

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA JALAN EVAKUASI BENCANA
ERUPSI MERAPI DENGAN PEMODELAN PTV
VISUM**
*(Performance Evaluation of Merapi Eruption Disaster
Evacuation Routes Using PTV Visum Modeling)*

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Arie Mukti Prabowo
19511231**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2025

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA JALAN EVAKUASI BENCANA
ERUPSI MERAPI DENGAN PEMODELAN PTV
VISUM**
*(Performance Evaluation of Merapi Eruption Disaster
Evacuation Routes Using PTV Visum Modeling)*

Disusun oleh



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 10 Juli 2025

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Dr. Eng. Faizul Chasanah, M.Sc.
NIK: 145110101

Penguji I

Miftahul Fauziah, M.T., Ph.D.
NIK: 955110103

Penguji II

Anisa Nur Amalina, M.Eng.
NIK: 215111305

Mengesahkan,



Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi S.T., M.T., Ph.D.(Eng).,IPM
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 25 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Arie Mukti Prabowo

(19511231)

KATA PENGANTAR


Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi Bencana dengan Pemodelan PTV Visum (studi kasus : erupsi gunung merapi di yogyakarta) (*Performance Evaluation of Disaster Evacuation Routes Using PTV Visum Modeling*) (*Case Study: Mount Merapi Eruption in Yogyakarta*). Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Dr. -Eng. Faizul Chasanah, ST, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I,
2. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji I,
3. Ibu Anisa Nur Amalina, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji II,
4. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini, dan
5. Teman-teman serta saudara yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 25 Juli 2025
Penulis,



Arie Mukti Prabowo

19511231

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	III
KATA PENGANTAR	IV
DAFTAR ISI	V
DAFTAR TABEL	VII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR LAMPIRAN	XI
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	XII
ABSTRAK	XIV
<i>ABSTRACT</i>	XV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Evaluasi Proses Evakuasi Bencana	4
2.2 Pemodelan Lalu Lintas dengan Analisis Aplikasi PTV Visum	5
2.3 Pengembangan Sistem Evakuasi di Gunung Merapi	6
2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	6
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Kinerja Jalan	12
3.1.1 Kapasitas dan Volume	13
3.1.2 Kecepatan Tempuh	16
3.2 Aplikasi PTV VISUM	19
3.2.1 Tahapan Penggunaan Aplikasi PTV Visum	19
3.2.2 Matriks Asal Tujuan	26
3.2.3 Validasi	27

3.3	Manajemen Evakuasi Bencana	28
BAB IV METODE PENELITIAN		31
4.1	Jenis Penelitian	31
4.2	Lokasi Penelitian	31
4.3	Pengumpulan Data	32
4.3.1	Data Primer	32
4.3.2	Data Sekunder	33
4.4	Analisis Data	33
4.5	Bagan Alir	36
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		37
5.1	Data	37
5.1.1	Data Primer	37
5.1.2	Data Sekunder	38
5.2	Validasi Volume menggunakan Metode GEH	42
5.3	Analisis Kinerja Jaringan Jalan dalam Kondisi Normal	43
5.3.1	Analisis Kapasitas	43
5.3.2	Analisis Derajat Kejenuhan Kondisi Normal	44
5.3.3	Analisis Kecepatan Kondisi Normal	45
5.4	Analisis Kinerja Jaringan Jalan dalam Kondisi <i>Emergency</i>	48
5.4.1	Analisis Derajat Kejenuhan Kondisi <i>Emergency</i>	49
5.4.2	Analisis Kecepatan Kondisi <i>Emergency</i>	50
5.5	Alternatif Pemodelan	51
5.5.1	Alternatif 1 (Metode <i>One Way</i>)	51
5.5.2	Aternatif 2 (Metode <i>One Way with Mutual Assistance</i>)	53
5.6	Pembahasan	56
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		61
6.1	Kesimpulan	61
6.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN		65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Penelitian Tentang Evaluasi Kinerja Jalan	7
Tabel 3.1 Tingkat Karakteristik Kinerja Lalu Lintas	13
Tabel 3.2 C_0 Segmen Jalan untuk Tipe 2/2-TT dan 4/2-T	14
Tabel 3.3 Faktor Koreksi Akibat Lebar Lajur	15
Tabel 3.4 FC_{PA} pada Segmen Umum	15
Tabel 3.5 FC_{HS} Sebagai Fungsi dari KHS dan LBE	15
Tabel 3.6 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}) per Jenis Kendaraan	17
Tabel 3.7 Koreksi kecepatan arus bebas MP akibat Lebar Lajur Efektif, $V_{BL,MP}$	17
Tabel 3.8 Faktor Koreksi Kecepatan Arus Bebas MP Akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu, $F_{vB,HS}$	18
Tabel 3.9 Faktor Koreksi Kecepatan Arus Bebas MP Akibat Kelas Fungsi Jalan dan Guna lahan, $F_{vB,KFJ}$	18
Tabel 3.10 Bentuk Umum Matriks Asal Tujuan	27
Tabel 3.11 Dampak dari Pengaturan Koordinasi	28
Tabel 5.1 Survei Kondisi Fisik Jalan	38
Tabel 5.2 Data Geometri Jalan Evakuasi	38
Tabel 5.3 Matriks Distribusi Perjalanan Kabupaten Sleman	39
Tabel 5.4 Data Jumlah Penduduk Desa Glagaharjo	40
Tabel 5.5 Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Kendaraan di Sleman (unit), 2021-2023	41
Tabel 5.6 Data Jumlah Kendaraan di Desa Glagaharjo	42
Tabel 5.7 Hasil Interpolasi Faktor Koreksi Akibat Lebar Lajur	44
Tabel 5.8 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi Normal pada Pemodelan PTV Visum	41
Tabel 5.9 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi <i>Emergency</i> pada Pemodelan PTV Visum	50

Tabel 5.10 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi <i>Emergency</i> pada Pemodelan PTV Visum	52
Tabel 5.11 Pemetaan Kendaraan (Mutual Assistance)	54
Tabel 5.12 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi <i>Emergency</i> pada Pemodelan PTV Visum	55
Tabel 5.13 Perbandingan Derajat Kejenuhan (Dj) Kinerja Jaringan Jalan dan Jalan Utama Evakuasi	57
Tabel 5.14 Perbandingan Derajat Kejenuhan (Dj) dan Kecepatan Rata-Rata Kendaraan MP (V_{MP})	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Hubungan Kecepatan Rata-rata MP (V_{MP}) dengan Derajat Kejenuhan (D_j) dan Kecepatan Arus Bebas (V_B) pada Tipe Jalan 2/2-TT	41
Gambar 3.2 Tampilan Awal PTV Visum pada Desktop	20
Gambar 3.3 Tahap Pertama Membuat <i>File</i> Baru pada PTV Visum	20
Gambar 3.4 Tampilan Pertama Membuat <i>File</i> Baru pada PTV Visum	20
Gambar 3.5 Tampilan Setelah Menambahkan <i>Nodes</i>	21
Gambar 3.6 Tampilan Setelah Menambahkan <i>Links</i>	21
Gambar 3.7 Tahapan Penambahan <i>Zones</i>	22
Gambar 3.8 Tampilan Setelah Menambahkan <i>Zones</i>	22
Gambar 3.9 Tampilan Setelah Menambahkan <i>Zones</i>	22
Gambar 3.10 Tampilan Setelah Menambahkan <i>Connectors</i>	23
Gambar 3.11 Tampilan Menu pada <i>Links</i>	23
Gambar 3.12 Input Data <i>Links</i>	23
Gambar 3.13 Menu Pembuatan <i>File</i> Matriks	24
Gambar 3.14 Input Data <i>File</i> Matriks	24
Gambar 3.15 Tampilan Data Matriks Asal Tujuan	24
Gambar 3.16 Menu Pembuatan <i>File</i> Matriks	25
Gambar 3.17 Tampilan Menu <i>Demand</i>	25
Gambar 3.18 Tampilan Menu OD <i>Demand</i> Data	25
Gambar 3.19 Tampilan Menu <i>Select Matrix</i>	26
Gambar 3.20 Hasil Pemodelan	26
Gambar 3.21 <i>Excel</i> Validasi Pemodelan	26
Gambar 3.22 Data Spasial untuk Peringkat Zona dari 1 (Paling Diprioritaskan) hingga 5 (Paling Tidak Diprioritaskan)	30
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian di Desa Glagaharjo	32
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 5.1 Kondisi Fisik Jalan Utama Evakuasi	37
Gambar 5.2 Peta Jaringan Jalan Evakuasi	39

Gambar 5.3 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi Normal	46
Gambar 5.4 Hasil Pemodelan Kondisi Normal pada Aplikasi PTV Visum	47
Gambar 5.5 Hasil Pemodelan Kondisi <i>Emergency</i> pada Aplikasi PTV Visum	49
Gambar 5.6 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi <i>Emergency</i>	50
Gambar 5.7 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi <i>Emergency</i> pada Pemodelan PTV Visum Dengan Metode One Way	53
Gambar 5.8 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi One Way	53
Gambar 5.9 Hasil Pemodelan Kondisi <i>Emergency</i> pada Aplikasi PTV Visum Dengan Metode One Way with Mutual Assistance	55
Gambar 5.10 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi One Way with Mutual Assistance	56
Gambar 5. 11 Perbandingan Pemodelan Evakuasi Kondisi Eksisting dan Alternatif	58
Gambar 5. 12 Tingkat Kejenuhan pada Setiap Lokasi pada Setiap Kondisi	58
Gambar 5. 13 Grafik Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kendaraan pada Setiap Kondisi	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pertanyaan dan Hasil Wawancara Kepala Dusun	66
Lampiran 2 Data Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kecamatan di Kabupaten Sleman, 2010, 2016, dan 2017	67
Lampiran 3 Gambar Survei Lokasi	68
Lampiran 4 Hasil Wawancara Masyarakat Kalitengah Lor	69
Lampiran 5 Hasil Wawancara Masyarakat Kalitengah Kidul	70
Lampiran 6 Hasil Wawancara Masyarakat Srunen	71
Lampiran 7 Data Kendaraan Bantuan dari BPBD Sleman	72
Lampiran 8 Data Matriks Distribusi Perjalanan Kabupaten Sleman	71
Lampiran 9 Surat Keterangan Hasil Cek Plagiasi	72

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BNPB	= Badan Nasional Penanggulangan Bencana
BPBD	= Badan Penanggulangan Bencana Daerah
KRB	= Kawasan Rawan Bencana
SO	= <i>System Optimal</i>
UO	= <i>User Optimal</i>
Prt	= Transportasi Pribadi
PuT	= Transportasi Umum
UTRP	= Perutean Transportasi Perkotaan
RCI	= Indeks Kritikalitas Jalan
Dj	= Derajat Kejenuhan
Vt	= Kecepatan Tempuh
V _{MP}	= Kecepatan Rata-rata MP
V _{B,MP}	= Kecepatan Rencana MP
V _{BD,MP}	= Arus Bebas Dasar MP
V _{BL,MP}	= Koreksi Kecepatan Arus Bebas MP Akibat Lebar Lajur Efektif yang Tidak Ideal
F _{VB,HS}	= Koreksi Kecepatan Arus Bebas MP Akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu yang Tidak Ideal
F _{VB,KFJ}	= Koreksi Kecepatan Arus Bebas MP Akibat Kelas Fungsi Jalan dan Guna Lahan
q	= Volume Kendaraan
C	= Kapasitas Jalur Lalu Lintas
C ₀	= Kapasitas Dasar
FC _L	= Koreksi V _{BD,MP} Akibat Lebar Lajur
FC _{PA}	= Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisahan Arah

FC_{HS}	= Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Hambatan Samping
L_{LE}	= Lebar Lajur Efektif
L_{JE}	= Lebar Jalur Efektif
MP	= Mobil Penumpang
T_{ij}	= Jumlah Perjalanan Dari Zona i ke Zona j
O_i	= Jumlah Perjalanan yang Berasal Dari Zona i
D_j	= Jumlah Perjalanan yang Menuju Zona j
GEH	= Nilai Validasi Berdasarkan Metode Geoffrey E. Havers
$q_{simulated}$	= Data Volume Lalu Lintas Hasil Simulasi
$q_{observed}$	= Data Volume Lalu Lintas Hasil Observasi
PH	= Kedekatan dengan Bahaya
PD	= Kepadatan Penduduk
AS	= Aksesibilitas ke Tempat Penampungan
VA	= Presentase Usia Rentan
PKJI	= Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia

ABSTRAK

Evakuasi bencana merupakan salah satu program mitigasi yang terus menjadi tantangan masa mendatang. Pada tahun 2010 dilaporkan bahwa sebanyak 400.000 orang dievakuasi selama letusan Gunung Merapi. Pada proses evakuasi tersebut terjadi krisis manajemen sehingga menimbulkan kekacauan, kemacetan lalu lintas dan banyak korban jiwa (Mei dkk., 2013). Pengembangan metode evakuasi yang tepat sangat penting dan perlu studi lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja jalan evakuasi saat ini berdasarkan skenario pemerintah dan mengembangkan alternatif model evakuasi yang lebih optimal.

Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengamatan visual pada kondisi jalan dan wawancara ke *stakeholder* BPBD Sleman dan perangkat Desa Glagaharjo. Data sekunder yang diperlukan adalah dokumen rencana kontigensi, peta jaringan jalan evakuasi, data matriks asal tujuan, data populasi dan data kendaraan. Selanjutnya, dilakukan pemodelan dan analisis kapasitas dan volume menggunakan *software* PTV Visum. PKJI 2023 juga menjadi rujukan untuk menganalisis kinerja jaringan jalan evakuasi yang berupa derajat kejenuhan dan kecepatan.

Hasil kinerja jalan evakuasi pada kondisi normal cukup baik dengan nilai derajat kejenuhan (D_j) sebesar 0,27 dengan kecepatan rata-rata MP (V_{MP}) sebesar 42 km/jam, sedangkan pada kondisi *emergency* dengan skenario pemerintah terjadi kemacetan dengan nilai D_j sebesar 0,897 dan V_{MP} sebesar 25 km/jam. Pengembangan dilakukan dengan dua alternatif metode yaitu alternatif 1 metode *one way* dan alternatif 2 metode *one way with mutual assistance*. Pada alternatif 1 D_j jalan evakuasi turun menjadi 0,443 dan V_{MP} naik menjadi 36 km/jam. Pada alternatif 2 D_j turun menjadi 0,392 dan V_{MP} naik menjadi 38 km/jam. Hasil pemodelan menunjukkan alternatif 2 dapat menurunkan kemacetan yang lebih baik daripada skenario dari pemerintah dan alternatif 1.

Kata kunci: derajat kejenuhan, erupsi Merapi, evakuasi, *mutual assistance* dan PTV Visum

ABSTRACT

Disaster evacuation is one of the mitigation programs that continues to challenge the future. In 2010 it was reported that 400,000 people were evacuated during the eruption of Mount Merapi. During the evacuation process there was a management crisis resulting in chaos, traffic congestion and many casualties. The development of appropriate evacuation methods is essential and needs further study. This study aims to analyze the performance of current evacuation roads based on government scenarios and develop an alternative evacuation model that is more optimal.

Primary data collection was conducted by visual observation of road conditions and interviews with BPBD Sleman stakeholders and Glagaharjo village officials. Secondary data required were contingency plan documents, evacuation road network maps, origin-destination matrix data, population data and vehicle data. Furthermore, modeling and analysis of capacity and volume were conducted using PTV Visum software. PKJI 2023 is also used as a reference to analyze the performance of the evacuation road network in the form of degree of saturation and speed.

The results of the evacuation road performance under normal conditions are quite good with a degree of saturation (Dj) value of 0,27 with an average MP speed (VMP) of 42 km/h, while in emergency conditions with the government scenario there is congestion with a Dj value of 0,897 and VMP of 25 km/h. The evacuation road performance in normal conditions is quite good. Development was carried out with two alternative methods, namely alternative 1 one way method and alternative 2 one way with mutual-assistance method. In alternative 1 the Dj of the evacuation road dropped to 0,443 and the VMP increased to 36 km/h. In alternative 2 Dj dropped to 0,392 and VMP increased to 38 km/h. The modeling results show that alternative 2 can reduce congestion better than the government scenario and alternative 1.

Keyword: *degree of saturation, Merapi eruption, evacuation, mutual assistance and PTV Visum*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki lebih dari 500 gunung berapi dan 127 di antaranya aktif (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2014). Gunung Merapi adalah gunung berapi paling aktif di negara ini dan terkenal di seluruh dunia. Pada tahun 2010, gunung ini menempati peringkat ketiga dalam hal dampak letusan, (Guha-Sapir, et al., 2016). Ketika terjadi letusan paroksismal dengan kolom abu mencapai ketinggian 17 km dan sebaran densitas piroklastik 16 km dari puncak gunung ke Sungai Gendol (Surono dkk., 2012). Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi memperluas zona bahaya hingga 20 km sekitar puncak dan mendesak warga untuk dievakuasi (Mei dkk., 2013). Namun, evakuasi berskala besar tidak terkendali dan banyak korban terjadi akibat krisis manajemen ini. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) membantu memindahkan warga ke tempat yang aman sebagai strategi mitigasi. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) juga mengembangkan kerjasama dengan desa-desa mitra. Strategi ini diimplementasikan melalui kesepakatan antara area terdampak dan desa mitra yang bersedia menyediakan tempat perlindungan, logistik, dan layanan terkait bencana lainnya (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2014).

Secara geografis, Gunung Merapi terletak di pulau Jawa, Indonesia. Koordinat Gunung Merapi adalah sekitar 7,54 derajat lintang Selatan dan 110,44 derajat bujur Timur. Gunung Merapi sendiri menjadi perbatasan dari empat kota yaitu terletak di sebelah Utara Sleman, sebelah Selatan Boyolali, sebelah Barat Klaten dan sebelah timur Magelang. Ke-empat kota tersebut merupakan bagian dari Gunung Merapi, menjadikannya bagian dari Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Merapi. Sebagai salah satu kota yang menjadi bagian dari KRB Gunung Merapi, Kabupaten Sleman telah mengembangkan konsep mitigasi bencana khususnya terkait KRB Gunung Merapi. Mitigasi bencana dalam konteks penataan ruang bertujuan untuk mencegah, menghindari, atau mengurangi bahaya,

menurunkan tingkat kerentanan, dan meningkatkan ketahanan suatu wilayah. Pendekatan berbasis mitigasi dan pengurangan risiko bencana melibatkan sistem evakuasi saat terjadi erupsi Gunung Merapi. Salah satu solusi dalam mengurangi risiko korban bencana adalah evakuasi penduduk dari daerah yang berpotensi bahaya. Evakuasi adalah cara yang paling efektif untuk melindungi nyawa manusia. Namun, evakuasi harus dilakukan dengan persiapan yang matang agar tidak menimbulkan konsekuensi negatif (Adi dkk., 2016). Dilaporkan bahwa sebanyak 400.000 orang dievakuasi selama letusan Gunung Merapi terakhir pada tahun 2010 (Mei dkk., 2013). Ketika keadaan darurat, semua orang akan bergerak untuk evakuasi. Keterbatasan kendaraan dan banyaknya orang evakuasi dengan berjalan kaki menimbulkan potensi kemacetan. *Mutual assistance* merupakan model sangat penting dan mempunyai dampak signifikan terhadap keselamatan orang rentan (Chasanah dan Sakakibara, 2022). Oleh karena itu, evaluasi kondisi kinerja jalan eksisting dan pengembangan model diperlukan untuk mengurangi risiko korban bencana.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja jaringan jalan evakuasi Kawasan Rawan Bencana (KRB) III pada kondisi eksisting atau tidak terjadi bencana?
2. Bagaimana kinerja jaringan jalan evakuasi KRB III saat kondisi darurat erupsi sesuai skenario dari pemerintah?
3. Bagaimana alternatif model jalur evakuasi yang lebih optimal dibanding dengan jalur evakuasi dengan jaringan jalan eksisting?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Analisis kinerja jaringan jalan evakuasi Kawasan Rawan Bencana (KRB) III Gunung Merapi pada kondisi normal tidak terjadi bencana.
2. Evaluasi kinerja jaringan jalan evakuasi KRB III Gunung Merapi pada kondisi darurat erupsi sesuai skenario pemerintah.
3. Membuat alternatif model jalur evakuasi yang optimal dan berisiko rendah.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui kinerja jaringan jalan evakuasi KRB III pada kondisi tidak terjadi bencana.
2. Mengetahui kinerja jaringan jalan evakuasi KRB III pada saat kondisi darurat erupsi sesuai scenario dari pemerintah.
3. Mengetahui manakah yang lebih optimal diantara model eksisting dan alternatif.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan di Kawasan Rawan Bencana III (KRB III) di Kabupaten Sleman, Yogyakarta pada Desa Glagaharjo yang meliputi Dusun Kalitengah Lor, Kalitengah Kidul dan Srunen.
2. Penelitian ini berfokus pada kinerja jalan yang berupa derajat kejenuhan dan tidak menghitung tundaan dan antrian.
3. Perhitungan kapasitas, kecepatan normal, derajat kejenuhan mengacu kepada PKJI 2023
4. Analisis kinerja jalan eksisting dilakukan dalam kondisi tidak terjadi bencana sesuai dengan data matriks asal tujuan dari Dinas Perhubungan DIY 2016.
5. Skenario kondisi darurat adalah evakuasi dini pada status 3 erupsi (siaga) dengan asumsi semua orang melakukan evakuasi ke arah Selatan menjauhi Gunung Merapi (*one way*).
6. Pemodelan alternatif menggunakan aplikasi PTV Visum.
7. Pengukuran geometri hanya berupa lebar dan observasi kondisi fisik jalan dengan asumsi distribusi jalan 2 jalur 2 lajur.
8. Penelitian ini tidak meliputi evakuasi binatang ternak.
9. Penelitian ini tidak mengkaji kondisi geometri dan kondisi perkerasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evaluasi Proses Evakuasi Bencana

Sangat penting untuk meningkatkan pemahaman tentang bencana serta komunikasi dan interaksi antar generasi. Persepsi risiko juga merupakan salah satu faktor penting dalam perilaku masyarakat selama dalam proses evakuasi. Persepsi risiko yang buruk ditandai dengan perkiraan individu yang hanya merepresentasikan terjadinya erupsi vulkanik, kepercayaan yang berlebihan terhadap tindakan penanggulangan yang konkret, adanya penghalang fisik-visual, atau kepercayaan budaya yang terkait dengan letusan sebelumnya (Lavigne dkk. 2008). Menghadapi bencana memerlukan langkah tepat khususnya dalam evakuasi bencana. Selain itu, aspek pendukung seperti pemilihan rute merupakan salah satu strategi yang dapat mengurangi risiko jatuhnya korban. Gupta dkk. (2016) dalam Sheu (2024), menyatakan bahwa keputusan untuk mengungsikan diri merupakan keputusan strategis yang diambil untuk mengurangi dampak bencana terhadap kehidupan manusia. Tanpa diragukan lagi, pemilihan rute evakuasi merupakan bagian kunci dari keputusan tersebut. Tanjung (2020), menyatakan bahwa ada dua jenis evakuasi yang dapat dibedakan yaitu evakuasi skala kecil dan evakuasi skala besar. Contoh dari evakuasi skala kecil yaitu penyelamatan yang dilakukan dari sebuah bangunan yang disebabkan karena ancaman bom atau kebakaran. Contoh dari evakuasi skala besar yaitu penyelamatan dari sebuah daerah karena banjir, letusan gunung berapi atau badai. Maka, pengenalan mengenai evakuasi bencana dan optimasi kinerja jaringan jalan evakuasi merupakan langkah yang harus dilakukan.

Chandra dan Oppong (2014) dalam penelitiannya yang membahas tentang tingkat kemampuan pelayanan jaringan jalan kritis di daerah perkotaan dengan metode *System Optimal* (SO) dengan *User Optimal* (UO) pada wilayah Kota York yang terletak di pertemuan Sungai Ouse dan *Foss Vale of York* mengatakan bahwa

jaringan jalan di daerah yang aktif secara vulkanik dapat terpapar oleh berbagai bahaya vulkanik dari beberapa gunung berapi. Penilaian paparan sering digunakan dalam lingkungan ini untuk memprioritaskan upaya manajemen risiko dan mitigasi terhadap gunung berapi atau bahaya yang menimbulkan ancaman terbesar. Biasanya, jalan yang mungkin terpapar bahaya telah dinilai dengan memperhitungkan jumlah jaringan jalan yang terkena dampak oleh berbagai bahaya dan intensitas bahaya. Meskipun pendekatan ini efisien secara komputasi, namun cenderung gagal untuk mempertimbangkan pentingnya jalan dalam jaringan.

2.2 Pemodelan Lalu Lintas dengan Analisis Aplikasi PTV Visum

PTV Visum adalah paket perangkat lunak pemodelan transportasi makroskopis yang menggabungkan baik transportasi pribadi (PrT) maupun transportasi umum (PuT) menjadi model tunggal dan menyediakan serangkaian metodologi yang kaya. Ini adalah produk dari perusahaan PTV Visum yang berbasis di Karlsruhe, Jerman dan telah tersedia untuk penggunaan komersial sejak akhir tahun 90-an (Friedrich dkk., 1999). Aplikasi ini masih digunakan oleh perencana transportasi dan analis di seluruh dunia hingga saat ini. Perangkat lunak Visum dipilih untuk merancang dan mengevaluasi berbagai strategi dalam skenario lalu lintas masa depan alternatif. Alasan di balik pemilihannya adalah: (1) sifat analisis, yang merupakan makro-simulasi yang bergantung pada berbagai karakteristik aliran lalu lintas seperti volume, keterlambatan, kecepatan, dan kepadatan, (2) ketersediaan model jaringan transportasi yang siap pakai untuk Budapest yang berjudul "EFM_SV05_2020" termasuk semua informasi relevan seperti matriks OD, kapasitas jalan, volume lalu lintas, dan kecepatan aliran bebas di Visum, dan (3) Visum memiliki kemampuan untuk menerapkan dan menganalisis mode transportasi baru (yaitu, AVs dan SAVs) (Shatanawi dkk., 2022). PTV Visum memiliki potensi besar sebagai aplikasi dalam mengimplementasi perencanaan transportasi bila dibandingkan hasilnya dengan perhitungan dunia nyata (Soares dkk., 2020). Hal ini dibuktikan dengan analisis data yang dilakukan menggunakan PTV Visum, dimana data yang dianalisis terdiri dari proyeksi penduduk dan PDRB,

proyeksi bangkitan dan tarikan perjalanan penumpang dan barang, matrik asal tujuan rencana, mengolah data jaringan jalan hingga mendapatkan hasil berupa volume lalu lintas pada setiap ruas jalan yang ditinjau (Yunus dkk., 2018). Karena parameter-parameter ini juga tersedia sebagai keluaran simulasi PTV Visum, maka penggunaan parameter ini dapat diterima secara teoritis dan praktis (Amrozi dan Raihan, 2021).

2.3 Pengembangan Sistem Evakuasi di Gunung Merapi

Jumadi dkk. (2019) melakukan penelitian tentang evakuasi massal dengan studi kasus Gunung Merapi. Pada penelitiannya Jumadi mengatakan evakuasi massal harus dilakukan saat bencana mengancam dalam skala regional. Evakuasi dalam skala besar tersebut dapat menyebabkan kekacauan atau kemacetan, kecuali jika evakuasi dikelola dengan baik. Evakuasi bertahap telah diselidiki sebagai solusi untuk mengurangi tingkat kekacauan selama proses evakuasi. Namun, ada kurangnya pemahaman tentang bagaimana tahapan yang harus diatur dalam hal mengatur kelompok mana yang harus bergerak terlebih dahulu dan kelompok mana yang harus mengikuti setelahnya.

Chasanah dan Sakakibara (2022) melakukan penelitian pemodelan evakuasi Gunung Merapi dengan metode *agent based model* dengan *anylogic software* mengungkapkan bahwa saat penduduk evakuasi melarikan diri secara berkelompok dengan model bantuan saling membantu, maka terjadi peningkatan jumlah orang rentan yang mencapai tempat penampungan sementara dalam semua skenario telah terkonfirmasi. Oleh karena itu, pengembangan sistem evakuasi di Gunung Merapi menjadi salah satu solusi agar meningkatkan jumlah korban selamat saat terjadi bencana erupsi dikemudian hari.

2.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, perbandingan penelitian sekarang dengan beberapa penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi

Penelitian Terdahulu									Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi
No	Aspek	Chandra dan Oppong (2014)	Soares, dkk. (2020)	Chasanah dan Sakakibara (2022)	Amrozi dan Isheka (2021)	Jumadi, dkk. (2019)	Yunus, dkk. (2018)	Tanjung (2020)	Prabowo
1	Judul	<i>Analysing vulnerability of road network and guiding evacuees to sheltered areas: Case study of Mt Merapi, Central Java, Indonesia</i>	<i>Public Transport Network Optimization in PTV Visum using Selection Hyper-heuristics</i>	<i>Implication of Mutual Assistance Evacuation Model to Reduce the Volcanic Risk for Vulnerable Society: Insight from Mount Merapi, Indonesia</i>	<i>Optimizing The Functional Performance of Road Network using Vulnerability Assessment to Cope with Unforeseen Road Incidents</i>	<i>An Agent-Based Evaluation of Varying Evacuation Scenarios in Merapi: Simultaneous and Staged</i>	Pemodelan Transportasi pada Jalan Trans Bangka Menggunakan Aplikasi PTV Visum	Efektivitas dan Risiko Bencana Pada Jalur Evakuasi di Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi	Evaluasi Kinerja Jaringan Jalan Evakuasi dengan Pemodelan Aplikasi PTV Visum (Studi Kasus : Erupsi Gunung Merapi Menggunakan di Yogyakarta)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi

Penelitian Terdahulu									Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi
No	Aspek	Chandra dan Oppong (2014)	Soares, dkk. (2020)	Chasanah dan Sakakibara (2022)	Amrozi dan Isheka (2021)	Jumadi, dkk. (2019)	Yunus, dkk. (2018)	Tanjung (2020)	Prabowo
2	Tujuan	Menganalisis kerentanan jaringan jalan	Mengatasi kesenjangan bidang optimasi dengan aplikasi dan optimasi pada lapangan dengan mengembangkan antarmuka antara masalah perutean transportasi perkotaan (UTRP) dan perangkat lunak pemodelan transportasi profesional PTV Visum.	Untuk mendukung orang-orang rentan dengan cara mengungsikan mereka bersama orang muda saat bencana letusan Gunung Merapi.	Mengembangkan indeks kerentanan berbasis kinerja jalan yang dikenal sebagai RCI (Indeks Kritikalitas Jalan).	Mengurangi risiko dan kepadatan lalu lintas terhadap bahaya dengan beberapa fitur geografis seperti kedekatan terhadap bahaya, kondisi jaringan jalan (aksesibilitas), ukuran populasi, dan demografi sebagai parameter	Menganalisis pergerakan lalu lintas kendaraan penumpang dan barang yang terjadi sesudah dibangunnya jalan Trans Bangka dan menganalisis kinerja ruas jalan pada lalu lintas jalan Trans Bangka	Mengevaluasi kondisi eksisting kinerja jalur dan perkerasan jalan evakuasi bencana Merapi di kawasan Cangkringan, Mengidentifikasi rencana pendistribusian arah pergerakan yang paling efisien, dan Mengukur tingkat resiko pada jalur evakuasi Merapi.	Mengoptimalkan kinerja jaringan jalan evakuasi dengan pemodelan aplikasi PTV Visum

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi

Penelitian Terdahulu									Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi
No	Aspek	Chandra dan Oppong (2014)	Soares, dkk. (2020)	Chasanah dan Sakakibara (2022)	Amrozi dan Isheka (2021)	Jumadi, dkk. (2019)	Yunus, dkk. (2018)	Tanjung (2020)	Prabowo
3	Metode	<i>System Optimal (SO)</i> dengan <i>User Optimal (UO)</i> .	Perutean transportasi perkotaan (UTRP) dan perangkat lunak pemodelan transportasi profesional PTV Visum	<i>Agent based model</i> dengan <i>anylogic software</i>	RCI (Indeks Kritikalitas Jalan) dan disimulasikan menggunakan PTV VISUM.	Evakuasi bertahap dengan hasil evakuasi simultan	Keseimbangan Wardrop menggunakan aplikasi PTV Visum	Pengukuran menggunakan <i>Pavement Condition Index (PCI)</i> lalu dianalisis menggunakan <i>Quantum GIS</i>	Permodelan menggunakan PTV VISUM.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi

Penelitian Terdahulu									Penelitian Evaluasi Kinerja Jalan Evakuasi
No	Aspek	Chandra dan Oppong (2014)	Soares, dkk. (2020)	Chasanah dan Sakakibara (2022)	Amrozi dan Isheka (2021)	Jumadi, dkk. (2019)	Yunus, dkk. (2018)	Tanjung (2020)	Prabowo
4	Hasil	Indeks kerentanan berdasarkan jarak cocok untuk jaringan perkotaan.	Hasil dari optimasi global menunjukkan validitas hiper-heuristik pada jaringan contoh berukuran kecil dan juga jaringan berukuran kota.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model gotong royong ini efektif untuk evakuasi cepat dan pengurangan risiko pada masyarakat yang rentan di mana tingkat keberhasilan evakuasi meningkat.	RCI memberikan penilaian yang lebih komprehensif daripada indikator yang ada (rasio kapasitas volume). RCI memasukkan komponen kecepatan perjalanan dan mobilitas untuk mengevaluasi kinerja jalan lokal dan global.	Skenario bertahap memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengurangi potensi kemacetan lalu lintas selama waktu puncak evakuasi dibandingkan dengan strategi simultan.	Kendaraan penumpang yang melewati jalan Trans Bangka lebih besar dibandingkan dengan kendaraan barang. Derajat kejenuhan yang didapat pada jalan Trans Bangka tahun 2020 menunjukkan nilai yang relatif kecil atau <0,85	Berdasarkan hasil yang diperoleh dari network analyst didapatkan 1 jalur baru. Jalur tersebut memiliki waktu tempuh yang lebih pendek dibandingkan jalur yang telah ada.	Model <i>one way with mutual assistance</i> menunjukkan penurunan kemacetan pada kondisi darurat evakuasi dibanding dengan model eksisting.

Berdasarkan Tabel 2.1, perbedaan yang terdapat pada penelitian terdahulu adalah metode SO dan UO, metode pengembangan UTRP dengan aplikasi PTV Visum, metode *agent based model* dengan *anylogic software*, metode RCI dengan simulasi aplikasi PTV Visum dan pemodelan evakuasi dengan menggunakan aplikasi PTV Visum. Selain itu terdapat perbedaan subjek dan objek penelitiannya. Pada penelitian ini menggunakan permodelan dengan menggunakan aplikasi PTV Visum adalah aplikasi untuk menganalisis kinerja jalan. Objek penelitian di jalur evakuasi Gunung Merapi, Sleman.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kinerja Jalan

Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) menyatakan kinerja lalu lintas adalah indikator dari seberapa baik suatu segmen jalan melayani arus kendaraan yang melaluinya, yang diukur melalui nilai-nilai seperti derajat kejenuhan (D_j) dan kecepatan tempuh (V_t). D_j menggambarkan seberapa baik jalan dapat menangani volume kendaraan yang melaluinya, memberikan gambaran apakah segmen jalan tersebut berfungsi dengan baik atau mengalami masalah. Sementara itu, V_t mengukur kualitas pelayanan dengan memperhitungkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan, yang juga dapat digunakan untuk mengevaluasi keekonomian suatu segmen jalan.

$$D_j = \frac{q}{C} \tag{3.1}$$

Keterangan:

D_j = Derajat kejenuhan,

C = Kapasitas jalur lalu lintas, dalam SMP/jam, dan

q = Volume lalu lintas, dalam SMP/jam, yang dalam analisis kapasitas terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu eksisting hasil perhitungan lalu lintas dan q hasil prediksi atau hasil perancangan.

Semakin rendah nilai D_j menggambarkan karakteristik lalu lintas yang baik dan semakin tinggi nilai D_j menggambarkan karakteristik lalu lintas yang buruk. Karakteristik lalu lintas suatu jalan dapat ditentukan dengan melihat besar nilai D_j seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tingkat Karakteristik Kinerja Lalu Lintas

No.	DS	Karakteristik
1	0 - 0,20	Arus bebas, Volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.
2	0,20 - 0,44	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, pengemudi masih dapat bebas dalam memilih kecepatannya.
3	0,45 - 0,74	Arus stabil, kecepatan dapat dikontrol oleh lalu lintas.
4	0,75 - 0,84	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas.
5	0,85 - 1,00	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas.
6	> 1,00	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan pada waktu yang cukup lama.

Sumber : Morlok (1991)

Segmen jalan dengan D_j rendah dan V_t rendah menunjukkan kualitas pelayanan yang kurang baik, sementara D_j rendah namun V_t tinggi menandakan kinerja yang lebih baik. Kriteria desain yang umum diterapkan mencakup dua parameter utama: pertama, nilai derajat kejenuhan (D_j) yang tidak melebihi 0,85; kedua, nilai kecepatan tempuh (V_t) yang dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan spesifik. Selain itu, kriteria desain juga dapat ditentukan berdasarkan faktor-faktor lain sesuai dengan kebutuhan (Bina Marga, 2023).

3.1.1 Kapasitas dan Volume

Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) menyatakan jumlah kendaraan bermotor yang melintasi suatu titik pada suatu segmen jalan per satuan waktu. Nilai volume jam sibuk (q) yang dinyatakan dalam satuan SMP/jam, sudah mencerminkan komposisi lalu lintas. Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan mengatur

aturan dan prosedur perhitungan kapasitas jalan dalam merancang dan mengevaluasi kinerja lalu lintas di segmen jalan perkotaan. Pedoman ini mencakup evaluasi kapasitas jalan (C) dan kinerja lalu lintas jalan yang diukur dengan derajat kejenuhan (Dj) dan kecepatan tempuh (Vt).

Pada saat terjadi bencana jalur lalu lintas akan digunakan semaksimal mungkin dengan semua orang bergerak searah menjauhi Gunung Merapi dan menjadikan jalan yang dilewati menjadi jalan bebas hambatan. C dapat dihitung melalui perkalian C_0 dengan faktor-faktor koreksi lebar jalan, pemisahan arus lalu lintas, dan hambatan samping, dihitung menggunakan Persamaan 3.2.

$$C = C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \quad (3.2)$$

Keterangan:

C = Kapasitas jalur lalu lintas, dalam SMP/jam,

C_0 = Kapasitas Dasar,

FC_L = Koreksi $V_{BD,MP}$ akibat lebar jalur,

FC_{PA} = Faktor koreksi kapasitas akibat pemisahan arah, dan

FC_{HS} = Faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping.

Faktor koreksi dapat dicari dalam Tabel 3.2, Tabel 3.3, Tabel 3.4 dan Tabel 3.5.

Tabel 3.2 C_0 Segmen Jalan Untuk Tipe 2/2-TT dan 4/2-T

Tipe Alinemen	C_0 SMP/jam 2/2-TT	C_0 SMP/jam/lajur 4/2-T
Datar	4000	2200
Bukit	3850	2100
Gunung	3700	2000

Sumber : Bina Marga (2023)

Tabel 3.3 Faktor Koreksi Akibat Lebar Lajur

Tipe Jalan	Lebar lajur atau jalur efektif (L_{LE} atau L_{JE}), m	F_{CL}	
4/2-T & 6/2-TT	Per lajur	3,00	0,91
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03
2/2-TT	Total dua arah	5,00	0,69
		6,00	0,91
		7,00	1,00
		8,00	1,08
		9,00	1,15
		10,00	1,21
		11,00	1,27

Sumber : Bina Marga (2023)

Tabel 3.4 FC_{PA} pada Segmen Umum

Pemisahan arah arus (%-%)		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{PA}	Tipe jalan 2/2-TT	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : Bina Marga (2023)

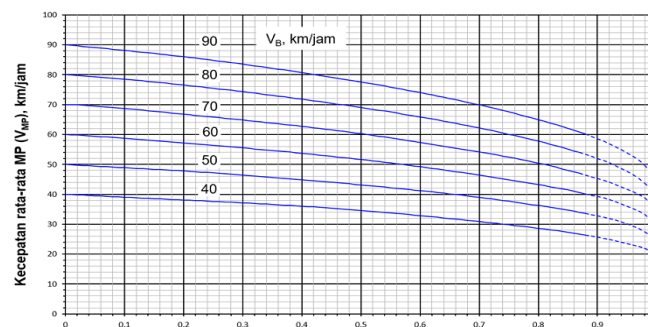
Tabel 3.5 FC_{HS} Sebagai Fungsi dari KHS dan LBE

Tipe jalan	KHS	Faktor koreksi akibat hambatan samping (FC_{HS})			
		Lebar bahu efektif L_{BE} , m			
		$\leq 0,5$	1,00	1,50	$\geq 2,0$
4/2-T	Sangat rendah	0,99	1,00	13,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,9	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2-TT	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : Bina Marga (2023)

3.1.2 Kecepatan Tempuh

Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) menyatakan Kecepatan tempuh (V_T) merupakan kecepatan aktual arus lalu lintas yang besarnya ditentukan berdasarkan D_j dan V_B . Penentuan nilai V_T untuk MP yang dipresentasikan oleh kecepatan rata-rata arus MP (V_{MP}) dilakukan dengan menggunakan diagram dalam Gambar 3.1 untuk tipe jalan 2/2-TT.



Gambar 3.1 Hubungan Kecepatan Rata-rata MP (V_{MP}) dengan Derajat Kejenuhan (D_j) dan Kecepatan Arus Bebas (V_B) pada tipe jalan 2/2-TT

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, (2023)

Nilai $V_{B,MP}$ ditetapkan sebagai fungsi dari $V_{BD,MP}$, lebar jalan, hambatan samping, lebar bahu, fungsi jalan, dan tata guna lahan. $V_{B,MP}$ dihitung menggunakan Persamaan 3.3.

$$V_{B,MP} = (V_{BD,MP} + V_{BL,MP}) \times F_{VB,HS} \times F_{VB,KFJ} \quad (3.3)$$

Keterangan:

- $V_{B,MP}$ adalah kecepatan arus bebas MP pada kondisi lapangan, km/jam.
- $V_{BD,MP}$ adalah arus bebas dasar MP
- $V_{BL,MP}$ adalah koreksi kecepatan arus bebas MP akibat lebar lajur efektif yang tidak ideal.
- $F_{VB,HS}$ adalah koreksi kecepatan arus bebas MP akibat hambatan samping dan lebar bahu yang tidak ideal.
- $F_{VB,KFJ}$ adalah koreksi kecepatan arus bebas MP akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan.

Faktor koreksi dapat dicari dalam Tabel 3.6, Tabel 3.7, Tabel 3.8 dan Tabel 3.9.

Tabel 3.6 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD}) per Jenis Kendaraan

Tipe jalan	Tipe alinemen	Faktor koreksi akibat hambatan samping (FC_{HS})				
		MP	KS	BB	TB	SM
6/2-T	Datar	83	67	86	64	64
	Bukit	71	56	68	52	58
	Gunung	62	45	55	40	55
4/2-T	Datar	78	65	81	62	64
	Bukit	68	55	66	51	58
	Gunung	60	44	53	39	55
2/2-TT	Datar dengan KJP A	68	60	73	58	55
	Datar dengan KJP B	65	57	69	55	54
	Datar dengan KJP C	61	54	63	52	53
	Bukit	61	52	62	49	53
	Gunung	55	42	50	38	51

Sumber : Bina Marga (2023)

Tabel 3.7 Koreksi kecepatan arus bebas MP akibat Lebar Lajur Efektif, $V_{BL,MP}$

Tipe jalan	Tipe alinemen	V_{BL} (km/jam)		
		Datar: KJP=A, B	Bukit: KJP=A, B, C Datar: KJP=C	Gunung
4/2-T dan 6/2-T	$L_{LE}=3,00$	-3	-3	-2
	$L_{LE}=3,25$	-1	-1	-1
	$L_{LE}=3,50$	0	0	0
	$L_{LE}=3,75$	2	2	2
2/2-TT	$L_{JE}=5,00$	-11	-9	-7
	$L_{JE}=6,00$	-3	-2	-1
	$L_{JE}=7,00$	0	0	0
	$L_{JE}=8,00$	1	1	0
	$L_{JE}=9,00$	2	2	1
	$L_{JE}=10,00$	3	3	2
	$L_{JE}=11,00$	3	3	2

Sumber : Bina Marga (2023)

Tabel 3.8 Faktor Koreksi Kecepatan Arus Bebas MP Akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu, $FV_{B,HS}$

Tipe jalan	KHS	$FV_{B,HS}$			
		$LBE \leq 0,5$ m	$LBE = 1$ m	$LBE = 1,5$ m	$LBE \geq 2$ m
4/2-T dan 6/2-T	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,86
2/2-TT	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber : Bina Marga (2023)

Tabel 3.9 Faktor Koreksi Kecepatan Arus Bebas MP Akibat Kelas Fungsi Jalan dan Guna lahan, $FV_{B,KFJ}$

Tipe jalan	KHS	$FV_{B,KFJ}$				
		Persentase pengembangan samping jalan				
		0%	25%	50%	75%	100%
4/2-T	Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
	Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
	Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
2/2-TT	Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
	Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
	Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Sumber : Bina Marga (2023)

3.2 Aplikasi PTV Visum

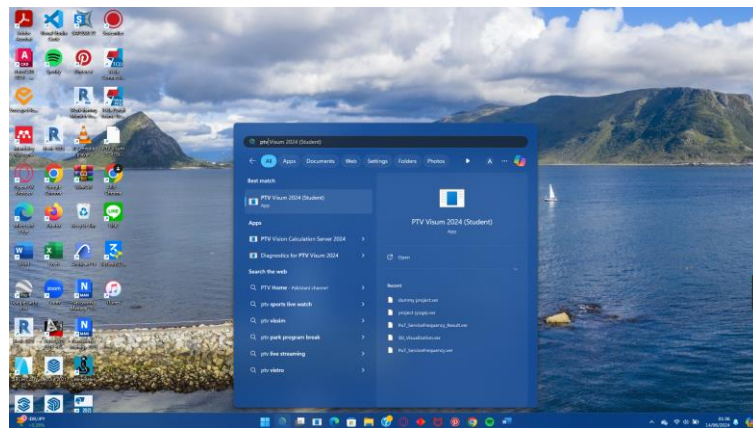
PTV Visum adalah perangkat lunak terkemuka di dunia untuk perencanaan transportasi. Perangkat lunak ini menjadi standar dalam simulasi dan pemodelan jaringan transportasi secara makroskopik, serta dalam perencanaan transportasi umum dan pengembangan strategi serta solusi transportasi. PTV Visum dapat membangun model transportasi yang memberikan wawasan untuk perencanaan strategis jangka panjang dan penggunaan operasional jangka pendek (PTV GROUP, 2024).

Hasil visualisasi akan menunjukkan detail lokasi secara grafis, dimana segmen rute yang dianalisis dapat diidentifikasi menggunakan aplikasi PTV Visum. Jarak rute evakuasi ditentukan dengan mengimpor peta GIS ke dalam aplikasi PTV Visum, lalu diubah menjadi zona-zona untuk setiap peta evakuasi desa. Penandaan ruang dilakukan dan saling terhubung untuk membentuk rute yang komprehensif. Garis target digunakan untuk menggambarkan pusat pemukiman, titik pertemuan, dan lokasi penampungan sementara. Semua titik disinkronkan sesuai dengan kondisi nyata, dan persimpangan ditetapkan sebagai titik pertemuan sebelum para pengungsi berpindah ke tempat penampungan sementara.

3.2.1 Tahapan Penggunaan Aplikasi PTV Visum

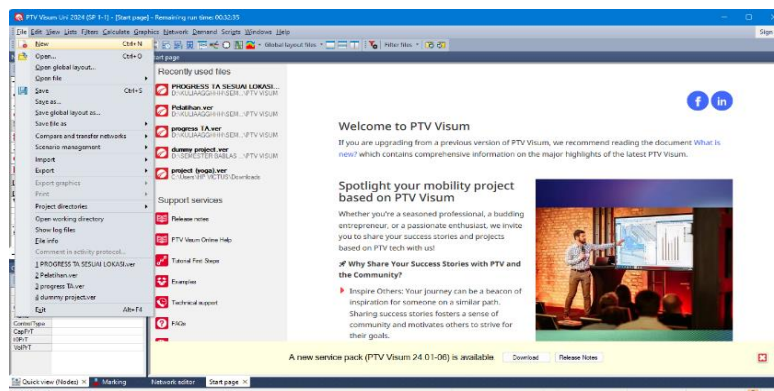
Adapun beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk menggunakan aplikasi PTV Visum, antara lain:

1. Pertama klik *open* pada *shortcut* aplikasi PTV Visum setelah itu aplikasi akan muncul. Untuk tampilan awal dari aplikasi PTV Visum yaitu pada Gambar 3.2.

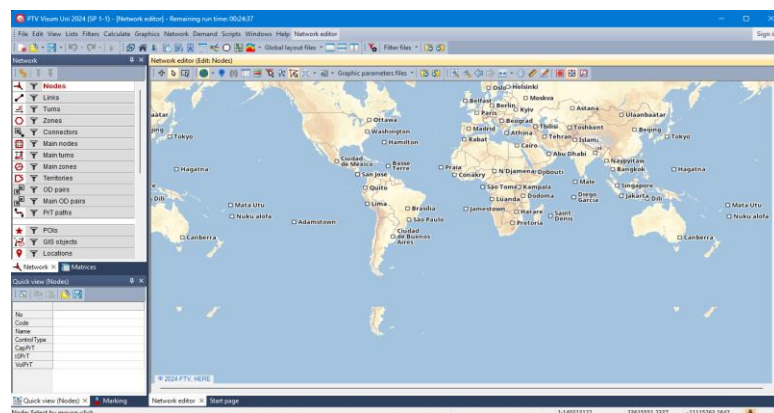


Gambar 3.2 Tampilan Awal PTV Visum pada Desktop

2. Klik “*new*” atau dapat menggunakan tombol “*ctrl + N*” pada keyboard untuk membuat lembar kerja baru. pada “*Network editor*” kita disuguhkan dengan peta dunia dimana kita bisa langsung membuat simulasi pada peta yang ada.

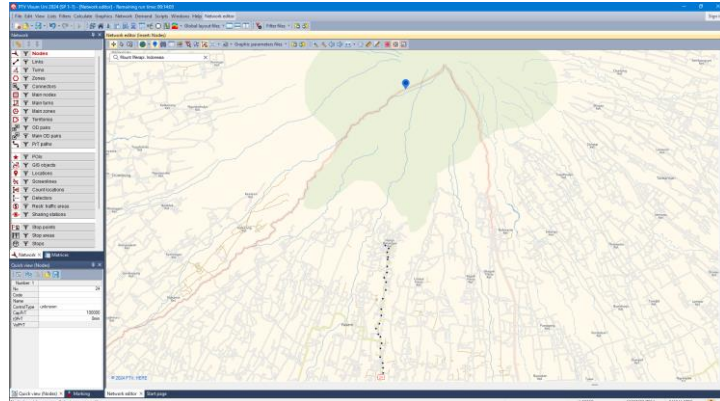


Gambar 3.3 Tahap Pertama Membuat *File* Baru pada PTV Visum



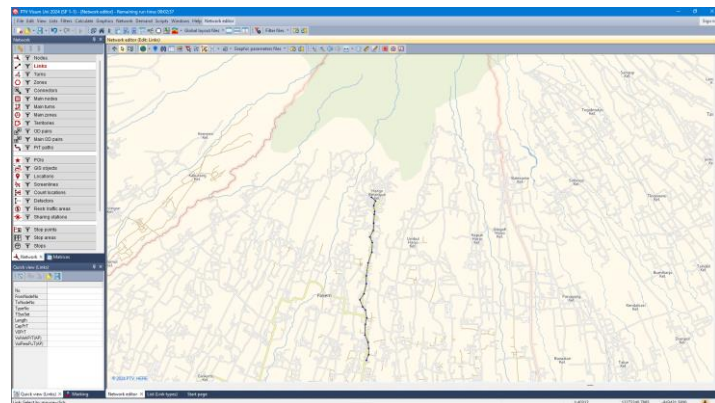
Gambar 3.4 Tampilan Pertama Membuat *File* Baru pada PTV Visum

3. Setelah menentukan lokasi kita dapat meletakkan “nodes” pada jalan-jalan pada wilayah yang ingin di simulasikan. Dengan cara klik “nodes” lalu klik “+” dan menandai jalan-jalan yang ingin disimulasikan.



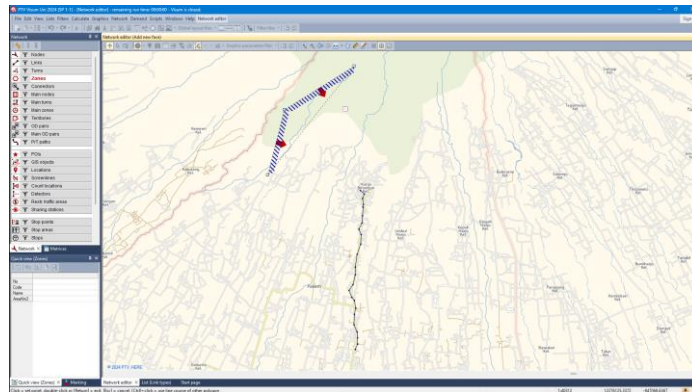
Gambar 3.5 Tampilan Setelah Menambahkan *Nodes*

4. Setelah menentukan titik-titik “nodes” kita dapat menghubungkan “nodes” dengan “links”. Dengan cara klik “links” lalu klik “+” dan menandai “nodes” yang ingin dihubungkan.

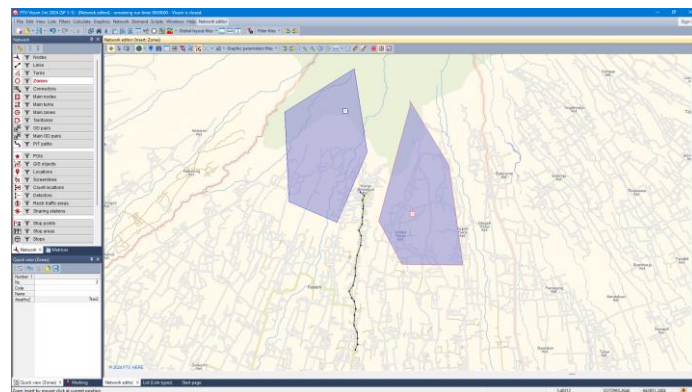


Gambar 3.6 Tampilan Setelah Menambahkan *Links*

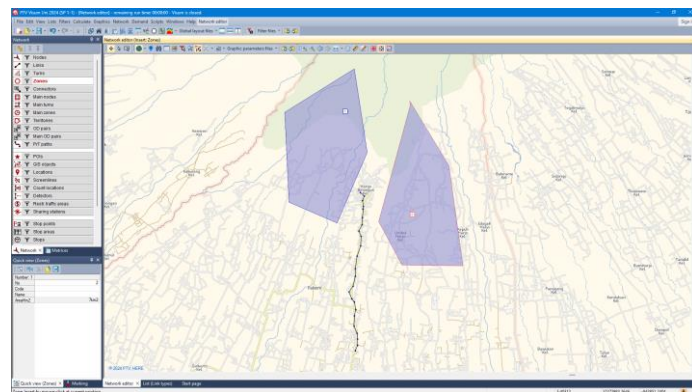
5. Menambahkan zona-zona dengan menggunakan “zones” dan “connectors” untuk mengetahui volume yang dihasilkan suatu zona ke arah jalan utama.



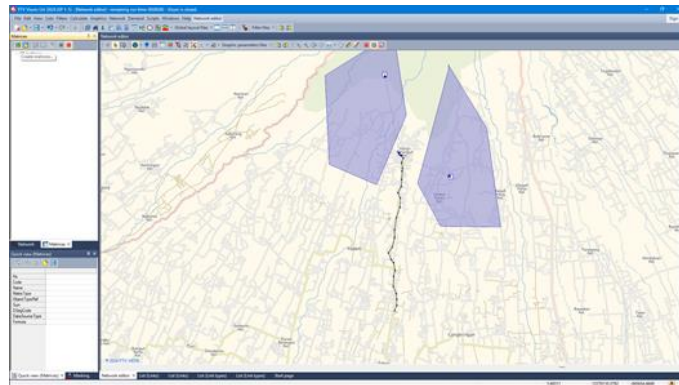
Gambar 3.7 Tahapan Penambahan Zones



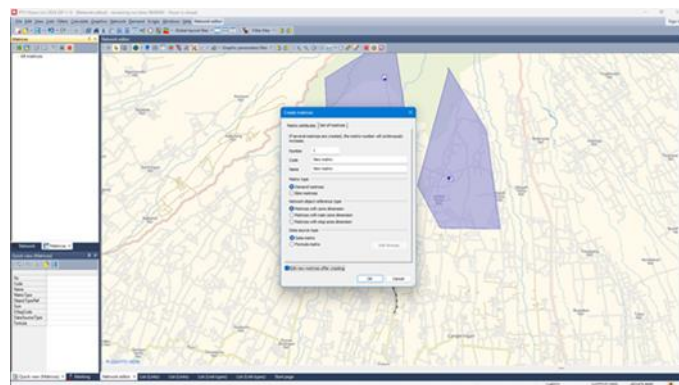
Gambar 3.8 Tampilan Setelah Menambahkan Zones



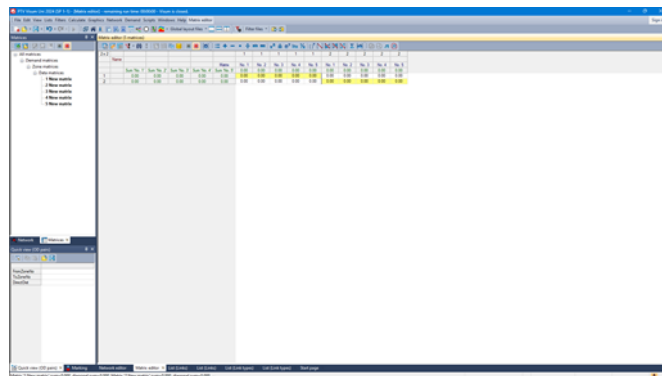
Gambar 3.9 Tampilan Setelah Menambahkan Zones



Gambar 3.13 Menu Pembuatan *File* Matriks

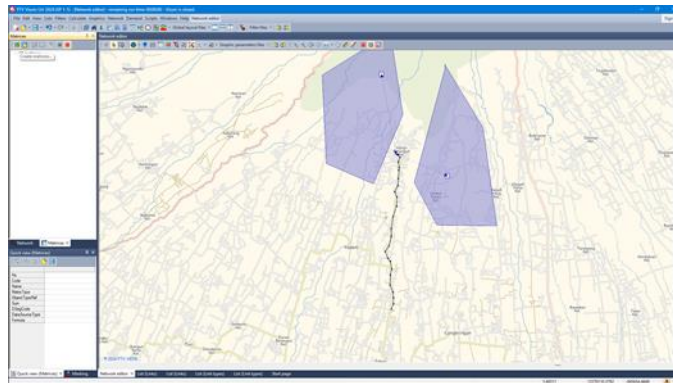


Gambar 3.14 Input Data File Matriks



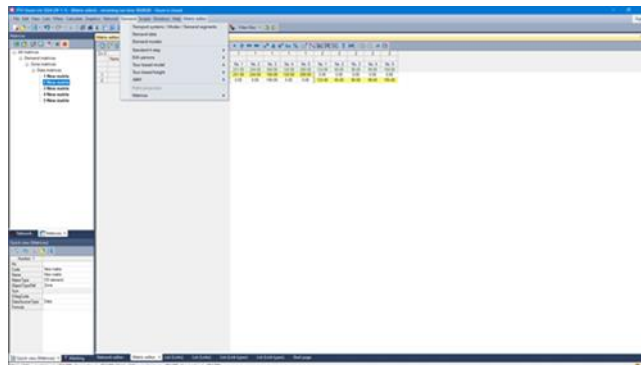
Gambar 3.15 Tampilan Data Matriks Asal Tujuan

8. Membuat *file* untuk data matriks asal tujuan dengan cara klik “*matrices*” lalu klik logo “*create matrices*”.

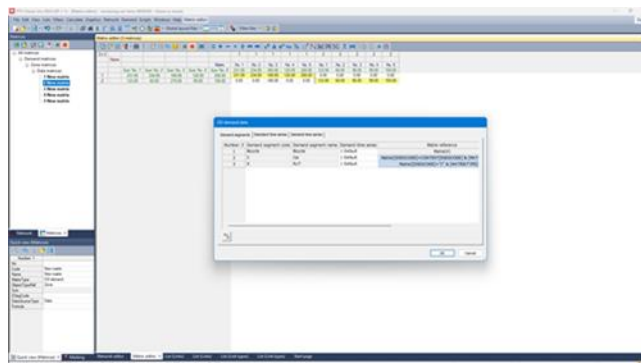


Gambar 3.16 Menu Pembuatan *File* Matriks

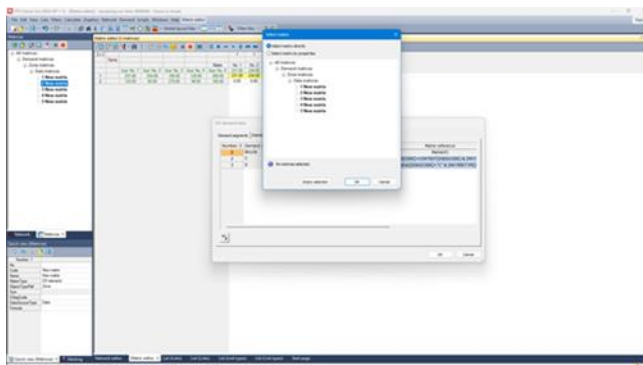
9. menambahkan data matriks asal tujuan pada sistem transportasi dengan cara klik menu “demand” lalu klik “demand data” lalu double click pada “matrix reference” lalu klik “select matrix directly” dan tambahkan *file* matriks asal tujuan.



Gambar 3.17 Tampilan Menu *Demand*



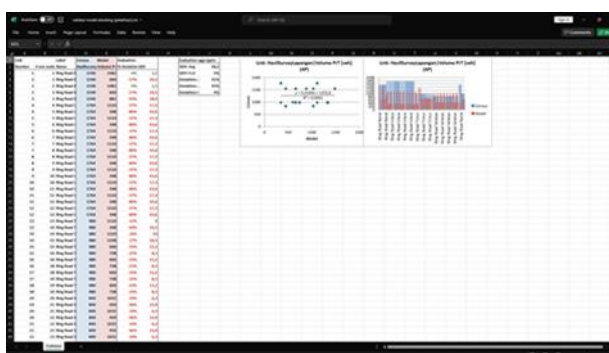
Gambar 3.18 Tampilan Menu *OD Demand Data*



Gambar 3.19 Tampilan Menu *Select Matrix*

10. Jalankan pemodelan dengan klik “*start procedure sequence*” untuk mendapatkan data hasil pemodelan.

Gambar 3.20 Hasil Pemodelan



Gambar 3.21 Excel Validasi Pemodelan

3.2.2 Matriks Asal Tujuan

Matriks Asal Tujuan (*Trip distribution*) merupakan proses penyaluran pergerakan yang menentukan jumlah perjalanan yang datang dan pergi dari suatu area tertentu. Pada tahap ini, perhitungan melibatkan:

1. Pengaturan kegiatan di area penggunaan lahan

2. Struktur jaringan transportasi tingkat keterjangkauan

Trip distribution mencerminkan jumlah perjalanan yang bergerak dari zona asal i menuju zona tujuan j , umumnya direpresentasikan dalam bentuk Matriks Asal Tujuan (MAT) yang terdiri dari *array* 2 dimensi seperti pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Bentuk Umum Matriks Asal Tujuan

<i>Origins</i>	<i>Destinations</i>					$\sum_i T_{ij}$
	1	2	3	.... j	.... z	
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	.... T_{1j}	.... T_{1z}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	.... T_{2j}	.... T_{2z}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	.... T_{3j}	.... T_{3z}	O_3
.						
.						
I	T_{I1}	T_{I2}	T_{I3}	.... T_{Ij}	.... T_{Iz}	O_i
.						
.						
Z	T_{Z1}	T_{Z2}	T_{Z3}	.... T_{Zj}	.... T_{Zz}	O_z
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	.... D_j	.... D_z	$\sum_o T_o = T$

Sumber: Irawan (2019)

Keterangan:

Baris = menunjukkan jumlah perjalanan yang berasal dari zona I,

Kolom = menunjukkan jumlah perjalanan yang menuju ke zona j,

T_{ij} = Jumlah perjalanan dari zona i ke zona j ,

O_i = Jumlah perjalanan yang berasal dari zona I, dan

D_j = Jumlah perjalanan yang menuju zona j.

Selain ditulis dalam bentuk matriks, *trip distribution* dapat pula ditulis dalam bentuk Garis Keinginan / *Desire Line*.

3.2.3 Validasi

Validasi adalah proses memvalidasi atau pengujian kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan. Pada penelitian ini digunakan metode Geoffrey E. Havers (GEH). GEH adalah rumus statistik yang dimodifikasi dari chi squared. Berikut rumus GEH:

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})^2}} \quad (3.4)$$

Keterangan:

$q_{simulated}$ = Data volume lalu lintas hasil simulasi (kend/jam), dan

$q_{observed}$ = Data volume lalu lintas hasil observasi (kend/jam).

Tabel 3.11 Dampak dari Pengaturan Koordinasi

GEH < 5,0	Diterima
5,0 < GEH < 10,0	Peringatan: kemungkinan model error atau data buruk
GEH > 10,0	Ditolak

Sumber : Rumus Statistik Geoffrey E. Havers (1970)

3.3 Manajemen Evakuasi Bencana

Refiyanni dan Silvia (2020) dalam penelitiannya tentang nilai kondisi jalan dan kemantapan jalan sebagai jalur evakuasi mengatakan bahwa jalur evakuasi adalah jalur yang menghubungkan dari semua titik ke suatu titik tujuan atau titik kumpul (zona aman). Dalam kasus letusan Gunung Merapi ada berbagai macam prosedur evakuasi yang telah digunakan untuk meminimalisir adanya korban jiwa, antara lain:

1. Strategi Evakuasi Berkelompok (*Mutual Assistance*)

Chasanah dan Sakakibara (2023) mengatakan telah mengembangkan model evakuasi berdasarkan pendekatan kebijakan terbaru dan melibatkan langsung masyarakat untuk menentukan persepsi mereka, dengan tujuan untuk memperkuat ketangguhan dan mengurangi risiko bagi orang-orang rentan dalam evakuasi bencana letusan Gunung Merapi. Peneliti mengusulkan dengan model baru yang melibatkan semua pihak baik pemuda, anak-anak, lanjut usia, individu dengan disabilitas, ibu hamil, dan kelompok bantuan untuk saling bekerja sama dalam proses evaluasi skenario evakuasi eksisting dari

pemerintah dianggap belum optimal, karena masih adanya korban jiwa saat terjadi bencana. Hasil dari pemodelan *mutual assistance* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan terhadap orang rentan yang berhasil mencapai *shelter*. Namun, studi lebih lanjut diperlukan untuk mensimulasikan kinerja jalan evakuasi saat kondisi darurat baik secara makro dan mikro.

2. Peningkatan Sistem Transportasi dan Barak Pengungsi

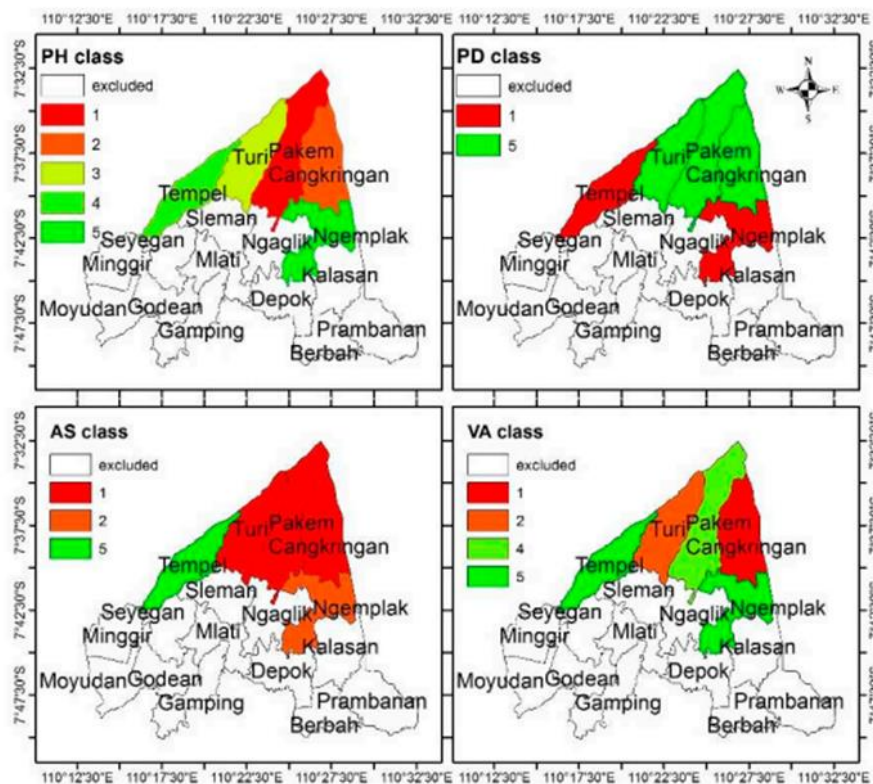
Dalam penelitiannya, Adi dkk., (2016) menyimpulkan tentang kelayakan sistem evakuasi untuk daerah rawan bencana letusan Gunung Merapi di Kabupaten Sleman adalah sebagai berikut, berdasarkan penilaian terhadap kapasitas komponen-komponen evakuasi KRB Gunung Merapi di seluruh sektor, ditemukan bahwa persentase kapasitas sistem peringatan dini adalah 49%, persentase kapasitas titik kumpul adalah 96,2%, jalur evakuasi adalah 88,7%, rute evakuasi mencapai 100%, sementara persentase kapasitas untuk komunikasi dan transportasi adalah 51,8%, dan barak pengungsian adalah 60,7%. Rata-rata dari keseluruhan skor komponen-komponen evakuasi belum mencapai persentase 100%. Oleh karena itu, berdasarkan Ema (2005) dan Blong (1984), sistem evakuasi KRB Gunung Merapi dianggap tidak layak karena kapasitasnya belum memadai untuk memenuhi kebutuhan pengungsi.

Rekomendasi untuk pemerintah adalah untuk memperbaiki sistem evakuasi KRB letusan Gunung Merapi agar menjadi layak dengan membangun infrastruktur evakuasi yang mampu menampung jumlah pengungsi yang memadai. Penulis juga berharap adanya penelitian lanjutan yang meninjau sistem evakuasi KRB letusan Gunung Merapi dari sudut pandang yang berbeda selain kelayakan sistem evakuasi (Adi dkk., 2016).

3. Penentuan Rute yang Tepat

Strategi evakuasi bertahap membutuhkan skenario urutan keluar di antara zona-zona evakuasi. Urutan zona mana yang harus dievakuasi terlebih dahulu dan mana yang kemudian membutuhkan prioritas yang cermat. Ada beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan ketika menetapkan prioritas ini. Mitchell dan Radwan (2006) menggunakan kepadatan penduduk, kapasitas jalan keluar, jarak ke tempat yang aman atau tempat penampungan, jarak ke rute evakuasi

utama, dan jumlah daerah lain atau tingkat kepadatan penduduk untuk transit. Sebaliknya, Lim, dkk., (2012) menggunakan jarak wilayah dari bahaya, tingkat bahaya, dan kepadatan penduduk, Sedangkan Jumadi, dkk., (2019) menggunakan tiga faktor yang sedikit berbeda, yaitu, jarak wilayah dari bahaya (kawah gunung berapi), kepadatan penduduk, aksesibilitas ke tempat penampungan, dan proporsi penduduk usia rentan. Berbagai skenario tahapan evakuasi, yang akan dievaluasi menggunakan eksperimen berbasis agen, disajikan pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Data Spasial untuk Peringkat Zona dari 1 (Paling Diprioritaskan) hingga 5 (Paling Tidak Diprioritaskan)

Sumber: Jumadi dkk., (2019)

Peringkat zona paling diprioritaskan dinotasikan dengan angka 1 hingga zona paling tidak diprioritaskan dinotasikan dengan angka 5, dimana PPH adalah Kedekatan dengan Bahaya, PD adalah Kepadatan Penduduk, AS adalah Aksesibilitas ke Tempat Penampungan, VA adalah Persentase Usia Rentan.

BAB IV

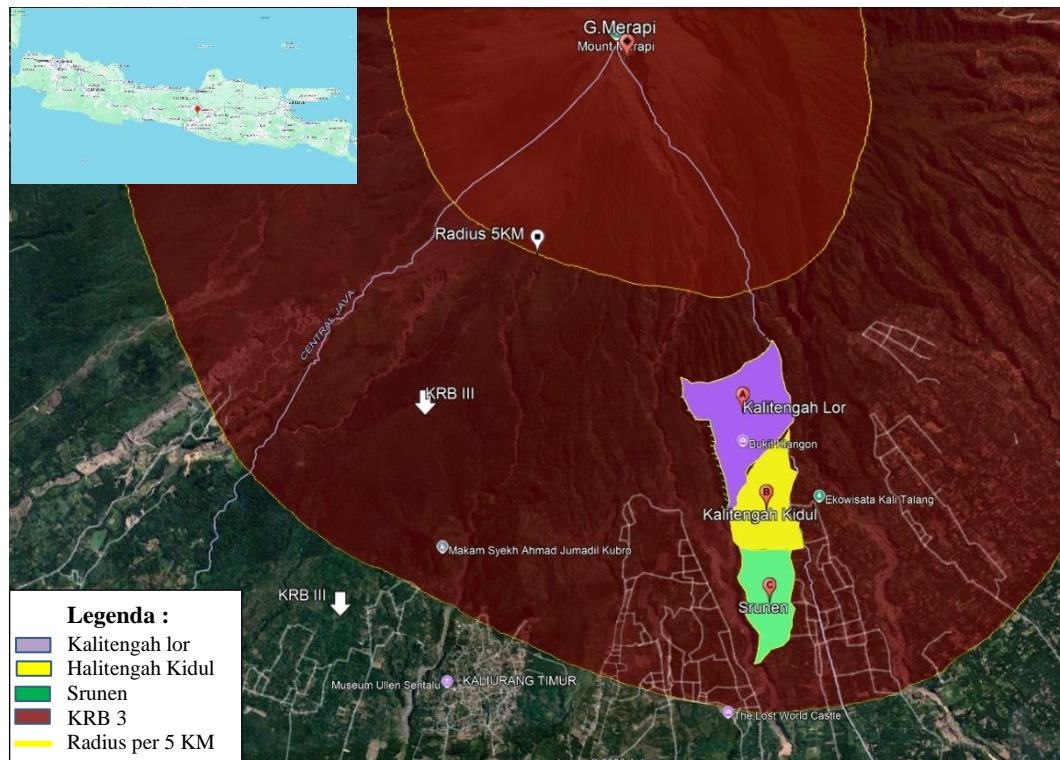
METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian berdasarkan pendekatannya dibagi menjadi dua, yaitu penelitian kuantitatif dan kualitatif, penelitian kuantitatif digunakan untuk menjawab permasalahan melalui teknik pengukuran yang cermat terhadap variabel tertentu, sehingga menghasilkan simpulan yang dapat digeneralisasikan, lepas dari konteks waktu dan situasi serta jenis data yang dikumpulkan terutama data kuantitatif. Penelitian kuantitatif banyak digunakan terutama untuk mengembangkan teori dalam suatu disiplin ilmu. Sedangkan, penelitian kualitatif yaitu penelitian yang dilakukan untuk menjawab permasalahan yang memerlukan pemahaman secara mendalam dalam konteks waktu dan situasi yang bersangkutan, penelitian dilakukan secara wajar dan alami sesuai dengan kondisi objektif di lapangan tanpa adanya manipulasi, serta jenis data yang dikumpulkan terutama berupa data kualitatif. Proses penelitian yang dimaksud antara lain melakukan pengamatan terhadap orang dalam kehidupannya sehari-hari, berinteraksi dengan mereka, dan berupaya dalam memahami bahasa dan tafsiran mereka tentang dunia sekitarnya. Untuk itu, peneliti harus terjun dalam lapangan dengan waktu yang cukup lama (Arsyam dan Yusuf, 2021). Melihat dari pendekatannya, penelitian ini termasuk kedalam dua jenis penelitian sekaligus yaitu penelitian kuantitatif serta penelitian kualitatif.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mencakup Kawasan Rawan Bencana (KRB) III di Sleman, Yogyakarta, lebih tepatnya pada Desa Glagaharjo pada radius lima kilometer. Secara spesifik jalan evakuasi yang menjadi lokasi penelitian melibatkan Dusun Kalitengah Lor, Kalitengah Kidul dan Srunen seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian di Desa Glagaharjo (Dusun Kalitengah Lor, Kalitengah Kidul, Srunen)

4.3 Pengumpulan Data

Dalam evaluasi kinerja jaringan jalan evakuasi dengan pemodelan aplikasi PTV Visum terdapat jenis tahapan persiapan dan tahap pengumpulan data yaitu data primer dan data sekunder.

4.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dalam proses pengambilannya dilakukan secara langsung di lapangan atau lokasi tinjauan. Data primer digunakan untuk mengetahui kondisi eksisting dari lokasi tinjauan pada waktu penelitian. Survei dan wawancara yang digunakan untuk mendapatkan data primer sebagai berikut:

1. Kondisi geometrik

Survei ini terdiri dari pengukuran panjang dan lebar jalan dan kondisi jalan eksisting.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan guna mendapat informasi langsung dari pihak yang merasakan langsung dampak bencana erupsi Gunung Merapi. Wawancara akan dilakukan dengan *Stakeholder* dan masyarakat lokal.

4.3.2 Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang berfungsi untuk menunjang pada saat proses analisis. Data sekunder yang digunakan sebagai berikut:

1. Peta jaringan jalan ekuasi
2. Data matriks asal tujuan
3. Data populasi atau jumlah penduduk
4. Data kendaraan
5. Dokumen kontigensi erupsi Gunung Merapi

4.4 Analisis Data

Data yang telah didapat akan diolah melalui dua tahapan yaitu permodelan menggunakan aplikasi PTV Visum dan analisis menggunakan PKJI (2023).

1. Permodelan evakuasi menggunakan aplikasi PTV Visum

PTV Visum merupakan permodelan berbasis makrosimulasi lalu lintas dengan membuat jaringan jalan (*network model*), input kendaraan (*vehicle input*), kecepatan kendaraan (*desire speed distribution*), komposisi (*vehicles composition*) dan rute kendaraan (*routing*).

Pada penelitian ini terlebih dahulu menginput data yang sudah didapat sebelumnya.

- a. Jenis kendaraan;
- b. Volume kendaraan;
- c. Kondisi geometrik;
- d. Peta lokasi jalan evakuasi.
- e. Data jumlah penduduk Kawasan Rawan Bencana (KRB) III

Sebelum melakukan kalibrasi dan validasi perlu dilakukan beberapa langkah langkah input data PTV Visum sebagai berikut:

a. Input gambar

Gambar yang dimaksud adalah lokasi dari penelitian berdasarkan skala dan ukuran yang sebenarnya. Langkah awal dalam memasukan gambar background yaitu klik *background image* pada *network objects*. Lalu klik kanan pada layar kerja kemudian pilih *add* untuk memilih gambar *background* yang akan digunakan.

b. Mengatur skala pada *background*

c. Membuat jaringan jalan (*network mode*)

d. Input data lalu lintas kendaraan, yaitu:

- 1). 2D/3D model segmen dan distribusi
- 2). jenis kendaraan/*Vehicle type*
- 3). kelas kendaraan/*Vehicle classes*
- 4). input kendaraan/*Vehicle input*
- 5). distribusi kecepatan/*Desired Speed Distribution*
- 6). *Vehicle Compositions*
- 7). rute kendaraan/*Vehicle Routes*
- 8). kecepatan berkurang/*Reduced Speed*
- 9). aturan prioritas/*Priority Rules*

Setelah memodelkan kondisi eksisting jaringan jalan pada lokasi penelitian didapatkan nilai volume dan kapasitasnya, berdasarkan data yang didapat. Tahapan yang dilakukan yaitu:

a. Kalibrasi

Pada tahapan ini dilakukan proses penyesuaian parameter kondisi lapangan berdasarkan input data yang telah dilakukan.

b. Validasi

Pada tahapan ini dilakukan proses pengecekan kondisi PTV Visum terhadap kondisi lapangan dengan metode *Geoffrey E. Havers* (GEH). Nilai yang sudah dihitung berdasarkan metode GEH kemudian diidentifikasi terhadap syarat GEH. Jika tidak sesuai dengan syarat diterima maka lakukan pengecekan ulang pada tahapan permodelan.

2. Analisis data menggunakan PKJI 2023

Pada tahap ini, data yang sudah didapat kemudian dihitung untuk mengetahui kinerja jaringan jalan menggunakan PKJI 2023. Data primer yang digunakan yaitu kondisi geometrik dan volume lalu lintas. Parameter kinerja lalu lintas berdasarkan PKJI 2023 yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

a. Kapasitas

Kapasitas adalah arus maksimum suatu titik jalan per satuan jam pada kondisi tertentu. Kapasitas adalah parameter kinerja simpang pertama yang harus dianalisis. Kapasitas dipengaruhi juga oleh faktor penyesuaian dari kondisi lalu lintas seperti faktor penyesuaian lebar jalan, faktor penyesuaian pemisahan arah, faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan dan faktor penyesuaian ukuran kota. Nilai faktor-faktor penyesuaian tersebut didapat dari tabel PKJI 2023 berdasarkan kondisi lingkungan dari lokasi tinjauan.

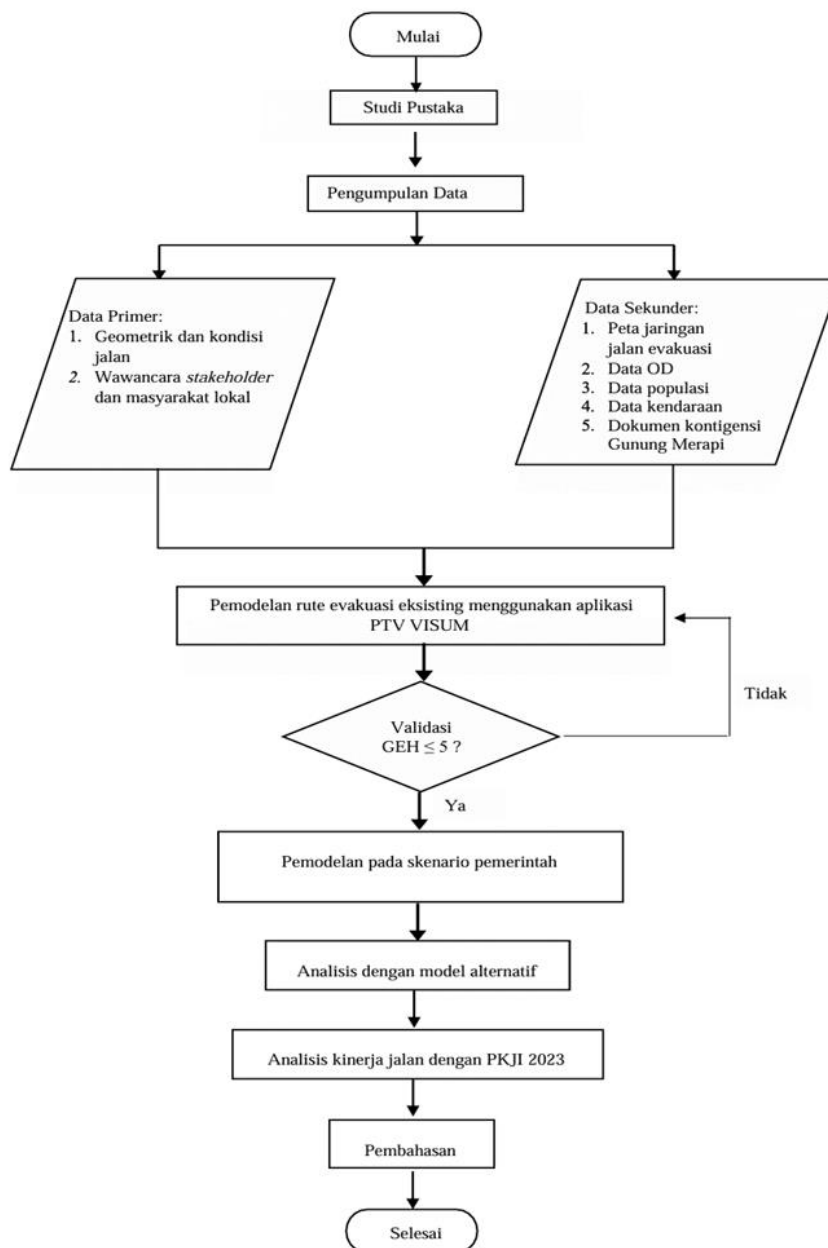
b. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai dari derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut memiliki masalah dalam kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dihitung menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam.

4.5 Bagan Alir

Bagan alir berfungsi untuk menggambarkan langkah-langkah, urutan, dan keputusan dari suatu proses atau alur kerja. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Gambar Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

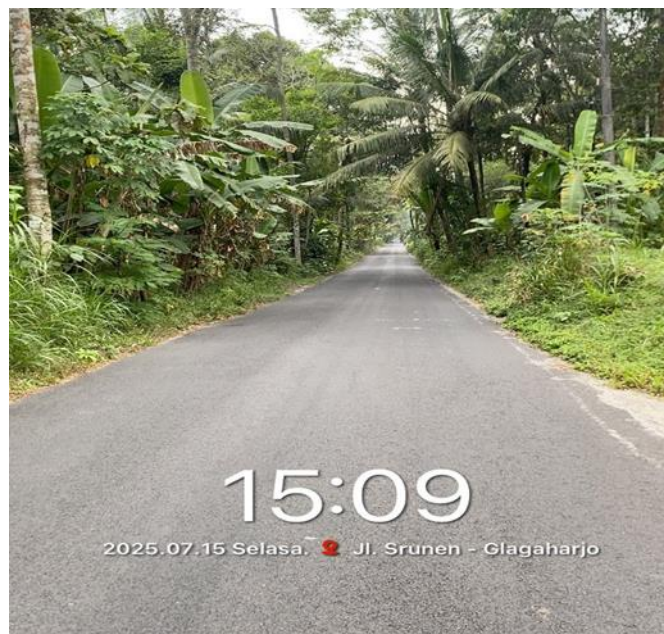
5.1 Data

5.1.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung oleh Peneliti untuk tujuan yang lebih spesifik. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Geometrik dan kondisi jalan

Data geometrik jalan berisi informasi mengenai kondisi geometrik, termasuk panjang dan lebar lajur, lebar bahu. Survei geometrik dilakukan dengan cara pengamatan visual, didukung oleh pengukuran menggunakan aplikasi *openstreetmaps*, *google maps* dan PTV Visum. Kondisi fisik jalan dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Tabel 5.1.



Gambar 5.1 Kondisi Fisik Jalan Utama Evakuasi

Tabel 5.1 Survei Kondisi Fisik Jalan

No.	Dusun	Lebar (m)	Kondisi Jalan			Keterangan
			Baik	Layak	Rusak	
1	Kalitengah Lor	4		✓		Terdapat lubang kecil dan retakan
2	Kalitengah Kidul	4	✓			
3	Srunen	4	✓			

Pada Gambar 5.1 didapat data berupa jalan evakuasi yang tidak memiliki trotoar serta dalam kondisi yang baik, setelah dilakukan pengukuran didapat lebar jalan evakuasi adalah 4 meter. Selain itu pengukuran dengan *openstreetmaps* pada aplikasi PTV VISUM didapat data seperti Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Data Geometri Jalan Evakuasi

Dusun	Sistem Transportasi	Jarak Dusun ke Titik Kumpul (km)	Jarak Titik Kumpul ke Barak (km)	Lebar (m)	Lebar Bahu (m)
Kalitengah Kidul	Motor,Bus,Mobil,Truk	1,7	6,6	4	1
Kalitengah Lor	Motor,Bus,Mobil,Truk	2,7	6,6	4	1
Srunen	Motor,Bus,Mobil,Truk	0,8	6,6	4	1

2. Wawancara *stakeholder* dan masyarakat lokal

Wawancara *stakeholder* dan masyarakat lokal berisi gambaran kondisi saat terjadi bencana erupsi Gunung Merapi, termasuk tingkat kepanikan, kemacetan dan keberhasilan skenario evakuasi dari pemerintah. Pada dasarnya masyarakat telah menerima sosialisasi tentang skenario evakuasi dari pemerintah. Namun, ada beberapa penduduk yang masih menolak untuk berangkat evakuasi pada status Siaga 3. Lebih detailnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

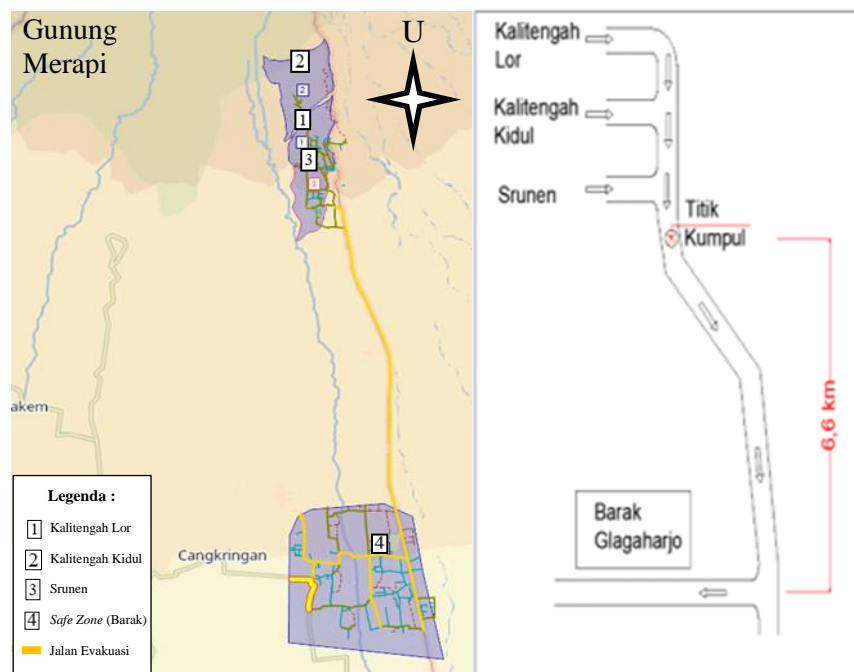
5.1.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang telah dikumpulkan dan diolah oleh pihak lain atau sumber lain sebelum dimanfaatkan oleh Peneliti. Data sekunder yang

digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Peta jaringan jalan evakuasi

Peta jaringan jalan evakuasi merupakan peta jaringan jalan dari suatu zona atau kawasan menuju jalan utama evakuasi yang ditunjukkan dengan garis-garis cabang pada peta. Peta jaringan jalan evakuasi ini berfungsi untuk menentukan jalan utama evakuasi yang paling efisien. Peta Jaringan jalan evakuasi dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Peta Jaringan Jalan Evakuasi

2. Data matriks asal tujuan

Data matriks yang diambil merupakan matriks asal-tujuan yang mencakup desa ke desa. Matriks distribusi perjalanan dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan lebih detailnya dapat dilihat pada Lampiran 8.

Tabel 5.3 Matriks Distribusi Perjalanan Kabupaten Sleman

TUJUAN ASAL	GAMPING	MLATI	DEPOK	KALASAN	NGEMPLAK	NGAGLIK	SLEMAN	TEMPEL	TURI	PAKEM	CANGKRINGAN	KLATEN	SUKOHARJO
CANGKRINGAN	66	131	588	33	360	391	66	33	66	621	6.994	197	33

Sumber: Dinas Perhubungan Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta (2019)

Berdasarkan teori dari Tamin (2000) dengan metode pertumbuhan konstan yang artinya presentase distribusi tiap tahunnya adalah sama. Rasio perjalanan dari desa cangkringan dengan zona aman yang masih didalam desa cangkringan pada tahun 2025 diperoleh dari:

$$\begin{aligned} \text{Rasio perjalanan} &= \frac{P.\text{cangkringan}-\text{cangkringan}}{\Sigma\text{perjalanan}} \times 100\% \\ &= \frac{6994}{9579} \times 100\% \\ &= 73\% \end{aligned}$$

Presentase perjalanan digunakan pada saat kondisi perjalanan normal yang artinya tidak sedang terjadi bencana dan lalu lintas berjalan seperti biasanya. Nilai presentasinya adalah 73% untuk perjalanan dari Cangkringan ke arah barak yang terletak masih di kawasan Cangkringan atau masih menggunakan rute evakuasi dan 27% dari Cangkringan ke arah luar Cangkringan atau tidak menggunakan rute evakuasi. Sedangkan pada kondisi *emergency* yang berarti sedang terjadi bencana dan lalu lintas mengalami peningkatan pada waktu tertentu. Diasumsikan bahwa seluruh perjalanan (100%) pada kondisi *emergency* akan menuju barak dan menggunakan rute evakuasi.

3. Data populasi

Data populasi berisi informasi secara detail dari suatu desa, mulai dari data dusun, lebar jaringan jalan, orang muda dengan kendaraan, orang muda, orang rentan, dan total populasi. Data populasi untuk dusun Kalitengah Kidul, Kalitengah Lor dan Srunen dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Data Jumlah Penduduk Desa Glagaharjo

Tahun 2019				
No.	Dusun	Masyarakat Muda (orang)	Masyarakat Rentan (orang)	Total Populasi (orang)
1	Kalitengah Kidul	234	102	336
2	Kalitengah lor	374	175	549
3	Srunen	350	103	453
Tahun 2025				
No.	Dusun	Masyarakat Muda (orang)	Masyarakat Rentan (orang)	Total Populasi (orang)
1	Kalitengah Kidul	252	114	366
2	Kalitengah lor	404	192	596
3	Srunen	379	115	494

Sumber : Pemerintah Desa Glagaharjo (2019)

Data populasi 2025 diperoleh dari data tahun 2019 yang sudah diprediksikan dengan pertumbuhan penduduk berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS). Kenaikan pertumbuhan penduduk Kabupaten Sleman sebesar 1,13% per tahun dengan rincian data sekunder dapat dilihat pada Lampiran 3.

4. Data kendaraan

Data kendaraan berisi jenis kendaraan yang melintas dan kecepatan izin melintas ketika kondisi tidak terjadi bencana. Data kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Kendaraan di Sleman (unit), 2021-2023

Tahun	Motor	Mobil	Truk	Satuan Mobil Penumpang (SMP)			Total
				Motor	Mobil	Truk	
2021	900.953	208.595	24.576	450.477	208.595	31.949	691.020
2022	932.869	213.891	64.689	466.435	213.891	84.096	764.421
2023	970.847	221.703	65.557	485.424	221.703	85.225	792.351

Sumber : POLDA D.I. Yogyakarta (2024)

$$\begin{aligned}
 \text{Pertumbuhan kendaraan 1} &= \frac{\text{Sleman2022} - \text{Sleman2021}}{\text{Sleman2021}} \times 100\% \\
 &= \frac{764.421 - 691.020}{691.020} \times 100\% \\
 &= 10,62\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pertumbuhan kendaraan 2} &= \frac{\text{Sleman2023} - \text{Sleman2022}}{\text{Sleman2022}} \times 100\% \\
 &= \frac{792.351 - 764.421}{764.421} \times 100\% \\
 &= 3,65\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata pertumbuhan} &= \frac{\text{Rasio perjalanan1} + \text{Rasio perjalanan2}}{2} \\
 &= \frac{10,62\% + 3,65\%}{2} \\
 &= 7,14\%
 \end{aligned}$$

Data pertumbuhan ini digunakan untuk memprediksi data kendaraan dusun Kalitengah Kidul pada tahun 2025, sedangkan data dusun Kalitengah Lor dan

Srunen tahun 2025 didapat dari kelurahan Desa Glagaharjo. Setelah dikalikan dengan rasio kenaikan jumlah kendaraan sebesar 7,14% sehingga didapat data seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Jumlah Kendaraan di Desa Glagaharjo

Kendaraan Pribadi Tahun 2019					Kendaraan Bantuan Pemerintah Tahun 2019		
No.	Dusun	Motor	Mobil	Truk	Motor	Mobil	Truk
1	Kalitengah Kidul	190	33	7	Tidak Diketahui		
2	Kalitengah Lor	Tidak Diketahui					
3	Srunen						
Kendaraan Pribadi Tahun 2025					Kendaraan Bantuan Pemerintah Tahun 2025		
No.	Dusun	Motor	Mobil	Truk	Motor	Mobil	Truk
1	Kalitengah Kidul	290	53	13	24	11	7
2	Kalitengah Lor	179	13	21			
3	Srunen	135	39	11			

Sumber : Kantor Desa Glagaharjo (2019) dan (2025)

5.2 Validasi Volume menggunakan Metode GEH

Validasi dilakukan pada setiap kondisi guna menunjukkan tingkat akurat data yang digunakan.

1. Normal arah utara

$$GEH = \sqrt{\frac{(157-185)^2}{0,5 \times (157+185)^2}}$$

$$GEH = 2,141$$

2. Normal arah selatan

$$GEH = \sqrt{\frac{(261-242)^2}{0,5 \times (261+242)^2}}$$

$$GEH = 1,198$$

3. Emergency arah utara

$$GEH = \sqrt{\frac{(787-805)^2}{0,5 \times (787+805)^2}}$$

$$GEH = 0,638$$

4. *Emergency* arah selatan

$$GEH = \sqrt{\frac{(0-0)^2}{0,5 \times (0+0)^2}}$$

$$GEH = 0$$

5. *One way*

$$GEH = \sqrt{\frac{(787-805)^2}{0,5 \times (787+805)^2}}$$

$$GEH = 0,638$$

6. *One way with mutual assistance*

$$GEH = \sqrt{\frac{(686-704)^2}{0,5 \times (754+772)^2}}$$

$$GEH = 0,683$$

Hasil perhitungan GEH menunjukkan nilai $GEH < 5$ hal ini menunjukkan data dan hasil dapat diterima.

5.3 Analisis Kinerja Jaringan Jalan dalam Kondisi Normal

Jaringan jalan pada kondisi normal artinya kondisi lalu lintas ketika tidak terjadi bencana. Jaringan jalan yang memiliki arus 2 arah dengan rasio arus dari kepemilikan kendaraan sebesar 73% untuk arah selatan dan 27% untuk arah utara. Analisis kinerja jaringan jalan ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi PTV VISUM dengan mengacu pada PKJI 2023 seperti berikut.

5.3.1 Analisis Kapasitas

Analisis kapasitas menggunakan Persamaan 3.2 seperti berikut.

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \\ &= 3700 \times 0,58 \times 0,88 \times 0,95 \\ &= 1794,054 \sim 1795 \text{ SMP/jam} \end{aligned}$$

1. Data C_0 didapat dengan melihat Tabel 3.2 dimana alinemen yang digunakan adalah Gunung.

2. FC_L didapat dengan menginterpolasi Tabel 3.3 pada tipe jalan 2/2-TT menjadi seperti pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Interpolasi Faktor Koreksi Akibat Lebar Lajur

No	Tipe Jalan	Lebar lajur atau jalur efektif (m)	FC_L
1	2/2-TT	Total dua arah	4,00
2			5,00
3			6,00
4			7,00
5			8,00
6			9,00
7			10,00
8			11,00

FC_L didapat berdasarkan lebar total jalan evakuasi yaitu 4 meter, sehingga nilai FC_L didapat dengan interpolasi (deret aritmatika) berikut:

$$FC_{L4} = FC_{L5} - ((\Delta a) + ((\Delta b) - (\Delta a)) * (\Delta_{n-1}))$$

$$FC_{L4} = FC_{L5} - ((FC_{L10} - FC_{L9}) + ((FC_{L9} - FC_{L8}) - (FC_{L10} - FC_{L9})) * ((7-1)-1))$$

$$FC_{L4} = 0,69 - ((1,21 - 1,15) + ((1,15 - 1,08) - (1,21 - 1,15)) * ((7-1)-1))$$

$$FC_{L4} = 0,69 - ((0,06) + ((0,07) - (0,06)) * ((10-4)-1))$$

$$FC_{L4} = 0,69 - (0,06 + 0,01 * 5)$$

$$FC_{L4} = 0,69 - (0,06 + 0,05)$$

$$FC_{L4} = 0,58$$

3. FC_{PA} adalah faktor koreksi akibat pemisahan arah arus (%-%) yang mana pada jalur evakuasi diasumsikan bahwa pemisahan arah arus sebesar 70%-30% sehingga pada Tabel 3.4 digunakan FC_{PA} sebesar 0,88.
4. Menurut PKJI 2023, pedalaman, jalan melalui wilayah perdesaan dimana terdapat beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan termasuk dalam KHS rendah. FC_{HS} yang digunakan dari Tabel 3.5 dan berdasarkan KHS rendah dan lebar bahu 1 meter adalah 0,95.

5.3.2 Analisis Derajat Kejenuhan Kondisi Normal

Analisis derajat kejenuhan (Dj) menggunakan Persamaan 3.1 seperti berikut:

1. Kalitengah Kidul arah utara

$$D_j = \frac{270}{897,5}$$

$$D_j = 0,301$$

2. Kalitengah Kidul arah selatan

$$D_j = \frac{274}{897,5}$$

$$D_j = 0,305$$

3. Kalitengah Lor arah utara

$$D_j = \frac{157}{897,5}$$

$$D_j = 0,175$$

4. Kalitengah Lor arah selatan

$$D_j = \frac{157}{897,5}$$

$$D_j = 0,175$$

5. Srunen arah utara

$$D_j = \frac{101}{897,5}$$

$$D_j = 0,113$$

6. Srunen arah selatan

$$D_j = \frac{185}{897,5}$$

$$D_j = 0,206$$

7. Jalan utama evakuasi arah Utara

$$D_j = \frac{157}{897,5}$$

$$D_j = 0,206$$

8. Jalan utama evakuasi arah Selatan

$$D_j = \frac{261}{897,5}$$

$$D_j = 0,270$$

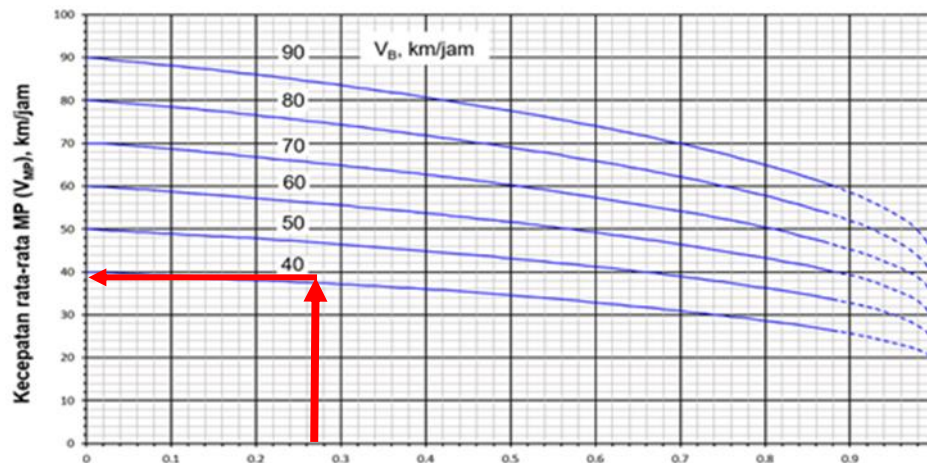
5.3.3 Analisis Kecepatan Kondisi Normal

Analisis kecepatan ditujukan untuk mencari nilai kecepatan arus bebas MP ($V_{B,MP}$) dengan menggunakan Persamaan (3.3) dan kecepatan rata-rata arus (V_{MP}) dengan memplot data pada grafik seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 V_{B,MP} &= (V_{BD,MP} + V_{BL,MP}) \times F_{VB,HS} \times F_{VB,KFJ} \\
 &= (55 + (-7)) \times 0,97 \times 0,88 \\
 &= 40,973 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

1. Data $V_{BD,MP}$ didapat dengan melihat Tabel 3.6 dimana tipe jalannya 2/2-TT dan alinemen yang digunakan adalah Gunung.
2. $V_{BL,MP}$ didapat dengan dari Tabel 3.7 pada tipe jalan 2/2-TT dengan asumsi pendekatan $L_{LE} = 5$ meter sehingga nilai $V_{BL,MP}$ adalah -7.
3. $F_{VB,HS}$ adalah faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat hambatan samping dan lebar bahu. Menurut PKJI 2023, Pedalaman, jalan melalui wilayah perdesaan dimana terdapat beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan termasuk dalam KHS rendah. $F_{VB,HS}$ yang digunakan dari Tabel 3.8 dan berdasarkan KHS rendah dan lebar bahu 1 meter adalah 0,97.
4. $F_{VB,KFJ}$ adalah Faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan. Pada jalan lokal dengan presentase pengembangan samping jalan sebesar 25% maka nilai $F_{VB,KFJ}$ yang didapat dari Tabel 3.9 sebesar 0.88.

Nilai D_j dan $V_{B,MP}$ digunakan dalam memplot grafik untuk mencari V_{MP} seperti pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi Normal

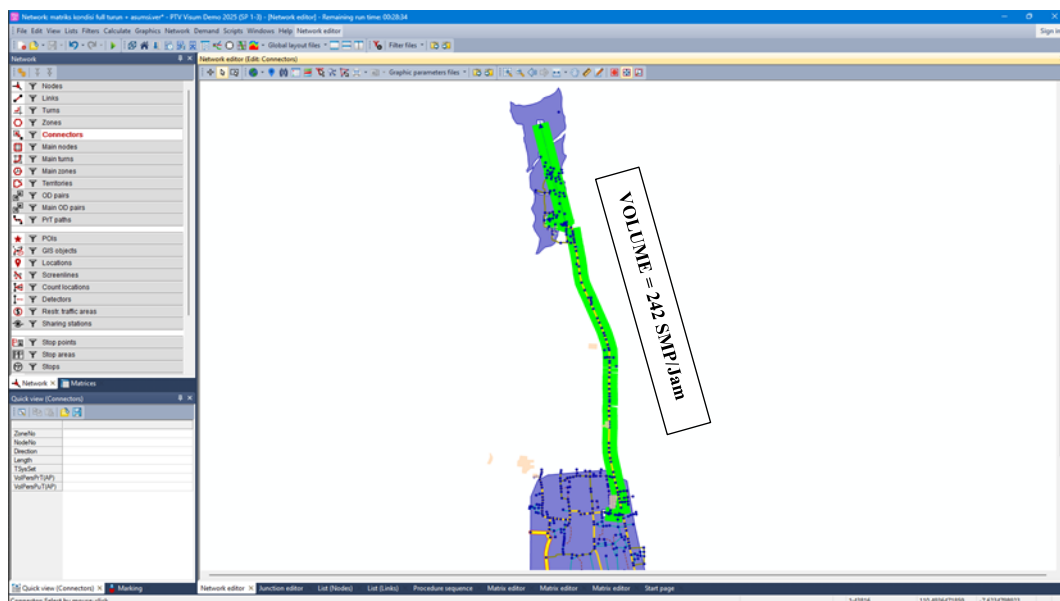
Maka nilai V_{MP} jalan utama evakuasi arah selatan sebesar 39 km/jam. Berdasarkan analisis tersebut maka didapatkan hasil analisis kinerja jaringan jalan seperti pada Tabel 5.8 seperti berikut.

Tabel 5.8 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi Normal pada Pemodelan PTV Visum

Kinerja Jaringan Jalan (Dusun ke Titik Kumpul)						
Dusun	Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	Dj	
Kalitengah Kidul	Utara	1,7	270	897,5	0,301	
Kalitengah Kidul	Selatan	1,7	274	897,5	0,305	
Kalitengah Lor	Utara	2,7	157	897,5	0,175	
Kalitengah Lor	Selatan	2,7	157	897,5	0,175	
Srunen	Utara	0,8	101	897,5	0,113	
Srunen	Selatan	0,8	185	897,5	0,206	

Kinerja Jalan utama Evakuasi (Titik Kumpul ke Barak)						
Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	GEH	Dj
Utara	6,6	185	157	897,5	2,141	0,206
Selatan	6,6	242	261	897,5	1,198	0,270

Berdasarkan data hasil pemodelan kondisi normal dapat dilihat nilai Dj rendah sehingga jalur lalu lintas cenderung lancar dengan hasil visualisasi pemodelan yang dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Hasil Pemodelan Kondisi Normal pada Aplikasi PTV Visum

5.4 Analisis Kinerja Jaringan Jalan dalam Kondisi *Emergency*

Analisis kinerja jaringan jalan dalam kondisi *emergency* atau terjadi bencana letusan Gunung Merapi dimana semua orang melakukan evakuasi dan menuju ke barak pengungsian dengan rute evakuasi. Asumsinya adalah ketika terjadi bencana erupsi Gunung Merapi seluruh kendaraan akan menuju barak pengungsian secara mandiri dan pemerintah akan menjemput warga yang tidak memiliki kendaraan di titik kumpul untuk menuju ke barak sehingga distribusi arus kendaraannya menjadi 100% untuk arah selatan. Namun, arus lalu lintas tetap dibuka 2 arah. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi PTV Visum. Hasil analisis kinerja jaringan jalan dapat dilihat pada Tabel 5.9 seperti berikut.

Tabel 5.9 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi *Emergency* pada Pemodelan PTV Visum

Kinerja Jaringan Jalan (Dusun ke Titik Kumpul)						
Dusun	Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	Dj	
Kalitengah Kidul	Utara	1,7	0	897,5	0,000	
Kalitengah Kidul	Selatan	1,7	217	897,5	0,242	
Kalitengah Lor	Utara	2,7	0	897,5	0,000	
Kalitengah Lor	Selatan	2,7	332	897,5	0,370	
Srunen	Utara	0,8	0	897,5	0,000	
Srunen	Selatan	0,8	223	897,5	0,248	
Kinerja Jalan utama Evakuasi (Titik Kumpul ke Barak)						
		Model	sensus			
Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	GEH	Dj
Utara	6,6	0	0	897,5	0,000	0,000
Selatan	6,6	805	787	897,5	0,638	0,897

Berdasarkan data hasil pemodelan kondisi *emergency* dapat dilihat nilai Dj tinggi sehingga jalur lalu lintas cenderung jenuh dengan hasil visualiasi pemodelan yang dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil Pemodelan Kondisi *Emergency* pada Aplikasi PTV VISUM

Asumsi seluruh volume dari jaringan jalan menumpuk pada jalan utama evakuasi pada waktu yang bersamaan akibat bencana yang mengharuskan seluruh orang melakukan evakuasi dan tidak ada orang yang melakukan perjalanan ke arah Gunung Merapi. Maka dapat dilihat dari Tabel 5.9, baik jaringan jalan maupun jalan utama evakuasi mengalami kemacetan yang ditandai dengan D_j lebih dari 0,85.

5.4.1 Analisis Derajat Kejenuhan Kondisi *Emergency*

Analisis derajat kejenuhan (D_j) menggunakan Persamaan 3.1 seperti berikut:

1. Kalitengah Kidul arah utara

$$D_j = \frac{0}{897,5}$$

$$D_j = 0,00$$

2. Kalitengah Kidul arah selatan

$$D_j = \frac{354}{897,5}$$

$$D_j = 0,394$$

3. Kalitengah Lor arah utara

$$D_j = \frac{0}{897,5}$$

$$D_j = 0,00$$

4. Kalitengah Lor arah selatan

$$D_j = \frac{332}{897,5}$$

$$D_j = 0,370$$

5. Zona 3 arah utara

$$D_j = \frac{0}{897,5}$$

$$D_j = 0,00$$

6. Zona 3 arah selatan

$$D_j = \frac{223}{897,5}$$

$$D_j = 0,248$$

7. Jalan utama evakuasi arah utara

$$D_j = \frac{0}{897,5}$$

$$D_j = 0,00$$

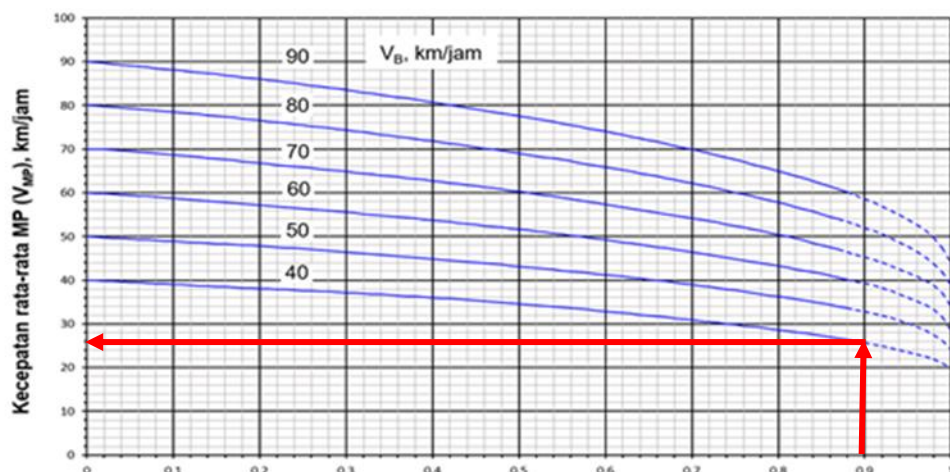
8. Jalan utama evakuasi arah selatan

$$D_j = \frac{805}{897,5}$$

$$D_j = 0,897$$

5.4.2 Analisis Kecepatan Kondisi *Emergency*

Analisis kecepatan rata-rata MP (V_{MP}) kondisi *emergency* dilakukan dengan memplot pada grafik seperti pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi *Emergency*

Hasil dari plotting V_{MP} dalam kondisi *Emergency* pada Gambar 5.6 adalah 25 km/jam.

5.5 Alternatif Pemodelan

Dengan Alternatif Pemodelan yang dilakukan, peneliti bermaksud mencari model untuk memperkecil kemacetan dan meningkatkan keselamatan pada saat bencana terjadi.

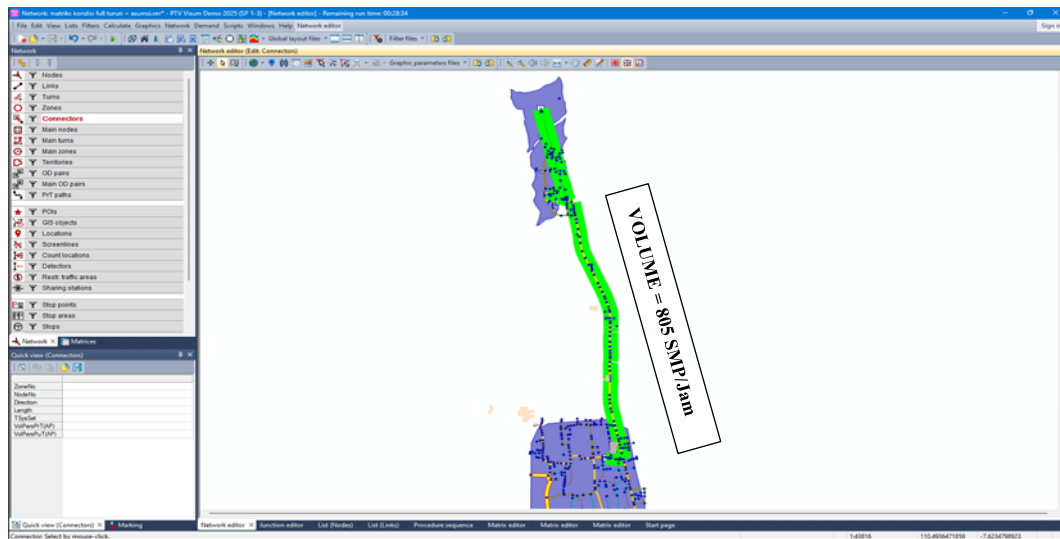
5.5.1 Alternatif 1 (Metode *One Way*)

Metode *one way* merupakan metode evakuasi menggunakan seluruh jalur evakuasi menjadi satu arah untuk mengarah pada satu tujuan evakuasi dengan sebagian masyarakat yang tidak menggunakan atau tidak memiliki kendaraan dijemput oleh kendaraan pemerintah di titik kumpul. Data hasil dari pemodelan menggunakan Alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi *Emergency* pada Pemodelan PTV Visum dengan Metode *One Way*

Kinerja Jaringan Jalan (Dusun ke Titik Kumpul)						
Dusun	Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	Dj	
Kalitengah Kidul	Selatan	1,7	217	1795	0,121	
Kalitengah Lor	Selatan	2,7	332	1795	0,185	
Srunen	Selatan	0,8	223	1795	0,124	
Kinerja Jalan utama Evakuasi (Titik Kumpul ke Barak)						
		Model	sensus			
Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	GEH	Dj
Utara	6,6	805	787	1795	0,638	0,448

Berdasarkan data hasil pemodelan alternatif 1 dapat dilihat nilai Dj rendah sehingga jalur lalu lintas cenderung lancar dengan hasil visualiasi pemodelan yang dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi *Emergency* pada Pemodelan PTV Visum Dengan Metode *One Way*

Dalam analisis kinerja jaringan jalan kondisi *Emergency* dengan alternatif model yaitu dengan metode *one way* didapatkan data seperti pada Tabel 5.10. Yang mana dapat dilihat bahwa metode alternatif *one way* dapat mengurangi kemacetan dengan cukup efektif.

1. Analisis derajat kejenuhan kondisi *one way*

Analisis derajat kejenuhan (D_j) menggunakan Persamaan 3.1 seperti berikut:

a. Kalitengah Kidul arah Selatan

$$D_j = \frac{217}{1795}$$

$$D_j = 0,121$$

b. Kalitengah Lor arah Selatan

$$D_j = \frac{332}{1795}$$

$$D_j = 0,185$$

c. Zona 3 arah Selatan

$$D_j = \frac{223}{1795}$$

$$D_j = 0,124$$

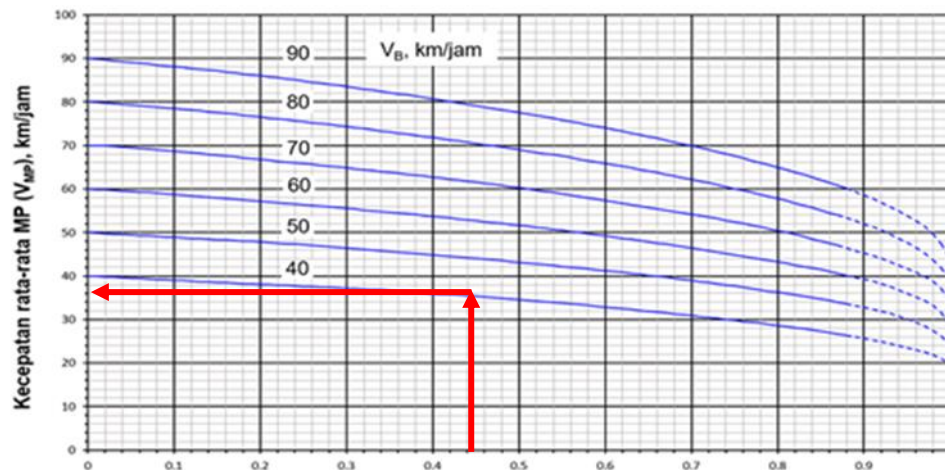
d. Jalan utama evakuasi arah selatan

$$D_j = \frac{805}{1795}$$

$$D_j = 0,448$$

2. Analisis Kecepatan Kondisi *One Way*

Analisis kecepatan rata-rata MP (V_{MP}) kondisi *emergency* dilakukan dengan memplot pada grafik seperti pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi *One Way*

Hasil dari plotting V_{MP} dalam kondisi *emergency* pada Gambar 5.8 adalah 36 km/jam.

5.5.2 Aternatif 2 (Metode *One Way with Mutual Assistance*)

Metode *one way with mutual assistance* merupakan gabungan dari 2 metode yaitu metode *one way* dengan metode *mutual assistance* dimana seperti yang dijelaskan pada penelitian sebelumnya tentang metode *mutual assistance* ini merupakan metode dengan memanfaatkan sumberdaya yang ada baik manusia ataupun kendaraan untuk saling membantu satu sama lain. Selain seluruh jalur menjadi satu arah, metode ini juga memaksimalkan jumlah kendaraan yang ada di Kalitengah Lor untuk membantu kurangnya kendaraan di Dusun Kalitengah Kidul dan Srunen sehingga tidak memerlukan kendaraan bantuan dari pemerintah dengan rincian motor untuk 2 orang, mobil untuk 5 orang, truk untuk 2 orang. Truk diasumsikan digunakan untuk mengangkut hewan ternak sehingga hanya dapat mengangkut 2 orang karena berdasarkan data dari Kantor Kelurahan Glagaharjo jumlah peternak lebih banyak dibanding dengan jumlah pemilik truk.

Tabel 5.11 Pemetaan Kendaraan (*Mutual Assistance*)

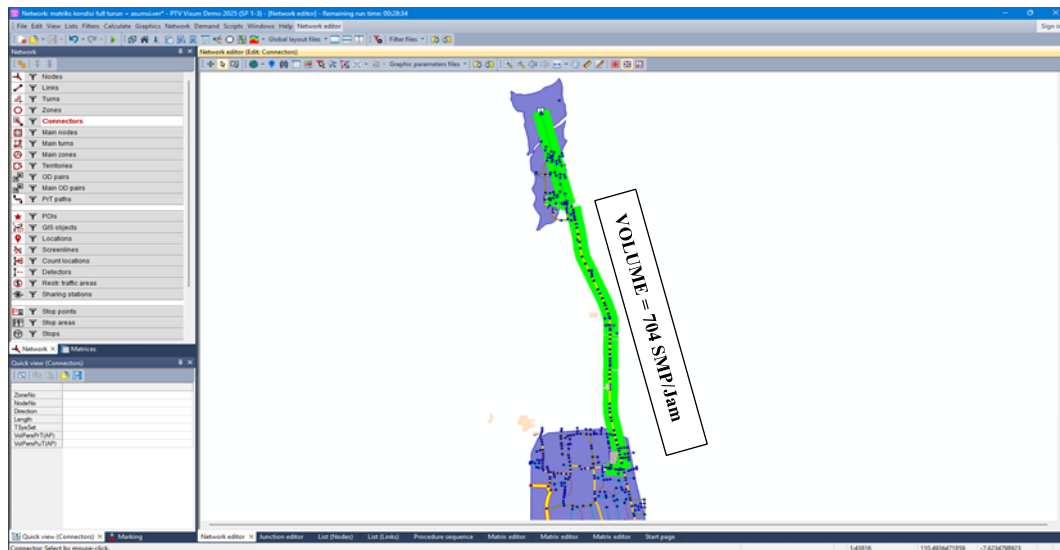
Kendaraan Pribadi Masyarakat				
No.	Dusun	Motor	Mobil	Truk
1	Kalitengah Kidul	136	53	13
2	Kalitengah lor	179	13	21
3	Srunen	135	39	11

Pemodelan alternatif 2 menggunakan data pemetaan kendaraan (*mutual assistance*) seperti pada Tabel 5.11 dan menghasilkan data seperti pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil Analisis Kinerja Jalan Kondisi *Emergency* pada Pemodelan PTV Visum dengan Metode *One Way with Mutual Assistance*

Kinerja Jaringan Jalan (Dusun ke Titik Kumpul)						
Dusun	Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	Dj	
Kalitengah Kidul	Selatan	1,7	217	1795	0,121	
Kalitengah Lor	Selatan	2,7	332	1795	0,185	
Srunen	Selatan	0,8	223	1795	0,124	
Kinerja Jalan utama Evakuasi (Titik Kumpul ke Barak)						
		Model	sensus			
Arah Tujuan	Jarak (km)	Volume (SMP/Jam)	Volume (SMP/Jam)	Kapasitas (SMP/Jam)	GEH	Dj
Utara	6,6	704	686	1795	0,683	0,392

Berdasarkan data hasil pemodelan alternatif 2 dapat dilihat nilai Dj rendah sehingga jalur lalu lintas cenderung lancar dengan hasil visualiasi pemodelan yang dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Hasil Pemodelan Kondisi *Emergency* pada Aplikasi PTV Visum Dengan Metode *One Way with Mutual Assistance*

Dalam analisis kinerja jaringan jalan kondisi *emergency* dengan alternatif model yaitu dengan metode *one way* didapatkan data seperti pada Tabel 5.12. Yang mana dapat dilihat bahwa metode alternatif *one way with mutual assistance* lebih mengurangi kemacetan dibanding metode alternatif *one way*.

1. Analisis derajat kejenuhan kondisi *one way with mutual assistance*

Analisis derajat kejenuhan (D_j) menggunakan Persamaan 3.1 seperti berikut:

a. Kalitengah Kidul arah selatan

$$D_j = \frac{205}{1795}$$

$$D_j = 0,114$$

b. Kalitengah Lor arah selatan

$$D_j = \frac{213}{1795}$$

$$D_j = 0,119$$

c. Srunen arah selatan

$$D_j = \frac{180}{1795}$$

$$D_j = 0,100$$

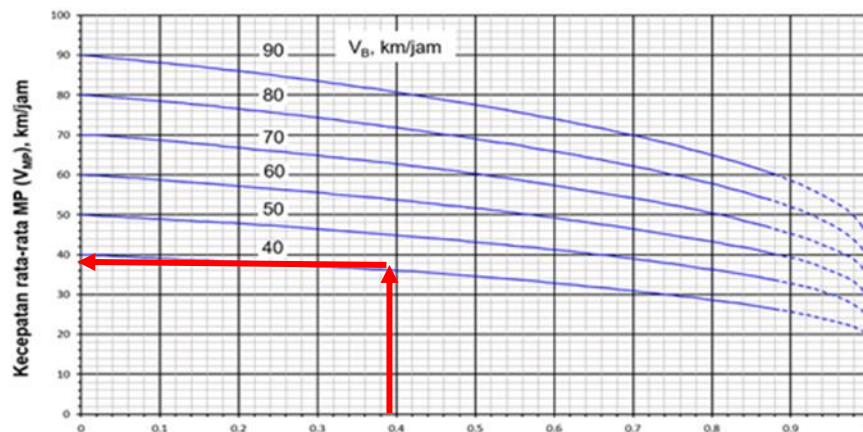
d. Jalan utama evakuasi arah selatan

$$D_j = \frac{704}{1795}$$

$$D_j = 0,392$$

2. Analisis kecepatan kondisi *one-way with mutual assistance*

Analisis kecepatan rata-rata MP (V_{MP}) kondisi *emergency* dilakukan dengan memplot pada grafik seperti pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Analisis Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kondisi *One-Way with Mutual Assistance*

Hasil dari plotting V_{MP} dalam kondisi *emergency* pada Gambar 5.10 adalah 38 km/jam.

5.6 Pembahasan

Penelitian ini mempunyai 2 skenario alternatif antara lain:

1. Alternatif 1

Alternatif 1 yaitu menggunakan metode *one way* yang merupakan metode evakuasi menggunakan seluruh jalur evakuasi menjadi satu arah untuk mengarah pada satu tujuan evakuasi dengan sebagian masyarakat yang tidak menggunakan atau tidak memiliki kendaraan dijemput oleh kendaraan pemerintah di titik kumpul.

1. Alternatif 2

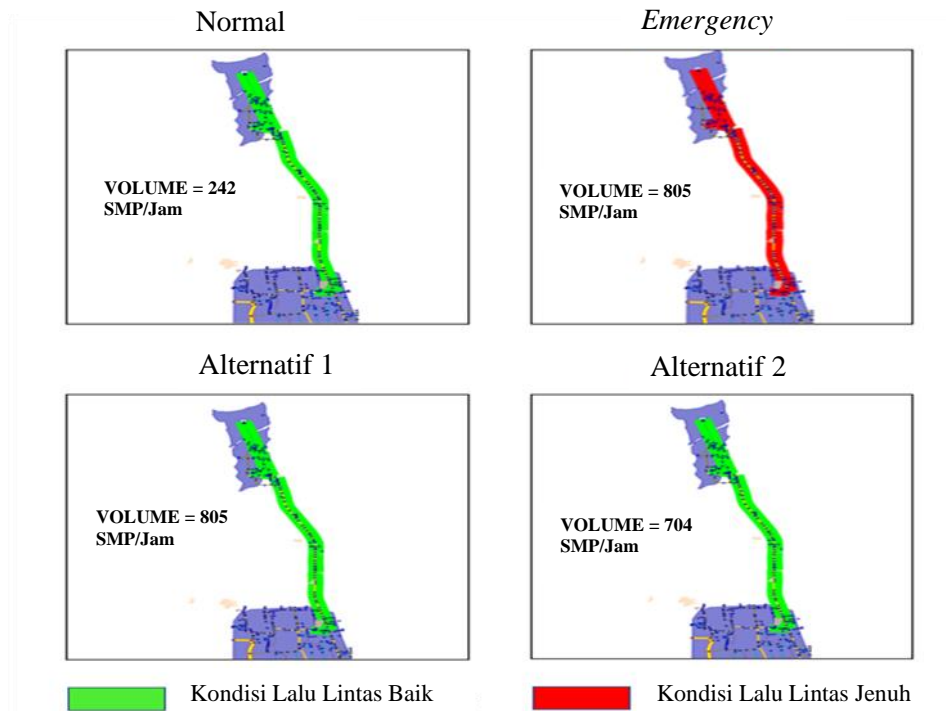
Alternatif 2 yaitu menggunakan metode *one way with mutual assistance* yaitu merupakan gabungan dari 2 metode yaitu metode *one way* dengan metode *mutual assistance* dimana seperti yang dijelaskan pada penelitian sebelumnya tentang metode *mutual assistance* ini merupakan metode dengan memanfaatkan sumberdaya yang ada baik manusia ataupun kendaraan untuk saling membantu satu sama lain.

Analisis kinerja jaringan jalan didapatkan data berupa Derajat Kejenuhan (Dj) dari masing-masing dusun yang diteliti dan juga Dj dari jalan utama evakuasi. Perbandingan Dj pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.13.

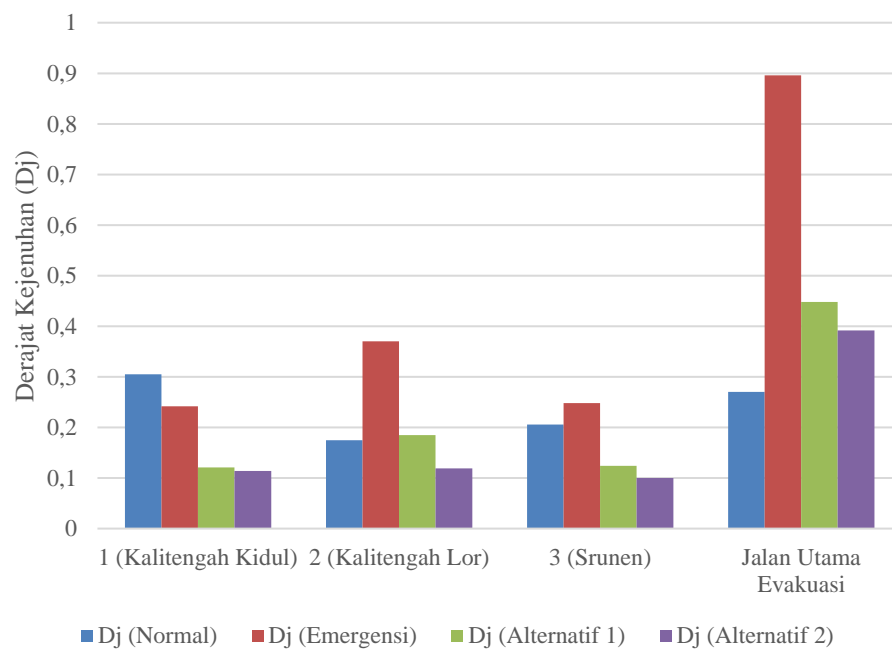
Tabel 5.13 Perbandingan Derajat Kejenuhan (Dj) Kinerja Jaringan Jalan dan Jalan Utama Evakuasi

Kinerja Jaringan Jalan				
Dusun	Derajat Kejenuhan (Dj)			
	Normal	<i>Emergency</i>	Alternatif 1	Alternatif 2
Kalitengah Kidul	0,305	0,242	0,121	0,121
Kalitengah Lor	0,175	0,370	0,185	0,185
Srunen	0,206	0,248	0,124	0,124
Kinerja Jalan utama Evakuasi				
Arah	Derajat Kejenuhan (Dj)			
	Normal	<i>Emergency</i>	Alternatif 1	Alternatif 2
Selatan	0,27	0,897	0,448	0,392

Tabel 5.13 dapat disimpulkan model alternatif dengan menggunakan metode *one way* dan *one way with mutual assistance* dapat mengurangi kemacetan yang terjadi pada saat kondisi *emergency* dengan perbandingan visualisasi pemodelan dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan perbandingan tingkat kejenuhan pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.11 Perbandingan Pemodelan Evakuasi Kondisi Eksisting dan Alternatif



Gambar 5.12 Tingkat Kejenuhan pada Setiap Lokasi pada Setiap Kondisi

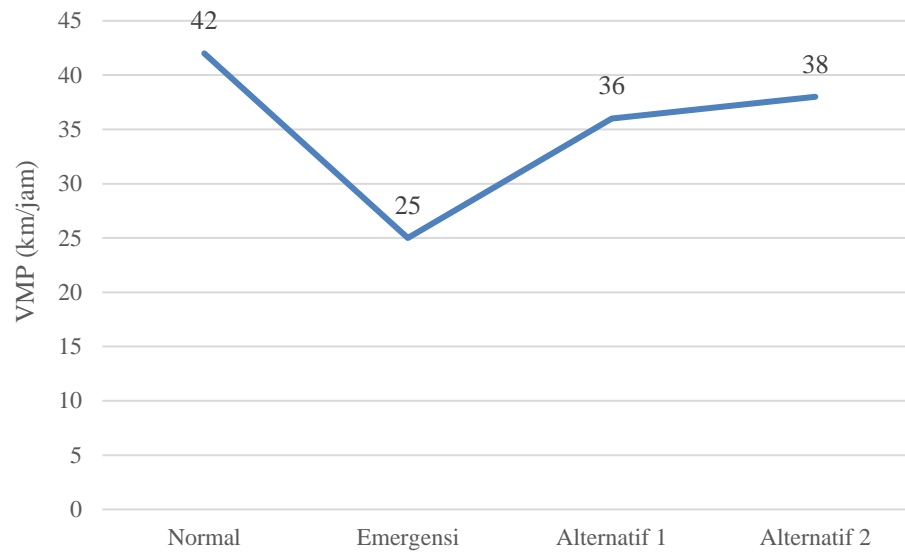
Gambar 5.12 menunjukkan adanya perubahan tingkat kemacetan pada setiap kondisi, dimana dapat dilihat dari ketiga dusun memiliki pola yang sama yaitu;

1. Pada kondisi normal memiliki derajat kejenuhan yang cenderung rendah dan tidak diperlukan tindakan apapun.
2. Pada kondisi *emergency* Dj melonjak tinggi yang dimana ini menunjukkan terjadi peningkatan volume kendaraan yang signifikan, diperlukan solusi untuk menurunkan kembali Dj dan volume lalu lintas kembali rendah.
3. Alternatif 1 metode *one way* terjadi penurunan Dj yang cukup signifikan, sebetulnya pada kondisi ini sudah cukup dan tidak diharuskan adanya metode lain.
4. Alternatif 2 *one way with mutual assistance* metode ini merupakan hasil metode berdasarkan alasan keamanan dan efisiensi, mengingat bencana yang terjadi berpotensi menghilangkan nyawa maka diperlukannya metode yang lebih efektif. Metode *one way with mutual assistance* menunjukkan efektivitasnya dengan menghasilkan Dj yang lebih rendah daripada solusi pertama yaitu metode *one way*.

Tabel 5.14 Perbandingan Derajat Kejenuhan (Dj) dan Kecepatan Rata-Rata Kendaraan MP (V_{MP})

$V_{B,MP} = 40,973$ km/jam	Normal	<i>Emergency</i>	Alternatif 1	Alternatif 2
Dj	0,27	0,897	0,448	0,392
V_{MP} (km/jam)	42	25	36	38

Pada Tabel 5.14 menunjukkan nilai perbandingan dari Dj dengan V_{MP} jalan utama evakuasi pada setiap kondisi sehingga menghasilkan grafik perbandingan yang dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Grafik Kecepatan Rata-Rata MP (V_{MP}) Kendaraan pada Setiap Kondisi

Grafik tersebut menunjukkan tinggi rendahnya kecepatan rata-rata kendaraan yang mana semakin rendah kecepatan kendaraan menunjukkan semakin tinggi penumpukkan kendaraan pada satu titik sehingga terjadi penurunan kecepatan. Dengan nilai D_j terendah dan V_{MP} tertinggi dapat di ketahui bahwa alternatif 2 merupakan solusi dengan kinerja jalan terbaik.

Penelitian terdahulu Chasanah dan Sakakibara (2022) telah berhasil mengembangkan metode *mutual assistance* dengan berfokus pada masyarakat rentan dengan hasil yang memperlihatkan metode ini dapat mengurangi risiko korban. Hal ini linier dengan hasil yang didapatkan dengan hasil penelitian dengan alternatif 2. Sedangkan pada penelitian Tanjung (2020) menyampaikan bahwa Cangkringan merupakan salah satu wilayah terdampak langsung dari erupsi Gunung Merapi. Salah satu hal yang menunjang keselamatan penduduk pada saat terjadi bencana adalah keberadaan dan kondisi jalur evakuasi. Perbedaan penelitian Tanjung (2020) adalah pada evaluasinya dimana Tanjung berfokus pada kondisi perkerasan sedangkan penelitian ini berfokus pada kinerja jalan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian atau pembahasan yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Kinerja jaringan jalan evakuasi pada Dusun Kalitengah Lor, Kalitengah Kidul dan Srunen pada kondisi tidak terjadi bencana adalah lancar dengan kecepatan yang cenderung tinggi.
2. Kinerja jalan pada kondisi *emergency* terjadi kemacetan dan berkecepatan rendah.
3. Alternatif 2 (*one way with mutual assistance*) dapat menjadi solusi terbaik dalam peningkatan kinerja jaringan jalan evakuasi pada Dusun Kalitengah lor, Kalitengah Kidul dan Srunen. Hal ini ditunjukkan dengan Dj hasil pemodelan yang mana alternatif 1 sebesar 0,448 sedangkan alternatif 2 lebih kecil yaitu sebesar 0,392.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian atau pembahasan yang telah dilakukan antara lain:

1. Pemerintah dapat mempertimbangkan alternatif 2 sebagai rencana kontigensi berdasarkan kejadian bencana erupsi Gunung Merapi dalam perencanaan kontigensi Gunung Merapi kedepan.
2. Pemerintah dapat melakukan sosialisasi dan pelatihan metode *one way with mutual assistance* kepada masyarakat baik sebelum atau saat atau setelah terjadi bencana erupsi Gunung Merapi
3. Perlunya pemodelan evakuasi binatang ternak secara komprehensif guna memaksimalkan evakuasi binatang ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D. S. W., Kusumastuti dan Isti, A. 2016. Kelayakan Sistem Evakuasi Kawasan Rawan Bencana Letusan Gunung Merapi di Kabupaten Sleman. *Arsitektura*, 14(1).
- Amrozi, M. R. F. dan Raihan, P. I. 2021. Optimizing The Functional Performance of Road Network using Vulnerability Assessment to Cope with Unforeseen Road Incidents. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 8(1), pp. 67-80.
- Arsyam, M. dan Yusuf, M. T. 2021. Ragam Jenis Penelitian dan Perspektif. *Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 2(1), 37-47.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2014. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. *Risks Substances and Sustainable Development. Appl. Water Sci.* 2022, 12-65..
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. 2022. Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman.[Online] Available at: <https://slemankab.bps.go.id/id/statistics/table/1/MzYzIzE=/jumlah-penduduk-dan-laju-pertumbuhan-penduduk-menurut-kecamatan-di-kabupaten-sleman-2010-2016-dan-2017> [Accessed 21 April 2025].
- Blong, 1984."Perencanaan Evakuasi." Di dalam Kajian Pembuatan Jalur Evakuasi di Kawasan Rawan Bencana Merapi Kabupaten Sleman, diedit oleh Tim Halaman, 15. Yogyakarta : BPBD Yogyakarta.
- Chandra, B. dan Oppong, O. 2014. Measuring vulnerability of road network considering the extent of serviceability of critical road links in urban areas. *Journal of Transport Geography*, Volume 39, 145-155.
- Chasanah, F. dan Sakakibara, H. 2022. Implication of Mutual Assistance Evacuation Model to Reduce the Volcanic Risk for Vulnerable Society: Insight from Mount. *sustainability*, 14(13), pp. 1-23.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. s.l.:Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Ema, 2005."Tahap Evakuasi". Di dalam Kajian Pembuatan Jalur Evakuasi di Kawasan Rawan Bencana Merapi Kabupaten Sleman, diedit oleh Tim Halaman, 14. Yogyakarta : BPBD Yogyakarta.
- Friedrich, M., Haupt, T. dan Noekel, K. 1999. Planning and analyzing transit

networks: an integrated approach. *J Public Transport*, 2(4), p. 19–39.

Guha-Sapir, D., Hoyois, P. dan Below, R. 2016. The Numbers and Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. *Annual Disaster Statistical Review 2015*.

Gupta, S., Starr, M., Farahani., Z. dan R. Matinrad, N. 2016. Disaster management from a POM perspective: Mapping a new domain. *Production and Operation Management*, 25(10), 1611-1637.

Haqqi, R., Horas. SM, M. dan Mardani, S. 2017. Analisis Waktu Tempuh Kendaraan Bermotor dengan Metode Estimasi Iintantaneous Model. *Jom FTeknik*, 4(2).

Irawan, M. Z. 2019. Transport Planning and Modeling. Halaman, 1-15.

Jumadi, J., Malleson, N., Carver, S. dan Quincey, D. 2019. *An Agent-Based Evaluation of Varying Evacuation Scenarios in Merapi: Simulatneous and Staged. Geoscience*, Volume 9, 317.

Lim, G., Zangeneh, S., Reza Baharnemati, M. dan Assavapokee, T. 2012. A capacitated network flow optimization approach for short notice evacuation planning. *European Journal of Operational Research*, 223(1), 234-245.

Mei, E. dkk. 2013. Lessons Learned from the 2010 Evacuations at Merapi Volcano.. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Volume 261, 348-365.

Mitchell, S. dan Radwan, E. 2006. Heuristic Priority Ranking of Emergency Evacuation Staging to Reduce Clearance Time. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*. 1964(1964), 219-228.

Morlok, E. 1991. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Erlangga.

PTV GROUP, n.d. *PTV Group*. [Online] Available at: <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-visum> [Accessed 15 Agustus 2024].

Refiyanni, M. dan Silvia, C. S. 2020. Analisis Nilai Kondisi Jalan dan Kemantapan Jalan Sebagai Jalur Evakuasi. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 6(2) 41-42.

Shatanawi, M., Alatawneh, A. dan Meszaros, F. 2022. Implications of Static and Dynamic Road Pricing Strategies in the Era of Autonomous and Shared Autonomous Vehicles Using Simulation-based Dynamic Traffic Assignment: The Case of Budapest. *Research in Transportation Economics*. Volume 95.

- Sheu, J. B., 2024. Mass Evacuation Planning for Disasters Management: A Household Evacuation Route Choice Behavior Analysis. *Transportation Research Part E*, Volume 186, 1-31.
- Siregar, N. G., n.d. *Bab 5 Trip Distribution*. [Online] Available at: <https://www.scribd.com/document/95028549/Bab-5-Trip-Distribution> [Accessed 23 Agustus 2024].
- Soares, P. H., Leena, A., Yong, M. dan Christine, L. M. 2020. Public Transport Network Optimisation in PTV Visum Using Selection Hyper-heuristics. *Public Transport*, 13(2), 163-196.
- Surono, dkk., 2012. The 2010 explosive eruption of Java's Merapi volcano. *A '100-year' event*. 241-242, 121-135.
- Tamin, O. Z., 2000. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. *2nd ed.* s.l.:ITB.
- Yunus, G. A. U., Herman dan Andrian, M., 2018. Pemodelan Transportasi pada Jalan Trans Bangka Menggunakan Aplikasi PTV Visum. *Reka Racana*, 4(3), pp. 83-94.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pertanyaan dan Hasil Wawancara Kepala Dusun

Nama	Dusun
Pono Dwiyanto (Kepala Dusun)	Kaliengah Lor
Pertanyaan	Jawaban
Apakah Anda merasakan secara langsung dampak letusan Gunung Merapi 2010?	Iya
Apakah Anda mengetahui tentang strategi evakuasi bencana Gunung Merapi sebelum terjadi letusan pada 2010?	Iya
Apakah evakuasi berjalan sesuai dengan prosedur evakuasi dan pemerintah?	Iya
Apakah terjadi kemacetan saat proses evakuasi?	Iya
Apakah penduduk ada yang berjalan kaki?	Iya
Apakah ada sosialisasi dari pemerintah setempat tentang strategi evakuasi apabila terjadi letusan Gunung Merapi?	Iya
Kendala apa saja yang terjadi ketika proses evakuasi berlangsung?	Ada beberapa warga yang tidak mau meninggalkan rumahnya. Ketika letusan terjadi juga banyak pohon tumbang menutup jalan. Maka menyulitkan
Arahan seperti apa yang dibenarkan oleh pemerintah setempat dalam melakukan evakuasi penduduk setempat?	Diarahkan untuk tidak mendekati kali yg berhulu dg merapi yg menjadi aliran lahar. Dihimbau untuk tidak panik dan tetap waspada.
Berdasarkan pengalaman, mana rute yang digunakan untuk melakukan evakuasi?	Rute yang digunakan evakuasi adalah jalan batas wilayah antara kabupaten klaten dan jogja.
Barak pengungsian tempat evakuasi akhir manakah yang dituju saat evakuasi?	Barak Pengungsian Glagaharjo
Berapa lama perjalanan yang dibutuhkan dari dusun ke barak pengungsian tempat evakuasi akhir?	40 menit

Lampiran 2 Data Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kecamatan di Kabupaten Sleman, 2010, 2016, dan 2017

Kecamatan	Jumlah Penduduk (orang)			Rata-rata Laju Pertumbuhan Penduduk pertahun (%)	
	2010	2016	2017	2010-2017	2016-2017
Moyudan	31,151	31,458	31,497	0.16	0.16
Minggir	29,517	29,844	29,886	0.18	0.18
Seyegan	45,454	46,902	47,129	0.52	0.52
Godean	66,520	71,239	72,028	1.14	1.14
Gamping	97,777	107,084	108,675	1.52	1.52
Mlati	102,038	112,021	113,732	1.56	1.56
Depok	183,149	188,771	189,649	0.5	0.5
Berbah	51,305	57,691	58,806	1.97	1.97
Prambanan	47,272	48,395	48,565	0.39	0.39
Kalasan	76,920	85,220	86,654	1.72	1.72
Ngemplak	59,529	65,016	65,951	1.47	1.47
Ngaglik	102,955	117,751	120,368	2.26	2.26
Sleman	63,350	67,201	67,839	0.98	0.98
Tempel	49,746	50,599	50,723	0.28	0.28
Turi	33,396	34,233	34,361	0.41	0.41
Pakem	35,001	37,733	38,193	1.25	1.25
Cangkringan	28,454	29,321	29,456	0.5	0.5
Sleman	1,103,534	1,180,479	1,193,512	1.13	8.15

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman (2022)

Lampiran 3 Gambar Survei Lokasi



Gambar L-1.1 Survei Jalan Evakuasi



Gambar L-1.2 Proses Wawancara

Lampiran 4 Hasil Wawancara Masyarakat Kalitengah Lor

No	Tipe Data	Muda/Dewasa		Ibu Hamil		Ibu Menyusui		Anak		Lansia		Difabel		Pemilik Kendaraan		Peternak	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	Respondent Characteristic																
	Name	Satiyem	Juzirah	Sukirah	Giyani	Wasrah	Surati	Putra Gri P	Manana	Mahyari	Nartosyo	Reza	Supari	Suwando		Poniman	Pariyem
	Homelet	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor		Kalitengah Lor	Kalitengah Lor
	Gender (L/P)	P	P	P	P	P	P	L	L	P	P	L	P	L		L	P
	Phisic condition	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Difabel	Difabel	Normal		Normal	Normal
	Age (years old)	45	34	34	26	38	35	8	9	73	65	13	32	57		45	46
	High (m)	140	152	140	153	155	148	126	120	160	160	150	148	165		167	110
	Weight (kg)	60	58	67	61	61	47	25	29	62	52	40	50	62		60	58
	Status	Menikah	Menikah	Menikah	Menikah	Menikah	Menikah	Behan menikah	Behan menikah	Janda	Menikah	Behan menikah	Menikah	Menikah		Menikah	Menikah
	Family member (Parent)	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	1	-	-		4	-
	Family member (Spouse)	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	-	1	1		1	1
	Family member (Children)	-	2	1	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-		2	2
	Family member (sister/brother)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
	Last education	-	SMP	-	SMP	SMP	SD	-	-	SD	-	-	SD	SLTA		SD	SD
	Job	Petani	Petani	IRT	IRT	Petani	IRT	Pelajar	Pelajar	Petani	Petani	-	Petani	Perangkat desa		Peternak	Petani
	Job adress	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	-	Kalitengah Lor	-	Srunen	Srunen	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor	-	Kalitengah Lor	Kalitengah Lor		Kalitengah Lor	Kalitengah Lor
	Traveling time (office-home) (jam)	60 menit	60 menit	-	-	60 menit	60 MENIT	20 menit	15 menit	-	30 menit	-	60 menit	-		-	2 jam
	work vehicle	jalan kaki	motor	-	-	sepeda	Motor	motor	motor	jalan kaki	Jalan kaki	-	jalan kaki	motor		jalan kaki	jalan kaki
	vehicle tyupe	sepeda gasyang	Motor	motor	Mobil motor	sepeda	Motor	motor	motor	-	motor mobil	motor	motor	motor mobil		motor	sepeda
2	Experience of Merapi Disaster in 2010																
	1. Victim (A/B)	B	A	A	A	A	A	-	B	A	A	B	A	A		A	A
	2. Decision of evacuation (A/B)	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A		B	A
	3. Shelter (A/B/C)	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A		A	A
	4. Family condition (A/B/C/D)	B	B	B	A	B	B	-	AB	B	B	B	A	B		B	B
	5. Job (A/B/C)	A	A	A	-	A	A	-	-	A	A	-	A	A		A	A
	6. Activity (A/B)	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A	-		A	A
	7. Eruption information (A/B/C)	C	C	A	C	C	C	-	C	C	C	C	B	C		C	C
	8.early warning (A/B)	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A		A	A
	9. Evacuation effected (A/B/C)	B	C	B	C	C	C	-	C	A	A	C	C	C		C	C
	10. Panic dan trauma (A/B)	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A	B		A	A
3	Evacuation planning																
	Perception																
	1. Know Contingency plan (A/B)	A	B	B	B	B	B	B	A	B	B	A	B	A		B	A
	2. Government scenario agreement (A/B/C)	A	A	C	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A		A	A
	3. evacuation plan (A/B/C)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A
	4. Transportation (A/B)	A	B	B(MOTOR)	B	A	B(MOTOR)	B	A	A	A	A	B	B		B(MOTOR MOBIL TRUCK)	A
	5. Go to meeting point (A/B)	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A
	6. Cattle (A/B)	A(SAPI)	A(SAPLAYAM)	A(SAPI)	B	A	A	B	A	A(SAPLAYAM)	A(SAPI AYAM)	A(SAPI AYAM)	A(SAPI)	A		A(Sapi)	A
	7. cattle evacuation (A/B/C)	A	A	A	-	A	A	-	A	A	A	A	A	A		A	A
	8. Evacuation during work (A/B)	B	A	B	A	A	A	B	B	A	A	B	A	B		A	A
	9. Evacuation during rain (A/B)	A	A	A	A	A	A	A	-	B	B	-	A	A		A	A
	10. Evacuation in evening (A/B)	A	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A		A	A
	11. Evacuation during alert (A/B)	A	A	A	A	A	A	A	-	A	A	A	A	A		A	A
	12. Expectation to government	A	A	A	A	A	A	-	-	A	A	-	A	B		A	A

Sumber : Chasanah, (2022)

Lampiran 5 Hasil Wawancara Masyarakat Kalitengah Kidul

No	Tipe Data	Muda/Dewasa		Ibu Hamil		Ibu Menyusui		Anak		Lansia			Difabel		Pemilik Kendaraan		Peternak	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R3	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	Respondent Characteristic																	
	<i>Name</i>	Suwandi	Seti Wahyaningsih	Darmini	Jumini	Yunita Sari	Dista C	Lukman H	Rantoutomo	Adi Sumarto	Partowiono	Entut Juhana			Suwandi		Jamin	
	<i>Homlet</i>	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul			Kalitengah Kidul		Kalitengah Kidul	
	<i>Gender (L/P)</i>	L	P	P	P	P	L	L	P	L	P	A			L		L	
	<i>Phisic condition</i>	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Disabilitas			Normal		Normal	
	<i>Age (years old)</i>	31	31	31	31	28	10	10	70	80	70	47			31		45	
	<i>High (m)</i>	140	148	150	152	150	140	110	150	150	140	160			140		160	
	<i>Weight (kg)</i>	43,0	64,0	61,0	44,0	52,0	50,0	33,0	50,0	49,0	40,0	50,0			43,0		55,0	
	<i>Status</i>	Menikah	Menikah	Menikah	Menikah	Menikah	Behum Menikah	Behum Menikah	Menikah	Menikah	Menikah	Menikah			Menikah		Menikah	
	<i>Family member (Parent)</i>	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-			-		-	
	<i>Family member (Spouse)</i>	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1			1		1	
	<i>Family member (Children)</i>	3	1	1	2	2	-	-	-	1	-	-			3		5	
	<i>Family member (sister/brother)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-		-	
	<i>Last education</i>	SMP	SMA	SMP	SMP	SMP	-	-	SD	SD	-	SD			SMP		SMA	
	<i>Job</i>	Wiraswasta	Petani	IRT	IRT	IRT	Pelajar	Pelajar	Petani	Petani	Petani	Wiraswasta			Wiraswasta		Perangkat Desa	
	<i>Job address</i>	Kalitengah Kidul	Kalitengah Kidul	-	-	-	Glagaharjo	Glagaharjo	Glagaharjo	Kalitengah Kidul	Glagaharjo	Glagaharjo			Kalitengah Kidul		Glagaharjo	
	<i>Traveling time (office-home) (jam)</i>	-	5 menit	-	-	-	5 menit	5 menit	10 menit	10 menit	10 menit	30 menit			-		30 menit	
	<i>work vehicle</i>	-	Motor	Motor	-	-	Motor	Motor	jalan kaki	jalan kaki	jalan kaki	Jalan kaki			-		Motor	
	<i>vehicle ttype</i>	motor/mobil	Motor	Motor	Motor	-	Motor	Motor	-	-	Sepeda	motor			motor/mobil		Motor,mobil	
2	Experience of Merapi Disaster in 2010																	
	<i>1. Victim (A/B)</i>	A	A	B	A	A	B	B	A	A	A	B			A		A	
	<i>2. Decision of evacuation (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A		A	
	<i>3. Shelter (A/B/C)</i>	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A			A		A	
	<i>4. Family condition (A/B/C/D)</i>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B			B		B	
	<i>5. JOB (A/B/C)</i>	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C			C		A	
	<i>6. Activity (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A		B	
	<i>7.Eruption information (A/B/C)</i>	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C			B		A	
	<i>8.early warning (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A		A	
	<i>9. Evacuation Effected (A/B/C)</i>	C	C	C	C	C	B	B	A	B	B	C			C		C	
	<i>10. Panic dan trauma (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A		A	
3	Evacuation planning																	
	<i>Perception</i>																	
	<i>1. Know Contingency plan (A/B)</i>	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A			A		A	
	<i>2. Government scenario agreement (A/B/C)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	A			A		A	
	<i>3. evacuation plan (A/B/C)</i>	A	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A			A		A	
	<i>4. Transportation (A/B)</i>	B	B	A	B(motor)	B(Motor)	B(Truck)	B(Truck)	A	A	A	A			A		B	
	<i>5. Go to meeting point (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A		A	
	<i>6. Cattle (A/B)</i>	B	A(sapi)	A (Sapi)	-	A(Sapi,Ayam)	A(Sapi,Ayam)	A (Sapi)	A(Sapi)	A(Sapi)	A (sapi)	B			B		A	
	<i>7. cattle evacuation (A/B/C)</i>	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			C		B	
	<i>8. Evacuation during work (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A			A		B	
	<i>9. Evacuation during rain (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A			A		A	
	<i>10. Evacuation in evening (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A			A		A	
	<i>11. Evacuation during alert (A/B)</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A			A		A	
	<i>12.Expectation to government</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A		B	

Sumber : Chasanah, (2022)

Lampiran 6 Hasil Wawancara Masyarakat Srunen

No	Tipe Data	Mula Deteksi			Dua Hasil		Dua Menunggu		Arah		Luarin		Dititid		Bentuk Konduras		Penerap		
		R1	R2	R3	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
1	nama dan alamat / Cita Kecamatan 2:																		
	nama	Puradi Hardjanti	Sti Aisyah	A.Hasen A.	Citanti	Nur Widayati	Lina		Leni Iswanti	Ria Fitriani	Pudjotono				patern		Sukutun		
	nama jalan	Srunen	Srunen	Srunen	Srunen	Srunen	Srunen		Srunen	Srunen	Srunen				Srunen		Srunen		
	jenis jalan (R1/R2)	P	P	L	P	P	P		P	P	L				P		L		
	jenis dan kualitas	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal		Normal	Normal	Normal				Normal		Normal		
	luas jalan (R1/R2)	17	24	25	31	30	20		15	15	80				41		55		
	tinggi (R1/R2)	150	155	2	146	143	150		157	140	140				145		163		
	lebar (R1/R2)	43	43	38	40	57	45		45	40	43				53		65		
	keadaaan	Belum/merusak	Merusak	Merusak	Merusak	Merusak	Merusak		Belum/Merusak	Belum/Merusak	Merusak				Jandi		Merusak		
	jenis material (R1/R2)	2	2	2	-	2	2		2	2	-				-		2		
	jenis material (R3/Srunen)	-	1	1	2	1	1		-	-	1				-		1		
	jenis material (R4/RT/RD)	-	1	1	1	-	1		-	-	-				-		2		
	jenis material (R5/RT/RD)	-	-	-	-	1	-		-	-	-				-		-		
	jenis jalan dan lokasi	-	SMK	WASP	SMK	SMK	SMA		-	-	-				SD		SLTA		
	jenis	SMA	IRT	Wiraswasta	Petani	IRT	IRT		Pelajar	Pelajar	Petani				wiraswasta		Petani		
	jenis pekerjaan	Candlorngan	-	-	srunen	-	-		Candlorngan	Candlorngan	kebun				srunen		srunen		
	Transpor yang ada (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	30 menit	-	-	-	-	-		15 menit	15 menit	15 menit				-		15 menit		
jenis motor	motor	-	motor	-	-	-		motor	motor	jalan kuli				-		motor			
jenis motor	motor	-	motor	motor	motor	-		motor	motor	-				motor		motor mobil			
2	Expansi/aksi / R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9																		
	1. K1 (R1/R2)	A	A	A	A	B	A		A	A	A				A		A		
	2. K2 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	A	A	A	A	A	A		A	A	A				A		A		
	3. K3 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	C	A	A	A	B	A		B	C	A				B		A		
	4. K4 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	B	B	A	B	A	B		B	B	D				B		B		
	5. K5 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	-	-	C	A	C	Pelajar		-	-	A				C		A		
	6. K6 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	A	A	A	A	A	A		A	A	A				A		A		
	7. K7 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	A	C	C	C	C	C		A	A	A				C		C		
	8. K8 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	A	A	B	A	A	A		A	A	A				A		A		
	9. K9 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	B	C	B	C	A	C		B	B	B				A		C		
	10. K10 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	A	A	A	A	A	A		A	A	A				A		B		
	3	Kondisi dan penerap																	
		Participation																	
1. K11 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	B	B	A	A	A		A	A	B				A		A		
2. K12 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	A	A	A	A	A		A	A	A				B		A		
3. K13 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		B	A	A	A	B	A		B	B	A				B		AB		
4. K14 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	H (Motor)	H (Motor)	A	B (Motor)	B (Motor)		H (Motor)	B (Motor)	B (Motor)				A		A		
5. K15 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	A	A	A	A	A		A	A	B				B		A		
6. K16 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		-	A (Sapi)	A (Sapi)	A	A (Kambing)	A (Sapi, unta)		-	-	-				-		-		
7. K17 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		-	A	A	-	A	B		-	-	B				A		A		
8. K18 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	B	A	A	A	A		A	A	A				A		A		
9. K19 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	A	A	A	A	A		A	A	A				A		A		
10. K20 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	A	A	A	A	A		A	A	A				A		A		
11. K21 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)		A	A	A	A	A	A		A	A	A				A		A		
12. K22 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	A	A	A	A	A	A		A	A	A				A		A			
13. K23 (R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9)	-	A	A	A	A	A		A	A	A				A		A			

Sumber : Chasanah, (2022)

Lampiran 7 Data Kendaraan Bantuan dari BPBD Sleman

NO	KODE BARANG	JENIS BARANG / NAMA BARANG	MERK / TYPE	LUNJARAN / CC	TAHUN PEMBEJIAN	ASAL-USUL CARA PEROLEHAN				TANGGAL PEMERINTAN
1	2	4	5	6	7	8	11	13	18	20
1	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	Toyota / Yaris gem	1500	2008-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 1276.0E	4.200.000,00	sewa Kijang DP55	2012-12-31
2	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	TOP CRAKAI AAG /	1406	2003-12-31	Pembelian	Ab 1132.0E	2.350.000,00	Belanja 1901	2010-04-17
3	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Yamaha Vega /	105	2008-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2045.0E	8.952.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
4	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Suzuki Fit /	100	2003-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2038.0E	9.094.500,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
5	2.02.06.06.000	Infantil Anak-anak usia	GRAND AMES /	2771	2004-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 7080.0E	500.000.000,00	Kontribusi Breda 4	2012-06-06
6	2.02.06.04.003	Ke-Perawatan Candi, Restorasi, Pemertajahan, dan lain-lain	Suzuki Frisco /	1403	2005-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 1400.0E	680.000.000,00	DPNAD; dan lain-lain	2008-08-19
7	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Yamaha Razer /	100	2002-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2054.0E	1.063.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
8	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Yamaha Inovo /	103	2002-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2040.0E	9.700.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
9	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Suzuki Thunder /	125	2002-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2206.0E	1.780.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
10	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Suzuki Thunder /	125	2002-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2206.0E	1.780.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
11	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Suzuki Thunder /	125	2002-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2206.0E	1.780.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
12	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Suzuki Thunder /	125	2002-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 2206.0E	1.780.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
13	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	Isuzu /	2000	2003-08-02	Pembelian BCS MMS	Ab 048.0E	212.600.000,00	sewa Breda; Kijang	2008-03-13
14	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	Assuta /	1310	2003-08-02	Pembelian APMD	Ab 1057.0E	341.400.000,00	sewa Breda; Assuta	2010-08-30
15	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	Suzuki / Sidi Motogara	1403	2003-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 1003.0E	980.000,00	Suzuki APV CUC	2012-12-31
16	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	Toyota / Etallo	1500	2012-12-27	Hibah Pemertajahan Pusat	-	208.000.000,00	sewa Breda Type 1.54	2015-05-01
17	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki / Dlx	150	2012-12-27	Hibah Pemertajahan Pusat	-	3.210.460,00	-	2015-05-01
18	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki /	150	2012-12-31	Pembelian APMD	Ab 6040.0E	26.587.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
19	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki /	150	2012-12-31	Pembelian APMD	Ab 6030.0E	26.587.000,00	Harat. Breda 2	2012-12-31
20	2.02.06.03.002	Pada Lip	Ford DC NLS 404M /	2008	2013-08-01	Pembelian BCS MMS	Ab 9800.0E	448.412.000,00	sewa Breda Caku	2014-12-31
21	2.02.06.03.002	Kendaraan Bermotor Angkut dan Barang Lain-lain	Isuzu / R110R R 210R	1500	2015-09-01	Pembelian APMD	Ab 8050.0E	401.000.000,00	sewa Breda	2014-12-31
22	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	/	1200	2012-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 1571.0E	1.24.000.000,00	sewa Kijang Breda	2012-12-31
23	2.02.06.03.002	Buat (Pt merupakan 30 Casing Kabin ds)	/	4000	2012-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 8030.0E	278.500.000,00	sewa Breda	2012-12-31
24	2.02.06.03.002	Infantil Breda (Pt merupakan 34 Casing Kabin ds)	sewa Breda / LST 800 Syon ds	1405	2014-08-01	Pembelian APMD	Ab 1036.0E	222.750.000,00	sewa Breda	2014-06-11
25	2.02.06.03.002	Kendaraan Bermotor Angkut dan Barang Lain-lain	/	1400	2014-09-01	Pembelian APMD	Ab 8000.0E	4.548.000,00	sewa Breda	2015-02-28
26	2.02.06.03.002	Infantil Breda (Pt merupakan 34 Casing Kabin ds)	Suzuki / Honda Cury	1403	2014-11-24	Pembelian APMD	Ab 8000.0E	138.450.000,00	Suzuki Honda Cury	2014-11-25
27	2.02.06.03.002	Infantil Breda (Pt merupakan 34 Casing Kabin ds)	/ / Ford ds / H Assuta MPT	1400	2014-11-28	Pembelian APMD	Ab 8000.0E	386.630.500,00	sewa Breda; Assuta	2014-12-14
28	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki / Dlx 150G	150	2014-12-07	Pembelian APMD	Ab 2200.0E	25.800.000,00	sewa Breda	2014-12-07
29	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki / Dlx 150G	150	2014-12-07	Pembelian APMD	Ab 2046.0E	25.800.000,00	sewa Breda	2014-12-07
30	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki / Dlx 150G	150	2014-12-07	Pembelian APMD	Ab 2112.0E	25.800.000,00	sewa Breda	2014-12-07
31	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki / Dlx 150G	150	2014-12-07	Pembelian APMD	Ab 2111.0E	25.800.000,00	sewa Breda	2014-12-07
33	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	KAWASAKI / Dlx 150G	150	2015-11-20	Hibah Pemertajahan Pusat	Ab 6680.0E	2806.1000,00	Seperti Breda	2019-12-31
34	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	KAWASAKI / Dlx 150G	150	2015-11-20	Hibah Pemertajahan Pusat	Ab 6680.0E	2806.1000,00	Seperti Breda	2019-12-31
35	2.02.06.04.003	Stasiun/Motogara	Ho w Assuta / 1.3 Breda H	1320	2015-12-10	Pembelian APMD	Ab 1322.0E	167.636.000,00	-	2015-12-11
36	2.02.06.06.006	Infantil Breda	/	4500	2015-12-31	Pembelian BCS MMS	Ab 9000.0E	332.420.000,00	sewa Breda	2015-12-31
37	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki / total	144 cc	2015-10-28	Pembelian APMD	Ab 5665.0E	2305.000,00	-	2016-11-14
38	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	Kawasaki / total	144 cc	2015-10-28	Pembelian APMD	Ab 5775.0E	2305.000,00	-	2016-11-14
41	2.02.06.03.002	Kendaraan Bermotor Angkut dan Barang Lain-lain	ISUZU / R110R R 210R	1500	2016-11-01	Pembelian APMD	Ab 8050.0E	411.000.000,00	sewa Breda	2016-11-01
42	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	YAMAHA / H-BAK 155-40H	150	2016-12-17	Pembelian APMD	Ab 2068.0E	3.325.256,00	sewa Breda	2017-08-08
43	2.02.06.04.003	Sin per di babat ce	HONDA / VAD101250R	150	2016-12-20	Pembelian APMD	Ab 2721.0E	1.866.128,00	-	2017-08-31
44	2.02.06.03.002	Pada Lip	GRAND PARTER /	2000	2017-08-28	Pembelian APMD	Ab 8044.0E	953.520.000,00	sewa Breda	2017-08-28
45	2.02.06.06.002	Infantil Anak-anak usia	UKA / APV OR MPT (GCA)	1403	2017-08-28	Pembelian APMD	Ab 8044.0E	232.850.000,00	-	2017-02-24
46	2.02.06.06.002	Infantil Anak-anak usia	/ GEARV APV SIDA MPT	-	2017-12-31	Hibah Pemertajahan Pusat	Ab 1000.0E	261.750.000,00	sewa APV Breda	2017-08-08
47	2.02.06.03.002	sewa	ISUZU / 1.8L Assuta	1500 cc	2017-09-10	Hibah Pemertajahan Pusat	-	151.000.000,00	sewa Breda	2017-09-25
48	2.02.06.06.006	Model Dapur Lembaran	BRUNNEN 1.5 AC 510	1400 cc	2017-12-22	Hibah Pemertajahan Pusat	Ab 9015.0E	86.429.124,00	sewa Breda	2017-08-22
JUMLAH										5.504.347.580,00

Sumber : BPBD Sleman (2025)

Lampiran 9 Surat Keterangan Hasil Cek Plagiasi



Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia
Gedung Moh. Hatta
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext.2301
F. (0274) 898444 psw.2091
E. perpustakaan@uii.ac.id
W. library.uui.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI

Nomor: 2706310046/Perpus./10/Dir.Perpus/VI/2025

Bismillahirrahmaanirrahim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan ini, menerangkan Bahwa:

Nama : Arie Mukti Prabowo
Nomor Mahasiswa : 19511231
Pembimbing : Dr. Eng. Faizul Chasanah, S.T., M.Sc.
Fakultas / Prodi : Teknik Sipil dan Perencanaan/ TEKNIK SIPIL
Judul Karya Ilmiah : EVALUASI KINERJA JALAN EVAKUASI BENCANA ERUPSI
MERAPI DENGAN PEMODELAN PTV VISUM

Karya ilmiah yang bersangkutan di atas telah melalui proses cek plagiasi menggunakan **Turnitin** dengan hasil kemiripan (*similarity*) sebesar **8 (Delapan) %**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 6/26/2025

Direktur



Muhammad Jamil, SIP.