

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEMACETAN LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN TAK BERSINYAL JL. PANGLIMA DENAI - JL. DENAI (*Studi Kasus*)

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

Disusun Oleh:

WAHYU PERMANA PUTRA

1807210071



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Permana Putra

NPM : 1807210071

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Persimpangan Tak Bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Studi Kasus)

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN
KEPADA PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 23 September 2023

Dosen Pembimbing


Zulkifli Siregar, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyu Permana Putra

NPM : 1807210071

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Persimpangan Tak Bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Studi Kasus)

Bidang Ilmu : Transportasi

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

Medan, 23 September 2023

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Zulkfli Siregar, S.T., M.T

Dosen Pembanding I



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

Dosen Pembanding II



Ir. Sri Asfiati, M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., PhD

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Permana Putra
NPM : 1807210071
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul “Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Persimpangan Tak Bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai” Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara original dan autentik.

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.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran diri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 September 2023



Saya yang menyatakan,

Wahyu Permana Putra

ABSTRAK

ANALISIS KEMACETAN LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN TAK BERSINYAL JL. PANGLIMA DENAI - JL. DENAI (Studi Kasus)

Wahyu Permana Putra

1807210071

Zulkifli Siregar, S.T., M.T

Perkembangan Kota Medan memberikan dampak perubahan yang sangat besar di berbagai sistem terutama di bidang sistem transportasi. Semakin berkembangnya sistem transportasi mengakibatkan besar pula pengguna kendaraan pada lalu lintas jalan. Hal ini mengakibatkan ruas jalan akan mengalami kelebihan arus sehingga akan terjadi kemacetan yang dapat mengganggu kelancaran dan kenyamanan berkendara. Kemacetan sering terjadi pada persimpangan jalan karena arus lalu lintas dari berbagai arah bertemu. Demikian pula halnya yang terjadi pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai yang berada di daerah pertokoan, perkantoran, pemukiman dan sekolah dengan hambatan samping sedang, sehingga sering mengalami kemacetan akibat volume arus lalu lintas yang cukup tinggi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kemacetan persimpangan dan memberikan solusi alternatif terhadap penanganan kemacetan arus lalu lintas. Pengambilan data arus kendaraan dilaksanakan mulai tanggal 24 – 30 juli 2023 selama 7 hari pada jam sibuk, pada pukul 07:00 – 09:00 wib, pukul 12:00 – 14:00 wib, dan pukul 16:00 – 18:00 wib. Data yang diambil adalah geometrik jalan, arus kendaraan, panjang antrian, dan hambatan samping. Data yang diperoleh kemudian di analisis menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014). Setelah dilakukan analisis perhitungan data lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai maka didapatkan hasil nilai arus lalu lintas (Q) = 2008,75 skr/jam, nilai kapasitas (C) = 2479,05 skr/jam, nilai derajat kejenuhan (D_J) = 0,81, nilai tundaan (T) = 13,01 det/skr, nilai peluang antrian (P_A) = 26% - 52%, dan nilai hambatan samping (HS) = 249 kejadian/jam. Dari hasil nilai derajat kejenuhan yang didapatkan, nilai tersebut masih berada dibawah dari penetapan PKJI 2014 yaitu $\leq 0,85$. Dan hasil dari nilai tundaan persimpangan dikategorikan sebagai tingkat pelayanan C atau stabil.

Kata kunci : Kemacetan, Kapasitas, Tingkat Pelayanan.

ABSTRACT

TRAFFIC CONGESTION ANALYSIS AT INTERSECTION UNSIGNALIZED JL. PANGLIMA DENAI - JL. DENAI (Case Study)

Wahyu Permana Putra
1807210071
Zulkifli Siregar, S.T., M.T.

The development of Medan City has a huge impact on various systems, especially in the field of transportation systems. The development of the transportation system has resulted in a large number of vehicle users on highway traffic. This results in highway segments will experience overflow so that there will be congestion that can interfere with the smoothness and comfort of driving. Congestion often occurs at highway intersections because traffic flows from various directions meet. Similarly, the intersection of Jl. Panglima Denai - Jl. Denai which is in the area of shops, offices, residential areas and schools with moderate side obstacles, so it often experiences congestion due to the high volume of traffic flow. Therefore, the purpose of this study is to analyze intersection congestion and provide alternative solutions to handling traffic flow congestion. The collection of vehicle flow data was carried out from July 24-30, 2023 for 7 days during peak hours, at 07:00 - 09:00 WIB, 12:00 - 14:00 WIB, and 16:00 - 18:00 WIB. The data taken are highway geometrics, traffic flow, queue length, and side obstacles. The data obtained is then analyzed using the Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI 2014) method. After analyzing the calculation of traffic data at the unsignalized intersection Jl. Panglima Denai - Jl. Denai, the results obtained are the value of traffic flow (Q) = 2008.75 skr/hour, capacity value (C) = 2479.05 skr/hour, degree of saturation value (D_j) = 0.81, delay value (T) = 13.01 sec / hour, queue opportunity value (P_A) = 26% - 52%, and side obstacle value (HS) = 249 events/hour. From the results of the degree of saturation value obtained, the value is still below the PKJI 2014 determination, which is ≤ 0.85 . And the results of the intersection delay value are categorized as level of service C or stable.

Keywords: Congestion, Capacity, Level of Service.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Serta segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Persimpangan Tak Bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) Medan.

Banyak pihak yang telah membantu saya dalam proses pengerjaan tugas akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya dan tulus dengan segenap hati kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan saran dan masukan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Zulkifli Siregar, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T, Selaku Dosen Pembimbing-II dan Penguji yang telah mengarahkan dan memberikan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si, Selaku Dosen Pembimbing-I dan Penguji yang telah mengarahkan dan memberikan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Assoc. Prof. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., PhD, selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staff Birokrasi Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Teristimewa kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan kasih sayangnya kepada penulis sehingga jerih payah selama ini dapat membuahkan hasil, dan hasil gelar sarjana ini menjadi salah satu cita-cita kedua orangtua.
9. Sahabat- sahabat penulis: Galuh Surya Putra, M. Rizky Ilham, M. Yamin Fadillah dan teman Kelas A3 Malam yang tidak dapat namanya ditulis satu per satu.

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

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Sipil.

Medan, 23 September 2023

Penulis

(Wahyu Permana Putra)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistemetika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Kemacetan Lalul intas	5
2.2 Penyebab Kemacetan	5
2.3 Pengertian Persimpangan	6
2.4 Jenis-Jenis Persimpangan	6
2.4.1 Jenis Persimpangan Berdasarkan Keadaan Geometrik	6
2.4.1.1 Persimpangan Sebidang	6
2.4.1.2 Persimpangan Tidak Sebidang	8
2.4.2 Jenis Persimpangan Berdasarkan Sistem Pengendalian	11
2.4.2.1 Persimpangan Tidak Bersinyal (<i>Non Signalized</i>)	11
2.4.2.2 Persimpangan Bersinyal (<i>Signalized</i>)	12
2.5 Jenis Konflik Yang Terjadi di Persimpangan	12
2.6 Tingkat Pelayanan	15
2.7 Perilaku Lalu Lintas	17
2.7.1 Volume dan Arus Lalu Lintas	17

2.7.2	Panjang Antrian	19
2.7.3	Kecepatan	19
2.7.4	Karakteristik Geometrik	19
2.7.5	Ukuran Kota	20
2.8	Menentukan Kapasitas	21
2.8.1	Kapasitas Jalan (C)	21
2.8.2	Kapasitas Simpang (C)	21
2.8.3	Kapasitas Dasar (C _O)	22
2.8.4	Faktor Penyesuaian Tipe Median (F _M)	23
2.8.5	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F _{UK})	24
2.8.6	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F _{HS})	24
2.8.7	Faktor Penyesuaian Arus Belok Kiri (F _{BKi})	24
2.8.8	Faktor Penyesuaian Arus Belok Kanan (F _{BKa})	25
2.8.9	Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F _{Mi})	25
2.9	Derajat Kejenuhan (D _J)	25
2.10	Tundaan (T)	26
2.10.1	Tundaan Lalu Lintas (T _{LL})	26
2.10.2	Tundaan Geometrik (T _G)	27
2.11	Peluang Antrian (P _A)	27
2.12	Hambatan Samping (HS)	27
BAB 3 METODE PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	30
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	31
3.2.1	Lokasi Penelitian	31
3.2.2	Waktu Penelitian	32
3.3	Pengambilan Data	32
3.4	Metode Analisa dan Instrumen Penelitian	32
3.5	Metode Pengumpulan Data	33
3.5.1	Survei Volume Lalu Lintas	33
3.5.2	Survei Hambatan Samping	36
3.6	Data Geometrik	38
3.7	Panjang Antrian	39

3.8	Alat Yang Digunakan	39
BAB 4 ANALISA DATA		
4.1	Volume Lalu Lintas	40
4.2	Menentukan Kapasitas	42
4.3	Derajat Kejenuhan	44
4.4	Tundaan	44
4.5	Peluang Antrian	45
4.6	Hambatan Samping	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria tingkat pelayanan persimpangan (Dept. Perhubungan, 2006)	15
Tabel 2.2	Keterangan nilai SKR (PKJI, 2015)	17
Tabel 2.3	Kelas ukuran kota (PKJI, 2014)	20
Tabel 2.4	Data umum kecamatan Medan Denai (<i>BPS kota Medan, 2022</i>)	20
Tabel 2.5	Kapasitas dasar menurut tipe simpang (PKJI, 2014)	22
Tabel 2.6	Kode tipe simpang (PKJI, 2014)	23
Tabel 2.7	Faktor koreksi lebar rata-rata pendekatan (F_{LP}) (PKJI, 2014)	23
Tabel 2.8	Faktor penyesuaian tipe median (F_M) (PKJI, 2014)	23
Tabel 2.9	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{UK}) (PKJI, 2014)	24
Tabel 2.10	Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{HS}) (PKJI, 2014)	24
Tabel 2.11	Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{Mi}) (PKJI, 2014)	25
Tabel 2.12	Pembobotan hambatan samping (PKJI, 2014)	28
Tabel 2.13	Kelas hambatan samping (PKJI, 2014)	29
Tabel 3.1	Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan B)	34
Tabel 3.2	Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan C)	35
Tabel 3.3	Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan D)	36
Tabel 3.4	Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan B)	37
Tabel 3.5	Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan C)	37
Tabel 3.6	Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan D)	38
Tabel 4.1	Data volume lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023)	40
Tabel 4.2	Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023)(Lengan B)	46

Tabel 4.3	Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023)(Lengan C)	47
Tabel 4.4	Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023)(Lengan D)	47
Tabel 5.1	Hasil analisa data perhitungan	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk-bentuk persimpangan sebidang (<i>Khisty dan Lall, 2003</i>)	8
Gambar 2.2 Bentuk-bentuk persimpangan tidak sebidang (<i>Khisty dan Lall, 2003</i>)	10
Gambar 2.3 Jenis-jenis konflik pada persimpangan (PKJI, 2014)	13
Gambar 2.4 Titik-titik konflik pada persimpangan APILL 4 lengan dan 3 lengan (PKJI, 2014)	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	31
Gambar 3.3 Arus Lalu Lintas	33

DAFTAR NOTASI

Q	= Arus lalu lintas (skr/jam)
V	= Volume/arus (skr/jam)
C	= Kapasitas (skr/jam)
C _O	= Kapasitas dasar simpang (skr/jam)
F _{LP}	= Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat
F _M	= Faktor koreksi tipe median
F _{UK}	= Faktor koreksi ukuran kota
F _{HS}	= Faktor koreksi hambatan samping
F _{Bki}	= Faktor koreksi rasio arus belok kiri
F _{Bka}	= Faktor koreksi rasio arus belok kanan
F _{Rmi}	= Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor
HS	= Hambatan samping
D _J	= Derajat kejenuhan
P _A	= Peluang antrian
skr	= Satuan kendaraan ringan
LV	= Kendaraan ringan (<i>light vehicle</i>)
MC	= Sepeda motor (<i>motor cycle</i>)
LT	= Belok kiri
ST	= Lurus
RT	= Belok kanan
PED	= Pejalan kaki di badan jalan dan penyebrang.
PSV	= Penghentian kendaraan atau parkir.
EEV	= Kendaraan keluar/masuk sisi atau samping jalan.
SMV	= Arus kendaraan lambat.

DAFTAR LAMPIRAN

- Tabel L.1 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Senin, 24 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.2 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Senin, 24 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.3 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Senin, 24 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.4 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Selasa, 25 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.5 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Selasa, 25 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.6 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Selasa, 25 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.7 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Rabu, 26 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.8 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Rabu, 26 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.9 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Rabu, 26 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.10 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.11 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.12 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.13 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Jum'at, 28 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.14 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Jum'at, 28 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.15 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Jum'at, 28 Juli 2023) (Lengan D)

- Tabel L.16 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Sabtu, 29 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.17 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Sabtu, 29 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.18 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Sabtu, 29 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.19 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Minggu, 30 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.20 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Minggu, 30 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.21 Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Minggu, 30 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.22 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Senin, 24 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.23 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Senin, 24 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.24 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Senin, 24 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.25 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Selasa, 25 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.26 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Selasa, 25 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.27 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Selasa, 25 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.28 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Rabu, 26 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.29 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Rabu, 26 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.30 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Rabu, 26 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.31 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan B)

- Tabel L.32 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.33 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.34 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Jum'at, 28 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.35 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Jum'at, 28 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.36 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Jum'at, 28 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.37 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Sabtu, 29 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.38 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Sabtu, 29 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.39 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Sabtu, 29 Juli 2023) (Lengan D)
- Tabel L.40 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Minggu, 30 Juli 2023) (Lengan B)
- Tabel L.41 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Minggu, 30 Juli 2023) (Lengan C)
- Tabel L.42 Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai (Minggu, 30 Juli 2023) (Lengan D)
- Gambar L.1 Kondisi arus lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai
- Gambar L.2 Kondisi arus lalu lintas dari jalur Jl. Panglima Denai
- Gambar L.3 Kondisi arus lalu lintas dari jalur Jl. Denai
- Gambar L.4 Pengukuran lebar badan jalan di Jl. Denai
- Gambar L.5 Pengukuran lebar badan jalan di Jl. Panglima Denai
- Gambar L.6 Perhitungan kendaraan yang melewati Jl. Panglima Denai (Lengan B)
- Gambar L.7 Perhitungan kendaraan yang melewati Jl. Denai (Lengan C)
- Gambar L.8 Perhitungan kendaraan yang melewati Jl. Panglima Denai (Lengan B)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/ atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah No 34 Tentang Jalan Tahun 2006). Lalu lintas merupakan salah satu sarana komunikasi masyarakat yang memegang peranan vital dalam memperlancar pembangunan. Dengan adanya lalu lintas akan memudahkan akses bagi masyarakat untuk melakukan kegiatannya dalam pemenuhan perekonomiannya. Dengan aktivitas yang tinggi, penggunaan lahan yang tinggi, dan kepadatan manusia yang sangat tinggi, terutama pada jam sibuk, kawasan pusat kota telah mengembangkan fitur unik yang dikenal sebagai kemacetan. Ada tiga faktor yang menyebabkan masalah kemacetan yang semakin lama semakin parah, terus bertambahnya kepemilikan kendaraan, terbatasnya sumber daya untuk melaksanakan pembangunan jalan raya dan transportasi lainnya (Fajriawan et al.,2019).

Dengan semakin meningkatnya pertumbuhan lalu lintas di Indonesia khususnya di kota Medan, dapat menimbulkan beberapa masalah lalu lintas karena fasilitas yang di berikan belum dapat mengimbangi pertumbuhan lalu lintas. Salah satu masalah yang perlu di perhatikan adalah persimpangan.

Persimpangan adalah bagian dari ruas jalan dimana arus dari berbagai arah atau jurusan bertemu. Itulah sebabnya di persimpangan terjadi antar arus dari jurusan yang berlawanan dan saling memotong sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan di sepanjang lengan simpang.

Masalah kemacetan lalu lintas yang ada seringkali terjadi pada daerah yang memiliki intensitas kegiatan dan penggunaan lahan yang tinggi. Selain itu, kemacetan lalu lintas terjadi karena volume lalu lintas tinggi yang disebabkan bercampurnya lalu lintas menerus (*through traffic*), lalu lintas regional dan lokal.

Demikian pula yang terjadi di ruas Jl. Panglima Denai - Jl. Denai yang menghubungkan antara desa Tembung dengan kelurahan Medan Denai, yang sering mengalami kemacetan lalu lintas. Penyebab kemacetan di Jl. Panglima Denai simpang Jl. Denai adalah tingginya volume kendaraan, hambatan samping dan persimpangan jalan. Hambatan samping dapat berupa aktivitas pejalan kaki, perdagangan serta tata guna lahan sebagai daerah komersil.

Hal-hal diatas dapat menimbulkan permasalahan kemacetan yang dapat merugikan bagi pengendara, tanpa disadari pengendara akan mengalami kerugian biaya bahan bakar dan nilai waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini yang menjadi rumusan masalahnya yaitu:

1. Bagaimana kinerja persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai terkait kemacetan yang ditimbulkan jika ditinjau dari aspek kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian?
2. Bagaimana hambatan samping pada persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai?
3. Bagaimana solusi dalam menyelesaikan permasalahan kemacetan pada persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai?

1.3 Ruang Lingkup

Untuk mencapai suatu sasaran yang lebih terarah dan jelas, dimana ruang lingkup penelitian “Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Persimpangan Tak Bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai” cukup luas maka perlu diadakannya pembatasan ruang lingkup sehingga menghasilkan penelitian yang lebih objektif. maka ruang lingkup penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai;
2. Proses analisis menggunakan metode PKJI (2014);
3. Analisis kinerja persimpangan meliputi:
 - a. Kapasitas (C)
 - b. Derajat Kejenuhan (D_j)

- c. Tundaan
- d. Peluang Antrian
- e. Hambatan Samping

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian tugas akhir ini meliputi :

1. Untuk mengetahui tingkat kinerja persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai terkait kemacetan;
2. Untuk mengetahui hubungan hambatan samping dengan kinerja lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai;
3. Untuk mendapatkan solusi alternatif dalam menyelesaikan permasalahan kemacetan pada persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui tingkat pertumbuhan kendaraan seperti volume kendaraan dan kapasitas jalan yang diteliti;
2. Untuk memberikan masukan kepada instansi terkait dalam pemecahan alternative terhadap kemacetan pada persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai.

1.6 Sistematika Pembahasan

Dalam hal penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini Membahas mengenai dasar teori dan metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang ada.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang metode penelitian, metode survey, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini membahas mengenai analisa perhitungan dan hasil penelitian yang dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan berdasarkan data dan bukti yang disajikan sebelumnya, yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kemacetan Lalu lintas

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

Kemacetan lalu lintas di jalan terjadi karena ruas jalan yang sudah mulai tidak mampu lagi menerima atau melewatkan arus kendaraan yang datang. Hal ini terjadi karena pengaruh hambatan atau gangguan samping yang tinggi, sehingga mengakibatkan penyempitan ruas jalan seperti pejalan kaki, parkir di badan jalan, berjualan di trotoar dan badan jalan, pangkalan ojek, kegiatan sosial yang menggunakan badan jalan (pesta atau kematian) dan lain-lain.

2.2 Penyebab Kemacetan

Kemacetan dapat terjadi karena beberapa alasan antara lain:

1. Arus yang melewati jalan telah melampaui kapasitas jalan;
2. Terjadi kecelakaan berakibat gangguan kelancaran karena masyarakat yang menonton kejadian kecelakaan atau karena kendaraan yang terlibat kecelakaan belum disingkirkan dari jalur lalu lintas;
3. Terjadi banjir sehingga memperlambat kendaraan;
4. Ada perbaikan jalan;
5. Bagian jalan tertentu yang longsor;
6. Adanya rumah-rumah kumuh/bangunan liar;
7. Kemacetan lalu lintas di Perlintasan sebidang karena adanya kereta api yang lewat;
8. Adanya kendaraan keluar-masuk;
9. Adanya kendaraan parkir sembarangan;
10. Terjadi kebakaran di pemukiman kumuh;

11. Adanya parkir liar dari sebuah kegiatan;
12. Pasar tumpah yang secara tidak langsung memakan badan jalan sehingga pada akhirnya membuat sebuah antrian terhadap sejumlah;
13. Kendaraan yang akan melewati area tersebut;
14. Pengaturan lampu lalu lintas yang bersifat kaku yang tidak mengikuti tinggi rendahnya arus lalu lintas;
15. Banyak orang yang menyebrang di jalan tersebut.

2.3 Pengertian Persimpangan

Persimpangan adalah tempat pertemuan antara dua jalan atau lebih, dimana pertemuan tersebut akan menimbulkan titik konflik akibat arus lalu lintas pada persimpangan. Karena ruas jalan pada persimpangan di gunakan bersama-sama, maka kapasitas ruas jalan dibatasi oleh kapasitas persimpangan pada masing masing ujungnya. Juga masalah keselamatan biasanya timbul pada persimpangan hasilnya adalah bahwa kapasitas jaringan dan keselamatan ditentukan oleh persimpangan, dimana persimpangan merupakan hal utama yang harus diperhatikan dalam manajemen transportasi perkotaan.

2.4 Jenis-Jenis Persimpangan

Persimpangan dapat bervariasi dari persimpangan sederhana yang terdiri dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan. Oleh karna itu, ada beberapa jenis persimpangan berdasarkan keadaan antara lain.

2.4.1 Jenis Persimpangan Berdasarkan Keadaan Geometrik

Jenis Persimpangan berdasarkan keadaan geometrik dibagi menjadi dua jenis, antara lain.

2.4.1.1 Persimpangan Sebidang

Persimpangan sebidang (*intersection*) adalah persimpangan di mana dua jalan raya atau lebih bergabung, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya. Jumlah jalan simpang sebidang seharusnya tidak boleh melebihi dari 4 buah, sebab demi kesederhanaan dalam perancangan dan pengoperasian.

Hal ini untuk membatasi jumlah titik konflik dan membantu pengemudi untuk mengamati keadaan. Jika terdapat volume lalu lintas belok kiri dan kanan yang besar, maka perlu penambahan jalur yang dapat diperoleh dengan cara pelebaran (*Widening*), yaitu salah satu bentuk pelebaran jalan, baik pada arus yang mendekat, arus prioritas maupun arus memotong dibutuhkan perencanaan yang lebih lengkap.

Ada empat elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang:

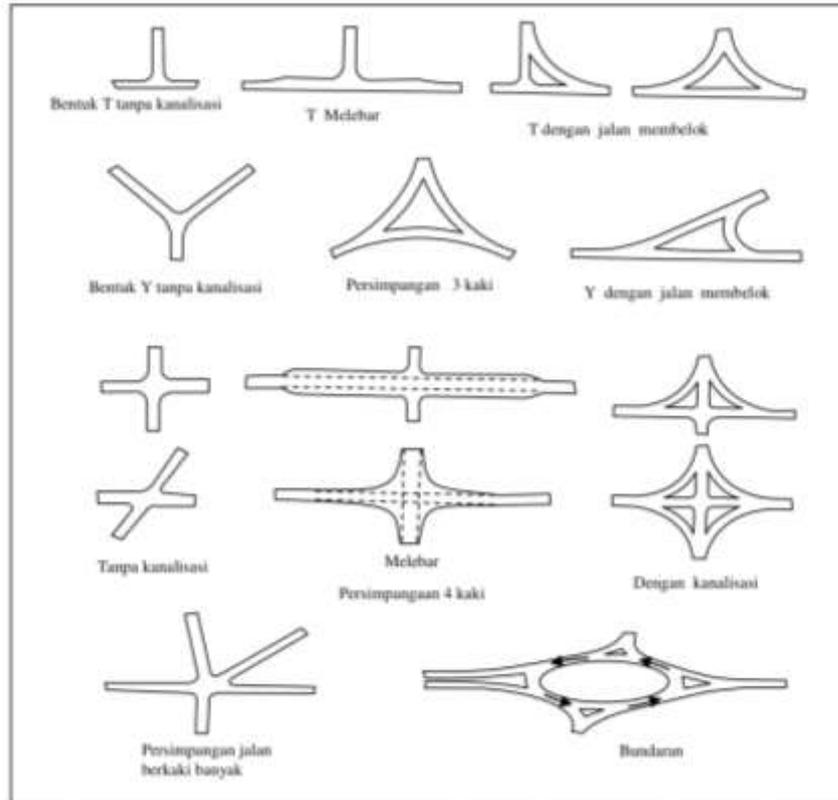
1. Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi, waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi.
2. Pertimbangan lalu lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan kendaraan, dan ukuran serta penyebaran kendaraan.
3. Elemen-elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang dan fitur-fitur geometris.
4. Faktor ekonomi, seperti biaya manfaat, dan konsumsi energi.

Perencanaan persimpangan yang baik akan menghasilkan kualitas operasional yang baik seperti tingkat pelayanan, waktu tunda, panjang antrian dan kapasitas. Beberapa jenis pertemuan sebidang, yaitu:

1. Persimpangan Tipe "T" tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan;
2. Persimpangan Tipe "T" tanpa kanal dan dengan lebar tambahan;
3. Persimpangan Tipe "T" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan;
4. Persimpangan Tipe "T" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan;
5. Persimpangan Tipe "Y" tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan;
6. Persimpangan Tipe "Y" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan;
7. Persimpangan Tipe "Y" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.

Jenis pertemuan sebidang tersebut menggambarkan tipe persimpangan sebidang secara skematik mulai dari bentuk yang sederhana sampai yang kompleks, pada jenis ini, titik pertemuan jalan dibuat melengkung untuk memudahkan kendaraan yang akan membelok kiri. Pada persimpangan jalan berbentuk Y atau yang serupa, sebaiknya disediakan kanalisasi mengingat kendaraan bertemu pada sudut yang kurang menguntungkan.

Berikut bentuk-bentuk persimpangan sebidang dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1: Bentuk-bentuk persimpangan sebidang
(Sumber : Khisty dan Lall, 2003)

2.4.1.2 Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tidak sebidang adalah suatu bentuk khusus dari pertemuan jalan yang bertujuan untuk mengurangi titik konflik atau bahaya belok kanan yang menghambat lalu-lintas dan lain-lain, perencanaan persimpangan ini memerlukan lahan yang luas yang cukup besar dan perencanaan yang cukup teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Pertemuan jalan pada jalan-jalan yang lebih penting biasanya berupa pertemuan jalan tak sebidang (*Interchange*) misalnya seperti semanggi, karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa perpotongan maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta biasanya mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Perencanaan persimpangan jalan tidak sebidang dilakukan bila kapasitas persimpangan tersebut sudah mendekati atau lebih besar dari kapasitas masing-masing ruas jalan sehingga arus lalu lintas untuk masing-masing lengan persimpangan sama sekali tidak boleh terganggu.

Pada pertemuan tak sebidang jenis dan desainnya dipengaruhi oleh banyak faktor seperti klasifikasi jalan raya, karakter dan komposisi lalu-lintas, kecepatan desain, dan tingkat pengendalian akses, merupakan fasilitas yang mahal, dan karena begitu bervariasinya kondisi lokasi, volume lalu-lintas, dan tata letak, hal-hal yang menentukan dibuatnya bias berbeda-beda di tiap lokasi.

Keuntungan dari persimpangan tak sebidang adalah:

1. Dengan adanya jalur gerak yang saling memotong pada persimpangan tak sebidang, maka tingkat kecelakaan akan dapat dikurangi.
2. Kecepatan kendaraan akan dapat bertambah besar dikarenakan arus lalu lintas tidak terganggu.
3. Kapasitas akan meningkat oleh karena tiadanya gangguan dalam setiap jalur lalu lintas.

Persimpangan ini bertujuan untuk mengurangi titik konflik atau bahaya belok kanan yang selalu menghambat lalu lintas jalan tersebut, mengurangi kemacetan lalu lintas dan lain-lain. Perencanaan persimpangan ini memerlukan lahan yang cukup luas serta biaya yang cukup besar. Perencanaan ini harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Berikut ini jenis-jenis persimpangan tak sebidang:

1. *Diamond*

Tipe ini dipakai apabila suatu jalan utama memotong suatu jalan lokal, tipe ini juga merupakan yang paling sederhana, tetapi harus diusahakan supaya jalan keluar dan masuk ke interchange ditandai dengan jelas untuk menghindari kekeliruan.

2. Daun Semanggi (*Clover Leaf*)

Sistem ini biasanya dipakai pada perpotongan dua jalan utama, untuk perpotongan jalan utama dan jalan lokal dapat digunakan daun semanggi tidak lengkap (*partial clover leaf*).

3. *Rotary*

Sistem ini adalah merupakan peningkatan dari *rotary* biasa (sebidang) yang hanya mempunyai kemampuan terbatas. Fungsi bundaran adalah untuk menampung lalu lintas yang akan membelok sehingga arus-arus yang menerus tidak terganggu.

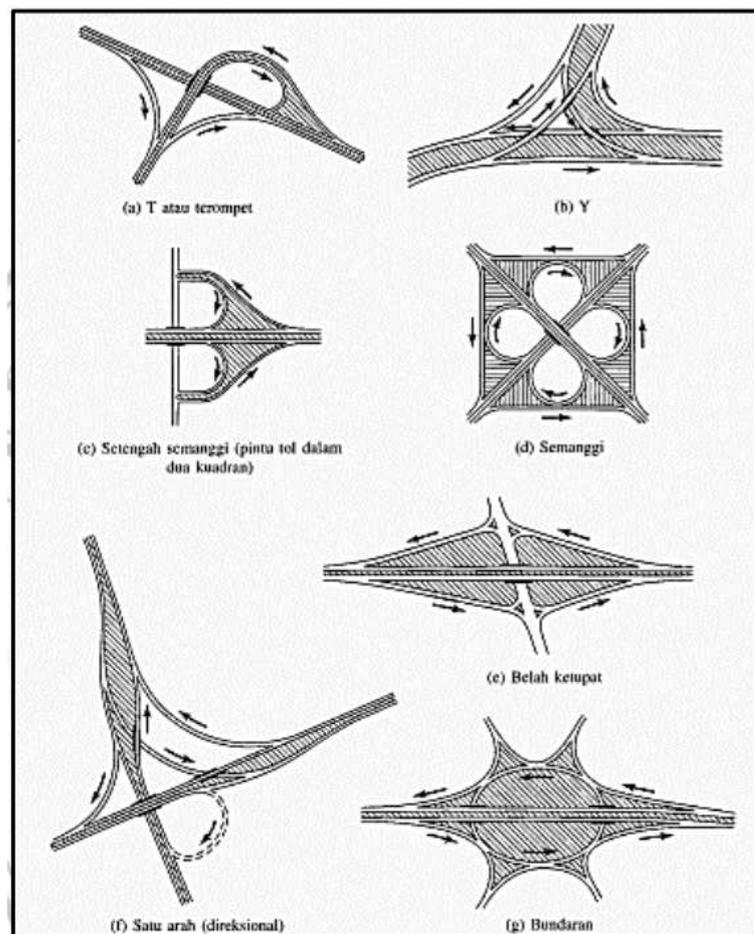
4. *Directional Interchange*

Apabila arus lalu lintas pada interchange yang hendak membelok kekanan cukup besar, maka hubungan-hubungan *indirect* tak bisa dipakai lagi karena terhambat oleh gerakan *weaving* (khusus untuk arus yang akan membelok kekanan). Pada *directional interchange*, daerah *weaving* ditiadakan dengan membuat belokan kekanan secara semi *direct* ataupun *direct* sebagai akibatnya diperlukan banyak bangunan jembatan sehingga biayanya relatif lebih mahal.

5. Kombinasi beberapa macam

Sistem ini adalah merupakan kombinasi dari tipe-tipe diatas.

Bentuk-bentuk persimpangan tidak sebidang dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2: Bentuk persimpangan tidak sebidang
(Sumber : Khisty dan Lall, 2003)

2.4.2 Jenis Persimpangan Berdasarkan Sistem Pengendalian

Jenis Persimpangan Berdasarkan Sistem Pengendalian dibagi menjadi dua antara lain.

2.4.2.1 Persimpangan Tidak Bersinyal (*Non Signalized*)

Persimpangan tidak bersinyal adalah persimpangan tanpa lampu pengatur lalu lintas dimana pengatur hak jalan lebih dulu (diprioritaskan) lalu lintas dari sebelah kiri. Jenis persimpangan tidak bersinyal dibedakan lagi atas:

1. Persimpangan tanpa pengendalian (*Uncontrolled Intersection*)

Pada persimpangan jenis ini, jalan-jalan yang berpotongan memiliki tingkatan fungsi yang sejajar dan volumenya cukup rendah. Dengan demikian tidak diperlukan bentuk pengendalian maupun disain ulang selain *general priority* yang berlaku. Pada umumnya karakteristik kinerja persimpangan ini ditentukan oleh tingkat kedatangan (*Arrival Rates*) dan sifat individu pengemudi. Syarat yang paling sederhana adalah bagaimana suatu aliran kendaraan mencari gap pada arus kendaraan yang berpotongan. Jika arus kendaraan cukup rendah akan didapat jarak yang memadai untuk menghindari konflik. Apabila konflik terjadi, prioritas hak untuk lewat diberikan kepada salah satu arus menurut perjanjian yang umum yaitu lalu lintas yang datang dari jalur kiri.

2. Persimpangan prioritas (*Priority Intersection*).

Persimpangan dengan sistem prioritas dapat diterapkan dengan memberikan prioritas pada lengan-lengan tertentu dari persimpangan tersebut. Adapun prinsip-prinsip yang digunakan didalam pengendalian persimpangan dengan sistem prioritas adalah sebagai berikut:

- a. Arus kendaraan dari jalan dengan kelas fungsi yang lebih tinggi (jalan major) akan mendapat prioritas untuk melintas lebih dahulu.
- b. Prioritas harus terbagi dengan baik sehingga setiap kendaraan mempunyai kesempatan yang sama untuk melintas.
- c. Aturan-aturan yang berkaitan dengan prioritas harus dapat dipahami dengan jelas oleh semua pengemudi.
- d. Pemberian prioritas harus terorganisir dengan baik sehingga jumlah titik - titik konflik dapat diusahakan seminimal mungkin.

- e. Keputusan-keputusan yang harus diambil oleh pengemudi harus sesederhana mungkin.
3. Persimpangan dengan pengendalian ruang (*Space Sharing Intersection*)
Persimpangan jenis ini dapat diterapkan dengan penambahan suatu konstruksi pada persimpangan. Bentuk fisiknya dapat berupa marka jalan dan pulau pulau lalu lintas. Dengan pengaturan ini arah pergerakan lalu lintas dapat dipertegas sehingga kendaraan dapat dengan mudah dan aman memasuki persimpangan menurut lajur masing-masing.

2.4.2.2 Persimpangan Bersinyal (*Signalized*)

Persimpangan bersinyal (*Signalized*) yaitu simpang dengan lampu pengatur lalu lintas (hijau, kuning, dan merah), digunakan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang bertentangan dalam dimensi waktu.

Persimpangan bersinyal (berdasarkan fleksibilitas lampu lalu lintas terhadap arus lalu lintas) dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Sinyal waktu tetap (*Fixed Time Signal*), yaitu cara pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan jadwal waktu yang tetap, tanpa memperhatikan naik turunnya arus lalu lintas, dan diatur secara otomatis dengan jam pengatur atau sakelar biasa.
2. Sinyal waktu tidak tetap (*Vehicle Actuated Signalis*), yaitu cara pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kebutuhan arus lalu lintas dengan menggunakan alat deteksi (lampu lalu lintas diatur oleh kendaraan).

2.5 Jenis Konflik Yang Terjadi di Persimpangan

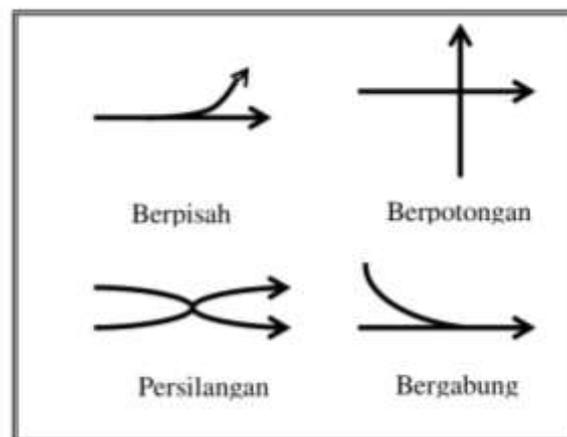
Permasalahan utama yang dihadapi sebuah persimpangan adalah konflik antar berbagai pergerakan. Pergerakan ini dikelompokkan berdasarkan arah dan jumlah kaki pada persimpangan tersebut. Pergerakan yang datang dari jalan yang saling berpotongan merupakan konflik utama, sedangkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan gerakan lalu lintas membelok merupakan konflik kedua.

Jenis-jenis konflik yang terjadi pada persimpangan adalah:

1. Menyebarkan (*Diverging*), adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu alur lalu lintas yang sama ke jalur yang lain.

2. Bergabung (*Merging*), adalah peristiwa menggabungnya kendaraan dari beberapa alur lalu lintas ke suatu jalur yang sama.
3. Perpotongan (*Crossing*), adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur dengan jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.
4. Menyilang (*Weaving*), adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut keadaan ini juga akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.

Untuk jenis-jenis konflik yang terjadi pada persimpangan berikut dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3: Jenis-jenis konflik pada persimpangan (PKJI, 2014).

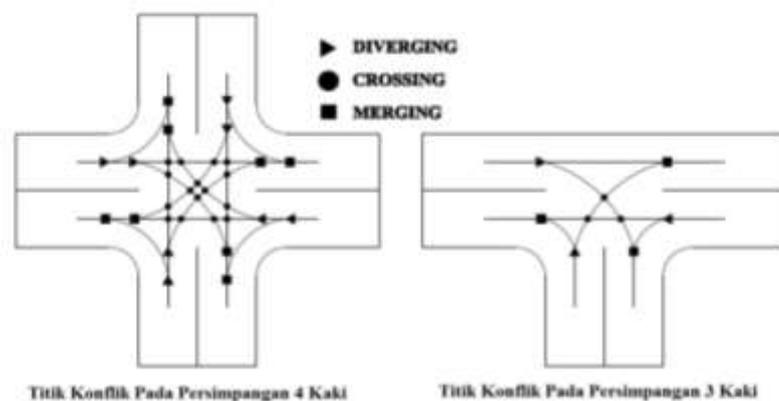
Berdasarkan sifat konflik yang ditimbulkan oleh pergerakan kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan menjadi dua tipe, yaitu:

1. Konflik primer, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong.
2. Konflik sekunder, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanandengan arus lalu lintas arah lainnya dan atau lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki.

Pada dasarnya jumlah titik konflik yang terjadi dipersimpangan tergantung beberapa faktor antara lain:

1. Jumlah kaki persimpangan yang ada.
2. Jumlah lajur pada setiap kaki persimpangan.
3. Jumlah arah pergerakan yang ada.
4. Sistem pengaturan yang ada.

Idealnya pada persimpangan sebidang tidak boleh lebih dari empat kaki. Jalan yang baru sebaiknya tidak dirancang untuk dihubungkan dengan suatu persimpangan yang telah ada, walaupun persimpangan tersebut berupa persimpangan jalan-jalan lokal. Hambatan adanya titik konflik akan naik secara drastis dengan bertambahnya jumlah kaki pada persimpangan dan menjadikan persimpangan berbahaya, sehingga memerlukan suatu tingkat konsentrasi yang tinggi bagi pengendara. Konflik arus lalu lintas menjadi tinggi dan hambatan menjadi besar, sehingga kapasitas persimpangan akan berkurang secara drastis, untuk Titik-titik konflik pada persimpangan 4 kaki dan persimpangan 3 kaki dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Titik-titik konflik pada persimpangan APILL 4 lengan dan 3 lengan (PKJI, 2014).

Untuk meniadakan atau mengurangi secara besar-besaran jumlah titik konflik persimpangan dapat dilakukan melalui tiga cara, yaitu:

1. Membuat pulau-pulau penyalur pada persimpangan yang di perioritaskan.
Pulau lalu lintas merupakan perkembangan garis-garis cat putih yang berfungsi sebagai berikut:

- a. Memisahkan lalu lintas secara terarah.
 - b. Menyediakan ruangan lindung bagi para pejalan kaki.
 - c. Merupakan tempat yang ideal untuk menempatkan pengatur lalu lintas, rambu-rambu pengarah dan lain sebagainya.
2. Membuat bundaran lalu lintas.
- Bundaran lalu lintas adalah wujud lain dari pulau lalu lintas. Bundaran secara khusus dibutuhkan bila:
- a. Lalu lintas belok kanan cukup besar.
 - b. Simpangan lebih dari empat (simpang lima, enam atau lebih).
3. Jalan silang (jalan layang).
- Munculnya jalan silang atau jalan layang adalah untuk menghindarkan bahaya belok kanan yang menghambat lalu lintas terus. Persimpangan ini sering kali menggunakan cara belok kiri terus jalan dan jembatan diatas arus lalu lintas.

2.6 Tingkat Pelayanan

Untuk menilai hasil kinerja persimpangan adalah dengan melihat derajat kejenuhan (D_j). untuk kondisi yang diamati dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu lintas dan umur fungsional yang diinginkan dari simpang tersebut. Jika derajat kejenuhan yang diperoleh terlalu tinggi, maka diperlukan perubahan asumsi yang terkait dengan penampang melintang jalan dan sebagainya serta perlu diadakan perhitungan ulang. Menurut Departemen Perhubungan (2006), tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal diukur berdasarkan nilai tundaan diperlihatkan pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1: Kriteria tingkat pelayanan persimpangan (Dept. Perhubungan 2006)

Tingkat pelayanan	Kriteria	Tundaan det/skr
A	Keadaan arus bebas, volume rendah, kecepatan tinggi, kepadatan rendah, kecepatan ditentukan oleh kemauan pengemudi pembatasan kecepatan dan kondisi fisik jalan.	< 5

Tabel 2.1: *Lanjutan...*

Tingkat pelayanan	Kriteria	Tundaan det/skr
B	Keadaan arus stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas dalam batas dimana pengemudi masih mendapatkan kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya. Batas terbawah dari tingkat pelayanan ini (kecepatan terendah dengan volume tertinggi) digunakan untuk ketentuan-ketentuan perencanaan jalan diluar kota.	5-10
C	Keadaan arus mulai stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas-batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan. Biasanya ini digunakan untuk ketentuan-ketentuan perencanaan jalan dalam kota.	11-20
D	Keadaan arus mendekati tidak stabil, dimana kecepatan yang di kehendaki secara terbatas masih bisa di pertahankan, meskipun sangat dipengaruhi oleh perubahan-perubahan dalam keadaan perjalanan yang sangat menurunkan kecepatan yang cukup besar.	21-30
E	Keadaan arus tidak stabil, tidak dapat ditentukan hanya dari kecepatan saja, sering terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume hampir sama dengan kapasitas jalan sedang	31-45
F	Keadaan arus bertahan atau arus terpaksa (Force Flow), kecepatan rendah sedang volume ada di bawah kapasitas dan membentuk rentetan kendaraan, sering terjadi kemacetan dalam waktu cukup lama. Dalam keadaan ekstrem kecepatan dan volume dapat turun mencapai nol.	> 45

2.7 Perilaku Lalu Lintas

Perilaku lalu lintas menyatakan ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi yang dinilai oleh pembina jalan. Perilaku lalu lintas pada simpang bersinyal meliputi waktu sinyal, kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan rata-rata (PKJI, 2014).

2.7.1 Volume dan Arus Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan dalam satuan waktu (hari, jam, menit) (Gede Sumarda et al., 2021).

Volume lalu lintas pada jam sibuk merupakan volume yang digunakan dalam penelitian ini, karena pada jam sibuk jumlah kendaraan mengalami peningkatan sehingga menyebabkan terjadinya arus lalu lintas yang tinggi. Sedangkan arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan kend/jam (Q_{kend}), atau skr/jam (Q_{skr}), atau skr/hari (LHRT). Nilai SKR dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2: Keterangan nilai skr (PKJI, 2014)

Jenis kendaraan	Nilai satuan kendaraan ringan (skr/jam)
Kendaraan Berat (HV)	1,2
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Sepeda Motor (MC)	0,25

Data (informasi) volume lalu lintas dapat dimanfaatkan untuk:

1. Nilai kepentingan relatif suatu rute
2. Fluktuasi dalam ruas
3. Distribusi lalu lintas dalam sebuah sistem jalan
4. Kecendrungan pemakai jalan

Data volume dapat berupa:

1. Volume berdasarkan arah arus, seperti antara lain :
 - a. Dua arah
 - b. Satu arah
 - c. Arus Lurus
 - d. Arus belok, baik belok kiri maupun belok kanan
2. Volume berdasarkan jenis kendaraan, seperti antara lain:
 - a. Mobil penumpang atau kendaraan ringan
 - b. Kendaraan berat (truk besar, bus)
 - c. Sepeda motor

Volume lalu lintas lebih praktis jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standart yaitu mobil penumpang, yang dikenal dengan satuan mobil penumpang (smp). Untuk mendapatkan volume dalam smp, maka diperlukan faktor konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang, yaitu faktor equivalen.

3. Volume berdasarkan waktu pengamatan survei lalu lintas, antara lain :
 - a. ADT (*Average Dayli Traffict*) atau dikenal juga sebagai LHR (*lalu lintas harian rata-rata*) yaitu volume lalu lintas rata-rata harian berdasarkan pengumpulan data selama x hari, dengan ketentuan $1 < x < 265$. Sehingga ADT dapat dihitung dengan Persamaan 2.1.

$$ADT = \frac{Qx}{x} \quad (2.1)$$

Dengan :

Qx = volume lalu lintas yang diamati selama lebih dari 1 hari dan kurang dari 365 hari (1 tahun).

X = jumlah hari pengamatan

- b. AADT (*Average Annual Daily Traffic*) atau dikenal juga sebagai LHRT (*lalu lintas harian rata-rata tahunan*), yaitu total volume rata-rata harian (seperti ADT), akan tetapi pengumpulan datanya harus > 365 hari ($x > 365$ hari).
- c. AAWT (*Average Annual Weekday Traffic*) yaitu volume rata-rata harian selama hari kerja berdasarkan pengumpulan data > 365 hari. Sehingga AAWT dapat dihitung sebagai jumlah volume pengamatan selama hari kerja dibagi dengan jumlah hari kerja selama pengumpulan data.
- d. *Maximum annual hourly volume* adalah volume tiap jam yang terbesar untuk suatu tahun tertentu.
- e. 30 HV (*30th highest annual Hourly Volume*) atau disebut juga sebagai DHV (*Design Hourly Volume*), yaitu volume lalu lintas tiap jam yang dipakai sebagai volume desain. Dalam setahun besarnya volume ini dilampaui oleh 29 data.
- f. *Rate of flow* atau *flow rate* adalah volume yang diperoleh dari pengamatan yang lebih kecil dari satu jam, akan tetapi kemudian dikonversikan menjadi volume 1 jam secara linear.
- g. *Peak Hour Factor* (PHF) adalah perbandingan volume satu jam penuh

dengan puncak dari *flow rate* pada jam tersebut, sehingga PHF dapat dihitung dengan Persamaan 2.2.

$$PHF = \frac{\text{volume satuan jam}}{\text{maksimum flow rate}} \quad (2.2)$$

2.7.2 Panjang Antrian

Antrian kendaraan sering kali dijumpai dalam suatu persimpang pada jalan dengan kondisi tertentu misalnya pada jam-jam sibuk, hari libur atau pada akhir pekan.

Panjang antrian merupakan jumlah kendaraan yang antri dalam suatu lengan/pendekat. Panjang antrian diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrian (*skr*) pada awal sinyal dengan luas rata-rata yang digunakan per *skr* (30 m) dan pembagian dengan lebar masuk simpang (PKJI, 2014).

2.7.3 Kecepatan

Kecepatan merupakan besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Kecepatan dapat diukur sebagai kecepatan titik, kecepatan perjalanan, kecepatan ruang dan kecepatan gerak. Kelambatan merupakan waktu yang hilang pada saat kendaran berhenti, atau tidak dapat berjalan sesuai dengan kecepatan yang diinginkan karena adanya sistem pengendali atau kemacetan lalu-lintas.

2.7.4 Karakteristik Geometri

Beberapa karakteristik geometri meliputi:

1. Klasifikasi perencanaan jalan;
2. Tipe jalan;
3. Jalur dan lajur lalu lintas;
4. Bahu jalan;
5. Trotoar;
6. Median jalan dan;
7. Alinemen jalan.

2.7.5 Ukuran Kota

Ukuran kota adalah jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, sehingga menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar. Untuk spesifikasi kelas ukuran kota dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3: Kelas ukuran kota (PKJI, 2014)

Ukuran kota (juta jiwa)	Kelas ukuran kota
< 0,1	Sangat kecil
0,1 – 0,5	Kecil
0,5 – 1,0	Sedang
1,0 – 3,0	Besar
> 3,0	Sangat besar

Kota Medan merupakan ibu kota Provinsi Sumatera Utara dengan luas 265,10 km², dengan jumlah penduduk 2.494.512 jiwa yang tersebar di 21 kecamatan. Pada penelitian ini lokasi yang dituju ialah di kecamatan Medan denai tepatnya di kelurahan Denai, untuk data jumlah penduduk dan ukuran wilayah dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4: Data umum kecamatan Medan Denai (BPS kota Medan, 2022)

No.	Data umum	Keterangan
1	Luas	9,05 km ²
2	Jumlah Kelurahan	1. Tegal Sari Mandala I 2. Tegal Sari Mandala II 3. Tegal Sari Mandala III 4. Denai 5. Binjai 6. Medan Tenggara
3	Jumlah Penduduk	169.643 jiwa

2.8 Menentukan Kapasitas

Kapasitas dapat diartikan sebagai kemampuan atau daya tampung dari suatu objek, tempat, atau sistem. Kapasitas dapat diukur dalam berbagai satuan, tergantung pada objek atau sistem yang diukur.

2.8.1 Kapasitas Jalan (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu segmen jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan 2/2 TT, kapasitas didefinisikan untuk arus dua-arah, tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur. Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan. Karena kurangnya lokasi yang arusnya mendekati kapasitas segmen jalan sendiri (sebagaimana ternyata kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga telah diperkirakan secara teoritis dengan menganggap suatu hubungan matematik antar kerapatan, kecepatan dan arus (PKJI 2014). Perhitungan kapasitas dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (2.3)$$

Dimana :

C = Kapasitas (skr/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{LJ} = Faktor penyesuaian lebar jalur

FC_{PA} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{HS} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

FC_{UK} = Faktor penyesuaian ukuran kota

2.8.2 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas Simpang dihitung untuk total arus yang masuk dari seluruh lengan Simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C₀) yaitu kapasitas pada kondisi ideal, dengan faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya. Untuk menghitung kapasitas Simpang dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \quad (2.4)$$

Dimana :

- C = Kapasitas simpang (skr/jam)
- C_O = Kapasitas dasar simpang (skr/jam)
- F_{LP} = Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat
- F_M = Faktor koreksi tipe median
- F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota
- F_{HS} = Faktor koreksi hambatan samping
- F_{Bki} = Faktor koreksi rasio arus belok kiri
- F_{Bka} = Faktor koreksi rasio arus belok kanan
- F_{Rmi} = Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor

2.8.3 Kapasitas Dasar (C_O)

Kapasitas dasar (C_O) ditetapkan secara empiris dari kondisi simpang yang ideal yaitu simpang dengan lebar lajur pendekat rata-rata 2,75m, tidak ada median, ukuran kota 1-3 Juta jiwa, hambatan samping sedang, rasio belok kiri 10%, rasio belok kanan 10%, Rasio arus dari jalan minor 20%. Nilai kapasitas dasar simpang ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5: Kapasitas dasar menurut tipe simpang (PKJI, 2014)

Tipe simpang	Kapasitas dasar (skr/jam)
322	2700
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Tipe simpang ditetapkan berdasarkan jumlah lengan Simpang dan jumlah lajur pada jalan mayor dan jalan minor dengan kode tiga angka (Tabel 2.6). Jumlah lengan adalah jumlah lengan untuk lalu lintas masuk atau keluar atau keduanya.

Tabel 2.6: Kode tipe simpang (PKJI, 2014)

Kode tipe simpang	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

Untuk tabel faktor koreksi lebar rata-rata pendekatan dapat dilihat pada tabel 2.7:

Tabel 2.7: Faktor koreksi lebar rata-rata pendekatan (F_{LP})(PKJI, 2014)

Tipe simpang	Faktor koreksi lebar rata-rata pendekatan (F_{LP})
322	$F_{LP} = 0,73 + 0,0760 W_1$
324 atau 344	$F_{LP} = 0,62 + 0,0646 W_1$
422	$F_{LP} = 0,70 + 0,0866 W_1$
424 atau 444	$F_{LP} = 0,62 + 0,0740 W_1$

2.8.4 Faktor Penyesuaian Tipe Median (F_M)

F_M ini merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama. Tipe median jalan utama merupakan klasifikasi media jalan utama, tergantung pada kemungkinan menggunakan media tersebut untuk menyeberangi jalan utama dalam dua tahap.

Faktor ini hanya digunakan pada jalan utama dengan jumlah lajur 4. Besarnya faktor penyesuaian median dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)(PKJI, 2014)

Uraian	Tipe median	Faktor penyesuaian median (F_M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1.00
Ada median jalan utama < 3m	Sempit	1.05
Ada median jalan utama \geq 3m	Lebar	1.20

2.8.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})

Faktor ini hanya dipengaruhi oleh variabel besar kecilnya jumlah penduduk dalam juta jiwa, seperti tercantum dalam Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (F_{UK})(PKJI, 2014)

Ukuran kota	Populasi penduduk, juta jiwa	F_{UK}
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

2.8.6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{HS})

Faktor penyesuaian tipe hambatan samping dihitung menggunakan Tabel 2.10, dengan variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor. Faktor penyesuaian hambatan samping dapat dilihat dalam Tabel 2.10.

Tabel 2.10 : Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{HS}) (PKJI, 2014)

Tipe lingkungan jalan	HS	Rasio kendaraan tak bermotor (R_{KTb})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersil	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
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

2.8.7 Faktor Penyesuaian Arus Belok Kiri (F_{BKl})

Formula yang digunakan dalam pencarian faktor penyesuaian belok kiri ini adalah Persamaan 2.5.

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 R_{BK_i} \quad (2.5)$$

2.8.8 Faktor Penyesuaian Arus Belok Kanan (F_{BK_a})

Formula yang digunakan dalam pencarian faktor penyesuaian belok kanan ini adalah Persamaan 2.6 dan Persamaan 2.7.

$$\text{Untuk simpang} - 4 \quad F_{BK_a} = 1,00 \quad (2.6)$$

$$\text{Untuk simpang} - 3 \quad F_{BK_a} = 1,09 - 0,922 R_{BK_a} \quad (2.7)$$

2.8.9 Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{M_i})

Pada faktor ini yang banyak mempengaruhi adalah rasio arus pada jalan (R_{M_i}) dan tipe simpang (IT) pada persimpangan jalan tersebut, seperti tercantum pada persamaan Tabel 2.11.

Tabel 2.11: Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{M_i})(PKJI, 2014)

Tipe simpang	F_{M_i}	R_{M_i}
322	$1,19 \times R_{M_i}^2 - 1,19 \times R_{M_i} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times R_{M_i}^2 + 0,595 \times R_{M_i} + 0,74$	0,5-0,9
324 & 344	$16,6 \times R_{M_i}^4 - 33,3 \times R_{M_i}^3 + 25,3 \times R_{M_i}^2 - 8,6 \times R_{M_i} + 1,95$	0,1-0,3
	$1,11 \times R_{M_i}^2 - 11,1 \times R_{M_i} + 11,1$	0,3-0,5
	$-0,555 \times R_{M_i}^2 + 0,555 \times R_{M_i}^3 + 0,69$	0,5-0,9
422	$1,19 \times R_{M_i}^2 - 1,19 \times R_{M_i} + 1,19$	0,1-0,9
424 & 444	$16,6 \times R_{M_i}^4 - 33,3 \times R_{M_i}^3 + 25,3 \times R_{M_i}^2 - 8,6 \times R_{M_i} + 1,95$	0,1-0,3
	$1,11 \times R_{M_i}^2 - 11,1 \times R_{M_i} + 11,1$	0,3-0,9

2.9 Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat kejenuhan (D_j) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan kinerja lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai D_j menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh. Nilai yang mendekati satu menunjukkan arus yang jenuh (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014). Persamaan umum derajat kejenuhan dapat dilihat pada persamaan 2.8.

$$D_J = \frac{Q}{C} \quad (2.8)$$

Keterangan :

D_J = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (skr/jam)

C = Kapasitas (skr/jam)

2.10 Tundaan (T)

Tundaan terjadi karena dua hal, yaitu tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometrik (T_G). Tundaan lalu lintas (T_{LL}) adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. tundaan geometrik (T_G) adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti. Tundaan (T) dihitung menggunakan persamaan 2.9.

$$T = T_{LL} + T_G \quad 2.9$$

Keterangan :

T = Tundaan (det/skr)

T_{LL} = Tundaan lalu lintas (det/skr)

T_G = Tundaan geometrik (det/skr)

2.10.1 Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})

Tundaan lalu lintas (T_{LL}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah, dapat dihitung menggunakan persamaan 2.10 dan 2.11.

$$\text{Untuk } D_J \leq 0,60: \quad T_{LL} = 2 + 8,2078 D_J - (1 - D_J)^2 \quad 2.10$$

$$\text{Untuk } D_J \geq 0,60: \quad T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_J)} - (1 - D_J)^2 \quad 2.11$$

Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor (T_{LLma}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, dapat dihitung menggunakan persamaan 2.12 dan 2.13.

$$\text{Untuk } D_J \leq 0,60: \quad T_{LLma} = 1,8000 + 5,8234 D_J - (1 - D_J)^{1,8} \quad 2.12$$

$$\text{Untuk } D_J \geq 0,60: \quad T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 D_J)} - (1 - D_J)^{1,8} \quad 2.13$$

Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan minor, ditentukan dari T_{LL} dan T_{LLma} , dihitung menggunakan persamaan 2.14.

$$T_{LLmi} = \frac{Q_{total} \times T_{LL} - Q_{ma} \times T_{LLma}}{Q_{mi}} \quad 2.14$$

Keterangan :

Q_{total} = Arus total yang masuk simpang (skr/jam)

Q_{ma} = Arus yang masuk simpang dari jalan mayor (skr/jam)

2.10.2 Tundaan Geometrik (T_G)

T_G adalah Tundaan geometrik rata-rata seluruh Simpang, dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.15 dan 2.16.

$$\text{Untuk } D_J \leq 1: \quad T_G = (1 - D_J) \times (6 R_B + 3 (1 - R_B)) + 4 D_J \quad 2.15$$

$$\text{Untuk } D_J \geq 1: \quad T_G = 4 \quad 2.16$$

Keterangan :

T_G = Tundaan Geometrik (det/skr)

D_J = Derajat kejenuhan

R_B = Rasio arus belok terhadap arus total simpang

2.11 Peluang Antrian (P_A)

Peluang antrian adalah kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu simpang, dinyatakan pada suatu nilai yang didapat dari hubungan antara derajat kejenuhan (D_J). Peluang antrian dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.17 dan 2.18.

$$\text{Batas atas peluang :} \quad P_A \% = 47,71 \times D_J - 24,68 \times D_J^2 + 56,47 \times D_J^3 \quad (2.17)$$

$$\text{Batas bawah peluang :} \quad P_A \% = 9,02 \times D_J + 20,66 \times D_J^2 + 10,49 \times D_J^3 \quad (2.18)$$

2.12 Hambatan Samping (HS)

Hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu lintas dari aktifitas samping segmen jalan. Tahapan kegiatan ini adalah mencatat setiap pejalan kaki, kendaraan tak bermotor, kendaraan yang masuk ataupun keluar pelataran parkir dan sisi badan jalan yang pada lokasi penelitian. Hambatan samping yang umumnya

sangat mempengaruhi kapasitas jalan adalah pejalan kaki, kendaraan parkir dan henti, kendaraan tidak bermotor, serta kendaraan masuk dan keluar.

Salah satu penyebab tingginya aktivitas samping jalan yaitu disebabkan oleh perkembangan aktivitas penduduk yang setiap tahunnya tumbuh dan berkembang di wilayah perkotaan. Perkembangan aktivitas penduduk berpengaruh besar terhadap fasilitas dan pemenuhan kebutuhan namun hal tersebut belum diimbangi oleh penyediaan sarana dan prasarana transportasi yang memadai sehingga munculnya permasalahan transportasi pada ruas jalan perkotaan.

Sistem transportasi merupakan sistem jaringan jalan yang secara fisik menghubungkan suatu ruang kegiatan dengan ruang kegiatan lainnya. Dan apabila akses transportasi pada ruang kegiatan diperbaiki, maka ruang tersebut akan lebih berkembang. Begitupun sebaliknya, berkembangnya suatu ruang kegiatan akan membutuhkan peningkatan sistem pelayanan transportasi (Tamin, 2000:360).

a. Kriteria Kelas Hambatan Samping

Kriteria kelas hambatan samping ditetapkan dari jumlah total nilai frekuensi kejadian setiap jenis hambatan samping yang diperhitungkan yang masing-masing telah dikalikan dengan bobotnya. Frekuensi kejadian hambatan samping dihitung berdasarkan pengamatan di lapangan untuk periode waktu satu jam di sepanjang ruas jalan yang diamati (J.Amahoru1, 2020). Bobot jenis Hambatan Samping (HS) dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12: Pembobotan hambatan samping (PKJI, 2014)

No	Jenis hambatan samping utama	Bobot
1	Pejalan kaki di badan jalan dan penyebrang	0,5
2	Penghentian kendaraan atau parkir	1,0
3	Kendaraan keluar/masuk sisi atau samping jalan	0,7
4	Arus kendaraan lambat	0,4

b. Analisis Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi penurunan kapasitas dan kinerja jalan. Hambatan samping disebabkan oleh 4 jenis kejadian dan masing-masing memiliki bobot pengaruh yang berbeda terhadap

kapasitas jalan sesuai dengan frekuensi kejadian. Kelas Hambatan Samping (HS) dapat dilihat pada tabel 2.13.

Tabel 2.13: Kelas hambatan samping (PKJI, 2014)

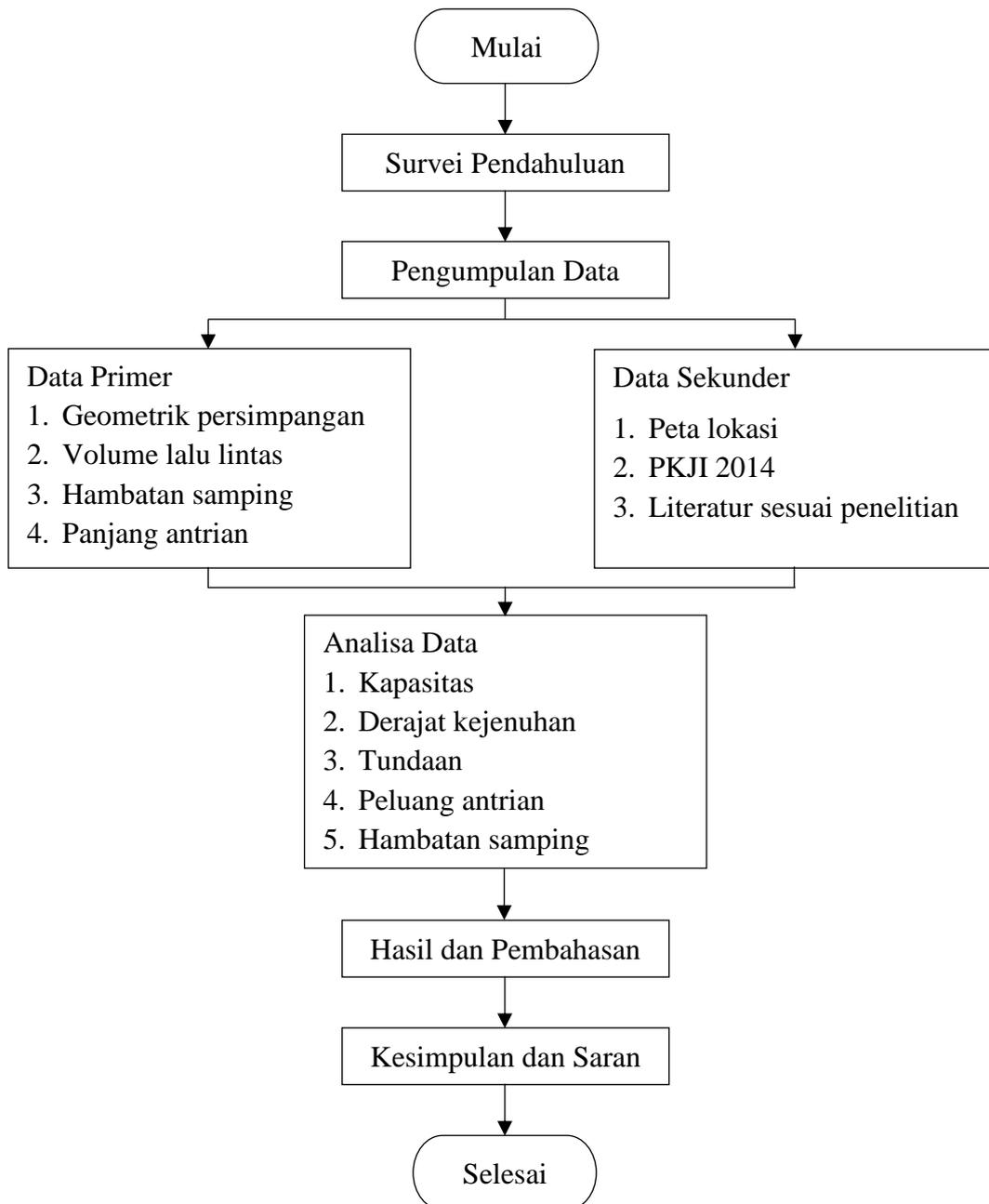
Kelas hambatan samping	Frekuensi kejadian di kedua sisi jalan	Ciri-ciri khusus
Sangat Rendah	< 50	Pedalaman : pertanian atau tidak berkembang
Rendah	50 – 149	Pedalaman : beberapa bangunan dan kegiatan disamping jalan
Sedang	150 – 249	Desa : kegiatan dan angkutan lokal
Tinggi	250 – 350	Desa : beberapa kegiatan pasar
Sangat Tinggi	> 350	Mendekati perkotaan : banyak pasar/kegiatan niaga

KHS ditetapkan dari jumlah total nilai frekuensi kejadian setiap jenis hambatan samping yang diperhitungkan, yang masing-masing telah dikalikan dengan bobotnya.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian serta untuk mempermudah penelitian tersebut. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1

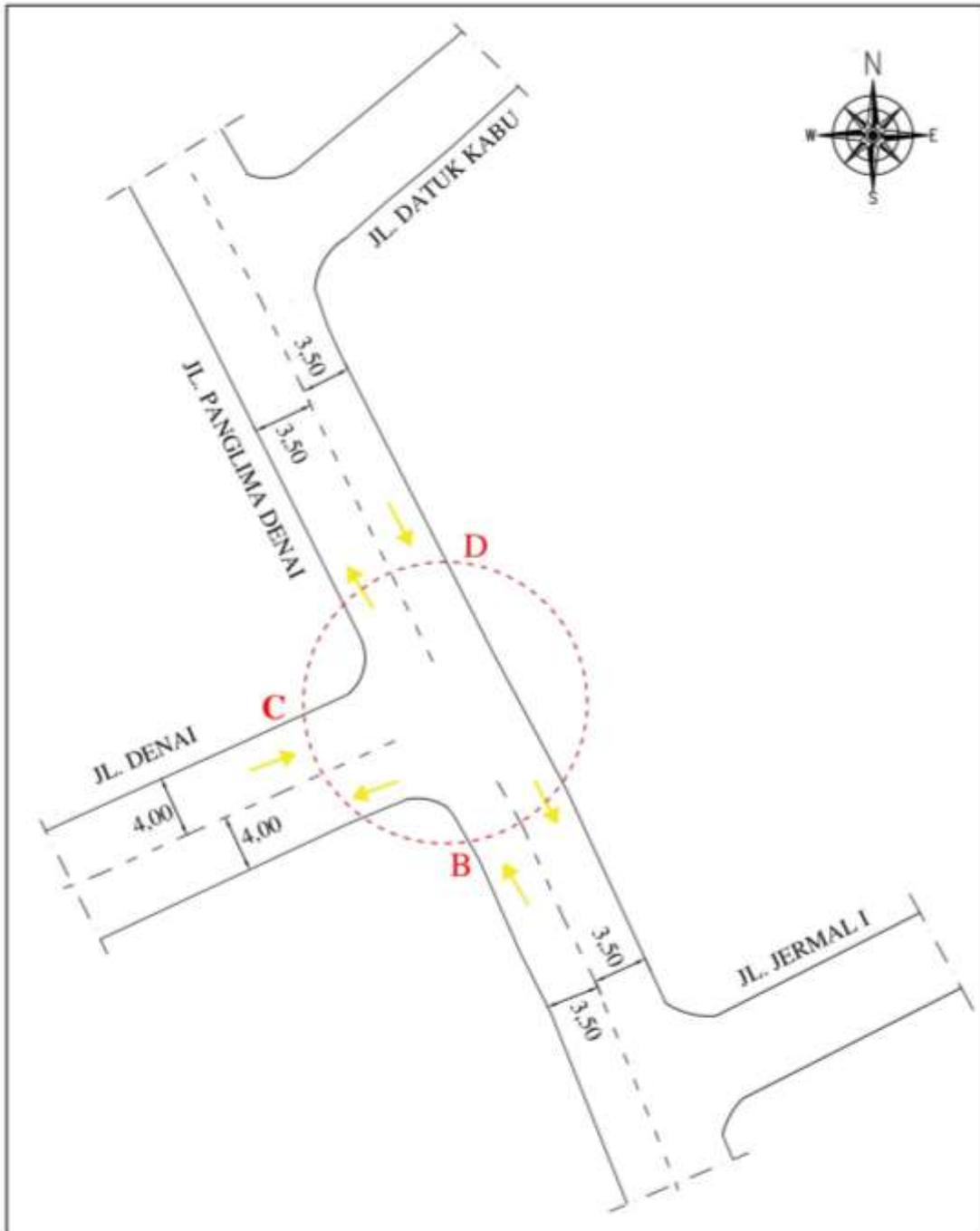


Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada persimpangan Jl. Panglima Denai - Jl. Denai. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2: Lokasi Penelitian

3.2.2 Waktu Penelitian

Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan selama 7 hari mulai pukul 07.00-18.00 wib dengan interval waktu 15 menit, dimana perhitungan kendaraan dilakukan pada waktu volume kendaraan yang melalui persimpangan mencapai maksimum yaitu pada jam puncak. Waktu pengambilan data volume kendaraan adalah:

1. Pagi hari, dari pukul 07.00 - 09.00,
2. Siang hari, dari pukul 12.00 – 14.00,
3. Sore hari, dari pukul 16.00 - 18.00.

3.3 Pengambilan Data

Cara pengambilan data pada penelitian ini dibedakan menjadi 2 bagian yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data primer

Data yang diperoleh dengan pengamatan langsung di lapangan, data tersebut berupa :

- a. Geometrik Persimpangan
- b. Volume lalu lintas
- c. Hambatan samping
- d. Panjang antrian

2. Data sekunder

Data yang digunakan untuk melengkapi data primer, data sekunder berupa :

- a. Peta lokasi
- b. PKJI 2014
- c. Studi literatur

3.4 Metode Analisa dan Instrumen Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif terhadap volume lalu lintas, kapasitas ruas jalan dan nilai hambatan samping. Sesudah data-data didapatkan maka selanjutnya dilakukan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) tentang Kinerja Jalan Perkotaan.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilapangan harus dilakukan dengan cara teliti agar diperoleh data yang akurat dan memenuhi. Survei yang dilakukan adalah survei jumlah kendaraan berdasarkan klasifikasi, pengolahan data volume lalu lintas dan survei hambatan samping. Kemudian pengolahan data yang berkaitan dengan volume lalu lintas, pengolahan data volume lalu-lintas dilakukan dengan cara mengkonversikan setiap jenis kendaraan yang dicatat ke dalam satuan kendaraan ringan (skr) sesuai dengan nilai ekr nya masing-masing berdasarkan ketentuan dan rumus dari PKJI 2014.

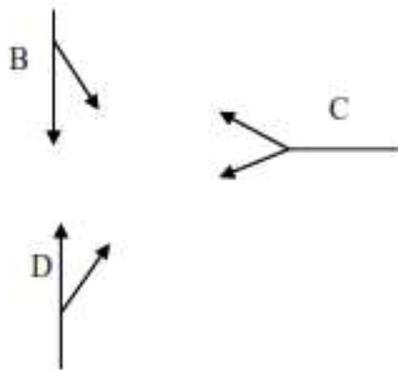
3.5.1 Survei Volume Lalu Lintas

Survei dilakukan dengan cara menghitung langsung jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan. Survei dilakukan oleh 3 (tiga) surveyor pada titik pengamatan untuk setiap arah lalu lintas, dimana setiap surveyor akan menghitung tiap jenis kendaraan berdasarkan klasifikasi.

Jenis kendaraan yang disurvei dibagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu:

1. Kendaraan ringan (*light vehicle/LV*)
2. Sepeda motor (*motor cycle/MC*)

Titik pengamatan survey dibagi menjadi 3 (tiga) arus lalu lintas, seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Arus Lalu Lintas

Berdasarkan hasil pengamatan survei di lapangan yang dilakukan pada hari Senin sampai hari Minggu (24 Juli – 30 Juli 2023), maka yang mewakili dari data volume lalulintas ialah pada hari kamis 27 Juli 2023 sebagai berikut:

Tabel 3.1: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	4	25	6	26		
07:15 - 07:30	5	29	7	22		
07:30 - 07:45	7	33	4	32		
07:45 - 08:00	8	38	6	31		
08:00 - 08:15	4	36	6	32		
08:15 - 08:30	7	24	7	34		
08:30 - 08:45	9	27	4	23		
08:45 - 09:00	8	22	9	29		
12:00 - 12:15	7	22	4	26		
12:15 - 12:30	5	25	6	27		
12:30 - 12:45	6	26	7	20		
12:45 - 13:00	4	23	8	29		
13:00 - 13:15	6	28	6	26		
13:15 - 13:30	7	25	5	25		
13:30 - 13:45	9	27	4	22		
13:45 - 14:00	8	37	6	25		
16:00 - 16:15	9	39	5	38		
16:15 - 16:30	7	36	8	34		
16:30 - 16:45	8	33	9	31		
16:45 - 17:00	10	35	5	36		
17:00 - 17:15	6	24	9	26		
17:15 - 17:30	8	28	10	34		
17:30 - 17:45	10	35	7	39		
17:45 - 18:00	9	23	8	35		
Total	171	700	156	702	0	0

Tabel 3.2: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	3	26			4	22
07:15 - 07:30	5	29			3	22
07:30 - 07:45	4	22			3	32
07:45 - 08:00	6	27			2	24
08:00 - 08:15	7	35			4	33
08:15 - 08:30	8	29			5	26
08:30 - 08:45	5	22			4	25
08:45 - 09:00	10	25			3	21
12:00 - 12:15	4	28			1	33
12:15 - 12:30	9	27			4	35
12:30 - 12:45	11	25			6	39
12:45 - 13:00	7	27			4	36
13:00 - 13:15	10	25			2	34
13:15 - 13:30	8	24			3	32
13:30 - 13:45	5	27			2	35
13:45 - 14:00	4	29			4	28
16:00 - 16:15	9	29			9	24
16:15 - 16:30	9	21			10	27
16:30 - 16:45	12	37			7	49
16:45 - 17:00	11	45			6	36
17:00 - 17:15	12	34			9	44
17:15 - 17:30	12	49			10	36
17:30 - 17:45	8	35			8	43
17:45 - 18:00	13	38			7	34
Total	192	715	0	0	120	770

Tabel 3.3: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			5	25	3	20
07:15 - 07:30			7	30	5	26
07:30 - 07:45			4	29	6	35
07:45 - 08:00			8	27	4	23
08:00 - 08:15			9	42	3	25
08:15 - 08:30			5	35	6	34
08:30 - 08:45			6	21	7	36
08:45 - 09:00			8	29	3	19
12:00 - 12:15			3	19	5	17
12:15 - 12:30			5	21	4	34
12:30 - 12:45			8	20	6	29
12:45 - 13:00			4	23	3	31
13:00 - 13:15			5	24	5	30
13:15 - 13:30			7	25	8	17
13:30 - 13:45			4	22	6	22
13:45 - 14:00			3	12	3	15
16:00 - 16:15			6	25	5	27
16:15 - 16:30			9	29	9	29
16:30 - 16:45			7	28	5	22
16:45 - 17:00			12	42	8	37
17:00 - 17:15			15	43	9	39
17:15 - 17:30			14	31	6	45
17:30 - 17:45			13	30	8	33
17:45 - 18:00			9	39	7	36
Total	0	0	176	671	134	681

3.5.2 Survei Hambatan Samping

Survei hambatan samping dilakukan oleh 3 (tiga) surveyor dengan cara menghitung langsung setiap tipe kejadian 50 m/jam pada jalur jalan yang diamati.

Tipe kejadian digolongkan menjadi 4 (empat) bagian sebagai berikut :

1. Pejalan kaki di badan jalan dan penyebrang.

2. Penghentian kendaraan atau parkir.
3. Kendaraan keluar/masuk sisi atau samping jalan.
4. Arus kendaraan lambat.

Berdasarkan hasil pengamatan survei di lapangan yang dilakukan pada hari Senin sampai hari Minggu (24 Juli – 30 Juli 2023), maka yang mewakili dari data volume Hambatan Samping ialah pada hari Kamis 27 Juli 2023 sebagai berikut:

Tabel 3.4: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	33	16	28	28	25	17	35	14
08:00 - 09:00	37	18	26	26	27	18	38	15
12:00 - 13:00	18	9	19	19	18	12	21	8
13:00 - 14:00	16	8	17	17	19	13	20	8
16:00 - 17:00	29	14	27	27	28	19	32	12
17:00 - 18:00	38	19	31	31	34	23	36	14
Jumlah	171	84	148	148	151	102	182	71

Tabel 3.5: Data volume hambatan hamping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	31	15	23	23	24	16	33	13
08:00 - 09:00	36	18	27	27	26	18	38	15
12:00 - 13:00	20	10	17	17	19	13	23	9
13:00 - 14:00	19	9	16	16	17	11	21	8
16:00 - 17:00	30	15	24	24	23	16	37	14
17:00 - 18:00	37	18	25	25	29	20	40	16
Jumlah	173	85	132	132	138	94	192	75

Tabel 3.6: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	28	14	21	21	25	17	30	12
08:00 - 09:00	32	16	26	26	30	21	35	14
12:00 - 13:00	20	10	19	19	16	11	22	8
13:00 - 14:00	17	8	17	17	14	9	21	8
16:00 - 17:00	30	15	25	25	21	14	36	14
17:00 - 18:00	37	18	31	31	26	18	41	16
Jumlah	164	81	139	139	132	90	185	72

3.6 Data Geometrik

Jalan utama adalah jalan yang dipertimbangkan terpenting di suatu simpang, misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tertinggi. Untuk simpang 3-lengan, jalan yang menerus selalu jalan utama. Pendekat jalan minor sebaiknya diberi notasi A dan C, pendekat jalan utama diberi notasi B dan D. Pemberian notasi dibuat searah jarum jam.

Untuk mengetahui keadaan geometrik jalan berupa lebar jalur serta lajur dan lebar bahu jalan dari masing-masing kaki simpang, dapat dilakukan dengan menggunakan alat yaitu meteran, alat tulis, dan lembar kerja. Berikut ini data geometrik ruas Jl. Panglima Denai - Jl. Denai yaitu :

1. Tipe Simpang : 322 (3 jalur, 2 lajur jalan minor, 2 lajur jalan mayor)
2. Lebar Jalur Jalan
 - a. Jalan Minor : 8 m
 - b. Jalan Mayor : 7 m
3. Lebar Lajur Jalan
 - a. Jalan Minor : 4 m
 - b. Jalan Mayor : 3,5 m
4. Lebar Bahu Jalan
 - a. Jalan Minor : 0,5 m
 - b. Jalan Mayor : 0,5 m

3.7 Panjang Antrian

panjang antrian didefinisikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekatan dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan yang didepannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

Berikut ini data panjang antrian dari masing-masing lengan, data diambil pada hari Kamis 27 Juli 2023 pukul 17:00 – 18:00 WIB :

1. Lengan B (Jl. Panglima Denai) dengan panjang antrian 35 m
2. Lengan C (Jl. Denai) dengan panjang 50 m
3. Lengan D (Jl. Panglima Denai) dengan panjang antrian 30 m

3.8 Alat Yang Digunakan

Untuk mendukung pelaksanaan survey lapangan diperlukan alat-alat bantu yang terdiri dari meteran, pengukur waktu (stopwatch), alat tulis (kertas dan pena).

1. Meteran

Meteran berfungsi untuk menentukan titik awal survei sampai titik akhir, dimana dalam menganalisa kapasitas dan antrian pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai, dan juga untuk mengitung lebar badan jalan.

2. Pengukur waktu (jam atau stopwatch)

Dalam menganalisa kapasitas dan antrian jalan harus dilaksanakan pada jam sibuk sehingga didapat volume maksimum kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut, oleh karena itu dalam melakukan survei penelitian alat pengukur waktu yang digunakan yaitu jam atau stopwatch.

3. Alat tulis

Untuk menghitung volume kendaraan perlu dipersiapkan alat tulis yaitu kertas A4 yang berisi tabel dan pena untuk mencatat volume kapasitas lalu lintas, antrian kendaraan, dan hambatan samping pada persimpangan.

BAB 4

ANALISA DATA

4.1 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati satu titik tertentu dari suatu segmen jalan waktu tertentu, dinyatakan dalam satuan kendaraan atau satuan kendaraan ringan (skr). Sedangkan volume lalu lintas rencana (VLHRT) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dan dinyatakan dalam skr/jam.

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan cara menghitung langsung jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan dengan menggunakan counter. Survei dilakukan oleh tiga surveyor pada titik pengamatan untuk setiap arah lalu lintas, dimana setiap surveyor akan menghitung tiap jenis kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan. Jenis kendaraan yang diamati adalah sepeda motor (SM) dan kendaraan ringan (KR).

Untuk mempermudah perhitungan, maka data volume lalu lintas yang digunakan ialah pada hari Kamis 27 Juli 2023. Data ini dianggap dapat mewakili karena volume arus lalu lintas tertinggi. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1: Data volume lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023)

Waktu Pengambilan Data	Arus Lalu Lintas												Total Kendaraan
	Lengan B				Lengan C				Lengan D				
	LV		MC		LV		MC		LV		MC		
	LT	ST	LT	ST	LT	RT	LT	RT	ST	RT	ST	RT	
07:00 : 08:00	24	23	125	111	18	12	104	100	24	18	111	104	774
08:00 : 09:00	28	26	109	118	30	16	111	105	28	19	127	114	831
12:00 : 13:00	22	25	96	102	31	15	107	143	20	18	83	111	773
13:00 : 14:00	30	21	117	98	27	11	105	129	19	22	83	84	746
16:00 : 17:00	34	27	143	139	41	32	132	136	34	27	124	115	984
17:00 : 18:00	33	34	110	134	45	34	156	157	51	30	143	153	1080

Berdasarkan Tabel 4.1 diatas, dapat dilihat bahwa arus total kendaraan yang paling besar terjadi di sore hari pada pukul 17:00 – 18:00 wib.

1. Kondisi lalu lintas

- a. Persentase kendaraan ($Q_{LV}, Q_{MC} / Q_{TOTAL}$) x 100 %

$$LV = (949/5188) \times 100 \% = 18,29 \%$$

$$MC = (4239/5188) \times 100 \% = 81,71 \%$$

- b. Belok kiri (LT) (Q_{LV}, Q_{MC} x faktor ekr)

$$Q_{LV} = 363 \times 1 = 363 \text{ skr/jam}$$

$$Q_{MC} = 1415 \times 0,25 = 353,75 \text{ skr/jam}$$

- c. Belok kanan (RT) (Q_{LV}, Q_{MC} x faktor ekr)

$$Q_{LV} = 254 \times 1 = 254 \text{ skr/jam}$$

$$Q_{MC} = 1451 \times 0,25 = 362,75 \text{ skr/jam}$$

- d. Lurus (ST) (Q_{LV}, Q_{MC} x faktor ekr)

$$Q_{LV} = 332 \times 1 = 332 \text{ skr/jam}$$

$$Q_{MC} = 1373 \times 0,25 = 343,25 \text{ skr/jam}$$

2. Rasio arus dan rasio belok jalan minor/mayor

- a. Arus jalan mayor total (Q_{Ma})

$$\begin{aligned} Q_{Lengan\ B} &= Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 327 + 350,50 \\ &= 677,50 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{Lengan\ D} &= Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 310 + 338 \\ &= 648 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{Ma} &= Q_{Lengan\ B} + Q_{Lengan\ D} \\ &= 677,5 + 648 \\ &= 1325,50 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

- b. Arus jalan minor total (Q_{Mi})

$$\begin{aligned} Q_{Mi} &= Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 312 + 371,25 \\ &= 683,25 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

- c. Arus jalan minor + jalan mayor (total) untuk masing-masing gerakan

$$\begin{aligned} Q_{LT} &= Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 363 + 353,75 = 716,75 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{RT} &= Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 254 + 362,75 \\ &= 616,75 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ST} &= Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 332 + 343,25 \\ &= 675,25 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{TOTAL} &= Q_{LT} + Q_{RT} + Q_{ST} \\ &= 716,75 + 616,75 + 675,25 \\ &= 2008,75 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

- d. Rasio arus jalan minor (R_{Mi})

$$\begin{aligned} R_{Mi} &= Q_{Mi} / Q_{TOTAL} \\ &= 683,25 / 2008,75 \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

- e. Rasio belok kiri (R_{BK_i}) dan Rasio belok kanan (R_{BK_a}) jalan mayor

$$\begin{aligned} R_{BK_i} &= Q_{BK_i} / Q_{TOTAL} \\ &= 346 / 2008,75 \\ &= 0,172 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{BK_a} &= Q_{BK_a} / Q_{TOTAL} \\ &= 304,25 / 2008,75 \\ &= 0,151 \end{aligned}$$

4.2 Menentukan Kapasitas

Kapasitas dapat diartikan sebagai kemampuan atau daya tampung dari suatu objek, tempat, atau sistem. Kapasitas dapat diukur dalam berbagai satuan, tergantung pada objek atau sistem yang diukur.

- a. Kapasitas dasar (C_O)

Tipe simpang adalah tipe IT = 322, diperoleh kapasitas dasar (C_O) untuk persimpangan = 2700 skr/jam

- b. Faktor penyesuaian lebar rata-rata pendekatan (F_{LP})

$$W_U = 3,5 \text{ m}$$

$$W_S = 3,5 \text{ m}$$

$$W_B = 4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 W_1 &= (W_U + W_S + W_B)/3 \\
 &= (3,5+3,5+4)/3 \\
 &= 3,67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tipe simpang = 322

$$\begin{aligned}
 F_{LP} &= 0,73 + 0,0760 W_1 \\
 &= 0,73 + 0,0760 \times 3,67 \\
 &= 1,008
 \end{aligned}$$

c. Faktor penyesuaian tipe median (F_M)

Nilai median untuk jalan utama tidak ada median adalah $F_M = 1$

d. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{UK})

Jumlah penduduk Kota Medan tahun 2022 adalah 2.494.512 jiwa.

$$F_{UK} = 1,00$$

e. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{HS})

Kelas tipe lingkungan persimpangan = komersil

Kelas hambatan samping = tinggi

$$F_{HS} = 0,93$$

f. Faktor penyesuaian arus belok kiri (F_{Bki})

$$R_{Bki} = 0,172$$

$$\begin{aligned}
 F_{Bki} &= 0,84 + 1,61 R_{Bki} \\
 &= 0,84 + 1,61 \times 0,172 \\
 &= 1,117
 \end{aligned}$$

g. Faktor penyesuaian arus belok kiri (F_{Bka})

$$R_{Bka} = 0,151$$

$$\begin{aligned}
 F_{Bka} &= 1,09 - 0,922 R_{Bka} \\
 &= 1,09 - 0,922 \times 0,151 \\
 &= 0,95
 \end{aligned}$$

h. Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{Mi})

$$R_{Mi} = 0,34$$

$$\begin{aligned}
 F_{Mi} &= 1,19 \times R_{Mi}^2 - 1,19 \times R_{Mi} + 1,19 \\
 &= 1,19 \times (0,34)^2 - 1,19 \times 0,34 + 1,19 \\
 &= 0,923
 \end{aligned}$$

i. Kapasitas Simpang (C)

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \\ &= 2700 \times 1,008 \times 1 \times 1 \times 0,93 \times 1,117 \times 0,95 \times 0,923 \\ &= 2479,05 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

4.3 Derajat Kejenuhan (D_J)

Hasil perhitungan Derajat Kejenuhan (D_J) dapat bernilai di bawah satu, sama dengan satu, atau bahkan lebih besar dari satu. Pada umumnya, desain menetapkan kriteria $D_J \leq 0,85$, dan jika ini dipenuhi maka desain Simpang dapat diterima. Jika $D_J > 0,85$ (atau nilai kriteria desain yang lain), berarti nilai Q diatas nilai C desain. Hal ini terjadi karena Tipe Simpang yang ada tidak memadai sehingga perlu didesain ulang atau ditingkatkan (PKJI, 2014).

$$\begin{aligned} D_J &= \frac{Q}{C} \\ D_J &= 2008,75 / 2479,05 \\ &= 0,81 \end{aligned}$$

Didapat hasil perhitungan Derajat Kejenuhan dengan nilai 0,81, hasil ini berada dibawah nilai penetapan pada PKJI 2014 sebesar $\leq 0,85$. Dengan demikian kondisi existing persimpangan sudah memenuhi syarat sesuai penetapan PKJI 2014.

4.4 Tundaan

Tundaan terjadi karena dua hal, yaitu tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometrik (T_G). T_{LL} adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. Dibedakan T_{LL} dari seluruh simpang, dari jalan mator saja, atau jalan minor saja. T_G adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan membelok pada suatu Simpang dan/atau terhenti.

a. Tundaan lalu lintas rata-rata (T_{LL})

$$\begin{aligned} T_{LL} &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_J)} - (1 - D_J)^2 \\ &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 0,81)} - (1 - 0,81)^2 \\ &= 9,61 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

b. Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor (T_{LLma})

$$\begin{aligned} T_{LLma} &= \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 D_J)} - (1 - D_J)^{1,8} \\ &= \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 \times 0,81)} - (1 - 0,81)^{1,8} \\ &= 7,10 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

c. Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi})

$$\begin{aligned} T_{LLmi} &= \frac{Q_{total} \times T_{LL} - Q_{ma} \times T_{LLma}}{Q_{mi}} \\ &= \frac{2008,75 \times 9,61 - 1325,50 \times 7,10}{683,25} \\ &= 14,47 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

d. Tundaan geometrik (T_G)

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - D_J) \times (6 R_B + 3 (1 - R_B)) + 4 D_J \\ &= (1 - 0,81) \times (6 \times 0,323 + 3 \times (1 - 0,323)) + 4 \times 0,81 \\ &= 3,4 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

e. Tundaan Simpang (T)

$$\begin{aligned} T &= T_{LL} + T_G \\ &= 9,61 + 3,4 \\ &= 13,01 \text{ det/skr} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai tundaan sebesar 13,01 det/skr, maka tingkat pelayanan di Persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai tersebut dikategorikan sebagai tingkat pelayanan C.

4.5 Peluang Antrian (P_A)

Peluang antrian adalah kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu simpang, dinyatakan pada suatu nilai yang didapat dari hubungan antara derajat kejenuhan (D_J).

$$\begin{aligned} \text{Batas atas peluang : } P_A \% &= 47,71 \times D_J - 24,68 \times D_J^2 + 56,47 \times D_J^3 \\ &= 47,71 \times 0,81 - 24,68 \times 0,81^2 + 56,47 \times 0,81^3 \\ &= 52,46 \sim 52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas bawah peluang : } P_A \% &= 9,02 \times D_J - 20,66 \times D_J^2 + 10,49 \times D_J^3 \\ &= 9,02 \times 0,81 + 20,66 \times 0,81^2 + 10,49 \times 0,81^3 \\ &= 26,43 \sim 26 \end{aligned}$$

Maka didapat rentang nilai peluang antrian $P_A \% = 26 - 52$

4.6 Hambatan Samping (HS)

Data yang diambil dalam survei ini yaitu pejalan kaki (yang sejajar dan menyebrang jalan), kendaraan yang berhenti atau parkir dibahu jalan, kendaraan masuk dan keluar jalan serta kendaraan lambat. Setelah didapat dari data penelitian selanjutnya dikalikan dengan masing-masing faktor bobot hambatan samping. Dalam hal ini survei dilakukan tiga segmen yaitu dengan jarak 50 m/segmen dan memilih data dari segmen terbanyak.

Dari hasil survei yang telah dilakukan dari tanggal 24 juli – 30 juli 2023, maka untuk mempermudah perhitungan data volume hambatan samping yang digunakan ialah pada hari Kamis 27 Juli 2023. Data ini dianggap dapat mewakili karena volume hambatan samping yang cukup tinggi. Berikut ini adalah hasil survei hambatan samping yang terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1.0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	33	16	28	28	25	17	35	14
08:00 - 09:00	37	18	26	26	27	18	38	15
12:00 - 13:00	18	9	19	19	18	12	21	8
13:00 - 14:00	16	8	17	17	19	13	20	8
16:00 - 17:00	29	14	27	27	28	19	32	12
17:00 - 18:00	38	19	31	31	34	23	36	14
Jumlah	171	84	148	148	151	102	182	71

Untuk perhitungan di titik I (lengan B) pada pukul 17:00 – 18:00.

$$\text{PED} \times \text{F. Bobot} = 38 \times 0.5 = 19$$

$$\text{PSV} \times \text{F. Bobot} = 31 \times 1.0 = 31$$

$$\text{EEV} \times \text{F. Bobot} = 34 \times 0.7 = 23$$

$$\text{SMV} \times \text{F. Bobot} = 36 \times 0.4 = 14$$

$$\text{Total Frekuensi} = (\text{PED}) + (\text{PSV}) + (\text{EEV}) + (\text{SMV})$$

$$= 19 + 31 + 23 + 14$$

$$= 87 \text{ kejadian/jam}$$

Tabel 4.3: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	31	15	23	23	24	16	33	13
08:00 - 09:00	36	18	27	27	26	18	38	15
12:00 - 13:00	20	10	17	17	19	13	23	9
13:00 - 14:00	19	9	16	16	17	11	21	8
16:00 - 17:00	30	15	24	24	23	16	37	14
17:00 - 18:00	37	18	25	25	29	20	40	16
Jumlah	173	85	132	132	138	94	192	75

Untuk perhitungan di titik II (lengan C) pada pukul 17:00 – 18:00.

$$\begin{aligned}
 \text{PED} \times \text{F. Bobot} &= 37 \times 0.5 = 18 \\
 \text{PSV} \times \text{F. Bobot} &= 25 \times 1.0 = 25 \\
 \text{EEV} \times \text{F. Bobot} &= 29 \times 0.7 = 20 \\
 \text{SMV} \times \text{F. Bobot} &= 40 \times 0.4 = 16 \\
 \text{Total Frekuensi} &= (\text{PED}) + (\text{PSV}) + (\text{EEV}) + (\text{SMV}) \\
 &= 18 + 25 + 20 + 16 \\
 &= 79 \text{ kejadian/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.4: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (Kamis, 27 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	28	14	21	21	25	17	30	12
08:00 - 09:00	32	16	26	26	30	21	35	14
12:00 - 13:00	20	10	19	19	16	11	22	8
13:00 - 14:00	17	8	17	17	14	9	21	8
16:00 - 17:00	30	15	25	25	21	14	36	14
17:00 - 18:00	37	18	31	31	26	18	41	16
Jumlah	164	81	139	139	132	90	185	72

Untuk perhitungan di titik III (lengan D) pada pukul 17:00 – 18:00.

$$\begin{aligned} \text{PED} \times \text{F. Bobot} &= 37 \times 0.5 = 18 \\ \text{PSV} \times \text{F. Bobot} &= 31 \times 1.0 = 31 \\ \text{EEV} \times \text{F. Bobot} &= 26 \times 0.7 = 18 \\ \text{SMV} \times \text{F. Bobot} &= 41 \times 0.4 = 16 \\ \text{Total Frekuensi} &= (\text{PED}) + (\text{PSV}) + (\text{EEV}) + (\text{SMV}) \\ &= 18 + 31 + 18 + 16 \\ &= 83 \text{ kejadian/jam} \end{aligned}$$

Total hambatan samping yang terjadi pada titik I, titik II, dan titik III pada hari Kamis, 27 Juli 2023 adalah :

$$\begin{aligned} &= 87 + 79 + 83 \\ &= 249 \text{ kejadian/jam} \end{aligned}$$

Setelah menganalisis tabel kelas hambatan samping diatas, didapatkan bahwa kelas hambatan samping termasuk dalam kategori sedang. Dengan bobot kelas hambatan samping sedang 150 – 249 (249 Kejadian/jam).

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa data perhitungan arus lalu lintas, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrian, dan hambatan samping dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1: Hasil analisa data perhitungan

Arus lalu lintas (Q) skr/jam	Kapasitas (C) skr/jam	Derajat kejenuhan (D _j)	Tundaan (T) det/skr	Peluang antrian (P _A) %	Hambatan samping (HS) kejadian/jam
2008,75	2479,05	0,81	13,01	26 - 52	249

1. Tingkat kinerja persimpangan tak bersinyal di Jl. Panglima Denai – Jl. Denai yang didapat dari analisa perhitungan memiliki nilai kapasitas sebesar 2479,05 skr/jam, nilai derajat kejenuhan sebesar 0,81, Tundaan sebesar 13,01 det/skr dan peluang antrian sebesar 26% - 52%. Dari hasil nilai derajat kejenuhan yang didapatkan, nilai tersebut masih berada dibawah dari penetapan PKJI 2014 yaitu $\leq 0,85$. Dan hasil dari nilai tundaan persimpangan dikategorikan sebagai tingkat pelayanan C (tabel 2.1)
2. Berdasarkan hasil analisa volume kelas hambatan samping, didapatkan nilai sebesar 249 kejadian/jam, hasil tersebut dikategorikan sebagai kelas hambatan samping sedang. Bobot kelas hambatan samping sedang ialah (150 - 249 kejadian/jam).
3. Perlu adanya Penempatan *road barrier plastic* pada tiap jalur median jalan sebagai solusi alternatif dari pemecahan permasalahan kemacetan pada persimpangan tak bersinyal Jl. Panglima Denai – Jl. Denai.

5.2 Saran

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

1. Peletakkan *road barrier plastic* pada jalur Median jalan sepanjang 30 m setiap lengan, hal tersebut untuk mengantisipasi pengendera agar tidak melintasi lajur yang berlawanan, sehingga tidak akan terjadi penumpukan arus lalu lintas dipersimpangan.
2. Perlu dilakukan penertiban kepada pedangang kaki lima agar *steling* dagangannya tidak berada dekat dengan badan jalan, dengan begitu kemacetan dapat terurai.

DAFTAR PUSTAKA

- Amahoru, J., Waas, R. H., & Molle, G. T. (2020). Analisa Pengaruh Aktivitas Pasar Terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus Pada Ruas Jalan Pantai Mardika Kota Ambon). *Manumata: Jurnal Ilmu Teknik*, 6(2), 72-82
- Arifin, M. (2019). *Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Persimpangan Jl. Kapten Mulyadi*. *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, Vol. 1, No. 1, Juni 2019.
- Bahari, S. (2017). “*Analisis Kemacetan Simpang Tiga Tak Bersinyal di Jalan Kelambir 5 – Jalan Stasiun Lama Medan*”. *Skripsi*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Citra, I., Rachman, R., & Palinggi, M. D. . (2020). Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Veteran Selatan. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(2), 119–127. <https://doi.org/10.52722/pcej.v2i2.128>
- DPU, 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta
- Fajriawan, A., Maria, T., Agusdini, C., Sipil, J. T., & Teknik, F. (2019). *Di Jalan Raya Tanah Merah Bangkalan*. 103–106
- Fuad, Y. (2017). “*Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Marelan Raya*”. *Skripsi*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Hasibuan, S. P. (2018). “*Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Ruas Jalan Muchtar Basri dan Jalan Bukit Barisan I*”. *Skripsi*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Isniani, A. (2020). “*Analisa Simpang Tak Bersinyal Pada Ruas Jalan Meranti Jalan Merbabu di Kota Medan*”. *Skripsi*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Kristiawan, D., & Najid, N. (2019). Analisis Pengaruh Hambatan Samping Akibat Aktivitas Tata Guna Lahan Di Jalan Mh. Thamrin Tangerang Dan Jalan Raya Serpong. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 31. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6173>
- Novalia, C & Sulistiyorini, R. (2016). *Analisa dan Solusi Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota (Studi Kasus Jalan Imam Bonjol – Jalan Sisingamangaraja)*. *Jurnal Teknik Sipil*, 4 (1), 153–162.
- Nurpratiwi, I. R. (2020). *Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Simpang Ra. Kartini*. 4(April), 1–14.

- Paendong, A. A., Timboeleng, J. A., & Rompis, S. Y. R. (2020). *Analisis Kinerja Sim pang Tak Bersignal (Studi Kasus : Sim pang Tak Bersignal Lengan Tiga Jl. Hasanuddin, Jl. Santiago dan Jl. Pogidon, Tuminting)*. Jurnal Sipil Statik, Vol.8 No.5 Agustus 2020 (809-822), ISSN: 2337-6732.
- Rauf, H., Sendow. T. K., & Rumayar A. L. E. (2015). *Analisis Kinerja Lalu Lintas Akibat Hambatan Sampang Terhadap Kecepatan dengan Menggunakan Regredasi Linier Berganda (Studi Kasus Ruas Jalan Dalam Kota Pada Segmen Jalan Lumimuut)*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 3 No.10 Oktober 2015 (669-684), ISSN: 2337-6732.
- Yadi, A. Y., Syafarudin, AS., & Kadarini, A. N. (2017). *Analisa Dampak Hambatan Sampang dan U-Turn Terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus Depan Pasar Flamboyan Jalan Gajah Mada Pontianak)*.

LAMPIRAN

Tabel L.1: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (senin, 24 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	4	30	6	45		
07:15 - 07:30	9	35	8	57		
07:30 - 07:45	10	47	11	45		
07:45 - 08:00	12	45	14	34		
08:00 - 08:15	15	36	12	45		
08:15 - 08:30	13	40	9	43		
08:30 - 08:45	11	65	7	54		
08:45 - 09:00	8	45	5	34		
12:00 - 12:15	3	25	5	27		
12:15 - 12:30	8	35	7	29		
12:30 - 12:45	13	42	14	24		
12:45 - 13:00	15	37	13	31		
13:00 - 13:15	17	43	16	38		
13:15 - 13:30	12	39	12	34		
13:30 - 13:45	14	35	9	39		
13:45 - 14:00	9	25	11	28		
16:00 - 16:15	7	35	9	29		
16:15 - 16:30	9	38	6	34		
16:30 - 16:45	11	35	8	39		
16:45 - 17:00	9	54	13	46		
17:00 - 17:15	15	53	7	56		
17:15 - 17:30	14	43	9	54		
17:30 - 17:45	17	57	11	53		
17:45 - 18:00	13	55	13	56		
Total	268	994	235	974	0	0

Tabel L.2: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (senin, 24 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	6	18			3	20
07:15 - 07:30	8	27			6	31
07:30 - 07:45	5	25			5	43
07:45 - 08:00	7	41			8	52
08:00 - 08:15	11	38			5	58
08:15 - 08:30	15	44			10	64
08:30 - 08:45	9	32			4	54
08:45 - 09:00	5	29			7	46
12:00 - 12:15	3	28			5	25
12:15 - 12:30	6	31			5	29
12:30 - 12:45	5	43			8	35
12:45 - 13:00	8	38			3	39
13:00 - 13:15	5	25			5	32
13:15 - 13:30	7	35			7	24
13:30 - 13:45	11	21			8	31
13:45 - 14:00	7	33			13	21
16:00 - 16:15	3	20			2	32
16:15 - 16:30	5	29			5	36
16:30 - 16:45	7	39			3	33
16:45 - 17:00	6	42			7	39
17:00 - 17:15	9	52			11	47
17:15 - 17:30	12	40			9	52
17:30 - 17:45	10	43			5	43
17:45 - 18:00	8	27			7	30
Total	178	800	0	0	151	916

Tabel L.3: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (senin, 24 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			4	21	3	25
07:15 - 07:30			5	34	2	34
07:30 - 07:45			7	45	5	38
07:45 - 08:00			10	37	4	34
08:00 - 08:15			8	25	6	41
08:15 - 08:30			5	38	2	43
08:30 - 08:45			2	32	3	32
08:45 - 09:00			3	26	6	27
12:00 - 12:15			5	25	3	30
12:15 - 12:30			8	23	3	29
12:30 - 12:45			3	29	6	26
12:45 - 13:00			14	27	4	31
13:00 - 13:15			6	25	5	26
13:15 - 13:30			4	34	9	34
13:30 - 13:45			9	18	2	33
13:45 - 14:00			7	25	5	25
16:00 - 16:15			5	28	7	25
16:15 - 16:30			3	25	5	28
16:30 - 16:45			7	32	2	23
16:45 - 17:00			9	39	6	34
17:00 - 17:15			13	46	6	37
17:15 - 17:30			10	52	4	25
17:30 - 17:45			9	48	7	31
17:45 - 18:00			11	35	4	29
Total	0	0	167	769	109	740

Tabel L.4: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (selasa, 25 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	2	21	4	25		
07:15 - 07:30	5	25	2	31		
07:30 - 07:45	3	34	5	27		
07:45 - 08:00	7	26	4	23		
08:00 - 08:15	8	29	2	29		
08:15 - 08:30	5	31	3	37		
08:30 - 08:45	6	28	7	23		
08:45 - 09:00	5	30	4	29		
12:00 - 12:15	4	26	4	32		
12:15 - 12:30	7	20	3	38		
12:30 - 12:45	3	31	2	35		
12:45 - 13:00	9	37	2	43		
13:00 - 13:15	8	35	6	29		
13:15 - 13:30	5	32	7	37		
13:30 - 13:45	7	25	4	33		
13:45 - 14:00	3	26	7	39		
16:00 - 16:15	4	36	3	39		
16:15 - 16:30	5	30	5	42		
16:30 - 16:45	7	42	6	46		
16:45 - 17:00	9	49	7	43		
17:00 - 17:15	12	52	9	52		
17:15 - 17:30	11	61	5	58		
17:30 - 17:45	9	45	3	48		
17:45 - 18:00	8	33	9	37		
Total	152	804	113	875	0	0

Tabel L.5: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (selasa, 25 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	2	28			4	32
07:15 - 07:30	6	35			3	35
07:30 - 07:45	4	36			5	29
07:45 - 08:00	7	27			2	31
08:00 - 08:15	5	41			5	32
08:15 - 08:30	7	38			2	25
08:30 - 08:45	2	43			6	22
08:45 - 09:00	3	33			4	27
12:00 - 12:15	2	34			3	26
12:15 - 12:30	5	24			4	28
12:30 - 12:45	3	26			3	23
12:45 - 13:00	9	29			1	29
13:00 - 13:15	8	25			2	34
13:15 - 13:30	7	27			4	31
13:30 - 13:45	3	31			2	23
13:45 - 14:00	5	23			2	28
16:00 - 16:15	5	34			6	29
16:15 - 16:30	8	29			4	35
16:30 - 16:45	4	36			5	30
16:45 - 17:00	7	32			9	42
17:00 - 17:15	10	45			7	48
17:15 - 17:30	9	49			11	37
17:30 - 17:45	12	51			5	31
17:45 - 18:00	5	27			7	32
Total	138	803	0	0	106	739

Tabel L.6: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (selasa, 25 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			5	31	4	28
07:15 - 07:30			7	36	3	34
07:30 - 07:45			3	26	5	32
07:45 - 08:00			8	39	4	37
08:00 - 08:15			9	35	8	41
08:15 - 08:30			9	32	6	31
08:30 - 08:45			7	28	7	26
08:45 - 09:00			8	37	4	29
12:00 - 12:15			11	25	2	32
12:15 - 12:30			6	29	3	34
12:30 - 12:45			5	27	7	29
12:45 - 13:00			8	34	3	30
13:00 - 13:15			3	37	2	35
13:15 - 13:30			10	31	2	28
13:30 - 13:45			3	33	5	31
13:45 - 14:00			6	35	6	28
16:00 - 16:15			5	34	4	31
16:15 - 16:30			6	41	7	36
16:30 - 16:45			8	39	5	42
16:45 - 17:00			9	34	3	33
17:00 - 17:15			10	42	2	47
17:15 - 17:30			9	37	2	42
17:30 - 17:45			11	45	1	44
17:45 - 18:00			8	51	3	34
Total	0	0	174	838	98	814

Tabel L.7: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (rabu, 26 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	4	25	3	29		
07:15 - 07:30	3	34	2	31		
07:30 - 07:45	6	28	3	35		
07:45 - 08:00	6	29	2	34		
08:00 - 08:15	7	36	2	26		
08:15 - 08:30	8	37	1	28		
08:30 - 08:45	5	28	4	31		
08:45 - 09:00	6	30	3	35		
12:00 - 12:15	3	30	4	28		
12:15 - 12:30	6	35	2	26		
12:30 - 12:45	5	27	2	30		
12:45 - 13:00	4	25	3	26		
13:00 - 13:15	2	32	3	25		
13:15 - 13:30	5	27	2	24		
13:30 - 13:45	3	29	4	22		
13:45 - 14:00	1	33	5	19		
16:00 - 16:15	3	31	4	33		
16:15 - 16:30	5	35	6	37		
16:30 - 16:45	6	39	3	35		
16:45 - 17:00	7	42	2	32		
17:00 - 17:15	8	37	2	39		
17:15 - 17:30	5	41	4	35		
17:30 - 17:45	6	39	3	37		
17:45 - 18:00	3	40	1	31		
Total	117	789	70	728	0	0

Tabel L.8: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (rabu, 26 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	3	20			4	21
07:15 - 07:30	4	25			3	26
07:30 - 07:45	2	28			5	28
07:45 - 08:00	3	35			3	25
08:00 - 08:15	2	32			4	29
08:15 - 08:30	2	35			3	23
08:30 - 08:45	1	25			5	26
08:45 - 09:00	3	28			2	27
12:00 - 12:15	3	26			2	24
12:15 - 12:30	4	28			1	25
12:30 - 12:45	2	24			3	27
12:45 - 13:00	3	27			2	23
13:00 - 13:15	2	29			3	24
13:15 - 13:30	2	25			2	28
13:30 - 13:45	1	30			2	25
13:45 - 14:00	3	31			4	21
16:00 - 16:15	4	30			4	34
16:15 - 16:30	6	36			4	37
16:30 - 16:45	7	39			6	32
16:45 - 17:00	9	42			5	28
17:00 - 17:15	10	46			3	25
17:15 - 17:30	8	35			2	40
17:30 - 17:45	7	29			2	45
17:45 - 18:00	6	31			4	35
Total	97	736	0	0	78	678

Tabel L.9: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (rabu, 26 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			3	23	2	28
07:15 - 07:30			4	26	1	26
07:30 - 07:45			2	29	4	24
07:45 - 08:00			5	24	1	23
08:00 - 08:15			1	27	3	26
08:15 - 08:30			4	31	2	24
08:30 - 08:45			2	30	3	23
08:45 - 09:00			1	25	4	23
12:00 - 12:15			2	26	1	27
12:15 - 12:30			5	31	2	29
12:30 - 12:45			3	30	4	25
12:45 - 13:00			6	26	1	31
13:00 - 13:15			3	29	2	30
13:15 - 13:30			2	32	3	32
13:30 - 13:45			4	26	2	28
13:45 - 14:00			1	28	2	29
16:00 - 16:15			4	28	3	31
16:15 - 16:30			6	34	4	32
16:30 - 16:45			4	37	5	36
16:45 - 17:00			3	39	2	39
17:00 - 17:15			5	42	4	41
17:15 - 17:30			4	41	6	39
17:30 - 17:45			6	46	2	37
17:45 - 18:00			3	35	3	32
Total	0	0	83	745	66	715

Tabel L.10: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	4	25	6	26		
07:15 - 07:30	5	29	7	22		
07:30 - 07:45	7	33	4	32		
07:45 - 08:00	8	38	6	31		
08:00 - 08:15	4	36	6	32		
08:15 - 08:30	7	24	7	34		
08:30 - 08:45	9	27	4	23		
08:45 - 09:00	8	22	9	29		
12:00 - 12:15	7	22	4	26		
12:15 - 12:30	5	25	6	27		
12:30 - 12:45	6	26	7	20		
12:45 - 13:00	4	23	8	29		
13:00 - 13:15	6	28	6	26		
13:15 - 13:30	7	25	5	25		
13:30 - 13:45	9	27	4	22		
13:45 - 14:00	8	37	6	25		
16:00 - 16:15	9	39	5	38		
16:15 - 16:30	7	36	8	34		
16:30 - 16:45	8	33	9	31		
16:45 - 17:00	10	35	5	36		
17:00 - 17:15	6	24	9	26		
17:15 - 17:30	8	28	10	34		
17:30 - 17:45	10	35	7	39		
17:45 - 18:00	9	23	8	35		
Total	171	700	156	702	0	0

Tabel L.11: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	3	26			4	22
07:15 - 07:30	5	29			3	22
07:30 - 07:45	4	22			3	32
07:45 - 08:00	6	27			2	24
08:00 - 08:15	7	35			4	33
08:15 - 08:30	8	29			5	26
08:30 - 08:45	5	22			4	25
08:45 - 09:00	10	25			3	21
12:00 - 12:15	4	28			1	33
12:15 - 12:30	9	27			4	35
12:30 - 12:45	11	25			6	39
12:45 - 13:00	7	27			4	36
13:00 - 13:15	10	25			2	34
13:15 - 13:30	8	24			3	32
13:30 - 13:45	5	27			2	35
13:45 - 14:00	4	29			4	28
16:00 - 16:15	9	29			9	24
16:15 - 16:30	9	21			10	27
16:30 - 16:45	12	37			7	49
16:45 - 17:00	11	45			6	36
17:00 - 17:15	12	34			9	44
17:15 - 17:30	12	49			10	36
17:30 - 17:45	8	35			8	43
17:45 - 18:00	13	38			7	34
Total	192	715	0	0	120	770

Tabel L.12: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			5	25	3	20
07:15 - 07:30			7	30	5	26
07:30 - 07:45			4	29	6	35
07:45 - 08:00			8	27	4	23
08:00 - 08:15			9	42	3	25
08:15 - 08:30			5	35	6	34
08:30 - 08:45			6	21	7	36
08:45 - 09:00			8	29	3	19
12:00 - 12:15			3	19	5	17
12:15 - 12:30			5	21	4	34
12:30 - 12:45			8	20	6	29
12:45 - 13:00			4	23	3	31
13:00 - 13:15			5	24	5	30
13:15 - 13:30			7	25	8	17
13:30 - 13:45			4	22	6	22
13:45 - 14:00			3	12	3	15
16:00 - 16:15			6	25	5	27
16:15 - 16:30			9	29	9	29
16:30 - 16:45			7	28	5	22
16:45 - 17:00			12	42	8	37
17:00 - 17:15			15	43	9	39
17:15 - 17:30			14	31	6	45
17:30 - 17:45			13	30	8	33
17:45 - 18:00			9	39	7	36
Total	0	0	176	671	134	681

Tabel L.13: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (jum'at, 28 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	4	25	3	29		
07:15 - 07:30	3	34	2	31		
07:30 - 07:45	6	28	3	35		
07:45 - 08:00	6	29	2	34		
08:00 - 08:15	7	36	2	26		
08:15 - 08:30	8	37	1	28		
08:30 - 08:45	5	28	4	31		
08:45 - 09:00	6	30	3	35		
12:00 - 12:15	2	21	4	25		
12:15 - 12:30	5	25	2	31		
12:30 - 12:45	3	34	5	27		
12:45 - 13:00	7	26	4	23		
13:00 - 13:15	8	29	2	29		
13:15 - 13:30	5	31	3	37		
13:30 - 13:45	6	28	7	23		
13:45 - 14:00	5	30	4	29		
16:00 - 16:15	4	30	6	45		
16:15 - 16:30	9	35	8	57		
16:30 - 16:45	10	47	11	45		
16:45 - 17:00	12	45	14	34		
17:00 - 17:15	15	36	12	45		
17:15 - 17:30	13	40	9	43		
17:30 - 17:45	11	65	7	54		
17:45 - 18:00	8	45	5	34		
Total	168	814	123	830	0	0

Tabel L.14: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (jum'at, 28 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	2	28			4	32
07:15 - 07:30	6	35			3	35
07:30 - 07:45	4	36			5	29
07:45 - 08:00	7	27			2	31
08:00 - 08:15	5	41			5	32
08:15 - 08:30	7	38			2	25
08:30 - 08:45	2	43			6	22
08:45 - 09:00	3	33			4	27
12:00 - 12:15	6	18			3	20
12:15 - 12:30	8	27			6	31
12:30 - 12:45	5	25			5	43
12:45 - 13:00	7	41			8	52
13:00 - 13:15	11	38			5	58
13:15 - 13:30	15	44			10	64
13:30 - 13:45	9	32			4	54
13:45 - 14:00	5	29			7	46
16:00 - 16:15	3	20			4	21
16:15 - 16:30	4	25			3	26
16:30 - 16:45	2	28			5	28
16:45 - 17:00	3	35			3	25
17:00 - 17:15	2	32			4	29
17:15 - 17:30	2	35			3	23
17:30 - 17:45	1	25			5	26
17:45 - 18:00	3	28			2	27
Total	122	763	0	0	108	806

Tabel L.15: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (jum'at, 28 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			5	31	4	28
07:15 - 07:30			7	36	3	34
07:30 - 07:45			3	26	5	32
07:45 - 08:00			8	39	4	37
08:00 - 08:15			9	35	8	41
08:15 - 08:30			9	32	6	31
08:30 - 08:45			7	28	7	26
08:45 - 09:00			8	37	4	29
12:00 - 12:15			4	21	3	25
12:15 - 12:30			5	34	2	34
12:30 - 12:45			7	45	5	38
12:45 - 13:00			10	37	4	34
13:00 - 13:15			8	25	6	41
13:15 - 13:30			5	38	2	43
13:30 - 13:45			2	32	3	32
13:45 - 14:00			3	26	6	27
16:00 - 16:15			3	23	2	28
16:15 - 16:30			4	26	1	26
16:30 - 16:45			2	29	4	24
16:45 - 17:00			5	24	1	23
17:00 - 17:15			1	27	3	26
17:15 - 17:30			4	31	2	24
17:30 - 17:45			2	30	3	23
17:45 - 18:00			1	25	4	23
Total	0	0	122	737	92	729

Tabel L.16: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (sabtu, 29 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	3	25	5	27		
07:15 - 07:30	8	35	7	29		
07:30 - 07:45	13	42	14	24		
07:45 - 08:00	15	37	13	31		
08:00 - 08:15	17	43	16	38		
08:15 - 08:30	12	39	12	34		
08:30 - 08:45	14	35	9	39		
08:45 - 09:00	9	25	11	28		
12:00 - 12:15	3	30	4	28		
12:15 - 12:30	6	35	2	26		
12:30 - 12:45	5	27	2	30		
12:45 - 13:00	4	25	3	26		
13:00 - 13:15	2	32	3	25		
13:15 - 13:30	5	27	2	24		
13:30 - 13:45	3	29	4	22		
13:45 - 14:00	1	33	5	19		
16:00 - 16:15	4	26	4	32		
16:15 - 16:30	7	20	3	38		
16:30 - 16:45	3	31	2	35		
16:45 - 17:00	9	37	2	43		
17:00 - 17:15	8	35	6	29		
17:15 - 17:30	5	32	7	37		
17:30 - 17:45	7	25	4	33		
17:45 - 18:00	3	26	7	39		
Total	166	751	147	736	0	0

Tabel L.17: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (sabtu, 29 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	2	34			3	26
07:15 - 07:30	5	24			4	28
07:30 - 07:45	3	26			3	23
07:45 - 08:00	9	29			1	29
08:00 - 08:15	8	25			2	34
08:15 - 08:30	7	27			4	31
08:30 - 08:45	3	31			2	23
08:45 - 09:00	5	23			2	28
12:00 - 12:15	3	26			2	24
12:15 - 12:30	4	28			1	25
12:30 - 12:45	2	24			3	27
12:45 - 13:00	3	27			2	23
13:00 - 13:15	2	29			3	24
13:15 - 13:30	2	25			2	28
13:30 - 13:45	1	30			2	25
13:45 - 14:00	3	31			4	21
16:00 - 16:15	3	28			5	25
16:15 - 16:30	6	31			5	29
16:30 - 16:45	5	43			8	35
16:45 - 17:00	8	38			3	39
17:00 - 17:15	5	25			5	32
17:15 - 17:30	7	35			7	24
17:30 - 17:45	11	21			8	31
17:45 - 18:00	7	33			13	21
Total	114	693	0	0	94	655

Tabel L.18: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (sabtu, 29 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			11	25	2	32
07:15 - 07:30			6	29	3	34
07:30 - 07:45			5	27	7	29
07:45 - 08:00			8	34	3	30
08:00 - 08:15			3	37	2	35
08:15 - 08:30			10	31	2	28
08:30 - 08:45			3	33	5	31
08:45 - 09:00			6	35	6	28
12:00 - 12:15			5	25	3	30
12:15 - 12:30			8	23	3	29
12:30 - 12:45			3	29	6	26
12:45 - 13:00			14	27	4	31
13:00 - 13:15			6	25	5	26
13:15 - 13:30			4	34	9	34
13:30 - 13:45			9	18	2	33
13:45 - 14:00			7	25	5	25
16:00 - 16:15			2	26	1	27
16:15 - 16:30			5	31	2	29
16:30 - 16:45			3	30	4	25
16:45 - 17:00			6	26	1	31
17:00 - 17:15			3	29	2	30
17:15 - 17:30			2	32	3	32
17:30 - 17:45			4	26	2	28
17:45 - 18:00			1	28	2	29
Total	0	0	134	685	84	712

Tabel L.19: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (minggu, 30 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	Lengan B (dari arah selatan)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	4	36	3	39		
07:15 - 07:30	5	30	5	42		
07:30 - 07:45	7	42	6	46		
07:45 - 08:00	9	49	7	43		
08:00 - 08:15	12	52	9	52		
08:15 - 08:30	11	61	5	58		
08:30 - 08:45	9	45	3	48		
08:45 - 09:00	8	33	9	37		
12:00 - 12:15	7	35	9	29		
12:15 - 12:30	9	38	6	34		
12:30 - 12:45	11	35	8	39		
12:45 - 13:00	9	54	13	46		
13:00 - 13:15	15	53	7	56		
13:15 - 13:30	14	43	9	54		
13:30 - 13:45	17	57	11	53		
13:45 - 14:00	13	55	13	56		
16:00 - 16:15	3	31	4	33		
16:15 - 16:30	5	35	6	37		
16:30 - 16:45	6	39	3	35		
16:45 - 17:00	7	42	2	32		
17:00 - 17:15	8	37	2	39		
17:15 - 17:30	5	41	4	35		
17:30 - 17:45	6	39	3	37		
17:45 - 18:00	3	40	1	31		
Total	203	1022	148	1011	0	0

Tabel L.20: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (minggu, 30 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	Lengan C (dari arah barat)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15	5	34			6	29
07:15 - 07:30	8	29			4	35
07:30 - 07:45	4	36			5	30
07:45 - 08:00	7	32			9	42
08:00 - 08:15	10	45			7	48
08:15 - 08:30	9	49			11	37
08:30 - 08:45	12	51			5	31
08:45 - 09:00	5	27			7	32
12:00 - 12:15	4	30			4	34
12:15 - 12:30	6	36			4	37
12:30 - 12:45	7	39			6	32
12:45 - 13:00	9	42			5	28
13:00 - 13:15	10	46			3	25
13:15 - 13:30	8	35			2	40
13:30 - 13:45	7	29			2	45
13:45 - 14:00	6	31			4	35
16:00 - 16:15	3	20			2	32
16:15 - 16:30	5	29			5	36
16:30 - 16:45	7	39			3	33
16:45 - 17:00	6	42			7	39
17:00 - 17:15	9	52			11	47
17:15 - 17:30	12	40			9	52
17:30 - 17:45	10	43			5	43
17:45 - 18:00	8	27			7	30
Total	177	883	0	0	133	872

Tabel L.21: Data volume kendaraan pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (minggu, 30 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	Lengan D (dari arah utara)					
	LT		ST		RT	
	LV	MC	LV	MC	LV	MC
07:00 - 07:15			5	28	7	25
07:15 - 07:30			3	25	5	28
07:30 - 07:45			7	32	2	23
07:45 - 08:00			9	39	6	34
08:00 - 08:15			13	46	6	37
08:15 - 08:30			10	52	4	25
08:30 - 08:45			9	48	7	31
08:45 - 09:00			11	35	4	29
12:00 - 12:15			5	34	4	31
12:15 - 12:30			6	41	7	36
12:30 - 12:45			8	39	5	42
12:45 - 13:00			9	34	3	33
13:00 - 13:15			10	42	2	47
13:15 - 13:30			9	37	2	42
13:30 - 13:45			11	45	1	44
13:45 - 14:00			8	51	3	34
16:00 - 16:15			4	28	3	31
16:15 - 16:30			6	34	4	32
16:30 - 16:45			4	37	5	36
16:45 - 17:00			3	39	2	39
17:00 - 17:15			5	42	4	41
17:15 - 17:30			4	41	6	39
17:30 - 17:45			6	46	2	37
17:45 - 18:00			3	35	3	32
Total	0	0	168	930	97	828

Tabel L.22: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (senin, 24 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	23	11	17	17	19	13	23	9
08:00 - 09:00	28	14	15	15	17	11	21	8
12:00 - 13:00	31	15	7	7	10	7	14	5
13:00 - 14:00	25	12	8	8	9	6	18	7
16:00 - 17:00	27	13	13	13	21	14	28	11
17:00 - 18:00	30	15	15	15	18	12	30	12
Jumlah	164	80	75	75	94	63	134	52

Tabel L.23: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (senin, 24 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	30	15	15	15	23	16	20	8
08:00 - 09:00	25	12	10	10	16	11	21	8
12:00 - 13:00	27	13	8	8	7	4	14	5
13:00 - 14:00	17	8	11	11	10	7	10	4
16:00 - 17:00	39	19	21	21	19	13	23	9
17:00 - 18:00	34	17	25	25	17	11	23	9
Jumlah	172	84	90	90	92	62	111	43

Tabel L.24: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (senin, 24 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	29	14	21	21	11	7	28	11
08:00 - 09:00	31	15	17	17	13	9	25	10
12:00 - 13:00	21	10	5	5	10	7	15	6
13:00 - 14:00	19	9	8	8	9	6	13	5
16:00 - 17:00	30	15	25	25	14	9	25	10
17:00 - 18:00	35	17	32	32	21	14	29	11
Jumlah	165	80	108	108	78	52	135	53

Tabel L.25: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (selasa, 25 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	19	9	12	12	13	9	29	11
08:00 - 09:00	23	11	15	15	14	9	25	10
12:00 - 13:00	17	8	9	9	8	5	18	7
13:00 - 14:00	15	7	11	11	12	8	15	6
16:00 - 17:00	33	16	23	23	24	16	26	10
17:00 - 18:00	38	19	25	25	27	18	28	11
Jumlah	145	70	95	95	98	65	141	55

Tabel L.26: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (selasa, 25 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	32	16	13	13	18	12	27	10
08:00 - 09:00	28	14	11	11	16	11	23	9
12:00 - 13:00	18	9	7	7	10	7	15	6
13:00 - 14:00	19	9	8	8	7	4	10	4
16:00 - 17:00	29	14	18	18	22	15	28	11
17:00 - 18:00	36	18	29	29	27	18	32	12
Jumlah	162	80	86	86	100	67	135	52

Tabel L.27: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl Denai (selasa, 25 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	27	13	17	17	21	14	25	10
08:00 - 09:00	32	16	19	19	22	15	22	8
12:00 - 13:00	17	8	10	10	11	7	16	6
13:00 - 14:00	15	7	9	9	8	5	12	4
16:00 - 17:00	28	14	27	27	20	14	24	9
17:00 - 18:00	33	16	31	31	23	16	29	11
Jumlah	152	74	113	113	105	71	128	48

Tabel L.28: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (rabu, 26 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	28	14	10	10	19	13	21	8
08:00 - 09:00	31	15	12	12	23	16	25	10
12:00 - 13:00	18	9	8	8	14	9	18	7
13:00 - 14:00	14	7	11	11	10	7	14	5
16:00 - 17:00	29	14	19	19	21	14	27	10
17:00 - 18:00	34	17	23	23	25	17	32	12
Jumlah	154	76	83	83	112	76	137	52

Tabel L.29: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (rabu, 26 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	25	12	19	19	17	11	23	9
08:00 - 09:00	31	15	22	22	20	14	25	10
12:00 - 13:00	19	9	15	15	10	7	19	7
13:00 - 14:00	14	7	10	10	9	6	16	6
16:00 - 17:00	27	13	17	17	23	16	26	10
17:00 - 18:00	33	16	21	21	27	18	32	12
Jumlah	149	72	104	104	106	72	141	54

Tabel L.30: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai
– Jl. Denai (rabu, 26 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	28	14	18	18	19	13	24	9
08:00 - 09:00	30	15	20	20	23	16	27	10
12:00 - 13:00	18	9	11	11	15	10	17	6
13:00 - 14:00	17	8	10	10	12	8	14	5
16:00 - 17:00	27	13	21	21	21	14	25	10
17:00 - 18:00	32	16	27	27	25	17	25	10
Jumlah	152	75	107	107	115	78	132	50

Tabel L.31: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai
– Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	33	16	28	28	25	17	35	14
08:00 - 09:00	37	18	26	26	27	18	38	15
12:00 - 13:00	18	9	19	19	18	12	21	8
13:00 - 14:00	16	8	17	17	19	13	20	8
16:00 - 17:00	29	14	27	27	28	19	32	12
17:00 - 18:00	38	19	31	31	34	23	36	14
Jumlah	171	84	148	148	151	102	182	71

Tabel L.32: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	31	15	23	23	24	16	33	13
08:00 - 09:00	36	18	27	27	26	18	38	15
12:00 - 13:00	20	10	17	17	19	13	23	9
13:00 - 14:00	19	9	16	16	17	11	21	8
16:00 - 17:00	30	15	24	24	23	16	37	14
17:00 - 18:00	37	18	25	25	29	20	40	16
Jumlah	173	85	132	132	138	94	192	75

Tabel L.33: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (kamis, 27 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	28	14	21	21	25	17	30	12
08:00 - 09:00	32	16	26	26	30	21	35	14
12:00 - 13:00	20	10	19	19	16	11	22	8
13:00 - 14:00	17	8	17	17	14	9	21	8
16:00 - 17:00	30	15	25	25	21	14	36	14
17:00 - 18:00	37	18	31	31	26	18	41	16
Jumlah	164	81	139	139	132	90	185	72

Tabel L.34: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (jum'at, 28 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	28	14	10	10	19	13	21	8
08:00 - 09:00	31	15	12	12	23	16	25	10
12:00 - 13:00	18	9	8	8	14	9	18	7
13:00 - 14:00	14	7	11	11	10	7	14	5
16:00 - 17:00	29	14	19	19	21	14	27	10
17:00 - 18:00	34	17	23	23	25	17	32	12
Jumlah	154	76	83	83	112	76	137	52

Tabel L.35: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (jum'at, 28 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	19	9	12	12	13	9	29	11
08:00 - 09:00	23	11	15	15	14	9	25	10
12:00 - 13:00	17	8	9	9	8	5	18	7
13:00 - 14:00	15	7	11	11	12	8	15	6
16:00 - 17:00	33	16	23	23	24	16	26	10
17:00 - 18:00	38	19	25	25	27	18	28	11
Jumlah	145	70	95	95	98	65	141	55

Tabel L.36: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (jum'at, 28 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	23	11	17	17	19	13	23	9
08:00 - 09:00	28	14	15	15	17	11	21	8
12:00 - 13:00	31	15	7	7	10	7	14	5
13:00 - 14:00	25	12	8	8	9	6	18	7
16:00 - 17:00	27	13	13	13	21	14	28	11
17:00 - 18:00	30	15	15	15	18	12	30	12
Jumlah	164	80	75	75	94	63	134	52

Tabel L.37: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (sabtu, 29 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	30	15	15	15	23	16	20	8
08:00 - 09:00	25	12	10	10	16	11	21	8
12:00 - 13:00	27	13	8	8	7	4	14	5
13:00 - 14:00	17	8	11	11	10	7	10	4
16:00 - 17:00	39	19	21	21	19	13	23	9
17:00 - 18:00	34	17	25	25	17	11	23	9
Jumlah	172	84	90	90	92	62	111	43

Tabel L.38: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (sabtu, 29 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	25	12	19	19	17	11	23	9
08:00 - 09:00	31	15	22	22	20	14	25	10
12:00 - 13:00	19	9	15	15	10	7	19	7
13:00 - 14:00	14	7	10	10	9	6	16	6
16:00 - 17:00	27	13	17	17	23	16	26	10
17:00 - 18:00	33	16	21	21	27	18	32	12
Jumlah	149	72	104	104	106	72	141	54

Tabel L.39: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (sabtu, 29 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	32	16	13	13	18	12	27	10
08:00 - 09:00	28	14	11	11	16	11	23	9
12:00 - 13:00	18	9	7	7	10	7	15	6
13:00 - 14:00	19	9	8	8	7	4	10	4
16:00 - 17:00	29	14	18	18	22	15	28	11
17:00 - 18:00	36	18	29	29	27	18	32	12
Jumlah	162	80	86	86	100	67	135	52

Tabel L.40: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (minggu, 30 Juli 2023) (lengan B)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	27	13	17	17	21	14	25	10
08:00 - 09:00	32	16	19	19	22	15	22	8
12:00 - 13:00	17	8	10	10	11	7	16	6
13:00 - 14:00	15	7	9	9	8	5	12	4
16:00 - 17:00	28	14	27	27	20	14	24	9
17:00 - 18:00	33	16	31	31	23	16	29	11
Jumlah	152	74	113	113	105	71	128	48

Tabel L.41: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai – Jl. Denai (minggu, 30 Juli 2023) (lengan C)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	28	14	18	18	19	13	24	9
08:00 - 09:00	30	15	20	20	23	16	27	10
12:00 - 13:00	18	9	11	11	15	10	17	6
13:00 - 14:00	17	8	10	10	12	8	14	5
16:00 - 17:00	27	13	21	21	21	14	25	10
17:00 - 18:00	32	16	27	27	25	17	25	10
Jumlah	152	75	107	107	115	78	132	50

Tabel L.42: Data volume hambatan samping pada persimpangan Jl. Panglima Denai
 – Jl. Denai (minggu, 30 Juli 2023) (lengan D)

Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,5)	Hasil Survey	Faktor Bobot (1,0)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,7)	Hasil Survey	Faktor Bobot (0,4)
07:00 - 08:00	29	14	21	21	11	7	28	11
08:00 - 09:00	31	15	17	17	13	9	25	10
12:00 - 13:00	21	10	5	5	10	7	15	6
13:00 - 14:00	19	9	8	8	9	6	13	5
16:00 - 17:00	30	15	25	25	14	9	25	10
17:00 - 18:00	35	17	32	32	21	14	29	11
Jumlah	165	80	108	108	78	52	135	53



Gambar L.1: Kondisi arus lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal
Jl. Panglima Denai – Jl. Denai



Gambar L.2: Kondisi arus lalu lintas dari jalur Jl. Panglima Denai



Gambar L.3: Kondisi arus lalu lintas dari jalur Jl. Denai



Gambar L.4: Pengukuran lebar badan jalan di Jl. Denai



Gambar L.5: Pengukuran lebar badan jalan di Jl. Panglima Denai



Gambar L.6: Perhitungan kendaraan yang melewati Jl. Panglima Denai
(Lengan B)



Gambar L.7: Perhitungan kendaraan yang melewati Jl. Denai (Lengan C)



Gambar L.8: Perhitungan kendaraan yang melewati Jl. Panglima Denai (Lengan D)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Wahyu Permana Putra
Panggilan : Wahyu
Tempat/ Tanggal Lahir : Bandar Khalipah, 08 April 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Mesjid No. 27 Dusun XII, Desa Bdr. Khalipah
No Hp : 0813 9190 9467
Nomor Pokok Mahasiswa : 1807210071
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238

RIWAYAT PENDIDIKAN

Sekolah Dasar (SD) : SD Negeri 101767 Tembung
Sekolah Menengah Pertama (SMP) : SMP Negeri 1 Percut Sei Tuan
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) : SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan