

PEMBUATAN PETA JALUR EVAKUASI BENCANA GUNUNG API DAN PERSEBARAN LOKASI *SHELTER* MENGGUNAKAN METODE *NETWORK ANALYST***(STUDI KASUS : GUNUNG MERAPI, BOYOLALI-MAGELANG)**Wahyudi Adri^{*)}, L.M. Sabri, Yasser Wahyuddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email: wahyudiadri@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api di pulau Jawa dengan ketinggian 2.968 mdpl dengan status masih aktif. Secara administratif, Gunung Merapi berada pada perbatasan antara Jawa Tengah dan Yogyakarta atau terletak pada Kabupaten Sleman, Magelang, Boyolali, Klaten dan Yogyakarta. Posisi geografinya terletak pada 7° 32'30" Lintang Selatan dan 110° 26'30" Bujur Timur. Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG) melaporkan aktivitas Gunung Merapi berada di tingkat waspada (level 2) sejak 21 Mei 2018 hingga 17 November 2019 disertai kolom asap setinggi 1.000 m dari puncak diikuti awan panas dengan jangkauan kurang dari 3.000 m. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jalur alternatif evakuasi bencana. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan metode Network Analyst akan membantu dalam pemetaan jalur evakuasi dengan parameter dari Perka Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2 tahun 2012 dan parameter lainnya. Peta jalur evakuasi akan mempermudah dalam pengambilan keputusan untuk perencanaan evakuasi, membatu proses evakuasi saat terjadi bencana akibat aktivitas Gunung Merapi serta membatu dalam penempatan *shelter* atau posko pengungsian. Total pengungsi yang dapat dilayani berjumlah 30.990 jiwa. *Shelter* yang melayani pengungsi paling sedikit terdapat pada Gedung Perikanan Kelurahan Muntilan berjumlah 2 jiwa yang dapat dilayani dan pengungsi terbanyak adalah Balai Desa Kamongan Kecamatan Srumbung berjumlah 2.523 jiwa yang dapat dilayani. Terdapat 8 *shelter* yang menjadi tujuan evakuasi bencana Gunung Merapi. Rute evkuasi terpanjang adalah evakuasi dari SMPN 2 Selo ke Balai Desa Krogowanan dengan total jarak sejauh 18.823 m dan rute terpendek adalah evakuasi dari SDN 2 Ngagrong ke Bumi Perkemahan Indra Prastha dengan total jarak sejauh 3.536 m.

Kata Kunci : Bencana Gunung api, Evakuasi, *Network Analyst***ABSTRACT**

Mount Merapi is one of the volcanoes on the island of Java with an altitude of 2,968 meters above sea level and is still active. Administratively, Mount Merapi is on the border between Central Java and Yogyakarta or located in the districts of Sleman, Magelang, Boyolali, Klaten and Yogyakarta. Its geographic position is located at 7 ° 32'30" South Latitude and 110 ° 26'30" East Longitude. The Center for Geological Disaster Research and Technology Development (BPPTKG) reported that Mount Merapi's activity was at the alert level (level 2) from 21 May 2018 to 17 November 2019 accompanied by a smoke column as high as 1000 m from the peak followed by hot clouds with a range of less than 3000 m. The unavailability of information on evacuation routes and shelter distribution points in the form of maps in Magelang and Boyolali Regencies can lead to a lack of evacuation planning when a disaster occurs. This study aims to determine the alternative route for disaster evacuation. Utilization of Geographical Information Systems (GIS) using the Network Analyst method will assist in mapping evacuation routes with parameters from the National Disaster Management Agency Guideline No. 2 of 2012 and other parameters. The evacuation route map will make it easier to make decisions for evacuation planning, help the evacuation process when a disaster occurs due to Mount Merapi's activities and assist in placing the shelter or evacuation post. The total number of refugees that can be served is 30,990. The shelter that serves the refugees is at least 2 in the Fishery Building of Muntilan Village and the largest number of refugees is the Kamongan Village Hall, Srumbung District with 2,523 people who can be served. There are 8 shelters that are the destination for evacuation of the Mount Merapi disaster. The longest evacuation route is the evacuation from SMPN 2 Selo to the Krogowanan Village Hall with a total distance of 18,823 m and the shortest route is the evacuation from SDN 2 Ngagrong to Bumi Perkemahan Indra Prastha with a total distance of 3,536 m.

Keywords : *Volcanic Disasters, Evacuation, Network Analyst*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara dengan jumlah gunung api aktif terbanyak di dunia. Gunung api-gunung api ini merupakan bagian dari rangkaian pegunungan api aktif yang dikenal dengan sebutan ring of fire (Rijanta et al., 2014). Indonesia terletak diantara the ring of fire yang menyebabkan Indonesia banyak terdapat gunung api. Banyak gunung api yang aktif di Indonesia sehingga Indonesia termasuk salah satu negara dengan gunung api yang paling aktif dalam jajaran the ring of fire. Gunung api merupakan kepundan atau rekahan dalam kerak bumi tempat keluarnya cairan magma atau gas cairan lainnya ke permukaan bumi. Gunung api merupakan salah satu penyebab bencana yaitu erupsi gunung api.

Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mengatakan bahwa ada 127 gunung api aktif dan 70 di antaranya dipantau secara menerus oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) karena dikategorikan ke dalam gunung api sangat aktif dan berisiko tinggi serta 16 gunung api yang berada dalam level II atau waspada, salah satunya adalah Gunung Merapi. Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG) melaporkan aktivitas Gunung Merapi berada di level 2 sejak 21 Mei 2018 yang disertai kolom asap setinggi 1.000 m dari puncak diikuti awan panas dengan jangkauan kurang dari 3.000 meter. Sejak awal tahun 2020 hingga 09 April 2020 Gunung Merapi telah erupsi hingga 8 kali meski masih dalam tingkat waspada.



Gambar 1. Status gunung api Indonesia (BNPB, 2019)

Gunung Merapi mulai berdampak pada kehidupan masyarakat sekitar yang berpotensi menimbulkan korban jiwa yang banyak seperti tahun 2010 silam, sehingga diperlukannya pemetaan jalur evakuasi menuju *shelter*/tempat pengungsian untuk meminimalkan kerusakan yang diakibatkan serta masyarakat dapat lebih waspada dan siap jika itu terjadi dengan arahan dari pemerintah setempat dan memberikan pelatihan evakuasi.

Hasil penelitian berupa jalur evakuasi dapat dimanfaatkan dan digunakan oleh pemerintah bisa untuk perencanaan membuat *shelter* dan menjadikan

pelatihan tanggap bencana sesuai dengan jalur evakuasi yang tertera dalam peta, sehingga masyarakat lebih siap.

I.2 Rumusan Masalah

Dengan menimbang uraian pada pendahuluan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana prediksi jalur lahar dari bencana Gunung Merapi?
2. Bagaimana persebaran *shelter* yang terdampak pada area bencana Gunung Merapi?
3. Bagaimana layanan *shelter* dalam menampung penduduk yang terancam?
4. Bagaimana analisis jalur evakuasi alternatif yang dapat digunakan saat bencana Gunung Merapi terjadi?

I.3 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan akhir dilakukan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui prediksi jalur lahar dari bencana Gunung Merapi.
2. Untuk mengetahui persebaran *shelter* terdampak pada area bencana Gunung Merapi.
3. Untuk mengetahui layanan *shelter* dalam menampung penduduk yang terancam.
4. Untuk mengetahui analisis jalur evakuasi alternatif yang dapat digunakan saat bencana Gunung Merapi terjadi.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mencakup pada ruang lingkup batasan agar fokus pada penelitian, diantaranya:

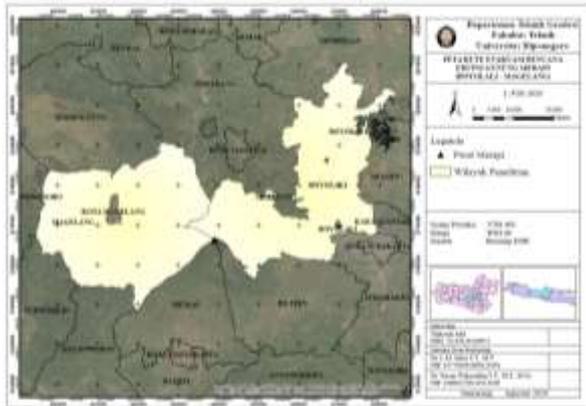
1. Lokasi penelitian adalah Gunung Merapi, Provinsi Jawa Tengah bagian Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Magelang.
2. Objek kajian adalah jalur evakuasi akibat bencana Gunung Merapi dan persebaran *shelter*.
3. Pengolahan data dengan menggunakan SIG analisis *Closest Facilities* dan *Service Area* metode *Network Analyst*.
4. Mengacu pada peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2/2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
5. Citra DEMNAS Gunung Merapi untuk pemodelan 3 dimensi.
6. Data jumlah penduduk setiap desa di Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Magelang.
7. Peta bahaya atau peta ancaman Gunung Merapi bagian Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Magelang.
8. Data jalan dan *shelter* dalam pembuatan jalur evakuasi di Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Magelang.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Kajian Wilayah Penelitian

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api aktif dari 127 gunung api aktif dan dikategorikan ke dalam gunung api sangat aktif dan berisiko tinggi dari

16 gunung api yang berada dalam level II atau waspada (ESDM, 2014). Gunung Merapi berdasarkan letak geografisnya berlokasi pada koordinat 7°32'30" Lintang Selatan dan 110°26'30" Bujur Timur yang dibatasi oleh 2 provinsi yaitu Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tepatnya yang dikelilingi oleh wilayah Klaten, Magelang dan Boyolali, Sleman dan Yogyakarta. Gunung Merapi berada di zona subduksi, yaitu lempeng Indo-Australia yang menunjam dibawah Lempeng Eurasia yang mengontrol vulkanisme dari Sumatera, Jawa, Bali hingga Nusa Tenggara.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

II.2 Bencana

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana menjelaskan bahwa bencana adalah peristiwa yang dapat mengancam kehidupan masyarakat, baik dari faktor alam, faktor nonalam dan faktor sosial atau manusia sehingga timbul korban manusia, kerusakan lingkungan, harta benda dan dampak psikologis. Bencana dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan faktor penyebabnya:

1. Bencana alam yang diakibatkan oleh suatu peristiwa aktivitas atau kegiatan alam, seperti erupsi gunung api, gempa bumi, tsunami dan sejenisnya.
2. Bencana non-alam yang diakibatkan oleh suatu peristiwa-peristiwa nonalam, bencana ini dapat berupa wabah penyakit dan yang lainnya.
3. Bencana sosial yang diakibatkan oleh kegiatan sosial atau manusia, baik berupa konflik sosial antarkelompok dan sejenisnya.

II.2.1 Bencana Gunung Api

Berdasarkan peraturan menteri ESDM Nomor 15 tahun 2011 tentang Pedoman Mitigasi Bencana Gunung api, Gerakan Tanah, Gempabumi, Dan Tsunami mengatakan bahwa bencana gunung api merupakan salah satu bencana alam yang disebabkan erupsi gunung api atau keluarnya magma atau bahan vulkanik lainnya ke permukaan bumi. Potensi ancaman yang diakibatkan oleh erupsi dibagi menjadi 4 tingkatan, yaitu:

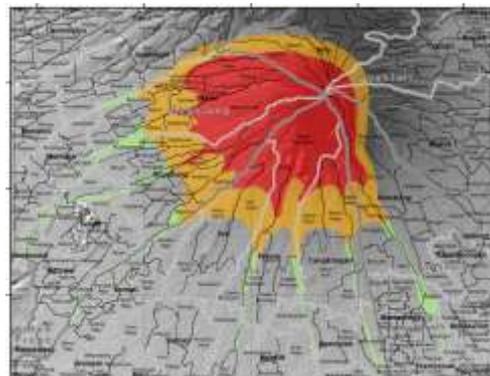
1. Level I adalah keadaan yang tidak ada indikasi peningkatan aktivitas, status Normal

2. Level II adalah keadaan yang terjadi peningkatan aktivitas gunung api, status Waspada.
3. Level III adalah keadaan aktivitas berlanjut yang meningkat dan menuju fase erupsi, status Siaga.
4. Level IV adalah keadaan dimana gunung api berada dalam fase erupsi dan dapat berpotensi membahayakan kehidupan, status Awas.

II.2.2 Zona Bahaya

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia zona adalah salah satu dari lima bagian besar permukaan bumi yang dibatasi oleh garis khayal di sekeliling bumi, sejajar dengan khatulistiwa atau daerah kawasan dengan pembatasan khusus. Zonasi mengandung pengertian pembagian atau pemecahan suatu areal menjadi bagian sesuai dengan fungsi dan tujuan pengelolaan. Tujuan zonasi ini adalah untuk menghindari terjadinya konflik antar berbagai kepentingan (Aspian, 2009). Hal ini sesuai dengan tujuan penentuan jalur evakuasi melalui pendekatan zonasi agar dapat diketahui kawasan-kawasan sesuai dengan zona berbahaya Gunung Merapi yang disebut Kawasan Rawan Bencana.

Menurut Tondobala (2011) Kawasan Rawan Bencana (KRB) adalah suatu wilayah yang memiliki kondisi atau karakteristik geologis, klimatologis, hidrologis, geografis, biologis, sosial, budaya, ekonomi, politik dan teknologi untuk jangka waktu tertentu tidak dapat mencegah atau meredam sehingga mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu. Peta KRB gunung api adalah peta petunjuk pada suatu daerah yang memiliki kerawanan bencana apabila terjadi kegiatan atau terjadi letusan gunung api. Peta kawasan rawan bencana ini menjelaskan bagaimana jenis dan sifat bahaya jika terjadi bencana gunung api, daerah rawan bencana, jalur penyelamatan diri, lokasi pengungsian dan pos penanggulangan bencana.



Gambar 3. Kawasan Rawan Bencana (BNPB, 2018)

Peta KRB Gunung Merapi dibagi menjadi tiga tingkatan yang disusun atas dasar geomorfologi, gologi, sejarah kegiatan, distribusi produk erupsi terdahulu, penelitian dan studi lapangan:

1. Kawasan Rawan Bencana III (Merah) adalah Kawasan tidak layak huni yang sering terlanda awan panas, aliran lava, lontaran bom vulkanik

2. Kawasan Rawan Bencana II (Kuning)
 - a. Kawasan rawan bencana terhadap aliran masa berupa awan panas, aliran lava, guguran batu (pijar)
 - b. Kawasan rawan bencana terhadap material lontaran dan jatuhnya seperti lontaran batu (pijar), hujan abu lebat
3. Kawasan Rawan Bencana I (Hijau)
 - a. Kawasan rawan bencana terhadap aliran lahar/banjir
 - b. Kawasan rawan bencana terhadap jatuhnya berupa hujan abu tanpa memperhatikan arah tiupan angin dan kemungkinan dapat terkena lontaran batu.

II.2.3 Peta Bahaya

Bahaya atau ancaman adalah suatu keadaan yang memungkinkan atau berpotensi terhadap terjadinya kejadian kecelakaan berupa cedera, penyakit, kematian, kerusakan atau kemampuan melaksanakan fungsi operasional yang telah ditetapkan (Tarwaka, 2008). Komponen ancaman disusun berdasarkan parameter intensitas dan probabilitas kejadian. Indeks Ancaman Bencana disusun berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi tersebut. Indeks ancaman ini disusun berdasarkan data dan catatan sejarah kejadian yang pernah terjadi pada suatu daerah.

II.3 Penginderaan jauh

Menurut Lillesand dan Kiefer (2003), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi tentang suatu objek, wilayah, atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan sebuah alat dan tidak ada kontak langsung terhadap objek, wilayah, atau gejala yang dikaji.

II.4 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan gambaran suatu keadaan ruang muka bumi atau mendapatkan informasi tentang ruang muka bumi yang diperlukan agar bisa menjawab pertanyaan atau dapat menyelesaikan masalah mengenai ruang muka bumi (Sugandi dkk., 2009). SIG didukung oleh beberapa perangkat lunak, diantaranya adalah ArcGIS. Aplikasi keluaran dari perusahaan ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) yang mana *user* atau pengguna memungkinkan untuk memanfaatkan berbagai format data. Pengguna ArcGIS dapat memanfaatkan fungsi jaringan maupun fungsi desktop, serta pengguna juga dapat memakai fungsi-fungsi yang ada dalam ArcGIS, seperti ArcMap, ArcCatalog, ArcEditor, Toolbox dan fungsi yang lainnya (Rohim, 2015)

II.5 DEM

Digital Elevation Model (DEM) adalah representasi ketinggian permukaan bumi dalam bentuk digital yang dihubungkan dengan datum referensi

sehingga dapat divisualisasikan kedalam tampilan 3D (Indarto dan Faisol, 2009). DEM sering digunakan untuk acuan pada representasi digital suatu permukaan topografi. Kontur merupakan salah satu turunan DEM berupa garis khayal yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama pada suatu permukaan. Biasanya kontur digunakan untuk memvisualisasikan elevasi pada peta 2D. Kontur digunakan untuk membuat *Triangular Irregular Network* untuk mendapatkan nilai *z* atau tinggi

II.6 Watershed

Watershed adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi, yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-alur sungai dan terus mengalir ke anak sungai dan ke sungai utama, akhirnya bermuara ke danau/waduk atau ke laut (Bashit, 2018).

II.7 Analisis Spasial

Analisis spasial (Andaru dan Santosa, 2017) adalah suatu teknik/metode sistematis yang memproses nilai sebuah data dengan mengacu pada sistem koordinasi geografis. Analisis spasial dapat digunakan untuk mengevaluasi suatu kejadian/peristiwa secara perspektif virtual berdasarkan referensi permukaan bumi. Beberapa fungsi analisis spasial antara lain klasifikasi (*reclassify*), jaringan atau *network*, *overlay*, *buffering*, *3d analysis* dan *digital image processing*.

II.8 Jalan

Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas. Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antarkawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan.

II.9 Network Analyst

Network Analyst (Buana, 2012) atau analisis jaringan merupakan salah satu *extension* yang disediakan pada *software* ArcGIS yang memiliki kemampuan untuk melakukan analisa jaringan, dimana dalam melakukan analisa jaringan *Network Analyst* akan menemukan jalur yang paling kecil impedansinya. *Software* ArcGIS memiliki beberapa macam tools yang berkaitan dengan *network analyst* tersebut, antara lain *closest facility*, *service area* dan yang lainnya.

1. Analisis fasilitas terdekat adalah suatu analisis untuk menemukan fasilitas terdekat yang dapat dicapai dalam periode tertentu dari suatu lokasi kejadian berdasarkan waktu perjalanan dan informasi lalu lintas yang tersedia.

- Area layanan adalah sebuah wilayah yang meliputi seluruh jalan yang dapat diakses dengan perkiraan waktunya dan juga jalan yang terletak dalam nilai hambatan yang ditentukan

II.10 Shelter

Shelter atau tempat pengungsi menurut Peraturan BNPB nomor 3 tahun 2018 tentang penanganan pengungsian pada keadaan darurat bencana adalah tempat tinggal sementara korban bencana mengungsi, bisa berupa penampungan massal, penampungan keluarga ataupun penampungan individu dengan pelayanan minuman yang sesuai standar serta dilengkapi dengan fasilitas dasar yang dibutuhkan.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

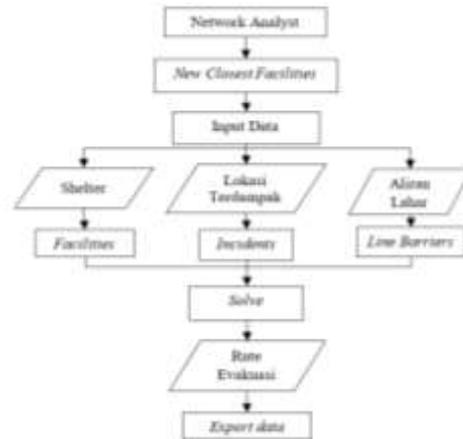
- Perangkat keras Laptop ASUS A456U (8 GB)
- Software ArcGIS 10.6 untuk pengolahan jalur evakuasi
- Excel 2016 untuk pengolahan jumlah pengungsi yang dapat dilayani oleh *shelter*.
- Microsoft Office Word dan Power Point untuk pembuatan laporan penelitian
- Data Peta Ancaman dari BNPB Jawa Tengah.
- Data *Shelter* dari BNPB Jawa Tengah.
- Citra DEMNAS Gunung Merapi dari Inageoportal.
- Batas Adminstrasi dari Bappeda dan DPUPR.
- Data jaringan jalan dari Bappeda dan DPUPR.
- Peta Penggunaan/Penutupan Lahan dari Bappeda dan DPUPR

III.2 Tahapan Penelitian

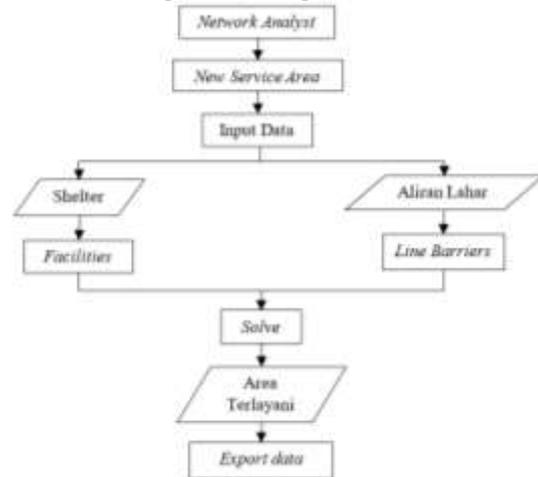
Secara garis besar, alur pelaksanaan penelitian ini digambarkan ke dalam diagram alir pada **Gambar 3**.



Gambar 4. Diagram Alir Umum Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Pengolahan Closest facilities



Gambar 6. Diagram Alir Pengolahan Service Area

III.2.1 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan terdiri dari:

- Pengolahan *Watershed* dari data DEMNAS untuk mendapatkan aliran lahar di Gunung Merapi yang digunakan sebagai barrier atau penghalang dalam pengolahan *Network Analyst*.
- Pengolahan Peta bencana dengan cara menggabungkan KRB Gunung Merapi dengan data tutupan lahan untuk memprediksi daerah terutama pemukiman yang mengalami dampak dari kegiatan erupsi.
- Pembuatan TIN dari kontur Gunung Merapi hasil pengolahan data DEM dimana nilai z akan ditambahkan ke jaringan jalan agar mendapatkan jarak 3D.
- Topologi jaringan jalan untuk menghilangkan kesalahan digitasi sehingga semua jalan saling terhubung.
- Seleksi *shelter* yang berada dalam zona kawasan rawan bencana sebagai tempat kejadian atau insiden dan yang diluar zona sebagai fasilitas.
- Analisis *service area* oleh setiap fasilitas dari kurun waktu 5 sampai 50 menit.
- Pengolahan jumlah pengungsi yang dapat dilayani oleh setiap *shelter* dengan cara menggabungkan data penduduk setiap desa dengan hasil *service area*.

8. Pembuatan jalur evakuasi bencana Gunung Merapi dari data fasilitas, insiden dan penghambat dengan analisis *closest facilities*.

III.2.2 Tahap Analisis

Analisis data dilakukan dengan cara menganalisis hasil pengolahan aliran sungai, seleksi *shelter* yang berada di dalam dan di luar kawasan rawan bencana, kemampuan setiap *shelter* dalam melayani pengungsi dan pengolahan jalur evakuasi.

III.2.3 Tahap Akhir

Tahap ini membuat laporan sebagai keluaran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

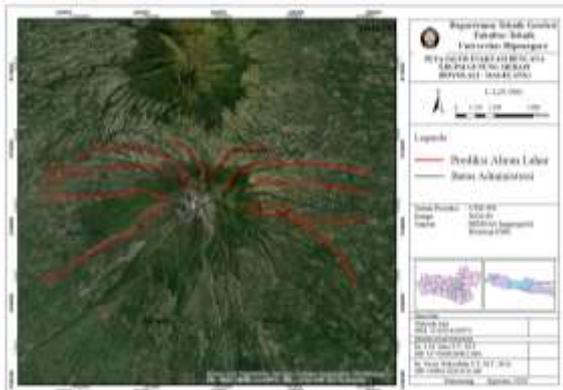
IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Hasil Pengolahan Daerah Rawan Bencana

IV.1.1 Hasil Pengolahan Jalur Lahar

Hasil dari pengolahan daerah aliran sungai pada DEM Gunung Merapi wilayah Boyolali dan Magelang sehingga didapatkan hasil aliran dari puncak sampai mendekati wilayah pemukiman. Diantara aliran tersebut Gunung Merapi memiliki 10 aliran yang berada di Kabupaten Boyolali dan Magelang.

Hasil pengolahan ini adalah prediksi aliran lahar saat erupsi terjadi yang akan digunakan sebagai hambatan dalam pengolahan jalur evakuasi. Hambatan ini hanya prediksi untuk mempersiapkan setiap kemungkinan ada dan tidak pasti akan terjadi pada semua.

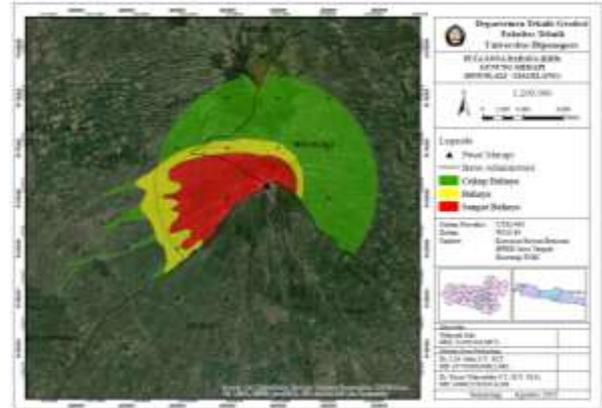


Gambar 7. Hasil Pengolahan Prediksi Aliran Lahar

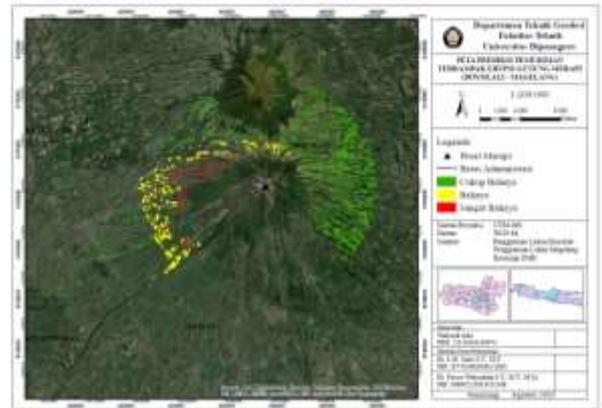
IV.1.2 Hasil Pengolahan Peta Rawan Bencana

Pengolahan peta rawan bencana dikelompokkan menjadi tiga (3) kelas, sangat bahaya, bahaya dan cukup bahaya.

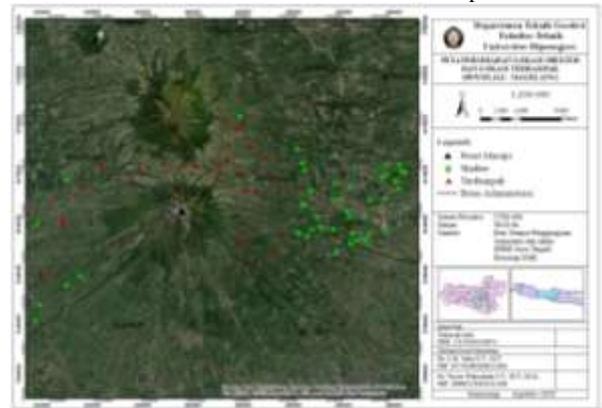
Daerah pemukiman yang diprediksi terkena dampak erupsi ada sebelas (11) kecamatan dengan total permukiman yang terdampak seluas 3.749,352 ha. Tujuh (7) diantaranya merupakan kecamatan dari Kabupaten Magelang dengan total luas daerah yang terdampak adalah 1.201,222 ha dan empat (4) kecamatan dari Kabupaten Boyolali dengan total luas daerah yang terdampak adalah 2.548,131 ha. Desa yang berada dalam KRB III atau kondisi Sangat Bahaya ada enam (6) Desa, tiga (3) Desa dari Kecamatan Dukun, yaitu Desa Krinjing 30,504 ha, Desa Paten 33,730 ha serta Desa Sengi 44,309 ha dan tiga (3) Desa dari Kecamatan Selo yaitu Desa Tlogolele 43,975 ha, Desa Lencoh 43,798 ha serta Samiran 61,303 ha.



Gambar 8. Daerah Kawasan Rawan Bencana



Gambar 9. Peta Pemukiman Terdampak



Gambar 10. Peta Persebaran Shelter

IV.2 Hasil Pembuatan Jalur Evakuasi

IV.2.1 Topologi Jalan

Total error pada digitasi jaringan jalan Kabupaten Boyolali berjumlah 452 kesalahan dan Kabupaten Magelang berjumlah 507 kesalahan. Hasil topologi ini akan di tambah dengan informasi tinggi (z) dari DEM dengan cara *add information surface* agar nilai panjang jalan menjadi panjang 3D. Jalan yang menggunakan panjang jarak 3D lebih akurat untuk wilayah pegunungan, sehingga jarak tempuh dan waktu tempuh perjalanan lebih mendekati sebenarnya

IV.2.2 Hasil dan Analisis Jumlah Pengungsi yang Dapat Dilayani oleh Setiap Shelter

Total pengungsi yang dapat dilayani berjumlah 30.990 jiwa. Jumlah *shelter* yang dapat melayani pengungsian penduduk setelah di-*overlay* tersebut berjumlah 41 *shelter* dari 79 total *shelter* yang ada

berupa gedung seperti Masjid, Lapangan, Sekolah, Instansi dan yang lainnya.

Shelter yang melayani pengungsi paling sedikit terdapat pada Gedung Perikanan Kelurahan Muntilan berjumlah 2 jiwa kemudian Kantor Kecamatan Salam dengan jumlah 3 jiwa. Sedangkan untuk *shelter* yang melayani pengungsi terbanyak Balai Desa Kamongan Kecamatan Srumbung dengan hasil 2.523 jiwa yang dapat dilayani dilanjutkan SDN Krikil dengan 1.463 jiwa pengungsi yang dapat.

IV.2.3 Jalur Evakuasi

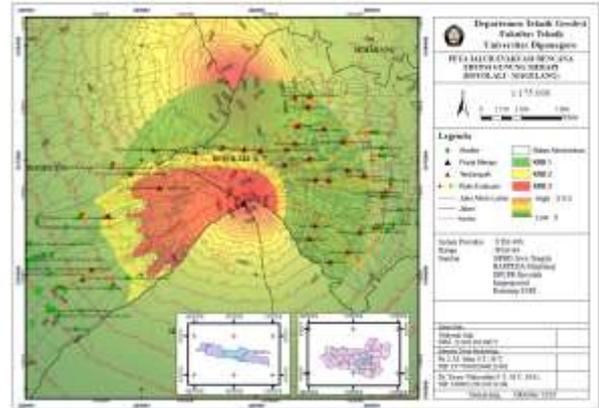
Hasil rute evakuasi dari 29 lokasi terdampak, semua lokasi mendapatkan hasil rute evakuasi. Lokasi tujuan evakuasi tersebut berjumlah 9 lokasi shelter dari 79 total lokasi shelter evakuasi yang ada. Lokasi tujuan tersebut yaitu:

Tabel IV.1. Tabel Jalur Evakuasi

No.	Lokasi Asal Kejadian	Tujuan Evakuasi
1	BD Srumbung	BD Jeruk Agung
2	Lapangan Dukun, PAY Dukun dan Masjid Al Munawar	Balai Desa Banyubiru
3	SDN 1 Mriyan, Balai Desa Sangup, SDN 2 Jemowo, dan Balai Desa Sumur	SMKN 1 Musuk
4	SDN Drajudan, SDN Gedangan 2 dan Balai Desa Gedangan	Kantor Kecamatan Musuk
5	SDN 1 Ngagrong, SDN 1 Jeruk dan SDN 2 Ngagrong, Kantor Desa Tarubatang, SDN Sepandan, SDN 1 Selo, SDN Lencoh dan SMPN 2 Selo	Bumi Perkemahan Indra Prastha
6	SMAN 1 Cepogo	Balai Desa Jelok
7	Kantor Kepala Desa Tumang, SDN Sidorejo, Balai Desa Genting dan SDN 1 Suroteleng	SDN Wangan
8	Balai Desa Ketep, Balai Desa Kapuhan, dan Kantor Desa Klakah	Balai Desa Krogowanan
9	SMP N 1 Cepogo	SDN Krikil

Tabel IV.2. Tabel Total yang Mengungsi

No.	Tujuan Evakuasi	Total yang Mengungsi (jiwa)
1	Balai Desa Jeruk Agung	161
2	Balai Desa Banyubiru	274
3	SMKN 1 Musuk	1.381
4	Kantor Kecamatan Musuk	1.432
5	Bumi Perkemahan Indra Prastha	1.432
6	Balai Desa Jelok	1432
7	SDN Wangan	1432
8	Balai Desa Krogowanan	1.463
9	SDN Krikil	1.463



Gambar 11. Peta Jalur Evakuasi

Pengungsi paling sedikit berada di Balai Desa Jeruk Agung dan pengungsi terbanyak berada di Balai Desa Krogowanan dan SDN Krikil.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Pengolahan watershed untuk mendapatkan aliran sungai Gunung Merapi sebagai prediksi jalur lahar saat erupsi yang berfungsi sebagai hambatan dalam pengolahan jalur evakuasi terjadi menghasilkan 10 aliran sungai yang melintasi daerah Kabupaten Boyolali dan Kabupaten.
2. Persebaran *shelter* yang diprediksi terdampak akibat erupsi berdasarkan KRB Gunung Merapi, berupa lapangan, tempat ibadah, kantor kepala desa, sekolah dan bangunan evakuasi sementara berjumlah 29 lokasi terdampak dari 108 total lokasi *shelter* yang ada yang berada dalam kelas sangat bahaya, bahaya dan cukup bahaya.
3. *Shelter* yang dapat melayani pengungsi dengan rentang waktu 5 sampai 50 menit berjumlah 41 *shelter* dengan pengungsi yang paling sedikit dapat dilayani adalah Gedung Perikanan Kelurahan Muntilan berjumlah 2 pengungsi, sedangkan *shelter* yang paling banyak melayani pengungsi adalah Balai Desa Kamongan Kecamatan Srumbung dengan menampung 2.523 jiwa.
4. Jalur evakuasi bencana dari 29 lokasi terdampak semua lokasi yang menemukan rute evakuasi. Terdapat 9 lokasi evakuasi yaitu Balai Desa Banyubiru, Balai Desa Krogowanan, Balai Desa Jeruk Agung, Bumi Perkemahan Indra Prastha, SDN Wangan, Kantor Kecamatan Musuk, SDN Krikil, SMPN 4 Boyolali dan SMKN 1 Musuk.

V.2 Saran

Hasil penelitian ini ditemukan beberapa saran yang dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya. Berikut adalah beberapa saran yang dapat disampaikan.

1. Data jaringan jalan lebih diperhatikan dan topologi sebaik mungkin, agar tidak ada kesalahan yang akan menyebabkan adanya kesalahan pengolahan dalam pencarian rute evakuasi.

2. Memasukkan parameter Peta Risiko dari *overlay* Peta Ancaman, Peta Kerentanan dan Peta Kapasitas.
3. Data *shelter* yang disediakan dan syarat-syarat fasilitas umum atau suatu tempat dapat dijadikan sebagai tempat evakuasi lebih dicari tahu kepada instansi terkait.
4. Persiapan pengumpulan data, baik mengetahui jenis data dan bagaimana data didapatkan harus dilakukan secepat mungkin agar faktor lain yang menghambat penelitian dapat diminimalisir.
5. Menambah parameter luas *shelter* dalam pengolahan untuk memperhitungkan keadaan pengungsian agar dapat meminimalisir penumpukan masyarakat melebihi kapasitas *shelter*.

DAFTAR PUSTAKA

- Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Pengenalan Gunungapi*. 12.
- ESDM. (2014). G. Merapi, Jawa Tengah. *Badan Geologi Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral*, 1–8. Retrieved.
- Peraturan Menteri ESDM. (2011). *Pedoman Mitigasi Bencana Gunungapi, Gerakan Tanah, Gempabumi, Dan Tsunami*. 2001, 1–5.
- Aspian, S. (2009). Optimasi Pola Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah Kota Muara Teweh Melalui Pendekatan Zonasi. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 5(1), 77–77.
- Tondobala, L. (2011). Pemahaman Tentang Kawasan Rawan Bencana dan Tinjauan Terhadap Kebijakan dan Peraturan Terkait. *Jurnal Sabua*, 3(1), 58–63.
- Tarwaka, (2008). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Surakarta: Harapan Press
- Lillesand, T. M., R. W. Kiefer, J. W. Chipman (2003). *Remote sensing and image interpretation* (edisi ke-5th): Wiley.
- Sugandi D., Somantri L., S. T. N. (2009). Sistem I Formasi Geografi (Sig). *Hand Out Sistem Informasi Geografis (SIG)*, 52.
- Rohim, W. N. (2015). *Semarang Charity Map, Penyajian Peta Donasi Sosial Kota Semarang Berbasis Blogger Javascript*. Undip.
- Indarto dan Faisol A., 2009. Identifikasi dan Klasifikasi Peruntukan Lahan Menggunakan Citra Aster. *Media Teknik Sipil*, Volume IX. ISSN 1412-0976.
- Bashit, N. (2019). *Analisis Pola aliran air*. Universitas Diponegoro; Semarang
- Andaru, R., & Santosa, P. B. (2017). Analisis Spasial Bencana Longsor Bukit Telogolele Kabupaten Banjarnegara Menggunakan Data Foto Udara UAV. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, 1(1), 77.
- Buana, P. W. (2012). *Penemuan Rute Terpendek Pada Aplikasi Berbasis Peta*. Lontar Komputer, 1(1).
- Rijanta, R; Hizbaron, Baiquni, M. (2014). *Modal Sosial dalam Manajemen Bencana*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press