

**No. Inventaris : 315.S.01.2024**



**SKRIPSI**

**ANALISIS EFEKTIVITAS JALAN TOL MENGGUNAKAN  
APLIKASI *AUTODESK INFRAWORKS* DI KABUPATEN DELI  
SERDANG (RUTE AMPLAS-TANJUNG MORAWA)**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA TEKNIK  
Pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Malikussaleh

**Disusun Oleh:**

**M. RIZAL AR'RASIB**

**190110141**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH**

**2024**

## SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M.Rizal Ar'rasib

Nim : 190110141

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa di dalam skripsi ini tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari skripsi, tesis, buku atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri. Apabila ternyata terdapat dalam Skripsi saya bagian-bagian yang memenuhi standar penjiplakan maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Lhokseumawe, 31 Januari 2024

Saya yang membuat pernyataan



M. Rizal Ar'rasib

Nim : 190110141

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Efektivitas Jalan Tol Menggunakan Aplikasi *Autodesk Infracore* di Kabupaten Deli Serdang Rute Amplas Tanjung-Morawa

Nama Mahasiswa : M. Rizal Ar'rasib

NIM : 190110141

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh

Pembimbing Utama : Lis Ayu Widari, S.T., M.T

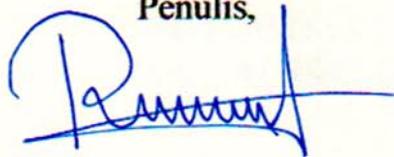
Pembimbing Pendamping : Muthmainnah, S.T., M.T

Ketua Penguji : Prof. Dr. Ir. Herman Fithra, S.T., M.T., IPM., ASEAN., Eng

Anggota Penguji : Yovi Chandra, S.T., M.T

Lhokseumawe, 31 Januari 2024

Penulis,



**M. Rizal Ar'rasib**  
NIM 190110141

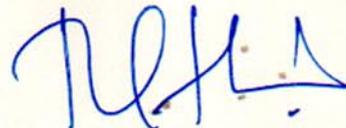
Menyetujui:

Pembimbing Utama,



**Lis Ayu Widari, S.T., M.T**  
NIP. 196703192003122001

Pembimbing Pendamping,



**Muthmainnah, S.T., M.T**  
NIP. 199203152023212043

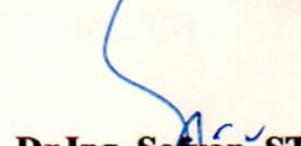
Mengetahui:

Koordinator Program Studi,



**Nura Ustrina, ST., MT**  
NIP 199004042023212058

Wakil Dekan Bidang Akademik



**Dr. Ing. Sofyan, ST**  
NIP 197508182002121003

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, rob sekalian alam zat yang maha menguasai seluruh hidup dan kehidupan dan hanya kepadanya tempat kita untuk bersyukur atas segala nikmat yang telah Allah berikan kepada penulis, selanjutnya shalawat beserta salam tak lupa pula kita sampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW sebagai bentuk apikasi rasa syukur kita kepada Allah SWT yang insyaallah dengan kita mencontoh sunnah-sunnah Rasulullah Nabi Muhammad SAW maka kebaikan dunia dan akhirat dapat kita raih dengan sepenuhnya. Proposal Skripsi ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik di Universitas Malikussaleh.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

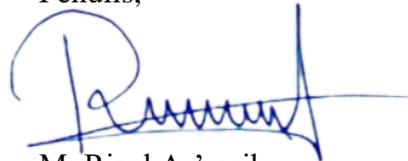
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Fithra, M.T., IPM., ASEAN., Eng Selaku Rektor Universitas Malikussaleh, sekaligus ketua penguji.
2. Bapak Dr. Muhammad Daud, S.T., MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
3. Ibu Cut Azmah Fithri, ST., M. Eng, selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.
4. Ibu Lis Ayu Widari, ST., MT selaku dosen pembimbing utama.
5. Ibu Muthmainnah, ST., MT, selaku dosen pembimbing pendamping.
6. Bapak Yovi Chandra, ST., MT, selaku dosen anggota penguji.
7. Bapak Alm. Sunardi selaku Ayah kandung penulis
8. Ibu Julia Manik selaku Ibu kandung penulis yang selalu mendukung dan memotivasi penulis.
9. Kepada kakak dan adik kandung penulis yaitu Dedi Dermawan, S.Pd, Dalil Ahmad dan Nadila Aulya yang telah memberikan doa, dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

10. Kepada palek dan bulek yaitu Ir. Laksana Fajar Ginting Manik dan Jumilah yang telah memberikan dukungan doa dan materi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh teman dan pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran dan masukan yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang keteknikan.

Lhokseumawe, 31 Januari 2024

Penulis,



M. Rizal Ar'rasib  
190110141

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT atas seluruh nikmat dan karunia-Nya dan sholawat serta salam senantiasa penulis ucapkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, sehingga skripsi ini dapat di selesaikan dengan baik. Saya persembahkan skripsi ini untuk:

Keluarga saya, terkhusus untuk Ayah Alm. Sunardi dan Ibu Julia Manik yang tak henti hentinya memberikan dukungan, doa, kasih sayang dan materi yang begitu berarti demi kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini.

Serta kakak dan adik saya Dedi Dermawan, S.Pd, Dalil Ahmad dan Nadila Aulya yang senantiasa mendukung, membantu, dan memberi semangat demi kelancaran penyelesaian perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.

Terimakasih untuk seluruh keluarga saya yang juga memberikan dukungan baik melalui doa bantuan secara langsung.

Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Fithra, M.T., IPM., ASEAN., Eng , Ibu Lis Ayu Widari, ST., MT, Ibu Muthmainnah, ST., MT, dan Bapak Yovi Chandra, ST., MT Serta dosen dosen, staff program studi, dan karyawan di lingkungan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh yang telah banyak membimbing, membantu, dan memberikan berbagai kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Semoga ilmu yang diajarkan dapat menjadi amal Jariah yang akan terus berguna di dunia maupun di akhirat.

Dan untuk teman seperjuangan saya terkhusus di Angkatan 2019 yang telah menjadi teman sekaligus tim yang baik dalam bekerja sama dan saling membantu selama penelitian berlangsung. Semoga kita selalu diberikan kebahagiaan dan kesuksesan di masa yang akan datang

**ANALISIS EFEKTIVITAS JALAN TOL MENGGUNAKAN APLIKASI  
AUTODESK INFRAWORKS DI KABUPATEN DELI SERDANG (RUTE  
AMPLAS-TANJUNG MORAWA)**

Oleh : M. Rizal Ar'rasib (190110141)

Pembimbing Utama : Lis Ayu Widari, ST., MT  
Pembimbing Pendamping : Muthmainnah, ST., MT  
Ketua Penguji : Prof. Dr. Ir. Herman Fithra, S.T., M.T., IPM., ASEAN., Eng  
Anggota Penguji : Yovi Chandra, ST., MT

**ABSTRAK**

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi mengakibatkan peningkatan volume kendaraan di Kabupaten Deli Serdang yang menyebabkan kemacetan lalu lintas. Jalan tol pada rute Amplas-Tanjung Morawa menjadi solusi untuk mengurangi aliran lalu lintas dan mempercepat waktu perjalanan, sehingga diperlukan penelitian ini untuk membahas karakteristik lalu lintas di jalan arteri dan nilai efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas yang kemudian akan divisualisasikan menggunakan aplikasi *Autodesk Infracore*. Analisis dilakukan menggunakan metode PKJI:2014. Hasil analisis karakteristik jalan arteri tahun 2021 mendekati angka maksimum derajat kejenuhan yaitu 0,76 skr/jam, sedangkan pada tahun 2022 nilai derajat kejenuhan di bawah batas maksimum dengan nilai 0,70 skr/jam. Hasil nilai efektivitas jalan tol untuk menampung kendaraan sangat efektif, sesuai dengan jumlah kapasitasnya yang besar yaitu 5050 skr/jam dibandingkan dengan jumlah rata-rata kendaraan yang melintasi jalan tol hanya sebesar 982 skr/jam tahun 2021 dan tahun 2022 sebesar 1156 skr/jam.

**Kata Kunci:** efektivitas, volume kendaraan *Autodesk Infracore* dan kemacetan.

## DAFTAR ISI

<b>SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Dan Batasan Penelitian.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN .....</b>	<b>5</b>
2.1 Jalan.....	5
2.2 Geometrik Jalan.....	6
2.3 Kapasitas Jalan .....	7
2.4 Kinerja Ruas Jalan.....	8
2.4.1 Volume Kendaraan.....	8
2.4.2 Perhitungan volume lalu lintas di lapangan.....	9
2.4.3 Derajat kejenuhan .....	10
2.4.4 Waktu tempuh .....	11
2.4.5 Kecepatan tempuh .....	11
2.4.6 Kecepatan arus bebas.....	12
2.4.7 Kecepatan arus bebas (FV) .....	12
2.4.8 Kecepatan arus bebas (FV0).....	12

2.4.9	Kecepatan Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw) .....	13
2.5	Jalan Tol .....	14
2.5.1	Pintu tol.....	15
2.5.2	Kapasitas suatu gerbang tol .....	16
2.5.3	Gerbang tol Amplas-Tanjung Morawa .....	17
2.6	Kemacetan Lalu Lintas.....	18
2.6.1	Komponen sistem lalu lintas.....	19
2.6.2	Manajemen lalu lintas.....	20
2.6.3	Dampak kemacetan lalu lintas .....	21
2.7	Konsep Efektivitas Jalan Tol .....	22
2.8	<i>Autodesk Infracore</i> .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>25</b>
3.1	Tahapan Penelitian .....	26
3.2	Lokasi Penelitian .....	28
3.3	Pengumpulan Data .....	29
3.4	Pengolahan Data.....	29
3.5	Analisis Data .....	29
3.6	Tahapan Visualisasi Berbasis BIM Autodesk Infracore .....	31
3.7	Penelusuran Penelitian Terdahulu .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>39</b>
4.1	Pengumpulan data .....	39
4.2	Karakteristik aliran lalu lintas jalan .....	39
4.2.1	Geometrik jalan .....	40
4.2.2	Volume lalu lintas (Q).....	40
4.2.3	Kapasitas jalan (C).....	46
4.2.4	Derajat kejenuhan (DS) .....	47
4.2.5	Waktu tempuh kendaraan (WT).....	48
4.2.6	Kecepatan tempuh kendaraan (VT).....	49
4.3	Analisis efektivitas jalan tol .....	50
4.3.1	Analisis volume lalu lintas.....	50
4.3.2	Analisis kapasitas jalan tol dan jalan arteri.....	52

4.3.3 Analisis derajat kejenuhan.....	53
4.3.4 Analisis Penurunan waktu tempuh perjalanan.....	54
4.3.5 Analisis Peningkatan kecepatan tempuh pada jalan .....	54
4.4 Hasil Pemodelan.....	55
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN A. PERHITUNGAN .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN B. TABEL .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN C. GAMBAR.....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN D. BIODATA MAHASISWA .....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kecepatan Arus Bebas Dasar (FVo).....	13
<b>Tabel 2.2</b> Penyesuaian Untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw) .....	14
<b>Tabel 2.3</b> Jumlah Lajur dan Gardu Gerbang Tol Belmera (PT. Jasa Marga).....	16
<b>Tabel 2.4</b> Lokasi Gerbang Tol BELMERA .....	17
<b>Tabel 4.1</b> Geometrik jalan tol dan jalan arteri .....	40
<b>Tabel 4.2</b> Volume lalu lintas jalan tol tahun 2021 .....	41
<b>Tabel 4.3</b> Volume lalu lintas jalan tol tahun 2022 .....	41
<b>Tabel 4.4</b> Volume lalu lintas jalan arteri tahun 2021 .....	42
<b>Tabel 4.5</b> Volume lalu lintas jalan arteri tahun 2022 .....	42
<b>Tabel 4.6</b> Perhitungan kapasitas jalan tol .....	46
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan kapasitas jalan arteri .....	46
<b>Tabel 4.8</b> perhitungan derajat kejenuhan .....	47
<b>Tabel 4.9</b> perhitungan derajat kejenuhan .....	47
<b>Tabel 4.10</b> perhitungan waktu tempuh .....	48
<b>Tabel 4.11</b> perhitungan kecepatan tempuh .....	49
<b>Tabel 4.12</b> rasio perpindahan arus kendaraan jalan arteri menuju jalan tol 2021 ..	50
<b>Tabel 4.13</b> rasio perpindahan arus kendaraan jalan arteri menuju jalan tol 2022 ..	51
<b>Tabel 4.14</b> Kapasitas jalan tol dan jalan arteri.....	52
<b>Tabel 4.15</b> Derajat kejenuhan jalan tol dan jalan arteri .....	53
<b>Tabel 4.16</b> Nilai penurunan waktu perjalanan .....	54
<b>Tabel 4.17</b> Nilai kecepatan tempuh perjalanan.....	54

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Bagan alir ( <i>flowchart</i> ) penelitian .....	26
<b>Gambar 3.2</b> Peta Lokasi Penelitian.....	28
<b>Gambar 3.3</b> Sketsa Lokasi Penelitian .....	28
<b>Gambar 3.4</b> Tampilan Awal <i>Autodesk Infraworks</i> .....	31
<b>Gambar 3.5</b> Tampilan peta lokasi <i>Autodesk Infraworks</i> .....	31
<b>Gambar 3.6</b> Tampilan pemilihan project lokasi <i>Autodesk Infraworks</i> .....	32
<b>Gambar 3.7</b> Tampilan pemilihan jalan <i>Autodesk Infraworks</i> .....	32
<b>Gambar 3.8</b> Tampilan <i>save as Autodesk Infraworks</i> .....	33
<b>Gambar 3.9</b> Tampilan rendering pada aplikasi Lumion .....	33
<b>Gambar 4.1</b> Grafik volume kendaraan jalan tol tahun 2021.....	43
<b>Gambar 4.2</b> Grafik volume kendaraan jalan tol tahun 2022.....	43
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Volume kendaraan jalan arteri tahun 2021 .....	44
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Volume kendaraan jalan arteri tahun 2022 .....	44
<b>Gambar 4.5</b> Arah lalu lintas dan volume kendaraan tahun 2021 .....	45
<b>Gambar 4.6</b> Arah lalu lintas dan volume kendaraan tahun 2022.....	45
<b>Gambar 4.7</b> Rasio pengurangan arus kendaraan jalan tol 2021 .....	51
<b>Gambar 4.8</b> Rasio pengurangan arus kendaraan jalan tol 2022 .....	52
<b>Gambar 4.9</b> Hasil pemodelan jalan arteri tanpa jalan tol .....	55
<b>Gambar 4.10</b> Hasil pemodelan jalan arteri dalam keadaan normal .....	55
<b>Gambar 4.11</b> Hasil pemodelan jalan tol.....	55

## DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH

C	= Kapasitas ruas jalan (smp/jam).
Co	= Kapasitas dasar.
FCw	= Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas.
FCsp	= Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah.
FCsf	= Faktor penyesuaian kapasitas hambatan samping.
FCcs	= Faktor penyesuaian kapasitas untuk kota.
DS	= $Q/C$ .
DS	= derajat kejenuhan.
Q	= Volume (kend/jam)
N	= Jumlah kendaraan (kend)
T	= Waktu pengamatan (jam)
Emp	= faktor ekivalen kendaraan.
FV	= Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam).
FV0	= Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati (km/jam).
FVw	= Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam).
FFCcs	= Penyesuaian kecepatan arus bebas akibat kelas ukuran kota.
FFVsf	= Penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu.
VT	= Kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu lintas dihitung dari segmen jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan melalui segmen jalan.
L	= Panjang segmen jalan yang diamati (termasuk persimpangan kecil).
TT	= Waktu rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk tundaan waktu berhenti (detik/smp).
ENT	= <i>Entrance</i> (gardu masuk)
EXT	= <i>Exit</i> (gardu keluar)
REV	= <i>Reversible</i> (gardu yang digunakan untuk keluar dan masuk dalam satu gerbang).
UD	= <i>Undivided</i> (jalan tidak terbagi)
D	= <i>Divided</i> (jalan terbagi)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jalan tol berdasarkan UU No. 22 Tahun 2002 tentang jalan, dijelaskan bahwa definisi jalan tol adalah jalan bebas hambatan yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar. Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI:2014) dijelaskan mengenai definisi jalan tol sebagai jalan untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, baik merupakan jalan terbagi ataupun tidak terbagi.

Peningkatan Mobilitas penduduk semakin meningkat akibat pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan ekonomi. Hal ini mengakibatkan peningkatan volume kendaraan yang berdampak pada kemacetan lalu lintas di banyak daerah, terutama di wilayah perkotaan. Penyumbatan infrastruktur jalan raya yang terbatas dan tidak memadai menjadi salah satu penyebab kemacetan lalu lintas. Jalan raya yang sempit, tidak efisien, dan rusak dapat menghambat laju kendaraan, meningkatkan risiko kecelakaan, dan memperlambat mobilitas penduduk. Kemacetan lalu lintas terjadi akibat volume lalu lintas hampir mendekati kapasitas jalan, dimana tingkat pelayanan dapat dilihat dari nilai Derajat Kejenuhan, yaitu  $DS = V/C$ . Idealnya nilai  $V/C \leq 0.75$ . Ruas jalan Amplas-Tanjung Morawa mengalami permasalahan dengan kapasitas karena derajat kejenuhannya melebihi batas derajat kejenuhan ideal yaitu 0.95 (Simanjuntak et al., 2015).

Menurut (Badan Pengatur Jalan Tol) salah satu tujuan pembangunan jalan tol adalah untuk memperlancar aliran lalu lintas terutama pada daerah-daerah yang telah berkembang. Kabupaten Deli Serdang merupakan salah satu Kabupaten terbesar di Provinsi Sumatera Utara yang strategis yang terletak mengelilingi Kota Medan. Dalam hal ini Kabupaten Deli Serdang merupakan daerah yang berkembang sebab daerah ini merupakan simpul perjalanan dari daerah tersebut

sehingga menyebabkan tingginya mobilitas di Kabupaten Deli Serdang (Annisa Ulfa Hasibuan et al., 2022)

Jalan tol rute Amplas-Tanjung Morawa diharapkan dapat mempercepat arus lalu lintas dan mengurangi waktu perjalanan sehingga dapat mengurangi kemacetan lalu lintas di jalan-jalan alternatif dan jalan arteri yang berdekatan dengan area tol. Meskipun jalan tol Amplas-Tanjung Morawa telah dibangun, masih ada beberapa ruas jalan yang tetap mengalami kemacetan lalu lintas terutama pada jam sibuk. Karena itu penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengurangan kemacetan lalu lintas akibat adanya jalan tol dan mengetahui karakteristik aliran lalu lintas pada jalan arteri yang berdekatan dengan area tol Amplas-Tanjung Morawa, hasil dari analisis yang dilakukan akan divisualisasikan menggunakan *Software* berbasis *Building Information Modeling* (BIM) yang digunakan yaitu *Autodesk Infrawork* sangat baik untuk menampilkan desain secara visual sehingga dapat mempresentasikan beberapa alternatif desain infrastruktur dengan cepat dan menarik.

Penelitian ini akan membahas karakteristik aliran lalu lintas yang mempengaruhi efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas, seperti kepadatan arus kendaraan, kecepatan rata-rata, jarak akses ke jalan tol terdekat, dan waktu tempuh. Penelitian ini juga akan mengevaluasi apakah jalan tol mempengaruhi pola perjalanan pengguna jalan dan mempercepat arus lalu lintas pada jalan arteri yang berdekatan dengan area tol. Dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang bermanfaat bagi pengambil kebijakan dalam merencanakan dan mengembangkan infrastruktur jalan tol dimasa depan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Mengacu pada uraian sebelumnya, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik lalu lintas di jalan arteri pada area tol Amplas-Tanjung Morawa?
2. Bagaimana pengaruh jalan tol terhadap aliran lalu lintas di jalan arteri Amplas-Tanjung Morawa?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik aliran lalu lintas pada jalan arteri yang berdekatan dengan area tol Amplas-Tanjung Morawa.
2. Untuk mengetahui efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas di jalan arteri Amplas-Tanjung Morawa.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan pada penelitian berikutnya ialah:

1. Sebagai informasi untuk pemerintah untuk mengetahui efektivitas jalan tol Amplas-Tanjung Morawa dalam mengurangi kemacetan lalu lintas di jalan arteri yang berdekatan dengan jalan tol.
2. Dapat digunakan sebagai referensi institusi terkait khususnya PT.Jasa Marga dan Dinas Perhubungan Kota Medan dalam melakukan perencanaan perbaikan yang akan dilakukan kedepannya pada rute jalan tol dan jalan arteri Amplas-Tanjung Morawa.
3. Bagi peneliti sebagai ilmu pengetahuan, pengalaman dan menambah wawasan tentang rekayasa lalu lintas.
4. Sebagai refrensi untuk penulis lain yang akan melakukan analisis tentang rekayasa lalu lintas pada jalan tol dan jalan arteri Amplas-Tanjung Morawa.

### **1.5 Ruang Lingkup Dan Batasan Penelitian**

Dengan mempertimbangkan luasnya faktor yang mempengaruhi penelitian ini maka pada penelitian mempunyai batasan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian ini dilakukan di jalan tol BELMERA pada Rute Amplas-Tanjung Morawa.
2. Analisis yang dilakukan fokus mengenai efektivitas jalan tol Amplas-Tanjung Morawa pada STA 28+000-34+000 dalam mengurangi kemacetan lalu lintas di jalan non tol yang berdekatan dengan area tol.
3. Data lalu lintas harian kendaraan jalan arteri dan jalan tol yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisis digunakan data dari bulan Januari-Desember pada tahun 2022.
4. Analisis yang dilakukan tidak menggunakan pertimbangan faktor eksternal seperti cuaca, kecelakaan, dan kejadian lainnya yang dapat mempengaruhi tingkat kemacetan lalu lintas di wilayah penelitian.
5. Pada lokasi penelitian tidak memperhitungkan data volume lalu lintas di jalan layang, jalan alternatif dan jalan jalan lokal lainnya.

### **1.6 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI) dan pemodelan dari suatu sistem *Building Information Modeling* (BIM). Pemodelan dilakukan menggunakan program aplikasi *Autoodeks Infraworks* berbasis BIM. Penelitian ini dimulai dengan tahapan persiapan, tahapan perumusan masalah, tahapan studi literatur, tahapan pengumpulan data, tahapan pengolahan data dan tahapan simulasi model serta interpretasi kesimpulan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN KEPUSTAKAAN**

Pada bagian tinjauan pustaka ini akan diuraikan mengenai landasan teori penelitian yang berguna sebagai dasar dalam pemikiran ketika melakukan pembahasan tentang masalah yang diteliti yang dapat dijadikan pertimbangan dalam perbandingan kesesuaian penelitian ini, serta kerangka pemikiran yang berisi pola hubungan antara variabel yang akan digunakan untuk menjawab masalah yang diteliti.

#### **2.1 Jalan**

Definisi jalan berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan Jalan adalah seluruh bagian Jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

Jalan juga dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor. Pengelompokan jalan menurut kelas jalan sebagaimana yang dimaksud terdiri atas:

1. Jalan kelas i, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.
2. Jalan kelas ii, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

3. Jalan kelas iii, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.
4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

## 2.2 Geometrik Jalan

Geometrik jalan merupakan salah satu karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika dibebani lalu lintas. Dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI:2014), diantara yang termasuk dalam geometri jalan sebagai berikut:

1. Tipe jalan, berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda-beda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan tak terbagi, jalan satu arah. Tipe jalan perkotaan yang tercantum dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI:2014) adalah sebagai berikut:
  - a. Jalan dua-lajur dua-arah tanpa median (2/2 UD).
  - b. Jalan empat-lajur dua arah, tak terbagi (tanpa median) (4/2 UD) 2), terbagi (dengan median) (4/2 UD).
  - c. Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D).
  - d. Jalan satu arah (1-3/1).
2. Lebar jalur lalu lintas, kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan penambahan lebar jalur lalu lintas. Menurut pandangan Sukirman (1994) jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas kendaraan. Lebar jalur lalu lintas merupakan bagian jalan yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan.

3. Kereb sebagai batas antara jalur lalu lintas dan trotoar sangat berpengaruh terhadap dampak hambatan samping jalan pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu. Selanjutnya kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetap dekat tepi jalur lalu lintas, tergantung apakah jalan mempunyai kereb atau bahu.
4. Bahu jalan perkotaan tanpa kereb kecepatan dan kapasitas jalan akan meningkat bila lebar bahu semakin lebar. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan lebar bahu, terutama karena pengaruh hambatan samping yang disebabkan kejadian di sisi jalan seperti kendaraan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya. Ada atau tidaknya median, median yang direncanakan dengan baik meningkatkan kapasitas.

### **2.3 Kapasitas Jalan**

Kapasitas jalan adalah kemampuan suatu jalan yang menerima beban lalu lintas atau jumlah kendaraan maksimal yang dapat melewati suatu penampang melintang jalan pada jalur jalan selama satu jam dengan kondisi serta arus lalu lintas saat tertentu (Asdar, 2020).

Kapasitas jalan terdiri dari tiga golongan, yaitu:

1. Kapasitas dasar adalah kapasitas jalan dalam kondisi ideal.
2. Kapasitas rencana adalah kapasitas yang digunakan untuk perencanaan.
3. Kapasitas yang mungkin dengan memperhatikan terciptanya percepatan.

Menurut Handayani (2006), Kapasitas lalu lintas, dalam hal ini kapasitas jalan, bergantung pada kondisi yang ada. Kondisi-kondisi tersebut diantaranya:

- a. Sifat fisik jalan (seperti lebar jalan, jumlah dan tipe persimpangan, permukaan jalan, dan lain-lain).
- b. Komposisi lalu lintas dan kemampuan kendaraan (seperti proporsi berbagai jenis kendaraan).

Besarnya kapasitas jalan dinyatakan pada persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

C = Kapasitas ruas jalan (smp/jam).

C<sub>o</sub> = Kapasitas dasar.

FC<sub>w</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas.

FC<sub>sp</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah.

FC<sub>sf</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas hambatan samping.

FC<sub>cs</sub> = Faktor penyesuaian kapasitas untuk kota.

## 2.4 Kinerja Ruas Jalan

Kinerja ruas jalan adalah ukuran kuantitatif yang digunakan dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI;2014). Fungsi utama dari suatu jalan adalah memberikan pelayanan transportasi sehingga pemakai jalan dapat berkendara dengan aman dan nyaman. Parameter arus lalu lintas yang merupakan faktor penting dalam perencanaan lalu lintas adalah volume lalu lintas, kecepatan arus bebas, kapasitas, derajat kejenuhan dan kecepatan tempuh (Yassir Fuad, 2017).

### 2.4.1 Volume Kendaraan

Volume kendaraan adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama periode waktu tertentu. Nilai volume lalu lintas mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (SMP) yang dengan mengalikan nilai ekivalensi mobil penumpang (EMP). Volume kendaraan dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$Q = \frac{N}{T} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

Q = Volume (kend/jam)

N = Jumlah kendaraan (kend)

T = Waktu pengamatan (jam)

1. Kendaraan ringan (LV) yaitu kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda, dengan jarak as 2,0-3,0 m (meliputi mobil penumpang, mini bus, pick up oplet dan truk kecil).
2. Kendaraan berat (MHV) yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi).
3. Sepeda motor (MC) yaitu kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3).
4. Kendaraan tak bermotor (UM) dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam factor penyesuaian hambatan samping.

Berbagai jenis kendaraan di ekivalensikan ke satuan mobil penumpang dengan menggunakan factor ekivalen mobil penumpang (EMP), EMP adalah factor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan dengan kendaraan ringan (Yassir Fuad, 2017).

#### **2.4.2 Perhitungan volume lalu lintas di lapangan**

Dalam menghitung jumlah kendaraan yang melalui jalan tol Amplas-Tanjung Morawa adalah dihitung jumlah kendaraan yang masuk dari pintu tol Amplas menuju pintu tol Tanjung Morawa. Dalam menghitung jumlah kendaraan yang keluar dari pintu gerbang, PT Jasa Marga menggunakan:

1. Catatan Transaksi

Kendaraan didata/dihitung pada setiap gardu keluar yang dicatat berdasarkan karcis masuk dari arah mana dan jenis golongan kendaraannya. Penggunaan karcis dari kertas pencatatannya dilakukan secara manual sedangkan penggunaan karcis magnetik pencatatannya secara otomatis.

## 2. *Loop Detektor*

*Loop detektor* merupakan alat penghitung yang menggunakan sistem magnetik yang dipasang pada setiap gardu keluar jalan tol. Volume lalu lintas yang didata dikelompokkan berdasarkan arah pergerakan kendaraan serta golongan kendaraan yang didata setiap bulan. Dari hasil pengelompokan tersebut maka dapat dihitung:

- a. Volume lalu lintas jalan untuk tiap-tiap bulan pada semua ruas.
- b. Volume lalu lintas total selama satu tahun untuk tiap-tiap golongan.
- c. Besarnya kilometer kendaraan (diperoleh dengan cara mengalikan volume lalu lintas total dengan panjang jalan yang ditinjau). (Syahputra, 2019).

Untuk perhitungan jumlah kendaraan yang melalui jalan arteri Amplas-Tanjung Morawa adalah dengan cara menghitung menggunakan aplikasi *Traffic Counter* dihitung berdasarkan jenis kendaraan yang melalui jalan arteri Tanjung Morawa menuju Amplas yang dilakukan pada jam sibuk yakni pada pagi hari pukul 07.00-09.00 WIB dan sore pukul 17.00-19.00 WIB.

### 2.4.3 Derajat kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DS) merupakan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan, derajat kejenuhan juga didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan (Yassir Fuad, 2017). Bilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Untuk menentukan derajat kejenuhan berdasarkan (PKJI:2014) biasanya di pakai Pers 2.3 sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

- DS = Derajat kejenuhan  
 Q = Volume kendaraan  
 C = Kapasitas

#### 2.4.4 Waktu tempuh

Waktu tempuh (WT) didefinisikan sebagai waktu rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu berhenti detik atau jam (PKJI:2014). Untuk pengukuran waktu tempuh tersebut dapat digunakan persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$WT = \frac{L}{VMP} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

WT = Waktu Tempuh Rata-rata kendaraan

L = Panjang segmen jalan

VMP = Kecepatan tempuh rata-rata

#### 2.4.5 Kecepatan tempuh

Berdasarkan (PKJI:2014) Kecepatan tempuh (VT) merupakan kecepatan aktual arus lalu lintas, menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisis ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan segmen jalan (PKJI:2014). Untuk pengukuran kecepatan tempuh tersebut dapat digunakan persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$VT = \frac{L}{TT} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

VT = Kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu lintas, dihitung dari segmen jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan melalui segmen jalan.

L = Panjang segmen jalan yang diamati.

TT = Waktu rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk tundaan waktu berhenti (detik/smp).

#### 2.4.6 Kecepatan arus bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus mendekati nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan tanpa dipengaruhi oleh kendaraan lain di jalan. (Yassir Fuad, 2017).

Berdasarkan ((PKJI:2014) ) untuk kecepatan arus bebas biasanya di pakai persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$FV = (FVo+FVw).FFVcs. FFVsf \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam).

FV0 = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati (km/jam).

FVw = Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam).

FFCcs = Penyesuaian kecepatan arus bebas akibat kelas ukuran kota.

FFVsf = Penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu.

#### 2.4.7 Kecepatan arus bebas (FV)

Didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan.

#### 2.4.8 Kecepatan arus bebas (FV0)

Kecepatan arus bebas adalah segmen jalan pada kondisi ideal tertentu (geometri, pola arus dan faktor lingkungan), dinyatakan dalam km/jam. Penentuan kecepatan arus bebas (FVo) untuk jalan perkotaan terlihat pada Tabel 2.1 (PKJI:2014).

**Tabel 2.1** Kecepatan Arus Bebas Dasar (FVo).

Tipe jalan	Kecepatan Arus			
	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Rata-rata
Enam-lajur terbagi (6/2 D) atau Tiga-lajur satu arah (3/1)	53	46	43	51
Empat-lajur terbagi (4/2 D) atau Dua-lajur satu arah	57	50	47	53
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua Lajur Tak terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

#### 2.4.9 Kecepatan Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw)

Kecepatan untuk lebar jalur lalu lintas adalah penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar berdasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas ( $W_c$ ). Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas (FVw) dapat dilihat pada Tabel 2.2 (PKJI:2014).

**Tabel 2.2** Penyesuaian Untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (Wc) (m)	FVw (km/jam)
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
Empat-lajur tak-terbagi	4,00	4
	Per lajur	
	3,00	4
	3,25	-2
	3,50	0
Dua-lajur tak-terbagi	3,75	2
	4,00	4
	Total	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
9	4	
10	6	
11	7	

(Sumber : PKJI:2014)

## 2.5 Jalan Tol

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI:2014) dijelaskan mengenai definisi jalan tol sebagai jalan untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, baik merupakan jalan terbagi ataupun tak-terbagi. Jalan bebas hambatan yang dikenal dengan jalan tol memiliki

beberapa kelebihan dibandingkan jalan biasa/jalan non-tol. Beberapa kelebihan ini meliputi:

1. Berkurangnya waktu tempuh jika dibandingkan pada jalan non-tol. Saat melewati persimpangan, pengguna jalan diharuskan berhenti dan menunggu. Kondisi tersebut menyebabkan banyak waktu yang terbuang.
2. Pertimbangan keselamatan lalu-lintas diprioritaskan. Tingkat kecelakaan pada jalan tol dipengaruhi oleh faktor geometrik jalan. Sebagai contoh, dengan pelebaran lajur, pelebaran bahu jalan, tersedianya lajur pendakian dan pemisah tengah (median) dapat mengurangi tingkat kecelakaan lalu-lintas.
3. Penghematan biaya operasi, konsumsi bahan bakar, polusi udara dan kebisingan. Pengoperasian kendaraan yang lebih halus dan penghentian kendaraan sesedikit mungkin dapat mengurangi konsumsi bahan bakar. Berkurangnya konsumsi bahan bakar selanjutnya mengurangi polusi udara.
4. Kendaraan dapat bergerak tanpa rintangan sepanjang waktu tanpa terhalang akibat adanya persimpangan atau perpotongan sebidang dengan jalan non-tol.

### **2.5.1 Pintu tol**

Pintu tol adalah tempat pelayanan transaksi tol bagi pemakai tol yang terdiri dari beberapa gardu dan sarana kelengkapan lainnya. Penggunaan gerbang tol di atur sebagai berikut:

1. Bangunan gerbang tol digunakan untuk pelaksanaan transaksi tol.
2. Di gerbang tol wajib menghentikan kendaraannya untuk mengambil atau menyerahkan karcis masuk dan membayar tol.
3. Di larang menaikkan dan menurunkan penumpang, barang, hewan di gerbang tol.

Disamping itu adapun pengertian gardu tol adalah ruang tempat bekerja pengumpul tol untuk melaksanakan tugas pelayanan kepada pemakai jalan tol, Pada sistem pengumpulan tol terbuka berfungsi untuk melayani pembayaran tol

kepada pemakai jalan tol dan pada sistem pengumpulan tol tertutup berfungsi melakukan transaksi yang dapat dibedakan atas:

- a. Gardu masuk adalah melayani pemberian karcis tanda masuk kepada pemakai jalan tol.
- b. Gardu keluar adalah untuk melayani pembayaran tol kepada pemakai jalan tol (sodikin, 2006).

**Tabel 2.3** Jumlah Lajur dan Gardu Gerbang Tol Belmera (PT. Jasa Marga)

No Gerbang	Jumlah Lajur				Jumlah Gardu Tersedia			
	Ent	Ext	Rev	Jlh	Ent	Ext	Tandem	Jlh
1.Belawan	4	6	3	13	7	9	0	16
2.Mabar	2	2	2	6	4	4	0	8
3.Tanjung Mulia	1	2	1	4	2	3	1	6
4.Bandar Selamat	4	4	0	8	4	4	0	8
5.Amplas	2	2	0	4	2	2	0	4
6.Tanjung Morawa	2	3	0	5	2	3	1	6

(Sumber : PKJI:2014)

### 2.5.2 Kapasitas suatu gerbang tol

Kapasitas suatu gerbang tol dapat diperoleh berdasarkan hasil survei asal tujuan (Origin – Destination) dan sistem (Trial and Error) dimana data yang diperoleh biasanya digunakan untuk prediksi pada tahun-tahun yang akan datang. Akan tetapi jumlah data terdapat diperkirakan tidak lagi mampu menampung kapasitas pemakai jalan tol tersebut, sehingga hal ini dapat menimbulkan adanya penambahan kapasitas pintu tol (Syahputra, 2019).

Untuk mengatasi masalah penambahan kapasitas akibat jumlah pemakai jalan tol yang semakin bertambah, maka diperlukan suatu data mengenai kapasitas suatu gerbang tol. Pendataan jumlah kendaraan yang melewati jalan tol dapat dihitung. Besarnya kapasitas untuk gerbang tol berbeda-beda tergantung tingkat pelayanan. Dengan tingkat pelayanan yang singkat dan tepat akan menambah besarnya kapasitas suatu gerbang tol.

Oleh karena itu kapasitas gerbang tol dapat didefinisikan sebagai nilai maksimum dari jumlah kendaraan yang melewati suatu gerbang tol dalam periode waktu tertentu. Nilai maksimum tersebut dapat dipengaruhi beberapa faktor, yaitu jalan itu sendiri, kontrol operasional, fasilitas dari gerbang tol, kelakuan para pengemudi, tindakan petugas jalan tol, dan beberapa faktor lingkungan, seperti faktor cuaca (Syahputra, 2019).

### 2.5.3 Gerbang tol Amplas-Tanjung Morawa

Gerbang tol berfungsi sebagai jalan masuk (tempat pengambilan tiket/entran) dan jalan keluar (tempat pembayaran tarif tol/exit) lalu lintas kendaraan yang menggunakan fasilitas jalan tol Belawan – Medan – Tanjung Morawa. Gerbang tol tersebut dimulai dari Sta 04 + 000 (Gerbang tol Belawan) sampai Sta 34 + 000 (Gerbang tol Tanjung Morawa) yang terdapat pada enam lokasi, yakni :

**Tabel 2.4** Lokasi Gerbang Tol BELMERA

No	Lokasi	STA
1.	Gerbang Tol Belawan	(Sta 04 + 000)
2.	Gerbang Tol Medan Barat	(Sta 11 + 500)
3.	Gerbang Tol Tanjung Mulia	(Sta 14 + 000)
4.	Gerbang Tol Bandar Selamat	(Sta 22 + 000)
5.	Gerbang Tol Amplas	(Sta 28 + 000)
6.	Gerbang Tol Tanjung Morawa	(Sta 34 + 000)

(Sumber : PT. Jasa Marg (PERSERO))

Gerbang tol Belmera terdiri dari tiga tipe, yakni :

1. Tipe *Barrier*

Gerbang tol Belmera yang menggunakan tipe *barrier* adalah gerbang tol Belawan, gerbang tol Tanjung Mulia, gerbang tol Tanjung Morawa, dimana arah masuk dan keluar gardu pada satu tempat.

2. Tipe *1/2 Diamond*

Gerbang tol Belmera yang menggunakan tipe *1/2 Diamond* adalah gerbang tol Mabur, dimana arah masuk dengan arah keluar untuk dua arah.

3. Tipe *Full Diamond*

Gerbang tol Belmera yang menggunakan tipe *full diamond* adalah gerbang tol Bandar Selamat. (Syahputra, 2019).

## 2.6 Kemacetan Lalu Lintas

Kemacetan lalu lintas adalah situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan. (Asdar, 2020). Pengertian lalu lintas menurut Undang-Undang RI No.14 Tahun 1992 adalah gerak kendaraan, orang dan hewan di ruang lalu lintas jalan yang mempunyai pengertian prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang dan atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

Pemerintah mempunyai tujuan untuk mewujudkan lalu lintas dan angkutan jalan yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib dan teratur, nyaman dan efisien melalui manajemen lalu lintas dan rekayasa lalu lintas. Adapun komponen-komponen lalu lintas itu sendiri terdiri atas manusia, kendaraan dan jalan yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan yang memenuhi persyaratan kelayakan untuk dikemudikan oleh pengemudi yang mengikuti aturan lalu lintas yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundangan yang menyangkut lalu lintas dan angkutan jalan melalui jalan yang memenuhi persyaratan (Asdar, 2020).

### **2.6.1 Komponen sistem lalu lintas**

Ada tiga komponen terjadinya lalu lintas yaitu manusia sebagai pengguna, kendaraan dan jalan yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan yang memenuhi persyaratan kelayakan dikemudikan oleh pengemudi mengikuti aturan lalu lintas yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundangan yang menyangkut lalu lintas dan angkutan jalan melalui jalan yang memenuhi persyaratan geometrik.

1. Manusia sebagai pengguna.

Manusia sebagai pengguna dapat berperan sebagai pengemudi atau pejalan kaki yang dalam keadaan normal mempunyai kemampuan dan kesiagaan yang berbeda-beda (waktu reaksi, konsentrasi dll). Perbedaan-perbedaan tersebut masih dipengaruhi oleh keadaan fisik dan psikologi, umur serta jenis kelamin dan pengaruh- pengaruh luar seperti cuaca, penerangan/lampu jalan dan tata ruang.

2. Kendaraan.

Kendaraan digunakan oleh pengemudi mempunyai karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, percepatan, perlambatan, dimensi dan muatan yang membutuhkan ruang lalu lintas yang secukupnya untuk bisa bermanuver dalam lalu lintas.

3. Jalan.

Jalan merupakan lintasan yang direncanakan untuk dilalui kendaraan bermotor maupun kendaraan tidak bermotor termasuk pejalan kaki. Jalan tersebut direncanakan untuk mampu mengalirkan aliran lalu lintas dengan lancar dan mampu mendukung beban muatan sumbu kendaraan serta aman, sehingga dapat meredam angka kecelakaan lalu-lintas. (Asdar, 2020).

### 2.6.2 Manajemen lalu lintas

Manajemen lalu lintas bertujuan untuk keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Manajemen lalu lintas meliputi:

1. Kegiatan perencanaan lalu lintas.

Kegiatan perencanaan lalu lintas meliputi inventarisasi dan evaluasi tingkat pelayanan. Maksud inventarisasi antara lain untuk mengetahui tingkat pelayanan pada setiap ruas jalan dan persimpangan. Maksud tingkat pelayanan dalam ketentuan ini adalah merupakan kemampuan ruas jalan dan persimpangan untuk menampung lalu lintas dengan tetap memperhatikan faktor kecepatan dan keselamatan.

2. Kegiatan pengaturan lalu lintas.

Kegiatan pengaturan lalu lintas meliputi: penataan sirkulasi lalu lintas, penentuan kecepatan minimum dan maximum, larangan atau perintah penggunaan jalan bagi pemakai jalan.

3. Kegiatan pengawasan lalu lintas.

Kegiatan pengawasan lalu lintas meliputi:

a. Pemantauan dan penilaian terhadap kebijaksanaan lalu lintas.

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas dari kebijaksanaan tersebut untuk mendukung ketercapaian tingkat pelayanan yang telah ditentukan. Kegiatan pemantauan meliputi Inventarisasi kebijaksanaan-kebijaksanaan lalu lintas yang berlaku pada ruas jalan dan jumlah pelanggaran dan tindakan-tindakan koreksi yang telah dilakukan atas setiap pelanggaran tersebut. Sedangkan kegiatan penilaian meliputi : Penentuan kriteria penilaian dan Analisis pelanggaran dan usulan tindakan perbaikan.

b. Tindakan korektif terhadap pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas.

Tindakan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya sasaran tingkat pelayanan yang sudah ditentukan. Tindakan korektif diantaranya adalah peninjauan ulang terhadap kebijaksanaan apabila didalam pelaksanaannya menimbulkan masalah.

#### 4. Kegiatan pengendalian lalu lintas.

Kegiatan pengendalian lalu lintas meliputi:

- a. Pemberian arahan dan petunjuk dalam pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas, dengan maksud agar diperoleh keseragaman dalam pelaksanaannya serta dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya untuk menjamin tercapainya tingkat pelayanan yang telah ditetapkan.
- b. Pemberian bimbingan dan penyuluhan kepada masyarakat mengenai hak dan kewajiban masyarakat dalam pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas (Asdar, 2020).

### **2.6.3 Dampak kemacetan lalu lintas**

Salah satu masalah yang ada di perkotaan yaitu masalah kemacetan lalu lintas. Masalah kemacetan lalu lintas di perkotaan telah banyak memberikan kerugian bagi berjalannya roda ekonomi suatu negara. Tak jarang masalah-masalah kemacetan ini selalu menjadi masalah yang menyulitkan pemerintah dalam suatu negara untuk membuat kebijakan mengenai lalu lintas.

Hasil penelitian sebelumnya dengan fokus penelitian yang sama menemukan beberapa macam dampak atau akibat yang ditimbulkan dari kemacetan transportasi lalu lintas, diantaranya yaitu:

1. Pemborosan bahan bakar, kerugian waktu dan pemborosan energi . Hal demikian dapat terjadi karena kendaraan yang berjalan pelan akan menyita banyak waktu dan energi yang terbuang.
2. Jalanan yang macet juga mudah menimbulkan kerusakan kendaraan , karena pada kecepatan rendah konsumsi energi lebih tinggi, dan mesin tidak beroperasi pada kondisi yang optimal.
3. Akan mengganggu aktivitas ekonomi, misalnya aktivitas pengiriman barang.
4. Mengganggu kendaraan darurat seperti ambulance dan pemadam kebakaran yang sedang menjalankan tugas (Asdar, 2020).

## 2.7 Konsep Efektivitas Jalan Tol

Efektivitas berasal dari kata dasar efektif, menurut kamus besar Bahasa Indonesia efektif adalah ada efeknya, manjur atau mujarab, dapat membawa hasil, berhasil guna dan mulai berlaku. Efektivitas juga diartikan sebagai mengerjakan pekerjaan yang benar atau tepat. Efektif yaitu kemampuan menghasilkan hasil sesuai dengan keinginan, karena sesuatu yang efektif dapat memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Efektif juga diartikan sebagai sesuatu hal yang dapat mencapai hasil akhir sesuai dengan waktu yang diinginkan seseorang (Arizky, 2022).

Menurut Kotler dan Kevin dalam Riadi (2013), kepuasan konsumen adalah perasaan senang atau kecewa seseorang yang muncul setelah membandingkan kinerja (hasil) produk yang difikirkan terhadap kinerja yang diharapkan. Dalam arti tercapainya sasaran atau tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Jelaslah bila sasaran atau tujuan telah tercapai sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, hal ini dikatakan efektif. Jadi apabila tujuan atau sasaran tidak sesuai dengan yang telah ditentukan, maka pekerjaan itu dikatakan tidak efektif.

Jalan Tol pada rute Amplas-Tanjung Morawa dibuat untuk melayani kebutuhan penggunanya. PT. Jasa Marga membangun jalan bebas hambatan (tol) untuk membantu masyarakat. Adapun beberapa fungsi jalan tol Amplas-Tanjung Morawa dibuat adalah agar pengguna jalan tol dapat mencapai tempat tujuan dengan waktu yang cepat kemudian untuk mengurangi beban lalu lintas yang ada pada jalan non tol yang berdekatan dengan area tol Amplas-Tanjung Morawa agar tidak terjadi kemacetan lalu lintas sebab dengan dibangunnya jalan tol maka volume kendaraan yang ada pada jalan arteri akan terbagi dan otomatis akan membantu kelancaran lalu lintas pada jalan yang berdekatan dengan kawasan tol, maka konsep efektivitas jalan tol dalam hal ini dapat diterapkan agar kita dapat mengetahui seberapa efektif jalan tol Amplas-Tanjung Morawa dengan cara melakukan analisis apakah sudah sesuai dengan fungsi jalan tol yang direncanakan dengan keadaan yang sebenarnya. Salah satu cara agar dapat menumbuhkan dan mempertahankan kepuasan bagi konsumen dengan membangun pelayanan yang berorientasi masyarakat (Arizky, 2022).

## 2.8 Autodesk Infracore

Autodesk Infracore adalah perusahaan multinasional Amerika yang membuat produk dan layanan perangkat lunak untuk industri arsitektur, teknik, konstruksi, manufaktur, media, pendidikan, dan hiburan. Autodesk berkantor pusat di San Francisco, California, dan memiliki kantor di seluruh dunia. Kantornya di AS berlokasi di negara bagian California, Oregon, Colorado, Texas, Michigan, New Hampshire, dan Massachusetts. Kantornya di Kanada berlokasi di provinsi Ontario, Quebec, dan Alberta. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1982 oleh John Walker, yang merupakan rekan penulis versi pertama Autocad. Autodesk menjadi terkenal karena Autocad, tetapi sekarang mengembangkan berbagai perangkat lunak untuk desain, teknik, dan hiburan dan jajaran perangkat lunak untuk konsumen. Industri manufaktur menggunakan perangkat lunak pembuatan prototipe digital Autodesk termasuk Autodesk Inventor, Fusion 360, dan Autodesk Product Design Suite untuk memvisualisasikan, mensimulasikan, dan menganalisis kinerja dunia nyata menggunakan model digital dalam proses desain. Jajaran perangkat lunak Revit perusahaan untuk pemodelan informasi bangunan dirancang untuk memungkinkan pengguna menjelajahi perencanaan, konstruksi, dan pengelolaan bangunan secara virtual sebelum dibangun. Divisi Media dan Hiburan Autodesk membuat perangkat lunak untuk efek visual, penilaian warna, dan pengeditan serta animasi, pengembangan game, dan visualisasi desain. 3ds Max dan Maya adalah perangkat lunak animasi 3D yang digunakan dalam efek visual film dan pengembangan game.

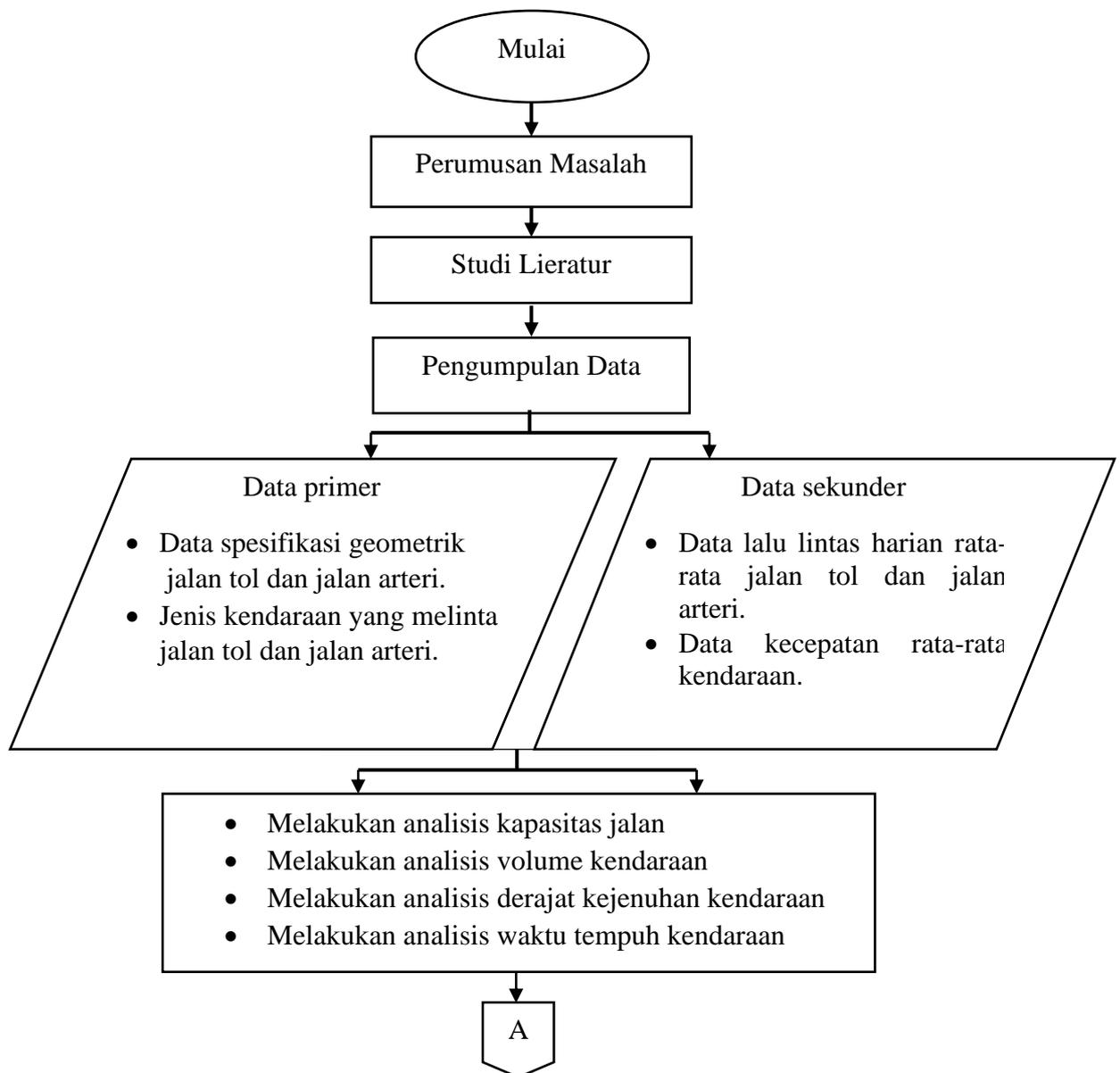
*Autodesk Infracore* merupakan salah satu *software* keluaran Autodesk yang dapat memodelkan, menganalisis, dan memvisualisasikan konsep desain perencanaan. *Software* ini dinilai dapat mempermudah perencanaan jalan dan merupakan *software* yang cukup banyak digunakan oleh negara maju. *Infracore* ini merupakan salah satu *software* yang banyak digunakan dalam *lingkup Building Information Modelling (BIM)* untuk desain proyek infrastruktur. *Infracore* memungkinkan untuk merencanakan suatu infrastruktur dalam waktu yang singkat dengan hasil yang cukup akurat (Putri & Iqbal, 2022).

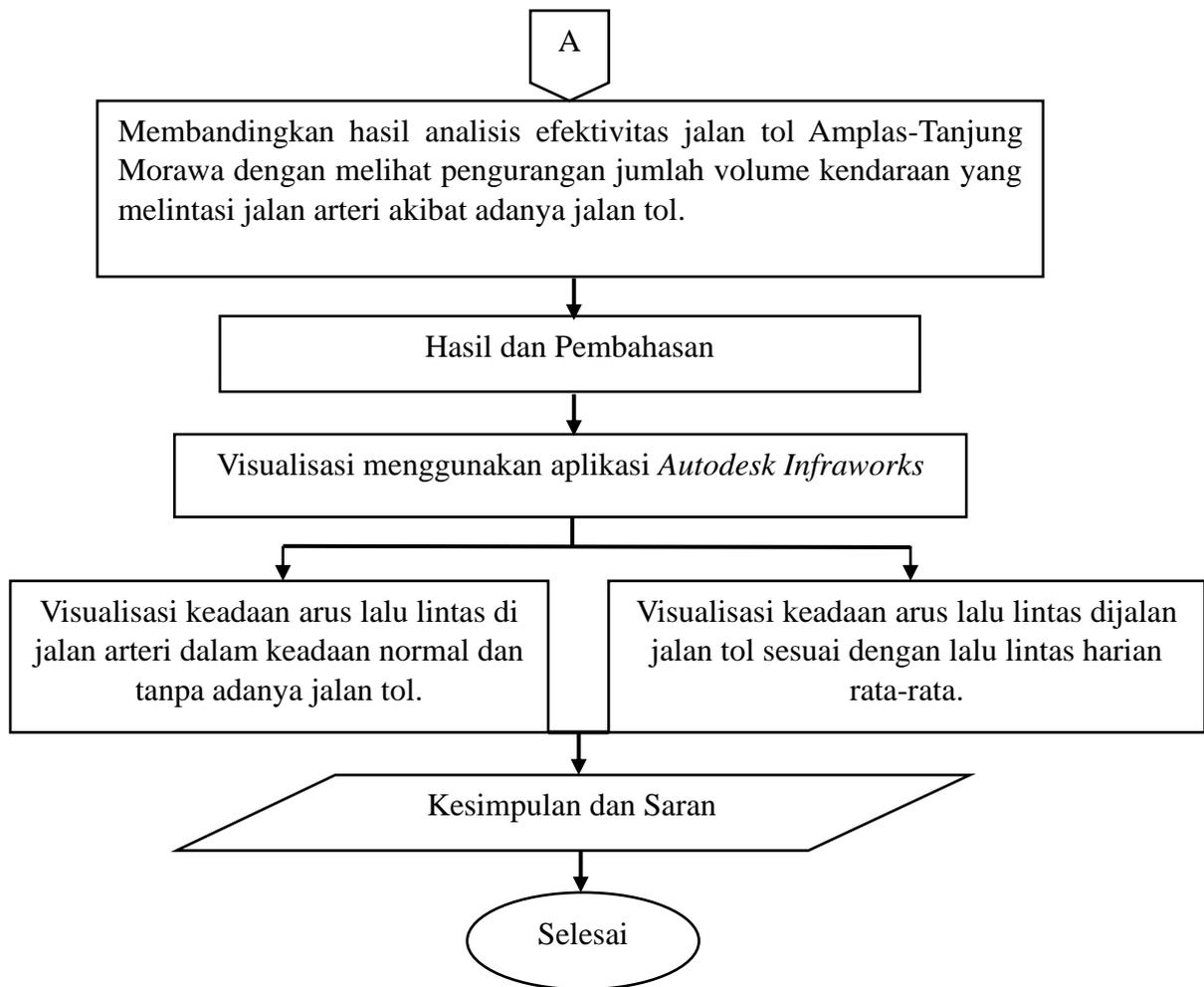
*Autodesk Infracore* menampilkan *visualisasi 3D conceptual* desain ataupun desain awal yang menarik seperti kita berada di lingkungan game. *Autodesk Infracore* memfasilitasi kemampuan untuk mengkomunikasikan konsep desain proyek dengan membangun model nyata dari *GIS, Raster*. *Autodesk Infracore* ini juga dapat dijadikan sebagai media penggambaran teknik dalam bagian silabus pembelajaran untuk mahasiswa dalam memahami perencanaan jalan dan jembatan serta melatih mendesain jalan dan jembatan yang realistis secara digital 3 dimensi untuk meningkatkan kompetensi lulusan teknik bangunan. Mahasiswa dalam mengoperasikan *Software Autodesk Infracore* ini untuk kegiatan belajar mengajar di kampus, tidak perlu mempunyai spesifikasi laptop/komputer yang cukup tinggi. Hal ini berdasarkan persyaratan sistem dari *Autodesk* dengan spesifikasi minimum seperti RAM 4GB, *free hard disk space* 10gb, resolusi tampilan 1.280x720, *Windows* 8/10 64 bit. Fitur/*tools* yang tersedia pada *Autodesk Infracore* sangat mudah dikuasai dan dipelajari oleh siswa untuk mendesain jalan (Ramadhan et al., 2022).

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

Pada bab III ini peneliti akan menguraikan beberapa hal yang berkaitan dengan metode penelitian yang dipergunakan oleh peneliti untuk melakukan analisis efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas menggunakan aplikasi berbasis BIM *Infraworks* di Kabupaten Deli Serdang Rute Amplas-Tanjung Morawa.





**Gambar 3.1** Bagan alir (*flowchart*) penelitian

### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan mengenai penelitian skripsi mengenai analisis efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas menggunakan aplikasi *autodesk Infraworks* di Kabupaten Deli Serdang pada rute Amplas-Tanjung Morawa secara skematis dapat dilihat pada Gambar 3.1 Bagan alir (*flowchart*) penelitian. Adapun penjelasan mengenai uraian tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah

2. Studi Literatur.

3. Pengumpulan Data.

Data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan meliputi data spesifikasi geometrik jalan tol dan jalan arteri, jenis kendaraan yang melintasi jalan tol dan jalan arteri. Data sekunder yang digunakan seperti data lalu lintas harian rata-rata jalan tol dan jalan arteri, data kecepatan rata-rata kendaraan, serta literatur yang berkaitan dengan penelitian.

4. Melakukan analisis efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas.

- Mengidentifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

- Identifikasi Parameter evaluasi dengan menentukan parameter yang akan digunakan untuk mengukur efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas. mencakup parameter evaluasi volume kendaraan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, kepadatan lalu lintas, dan parameter lain yang relevan.

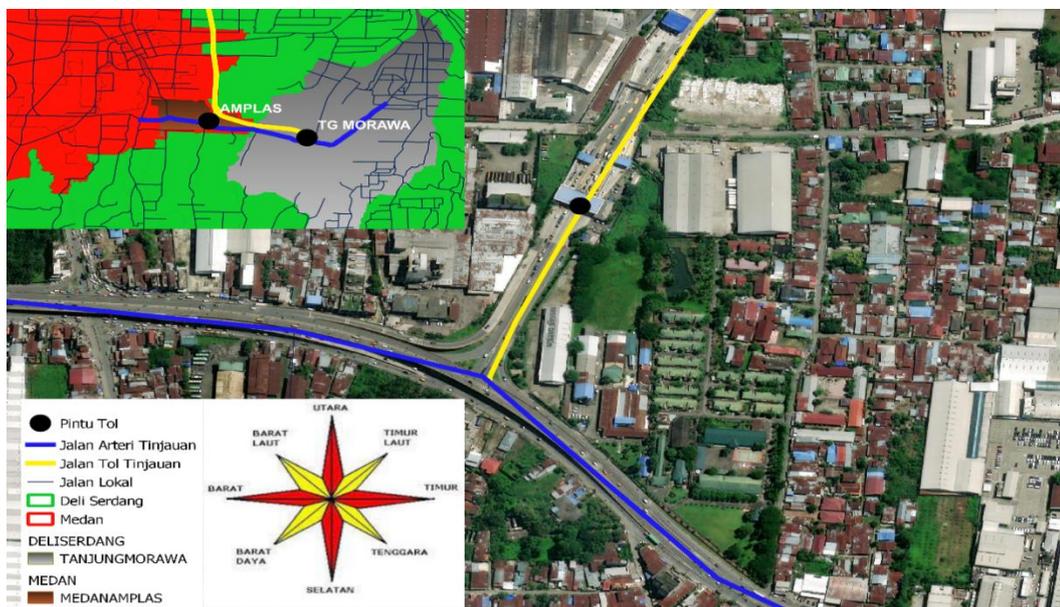
- Membandingkan hasil dari analisis efektivitas jalan tol Amplas-Tanjung Morawa dengan melihat pengurangan jumlah volume kendaraan yang melintasi jalan arteri Amplas-Tanjung Morawa akibat adanya jalan tol.

5. Interpretasi hasil dan kesimpulan.

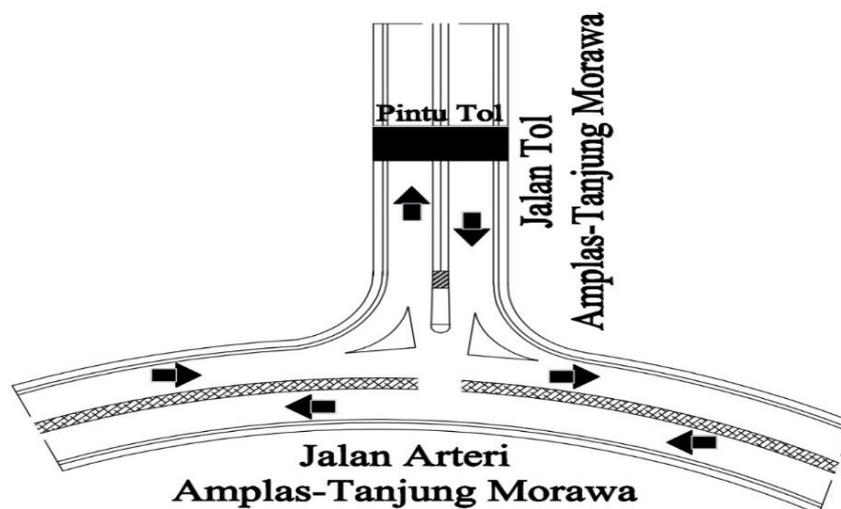
Interpretasi yang dilakukan berupa penyajian data perhitungan yang mempengaruhi efektivitas jalan tol dan visualisasi 3D menggunakan aplikasi berbasis *Building Information Modeling (BIM) Infraworks* dengan memasukan data spesifikasi geometrik jalan , data lalu lintas harian dan data kecepatan rata rata kendaraan sebagai acuan untuk membuat visualisasi keadaan jalan yang akan di interpretasi.

### 3.2 Lokasi Penelitian

Secara administrasi lokasi penelitian terletak diantara dua kabupaten/kota jalan arteri dan jalan tol yang berada di kecamatan Amplas-Tanjung Morawa sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Deli Serdang dan sebagian lagi masuk dalam wilayah Kota Medan adapun panjang jalan yang akan diteliti yaitu jalan arteri Amplas-Tanjung Morawa sepanjang 10km dan panjang jalan tol Amplas-Tanjung Morawa adalah 6km, berikut adalah gambar yang menjelaskan mengenai lokasi penelitian pada jalan tol dan jalan arteri rute Amplas-Tanjung Morawa.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3.3 Sketsa Lokasi Penelitian

### **3.3 Pengumpulan Data**

Untuk melakukan penelitian ini membutuhkan data yang diperoleh melalui instansi lembaga pemerintahan dan data-data penunjang lainnya dimana sangat dibutuhkan untuk kelancaran dalam proses perhitungan. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Data Primer meliputi:
  - Data spesifikasi geometrik jalan tol dan jalan arteri.
  - Jenis kendaraan yang melintasi jalan tol dan jalan arteri.
2. Data Sekunder meliputi:
  - Data lalu lintas harian rata-rata jalan tol dan jalan arteri.
  - Data kecepatan rata-rata kendaraan.
  - Literatur yang berkaitan dengan penelitian.

### **3.4 Pengolahan Data**

Dengan adanya data-data yang didapatkan maka dapat dianalisa dan diolah sebagai berikut:

1. Data lalu lintas harian rata-rata jalan tol dan jalan arteri.
2. Data kapasitas jalan tol dan jalan arteri dalam menampung kendaraan
3. Data kecepatan rata-rata kendaraan yang melintasi jalan tol dan jalan arteri.
4. Data Geometrik jalan tol dan jalan arteri.
5. Jenis kendaraan yang melintasi jalan tol dan jalan arteri pada wilayah Amplas-Tanjung Morawa.

### **3.5 Analisis Data**

1. Pengumpulan Data.

Data yang dikumpulkan antara lain data lalu lintas harian (DLH), data kapasitas jalan tol dan jalan arteri dalam menampung kendaraan, data kecepatan rata-rata kendaraan, data geometrik jalan tol dan jalan arteri, dan data jenis kendaraan yang melintasi jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa.

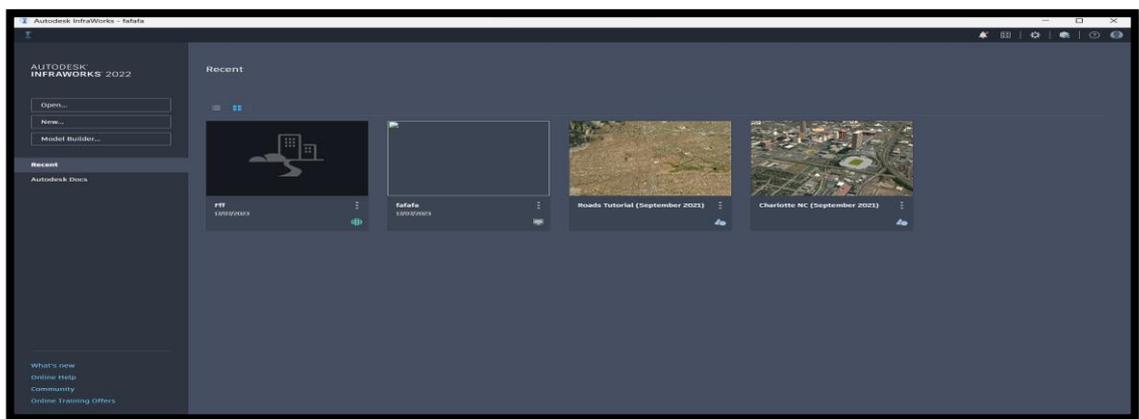
2. Variabel Penyusunan.  
Menentukan variabel-variabel yang akan digunakan dalam analisis. Seperti, jumlah volume kendaraan sebelum dan sesudah pembangunan jalan tol, waktu tempuh rata-rata sebelum dan sesudah pembangunan jalan tol, dan perbedaan waktu tempuh antara menggunakan jalan tol dan jalan alternatif.
3. Data Pemrosesan.  
Melakukan pengolahan data seperti perhitungan statistik dasar seperti mean, median, dan standar deviasi untuk masing-masing variabel yang relevan.  
Membandingkan data lalu lintas sebelum dan sesudah pembangunan jalan tol untuk melihat perbedaan yang signifikan dalam jumlah kendaraan dan waktu tempuh rata-rata.
4. Analisis Perbandingan:  
Melakukan analisis perbandingan antara data lalu lintas jumlah kendaraan yang melewati jalan tol dan jalan-jalan non tol. Membandingkan waktu tempuh rata-rata sebelum dan sesudah pembangunan jalan tol kendaraan yang melewati jalan tol dan jalan-jalan non tol untuk melihat peningkatan efisiensi perjalanan.
5. Analisis Regresi.  
Melakukan analisis regresi untuk menentukan seberapa signifikan pengaruh jalan tol terhadap kemacetan lalu lintas lalu lintas. Misalnya, melakukan regresi linier antara waktu tempuh rata-rata dan penggunaan jalan tol untuk melihat sejauh mana penggunaan jalan tol berkontribusi pada konsumsi waktu tempuh.
6. Interpretasi dan Kesimpulan.  
Menganalisis hasil-hasil dari tahapan sebelumnya dan membuat kesimpulan mengenai efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas. Menyajikan temuan-temuan dalam bentuk atau laporan penyajian yang dapat dipahami oleh pihak-pihak terkait, seperti perusahaan pengelola jalan tol, pemerintah, dan masyarakat umum.

### 3.6 Tahapan Visualisasi Berbasis BIM Autodesk Infraworks

Dalam melakukan analisis efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas penulis juga akan memvisualisasikan kondisi jalan yang akan di analisis menggunakan aplikasi berbasis BIM *Autodesk Infraworks* berikut tahapannya:

#### 1. Aplikasi *autodesk infraworks*

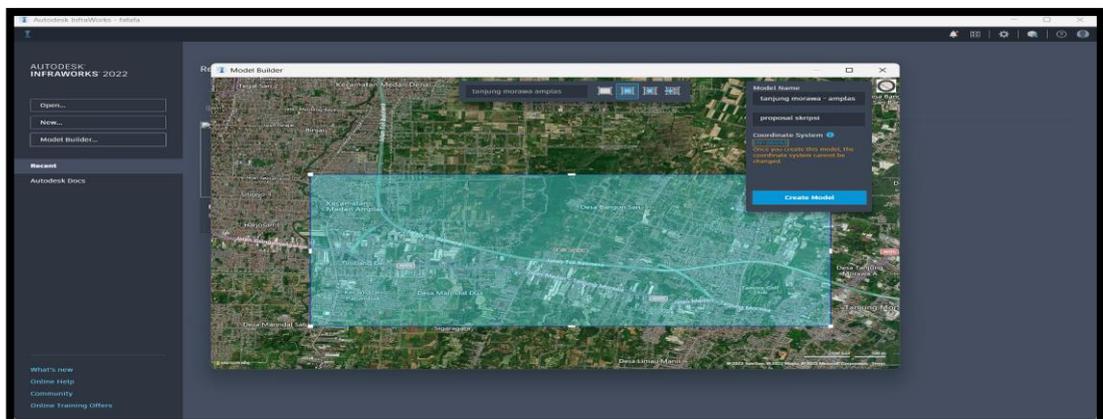
Berikut merupakan tampilan awal saat kita membuka aplikasi *Autodesk Infraworks*.



**Gambar 3.4** Tampilan Awal *Autodesk Infraworks*

#### 2. Location

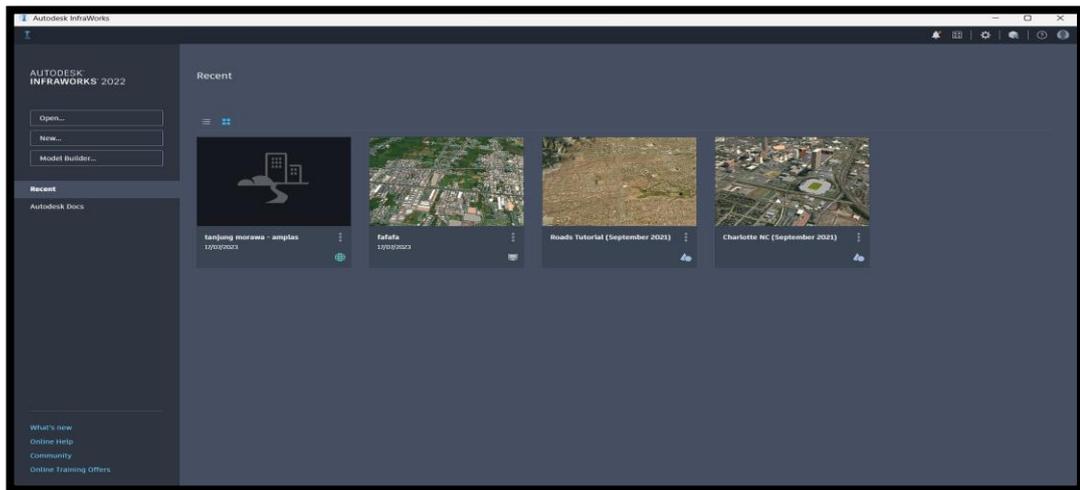
Location yang berfungsi untuk memilih geometrik jalan pada lokasi penelitian yang akan di visualisasikan dengan menekan tombol klik kiri untuk memblock daerah yang akan ditentukan sebagai lokasi untuk dianalisis.



**Gambar 3.5** Tampilan peta lokasi *Autodesk Infraworks*

### 3. Project

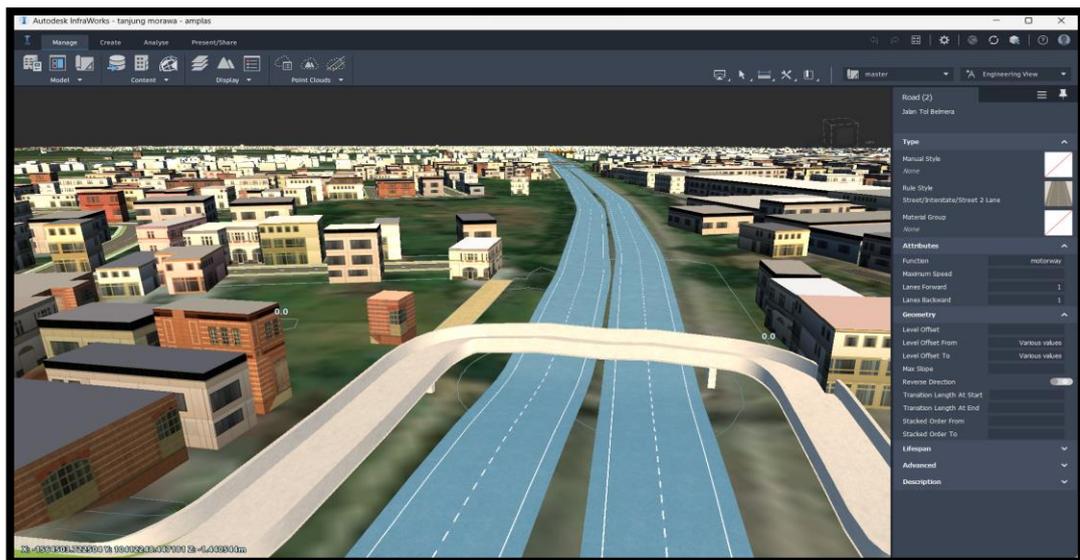
Pilih lokasi geometrik jalan yang sudah ditentukan untuk di visualisasikan dengan cara kembali ke menu tampilan awal untuk melihat lokasi yang sudah dipilih.



**Gambar 3.6** Tampilan pemilihan project lokasi *Autodesk Infraworks*

### 4. Road modeling

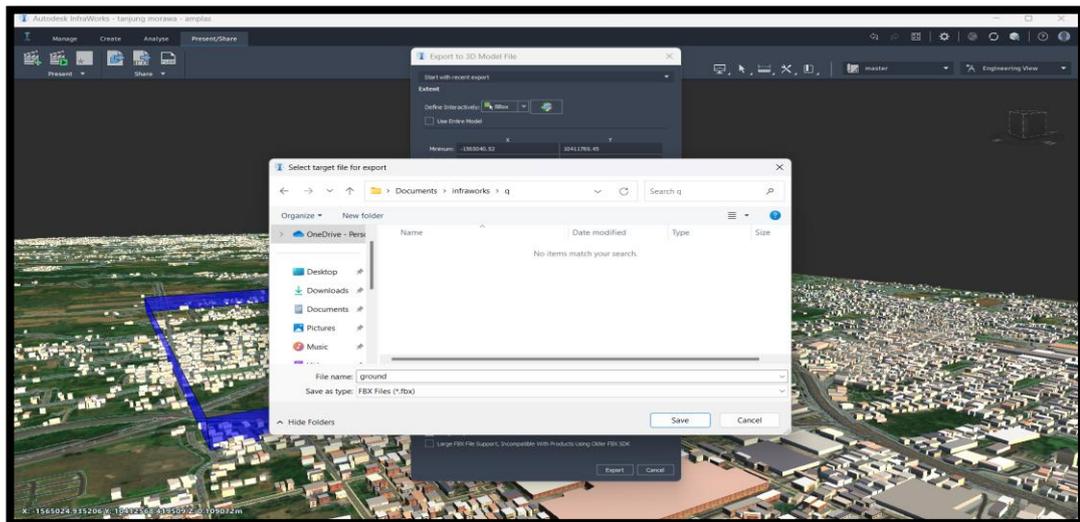
Pilih jalan yang akan digunakan untuk dilakukan visualisasi dengan cara memblok bagian jalan sesuai dengan jarak lokasi yang dilakukan untuk analisis.



**Gambar 3.7** Tampilan pemilihan jalan *Autodesk Infraworks*

## 5. Eksport file

Pilih menu save untuk menyimpan geometrik jalan yang sudah ditentukan untuk direndering menggunakan aplikasi lumion dengan cara mensave file autodesk infraworks ke format lumion.



**Gambar 3.8** Tampilan *save as Autodesk Infraworks*

## 6. Finishing

Input jenis dan jumlah kendaraan dengan menyesuaikan dengan data volume kendaraan dan data kecepatan rata rata tiap kendaraan sesuai dengan hasil analisis kemudian lakukan rendering.



**Gambar 3.9** Tampilan rendering pada aplikasi Lumion

### 3.7 Penelusuran Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan bagian penting sebagai acuan ataupun referensi yang akan memudahkan dalam mengerjakan laporan skripsi. Ada beberapa jurnal yang dijadikan acuan peneliti dalam melakukan penelitian ini, berikut adalah beberapa jurnal yang digunakan oleh peneliti.

**Tabel 3.1** Tabel Penelusuran Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
1.	Analisis Kapasitas Gerbang Tol Tanjung Mulia.	Dede Syahputra 1407210142, 2019	Melakukan analisis dengan survei langsung ke lapangan tentang pelayanan gardu tol tanjung mulia.	Dengan tingkat kedatangan 355 kendaraan/jam per gardu maka kapasitas gerbang tol Tanjung Mulia tidak memenuhi persyaratan Standar Pelayanan Minimal (SPM)
No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
2.	Analisis Kemacetan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Marelان Raya	Yassir Fuad 1207210154, 2017	Melakukan analisis kemacean lalu lintas di ruas jalan Marelان Raya menggunakan MKJI, 1997.	Diketahui nilai tingkat pelayanan terburuk ialah kelas D. Hal ini menunjukkan bahwa arus kendaraan yang terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas.

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
3.	Analisis Pengaruh Gerbang Tol Binjai-Semayang Terhadap Kinerja Ruas Jalan Kilometer 12 Diski	Surya Pradana 1707210101, 2021	Melakukan survey langsung untuk menganalisis pengaruh gerbang tol Binjai-Semayang terhadap kinerja ruas jalan.	Nilai volume yang terjadi hari Sabtu di jalan arteri Binjai-Semayang 1449 smp/jam. Pada hari Senin puncak pengaruh kepadatan kendaraan di jalan arteri Semayang-Binjai nilai volume yaitu 1291 smp/jam. Untuk kondisi jalan eksiting yaitu dari arah Jalan Binjai-Semayang stabil, kecepatan dipengaruhi oleh lalulintas, volume sesuai untuk jalan kota.
No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
4.	Manajemen Penanggulangan Kemacetan Lalu Lintas Di Dinas Perhubungan Kota Makassar	ASDAR 105610363410, 2020	Melakukan manajemen penanggulangan kemacetan lalu lintas di dinas perhubungan Kota Makassar.	Diketahui manajemen sarana moda transportasi yang di lakukan pemerintah kurang maksimal yakni tidak berpedoman pada prinsip-prinsip manajemen lalu lintas.

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
5.	Kajian Masalah Antrian Pada Sistem Pengumpulan Tol Konvensional Terhadap Rancangan Sistem Pengumpulan Tol Elektronik	Sodikin L4A004059, 2006	Melakukan kajian masalah antrian pada sistem pengumpulan tol konvensional terhadap rancangan sistem pengumpulan tol elektronik.	Pola distribusi waktu kedatangan kendaraan menuju pintu tol Pondok Gede Timur terdistribusi secara poisson sedangkan pola distribusi waktu pelayanan terhadap kendaraan yang memasuki pintu pelayanan Pondok Gede Timur terdistribusi secara eksponensial.
No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
6.	Analisa dan Solusi Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota (Studi Kasus Jalan Imam Bonjol - Jalan Sisingamangaraja)	Cindy Novalia, Rahayu Sulistiyorini, Sasana Putra (2016)	Menggunakan metode analisis geometrik jalan dan volume kendaraan untuk bahan perbandingan dalam mengatasi kemacetan lalu lintas	Kemacetan tertinggi berada pada Simpang Imam Bonjol-Tamin dikarenakan DS Simpang >1. Sedangkan Nilai derajat kejenuhan Segmen II lebih besar jika dibandingkan Segmen I, hal ini dikarenakan volume lalu lintas Segmen II lebih besar dan kapasitas Segmen II lebih sedikit jika dibandingkan segmen I

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
7.	Efektivitas Kelancaran Lalu Lintas Pada Ruas Tol Cawang-Tomang–Cengkareng.	Paul Sipoh, Adenan Suhalis, Miskul Firdaus (2017)	Metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu penelitian yang kemudian diolah dan dianalisis untuk mengambil kesimpulan.	Dari hasil analisis korelasi sederhana (r) di dapatkan korelasi antara pelaksanaan rambu lalu lintas dengan efektivitas kelancaran lalulitas, (r) adalah 0,695 hal ini menunjukkan terjadi integrasi yang kuat antara pelaksanaan rambu lalu lintas dengan efektivitas kelancaran lalu lintas.
No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
8.	Pengembangan E-Modul Berbasis Bim Autodesk Infracore Pada Mata Pelajaran Konstruksi Jalan Dan Jembatan Di Smkn 1 Cikarang Barat.	M. Agphin Ramadhan, Anisah, Oki Dwi Darmawan (2021)	Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Rnd (research and development).	Peneliti menghasilkan sebuah produk pengembangan berupa bahan ajar e-modul berbasis BIM yang nantinya diharapkan dapat diterapkan dalam proses pembelajaran pada matpel KJJ di SMKN 1 Cikarang Barat, DPIB.

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
9.	Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Kemacetan Lalu Lintas Di Jalan Utama Kota Surabaya.	Aloisius de Rozari dan Yudi Hari Wibowo (2014)	Metode penelitian ini adalah penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif.	Kemacetan di kota Surabaya disebabkan oleh semakin bertambahnya volume kendaraan di setiap tahunnya yang sudah tidak seimbang dengan kapasitas jalan, kesadaran masyarakat untuk menggunakan transportasi umum juga masih kurang.
No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode	Output
10.	Peningkatan Kinerja Lalu Lintas Kawasan Pasar Gambir Kabupaten Deli Serdang.	Annisa Ulfa Hasibuan, Tertib Sinulingga, Robert Simanjuntak (2021)	Metode pengolahan data perhitungan terkait dengan permasalahan yang telah diidentifikasi.	Secara keseluruhan, kinerja jaringan terbaik berada pada kondisi scenario 3. Dengan demikian, scenario 3 merupakan scenario terbaik dalam pemecahan masalah pada penelitian ini.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah menyelesaikan tahap-tahap pekerjaan pada bab-bab sebelumnya, kegiatan selanjutnya pada bab ini adalah melakukan analisis data. Data yang digunakan adalah data hasil pengamatan langsung dilapangan yaitu data primer dan data yang didapatkan dari beberapa instansi terkait yakni data sekunder yang akan dipergunakan sebagai dasar menghitung pada ruas jalan tol dan jalan arteri rute Amplas-Tanjung Morawa sesuai dengan kondisi yang ada.

#### **4.1 Pengumpulan data**

Pengumpulan data dilakukan disepanjang ruas jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa. Data yang diambil meliputi data primer dan sekunder adapun data primer meliputi data spesifikasi geometrik jalan tol dan jalan arteri dan data jenis kendaraan yang melintasi jalan tol dan jalan arteri, sedangkan data sekunder yang diambil meliputi data lalu lintas harian rata-rata jalan tol dan jalan arteri dan data kecepatan rata-rata kendaraan data tersebut diperlukan untuk menganalisis tingkat efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas terhadap jalan arteri yang berdekatan dengan area tol.

#### **4.2 Karakteristik aliran lalu lintas jalan**

Analisis kinerja lalu lintas berikut di dapat menggunakan data yang diperoleh dari pengamatan lapangan dan data dari instansi terkait, hasil dari analisis ini dapat digunakan untuk mengetahui efektivitas jalan tol dalam mengurangi beban lalu lintas di jalan arteri kemudian juga bisa digunakan untuk merancang perbaikan infrastruktur, mengoptimalkan pengaturan lalu lintas, atau mengembangkan strategi transportasi yang lebih baik. Dengan pemahaman yang baik tentang kinerja lalu lintas pada jalan tol dan jalan arteri rute Amplas Tanjung Morawa.

#### 4.2.1 Geometrik jalan

Geometrik jalan merupakan salah satu karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika dibebani lalu lintas. Dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI:2014), diantara yang termasuk dalam geometrik jalan yaitu tipe jalan, lebar jalur/lajur lalu lintas, kreb pembatas dan bahu jalan. Berikut merupakan data geometrik jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa yang disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini.

**Tabel 4.1** Geometrik jalan tol dan jalan arteri

<b>Nama jalan</b>	<b>Tipe jalan</b>	<b>Lebar lajur</b>	<b>Median pembatas</b>	<b>Bahu jalan</b>
Jalan Tol	4/2	3,6 m	2,5 m	1,5 m
Jalan Arteri	4/2	3,5 m	1,2 m	1 m

(Sumber : Dinas Perhubungan Kota Medan)

#### 4.2.2 Volume lalu lintas (Q)

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati satu titik tertentu dari suatu segmen jalan waktu tertentu. Dinyatakan dalam satuan kendaraan ringan (SKR) atau satuan mobil penumpang (SMP). Berikut merupakan data volume kendaraan jalan arteri dan jalan tol pada rute Amplas-Tanjung Morawa, data tersebut didapatkan dari dua instansi, dimana data volume kendaraan jalan tol di dapat dari PT. Jasa Marga (PERSERO) dan data volume lalu lintas jalan arteri didapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Medan. Data volume kendaraan digunakan sebagai data dasar dalam analisis yang dilakukan penulis dalam menentukan analisis efektivitas jalan tol dalam mengurangi beban lalu lintas pada jalan arteri, data volume kendaraan ini juga membantu untuk menentukan kinerja lalu lintas pada jalan yang akan dijadikan lokasi penelitian yaitu jalan arteri dan jalan tol pada rute Amplas-Tanjung Morawa.

**Tabel 4.2** Volume lalu lintas jalan tol tahun 2021

<b>BULAN</b>	<b>TOTAL KENDARAAN (SKR/BULAN)</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
Januari	700,081	23,336	972
Februari	668,985	22,300	929
Maret	741,061	24,702	1029
April	621,342	20,711	863
Mei	725,070	24,169	1007
Juni	646,829	21,561	898
Juli	720,546	24,018	1001
Agustus	750,963	25,032	1043
September	633,233	21,108	879
Oktober	672,853	22,428	935
November	770,761	25,692	1071
Desember	833,008	27,767	1157
<b>Total</b>	<b>8,484,732</b>	-	-
<b>Rata-Rata</b>	-	<b>23,569</b>	<b>982</b>

(Sumber : PT. Jasa Marga (PERSERO))

**Tabel 4.3** Volume lalu lintas jalan tol tahun 2022

<b>BULAN</b>	<b>TOTAL KENDARAAN (SKR/BULAN)</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
Januari	828,857	27,629	1151
Februari	713,214	23,774	991
Maret	824,125	27,471	1145
April	782,154	26,072	1086
Mei	866,511	28,884	1203
Juni	829,626	27,654	1152
Juli	856,717	28,557	1190
Agustus	824,347	27,478	1145
September	803,798	26,793	1116
Oktober	821,517	27,384	1141
November	841,848	28,062	1169
Desember	997,872	33,262	1386
<b>Total</b>	<b>9,990,585</b>		
<b>Rata-Rata</b>		<b>27,752</b>	<b>1156</b>

(Sumber : PT. Jasa Marga (PERSERO))

**Tabel 4.4** Volume lalu lintas jalan arteri tahun 2021

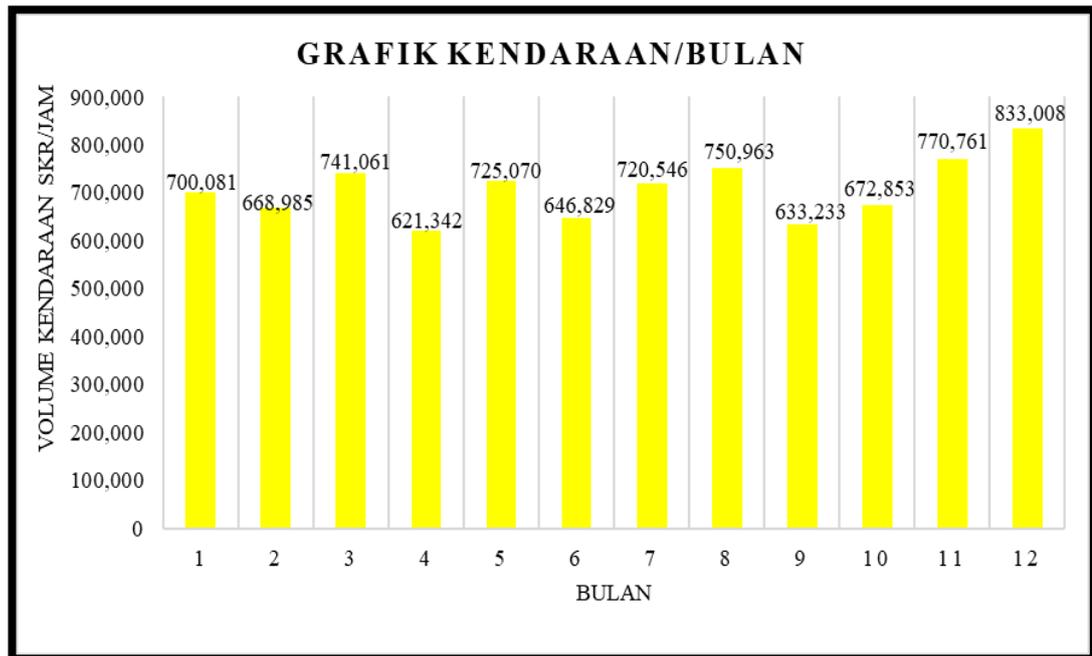
<b>BULAN</b>	<b>TOTAL KENDARAAN (SKR/BULAN)</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
Januari	2,429,431	80,981	3374
Februari	2,093,428	69,781	2908
Maret	2,130,785	71,026	2959
April	2,171,326	72,378	3016
Mei	2,164,181	72,139	3006
Juni	2,087,074	69,569	2899
Juli	2,083,484	69,449	2894
Agustus	2,203,113	73,437	3060
September	2,068,132	68,938	2872
Oktober	2,101,456	70,049	2919
November	2,149,225	71,641	2985
Desember	2,533,608	84,454	3519
<b>Total</b>	<b>26,215,241</b>	-	-
<b>Rata-Rata</b>		<b>72,820</b>	<b>3,034</b>

(Sumber : Dinas Perhubungan Kota Medan)

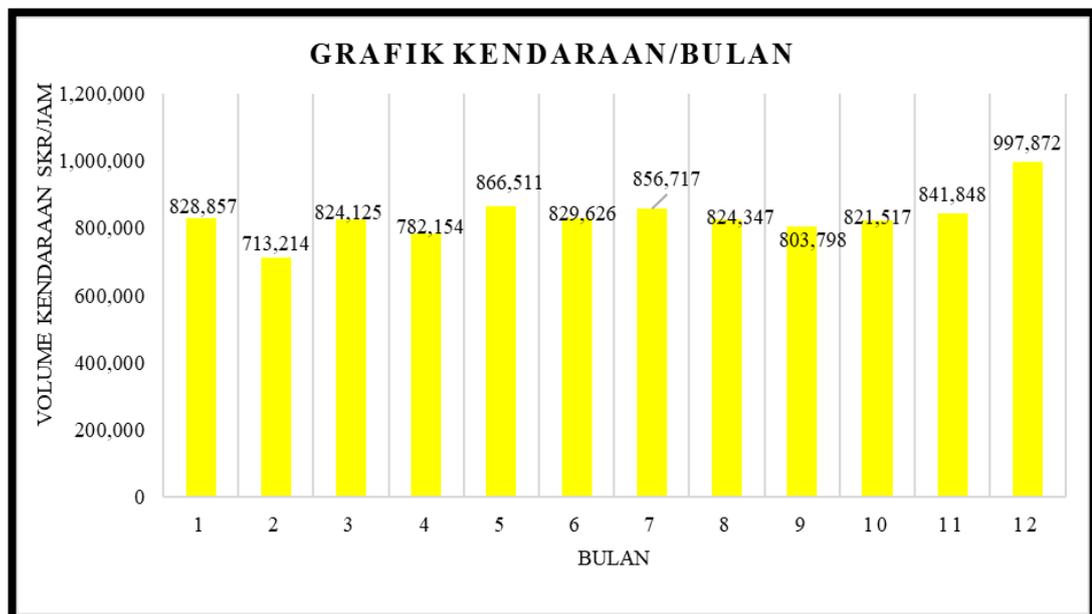
**Tabel 4.5** Volume lalu lintas jalan arteri tahun 2022

<b>BULAN</b>	<b>TOTAL KENDARAAN (SKR/BULAN)</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
Januari	2,157,035	71,901	2996
Februari	1,905,827	63,528	2647
Maret	1,922,697	64,090	2670
April	1,917,603	63,920	2663
Mei	2,004,884	66,829	2785
Juni	2,040,097	68,003	2833
Juli	1,971,250	65,708	2738
Agustus	1,986,931	66,231	2760
September	1,987,585	66,253	2761
Oktober	2,025,499	67,517	2813
November	2,006,523	66,884	2787
Desember	2,358,464	29,808	3276
<b>Total</b>	<b>24,284,394</b>	-	-
<b>Rata-Rata</b>		<b>63,389</b>	<b>2,811</b>

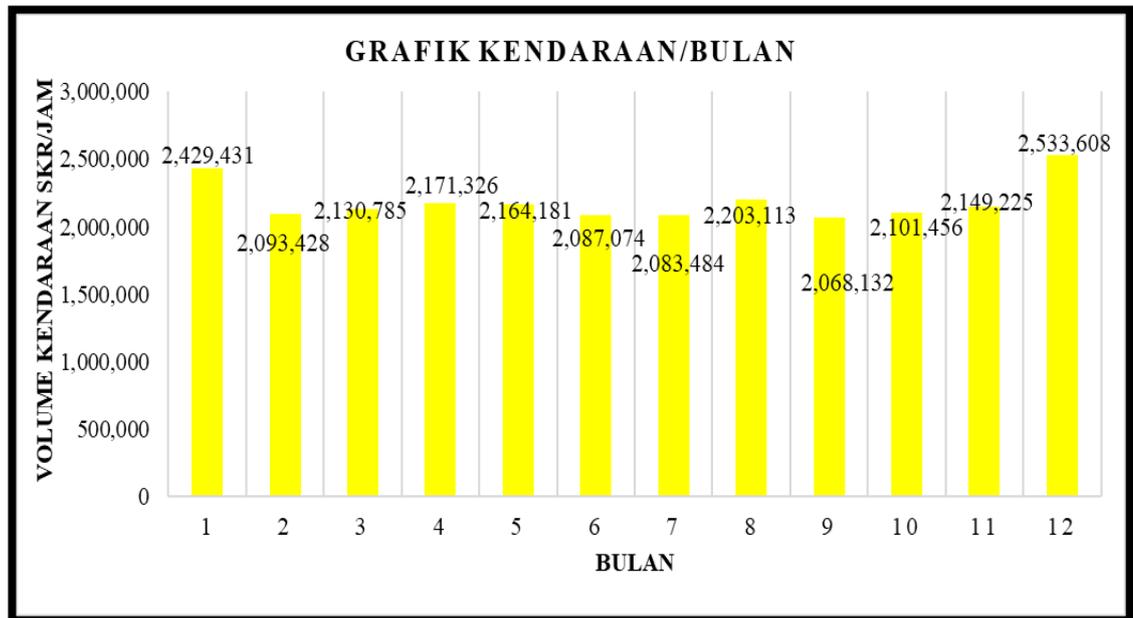
(Sumber : Dinas Perhubungan Kota Medan)



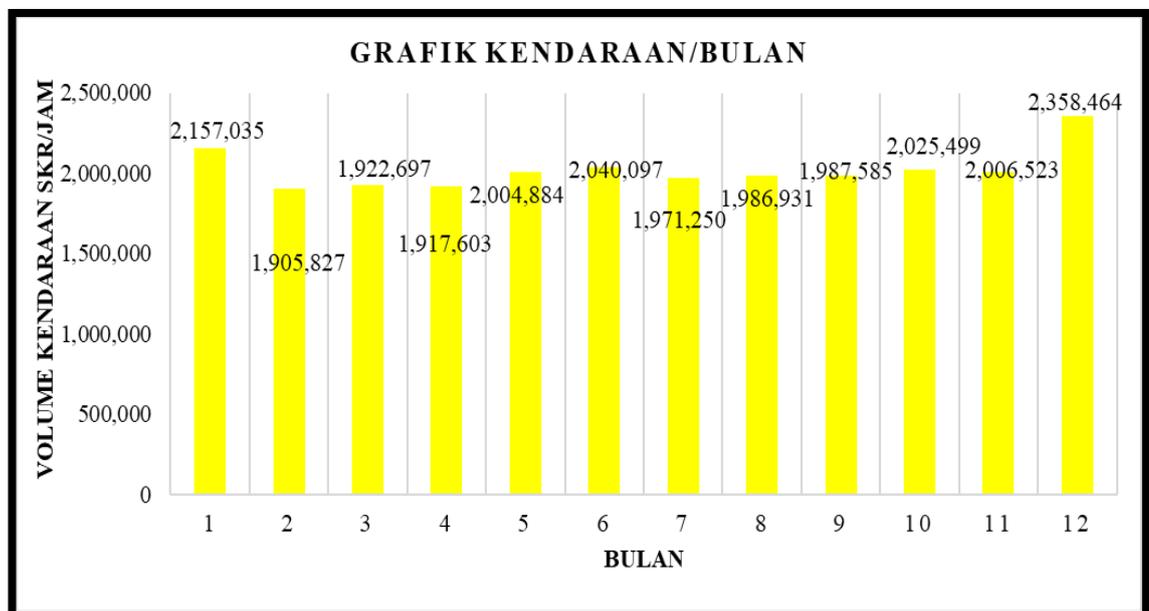
**Gambar 4.1** Grafik volume kendaraan jalan tol tahun 2021



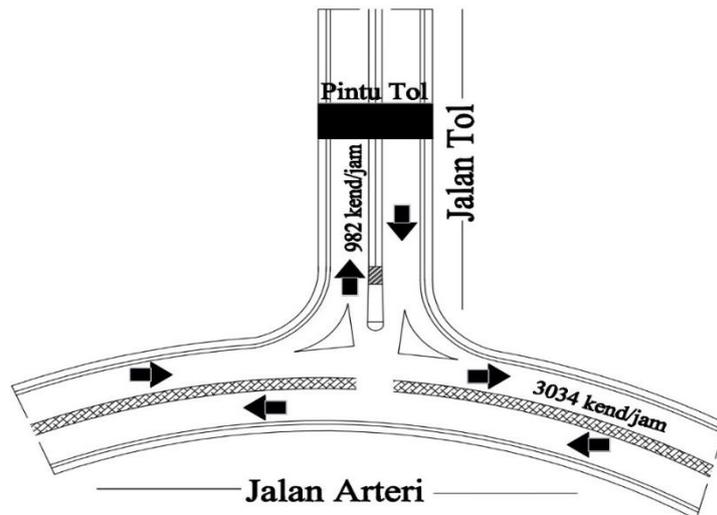
**Gambar 4.2** Grafik volume kendaraan jalan tol tahun 2022



**Gambar 4.3** Grafik Volume kendaraan jalan arteri tahun 2021

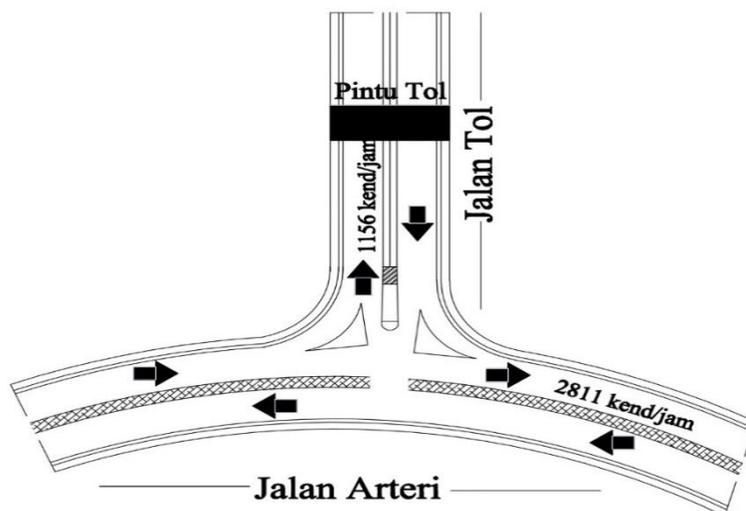


**Gambar 4.4** Grafik Volume kendaraan jalan arteri tahun 2022



**Gambar 4.5** Arah lalu lintas dan volume kendaraan tahun 2021

Gambar diatas menunjukkan arah pergerakan kendaraan dan jumlah volume lalu lintas yang melintasi jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa pada tahun 2021 dengan satuan kend/jam, berdasarkan gambar diatas dapat kita lihat jumlah kendaraan yang melintasi jalan tol sebesar 982 kend/jam dan jumlah kendaraan yang melintasi jalan arteri sebesar 3034 kend/jam.



**Gambar 4.6** Arah lalu lintas dan volume kendaraan tahun 2022

Gambar diatas menunjukkan arah pergerakan kendaraan dan jumlah volume lalu lintas yang melintasi jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa pada tahun 2022 dengan satuan kend/jam, berdasarkan gambar diatas dapat kita lihat jumlah kendaraan yang melintasi jalan tol sebesar 1156 kend/jam dan jumlah kendaraan yang melintasi jalan arteri sebesar 2811 kend/jam.

### 4.2.3 Kapasitas jalan (C)

Kapasitas ruas Jalan rute Amplas-Tanjung Morawa menggunakan prosedur peraturan PKJI (2014) untuk keadaan Jalan Perkotaan. Berikut ini perhitungan kapasitas jalan pada jalan tersebut.

Besarnya kapasitas jalan dinyatakan pada persamaan sebagai berikut:

- Perhitungan kapasitas jalan tol rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$C = 5000 \times 1 \times 1,00 \times 1,01$$

$$= 5050 \text{ skr/jam}$$

**Tabel 4.6** Perhitungan kapasitas jalan tol

<b>JALAN TOL</b>	
CO	2500/LAJUR
FCw	1
FCsp	1
FCsf	1.01
C	5050

- Perhitungan kapasitas jalan arteri rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$C = 4400 \times 0,96 \times 1 \times 0,95$$

$$= 4013 \text{ skr/jam}$$

**Tabel 4.7** Perhitungan kapasitas jalan arteri

<b>JALAN ARTERI</b>	
CO	2200/LAJUR
FCw	0.96
FCsp	1
FCsf	0.95
C	4013

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat bahwa dari hasil perhitungan PKJI (2014) didapatkan nilai kapasitas ruas jalan tol sebesar 5050 skr/jam dan jalan arteri sebesar 4013 skr/jam, hal ini menunjukkan bahwa jalan tol dapat menampung lebih banyak kendaraan dibandingkan jalan arteri, hasil ini juga menunjukkan jalan tol sangat efektif untuk mengurangi beban aliran lalu lintas yang ada pada jalan arteri.

#### 4.2.4 Derajat kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan (DS) merupakan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan. Perhitungan derajat kejenuhan ruas jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa dapat dilihat sebagai berikut:

- Perhitungan derajat kejenuhan jalan tol tahun 2021

$$\begin{aligned} \text{Maka DS} &= 982/5050 \\ &= 0,19 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

- Perhitungan derajat kejenuhan jalan arteri tahun 2021

$$\begin{aligned} \text{Maka DS} &= 3034/4013 \\ &= 0,76 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

**Tabel 4.8** perhitungan derajat kejenuhan

NAMA JALAN	TAHUN 2021		
	Q	C	DS(Q/C)
jalan tol	982	5050	0,19 skr/jam
jalan arteri	3034	4013	0,76 skr/jam

- Perhitungan derajat kejenuhan jalan tol tahun 2022

$$\begin{aligned} \text{Maka DS} &= 1156/5050 \\ &= 0,23 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

- Perhitungan derajat kejenuhan jalan arteri tahun 2022

$$\begin{aligned} \text{Maka DS} &= 2811/4013 \\ &= 0,70 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

**Tabel 4.9** perhitungan derajat kejenuhan

NAMA JALAN	TAHUN 2022		
	Q	C	DS(Q/C)
jalan tol	1156	5050	0,23 skr/jam
jalan arteri	2811	4013	0,70 skr/jam

#### 4.2.5 Waktu tempuh kendaraan (WT)

Waktu tempuh (WT) didefinisikan sebagai waktu rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu berhenti detik atau jam (PKJI:2014). Untuk pengukuran waktu tempuh jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut:

**Tabel 4.10** perhitungan waktu tempuh

NAMA JALAN	PANJANG SEGMENT (L)	KECEPATAN TEMPUH (VMP)	WAKTU TEMPUH (WT)
Jalan tol	6 km	80 KM/JAM	4,2 menit
Jalan arteri	10 km	60 KM/JAM	10,2 menit

- Perhitungan waktu tempuh jalan tol rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} Wt &= \frac{6 \text{ km}}{80 \text{ km/jam}} \\ &= 0,075 \text{ jam} \\ &= 4,2 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Perhitungan waktu tempuh jalan arteri rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} Wt &= \frac{10 \text{ km}}{60 \text{ km/jam}} \\ &= 0,17 \text{ jam} \\ &= 10,2 \text{ menit} \end{aligned}$$

#### 4.2.6 Kecepatan tempuh kendaraan (VT)

Berdasarkan (PKJI:2014) Kecepatan tempuh (VT) merupakan kecepatan aktual arus lalu lintas, menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisis ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan segmen jalan (PKJI:2014). ). Untuk pengukuran kecepatan tempuh jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut:

**Tabel 4.11** perhitungan kecepatan tempuh

NAMA JALAN	PANJANG SEGMENT (L)	WAKTU RATA-RATA (TT)	KECEPATAN TEMPUH (VT)
Jalan tol	6 km	0.07 JAM	80 KM/JAM
Jalan arteri	10 km	0.17 JAM	60 KM/JAM

- Perhitungan kecepatan tempuh jalan tol rute-Amplas-Tanjung Morawa
 
$$\begin{aligned} VT &= \frac{6 \text{ km}}{0,075 \text{ jam}} \\ &= 80 \text{ km/jam} \end{aligned}$$
- Perhitungan kecepatan tempuh jalan arteri rute-Amplas-Tanjung Morawa
 
$$\begin{aligned} VT &= \frac{10 \text{ km}}{0,17 \text{ jam}} \\ &= 60 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

### 4.3 Analisis efektivitas jalan tol

Berdasarkan hasil analisis perhitungan kinerja lalu lintas diatas maka didapatkan nilai atau hasil analisis yang mempengaruhi efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas:

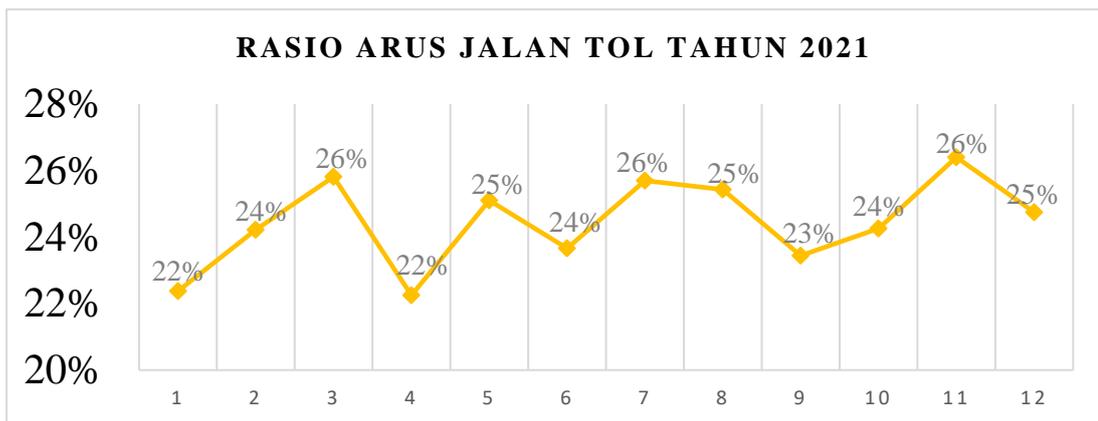
#### 4.3.1 Analisis volume lalu lintas

Berikut adalah tabel hasil perhitungan volume lalu lintas pada tahun 2021-2022 pada jalan tol dan jalan arteri rute Amplas-Tanjung Morawa:

**Tabel 4.12** rasio perpindahan arus kendaraan jalan arteri menuju jalan tol 2021

<b>BULAN</b>	<b>JUMLAH KRNDARAAN JALAN ARTERI 2021</b>	<b>JUMLAH KENDARAAN TAHUN TOL 2021</b>	<b>RASIO ARUS JALAN TOL/JALAN ARTERI TAHUN 2021</b>
Januari	2,429,431	700,081	22%
Februari	2,093,428	668,985	24%
Maret	2,130,785	741,061	26%
April	2,171,326	621,342	22%
Mei	2,164,181	725,070	25%
Juni	2,087,074	646,829	24%
Juli	2,083,484	720,546	26%
Agustus	2,203,113	750,963	25%
September	2,068,132	633,233	23%
Oktober	2,101,456	672,853	24%
November	2,149,225	770,761	26%
Desember	2,533,608	833,008	25%
<b>Total</b>	<b>26,215,241</b>	<b>8,484,732</b>	<b>-</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>24%</b>

(Sumber : Dinas Perhubungan Kota Medan)



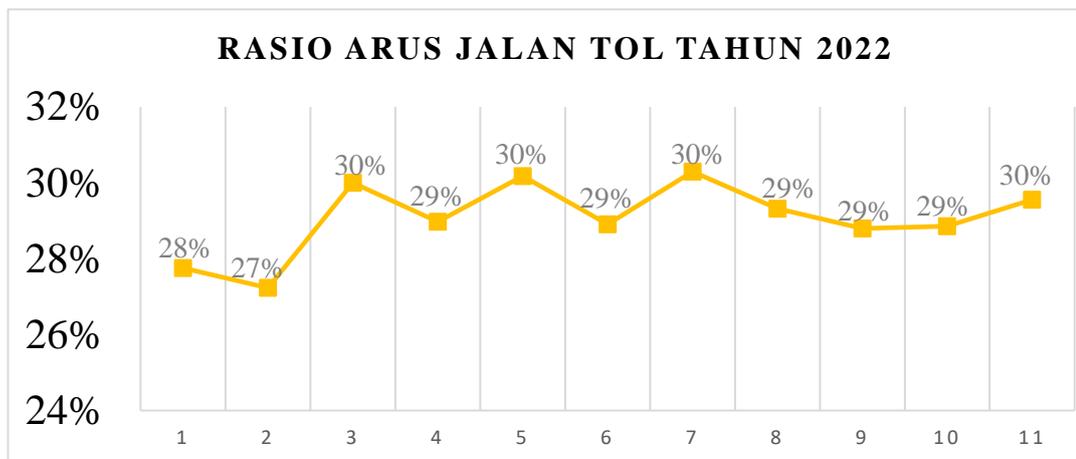
**Gambar 4.7** Rasio pengurangan arus kendaraan jalan tol 2021

Jumlah volume lalu lintas di jalan arteri sebesar 26,215,241 dan pada jalan tol sebesar 8,484,732 dimana dari total volume kendaraan tersebut di persentasekan maka nilai rata-rata pengurangan kendaraan akibat adanya jalan tol pada tahun 2021 yaitu sebesar 24%, nilai tersebut menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat dalam penggunaan jalan tol sebagai jalan alternatif masih belum maksimal sesuai dengan perencanaan yaitu sebesar 30%.

**Tabel 4.13** rasio perpindahan arus kendaraan jalan arteri menuju jalan tol 2022

BULAN	JUMLAH KRNDARAAN JALAN ARTERI 2022	JUMLAH KENDARAAN TAHUN TOL 2022	RASIO ARUS JALAN TOL/JALAN ARTERI TAHUN 2022
Januari	2,157,035	828,857	28%
Februari	1,905,827	713,214	27%
Maret	1,922,697	824,125	30%
April	1,917,603	782,154	29%
Mei	2,004,884	866,511	30%
Juni	2,040,097	829,626	29%
Juli	1,971,250	856,717	30%
Agustus	1,986,931	824,347	29%
September	1,987,585	803,798	29%
Oktober	2,025,499	821,517	29%
November	2,006,523	841,848	30%
Desember	2,358,464	997,872	30%
<b>Total</b>	<b>24,284,394</b>	<b>9,990,585</b>	-
<b>Rata-Rata</b>	-	-	<b>29%</b>

(Sumber : Dinas Perhubungan Kota Medan)



**Gambar 4.8** Rasio pengurangan arus kendaraan jalan tol 2022

Berdasarkan data volume lalu lintas di tahun 2022 jumlah volume lalu lintas pada jalan arteri sebesar 24,284,394 dan pada jalan tol sebesar 9,990,585 dimana dari total volume kendaraan tersebut jika di persentasekan maka nilai rata-rata pengurangan kendaraan akibat adanya jalan tol pada tahun 2022 yaitu sebesar 29%, nilai tersebut menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat dalam penggunaan jalan tol sebagai jalan alternatif masih belum maksimal sesuai dengan perencanaan yaitu sebesar 30%.

#### 4.3.2 Analisis kapasitas jalan tol dan jalan arteri

Berikut adalah tabel hasil perhitungan kapasitas jalan pada jalan tol dan jalan arteri rute Amplas-Tanjung Morawa:

**Tabel 4.14** Kapasitas jalan tol dan jalan arteri

JALAN TOL		JALAN ARTERI	
CO	2500/LAJUR	CO	2200/LAJUR
FCw	1	FCw	0.96
FCsp	1	FCsp	1
FCsf	1.01	FCsf	0.95
C	5050	C	4013

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa dari hasil perhitungan PKJI (2014) didapatkan nilai kapasitas ruas jalan tol pada rute Amplas-Tanjung Morawa sebesar 5050 kend/jam dan pada jalan arteri sebesar 4013 kend/jam, hal ini menunjukkan bahwa jalan tol dipersiapkan untuk menampung banyak kendaraan untuk mengurangi beban aliran lalu lintas yang ada pada jalan arteri.

#### 4.3.3 Analisis derajat kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan (DS) pada ruas jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 4.15** Derajat kejenuhan jalan tol dan jalan arteri

NAMA JALAN	TAHUN 2021			TAHUN 2022		
	Q	C	DS(Q/C)	Q	C	DS(Q/C)
Jalan tol	982	5050	0,19 skr/jam	1156	5050	0,23 skr/jam
Jalan arteri	3034	4013	0,76 skr/jam	2811	4013	0,70 skr/jam

Berdasarkan hasil analisa perhitungan diatas dapat kita lihat nilai Derajat Kejenuhan pada jalan tol tahun 2021-2022 masih dibawah batas maksimum dengan nilai tahun pada 2021 sebesar 0,19 skr/jam dan tahun 2022 0,23 skr/jam dimana  $DS < 0.75 - 1$  maka arus arus lalu lintas dinyatakan stabil, sedangkan pada jalan arteri pada tahun 2021 arus mendekati batas maksimum derajat kejenuhan dengan nilai 0,76 skr/jam dimana  $DS < 0.75 - 1$  maka arus arus lalu lintas dinyatakan tidak stabil dan pada tahun 2022 arus dinyatakan stabil sebab masih dibawah batas maksimum dengan nilai 0,70 skr/jam.

#### 4.3.4 Analisis Penurunan waktu tempuh perjalanan

Nilai Waktu tempuh (WT) pada ruas jalan tol dan jalan arteri pada rute Amplas-Tanjung Morawa dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 4.16** Nilai penurunan waktu perjalanan

NAMA JALAN	PANJANG SEGMENT (L)	KECEPATAN TEMPUH (VMP)	WAKTU TEMPUH (WT)
Jalan tol	6 km	80 KM/JAM	4,2 menit
Jalan arteri	10 km	60 KM/JAM	10,2 menit

Berdasarkan perhitungan waktu tempuh jalan tol rute Amplas-Tanjung Morawa didapatkan nilai  $W_t = 4,2$  menit sedangkan nilai waktu tempuh pada jalan arteri sebesar  $W_t = 10,2$  menit. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jalan tol pada rute tersebut memiliki nilai waktu tempuh lebih cepat dibandingkan jalan arteri dengan selisih waktu 6 menit.

#### 4.3.5 Analisis Peningkatan kecepatan tempuh pada jalan

Kecepatan tempuh (VT) merupakan kecepatan aktual arus lalu lintas, menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisis ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan segmen jalan (PKJI:2014).

**Tabel 4.17** Nilai kecepatan tempuh perjalanan

NAMA JALAN	PANJANG SEGMENT (L)	WAKTU RATA-RATA (TT)	KECEPATAN TEMPUH (VT)
Jalan tol	6 km	0.07 JAM	80 KM/JAM
Jalan arteri	10 km	0.17 JAM	60 KM/JAM

Berdasarkan perhitungan kecepatan tempuh jalan tol rute Amplas-Tanjung Morawa didapatkan nilai  $VT = 80$  km/jam sedangkan nilai kecepatan tempuh pada jalan arteri sebesar  $VT = 60$  km/jam. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jalan tol pada rute tersebut memiliki kecepatan tempuh lebih tinggi dibandingkan jalan arteri dengan selisih kecepatan 20 km/jam.

#### 4.4 Hasil Pemodelan

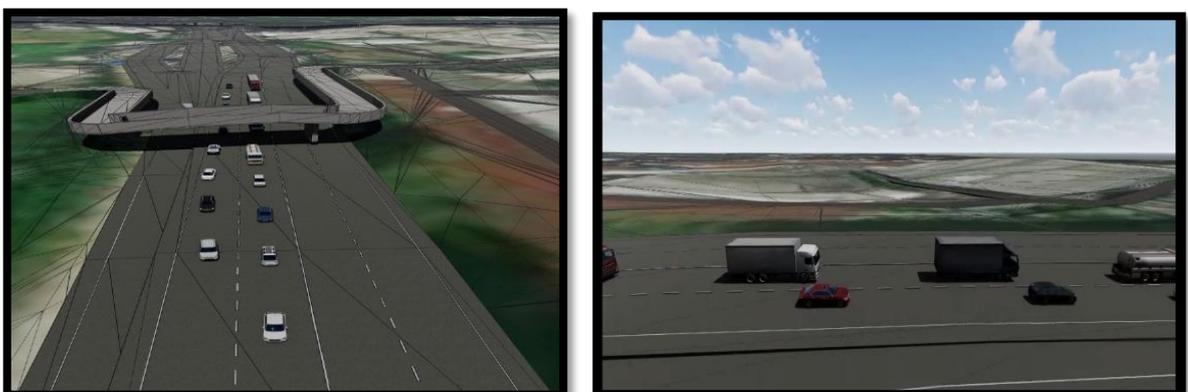
Hasil dari analisis perhitungan efektivitas jalan tol rute Amplas-Tanjung Morawa akan di input dan dilakukan running model pada aplikasi *autodesk infraworks* berbasis BIM. Running model dilakukan pada jalan arteri dan jalan tol menggunakan data LHR dan data karakteristik lalu lintas pada tahun 2021 sampai dengan 2022. Hasil pemodelan akan ditampilkan berupa visualisasi video pada setiap jalur jalan dengan menampilkan jumlah kendaraan/menit.



**Gambar 4.9** Hasil pemodelan jalan arteri tanpa jalan tol



**Gambar 4.10** Hasil pemodelan jalan arteri dalam keadaan normal



**Gambar 4.11** Hasil pemodelan jalan tol

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis efektivitas jalan tol pada ruas jalan rute Amplas-Tanjung Morawa, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis kinerja lalu lintas pada jalan arteri rute Amplas-Tanjung Morawa, dapat disimpulkan berdasarkan data volume kendaraan pada tahun 2021-2022 adalah kepadatan lalu lintas di jalan arteri pada tahun 2021 cukup tinggi dimana Jumlah kendaraan mendekati angka maksimum derajat kejenuhan dengan nilai derajat kejenuhan mencapai angka 0,76 skr/jam yang berarti arus lalu lintas pada tahun 2021 dinyatakan tidak stabil dan pada tahun 2022 nilai derajat kejenuhan masih dibawah batas maksimum dengan nilai 0,70 skr/jam maka arus lalu lintas dinyatakan stabil.
2. Analisis efektivitas jalan tol dalam mengurangi kemacetan lalu lintas dapat disimpulkan bahwa jalan tol pada rute Amplas-Tanjung Morawa masih sangat efektif untuk dijadikan solusi dalam mengurangi beban lalu lintas yang ada pada jalan arteri, hal ini bisa kita lihat dari nilai kapasitas jalan tol yang sangat memadai dengan nilai kapasitas 5050 skr/jam jika dibandingkan dengan volume lalu lintas yang ada di jalan arteri dengan nilai volume tahun 2021 sebesar 3034 skr/jam dan tahun 2022 sebesar 2811 skr/jam maka dapat disimpulkan bahwa jalan tol masih sangat efektif untuk menampung kendaraan untuk mengurangi beban aliran lalu lintas yang ada pada jalan arteri.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang dapat diberikan penulis yaitu:

1. Melakukan perbaikan kapasitas jalan pada jalan arteri untuk menghindari beban arus lalu lintas yang berlebih.
2. Melakukan penerapan sistem manajemen lalu lintas yang canggih dan terkini untuk memonitor pergerakan lalu lintas secara otomatis agar dapat mengatur arus lalu lintas secara efisien.
3. Mengembangkan kebijakan transportasi terpadu yang mendukung penggunaan jalan tol sebagai solusi dalam rangka mengurangi beban lalu lintas di jalan arteri.
4. Mendorong penggunaan transportasi publik dengan meningkatkan jaringan dan pelayanan. Ini dapat membantu mengurangi jumlah kendaraan pribadi di jalan dan mengurangi kemacetan.
5. Penggunaan rambu-rambu lalu lintas di titik-titik tertentu, guna menjaga keamanan dan kenyamanan untuk penggunaan jalan dan pejalan kaki, seperti rambu untuk tidak berhenti tepat didepan pintu masuk dan pintu keluar tol guna kelancaran lalu lintas dan rambu untuk mengurangi kecepatan demi keselamatan pengguna jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annisa Ulfa Hasibuan, A., Sinulingga, T., MT, A. T. D., Sinulingga, & Simanjuntak, R. (2022). Peningkatan Kinerja Lalu Lintas Kawasan Pasar Gambir Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Politeknik Transportasi Darat Indonesia*, 1(1), 1–9.
- Arizky, R. (2022). EEfektivitas Layanan Jalan Tol Kota Medan- Tebing Tinggi Dalam Memenuhi Kebutuhan Pengguna Dengan Metode Servqual. *Jurnal Universitas Medan Area*.
- Asdar. (2020). Manajemen Penanggulangan Kemacetan Lalu Lintas Di Dinas Perhubungan Kota Makassar. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*. [https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/22760-Full\\_Text.pdf](https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/22760-Full_Text.pdf)
- Pradana, S. (2021). Pengaruh Gerbang Tol Binjai-Semayang Terhadap Kinerja Ruas Jalan Kilometer 12 Diski (Studi Kasus). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 1(4), 1–7.
- Putri, E. E., & Iqbal, M. (2022). Perencanaan Ulang Geometrik Dan Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Batas Kota Padang – Kota Painan Km 70+000 - Km 72+700. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 83–93. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i1.2813>
- Ramadhan, M. A., Anisah, A., & Darmawan, O. D. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Bim Autodesk Infracore Pada Mata Pelajaran Konstruksi Jalan Dan Jembatan Di SMKN 1 Cikarang Barat. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 5(1), 08–23. <https://doi.org/10.21009/jpi.051.02>
- Simanjuntak, A. M., Anggraini, R., & Caisarina, I. (2015). Analisis Biaya Perjalanan Akibat Tundaan (Studi Kasus Ruas Jalan Sisimangaraja – Tanjung Morawa Medan). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, 4(1), 30–41. <https://adoc.pub/html>
- Sodikin, O. (2006). Kajian Masalah Antrian Pada Sistem Pengumpulan Tol Konvensional Terhadap Rancangan Sistem Pengumpulan Tol Elektronik. *Jurnal Transportasi*. <http://eprints.undip.ac.id/15851/>

- Syahputra, D. (2019). Analisis Kapasitas Gerbang Tol Tanjung Mulia. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, 561(3).  
<http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/7809>
- Yassir Fuad. (2017). Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Marelan Raya. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.  
<http://repository.umsu.ac.id>.

## LAMPIRAN A. PERHITUNGAN

### Perhitungan A.1 Volume lalu lintas

$$Q = \frac{N}{T}$$

Volume kendaraan jalan arteri tahun 2021

$$Q = \frac{26,215,241}{8640}$$
$$= 3,304 \text{ skr/jam}$$

Volume kendaraan jalan arteri tahun 2022

$$Q = \frac{24,284,394}{8640}$$
$$= 2,811 \text{ skr/jam}$$

Volume kendaraan jalan tol tahun 2021

$$Q = \frac{8,484,732}{8640}$$
$$= 982 \text{ skr/jam}$$

Volume kendaraan jalan tol tahun 2022

$$Q = \frac{9,990,585}{8640}$$
$$= 1156 \text{ skr/jam}$$

### Perhitungan A.2 kapasitas jalan

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

Perhitungan kapasitas jalan tol rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$C = 5000 \times 1 \times 1,00 \times 1,01$$
$$= 5050 \text{ skr/jam}$$

Perhitungan kapasitas jalan arteri rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$C = 4400 \times 0,96 \times 1 \times 0,95$$
$$= 4013 \text{ skr/jam}$$

**Perhitungan A.3 derajat kejenuhan**

Perhitungan derajat kejenuhan jalan tol tahun 2021

$$\begin{aligned} \text{DS} &= 982/5050 \\ &= 0,19 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan derajat kejenuhan jalan tol tahun 2022

$$\begin{aligned} \text{DS} &= 1156/5050 \\ &= 0,23 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan derajat kejenuhan jalan arteri tahun 2021

$$\begin{aligned} \text{DS} &= 3034/4013 \\ &= 0,76 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan derajat kejenuhan jalan arteri tahun 2022

$$\begin{aligned} \text{DS} &= 2811/4013 \\ &= 0,70 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

**Perhitungan A.4 waktu tempuh**

Perhitungan waktu tempuh jalan tol rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} \text{Wt} &= \frac{6 \text{ km}}{80 \text{ km/jam}} \\ &= 0,075 \text{ jam} \\ &= 4,2 \text{ menit} \end{aligned}$$

Perhitungan waktu tempuh jalan arteri rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} \text{Wt} &= \frac{10 \text{ km}}{60 \text{ km/jam}} \\ &= 0,17 \text{ jam} \\ &= 10,2 \text{ menit} \end{aligned}$$

**Perhitungan A.5 kecepatan tempuh**

Perhitungan kecepatan tempuh jalan tol rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} \text{VT} &= \frac{6 \text{ km}}{0,075 \text{ jam}} \\ &= 80 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan kecepatan tempuh jalan arteri rute-Amplas-Tanjung Morawa

$$\begin{aligned} \text{VT} &= \frac{10 \text{ km}}{0,17 \text{ jam}} \\ &= 60 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

**LAMPIRAN B. TABEL**

**Tabel B1.** Data data volume kendaraan jalan arteri tahun 2021

<b>Bulan</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR MOTOR)</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL I)</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL II-V)</b>	<b>TOTAL KENDARAAN (SKR/BULAN)</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
	<b>0.5</b>	<b>1.2</b>	<b>1.6</b>			
<b>Januari</b>	760,665	918,582	750,184	2,429,431	80,981	3374
<b>Februari</b>	487,028	898,555	707,845	2,093,428	69,781	2908
<b>Maret</b>	492,719	913,580	724,486	2,130,785	71,026	2959
<b>April</b>	498,014	910,344	762,968	2,171,326	72,378	3016
<b>Mei</b>	492,241	931,192	740,749	2,164,181	72,139	3006
<b>Juni</b>	449,321	906,310	731,443	2,087,074	69,569	2899
<b>Juli</b>	476,561	886,165	720,758	2,083,484	69,449	2894
<b>Agustus</b>	486,848	940,288	775,978	2,203,113	73,437	3060
<b>September</b>	476,103	832,098	759,931	2,068,132	68,938	2872
<b>Oktober</b>	485,798	868,363	747,294	2,101,456	70,049	2919
<b>November</b>	551,768	838,604	758,853	2,149,225	71,641	2985
<b>Desember</b>	747,054	951,733	834,821	2,533,608	84,454	3519
<b>Total</b>	<b>6,404,117</b>	<b>10,795,814</b>	<b>9,015,310</b>	<b>26,215,241</b>	-	-
<b>Rata-Rata</b>	<b>533,676</b>	<b>899,651</b>	<b>751,276</b>	<b>2,184,603</b>	<b>72,820</b>	<b>3,034</b>

(Sumber : Dinas Perhubungan Kota Medan)

**Tabel B2.** Data data volume kendaraan jalan arteri tahun 2022

<b>BULAN</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR MOTOR)</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL I)</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL II-V)</b>	<b>TOTAL SKR</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
	<b>0.5</b>	<b>1.2</b>	<b>1.6</b>			
<b>Januari</b>	574,651	856,693	725,691	2,157,035	71,901	2996
<b>Februari</b>	497,273	818,542	590,013	1,905,827	63,528	2647
<b>Maret</b>	494,523	792,013	636,162	1,922,697	64,090	2670
<b>April</b>	473,766	821,168	622,669	1,917,603	63,920	2663
<b>Mei</b>	493,356	888,835	622,693	2,004,884	66,829	2785
<b>Juni</b>	496,622	843,451	700,024	2,040,097	68,003	2833
<b>Juli</b>	491,151	869,999	610,101	1,971,250	65,708	2738
<b>Agustus</b>	483,254	859,034	644,643	1,986,931	66,231	2760
<b>September</b>	492,073	788,990	706,522	1,987,585	66,253	2761
<b>Oktober</b>	484,983	827,944	712,573	2,025,499	67,517	2813
<b>November</b>	496,642	823,390	686,491	2,006,523	66,884	2787
<b>Desember</b>	680,328	894,236	783,899	2,358,464	29,808	3276
Total	<b>6,158,618</b>	<b>10,084,296</b>	<b>8,041,480</b>	<b>24,284,394</b>	-	-
Rata-Rata	<b>513,218</b>	<b>840,358</b>	<b>670,123</b>		<b>63,389</b>	<b>2,811</b>

(Sumber : Dinas Perhubungan Kota Medan)

**Tabel B3.** Data data volume kendaraan jalan tol tahun 2021

<b>BULAN</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL I)</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL II-V)</b>	<b>TOTAL SKR</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
	<b>1</b>	<b>1.6</b>			
<b>Januari</b>	610,427	89,654	700,081	23,336	972
<b>Februari</b>	578,545	90,440	668,985	22,300	929
<b>Maret</b>	644,315	96,746	741,061	24,702	1029
<b>April</b>	530,872	90,470	621,342	20,711	863
<b>Mei</b>	639,056	86,014	725,070	24,169	1007
<b>Juni</b>	551,413	95,416	646,829	21,561	898
<b>Juli</b>	626,485	94,061	720,546	24,018	1001
<b>Agustus</b>	660,101	90,862	750,963	25,032	1043
<b>September</b>	538,095	95,138	633,233	21,108	879
<b>Oktober</b>	576,592	96,261	672,853	22,428	935
<b>November</b>	674,630	96,131	770,761	25,692	1071
<b>Desember</b>	731,851	101,157	833,008	27,767	1157
Total	<b>7,362,382</b>	<b>1,122,350</b>	<b>8,484,732</b>	-	-
-	-	-	-	<b>23,569</b>	<b>982</b>

(Sumber : PT. Jasa Marga (PERSERO))

**Tabel B4.** Data data volume kendaraan jalan tol tahun 2022

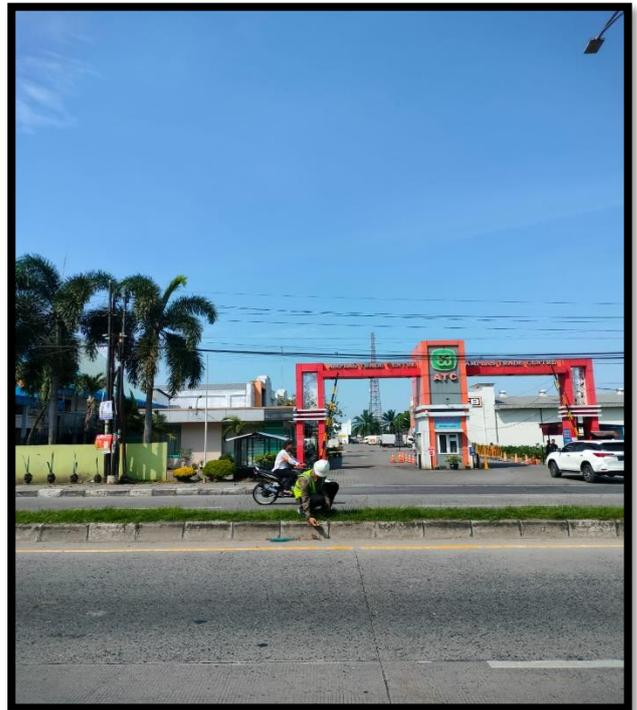
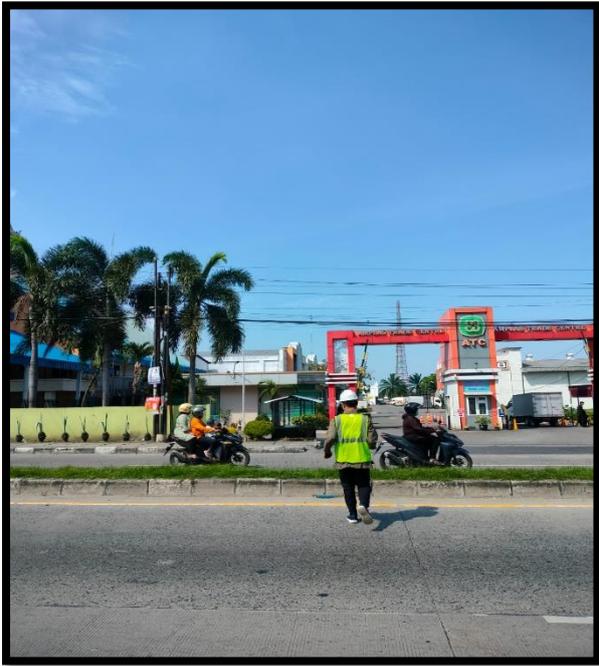
<b>BULAN</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL I)</b>	<b>EKUIVALENSI SKR (EKR GOL II-V)</b>	<b>TOTAL SKR</b>	<b>LHR (SKR/HARI)</b>	<b>LHR (SKR/JAM)</b>
	<b>1.2</b>	<b>1.6</b>			
<b>Januari</b>	734,724	94,133	828,857	27,629	1151
<b>Februari</b>	627,919	85,294	713,214	23,774	991
<b>Maret</b>	723,446	100,678	824,125	27,471	1145
<b>April</b>	686,354	95,800	782,154	26,072	1086
<b>Mei</b>	784,391	82,120	866,511	28,884	1203
<b>Juni</b>	730,157	99,469	829,626	27,654	1152
<b>Juli</b>	757,920	98,797	856,717	28,557	1190
<b>Agustus</b>	720,576	103,771	824,347	27,478	1145
<b>September</b>	702,788	101,010	803,798	26,793	1116
<b>Oktober</b>	722,131	99,386	821,517	27,384	1141
<b>November</b>	744,288	97,560	841,848	28,062	1169
<b>Desember</b>	895,805	102,067	997,872	33,262	1386
<b>Total</b>	<b>8,830,500</b>	<b>1,160,085</b>	<b>9,990,585</b>		
<b>Rata-Rata</b>				<b>27,752</b>	<b>1156</b>

(Sumber : PT. Jasa Marga (PERSERO))

LAMPIRAN C. GAMBAR



**Gambar C1.** Pengukuran Geometrik Jalan Tol Rute Amplas-Tanjung Morawa  
(Sumber : Dokumentasi)



**Gambar C2.** Pengukuran Geometrik Jalan Arteri Rute Amplas-Tanjung Morawa  
(Sumber : Dokumentasi)

## LAMPIRAN D. BIODATA MAHASISWA

### 1. PERSONAL

Nama : M. RIZAL AR'RASIB  
NIM : 190110141  
Bidang : Transportasi  
Alamat : Gg. Damar Dusun III-B, Kel/Desa Limau  
Manis, Kecamatan Tanjung Morawa, Kab.  
Deli Serdang, Sumatera Utara.



No Handphone : 085317594064  
Email : marrasib2@gmail.com  
Motto Hidup : Mendudukan sesuatu pada tempatnya

### 2. Orang Tua

Nama Ayah : ALM. SUNARDI  
Pekerjaan : -  
Alamat : -

Nama Ibu : JULIA MANIK  
Pekerjaan : PEDAGANG  
Alamat : Gg. Damar Dusun III-B, Kel/Desa Limau Manis,  
Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang.

### 3. Pendidikan Formal

ASAL SD : SD Negeri 106836 2007-2013  
ASAL SMP : MTS Negeri Tanjung Morawa 2013-2016  
ASAL SMA : SMK Negeri 1 Lubuk Pakam 2016-2019

### 4. Pendidikan Non Formal

Accelerated English Centre (AEC)

## 5. Pendidikan Non Formal

Jenis Software : Microsoft Office (Word, Excel dan Power Point)

Tingkat Penguasaan : ~~Basic/Intermediate/Advance~~

Jenis Software : AutoCAD

Tingkat Penguasaan : ~~Basic/Intermediate/Advance~~

Jenis Software : Autodesk Infraworks

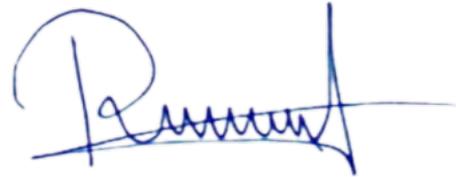
Tingkat Penguasaan : ~~Basic/Intermediate/Advance~~ Jenis Software :

Jenis Penguasaan : GIS (ArcGIS dan QGIS)

Tingkat Penguasaan : ~~Basic/Intermediate/Advance~~

Lhokseumawe, 31 Januari 2024

Mahasiswa



M. Rizal Ar'rasib  
NIM. 190110141