

SKRIPSI

ANALISIS RUTE EVAKUASI BENCANA GUNUNG MERAPI MENGGUNAKAN METODE CASPER (*CAPACITY AWARE SHORTEST PATH EVACUATION ROUTING*)

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Program
Studi Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan



Disusun Oleh :

ROFIUL IZZA AULIA

22011027

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
PRODI REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026**

SKRIPSI

ANALISIS RUTE EVAKUASI BENCANA GUNUNG MERAPI MENGUNAKAN METODE CASPER (*CAPACITY AWARE SHORTEST PATH EVACUATION ROUTING*)

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
Terapan Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan



Disusun Oleh :
ROFIUL IZZA AULIA
22011027

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
PRODI REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISIS RUTE EVAKUASI BENCANA GUNUNG MERAPI
MENGUNAKAN METODE CASPER (Capacity Aware Shortest Path
Evacuation Routing)**

*Analysis of Mount Merapi Disaster Evacuation Routes Using the CASPER (Capacity
Aware Shortest Path Evacuation Routing) Method*

Disusun oleh:
Rofiul Izza Aulia
22011027

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Rizki Hardimansyah, S.S.T(TD)., M.Sc.
NIP. 198908042010121005

Tanggal, 4 Juni 2026

Pembimbing 2



Bambang Istiyanto, S.SiT., MT.
NIP. 197307011996021002

Tanggal, 4 Juni 2026

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISIS RUTE EVAKUASI BENCANA GUNUNG MERAPI
MENGUNAKAN METODE CASPER (Capacity Aware Shortest Path
Evacuation Routing)**

*Analysis of Mount Merapi Disaster Evacuation Routes Using the CASPER (Capacity
Aware Shortest Path Evacuation Routing) Method*

Disusun oleh:
Rofiul Izza Aulia
22011027

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal: 15 Juni 2026

Ketua Sidang

Tanda Tangan



Frans Tohom, S.T., M.T.
NIP. 198806052019021004

Penguji 1

Tanda Tangan

Agus Budi Purwantoro, Dr., A.TD., M.T.
NIP. 196603261986031007



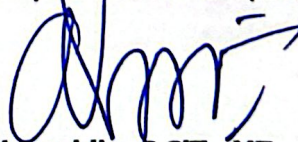
Penguji 2

Tanda Tangan

Rizki Hardimansyah, S.S.T(TD)., M.Sc.
NIP. 198908042010121005



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan



Alfian Baharuddin, S.SiT., MT.
NIP. 198409232009121000

HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rofiul Izza Aulia

Notar : 22011027

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Analisis Rute Evakuasi Bencana Gunung Merapi Menggunakan Metode CASPER (*Capacity Aware Shortest Path Evacuation Routing*)**" adalah hasil karya saya sendiri. Semua sumber yang saya gunakan dalam penelitian ini telah saya sebutkan dengan jelas dan rinci dalam daftar pustaka dan diidentifikasi dengan tepat dalam teks skripsi ini.

Saya menyatakan bahwa skripsi ini belum pernah diajukan sebagai karya yang sama untuk memperoleh gelar sarjana terapan transportasi dalam institusi manapun. Apabila terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil karya pihak lain, saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.

Saya juga menyatakan bahwa semua data, hasil penelitian dan temuan yang termuat dalam skripsi ini adalah hasil karya dan kontribusi saya sendiri, kecuali jika diindikasikan sebaliknya dengan jelas. Saya tidak menggunakan pekerjaan atau kontribusi pihak lain tanpa persetujuan dan atribusi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Tegal,
Yang Menyatakan



Rofiul Izza Aulia

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, karya sederhana ini saya persembahkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat, kasih sayang, pertolongan, dan ridha-Nya. Di setiap langkah, doa, dan perjuangan, hanya karena izin-Nya saya mampu sampai pada titik ini. Semoga ilmu yang diperoleh menjadi amal yang bermanfaat dan mendapat keberkahan dari-Nya.

Kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Wachidin dan Ibunda Budi Haryati, terima kasih atas cinta yang tak pernah berkurang, doa yang tak pernah putus, serta pengorbanan yang tak pernah meminta balasan. Setiap pencapaian dalam hidup ini tidak akan pernah lepas dari perjuangan dan keikhlasan Bapak dan Ibu. Skripsi ini saya persembahkan sebagai wujud bakti dan rasa syukur atas segala yang telah diberikan.

Kepada kakak saya tercinta, Apt. Dindha Pristika Aulia, S.Farm., terima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan yang selalu menguatkan setiap langkah saya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan keberkahan dalam setiap perjalanan hidupmu.

Kepada keluarga besar Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, khususnya pimpinan, Ketua Program Studi, dosen pembimbing, dosen penguji, seluruh dosen, dan tim pusbangkar, saya persembahkan rasa hormat dan terima kasih atas ilmu, bimbingan, serta keteladanan yang telah membentuk saya selama menempuh pendidikan.

Kepada rekan Taruna Angkatan XXXIII, khususnya keluarga besar RSTJ A, terima kasih atas kebersamaan, persahabatan, dan setiap cerita perjuangan yang akan selalu menjadi bagian berharga dalam perjalanan hidup saya.

Terakhir, untuk diri saya sendiri. Terima kasih karena telah memilih untuk tetap bertahan, terus berusaha, dan tidak menyerah. Semoga langkah ini menjadi awal dari perjalanan panjang untuk terus belajar, mengabdikan, dan memberikan manfaat bagi sesama.

“Jika Allah menolong kamu, maka tidak ada yang dapat mengalahkanmu,”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyampaikan penghargaan yang mendalam atas segala dukungan dan bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan tugas akhir yang berjudul **"Analisis Rute Evakuasi Bencana Gunung Merapi Menggunakan Metode CASPER (*Capacity Aware Shortest Path Evacuation Routing*)"** ini. Pada kesempatan ini, penulis dengan tulus ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., MT., selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Alfa Baharuddin, S.SiT., MT., selaku Kepala Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan.
3. Bapak Rizki Hardimansyah, S.ST(TD)., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., MT., selaku Dosen Pembimbing II, atas segala bimbingan, nasihat serta kesabaran selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Kedua Orang Tua saya tercinta Bapak Wachidin dan Ibu Budi Haryati serta Kakak saya Apt. Dindha Pristika Aulia, S.Farm yang telah memberikan doa, dukungan serta motivasi yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Senior dan Junior saya serta rekan-rekan taruna angkatan 33, khususnya keluarga besar RSTJ A.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk kelengkapan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang transportasi jalan.

Tegal,
Yang Menyatakan



Rofiul Izza Aulia

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
<i>ABSTRACT</i>.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah.....	3
I.3. Batasan Masalah	4
I.4. Tujuan Penelitian.....	5
I.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
II.1. Bencana	8
II.1.1. Bencana Gunung Api	8
II.1.2. Gunung Merapi	9
II.1.3. Kawasan Rawan Bencana (KRB)	9
II.2. Jalur Evakuasi	10
II.2.1. Titik Kumpul	11
II.2.2. Barak / Tempat Pengungsian	14
II.2.3. Histori Evakuasi Bencana Merapi.....	15
II.3. Jalan	17
II.4. Volume Lalu Lintas.....	19
II.4.1. Konversi Kendaraan	19

II.5. Kapasitas Jalan.....	20
II.6. Kecepatan Arus Bebas.....	25
II.6.1. Kecepatan arus bebas dasar.....	25
II.6.2. Nilai koreksi akibat lebar jalur/lajur	26
II.6.3. Faktor koreksi akibat hambatan samping	26
II.6.4. Faktor koreksi akibat ukuran kota	27
II.7. Kecepatan Tempuh.....	27
II.8. Waktu Tempuh.....	29
II.9. Sistem Informasi Geografis (SIG)	30
II.10. <i>Network Analyst</i>	31
II.11. CASPER (<i>Capacity Aware Shortest Path Evacuation Routing</i>).....	32
II.11.1. Komponen Utama Metode CASPER	33
II.11.2. Perhitungan CASPER	34
II.12. Penelitian Terdahulu	38
BAB III METODE PENELITIAN	41
III.1. Lokasi Penelitian.....	41
III.2. Bagan Alir Penelitian	42
III.3. Alat dan Bahan.....	43
III.4. Teknik Pengumpulan Data	44
III.5. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	45
III.6. Teknik Analisis Data.....	47
III.6.1. Penyusunan Database Spasial	47
III.6.2. Perhitungan Kinerja Ruas Jalur Evakuasi.....	48
III.6.3. Penggabungan Atribut Kinerja Ruas dengan Jaringan Jalan	
52	
III.6.4. Pemodelan Rute dengan <i>Network Analyst</i>	53
III.6.5. Penyajian Hasil Analisis.....	55

III.6.6. Langkah Pengerjaan.....	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	73
IV.1. Analisis Kinerja Ruas Jalan pada Jalur Evakuasi	74
IV.1.1. Analisis Kapasitas Ruas.....	74
IV.1.2. Analisis Volume Lalu Lintas Evakuasi	79
IV.1.3. Analisis Derajat Kejenuhan Ruas.....	86
IV.1.4. Analisis Kecepatan Tempuh Ruas.....	94
IV.1.5. Evaluasi Kinerja Ruas Berdasarkan Skenario Waktu Evakuasi	103
IV.2. Pemodelan Rute Evakuasi.....	108
IV.2.1 Pembentukan <i>Cost</i> CASPER.....	108
IV.2.2 Skenario Pemodelan dan Pasangan <i>Origin-Destination</i>	110
IV.2.3 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi I.....	115
IV.2.4 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi II.....	117
IV.2.5 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi III.....	119
IV.2.6 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi IV	121
IV.2.7 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi V	123
IV.3. Penyajian Hasil Pemodelan CASPER berbasis WebGIS	126
IV.3.1 Tampilan WebGIS	126
IV.3.2 Panduan Akses WebGIS.....	127
IV.3.3 Visualisasi Jalur Evakuasi pada WebGIS.....	138
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	143
IV.1. Kesimpulan	143
IV.2. Saran	144
DAFTAR PUSTAKA.....	145
LAMPIRAN	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Hubungan V_{MP} dengan D_j dan V_B pada tipe jalan 2/2-TT (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	28
Gambar II.2 Logo ArcGIS (Esri Indonesia, 2025)	31
Gambar II.3 Kerangka Berpikir	37
Gambar III.1 Peta Jalur Evakuasi Bencana Gunung Merapi	41
Gambar III.2 Bagan Alir Penelitian	42
Gambar III.3 Penyimpanan Project ArcMap	56
Gambar III.4 Input Data <i>Shapefile</i>	57
Gambar III.5 Penggabungan Data <i>Excel</i> dengan data <i>Shapefile</i>	58
Gambar III.6 <i>Export</i> Jalur Sebagai Jalur Utama yang dianalisis.....	59
Gambar III.7 Proses <i>Integrate</i> pada <i>Layer</i> Jalur Evakuasi	60
Gambar III.8 Proses <i>Planarize</i> Jalur Evakuasi	61
Gambar III.9 Pembuatan <i>File Geodatabase</i>	62
Gambar III.10 Pembuatan <i>Feature Dataset</i>	63
Gambar III.11 Pembuatan <i>Network Dataset</i>	64
Gambar III.12 Proses pemilihan titik kumpul sebagai <i>Stops 1</i>	65
Gambar III.13 Proses pemilihan barak sebagai <i>Stops 2</i>	65
Gambar III.14 Proses <i>Solve</i> Rute	66
Gambar III.15 <i>Convert</i> data <i>layer</i> hasil pemodelan ke format JSON	68
Gambar III.16 Membuat peta baru pada <i>Map Viewer</i>	69
Gambar III.17 Menambahkan layer hasil pemodelan.....	70
Gambar III.18 Mengatur simbologi <i>layer</i>	70
Gambar III.19 Membagikan Web Map	71
Gambar IV.1 Peta Jalur Evakuasi Resmi Bencana Gunung Merapi (Perbup Sleman Nomor 4 Tahun 2025, 2025).....	73
Gambar IV.2 Grafik Volume JE I	81
Gambar IV.3 Grafik Volume JE II	82
Gambar IV.4 Grafik Volume JE III.....	83
Gambar IV.5 Grafik Volume JE IV	84
Gambar IV.6 Grafik Volume JE V	85
Gambar IV.7 Grafik Derajat Kejenuhan JE I	89
Gambar IV.8 Grafik Derajat Kejenuhan JE II	90

Gambar IV.9	Grafik Derajat Kejenuhan JE III.....	91
Gambar IV.10	Grafik Derajat Kejenuhan JE IV	92
Gambar IV.11	Grafik Derajat Kejenuhan JE V	93
Gambar IV.12	Grafik Kecepatan Tempuh JE I	98
Gambar IV.13	Grafik Kecepatan Tempuh JE II.....	99
Gambar IV.14	Grafik Kecepatan Tempuh JE III.....	100
Gambar IV.15	Grafik Kecepatan Tempuh JE IV	101
Gambar IV.16	Grafik Kecepatan Tempuh JE V	102
Gambar IV.17	Hasil Pemodelan Rute Jalur Evakuasi Gunung Merapi	112
Gambar IV.18	Gambar Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi I.....	115
Gambar IV.19	Gambar Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi II	117
Gambar IV.20	Gambar Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi III	119
Gambar IV.21	Gambar Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi IV.....	121
Gambar IV.22	Gambar Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi V.....	123
Gambar IV.23	Akses peta melalui Link atau QR Code	128
Gambar IV.24	Pengguna akan diarahkan menuju web ArcGIS	129
Gambar IV.25	Tampilan awal web	130
Gambar IV.26	Pengguna dapat melihat layer apa saja di web dengan klik logo kertas di kanan atas	131
Gambar IV.27	Informasi saat klik logo titik kumpul	132
Gambar IV.28	Informasi saat klik logo barak	133
Gambar IV.29	Informasi saat klik salah satu rute	134
Gambar IV.30	Tampilan Utama WebGIS.....	136
Gambar IV.31	Deskripsi layer Jalur Evakuasi I	138
Gambar IV.32	Deskripsi layer Jalur Evakuasi II	139
Gambar IV.33	Deskripsi layer Jalur Evakuasi III	140
Gambar IV.34	Deskripsi layer Jalur Evakuasi IV	141
Gambar IV.35	Deskripsi layer Jalur Evakuasi V	142

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 EMP untuk tipe jalan tak terbagi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	20
Tabel II.2 EMP untuk Tipe Jalan Terbagi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	20
Tabel II.3 Kapasitas Dasar (C_0) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).....	21
Tabel II.4 Faktor Koreksi Akibat Perbedaan Lajur (FC_L)(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	22
Tabel II.5 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{PA})(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	22
Tabel II.6 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Koreksi Hambatan Samping pada Jalan dengan Bahu (FCHS) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	22
Tabel II.7 Faktor Koreksi Kapasitas terhadap Ukuran Kota (FCUK) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	23
Tabel II.8 Pembobotan Hambatan Samping (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	24
Tabel II.9 Kriteria Kelas Hambatan Samping (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	24
Tabel II.10 Kecepatan arus bebas dasar (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	25
Tabel II.11 Nilai koreksi akibat lebar lajur atau jalur (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	26
Tabel II.12 Faktor Koreksi akibat hambatan samping untuk jalan berbahu (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).....	26
Tabel II.13 Faktor Koreksi akibat hambatan samping untuk jalan berkereb dan trotoar (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	27
Tabel II.14 Faktor Koreksi akibat ukuran kota (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)	27
Tabel II.15 Perbandingan Penelitian Terdahulu	38
Tabel III.1 Alat dan Bahan Penelitian	43
Tabel III.2 Variabel dan Definisi Operasional.....	45
Tabel IV.1 Tabel Kapasitas Ruas Jalur Evakuasi	74
Tabel IV.2 Tabel Kapasitas Tiap Ruas Jalur Evakuasi	75

Tabel IV.3 Tabel Volume Jalur Evakuasi.....	79
Tabel IV.4 Volume Kendaraan.....	80
Tabel IV.5 Tabel Derajat Kejenuhan Jalur Evakuasi.....	86
Tabel IV.6 Tabel Nilai Derajat Kejenuhan dengan Iterasi	88
Tabel IV.7 Tabel Kecepatan Tempuh Jalur Evakuasi	94
Tabel IV.8 Tabel Kecepatan Tempuh dengan Iterasi.....	96
Tabel IV.9 Tabel Evaluasi Volume Evakuasi	104
Tabel IV.10 Tabel Evaluasi Pembebanan JE I	105
Tabel IV.11 Tabel Evaluasi Pembebanan JE II.....	105
Tabel IV.12 Tabel Evaluasi Pembebanan JE III.....	106
Tabel IV.13 Tabel Evaluasi Pembebanan JE IV	107
Tabel IV.14 Tabel Evaluasi Pembebanan JE V	108
Tabel IV.15 Tabel rata-rata <i>cost</i> CASPER ruas per iterasi.....	109
Tabel IV.16 Pasangan <i>Origin-Destination</i> Pemodelan Rute Evakuasi	111
Tabel IV.17 Rangkuman Hasil Pemodelan Rute CASPER Seluruh Jalur Evakuasi (Iterasi ke-8).....	113
Tabel IV.18 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi I.....	116
Tabel IV.19 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi II	118
Tabel IV.20 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi III	120
Tabel IV.21 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi IV.....	122
Tabel IV.22 Hasil Pemodelan Rute CASPER Jalur Evakuasi V	124
Tabel IV.23 <i>Layer</i> pada WebGIS	137

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rekapitulasi perhitungan kinerja ruas jalan	150
Lampiran 2	Data ruas jalan	160
Lampiran 3	Dokumentasi survei validasi	168
Lampiran 4	Perbup Sleman No. 4 Tahun 2025 Tentang Jalur Evakuasi Bencana Gunungapi Merapi	171
Lampiran 5	<i>QR Code</i> dan <i>Link</i> WebGIS.....	177

INTISARI

Erupsi Gunung Merapi merupakan salah satu bencana alam yang memerlukan sistem evakuasi yang efektif untuk meminimalkan risiko terhadap masyarakat. Penelitian-penelitian terdahulu umumnya menentukan rute evakuasi menggunakan pendekatan jarak terpendek (*shortest path*) atau kondisi jaringan jalan yang bersifat statis, sehingga belum mempertimbangkan perubahan kinerja ruas akibat peningkatan volume kendaraan selama proses evakuasi. Kondisi tersebut berpotensi menghasilkan rute yang secara geometris lebih pendek, tetapi tidak selalu memberikan waktu tempuh yang paling efisien. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis rute evakuasi bencana Gunung Merapi menggunakan metode *Capacity Aware Shortest Path Evacuation Routing* (CASPER) yang mempertimbangkan kondisi operasional jaringan jalan. Penelitian dilakukan pada lima jalur evakuasi resmi Gunung Merapi di Kabupaten Sleman. Analisis diawali dengan menghitung kapasitas ruas, volume lalu lintas evakuasi, derajat kejenuhan (Dj), kecepatan tempuh (Vt), dan waktu tempuh (Wt) berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Mengingat hasil perhitungan menunjukkan bahwa proses evakuasi tidak realistis apabila diasumsikan selesai dalam satu jam, volume kendaraan dievaluasi menjadi dua jam evakuasi sehingga diperoleh kondisi lalu lintas yang lebih representatif. Parameter tersebut selanjutnya digunakan untuk membentuk *Cost CASPER* yang diterapkan pada ArcGIS Network Analyst untuk menghasilkan empat skenario rute evakuasi pada setiap jalur. Hasil penelitian kemudian diimplementasikan ke dalam WebGIS berbasis ArcGIS Online sebagai media diseminasi informasi kepada masyarakat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan volume kendaraan menyebabkan nilai derajat kejenuhan meningkat, kecepatan tempuh menurun, dan waktu tempuh bertambah pada seluruh jalur evakuasi sehingga memengaruhi nilai *Cost CASPER*. Pemodelan menghasilkan empat skenario rute pada masing-masing jalur evakuasi dengan karakteristik biaya perjalanan yang berbeda. Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa rute dengan jarak terpendek tidak selalu menghasilkan *Cost CASPER* terendah. Sebagai contoh, pada salah satu hasil pemodelan, jalur dengan panjang 8,88 km memiliki *Cost CASPER* sebesar 124,41 menit, sedangkan jalur lain dengan panjang 16,24 km menghasilkan *Cost CASPER* yang lebih rendah yaitu 113,72 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode CASPER mampu menghasilkan rute evakuasi yang lebih representatif dibandingkan pendekatan *shortest path* konvensional karena mempertimbangkan kapasitas ruas dan dinamika kondisi lalu lintas selama proses evakuasi. Implementasi hasil penelitian dalam bentuk WebGIS diharapkan dapat mendukung penyebaran informasi rute evakuasi kepada pemerintah, relawan, dan masyarakat sebagai bagian dari upaya mitigasi bencana.

Kata Kunci: Evakuasi, Gunung Merapi, CASPER, *Network Analyst*, WebGIS.

ABSTRACT

The eruption of Mount Merapi requires an effective evacuation system to minimize risks to affected communities. Previous studies have generally determined evacuation routes using the shortest path approach or static road network conditions, without considering changes in road performance caused by increasing traffic demand during evacuation. Consequently, the shortest route does not necessarily provide the most efficient travel time. This study aims to analyze Mount Merapi evacuation routes using the Capacity Aware Shortest Path Evacuation Routing (CASPER) method, which incorporates operational road network conditions into the routing process. The study was conducted on five official evacuation corridors in Sleman Regency. Road performance analysis was carried out by calculating road capacity, evacuation traffic volume, degree of saturation (D_j), travel speed (V_t), and travel time (W_t) based on the 2023 Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI). Since the initial assumption of completing the evacuation within one hour was considered unrealistic, the evacuation demand was evaluated over a two-hour evacuation period to obtain more representative traffic conditions. These parameters were then used to generate CASPER travel costs, which were applied in ArcGIS Network Analyst to produce four evacuation route scenarios for each corridor. The final results were implemented in a WebGIS platform based on ArcGIS Online to facilitate public dissemination. The results indicate that increasing evacuation traffic volume leads to higher degrees of saturation, lower travel speeds, and longer travel times across all evacuation corridors, thereby affecting CASPER travel costs. The modeling process generated four route scenarios for each evacuation corridor with different travel cost characteristics. A key finding demonstrates that the shortest route does not always produce the lowest CASPER cost. For example, one modeled route with a length of 8.88 km produced a CASPER cost of 124.41 minutes, whereas another route with a length of 16.24 km resulted in a lower CASPER cost of 113.72 minutes. These findings indicate that the CASPER method provides more representative evacuation routes than the conventional shortest path approach because it accounts for road capacity and dynamic traffic conditions during evacuation. Furthermore, the developed WebGIS is expected to support the dissemination of evacuation route information to government agencies, volunteers, and the public as part of disaster risk reduction efforts.

Keywords. Evacuation, Merapi Mount, CASPER, Network Analyst, WebGIS.