

SKRIPSI
ANALISA TINGKAT PELAYANAN SIMPANG EMPAT PAGESANGAN
KOTA MATARAM

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

pada Program Studi Teknik Sipil



Disusun Oleh :

RAHMAT SABIL
2019D1B102

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

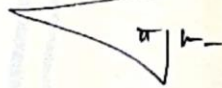
**ANALISA TINGKAT PELAYANAN SIMPANG EMPAT PAGESANGAN
KOTA MATARAM**

Disusun Oleh :

RAHMAT SABIL
2019D1B102

Mataram, 29 Januari 2024

Pembimbing I,



Titik Wahyuningsih, ST., MT.
NIDN : 0819097401

Pembimbing II



Anwar Efendy, ST., MT.
NIDN : 0811079502

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



Dr. Aji Syallendra Ubaidillah, ST., M.Sc.
NIDN. 0806027101

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

ANALISA TINGKAT PELAYANAN SIMPANG EMPAT PAGESANGAN KOTA MATARAM

Disusun Oleh :

RAHMAT SABIL
2019D1B102

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Hari/Tanggal : Senin, 29 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : TitikWahyuningsih, ST., MT.
2. Penguji II : Anwar Efendy, ST., MT.
3. Penguji III : Adryan Fitrayudha, ST., MT.

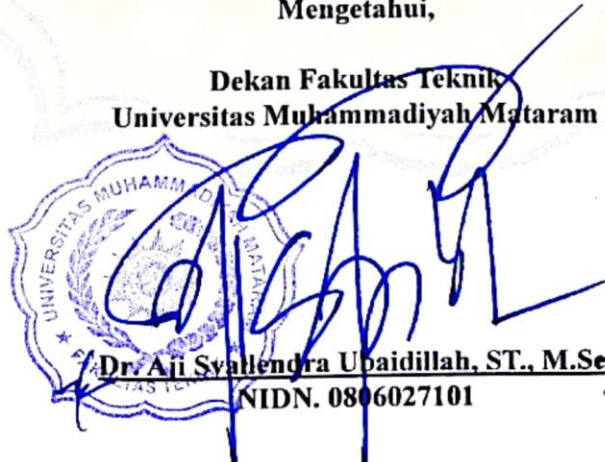
(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram


Dr. Aji Syallendra Upaidillah, ST., M.Sc.
NIDN. 0806027101

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul :

“ANALISA TINGKAT PELAYANAN SIMPANG EMPAT PAGESANGAN KOTA MATARAM”

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan saksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi

Mataram, 29 Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan



RAHMAT SABIL
2019D1B102



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmat Sabli
NIM : 2019018102
Tempat/Tgl Lahir : Bima / 24 Oktober 2001
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp : 081 236 074 011
Email : @rahmat.sabli.066@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

ANALISA TINGKAT PELAYANAN SIMPANG EMPAT PAGESANGAN KOTA MATARAM

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 318

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milih orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikain surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 13 Februari2024
Penulis



Rahmat Sabli
NIM. 2019018102

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos.,M.A.
NIDN. 0802048904



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zahrat Sabi
NIM : 2019018102
Tempat/Tgl Lahir : Bima / 24-Oktober - 2001
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 081 236 071 011
Jenis Penelitian : ☒ Skripsi ☐ KTI ☐ Tesis ☐

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

ANALISA TINGKAT PELAYANAN SIMPANG EMPAT PABESANGAN KOTA MATARAM

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 13 Februari2024

Penulis



Zahrat Sabi
NIM. 2019 018102

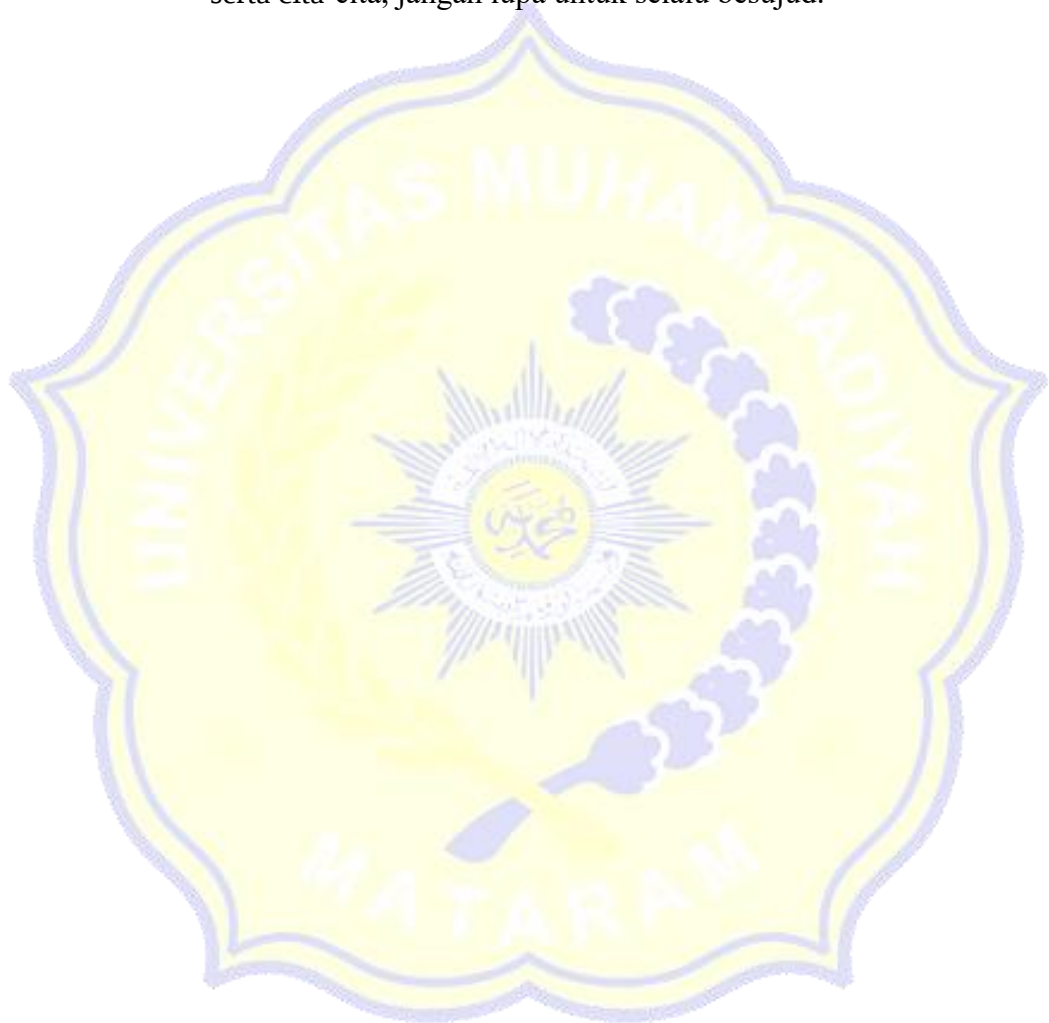
Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

“Libatkanlah Allah dalam setiap urusan kita, karena ketahuilah bahwa apa saja yang luput darimu maka tidak akan pernah menimpamu dan apa yang menimpamu maka tidak akan pernah luput darimu. Terwujud atau tidaknya impian serta cita-cita, jangan lupa untuk selalu besujud.”



PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

1. Allah Subhannahu WaTa'ala atas kehendak-nya lah skripsi ini diberikan kemudahan serta kelancaran dalam proses pengerjaanya.
2. Kedua untuk Bapa dan Ibu terkasih yang selalu mendoakan untuk anaknya yang berjuang menuntut ilmu di tanah rantau. Anakmu ini mengucapkan permohonan maaf dan ucapan terimakasih atas segala bentuk pengorbanan yang tiada tara yang diberikan sampai detik ini. Semoga dengan doa dan perjuangan bapa dan ibu anakmu ini menjadi pemuda yang sukses dan dapat membahagiakan bapa dan ibu Aamiin allahumma aamiin.
3. Untuk Dosen Pembimbing I, Bunda Titik Wahyuningsih, ST., MT dan Pembimbing II Bapa Anwar Efendy, ST., MT. Saya ucapkan terima kasih atas segala bimbingan, ilmu, arahan, dukungan dan dorongan untuk saya selalu bisa berusaha lebih berkembang, saya juga ucapkan terima kasih atas kesabaran yang diberikan selama bimbingan penyusunan skripsi ini.
4. Teman-teman Teknik Sipil yang senantiasa memberi dukungan dan membantu proses dalam pengerjaan tugas akhir ini, saya ucapkan terima kasih atas bantuannya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT. dan jujungan kita Nabi Besar Muhammad SAW atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi (tugas akhir) ini tepat pada waktunya walaupun yang sebenarnya skripsi (tugas akhir) ini masih jauh dari kesempurnaan.

kewajiban dan penyelesaian tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S-1) pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Drs. Abdul Wahab, MA. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Adryan Fitrayudha, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Titik Wahyuningsih, ST., MT selaku Dosem Pembimbing I.
5. Anwar Efendy, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Agustini Ernawati, ST., M.Tech selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga penyusunan Tugas Akhir ini bermanfaat, baik bagi penulis sendiri, rekan-rekan dan generasi Universitas Muhammadiyah Mataram dimasa yang akan datang.

Mataram, 29 Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah penduduk di Kota Mataram menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan pribadi. Pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang meningkat dapat menyebabkan kemacetan, antrian serta tundaan pada simpang terutama pada jam sibuk. Simpang Empat Pagesangan adalah simpang dengan empat lengan yang dilengkapi dengan sinyal lampu lalu lintas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan tingkat pelayanan dari Simpang Empat Pagesangan Kota Mataram dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Survei pengambilan data dilakukan pada jam pagi pukul 06.30-08.30 WITA, siang pukul 12.00-14.00 WITA, sore pukul 16.00-17.00 WITA, survey pengambilan data dilakukan pada tanggal 23,25 dan 27 November 2023.

Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode MKJI 1997 kinerja Simpang Empat Pagesangan di dapat derajat kejenuhan pada pendekat: Utara, Barat, selatan dan Timur sebesar 0,68, 0,33, 0,56 dan 0,41. Panjang antrian pada pendekat: Utara, Barat, Selatan dan Timur sebesar 120,8 m, 40 m, 112,5 m, dan 48 m. Jumlah kendaraan terhenti pada pendekat: Utara, Barat, Selatan dan Timur sebesar: 513 smp/jam, 120 smp/jm, 462 smp/jam dan 148 smp/jam. Tundaan pada pendekat: Utara, Barat, Selatan dan Timur sebesar 50,66 det/smp, 51,54 det/smp, 43,80 det/smp dan 50,65 det/smp. Dari hasil analisa di dapat tingkat pelayanan Simpang Empat Pagesangan pada pendekat Utara dan Selatan adalah C (Kondisi arus stabil tetapi pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan), pada pendekat Barat dan Timur B (Kondisi arus stabil pengemudi memiliki kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan).

Kata kunci: *simpang empat bersinyal, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, tingkat pelayanan*

ABSTRACT

The increasing population in the Mataram city has led to a rise in the number of private vehicles. The growth in the number of private vehicles can lead to congestion, queues, and delays at intersections, especially during peak hours. Pagesangan Four-Way Intersection is an intersection with four arms equipped with traffic signal lights. This study aims to determine the performance and level of service of the Pagesangan Four-Way Intersection in Mataram City using the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI 1997) method. Data collection surveys were conducted in the morning from 06:30 to 08:30 WITA noon from 12:00 to 14:00 WITA, and evening from 16:00 to 17:00 WITA, on November 23, 25, and 27, 2023. Based on the analysis using the MKJI 1997 method, the performance of the Pagesangan Four-Way Intersection yielded saturation degrees at the approaches; North, West, South, and East, of 0.68, 0.33, 0.56, and 0.41 respectively. Queue lengths at the approaches: North, West, South, and East were 120.8 m, 40 m, 112.5 m, and 48 m respectively. The number of vehicles stopped at the approaches: North, West, South, and East were 513 veh/h, 120 veh/h, 462 veh/h, and 148 veh/h respectively. Delays at the approaches: North, West, South, and East were 50.66 sec/veh, 51.54 sec/veh, 43.80 sec/veh, and 50.65 sec/veh respectively. From the analysis results, the level of service of the Pagesangan Four-Way Intersection at the North and South approaches is C (Flow condition stable but drivers are restricted in choosing speed), while at the West and East approaches it is B (Flow condition stable, drivers have sufficient freedom in choosing speed).

Keywords: *Signalized Four-Way Intersection, Saturation Degree, Queue Length, Delay, Level of Service*

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM _____
KEPALA
UPT P3B
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

Hamaira, M.Pd
NIDN. 0600048601

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ii

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI iv

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME v

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI vi

MOTTO vii

PERSEMBAHAN..... viii

KATA PENGANTAR..... ix

ABSTRAK x

ABSTRACT xi

DAFTAR ISI..... xii

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR GAMBAR..... xx

DAFTAR NOTASI..... xxi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian..... 2

1.4 Batasan Masalah..... 2

1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.1.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Ruas Jalan	6
2.2.2 Kapasitas Jalan	7
2.2.3 Kondisi Arus Lalu Lintas	7
2.2.4 Tingkat Pelayanan Jalan.....	8
2.2.5 Volume Lalu Lintas	9
2.2.6 Persimpangan	10
2.2.7 Kapasitas	11
2.2.8 Hambatan Samping	11
2.2.9 Arus Jenuh.....	13
2.2.10 Derajat Kejenuhan	18
2.2.11 Perilaku Lalu Lintas.....	18
2.2.11.1 Panjang Antrian.....	18
2.2.11.2 Kendaraan Henti	20
2.2.11.3 Tundaam.....	21
BAB III METODA PENELITIAN.....	23
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Metode Penelitian.....	27
3.4 Analisa dan Pengolahan Data.....	28
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
BAB IV ANALISIS DATA.....	31
4.1 Hasil Pengamatan.....	31
4.2 Hasil Analisa Data.....	104
4.2.1 Volume Jam Puncak Hari Kamis.....	104
4.2.2 Volume Jam Puncak Hari Sabtu	105
4.2.3 Volume Jam Puncak Hari Senin	106

4.3	Perhitungan Volume Kendaraan Menjadi smp/jam.....	108
4.4	Analisa Arus Jenuh Dasar	109
4.5	Waktu Siklus	110
4.6	Arus Jenuh.....	111
4.7	Kapasitas Jalan	115
4.8	Derajat Kejenuhan.....	116
4.9	Perilaku Lalu Lintas	117
4.9.1	Jumlah Antrian	117
4.9.2	Panjang Antrian.....	118
4.9.3	Kendaraan Henti.....	118
4.9.4	Tundaan.....	120
BAB V PENUTUP.....		122
5.1	Kesimpulan	122
5.2	Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA.....		124
LAMPIRAN.....		125

DAFTAR TABEL

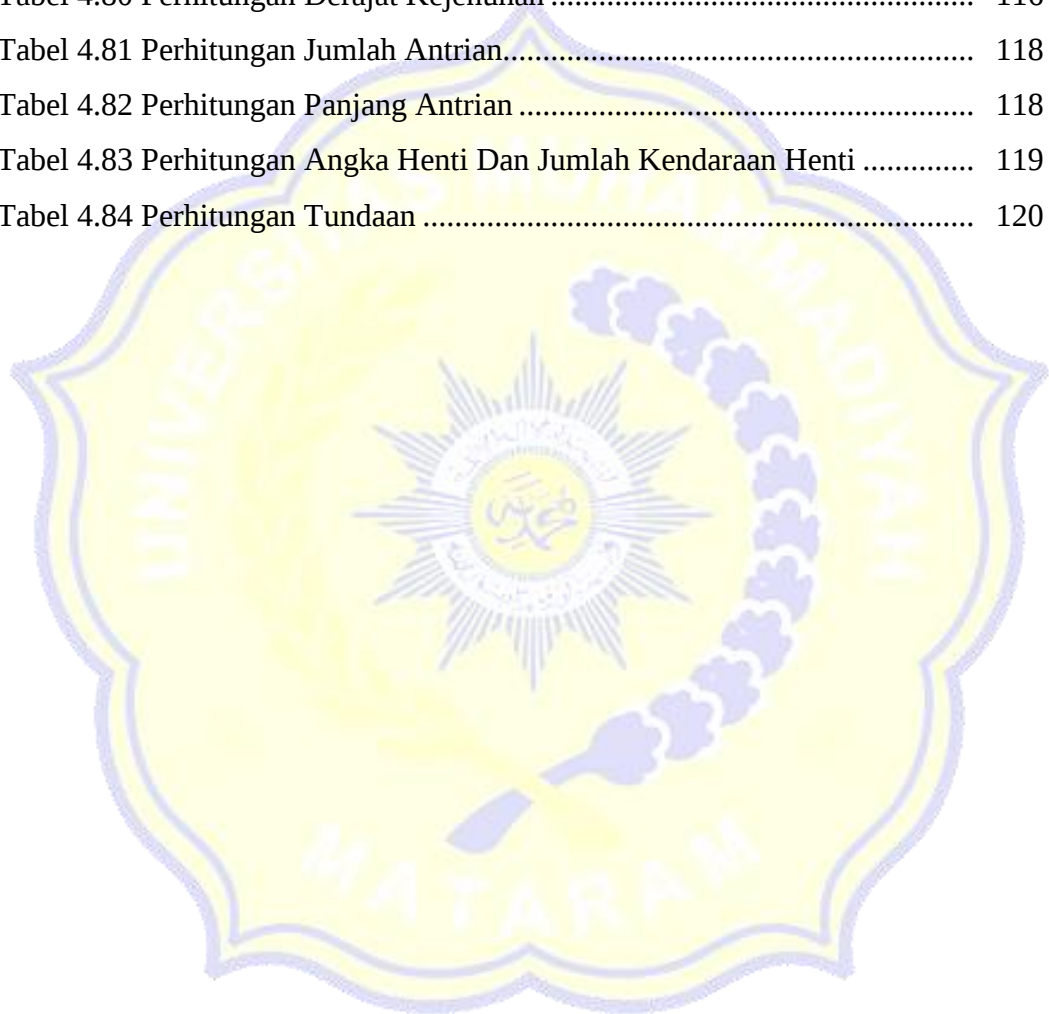
Tabel 2.1 Faktor Ekivalen Mobil Penumpang	8
Tabel 2.2 Karakteristik Tingkat Pelayanan LOS (Level Of Service)	9
Tabel 2.3 Nilai emp Untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah	10
Tabel 2.4 Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan.....	12
Tabel 2.5 Bobot kejadian untuk hambatan samping	12
Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian untuk ukuran kota	13
Tabel 2.7 Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan bermotor	14
Tabel 3.1 Gambar Alat dan Bahan dengan Fungsinya.....	26
Tabel 4.1 Data Pengamatan Volume Lalu Lintas Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Gajah Mada.....	32
Tabel 4.2 Volume Jam Puncak Arah jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Gajah Mada.....	33
Tabel 4.3 Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Sultan Kaharudin	34
Tabel 4.4 Volume Jam Puncak Arah jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Sutan Kaharudin.....	35
Tabel 4.5 Arah KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Guru Bangkol.....	36
Tabel 4.6 Volume Jam Puncak Arah jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Guru Bangkol	37
Tabel 4.7 Arah Jalan Sutan Kaharudin ke Jalan Guru Bangkol.....	38
Tabel 4.8 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sutan Kaharudin ke Jalan Guru Bangkol	39
Tabel 4.9 Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	40
Tabel 4.10 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sutan Kaharudin ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	41
Tabel 4.11 Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan Gajah Mada.....	42
Tabel 4.12 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sutan Kaharudin ke Jalan Gajah Mada.....	43

Tabel 4.13 Tabel 4.13 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Sultan Kaharudin .	44
Tabel 4.14 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Sultan Kaharudin.....	45
Tabel 4.15 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan KH. Ahmad Dahlan.....	46
Tabel 4.16 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	47
Tabel 4.17 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Gajah Mada	48
Tabel 4.18 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Gajah Mada.....	49
Tabel 4.19 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan KH. Ahmad Dahlan.....	50
Tabel 4.20 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	51
Tabel 4.21 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Sultan Kaharudin.....	52
Tabel 4.22 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Sultan Kaharudin.....	53
Tabel 4.23 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Guru Bangkol.....	54
Tabel 4.24 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Guru Bangkol	55
Tabel 4.25 Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Gajah Mada.....	56
Tabel 4.26 Volume Jam Puncak Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Gajah Mada	57
Tabel 4.27 Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Sultan Kaharudin	58
Tabel 4.28 Volume Jam Puncak Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Sultan Kaharudin.....	59
Tabel 4.29 Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Guru Bangkol.....	60
Tabel 4.30 Volume Jam Puncak Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Guru Bangkol	61
Tabel 4.31 Arah Jalan Jalan Sutan Kaharudin ke Jalan Guru Bangkol	62
Tabel 4.32 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan Guru Bangkol	63
Tabel 4.33 Arah Jalan Sutan Kaharudin ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	64

Tabel 4.34 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	65
Tabel 4.35 Arah Jalan Sutan Kaharudin ke Jalan Gajah Mada.....	66
Tabel 4.36 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan Gajah Mada	67
Tabel 4.37 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Sultan Kaharudin.....	68
Tabel 4.38 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Sultan Kaharudin.....	69
Tabel 4.39 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan KH. Ahmad Dahlan.....	70
Tabel 4.40 Volume Jam Puncak Arah Jalan Jalan Guru Bangkol ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	71
Tabel 4.41 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Gajah Mada	72
Tabel 4.42 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Gajah Mada.....	73
Tabel 4.43 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan KH. Ahmad Dahlan.....	74
Tabel 4.44 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	75
Tabel 4.45 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Sultan Kaharudin.....	76
Tabel 4.46 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Sultan Kaharudin.....	77
Tabel 4.47 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Guru Bangkol	78
Tabel 4.48 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Guru Bangkol	79
Tabel 4.49 Arah Jalan Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Gajah Mada	80
Tabel 4.50 Volume Jam Puncak Arah Jalan Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Gajah Mada	81
Tabel 4.51 Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Sultan Kaharudin	82
Tabel 4.52 Volume Jam Puncak Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Sultan Kaharudin.....	83
Tabel 4.53 Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Guru Bangkol.....	84

Tabel 4.54 Volume Jam Puncak Arah Jalan KH. Ahmad Dahlan ke Jalan Guru Bangkol.....	85
Tabel 4.55 Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan Guru Bangkol.....	86
Tabel 4.56 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan Guru Bangkol	87
Tabel 4.57 Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	88
Tabel 4.58 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	89
Tabel 4.59 Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan Gajah Mada.....	90
Tabel 4.60 Volume Jam Puncak Arah Jalan Sultan Kaharudin ke Jalan Gajah Mada	91
Tabel 4.61 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Sultan Kaharudin.....	92
Tabel 4.62 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Sultan Kaharudin.....	93
Tabel 4.63 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan KH. Ahmad Dahlan.....	94
Tabel 4.64 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	95
Tabel 4.65 Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Gajah Mada.....	96
Tabel 4.66 Volume Jam Puncak Arah Jalan Guru Bangkol ke Jalan Gajah Mada.....	97
Tabel 4.67 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan KH. Ahmad Dahlan.....	98
Tabel 4.68 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan KH. Ahmad Dahlan	99
Tabel 4.69 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Sultan Kaharudin.....	100
Tabel 4.70 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Sultan Kaharudin.....	101
Tabel 4.71 Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Guru Bangkol.....	102
Tabel 4.72 Volume Jam Puncak Arah Jalan Gajah Mada ke Jalan Guru Bangkol	103
Tabel 4.73 Perhitungan Arus Jenuh Dasar	110
Tabel 4.74 Perhitungan waktu hijau.....	110

Tabel 4.75 Perhitungan Faktor Penyesuaian Parkir	112
Tabel 4.76 Nilai Faktor Penyesuaian Hambatan Samping.....	112
Tabel 4.77 Perhitungan Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT) dan Faktor Penyesuaian Belok Kanan.....	114
Tabel 4.78 Perhitungan hasil arus jenuh	114
Tabel 4.79 Kapasitas Jalan.....	115
Tabel 4.80 Perhitungan Derajat Kejenuhan	116
Tabel 4.81 Perhitungan Jumlah Antrian.....	118
Tabel 4.82 Perhitungan Panjang Antrian	118
Tabel 4.83 Perhitungan Angka Henti Dan Jumlah Kendaraan Henti	119
Tabel 4.84 Perhitungan Tundaan	120



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian	15
Gambar 2.2 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek	15
Gambar 2.3 Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kanan	16
Gambar 2.4 Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kiri	17
Gambar 2.5 Perhitungan jumlah antrian	20
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Site Plane Lokasi Survey.....	24
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian.....	31

DAFTAR NOTASI



C	: Kapasitas (smp/jam)
c	: Waktu Siklus
CS	: Ukuran Kota
D	: Tundaan
DG	: Tundaan Geometri
DS	: Derajat Kejenuhan
DT	: Tundaan Lalu Lintas
emp	: Ekvivalen Kendaraan Penumpang
Fcs	: Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
F _G	: Faktor Kelandaian Jalan
F _{LT}	: Faktor Penyesuaian Belok Kiri
F _P	: Faktor Penyesuaian Parkir
F _{RT}	: Faktor Penyesuaian Belok Kanan
F _{SF}	: Faktor Penyesuaian Tipe Jalan dan Hambatan Samping
GR	: Rasio Hijau
g	: Waktu Hajar
L _P	: Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama
LOS	: Tingkat Pelayanan
LTI	: Waktu Hilang
LV	: Kendaraan Ringan
MC	: Sepeda Motor
NS	: Angka Henti
NQ1	: Jumlah smp Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya
NQ2	: Jumlah smp Yang Tersisa Dari Fase Merah
NQ _{max}	: Antrian Maksimum
N _{SV}	: Jumlah Kendaraan Henti
N _{Stot}	: Tota Angka Henti
P _{LT}	: Rasio Kendaraan Belok Kiri
P _{RT}	: Rasio Kendaraan Belok Kanan

P_{SV}	: Rasio Kendaraan Terhenti
P_T	: Rasio Kendaraan Berbelok Pada Pendekat
P_{UM}	: Rasio Kendaraan Tak Bermotor
Q	: Arus Lalu Lintas
QL	: Panjang Antrian
Q_{LT}	: Jumlah Arus Yang Belok Kiri Pada Setiap Pendekat
Q_{RT}	: Jumlah Arus Yang Belok Kanan Pada Setiap Pendekat
Q_{TOT}	: Jumlah Total Arus Pada Tiap Pendekat
S_{mp}	: Satuan Mobil Penumpang
S	: Arus Jenuh
S_o	: Arus Jenuh Dasar
UM	: Kendaraan Tak Bermotor
W_A	: Lebar Pendekat
W_e	: Lebar Efektif



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Lombok merupakan salah satu wilayah yang mempunyai daya tarik dalam segi pariwisata dan budaya. Hal ini dapat memikat para pendatang untuk sekedar berkunjung atau tinggal dalam waktu yang lama. Kota Mataram menjadi ibu kota dari provinsi Nusa Tenggara Barat, dimana kota Mataram menjadi salah satu pusat perekonomian. Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat (BPS Provinsi NTB) mencatat pertumbuhan penduduk kota mataram dari tahun 2021-2022 mengalami peningkatan tiap tahunnya, dimana pada tahun 2021 jumlah penduduk kota mataram berjumlah 433.073 jiwa, dan pada tahun 2022 sejumlah 437.162 jiwa. Seiring pertumbuhan penduduk dan pendatang dari luar kota yang tiap tahunnya semakin meningkat, berdampak pada tingginya kebutuhan akan pelayanan transportasi dan meningkatnya jumlah kendaraan pribadi. Hal ini membuat problematika pada transportasi berupa kemacetan, antrian serta tundaan pada simpang dan ruas jalan di kota mataram terutama pada saat jam puncak/jam sibuk.

Persimpangan jalan adalah tempat dimana ruas jalan bertemu dan lintas arus kendaraan berpotongan. Pada umumnya persimpangan jalan khususnya di jalan utama harus melayani arus lalu lintas yang cukup besar. Persimpangan harus dilengkapi dengan pengaturan lalu lintas karena menjadi hal yang paling penting dalam pergerakan lalu lintas secara menyeluruh pada jaringan jalan. Persimpangan jalan harus beroperasi secara maksimal, ketika persimpangan mengalami gangguan akan menyebabkan sistem transportasi menjadi kurang efektif dan efisien.

Simpang 4 Pagesangan adalah simpang empat bersinyal dengan empat lengan yang dilengkapi dengan sinyal lampu lalu lintas. Simpang yang terletak di kota Mataram menghubungkan 4 Jalan yaitu Jalan KH.Ahmad Dahlan, dan Jalan Gajah Mada yang merupakan jalur utama ke pusat kota, Jalan Guru Bangkol dan Jalan Sultan Kaharudin merupakan jalan penghubung perumahan, kawasan sekolah, dan kawasan bisnis. Pendekat Selatan (Jl.KH Ahmad Dahlan), pendekat Utara (Jl.Gajah Mada) dan pendekat Timur (Jl.Guru Bangkol) simpang 4 pagesangan pada saat jam

sibuk memiliki tingkat pertumbuhan lalu lintas yang begitu cepat, mengakibatkan sering terjadinya kemacetan serta tundaan yang berpengaruh pada tingkat pelayanan simpang. Pada pendekatan Barat (Jl.Sultan Kaharudin) tingkat pertumbuhan lalu lintas tidak begitu besar.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan Analisa Tingkat Pelayanan pada Simpang 4 Pagesangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang tertera, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kinerja simpang 4 Pagesangan?
2. Berapakah tingkat pelayanan simpang 4 Pagesangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu:

1. Untuk mengetahui kinerja simpang 4 Pagesangan
2. Untuk mengetahui tingkat pelayanan simpang 4 Pagesangan

1.4 Batasan Masalah

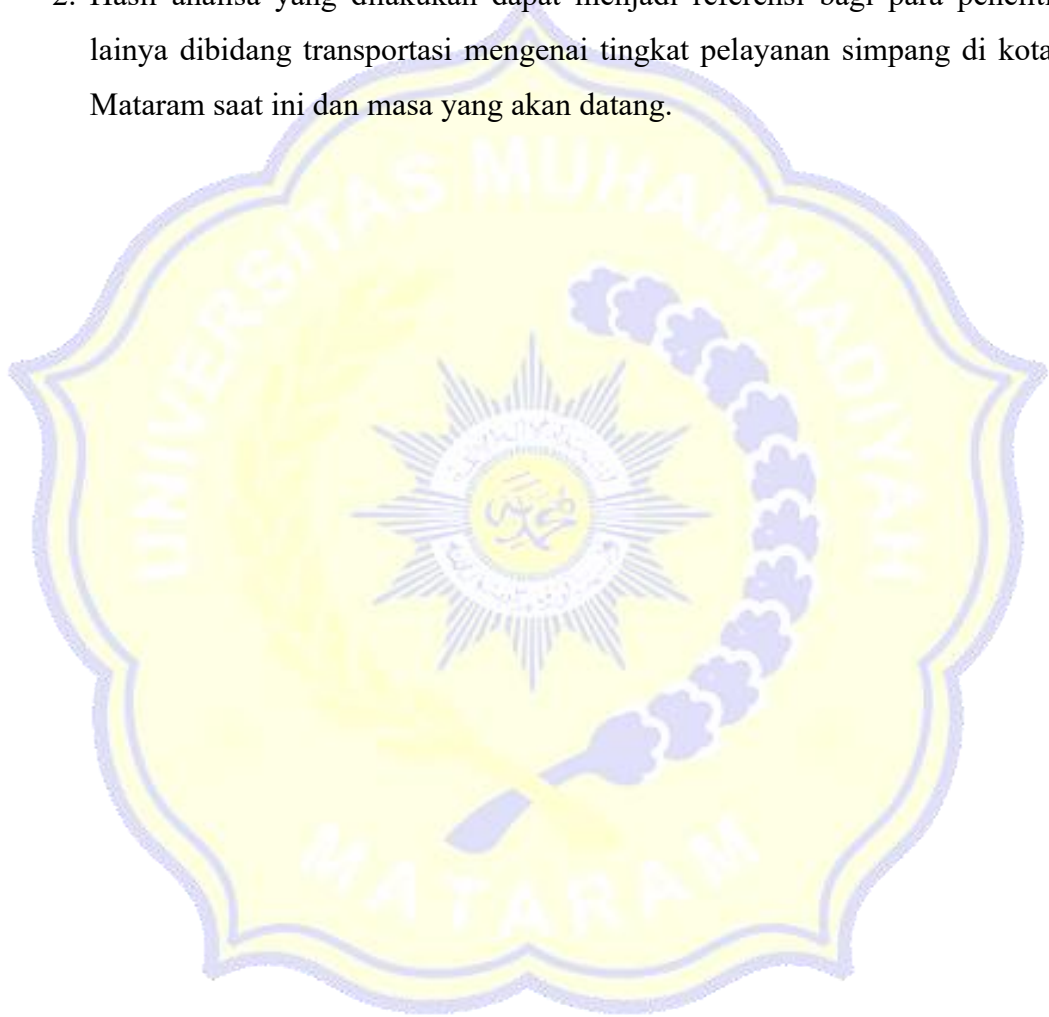
Agar penelitian lebih terfokus, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi studi simpang yang diambil adalah simpang 4 Pagesangan kota Mataram.
2. Kondisi kapasitas simpang sesuai dengan yang ada sekarang (kondisi eksisting).
3. Volume lalu lintas berdasarkan jam mulai kerja, jam istirahat dan jam pulang kerja
4. Ukuran kinerja simpang yang diteliti meliputi: Tingkat pelayanan simpang, Derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti dan tundaan.
5. Pengolahan data menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi Dinas Perhubungan Kota Mataram sebagai bahan masukan mengenai tingkat pelayanan simpang bersinyal pada simpang 4 Pagesangan.
2. Hasil analisa yang dilakukan dapat menjadi referensi bagi para peneliti lainnya dibidang transportasi mengenai tingkat pelayanan simpang di kota Mataram saat ini dan masa yang akan datang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sejenis yang dilakukan sebelumnya sebagai berikut:

1. Andi Marjuanto (2020), dengan judul Analisa Tingkat Pelayanan Simpang Empat Bersinyal Jalan Langko Kota Mataram menggunakan metode MKJI 1997. Hasil penelitiannya adalah tingkat pelayanan yang terjadi di ruas jalan langko adalah A, dimana kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.
2. Arief Budiman, Dwi Esti Intari, dan Lestari Sianturi (2016), dengan judul Analisa Kpasitas Dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Plima menggunakan metode MKJI 1997. Hasil Analisa Simpang Bersinyal Pada Simpang Palima yaitu tingkat pelayanan pada Simpang Palima termasuk ke dalam tingkat pelayanan E
3. Iqbal, Sugiarto, M. Isya (2017), dengan judul Kinerja Dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pada Simpang Remi Kota Langsa menggunakan metode MKJI 1997 dan VISSIM. Hasil penelitiannya adalah Kinerja yang didapat pada Simpang Remi pada kondisi eksisting yaitu untuk tundaan dengan metode MKJI adalah 32detik/smp sedangkan dengan perangkat lunak VISSIM 6.02 adalah 33detik/smp dengan Tingkat Pelaynan yang dihasilkan untuk kedua metode adalah D.
4. Agung Budi Sanjaya (2020), dengan judul Analisi dan Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi kasus: Simpang Empat Bersinyal Koronggahan, Trihanggo, Kec. Gamping, Kab. Sleman, Yogyakarta) menggunakan metode MKJI 1997. Hasil penelitiannya adalah besarnya nilai tundaan total pada simpang empat bersinyal Kronggohan mencapai angka 73,35 det/smp. Dimana simpang masuk dalam kategori pelayanan F.

5. Oyi Febri Suryaningsih, Hermansyah, Eti Kurniati (2020), dengan judul Analisi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi kasus: Jalan Hasanudin – Jalan Kamboja, Sumbawa Besar) menggunakan metode MKJI 1997. Hasil penelitiannya adalah diperoleh tingkat pelayanan simpang berada pada level C (arus stabil tetapi kecepatan dibatasi)



2.2 Landasan Teori

2.2.1 Ruas Jalan

Ruas jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah. Menurut MKJI (1997) ruas jalan meliputi badan jalan, trotoar, drainase dan perlengkapan jalan yang terkait, seperti rambu lalu lintas, lampu penerangan, marka jalan, median dan lain-lain. Jalan memiliki karakteristik geometrik antara lain:

1. Tipe jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja yang berbeda-beda baik dilihat secara pembebanan lalu lintas tertentu. Misanya jaan terbagi dan jalan tak terbagi, jalan satu arah.

2. Lebar jalur lalu lintas

Menurut MKJI 1997, lebar jalan untuk keperluan lalu lintas berupa perkerasan dan dapat dibagi beberapa lajur.

3. Bahu jalan

Menurut Sukirman (1994) bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Kecepatan dan kapasitas jalan akan meningkat bila lebar bahu jalan semakin lebar.

4. Trotoar dan Kereb

Trotoar adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khususnya dipergunakan untuk pejalan kaki (*pedestrian*). Sedangkan Kereb menurut MKJI (1997) merupakan batas antara jalur lalu lintas dan trotoar yang berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan.

5. Median jalan

Adalah suatu pemisah fisik jalur lalu lintas yang berfungsi untuk menghilangkan konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan, sehingga akan meningkatkan keselamatan lalu lintas.

6. Alinyemen jalan

Alinyemen jalan adalah faktor utama untuk menentukan tingkat aman dan efisiensi didalam memenuhi kebutuhan lalu lintas. Alinyemen jalan dipengaruhi oleh topografi, karakter lalu lintas dan fungsi jalan. Lengkungan horizontal dengan jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas, tanjakan yang curam juga mengurangi kecepatan arus bebas karena secara umum kepadatan arus bebas di daerah perkotaan adalah rendah maka pengaruh ini diabaikan (MKJI 1997).

2.2.2 Kapasitas Jalan

Menurut Munawar (2006), kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan. Kapasitas jalan dipengaruhi oleh beberapa kondisi yang ada yaitu :

1. Sifat fisik jalan seperti lebar, jumlah dan tipe persimpangan, alinyemen dan kondisi permukaan.
2. Komposisi lalu lintas atau proporsi berbagai tipe kendaraan dan kemampuan kendaraan.
3. Kondisi lingkungan dan operasi dilihat dari cuaca, tingkat aktivitas pejalan kaki.

2.2.3 Kondisi Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah unsur lalu lintas yang melalui suatu titik per satuan waktu (contoh: kebutuhan lalu lintas kend/jam, smp/jam) atau LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan). Menurut MKJI (1997) semua arus lalu lintas (per arah dan lokasi) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekuivalen mobi penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan yang dikategorikan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Kendaraan Ringan LV (*Light Vehicle*)

Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2-3 meter (meliputi: mobil penumpang, mobil sedan, minibus, pick-up, jeep dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

2. Kendaraan Berat HV (*Heavy Vehicle*)

Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda dengan jarak as lebih dari 3,5 meter (meliputi: bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

3. Speda Motor MC (*Motor Cycle*)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: speda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

4. Kendaraan tidak bermotor UM (*Unmotor Cycle*)

Kendaraan dengan roda yang digerakan oleh orang atau hewan (meliputi: speda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai kalsifikasi binamarga).

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri QLT , lurus QST dan belok kanan QRT) di konversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekuivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan yang terdapat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Faktor Ekuivalen Mobil Penumpang Jenis Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Emp untuk tiap pendekatan	
		Terlindung	Terlawan
1	Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
2	Kendaraan Berat (HV)	1,2	1,3
3	Speda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)*

Gerakan belok kiri pada sinyal merah (LTOR) diijinkan jika mempunyai lebar pendekatan yang cukup, sehingga dapat melintas pada kendaraan yang lurus dan belok kanan.

2.2.4 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan atau LOS (*Level of Service*) satu alat yang digunakan untuk mendeskripsikan kondisi eksisting fasilitas dan menilai pelayanan dari infrastruktur dan perlengkapan jalan.

Menurut (MKJI 1997), perilaku lalu lintas diwakili oleh tingkat pelayanan LOS (*Level of Service*) yaitu ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan. Tingkat pelayanan LOS (*Level of Service*) di klasifikasikan pada Tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Karakteristik Tingkat Pelayanan LOS (Level Of Service)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik-karakteristik	Derajat Kejenuhan (DS)
A	Arus bebas ; volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.	0,00 - 0,20
B	Arus stabil ; kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan luar kota.	0,20 - 0,44
C	Arus stabil ; tetapi kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan perkotaan.	0,45 - 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil ; kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil.	0,75 - 0,84
E	Berbeda - beda terkadang berhenti, volume mendekati kapasitas.	0,85 - 1,00
F	Rendah, volume dibawah kapasitas, antrian panjang, dan terjadi hambatan - hambatan yang besar.	>1,00

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

2.2.5 Volume Lalu Lintas

Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melalui suatu titik dalam satuan waktu hari, jam, menit. Menurut MKJI (1997), disampaikan bahwa volume lalu lintas adalah jumlah

kendaraan bermotor melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, yang dapat dinyatakan dalam kendaraan/jam (Q kend), smp/jam (Q smp). Volume lalu lintas yang biasa dipergunakan adalah Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) ditunjukkan pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Nilai emp Untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah

TIPE JALAN : JALAN SATU ARAH DAN JALAN TERBAGI	ARUS LALU LINTAS PERJALUR (KEND/JAM)	Emp	
		HV	MC
Dua Lajur Satu Arah (2/1) dan Empat Lajur terbagi (4/2D)	0 ≥ 1050	1,3	0,40
		1,2	0,25
Tiga Lajur Satu Arah (3/1) Dan Enam Lajur Terbagi (6/2D)	0 ≥ 1100	1,3	0,40
		1,2	0,25

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

2.2.6 Persimpangan

Simpang merupakan bagian dari sistem jaringan pada jalan, pada daerah perkotaan biasanya banyak memiliki simpang yang dipergunakan untuk memudahkan pengguna jalan dalam menentukan arah perjalanan agar efisien dan mempersingkat waktu perjalanan.

Berdasarkan MKJI (1997), persimpangan adalah pertemuan dua jalan atau lebih yang bersilangan. Umumnya simpang terdiri dari simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal, dimana simpang bersinyal merupakan persimpangan jalan yang pergerakan atau arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal untuk melewati persimpangan secara bergantian. Sedangkan simpang tak bersinyal merupakan pertemuan jalan yang tidak menggunakan sinyal pada pengaturan jalan yang tersedia.

Ukuran-ukuran kinerja berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan, dan lalu lintas dengan metoda yang diuraikan adalah:

a. Kapasitas

Kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satuan jam.

b. Derajat kejenuhan

Rasio lalu lintas terhadap kapasitas, yang diinginkan secara faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan.

c. Tundaan

Adalah waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu simpang.

d. Peluang antrian

Adalah terjadinya antrian yang terjadi sepanjang pendekatan.

2.2.7 Kapasitas

Menurut MKJI (1997), kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Kapasitas simpang dapat dihitung dengan persamaan (2-1) berikut:

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (2-1)$$

Dengan keterangan:

C : Kapasitas Simpang (smp/jam)

S : Arus Jenuh (smp/jam)

g : Waktu Hijau (det)

c : Waktu Siklus yang Ditentukan (det)

2.2.8 Hambatan Samping

Banyaknya aktivitas samping jalan di Indonesia sering menimbulkan konflik, kadang-kadang besar pengaruhnya terhadap arus lalu lintas. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), hambatan samping adalah dampak terhadap jalan lalu lintas dari aktivitas samping segmen jalan, seperti:

1. Pejalan kaki yang berjalan atau menyebrang sepanjang segmen jalan.
2. Angkutan umum serta kendaraan lain yang berhenti dan parker.
3. Kendaraan bermotor yang keluar masuk dari/kelahan samping/sisi jalan.
4. Arus kendaraan yang bergerak lambat.

Apabila tidak terdapat data rinci mengenai jumlah kejadian hambatan samping, maka kelas hambatan samping dapat ditentukan sesuai Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Kelas hambatan samping dan ebar bahu pada kapasitas jalan perkotaan dengan bahu dapat dilihat pada Tabel 2.9 dan bobot kejadian untuk hambatan samping pada tabel 2.10.

Tabel 2.4 Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan

Frekwensi berbobot kejadian 200 m per jam	Simbol	Kelas hambatan samping	
A	B	C	D
< 100	Daerah permukiman; jalan samping tersedia.	Sangat rendah	VL
100 – 299	Daerah permukiman; beberapa angkutan umum dsb.	Rendah	L
300 – 499	Daerah industri; beberapa toko sisi jalan.	Sedang	M
500 – 899	Daerah komersial; aktivitas sisi jalan tinggi.	Tinggi	H
> 900	Daerah komersial; aktivitas pasar sisi jalan.	Sangat tinggi	VH

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Tabel 2.5 Bobot kejadian untuk hambatan samping

Pejalan kaki	Kendaraan Umum atau kendaraan lain berhenti	Kendaraan Masuk atau keluar sisi jalan	Kendaraan Lambat
0,5	1,0	0,7	0,4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

2.2.9 Arus Jenuh

Untuk metode MKJI (1997), arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) untuk keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya. Untuk menentukan arus jenuh dapat menggunakan persamaan (2-2):

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (2-2)$$

Dengan keterangan:

S_0 : Arus jenuh dasar, untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e). Dimana:

$$S_0 = 600 \times W_e$$

F_{CS} : Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan jumlah penduduk

F_{SF} : Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan dan hambatan samping

F_G : Faktor kelandaian jalan

F_P : Faktor penyesuaian parkir

F_{RT} : Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} : Faktor penyesuaian belok kiri

Tabel 2.6 Penyesuaian untuk ukuran kota (F_{CS})

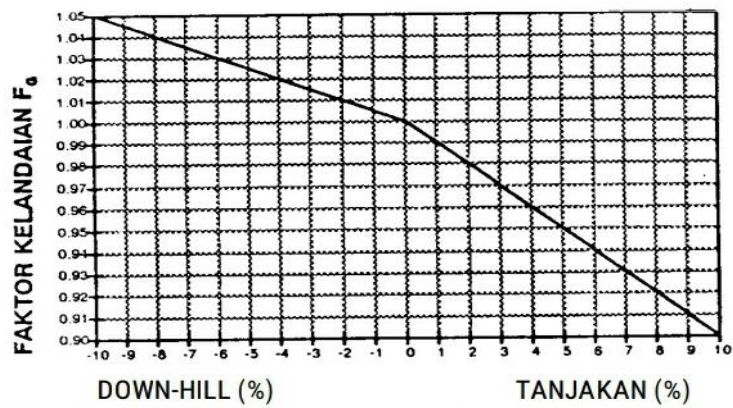
Ukuran Kota (Juta Penduduka)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
>3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Tabel 2.7 Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan bermotor (F_{SF})

Lingkungan jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan Terlindung	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
			0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan Terlindung	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
			0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan Terlindung	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
			0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan Terlindung	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
			0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan Terlindung	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
			0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan Terlindung	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
			0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang /Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

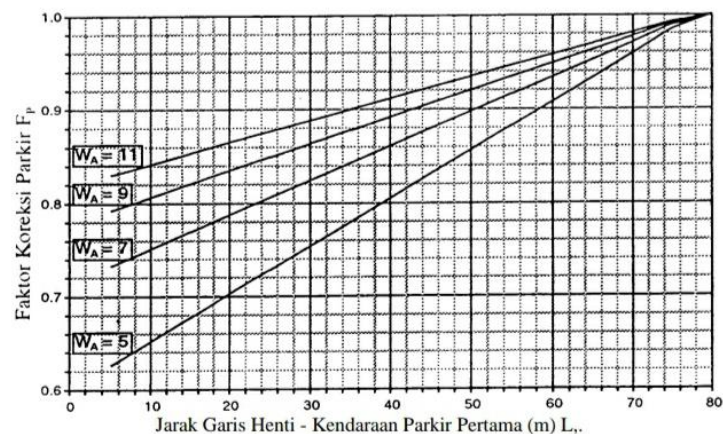
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)



Gambar 2.1 Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G)

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Gambar 2.1 Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G) untuk kelandaian 0% faktor penyesuaian kelandaian (F_G) adalah 1.



Gambar 2.2 Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek (F_P)

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek (F_P) yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau. F_P dapat dihitung dengan persamaan (2-3):

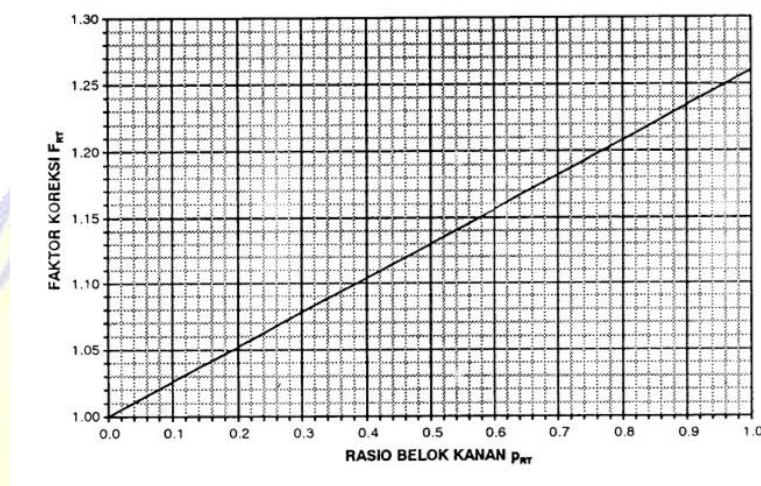
$$F_p = [L_p/3 - (WA - 2) \times (L_p/3 - g)/WA]/g \quad (2-3)$$

Di mana:

L_p : Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)
(atau panjang dari lajur pendek).

WA : Lebar pendekat (m).

g : Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).



Gambar 2.3 Faktor penyesuaian untuk belok kanan (F_{RT}) hanya berlaku untuk pendekat tipe P, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}), ditentukan sebagai fungsi rasio kendaraan belok kanan (P_{RT}). Pada jalan dua arah tanpa median, kendaraan belok-kanan dari arus berangkat terlindung (pendekat tipe P) mempunyai kecenderungan untuk memotong garis tengah jalan sebelum melewati garis henti ketika menyelesaikan belokannya. Selain menggunakan grafik diatas F_{RT} juga dapat dihitung menggunakan persamaan (2- 4):

$$P_{RT} = Q_{RT} / Q_{TOT} \quad (2- 4)$$

Dengan:

P_{RT} : Presentase belok kanan

Q_{RT} : Jumlah arus yang belok kanan pada setiap pendekat (smp/jam)

Q_{TOT} : Jumlah total arus pada tiap pendekat

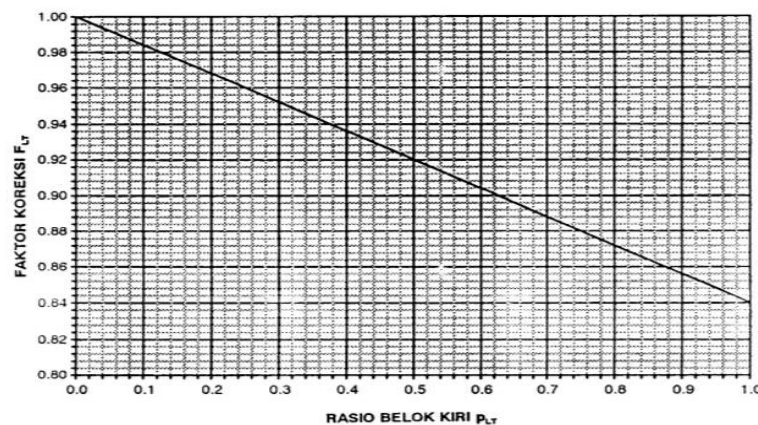
rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh. F_{RT} dapat dihitung dengan persamaan (2-5):

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \quad (2-5)$$

Dengan:

F_{RT} : Faktor penyesuaian belok kanan

P_{RT} : Rasio kendaraan belok kanan



Gambar 2.4 Faktor penyesuaian untuk belok kiri (F_{LT}) hanya berlaku untuk pendekat tipe P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa penyediaan belok kiri langsung, kendaraan-kendaraan belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat-pendekat terlawan (tipe 0) pada umumnya lebih lambat, maka tidak diperlukan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri. F_{LT} dapat dihitung dengan persamaan (2-6):

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \quad (2-6)$$

Dengan:

F_{LT} : Faktor penyesuaian belok kiri

P_{LT} : rasio belok kiri

Selain menggunakan grafik diatas F_{LT} juga dapat dihitung menggunakan persamaan (2-7):

$$P_{LT} = Q_{LT} / Q_{TOT} \quad (2-7)$$

Dengan:

P_{LT} : Presentase belok kiri

Q_{LT} : Jumlah arus yang belok kiri pada setiap pendekat (smp/jam)

Q_{TOT} : Jumlah total arus pada tiap pendekat

2.2.10 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan (DS) menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Untuk menghitung derajat kejenuhan pada suatu ruas jalan perkotaan menggunakan persamaan (2-8):

$$DS = Q/C \quad (2-8)$$

dengan:

DS: Derajat kejenuhan

Q: Arus maksimum (smp/jam)

C: Kapasitas (smp/jam)

2.2.11 Perilaku Lalu Lintas

Dalam menentukan perilaku lalu lintas pada persimpangan bersinyal dapat ditentukan berdasarkan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

2.2.11.1 Panjang Antrian

Untuk menghitung jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya digunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dengan menggunakan persamaan (2-9):

Untuk $DS > 0.5$: (2-9)

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

Untuk $DS < 0.5$: $NQ_1 = 0$

Dengan:

NQ_1 : jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS : derajat kejenuhan

C : kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (S x GR)

- a) Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dapat dihitung dengan persamaan (2-10):

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (2-10)$$

Dengan:

NQ_2 = jumlah smp yang tersisa dari fase merah

DS : derajat kejenuhan

G : rasio hijau (g/c)

c : waktu siklus

Q_{masuk} : arus lalu lintas pada tempat masuk di luar LTOR

- b) Panjang antrian (QL) dengan mengalikan NQ_{max} dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ($20m^2$) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Untuk menentukan nilai NQ_{max} dalam smp terdapat pada gambar 2.5

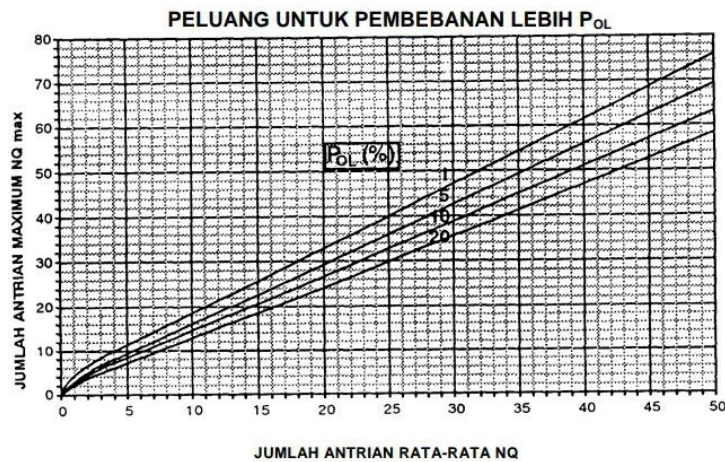
$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \quad (2-11)$$

Dengan:

QL : panjang antrian

NQ_{max} : antrian maksimum

W_{masuk} : lebar masuk



Gambar 2.5 Perhitungan jumlah antrian (NQmax) dalam Smp

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)*

2.2.11.2 Kendaraan Henti

- a) Angka henti (NS) masing-masing pendekat didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp. NS adalah fungsi dari NQ dibagi dengan waktu siklus dihitung dengan persamaan (2-12):

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (2-12)$$

Denga:

c : waktu siklus

Q : arus lalu lintas

- b) Angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend/jam dengan persamaan (2-13):

$$NStot = \frac{\sum Nsv}{Qtot} \quad (2-13)$$

Dengan:

NStot : total angka henti

Nsv : rasio kendaraan terenti

Qtot : arus lalu lintas

2.2.11.3 Tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang dapat dihitung dengan persamaan (2-14):

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (2-14)$$

Dengan:

DT : tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

c : waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

GR : rasio hijau (g/c)

DS : derajat kejenuhan

NQ₁ : jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C : kapasitas (smp/jam)

Tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau ketika dihentikan oleh lampu merah:

$$DG : (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

Dengan:

DG : Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat (det/smp)

P_{SV} : Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS,1)

P_T : Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D₁) diperoleh dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total (Q total) dalam smp/jam dihitung dengan persamaan (2-15):

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{total}} \quad (2-15)$$

Dengan:

D₁ : tundaan rata-rata untuk seluruh simpang

D : tundaan

Q : arus lalu lintas

Q_{total} : arus total

Menurut Tamin (2000) jika kendaraan berhenti akan terjadi antrian dipersimpangan sampai kendaraan tersebut keluar dari persimpangan karena adanya pengaruh kapasitas persimpangan yang sudah tidak memadai. Semakin tinggi nilai tundaan akan semakin tinggi pula waktu tempuhnya.



BAB III

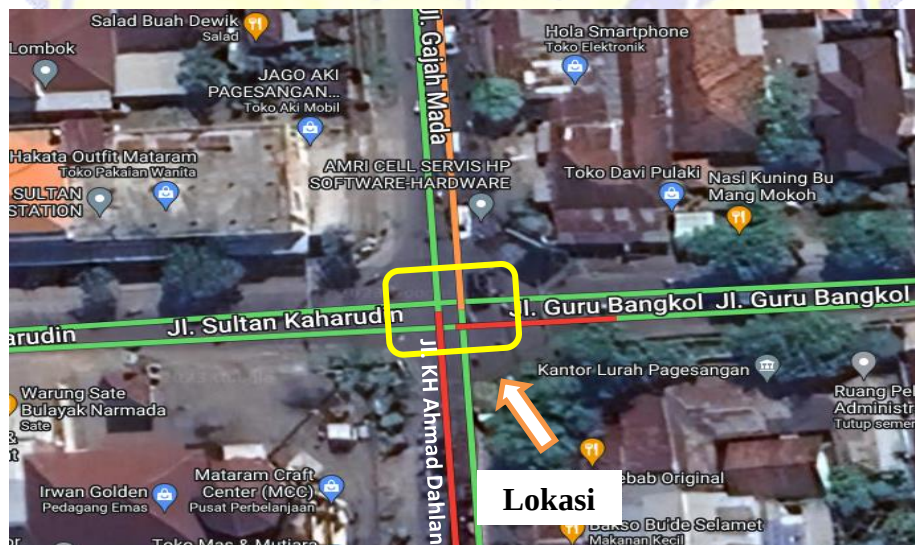
METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada simpang 4 Pagesangan kota Mataram. Pemilihan lokasi ini mempertimbangkan aspek-aspek berikut:

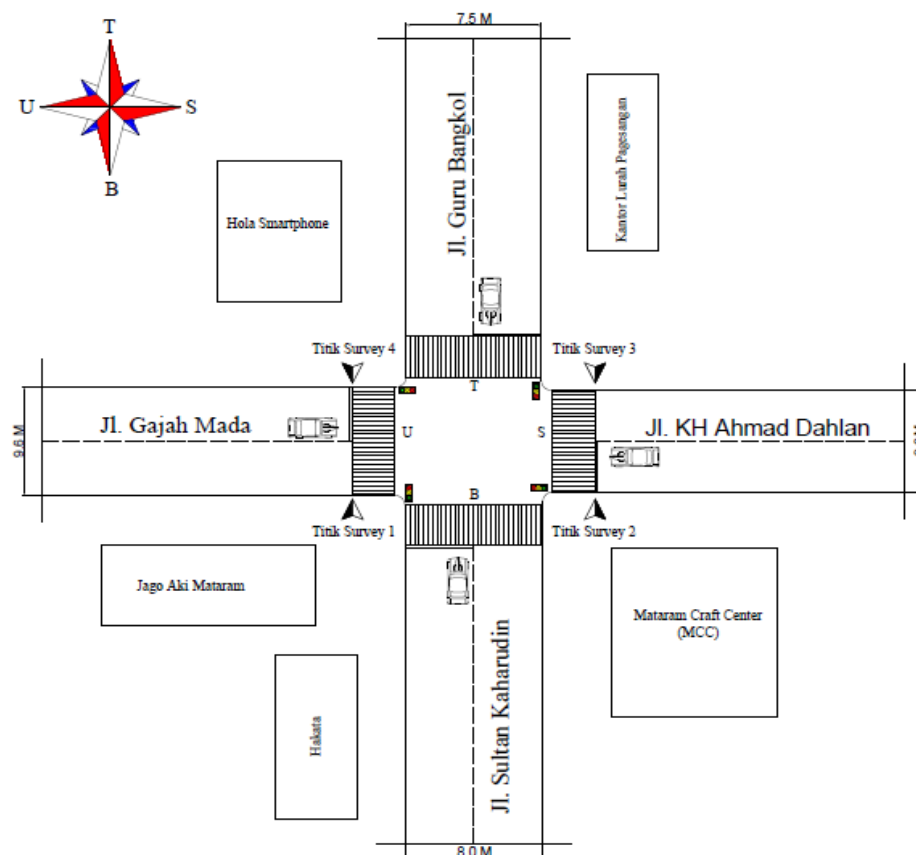
1. Simpang 4 Pagesangan terletak di kota Mataram, dimana menjadi jalan penghubung ke pusat kegiatan perekonomian.
2. Arus lalu lintas yang melewati Simpang Pagesangan cukup besar.
3. Terjadi antrian begitu panjang pada jam-jam sibuk di Simpang 4 Pagesangan.
4. Pemilihan waktu penelitian dilakukan pada tiga hari yang berbeda yaitu:
 - a) Senin untuk mewakili hari sibuk, dimana merupakan hari pertama dalam satu minggu berjalan.
 - b) Kamis untuk mewakili hari biasa.
 - c) Sabtu untuk weekend.

Pemilihan waktu penelitian dibagi menjadi tiga waktu, pada pagi hari pukul 06.30 – 08.30, siang hari pukul 12.00 – 14.00, dan pada sore hari pukul 16.00 – 18.00. Berikut Gambar 3.1 lokasi penelitian dilakukan:



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Simpang 4 Pagesangan

Sumber : Google Maps



Gambar 3.2 Site Plan Lokasi Survey

Pengamatan volume lalu lintas dilakukan selama 3 hari yaitu pada hari Senin, Kamis dan Sabtu. Pengamatan dilakukan pada 4 titik yaitu:

1. Titik 1 mengamati kendaraan dari jalan Sultan Kaharudin. Terdapat 3 surveyor pada titik 1, surveyor A mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kiri. Surveyor B mencatat sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) jalan lurus. Surveyor C mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kanan.

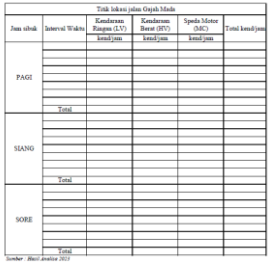
2. Titik 2 mengamati kendaraan dari jalan KH. Ahmad Dahlan. Terdapat 3 surveyor pada titik 2, surveyor D mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kiri. Surveyor E mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) jalan lurus. Surveyor F mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kanan.
3. Titik 3 mengamati kendaraan dari jalan Guru Bangkol. Terdapat 3 surveyor pada titik 3, surveyor G mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kiri. Surveyor H mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) jalan lurus. Surveyor I mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kanan.
4. Titik 4 mengamati kendaraan dari jalan Sultan Kaharudin. Terdapat 3 surveyor pada titik 4, surveyor J mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kiri. Surveyor K mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) jalan lurus. Surveyor L mencatat kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang berbelok kanan.

Selain itu peneliti menggunakan kamera video untuk menjamin data yang diperoleh akurat (tidak ada yang terlewat). Cara menentukan/menentapkan titik pengamatan kamera video, diletakan pada 4 titik pengamatan sehingga dapat merekam kendaraan yang melewati simpang.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini pengamatan dilakukan langsung dilapangan. Selain alat tulis (pena, pensil, penghapus dan sebagainya) diperlukan peralatan lain seperti: Formulir survey, roll meter, aplikasi Traffic counter, kamera handphone. Contoh alat dan bahan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Gambar Alat dan Bahan dengan Fungsinya

Alat dan Bahan	Fungsi
	Alat tulis berfungsi untuk menuliskan / mencatat hasil pengamatan di lapangan.
	Formulir survey berfungsi untuk pengumpulan dan pemindahan data dan informasi dengan cepat dalam bentuk yang ringkas dan padat di lapangan.
	Roll Meter berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang.
	Aplikasi Counter, penghitung atau pencacah (counter) berfungsi untuk menghitung jumlah kendaraan.

Alat dan Bahan	Fungsi
	Camera Handphone berfungsi untuk merekam dan dokumentasi di lapangan.

Sumber: Google (2023)

3.3 Metode Penelitian

Ada beberapa tahap Pelaksanaan penelitian, yaitu:

1. Persiapan pelaksanaan penelitian

Meliputi kajian kepustakaan, persiapan teknik, peralatan dan mobilisasi anggota yang membantu dalam penelitian.

2. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah menjadi langkah awal dalam penelitian yang bertujuan untuk mendefinisikan masalah yang terjadi. Penelitian yang dilakukan berdasarkan masalah yang terjadi pada lokasi penelitian yaitu, masalah mengenai tingkat pelayanan simpang empat bersinyal pada jam puncak.

3. Pelaksanaan survey

Dilakukan setelah kegiatan persiapan serta perencanaan dilakukan secara matang. Adapun tahap pelaksanaan survey yaitu:

a) Survey instansional

Survey instansional dilakukan untuk mengenali perubahan-perubahan serta pengembangan yang terjadi dalam aspek kebijakan pembangunan/gagasan berdasarkan persepsi instansi terkait.

b) Survei lapangan

Survey lapangan dilakukan dengan pengamatan, observasi visual, pengukuran dan perhitungan dilapangan untuk memperoleh data berupa informasi yang sebenarnya tentang kondisi yang terjadi dilapangan.

c) Dokumentasi

Pengumpulan data yang menghasilkan catatan penting yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Dokumentasi berarti barang bukti tertulis maupun dalam bentuk gambar selama penelitian.

Data-data yang digunakan untuk analisa diperoleh dari pengumpulan data primer dan data sekunder sesuai dengan yang dibutuhkan dalam penelitian. Pengumpulan data diperoleh dengan cara melakukan survey langsung. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data primer untuk analisa, terdiri dari

- a) Data arus lalu lintas, jumlah kendaraan yang melewati simpang 4 pagesangan.
- b) Perilaku lalu lintas yaitu panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

2. Pengumpulan data sekunder untuk menunjang penelitian

Data tersebut didapatkan dari sejumlah laporan dan dokumen yang telah disusun oleh instansi terkait, data sekunder ini kegunaannya sebagai data pendukung seperti:

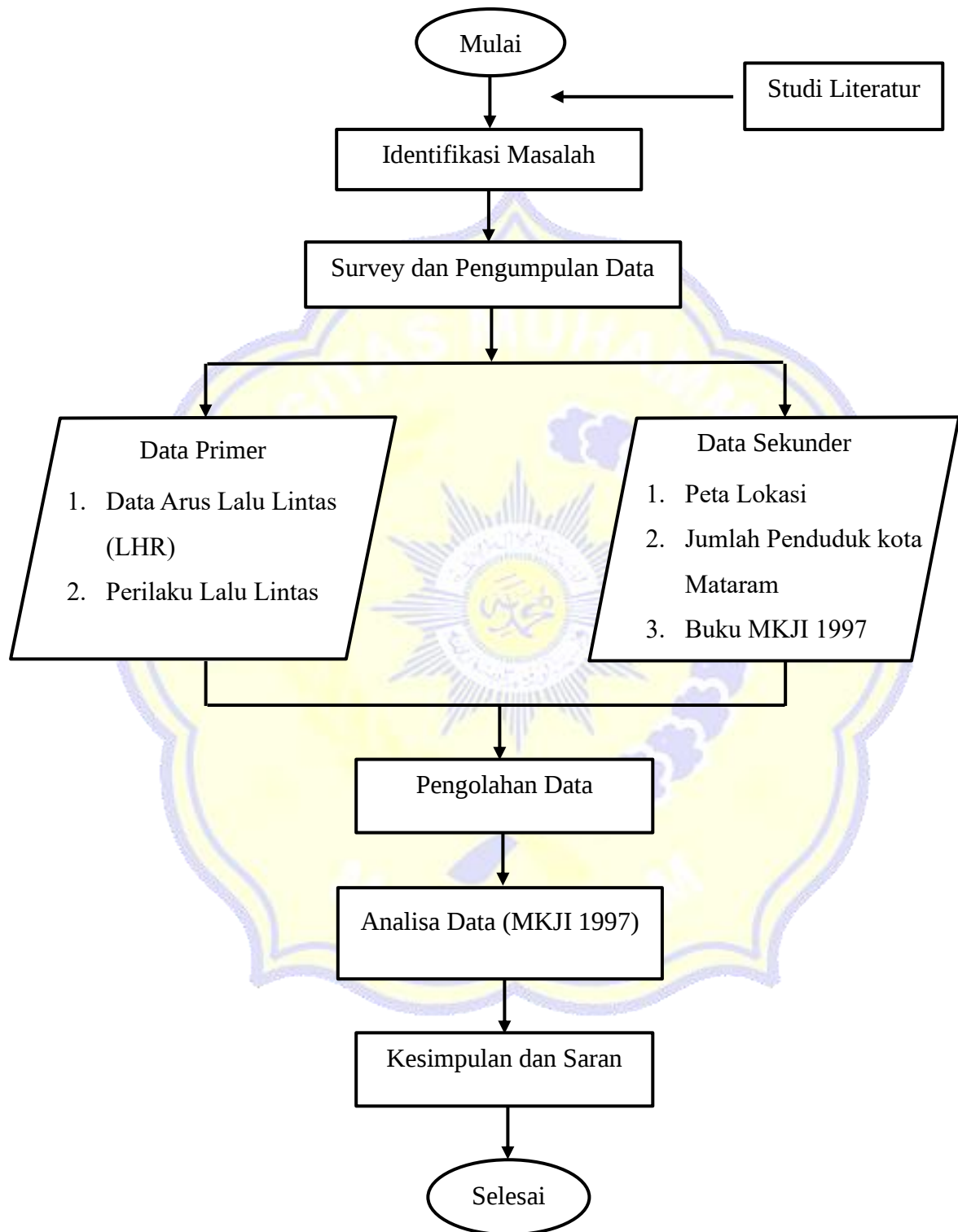
- a) Peta lokasi simpang 4 pagesangan kota Mataram.
- b) Jumlah penduduk kota Mataram.
- c) Buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Berupa data yang memuat tentang, simpang bersinyal, klasifikasi jalan dan instansi yang menangani jalan tersebut.

3.4 Analisa dan Pengolahan Data

Tahapan analisa dan pengolahan data dilakukan berdasarkan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Apabila data yang dibutuhkan dirasa cukup, maka selanjutnya data yang terkumpul di analisa agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Beberapa persamaan yang diperlukan dalam pengolahan data yaitu:

1. Analisa kapasitas jalan menggunakan persamaan (2-1)
2. Analisa arus jenuh dasar menggunakan persamaan (2-2)
3. Analisa faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kanan yang pendek menggunakan persamaan (2-3)
4. Analisa perhitungan rasio kendaraan belok kanan menggunakan persamaan (2-4)
5. Analisa faktor penyesuaian untuk belok kanan menggunakan persamaan (2-5)
6. Analisa perhitungan rasio kendaraan belok kiri menggunakan persamaan (2-6)
7. Analisa faktor penyesuaian untuk belok kiri menggunakan persamaan (2-7)
8. Analisa derajat kejenuhan menggunakan persamaan (2-8)
9. Analisa jumlah antrian fase hijau menggunakan persamaan (2-9)
10. Analisa jumlah antrian fase merah menggunakan persamaan (2-10)
11. Analisa panjang antrian menggunakan persamaan (2-11)
12. Analisa kendaraan henti menggunakan persamaan (2-12)
13. Analisa angka henti seluruh simpang menggunakan (2-13)
14. Analisa tundaan menggunakan persamaan (2-14)
15. Analisa tundaan seluruh simpang menggunakan persamaan (2-15)

3.5 Prosedur Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian