / 0.86 = 0.09$$

2. Pada Pendekat Selatan

$$R_F = 0.47 / 0.86 = 0.54$$

3. Pada Pendekat Utara

$$R_F = 0.32 / 0.86 = 0.36$$

f. Waktu Siklus & Waktu Hijau

Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal, sedangkan waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat.

Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Hijau

| Pendekat | Waktu Siklus Pra Penyesuaian (s) | Waktu Hijau (Whi) | Waktu siklus Yang Disesuaikan (c) |
|----------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| B        | 145                              | 12.1497805        | 141                               |
| S        | 145                              | 72.9806919        | 143                               |
| U        | 145                              | 49.8695276        | 146,5                             |

Contoh Perhitungan :

Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$S = \frac{(1,5xw_{HH}+5)}{(1-\sum R_{Q/J} KRITIS)}$$

$$= \frac{(1,5 \times 10+5)}{(1-0,86)}$$

$$= 145 \text{ detik}$$

Waktu hijau pada pendekat Barat

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J} KRITIS}{\sum (R_{Q/J} KRITIS)_i}$$

$$= (145 - 10) \times \frac{(0,07)}{\sum (0,86)}$$

$$= 12 \text{ detik}$$

Waktu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum W_{Hi} + L_E$$

$$= 135 + 6 = 141 \text{ detik}$$

g. Kapasitas (C) Simpang Apill dan Derajat Kejenuhan (DJ)

Kapasitas (C) diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (Q/J) pada masing masing pendekat.

Tabel 4.7 Perhitungan Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

| Pendekat | Arus Jenuh yang Disesuaikan (J) | Waktu Siklus Pra Penyesuaian (s) | Waktu Hijau (Whi) | Waktu siklus Yang Disesuaikan (c) | Volume Lalu Lintas (Q) | Kapasitas (C) | Derajat Kejenuhan (D <sub>J</sub> ) |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------|-------------------------------------|
| B        | 3411.45                         | 145                              | 12                | 141                               | 2652.95                | 282.32        | 0.93                                |
| S        | 4548.6                          | 145                              | 73                | 143                               | 2121.85                | 2289.9        | 0.92                                |
| U        | 6538.61                         | 145                              | 50                | 146,5                             | 2084.25                | 2254.6        | 0.92                                |

Contoh perhitungan :

1. Kapasitas (C) pada pendekat Barat

$$C = J \times \frac{Whi}{s}$$

$$= 3411.45 \times \frac{12}{145}$$

$$= 282.327 \text{ smp/jam}$$

Derajat Kejenuhan (D<sub>J</sub>) pada pendekat Barat

$$D_J = \frac{Q}{C}$$

$$= \frac{2652,95}{282,327}$$

$$= 0,93$$

h. Panjang Antrian (P<sub>A</sub>)

Jumlah rata rata antrian kendaraan (smp/jam) pada awal sinyal hijau (N<sub>q</sub>) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (smp/jam) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N<sub>q1</sub>) ditambah jumlah kendaraan (smp/jam) yang datang dan terhenti

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

Tabel 4.8 Perhitungan Panjang Antrian

| Pendekat | Nq1  | Nq2    | Panjang Antrian (smp/jam) | NqMAX | Panjang Antrian | R <sub>KH</sub> | N <sub>KH</sub> |
|----------|------|--------|---------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          |      |        | Nq1+Nq2                   |       | P <sub>A</sub>  |                 |                 |
| B        | 2.73 | 106.22 | 108.95                    | 10    | 21              | 0.91            | 2434.66         |
| S        | 2.44 | 79.80  | 82.24                     | 10    | 21              | 0.86            | 1837.68         |
| U        | 2.44 | 80.90  | 83.34                     | 10    | 21              | 0.89            | 1862.28         |

Jika  $D_j > 0,5$  Maka digunakan rumus dibawah ini :

Contoh Perhitungan :

1. Menghitung Panjang Antrian

$$Nq1 = 0,25 \times s \times \frac{\{(D_j-1) + \sqrt{(D_j-1)^2 + 8 \times (D_j-0,5)}\}}{s}$$

$$= 0,25 \times 145 \times \frac{\{(0,93-1) + \sqrt{(0,93-1)^2 + 8 \times (0,93-0,5)}\}}{145}$$

$$145$$

$$= 2,73 \text{ smp/jam}$$

2. Menghitung Panjang Antrian Pada Pendekat Barat

$$Nq2 = s \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

$$= 145 \times \frac{(1-0,07)}{(1-0,07 \times 0,93)} \times \frac{2652,95}{3600}$$

$$= 106 \text{ smp/jam}$$

$$Nq = Nq1 + Nq2$$

$$= 2,73 + 106$$

$$= 108 \text{ smp/jam}$$

3. Menghitung Nq<sub>MAX</sub>

Panjang Antrian ( $P_A$ ) diperoleh dari perkalian dengan luas rata-rata yang

dipergunakan dalam smp/satu mobil ditambah sepeda motor (5x4 m<sup>2</sup>) dan pembagian dengan lebar masuk jalan yang dipergunakan.

$$\begin{aligned}
 P_A &= N_{qMAX} \times \frac{20}{LM} \\
 &= 10 \times \frac{20}{9,5} \\
 &= 21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### 4. Menghitung Rasio Kendaraan Henti Pada Pendekat Barat

$$\begin{aligned}
 R_{KH} &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{108}{2652.95 \times 145} \times 3600 \\
 &= 0,91 \\
 N_{KH} &= Q \times R_{KH} \\
 &= 2652.95 \times 0.91 \\
 &= 2434 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

##### i. Tundaan

Tabel 4.9 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

| Pendekat | Volume Lalu Lintas (Q) | Tundaan Lalu Lintas (T <sub>LL</sub> ) | Tundaan Geometrik (T <sub>G</sub> ) | Tundaan Rata Rata (T) | Tundaan Total (T <sub>x</sub> Q) | Tundaan Seluruh Simpang (T <sub>i</sub> ) |
|----------|------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---|
| B        | 2652.95                | 35.19                                  | 4.16                                | 39.35                 | 104407.53                        | 32.11                                     |
| S        | 2121.85                | 32.05                                  | 4.26                                | 36.31                 | 77064.35                         |   |
| U        | 2084.25                | 14.41                                  | 4.21                                | 18.63                 | 38830.41                         |   |
| Total    | 6859.05                |  |                                     |                       | 220302.3                         |   |

#### 1. Tundaan Lalu Lintas Pada Pendekat Barat

$$\begin{aligned}
 T_{LL} &= s \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times D)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \\
 &= 145 \times \frac{0,5 \times (1-0,07)^2}{(1-0,07 \times 0,93)} + \frac{2.73 \times 3600}{2652.95} \\
 &= 35.19 \text{ smp/det}
 \end{aligned}$$

2. Tundaan Geometrik ( $T_G$ ) 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,

$$P_B = 1$$

Maka, Tundaan geometrik pada pendekat barat

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \\ &= (1 - 0,91) \times 1 \times 6 + (0,91 \times 4) \\ &= 4,16 \text{ smp/det} \end{aligned}$$

3. Maka tundaan rata-rata pada pendekat barat ( $T$ )

$$\begin{aligned} T &= T_{LLi} + T_{Gi} \\ &= 35,19 + 4,16 \\ &= 39,35 \text{ smp/det} \end{aligned}$$

4. Dan menghitung tundaan total =  $T \times Q$

$$\begin{aligned} &= 39,35 \times 2652,95 \\ &= 1044 \text{ smp/det} \end{aligned}$$

5. Menghitung tundaan rata rata untuk seluruh simpang

$$\begin{aligned} T_i &= \frac{\sum T}{\sum Q} \\ T_i &= \frac{2203}{6859,25} = 32,11 \text{ smp/det} \end{aligned}$$

#### 4.1.2 Penentuan Pengaturan Simpang

Untuk menentukan pengaturan simpang yang tepat pada pendekat yang dievaluasi, ditentukan dengan menggunakan grafik penentuan pengaturan simpang seperti pada Gambar 4.1. Grafik yang digunakan berasal dari Australian Road Research Board (ARRB), karena penentuan pengaturan simpang tak terdapat pada PKJI 2023. Dalam grafik ini, hubungan antara jumlah kendaraan di Major Road dan Minor Road akan menentukan kriteria pengaturan simpang. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.4 untuk simpang pada pertemuan Marendal – Amplas (C1) pada kondisi volume lalu lintas maksimum.



Gambar 4.1 Menentukan pengaturan simpang (ARRB)

Dari grafik diatas, hasil survei volume harian maksimum selama 24 jam pada hari Senin, 15 Juli 2024 menunjukkan bahwa jumlah kendaraan pada jalan major dan minor mengarah pada pengaturan simpang dengan simpang bersinyal (APILL). Jadi, pengaturan simpang yang ditentukan adalah simpang bersinyal. Data yang digunakan untuk analisis perhitungan adalah hasil survei LHR 24 jam pada tanggal 15 Juli 2024.

#### **4.1.3 Tingkat Pelayanan Hasil Survey**

Kepadatan jalan yang terjadi pada Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja, Kota Medan ini adalah suatu hal yang kompleks. Ditinjau dari masing masing luas cakupan permasalahan yang dievaluasi, masalah volume kendaraan yang cukup padat dan semakin meningkatnya arus lalu lintas pada jalan tersebut akan mengakibatkan dilampauinya daya tampung jalan dan antrian kendaraan.

Waktu siklus yang terlalu besar akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata rata, hubungan antara tundaan dan antrian bahwa dengan banyaknya kendaraan yang antri di persimpangan tersebut maka tundaan untuk setiap kendaraan akan lebih lama pula, sehingga menyebabkan tundaan dan antrian maksimum pada Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja. Dari hasil analisis yang dilakukan dapat dilihat bahwa data Derajat Kejejunahan ( $D_j$ ) adalah 0,93 pada pendekat barat, 0,92 pada pendekat utara dan selatan. Menurut PKJI 2023, apabila  $D_j$  yang diperoleh lebih tinggi dari 0,85 berarti bahwa arus lalu lintas pada simpang APILL tersebut mendekati arus jenuhnya. Tingkat pelayanan pada setiap pendekat dapat diketahui melalui tundaan rata rata pendekat, dimana tundaan rata rata hasil penelitian yang didapat adalah 32,11 smp/det dengan tingkat pelayanan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.10 Kriteria Tingkat Pelayanan (PEMHUB No.96 Th 2015)

|                   |    |        |         |         |         |     |
|-------------------|----|--------|---------|---------|---------|-----|
| Tundaan (det/smp) | <5 | 5,1-15 | 15,1-25 | 25,4-40 | 40,1-60 | >60 |
| Tingkat Pelayanan | A  | B      | C       | D       | E       | F   |

Berdasarkan perhitungan nilai tundaan rata rata tiap pendekat maka didapat nilai tingkat pelayanan untuk setiap pendekat yang dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 4.11 Tingkat Pelayanan Simpang

| Pendekat | Tundaan Lalu Lintas | Tingkat Pelayanan | Tundaan Simpang Rata Rata | Tingkat pelayanan simpang |
|----------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| B        | 35,19               | D                 | 32,11                     | D                         |
| S        | 32,05               | D                 |                           |                           |
| U        | 14,41               | C                 |                           |                           |

Masalah yang terdapat pada simpang ini adalah besarnya waktu siklus dan waktu hijau sehingga mempengaruhi panjang antrian dan tundaan rata rata lalu



lintas yang akan mengakibatkan volume kendaraan melebihi kapasitas dan menghasilkan tingkat pelayanan “D”.

Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan perencanaan kembali pada waktu siklus dan waktu hijau agar menjadi solusi meminimumkan tundaan rata rata pada simpang APILL tersebut.

## 4.2 Perencanaan Simpang APILL

Dari hasil evaluasi kinerja simpang, waktu siklus yang dihitung menghasilkan angka yang lebih besar dari batas yang disarankan PKJI 2023, ini berarti bahwa arus lalu lintas pada simpang APILL tersebut mendekati jenuh dan akan menyebabkan volume kendaraan melebihi kapasitas. Persoalan ini dapat diselesaikan dengan merencanakan kembali waktu sinyal pada simpang APILL tersebut.

### 4.2.1 Perhitungan Perencanaan

#### 1. Perhitungan Arus Lalu Lintas Jam Sibuk

$$\text{Lalu Lintas} = \text{LHR}_B = 36160$$

$$\text{LHR}_S = 18878$$

$$\text{LHR}_U = 12698$$

Pertumbuhan lalu lintas tahunan : 1.27% (Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Utara)

Lingkungan : Komersial

Ukuran kota sangat besar >3.0 juta jiwa

Penyelesaian :

Arus lalu lintas dalam LHRT diubah menjadi arus jam rencana ( $q_{jp}$ ) dengan faktor yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar 7% sampai 12%. (Hal. 113 PKJI).

$$q_{JPB} = 36160 \times 0.07 = 2531,2 \text{ kend/jam}$$

$$q_{JPS} = 18878 \times 0.07 = 1321,46 \text{ kend/jam}$$

$$q_{JPU} = 12698 \times 0.07 = 88,86 \text{ kend/jam}$$

Arus simpang total :  $q_{jp} = \text{LHRT} \times k$

$$q_{jp} = \text{LHRT} \times k = 4741,52 \times (1+0.0127) = 4801,74 \text{ kend/jam}$$

## 2. Kondisi geometrik dan arus lalu lintas

Kondisi geometrik simpang bertemunya jalan arteri pada simpang perkotaan Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja dapat dilihat pada gambar 3. 2. Kondisi lalu lintas dapat ditentukan menurut Lalu lintas harian rata rata (LHRT) dengan faktor-k yang sesuai untuk konversi dari lhr menjadi arus per jam (umum untuk perancangan), atau menurut Arus Lalu- Lintas Jam Rencana.

### a. Waktu Hilang ( $W_{HH}$ )

Waktu hilang dapat dinyatakan:

$$\begin{aligned} W_{HH} &= \sum_i (W_{MS} + W_K) i \\ &= 2 (2 + 3) \\ &= 10 \text{ det/siklus} \end{aligned}$$

### 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).

$$L_E = L - L_{BKijT}$$

$$\text{Barat} : L - L_{BKijT} = 9.5 - 3.5 = 6 \text{ meter}$$

$$\text{Selatan} : L - L_{BKijT} = 11.5 - 3.5 = 8 \text{ meter}$$

$$\text{Utara} : L - L_{BKijT} = 11.5 - 0 = 11.5 \text{ meter}$$

### c. Arus Jenuh Dasar

$$J_0 = 600 \times L_E$$

Tabel 4.12 Perhitungan Arus Jenuh Dasar

| Pendekat | Lebar Efektif | $J_0$ |
|----------|---------------|-------|
| Barat    | 6             | 3600  |
| Selatan  | 8             | 4800  |
| Utara    | 11.5          | 6900  |

d. Arus Jenuh yang Disesuaikan (J)

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

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKI} \times F_{BKA}$$

Untuk pendekatan terlindung (tidak terjadi konflik antara kendaraan yang belok dengan lalu lintas yang berlawanan) arus jenuh dasar  $J_0$  ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan ( $L_E$ )

Tabel 4. 13 Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan

| Pendekat | $L_E$ | $J_0$ | $F_{HS}$ | $F_{UK}$ | $F_G$ | $F_{BKI}$ | $F_{BKA}$ | J (smp/jam) |
|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-----------|-----------|-------------|
| B        | 6     | 3600  | 0.95     | 1.05     | 1     | 0.95      | 1         | 3411.45     |
| S        | 8     | 4800  | 0.95     | 1.05     | 1     | 0.95      | 1         | 4548.6      |
| U        | 11.5  | 6900  | 0.95     | 1.05     | 1     | 0.95      | 1         | 6538.613    |

e. Rasio Arus Jenuh

$$R_{Q/J} = Q/J$$

Tabel 4.14 Perhitungan Rasio Arus Jenuh

| Pendekat | Q       | J        | $R_{Q/J}$   |
|----------|---------|----------|-------------|
| B        | 2531.2  | 3411.45  | 0.07419     |
| S        | 1321.46 | 4548.6   | 0.29052016  |
| U        | 888.86  | 6538.613 | 0.135940155 |

Maka,  $\sum R_{Q/J \text{ KRITIS}} = 0.07 + 0.30 + 0.13 = 0.50$

f. Rasio Fase

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

1. Pada Pendekat Barat

$$R_F = 0.07 / 0.50 = 0.14$$

2. Pada Pendekat Selatan

$$R_F = 0.29 / 0.50 = 0.58$$

3. Pada Pendekat Utara

$$R_F = 0.13 / 0.50 = 0.27$$

g. Waktu siklus & Waktu hijau

Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Hijau

| Pendekat | Waktu Siklus Pra Penyesuaian (s) | Waktu Hijau (Whi) | Waktu siklus Yang Disesuaikan (c) |
|----------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| B        | 40                               | 4.45334           | 36                                |
| S        | 40                               | 17.4388           | 38                                |
| U        | 40                               | 8.15996           | 41,5                              |

Contoh Perhitungan :

Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$s = \frac{(1,5xw_{HH}+5)}{(1-\sum RQ/J \text{ KRITIS})}$$

$$= \frac{(1,5 x 10+5)}{(1-0,50)}$$

$$= 40 \text{ detik}$$

Waktu hijau pada pendekat Barat

$$Wh_i = (s - W_{HH}) \times \frac{Rq/J \text{ KRITIS}}{\sum (RQ/J \text{ KRITIS})_i}$$

$$= (40 - 10) \times \frac{(0.07)}{\sum (0.50)}$$

$$= 4,4 \text{ detik}$$

Waktu siklus yang disesuaikan pada pendekat Barat

$$c = \sum Wh_i + L_E$$

$$= 30 + 8 = 38 \text{ detik}$$

g. Kapasitas (C) Simpang Apill dan Derajat Kejenuhan (DJ)

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

Tabel 4.16 Perhitungan Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

| Pendekat | Arus Jenuh yang Disesuaikan (J) | Waktu Siklus Pra Penyesuaian (s) | Waktu Hijau (Whi) | Waktu siklus Yang Disesuaikan (c) | Volume Lalu Lintas (Q) | Kapasitas (C) | Derajat Kejenuhan (D <sub>J</sub> ) |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------|-------------------------------------|
| B        | 3411.45                         | 40.0521                          | 4                 | 36                                | 2531.2                 | 340.701       | 0.74                                |
| S        | 4548.6                          | 40.0521                          | 18                | 38                                | 1321.46                | 2044.21       | 0.64                                |
| U        | 6538.613                        | 40.0521                          | 8                 | 41,5                              | 888.86                 | 1306.02       | 0.68                                |

Contoh perhitungan :

1. Kapasitas (C) pada pendekat Barat

$$\begin{aligned}
 C &= J \times \frac{Whi}{s} \\
 &= 3411.45 \times \frac{4.4}{40} \\
 &= 340.701 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

2. Derajat Kejenuhan (D<sub>J</sub>) pada pendekat Barat

$$\begin{aligned}
 D_J &= \frac{q}{c} \\
 &= \frac{2531,45}{340,701} \\
 &= 0.74
 \end{aligned}$$

h. Panjang Antrian (P<sub>A</sub>)

Jumlah rata rata antrian kendaraan (smp/jam) pada awal sinyal hijau (N<sub>q</sub>) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (smp/jam) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N<sub>q1</sub>) ditambah jumlah kendaraan (smp/jam) yang datang dan terhenti

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

Tabel 4.17 Perhitungan Panjang Antrian

| Pendekat | Nq1  | Nq2   | Panjang Antrian (smp/jam) | Nqmax | Panjang Antrian | R <sub>KH</sub> | N <sub>KH</sub> |
|----------|------|-------|---------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          |      |       | Nq1+Nq2                   |       | P <sub>A</sub>  |                 |                 |
| B        | 3.9  | 27.62 | 31.52                     | 10    | 21              | 1.00            | 2549.84         |
| S        | 2.8  | 12.81 | 15.61                     | 10    | 21              | 0.95            | 1263.35         |
| U        | 3.15 | 9.43  | 12.58                     | 10    | 21              | 1.14            | 1018.28         |

Jika  $D_j > 0,5$  Maka digunakan rumus dibawah ini :

Contoh Perhitungan :

1. Menghitung Panjang Antrian

$$\begin{aligned}
 Nq1 &= 0,25 \times s \times \frac{\{(D_j-1) + \sqrt{(D_j-1)^2 + 8 \times (D_j-0,5)}\}}{s} \\
 &= 0,25 \times 40 \times \frac{\{(0,74-1) + \sqrt{(0,74-1)^2 + 8 \times (0,74-0,5)}\}}{40} \\
 &= 3.9 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung Panjang Antrian Pada Pendekat Barat

$$\begin{aligned}
 Nq2 &= s \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \\
 &= 40 \times \frac{(1-0,07)}{(1-0,07 \times 0,74)} \times \frac{2531.45}{3600} \\
 &= 27.6 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Nq &= Nq1 + Nq2 \\
 &= 3.9 + 27.6 \\
 &= 31.5 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Nqmax

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.

$$\begin{aligned}
 P_A &= Nq_{\max} \times \frac{20}{LM} \\
 &= 10 \times \frac{20}{9,5} \\
 &= 21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### 4. Menghitung Rasio Kendaraan Henti Pada Pendekat Barat

$$\begin{aligned}
 R_{KH} &= 0,9 \times \frac{NQ}{q \times s} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{31,5}{2531,45 \times 40} \times 3600 \\
 &= 1,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{KH} &= Q \times R_{KH} \\
 &= 2531,45 \times 1,00 \\
 &= 2549 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

##### i. Tundaan

Tabel 4.18 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

| Pendekat | Volume Lalu Lintas (Q) | Tundaan Lalu Lintas (T <sub>LL</sub> ) | Tundaan Geometrik (T <sub>G</sub> ) | Tundaan Rata Rata (T) | Tundaan Total (T <sub>xQ</sub> ) | Tundaan Seluruh Simpang (T <sub>i</sub> ) |
|----------|------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---|
| B        | 2531.2                 | 4.13                                   | 3.98                                | 8.11                  | 20544.91                         | 11.88                                     |
| S        | 1321.46                | 12.72                                  | 4.08                                | 16.81                 | 22217.34                         |   |
| U        | 888.86                 | 11.58                                  | 3.70                                | 15.29                 | 13597.70                         |   |
| Total    | 4741.52                |  |                                     |                       | 56360                            |   |

1. Tundaan Lalu lintas (T<sub>L</sub>) akibat adanya interaksi lalu lintas dengan Gerakan lainnya pada suatu simpang.

Contoh perhitungan :

Tundaan Lalu Lintas Pada Pendekat Barat

$$\begin{aligned}
 T_{LL} &= s \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times DJ)} + \frac{NQ \times 3600}{C} \\
 &= 95 \times \frac{0,5 \times (1-0,07)^2}{(1-0,07 \times 0,74)} + \frac{3,9 \times 3600}{340,71} \\
 &= 4,13 \text{ smp/det}
 \end{aligned}$$

2. Tundaan Geometrik (T<sub>G</sub>) 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,  $P_B = 1$  Maka, Tundaaan geometrik pada pendekat Barat

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

$$= (1 - 1.00) \times 1 \times 6 + (1.00 \times 4)$$

$$= 3.98 \text{ smp/det}$$

3. Maka tundaan rata-rata pada pendekat Barat (T)

$$T = T_{LLi} + T_{Gi}$$

$$= 4.13 + 3.98$$

$$= 8.11 \text{ smp/det}$$

4. Dan menghitung tundaan total

$$= T \times Q$$

$$= 8.11 \times 2531.2$$

$$= 20544 \text{ smp/det}$$

5. Menghitung tundaan rata rata untuk seluruh simpang

$$T_i = \frac{\sum T}{\sum Q}$$

$$T_i = \frac{56360}{4741.5} = 11.8 \text{ smp/det}$$

#### 4.2.2 Tingkat Pelayanan Hasil Perencanaan

Dari hasil analisis perencanaan kembali pada simpang APILL, pada pendekat barat didapat angka derajat kejenuhan 0,74, pada pendekat selatan 0.64 dan pada pendekat utara adalah 0.68 hal ini berarti derajat kejenuhan pada perencanaan pengaturan simpang yang direncanakan sesuai dengan yang direkomendasikan oleh PKJI 2023 yaitu tidak lebih tinggi dari 0,85. Analisis awal waktu sinyal mendapatkan angka yang lebih tinggi dari dari yang direkomendasikan oleh PKJI 2023. Akan tetapi, pada saat merencanakan ulang waktu sinyal yang dilakukan mendapatkan angka 40 detik pada total waktu sinyal, yang berarti waktu sinyal yang direncanakan sesuai dengan yang direkomendasikan oleh PKJI 2023 yaitu waktu sinyal tidak lebih dari 130 detik. Analisis waktu sinyal yang dilakukan



mendapatkan angka 40 detik tidak akan menyebabkan kemacetan pada simpang APILL serta tidak akan terjadi penurunan kapasitas simpang dan mempengaruhi tundaan antrian. Setelah merencanakan ulang, hasil tundaan rata rata yang didapat adalah 11.8 smp/jam dengan tingkat pelayanan ‘B’.

Tingkat pelayanan untuk simpang APILL tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.19 Kriteria Tingkat Pelayanan (PEMHUB No.96 Th 2015)

|                   |    |        |         |         |         |     |
|-------------------|----|--------|---------|---------|---------|-----|
| Tundaan (det/smp) | <5 | 5,1-15 | 15,1-25 | 25,4-40 | 40,1-60 | >60 |
| Tingkat Pelayanan | A  | B      | C       | D       | E       | F   |

Berdasarkan perhitungan nilai tundaan rata rata tiap pendekat maka didapat nilai tingkat pelayanan untuk setiap pendekat yang dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 4.20 Tingkat Pelayanan Simpang

| Pendekat | Tundaan Lalu Lintas | Tingkat Pelayanan | Tundaan Simpang Rata Rata | Tingkat pelayanan simpang |
|----------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| B        | 8.11                | B                 | 11.8                      | B                         |
| S        | 16.8                | C                 |                           |                           |
| U        | 15                  | B                 |                           |                           |

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian pada Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja, Kota Medan. yang dianalisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil evaluasi kinerja simpang dalam keadaan eksisting memiliki tingkat pelayanan D, dengan derajat kejenuhan 0,93 pada pendekatan maksimum. Tundaan rata rata sebesar 32.11 smp/det, dan waktu siklus 145 detik dimana menurut PKJI 2023 hal ini harus dihindari karena dapat menyebabkan kemacetan, panjang antrian, tundaan rata rata serta menyebabkan menurunnya kapasitas simpang APILL. Hasil merencanakan kembali waktu siklus dan waktu hijau pada simpang APILL tersebut menghasilkan derajat kejenuhan 0,74 pada pendekatan maksimum, dengan waktu sinyal 40 detik sesuai dengan yang direkomendasikan PKJI 2023, dan tundaan 11.8 smp/jam menjadikan naiknya tingkat pelayanan pada simpang tersebut menjadi B.
2. Masalah yang terdapat pada Simpang Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja, Kota Medan adalah besarnya waktu siklus dan waktu hijau sehingga mempengaruhi panjang antrian dan tundaan rata rata lalu lintas yang akan mengakibatkan volume kendaraan melebihi kapasitas. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan perencanaan kembali pada waktu siklus dan waktu hijau agar menjadi solusi meminimumkan tundaan rata rata pada simpang APILL tersebut.

#### **5.2 Saran**

Sebagai penutup tugas akhir ini saran-saran yang ingin disampaikan setelah dilaksanakan survey adalah sebagai berikut :

1. Tugas akhir ini dapat menjadi acuan untuk penelitian yang akan datang dalam memperbaiki kemacetan pada Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja.

2. Tugas akhir ini dapat dijadikan gambaran untuk memperbaiki sistem arus lalu lintas dengan memperbaiki waktu sinyal pada Jalan Raya Marendal Sisingamangaraja Kota Medan

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad hamas sorimatua harahap. (2018). *Evaluasi kinerja dan perencanaan simpang pada pertemuan jalan arteri dengan ramp tol medankualanamu-tebing tinggi* [skripsi]. Politeknik negeri medan.
- Sembiring, d. H., & darmadi. (2020). Analisis kinerja simpang bersinyal dan ruas jalan pada jl. Tegar beriman – jl. Raya bogor kecamatan cibinong kabupaten bogor.
- Jurnal ilmiah media engineering vol. 3, no. 2, juli 2013 issn 2087-9334 (133-143).
- hermawan, dedi, (2021) perencanaan simpang bersinyal (studi kasus simpang tiga terminal ciledug kabupaten cirebon).
- Morlok, e. K, (2019), pengantar teknik dan perencanaan transportasi, erlangga, jakarta.
- Ofyar z., tamin, perencanaan dan pemodelan transportasi, edisi 1 penerbit itb, bandung, 1997. Perencanaan dan pemodelan transportasi, edisi 2 penerbit itb, bandung, 2000.
- Pedoman kapasitas jalan indonesia (2023)*. Departemen pekerjaan umum direktorat jendral bina marga: Jakarta
- Shayful. 2020. Analisa kinerja lalu lintas simpang jl. Raya simpang gاندul – jl. Bukit cinere raya setelah pengoperasian tol depok-antasari (skripsi), institut sains dan teknologi nasional.
- Igam putra, nk armaeni - jurnal teknik gradien, 2022 perencanaan simpang tak bersinyal pada simpang kemuda, jalan seroja, jalan kemuda iii denpasar.
- Gapi m. Irfan., lefrandt r i. Lucia dan rompis r. Y. Samuel. “analisa kinerja simpang lengan tiga tak bersinyal studi kasus: simpang lengan tiga jl. Raya bastiong–jl. Raya mangga dua-jl. Sweering mangga dua di kota ternate”.tekno. Volume 20, no. 80 (april 2022): 87-94.
- rapra primasworo, 2022. Evaluasi kinerja persimpangan bersinyal (studi kasus jl. Simpang sulfat utara – jl. Simpang sulfat selatan – jl. Terusan sulfat – jl. Raya sulfat).
- Yunus, trisna w, dkk. 2021. Analisis kinerja ruas jalan akibat pembangunan saluran dan trotoar pada kawasan jalan nusantara dan jalan sulawesi.
- Sembiring, d. H., & darmadi. (2020). Analisis kinerja simpang bersinyal dan ruas jalan

pada jl. Tegar beriman – jl. Raya bogor kecamatan cibinong kabupaten bogor.

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 aplikasiptv*.

Sulaksono w, sony (2001) *rekayasa lalu lintas*. Bandung: i

## LAMPIRAN

| <b>SIMPANG APILL</b>  |   | Tanggal: 15 – 21 juli 2024                   |                            | Ditangani oleh: siska karlina   |                      |                         |
|---|---|--|----------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------|
| WAKTU MERAH SEMUA<br>WAKTU HILANG HIJAU TOTAL   |   | Kota: medan                                  |                            |                                 |                      |                         |
|   |   | Simpang: jl. Raya marendal sisingamangaraja  |                            |                                 |                      |                         |
|   |   | Ukuran kota: > 3 juta jiwa                   |                            |                                 |                      |                         |
|   |   | Perihal: penelitian tugas akhir              |                            |                                 |                      |                         |
|   |   | Periode: 1 jam (smp/jam)                     |                            |                                 |                      |                         |
| Kode Pendekat   | Jarak (m)   | Kecepatan (m/detik)                          |                            |                                 | Waktu Tempuh (detik) | W <sub>MS</sub> (detik) |
|   |   | Berangkat<br>V <sub>KBR</sub>                | Datang<br>V <sub>KDT</sub> | Pejalan Kaki<br>V <sub>PK</sub> |                      |                         |
| <b>S</b>  | Jarak berangkat, L <sub>KBR</sub> +P <sub>KBR</sub> | 79.80  | 10                         |                                 | 7.98                 | 7.73                    |
|   | Jarak datang, L <sub>KDT</sub>                      | 2.44   |                            | 10                              | 0.244                |                         |
|   | Jarak pejalan kaki, L <sub>PK</sub>                 |  |                            |                                 |                      |                         |
| <b>U</b>  | Jarak berangkat, L <sub>KBR</sub> +P <sub>KBR</sub> | 80.90  | 10                         |                                 | 8.09                 | 7.84                    |
|   | Jarak datang, L <sub>KDT</sub>                      | 2.44   |                            | 10                              | 0.244                |                         |
|   | Jarak pejalan kaki, L <sub>PK</sub>                 |  |                            |                                 |                      |                         |
| <b>B</b>  | Jarak berangkat, L <sub>KBR</sub> +P <sub>KBR</sub> | 106  | 10                         |                                 | 10.6                 | 10.32                   |
|   | Jarak datang, L <sub>KDT</sub>                      | 2.73   |                            | 10                              | 0.273                |                         |
|   | Jarak pejalan kaki, L <sub>PK</sub>                 |  |                            |                                 |                      |                         |
| <b>T</b>  | Jarak berangkat, L <sub>KBR</sub> +P <sub>KBR</sub> |  |                            |                                 |                      |                         |
|   | Jarak datang, L <sub>KDT</sub>                      |  |                            |                                 |                      |                         |
|   | Jarak pejalan kaki, L <sub>PK</sub>                 |  |                            |                                 |                      |                         |
| ...   | Jarak berangkat, L <sub>KBR</sub> +P <sub>KBR</sub> |  |                            |                                 |                      |                         |
|   | Jarak datang, L <sub>KDT</sub>                      |  |                            |                                 |                      |                         |
|   | Jarak pejalan kaki, L <sub>PK</sub>                 |  |                            |                                 |                      |                         |
| ...   | Jarak berangkat, L <sub>KBR</sub> +P <sub>KBR</sub> |  |                            |                                 |                      |                         |
|   | Jarak datang, L <sub>KDT</sub>                      |  |                            |                                 |                      |                         |
|   | Jarak pejalan kaki, L <sub>PK</sub>                 |  |                            |                                 |                      |                         |
| <b>CATATAN:</b>   |   | Penentuan W <sub>MS</sub>                    |                            |                                 |                      |                         |
| $w_{MS} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \\ \frac{L_{PK}}{V_{PK}} \end{array} \right.$ |   | Fase 1                                       | →                          | Fase 2                          | 1                    |                         |
|   |   | Fase 2                                       | →                          | Fase 3                          | 1                    |                         |
|   |   | Fase 3                                       | →                          | Fase 4                          | 0                    |                         |
|   |   | Fase 4                                       | →                          | Fase 1                          |                      |                         |
|   |   | W <sub>K</sub> semua fase (3 detik per fase) |                            |                                 |                      | 3                       |
| W <sub>HH</sub> = Σ(W <sub>MS</sub> + W <sub>K</sub> ) <sub>SEMUA FASE</sub> , (detik/siklus)   |   |  |                            | 10                              |                      |                         |

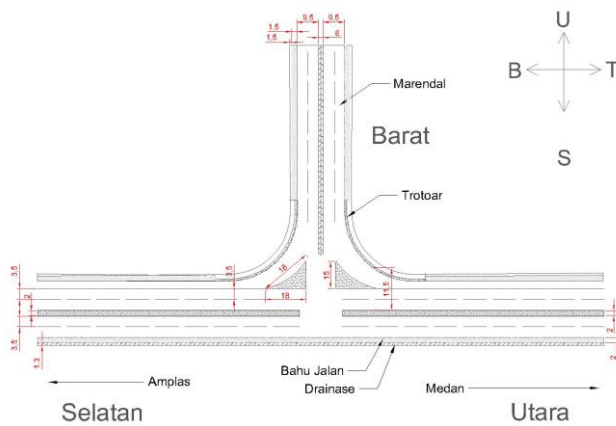
Lampiran 1 Formulir Survey Waktu Siklus (PKJI 2023)

|   |   |                                |
|---|---|--------------------------------|
| <b>SIMPANG APILL</b><br><br>DATA:<br>GEOMETRI<br>PENGATURAN LALU LINTAS<br>LINGKUNGAN | Tanggal: 15 – 21 juli 2024                  | Ditangani oleh : siska karlina |
|   | Kota: medan                                 |                                |
|   | Simpang: jl. Raya marendal sisingamangaraja |                                |
|   | Ukuran kota: > 3 juta jiwa                  |                                |
|   | Perihal: penelitian tugas akhir             |                                |
| Periode: 1 jam (smp/jam)  |   |                                |

**Sketsa Fase APILL**

|                                 |                |                |            |                                    |
|---------------------------------|----------------|----------------|------------|------------------------------------|
|                                 |                |                |            | <b>Waktu siklus</b><br>$s =$ detik |
| <b>Waktu hilang hijau total</b> |                |                |            |                                    |
| $W_{HH} = \sum W_{AH} =$ detik  |                |                |            |                                    |
| $W_H =$ 12                      | $W_H =$ 50     | $W_H =$ 73     | $W_H =$    | $W_H =$ waktu hijau                |
| $W_{AH} =$ 141                  | $W_{AH} =$ 147 | $W_{AH} =$ 143 | $W_{AH} =$ | $W_{AH} =$ waktu antar hijau       |

**Sketsa simpang**



**Kondisi Lapangan**


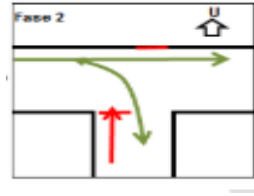
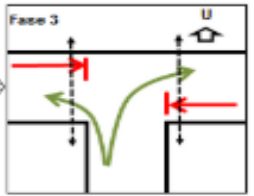
| Kode pendekat | Tipe lingkungan jalan | Kelas Hambatan samping | Median                 | Kelandaian pendekat + (nanjak) atau - (turun) % | $B_{kiJT}$             | Jarak ke kendaraan parkir pertama m | Lebar pendekat (m)  |                          |                                     |                           |
|---------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---|------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
|               |                       |                        |                        |   |                        |                                     | pada awal lajur L m | pada garis henti $L_M$ m | pada lajur belok kiri $L_{BkiJT}$ m | pada lajur keluar $L_K$ m |
| U, S, T, B    | KIM, KOM, AT          | T (tinggi), R (rendah) | Y (ada) atau T (tidak) |   | Y (ada) atau T (tidak) |                                     |                     |                          |                                     |                           |
| B             | KOM                   | R                      | Y                      | 0   | Y                      | 1                                   | 9.5                 | 9.5                      | 3.5                                 | 9.5                       |
| S             | KOM                   | R                      | Y                      | 0   | Y                      | 1                                   | 11.5                | 11.5                     | 3.5                                 | 11.5                      |
| U             | KOM                   | R                      | Y                      | 0   | T                      | 1                                   | 11.5                | 11.5                     | -                                   | 11.5                      |
|               |                       |                        |                        |   |                        |                                     |                     |                          |                                     |                           |

Lampiran 2 Formulir Survey Geometrik (PKJI 2023)

| SIMPANG APILL    |                                      | Tanggal: 15 - 21 juli 2024                  |                         |                       |                      |                         | Ditangani oleh: siska karlina   |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|------------------|--------------------------------------|---|-------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------|---|
| ARUS LALU LINTAS |                                      | Kota: medan                                 |                         |                       |                      |                         | Perihal: penelitian tugas akhir |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|                  |                                      | Simpang: jl. Raya marendal sisingamangaraja |                         |                       |                      |                         | Periode: 1 jam (smp/jam)        |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|                  |                                      | Ukuran Kota: >3 juta jiwa                   |                         |                       |                      |                         |                                 |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
| Kode Pendekat    | Arah                                 | KENDARAAN BERMOTOR                          |                         |                       |                      |                         |                                 |                   |                         |                       |                          |                         |                       | KEND. TAK BERMOTOR                |                                    |                   |   |
|                  |                                      | Mobil Penumpang (MP)                        |                         |                       | Kendaraan Berat (KB) |                         |                                 | Sepeda Motor (SM) |                         |                       | Total Kendaraan Bermotor |                         |                       | Rasio Belok ke Kiri<br>$R_{BK_i}$ | Rasio Belok ke Kanan<br>$R_{BK_a}$ | KTB<br>kend / jam | $R_{KTB}$<br>Rasio arus KTB terhadap arus total |
|                  |                                      | EMP terlindung =                            |                         | 1,00                  | EMP terlindung =     |                         | 1,30                            | EMP terlindung =  |                         | 0,15                  |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|                  |                                      | EMP terlawan =                              |                         | 1,00                  | EMP terlawan =       |                         | 1,30                            | EMP terlawan =    |                         | 0,40                  |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|                  |                                      | kend/jam                                    | terlindung<br>SMP / jam | terlawan<br>SMP / jam | kend/jam             | terlindung<br>SMP / jam | terlawan<br>SMP / jam           | kend/jam          | terlindung<br>SMP / jam | terlawan<br>SMP / jam | kend/jam                 | terlindung<br>SMP / jam | terlawan<br>SMP / jam |                                   |                                    |                   |   |
| (1)              | (2)                                  | (3)   | (4)                     | (5)                   | (6)                  | (7)                     | (8)                             | (9)               | (10)                    | (11)                  | (12)                     | (13)                    | (14)                  | (15)                              | (16)                               | (17)              | (18)  |
| U                | BK <sub>i</sub> / BK <sub>i</sub> JT | 714   | 714                     | -                     | 49                   | 63.7                    | -                               | 1011              | 151.65                  | -                     | 1774                     | 929.35                  | -                     | 1154.9                            |                                    | 0                 |   |
|                  | Lurus                                | -   | -                       | -                     | -                    | -                       | -                               | -                 | -                       | -                     | -                        | -                       | -                     |                                   |                                    | 4                 |   |
|                  | BK <sub>a</sub>                      | 825   | -                       | 825                   | 33                   | -                       | 42.9                            | 718               | -                       | 287.2                 | 1576                     | -                       | 1154.9                |                                   | 0                                  | 0                 |   |
|                  | Total                                | 1539  | 714                     | 825                   | 82                   | 63.7                    | 42.9                            | 1729              | 151.65                  | 287.2                 | 3350                     | 929.35                  | 1154.9                |                                   |                                    | 4                 | 0.32  |
| S                | BK <sub>i</sub> / BK <sub>i</sub> JT | 695   | 695                     | -                     | 37                   | 48.1                    | -                               | 987               | 148.05                  | -                     | 1719                     | 906.75                  | -                     | 0                                 |                                    | 2                 |   |
|                  | Lurus                                | 753   | -                       | 753                   | 69                   | -                       | 89.7                            | 970               | -                       | 388                   | 1792                     | -                       | 1230.7                |                                   |                                    | 3                 |   |
|                  | BK <sub>a</sub>                      | -   | -                       | -                     | -                    | -                       | -                               | -                 | -                       | -                     | -                        | -                       | -                     |                                   | 891.15                             | 2                 |   |
|                  | Total                                | 1448  | 695                     | 753                   | 106                  | 48.1                    | 89.7                            | 1957              | 148.05                  | 388                   | 3511                     | 906.75                  | 1230.7                |                                   |                                    | 7                 | 0.47  |
| T                | BK <sub>i</sub> / BK <sub>i</sub> JT |   |                         |                       |                      |                         |                                 |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|                  | Lurus                                |   |                         |                       |                      |                         |                                 |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|                  | BK <sub>a</sub>                      |   |                         |                       |                      |                         |                                 |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
|                  | Total                                |   |                         |                       |                      |                         |                                 |                   |                         |                       |                          |                         |                       |                                   |                                    |                   |   |
| B                | BK <sub>i</sub> / BK <sub>i</sub> JT | 88  | 88                      | -                     | 12                   | 15.6                    | -                               | 87                | 13.05                   | -                     | 187                      | 116.65                  | -                     | 2536.3                            |                                    | 2                 |   |
|                  | Lurus                                | -   | -                       | -                     | -                    | -                       | -                               | -                 | -                       | -                     | -                        | -                       | -                     |                                   |                                    | 6                 |   |
|                  | BK <sub>a</sub>                      | 1349  | -                       | 1349                  | 79                   | -                       | 102.7                           | 2084              | -                       | 833.6                 | 3512                     | -                       | 2285.3                |                                   | 0                                  | 1                 |   |
|                  | Total                                | 1437  | 88                      | 1349                  | 91                   | 15.6                    | 102.7                           | 2135              | 13.05                   | 833.6                 | 3699                     | 116.65                  | 2285.3                |                                   |                                    | 9                 | 0.07  |

Lampiran 3 Formulir Survey Arus Lalu Lintas (PKJI 2023)



|   |                      | <b>SIMPANG APILL</b>                |                       |                  |                  | Tanggal: 15 – 21 juli 2024  |                                 |                                      |   | Ditangani oleh: siska karlina  |                                       |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
|---|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|---|---------------------------------|--------------------------------------|---|--|---------------------------------------|-------------------------------|--------------|---|-------|---|----------------------------------|--|---|---|--|---|--|
|   |                      | PENENTUAN WAKTU<br>ISYARATKAPASITAS |                       |                  |                  | Kota: medan   |                                 |                                      |   | Simpang: jl. Raya marendal sisingamangaraja  |                                       |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
|   |                      |                                     |                       |                  |                  | Ukuran kota:>3 juta jiwa  |                                 |                                      |   | Perihal: penelitian tugas akhir  |                                       |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
|   |                      |                                     |                       |                  |                  | Periode: 1 jam (smp/jam)  |                                 |                                      |   |  |                                       |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
| <b>Distribusi arus lalu lintas:</b>         |                      |                                     |                       |                  |                  |   |                                 |                                      |   |  |                                       |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
|   |                      |                                     |                       |                  |                  |  |                                 |                                      |   |  |                                       |                               |              |  |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
| Distribusi arus lalu lintas, SMP/jam        |                      |                                     |                       |                  |                  | Fase 1:   |                                 |                                      |   | Fase 2:  |                                       |                               |              | Fase 3:   |       |   |                                  | Fase 4:  |   |   |  |   |  |
| Kode pendekatan                             | Hijau dalam fase ke- | Tipe pendekatan                     | Rasio kendaraan belok |                  |                  | Arus belok kanan  |                                 | Lebar efektif<br>L <sub>E</sub><br>m | Arus jenuh dasar<br>J <sub>0</sub><br>SMP/jam | Arus jenuh   |                                       |                               |              |   |       | Arus jenuh yang disesuaikan<br>J<br>SMP/jam | Arus lalu lintas<br>q<br>SMP/jam | Rasio Arus<br>R <sub>qJ</sub><br>(18)/(17)   | Rasio Fase<br>R <sub>F</sub><br>(19)<br>R <sub>AS</sub> | Waktu Hijau per fase (i)<br>W <sub>Hi</sub><br>(21) | Kapasitas<br>C<br>17 × S<br>SMP/jam<br>(22)            | Derajat kejenuhan<br>D <sub>J</sub><br>(23) |  |
|   |                      |                                     | R <sub>BKJT</sub>     | R <sub>BKi</sub> | R <sub>BKa</sub> | dari arah ditinjau<br>SMP/jam   | dari arah berlawanan<br>SMP/jam |                                      |   | Faktor-faktor penyesuaian  |                                       |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
|   |                      |                                     |                       |                  |                  |   |                                 |                                      |   | Semua tipe pendekatan  |                                       |                               | Hanya tipe P |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
|   |                      |                                     | F <sub>HS</sub>       | F <sub>UK</sub>  | F <sub>G</sub>   | F <sub>P</sub>  | F <sub>BKi</sub>                |                                      |   | F <sub>BKa</sub>   | J <sub>0</sub> = 600 × L <sub>E</sub> |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |
| (1)   | (2)                  | (3)                                 | (4)                   | (5)              | (6)              | (7)   | (8)                             | (9)                                  | (10)  | (11)   | (12)                                  | (13)                          | (14)         | (15)  | (16)  | (17)  | (18)                             | (19)   | (20)  | (21)  | (22)   | (23)  |  |
| Waktu hilang hijau total, W <sub>HH</sub> = |                      |                                     | detik                 |                  |                  | Waktu siklus pra penyesuaian, S <sub>bp</sub> =                                   |                                 |                                      | detik   |  |                                       | Waktu siklus disesuaikan, s = |              |   | detik |   |                                  | Rasio Arus Simpang<br>R <sub>AS</sub> = Σ <sub>i</sub> (R <sub>q/J kritis</sub> ) <sub>i</sub> = |   |   | W <sub>Hi</sub> = s - W <sub>HH</sub> × R <sub>F</sub> |   |  |
|   |                      |                                     |                       |                  |                  |   |                                 |                                      |   | $s = \frac{1 - \sum R_{q/kritis}}{R_{q/kritis}}$                                   |                                       |                               |              |   |       |   |                                  |  |   |   |  |   |  |

Lampiran 4 Formulir Survey Waktu Isyarat Kapasitas (PKJI 2023)



## DOKUMENTASI



DOKUMENTASI 1 Survey LHR Di Sinpang Marendal - Amplas



DOKUMENTASI 2 Pengukuran Bahu Jalan



DOKUMENTASI 3 Survey LHR Pada Malam Hari



DOKUMENTASI 3 Survey LHR Pada Malam Hari

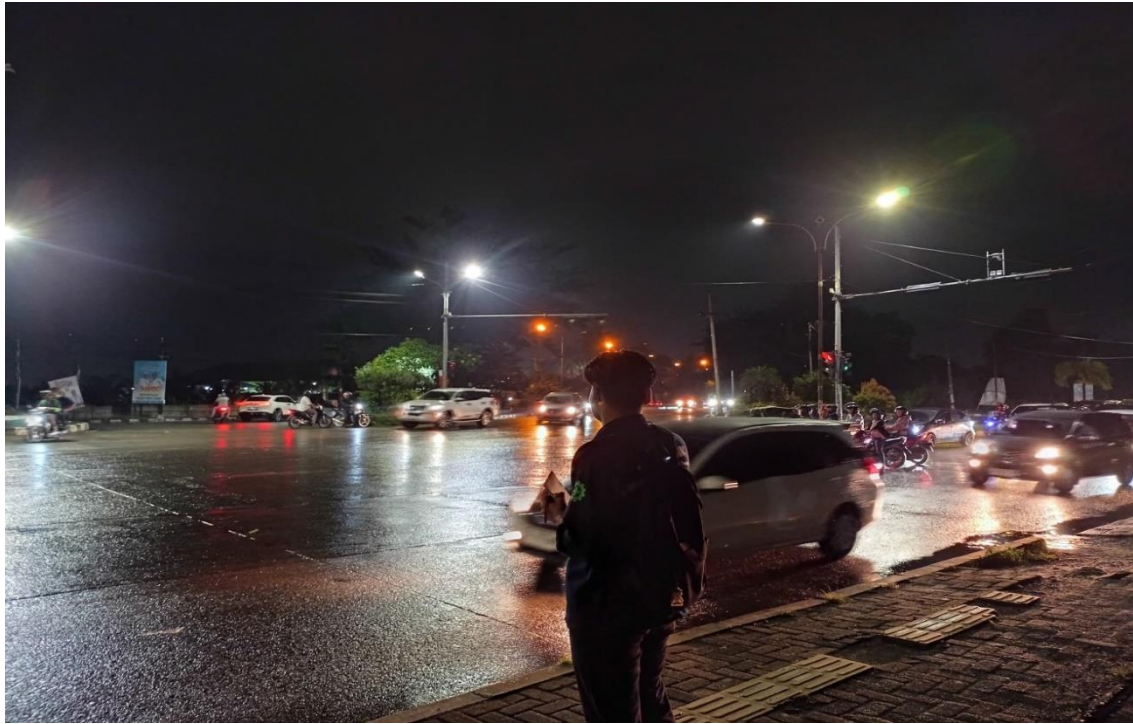




DOKUMENTASI 5 Survey LHR Pada Pendekat Marendal



DOKUMENTASI 6 Survey LHR Pada Malam Hari



DOKUMENTASI 7 Survey LHR Pada Malam Hari

## BIODATA



### DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap : Siska Karlina  
Tempat, Tanggal Lahir : Liberia, 25 Mei 2002  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Desa Rambung Besar, Sei Rampah, Kab. Serdang Bedagai  
Nomor Hp : 082294897529  
Nama Ayah : Sugeng Prawoto  
Nama Ibu : Budiati  
E-mail : [siskakarina22@gmail.com](mailto:siskakarina22@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

NIM : 2007210143  
Program Studi : Sipil  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara

### PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SDN 106849 Liberia  
Sekolah Menengah Pertama : SMPS Triyadikayasa  
Sekolah Menengah Atas : SMAS Triyadikayasa

