

PEMETAAN JALUR EVAKUASI BENCANA LETUSAN GUNUNG RAUNG DENGAN METODE NETWORK ANALISIS

Demi Stevany, Andri Suprayogi, Abdi Sukmono^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : Azizstevany@gmail.com

ABSTRAK

Gunung Raung (puncak tertinggi: 3.344 meter dpl) adalah gunung berapi kerucut yang terletak di ujung timur Pulau Jawa, Indonesia. Secara administratif, kawasan gunung ini termasuk dalam wilayah tiga kabupaten di wilayah Besuki, Jawa Timur, yaitu Banyuwangi, Bondowoso, dan Jember. Kaldera Gunung Raung juga merupakan kaldera kering yang terbesar di Pulau Jawa dan terbesar kedua di Indonesia setelah Gunung Tambora di Nusa Tenggara Barat. Laporan mengenai peningkatan aktivitas diberikan sejak tanggal 21 Juni 2015. Satelit Landsat 8 NASA mendeteksi adanya dua lubang magma sehingga diperkirakan tidak akan terjadi letusan besar. Material pijar mulai menyembur pada tanggal 26 Juni 2015 dan rangkaian letusan terjadi sejak tanggal 4 Juli 2015. Dengan itu maka dibuat pemetaan jalur evakuasi bencana gunung raung melalui permodelan risiko bencana gunung raung guna mengurangi kerugian akibat bencana melalui peta.

Pada pembuatan peta jalur evakuasi dibutuhkan terlebih dahulu pemetaan risiko Gunung Raung dengan tahapan permodelan peta ancaman, permodelan peta kerentanan, permodelan kapasitas, serta permodelan risiko. Permodelan ancaman terdiri dari ancaman lontaran dan ancaman aliran lava dan lahar Gunung Raung. Permodelan kapasitas mengandung unsur jumlah penduduk dan luas wilayah daerah kajian risiko bencana. Permodelan Kerentanan meliputi kerentana fisik, kerentanan sosial, dan kerentanan ekonomi. Sedangkan pada permodelan peta risiko diproses dengan menggunakan rumusan Peraturan Kepala Badan Penanggulangan Bencana Alam (PERKA BNPB) No.2 tahun 2012. Setelah permodelan risiko didapatkan, maka permodelan ini digabungkan dengan dengan parameter lain pemetaan jalur evakuasi dan di analisis menggunakan metode *Network Analysis*.

Kata Kunci : Bencana Gunung Api, Pemetaan Jalur Evakuasi, Pemetaan risiko, *Network Analysis*

ABSTRACT

Raung Mountain (highest peak: 3.344 m above sea level) is a conical volcano that located on the eastern tip of Java Island, Indonesia. Administratively, the area of the mountain was included in three districts in Besuki, East Java, there was Banyuwangi and Jember, Bondowoso,. Caldera Raung is also the largest dry Caldera in Java and Indonesia's second-largest after mount Tambora in West Nusa Tenggara. Report on the increase of activity is given from the date June 21, 2015. The NASA satellite Landsat 8 detected two holes so that the magma is estimated not to be a big eruption began on June 26, 2015 and a series of eruptions since July 4, 2015. The disastrous evacuation path mapping mountain through disaster risk modelling raung minimizing loss due to disasters through the map.

Disaster evacuation map is needed mapping risk Raung with stages of representation, threat representation map of vulnerability, modelling capacity, as well as the mapping of risk. Threat representaion is composed of the threat of the burst of rock vulcanic and the threat of lava flows of Raung Mountain.. Representation of capacity are contain the elements of population and area of the region in the case of the risk of Raung Mountain disaster. Representation Vulnerability includes physical susceptibilty , social vulnerability, and the vulnerability of the economy. While in modeling risk map is processed by using a formulation of natural disaster regulation relief Agency Heads (PERKA BNPB) No. 2 in 2012. After mapping the risk, this model is combined with other parameters to build a disaster evacuation map using network analysis method.

Keyword: *Mapping, Mapping the Risk of Evacuation Paths, Network Analysis, Volcano Disaster*

^{*)} Penulis, Penanggungjawab

I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Bencana alam adalah salah satu fenomena yang dapat terjadi setiap saat, dimanapun dan kapanpun sehingga menimbulkan risiko atau bahaya terhadap kehidupan manusia, baik kerugian harta benda maupun korban jiwa manusia (Nugroho.dkk,2009). Indonesia terletak di tiga lempeng aktif dunia menyebabkan Indonesia sangat penuh dengan aktifitas tektonik dan vulkanis. Salah satu bencana yang selalu hadir dan menyebabkan kerugian yang besar adalah bencana letusan gunung api. Bencana letusan gunung api adalah bencana yang sangat sering terjadi di Indonesia. Nusantara sebagai bagian dari *The ring of fire*, karena Indonesia berada pada lempeng tektoni aktif, memiliki gunung api aktif dari Sabang sampai Merauke yang selalu dapat berkemungkinan meletus di waktu tak tertentu.

Gunung berapi meletus merupakan peristiwa yang terjadi akibat endapan magma di dalam perut bumi yang didorong keluar oleh gas yang bertekanan tinggi. Magma adalah cairan pijar yang terdapat di dalam lapisan bumi dengan suhu yang sangat tinggi, yakni diperkirakan lebih dari 1000 °C. Cairan magma yang keluar dari dalam bumi disebut lava. Suhu lava yang dikeluarkan bisa mencapai 700-1200°C. Letusan gunung berapi yang membawa batu dan abu dapat menyembur sampai sejauh radius 18 kilometer atau lebih, sedangkan lavanya bisa membanjiri sampai sejauh radius 90 kilometer.

Potensi terjadinya letusan gunung api sangat tinggi di Indonesia, salah satunya adalah gunung raung yang sempat mengalami peningkatan aktifitas pada tahun 2015. Laporan mengenai peningkatan aktivitas diberikan sejak tanggal 21 Juni 2015. Satelit Landsat 8 *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) mendeteksi adanya dua lubang magma sehingga diperkirakan tidak akan terjadi letusan besar. Material pijar mulai menyembur pada tanggal 26 Juni 2015 dan rangkaian letusan terjadi sejak tanggal 4 Juli 2015. Daerah di sekitar Gunung Raung dituruni hujan abu serta merasakan gempa tremor. Mengurangi kerugian akibat bencana Gunung Raung maka perlu dilakukan pemetaan jalur evakuasi Gunung Raung jika sewaktu-waktu Gunung Raung meningkat aktifitasnya.

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya sebagai berikut:

1. Bagaimana cara penentuan daerah dan persebaran risiko bencana letusan Gunung Raung dengan sistem informasi geografis?
2. Bagaimana cara penentuan jalur evakuasi bencana Gunung Raung menggunakan metode *Network analysis*?

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitaian ini adalah :

1. Memodelkan risiko bencana Gunung Raung berbasis SIG, sehingga dapat diketahui daerah kajian risiko bencana dan daerah persebaran risiko bencana Gunung Raung .
2. Pembuatan peta jalur evakuasi Gunung Raung untuk mengurangi dampak kerugian yang akan terjadi akibat bencana Gunung Raung.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas di dalam tugas akhir ini dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah yang dipaparkan, maka ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain :

1. Daerah penelitian tugas akhir adalah daerah kajian risiko bencana Gunung Raung Jawa Timur.
2. Pengolahan data penelitian menggunakan sistem informasi geografis.
3. Data sekunder yang digunakan adalah tahun 2015 dengan asumsi tidak ada perubahan dari data tersebut. Data sekunder bersumber dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), dan Badan Pusat Statistik (BPS).

Penelitian dan kriteria data risiko mengacu pada Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No.02/2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian risiko Bencana.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Gunung Api

II.1.1 Definisi Gunung Api

Gunung berapi atau gunung api secara umum adalah istilah yang dapat didefinisikan sebagai suatu sistem saluran fluida panas (bantuan dalam wujud cair atau lava) yang memanjang dari kedalaman sekitar 10 km dibawah permukaan bumi sampai ke permukaan bumi, termasuk endapan hasil akumulasi material yang dikeluarkan pada saat meletus. Gunung berapi terdapat di seluruh dunia, tetapi lokasi gunung api yang paling dikenali adalah gunung berapi yang berada di sepanjang busur Cincin Api Pasifik (*Pasific Ring of Fire*). Busur Cincin Api Pasifik merupakan garis bergeseknya antara dua lempengan tektonik.

Gunung berapi terdapat beberapa bentuk sepanjang masa hidupnya. Gunung berapi yang aktif mungkin berubah menjadi separuh aktif, istirahat, sebelum akhirnya menjadi tidak aktif atau mati. Bagaimanapun gunung berapi mampu istirahat dalam waktu 610 tahun sebelum berubah menjadi aktif kembali. Oleh itu, untuk menentukan keadaan sebenarnya dari pada suatu gunung api itu, apakah

gunung berapi itu berada dalam keadaan istirahat atau telah mati (Massinai,2015).

II.1.2 Gunung Raung

Gunung Raung (puncak tertinggi: 3.344 m dpl) adalah gunung berapi kerucut yang terletak di ujung timur Pulau Jawa, Indonesia. Secara SociaStrative, kawasan gunung ini termasuk dalam wilayah tiga kabupaten di wilayah Besuki, Jawa Timur, yaitu Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Bondowoso, dan Kabupaten Jember.

Sejarah kegiatan Gunung Raung yang pertama kali diketahui terjadi pada tahun 1586, berupa letusan dahsyat melanda beberapa daerah dan terdapat korban manusia, berikutnya ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

II.1.1 Karakter Letusan

Pusat kegiatan G. Raung saat ini berada pada dasar kaldera. Bulan Februari 1902, pada dasar kaldera muncul kerucut pusat setinggi lebih kurang 90 meter. Karakter letusan G. Raung bersifat eksplosif seperti yang terjadi pada tahun 1586, 1597, 1638, 1890, 1953, dan 1956, menghasilkan abu yang dilontarkan ke udara dan pernah terjadi awan panas yang meluncur menyelimuti sebagian tubuh gunungapinya pada tahun 1953..

II.2 Penyusunan Peta Risiko

II.2.1 Pemetaan Risiko

Risiko bencana adalah potensi Peta Risiko Bencana disusun dengan melakukan *overlay* Peta Bahaya, Peta Kerentanan dan Peta Kapasitas. Peta Risiko Bencana disusun untuk tiap-tiap bencana yang mengancam suatu daerah. Risiko bencana dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$risiko = H \times \frac{V}{C} \dots\dots\dots II.1$$

Keterangan:

H : Bahaya (*Hazard*);

V :Kerentanan (*Vulnerability*);

C : Kapasitas (*Capacity*).

Dari persamaan tersebut, dilakukan modifikasi untuk operasi matematika agar nilai yang dihasilkan berada dalam *range* nilai asal yaitu 0 – 1.

Tabel II.1.Kebutuhan Data Pemetaan risiko (BNPB 2015)

No.	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber
1.	Peta Bahaya	Raster Grid	Hasil Analisis
2.	Peta Kerentanan	Raster Grid	Hasil Analisis
3.	Peta Kapasitas	Raster Grid	Hasil Analisis

II.2.2 Penentuan dan pemetaan jalur evakuasi

Penentuan jalur evakuasi dibuat berdasarkan analisis risiko bencana gunung api, mulai dari aspek kerentanan, aspek kapasitas, hingga aspek ancaman bencana gunung api. Menggunakan data administrasi yang bersumber dari BIG (Badan Informasi Geografis).

Selain menggunakan analisis dari aspek penyusun analisis risiko bencana, jalur evakuasi juga disusun menggunakan metode *Network analysis* berdasarkan :

1. Jarak dan waktu tempuh lokasi
2. Topografi jalan
3. Ketersediaan sarana transportasi evakuasi
4. Fasilitas di sektor pengungsian

Bencana gunung api yang memungkinkan berisiko ke segala arah dengan pusatnya gunung api, maka penentuan jalur evakuasi akan di bagi persektor, yaitu ; sektor utara, sektor selatan, sektor barat, dan sektor timur.

II.3 Network analysis

Analisis jaringan (*Network analysis*) juga dikenal sebagai '*protocol analysis*' merupakan seni mendengarkan (*listening*) dalam komunikasi data dan jaringan biasanya dilakukan untuk memastikan bagaimana peralatan-peralatan berkomunikasi dan menentukan kesehatan dari jaringan tersebut.

Data dalam SIG (Sistem Informasi Geografis) ada dua jenis yaitu: data spasial dan data deskriptif (atribut) yang berfungsi untuk menentukan masing-masing *feature* (titik, garis, dan poligon). Salahsatu kemampuan SIG adalah menintegritaskan data spatial dengan data atributnya sesuai dengan topologi, topologi garis merupakan salahsatu dasar network pada SIG.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Berikut gambaran umum lokasi penelitian :

- Nama Lain : Rawon
- Nama Kawah Utama : Kaldera Raung
- Nama Kawah Lain : Tegal Alun-Alun dan Tegal Brungbung

Lokasi : a. Geografi Puncak
 b. Wilayah administratif: 8° 7,5' LS dan 114° 02,5' BT meliputi Kab. Banyuwangi, Kab. Bondowoso, dan Kab. Jember, Jawa Timur

Ketinggian : 3332m dpl
 Kota Terdekat : Banyuwangi, Bondowoso
 Tipe Gunungapi : Strato dengan kaldera
 Lokasi Pos Pengamatan Gunungapi: Desa Sragi, Kecamatan Singojuruh, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.Peralatan dan Bahan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. *Personal Computer* : ASUS ,*Processor* : Intel (R) Core (TM) i3-2350U CPU @1,80GHz RAM : 4,00 GB *System Type* : 64-bit OS

b. *Software GIS : ArcGIS 10.1, Global Mapper v16.0*

Tabel III.1. Data Input Penelitian

N o.	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber
1.	Batas Admistrasi	Vektor (Polygon Shapefile)	BPS
2.	Peta Penggunaan/Pe nutupan Lahan	Vektor (Polygon Shapefile)	BIG, Kemenhut, Bappeda Provinsi
3	Daerah Lontaran dan Aliran Gunung Raung	Shape File	BNPB
4.	- Jumlah Rumah - Jumlah Fasilitas Umum - Jumlah Fasilitas Kritis	Tabular	PODES - BPS
5	PDRB	Tabular	BPS
6	- Jumlah Penduduk - Jumlah Kelompok Umur, Jumlah Cacat	Tabular	PODES, SP, Susenas, PPLS
7	Shelter Jalan	Shape File	BNPB, BIG

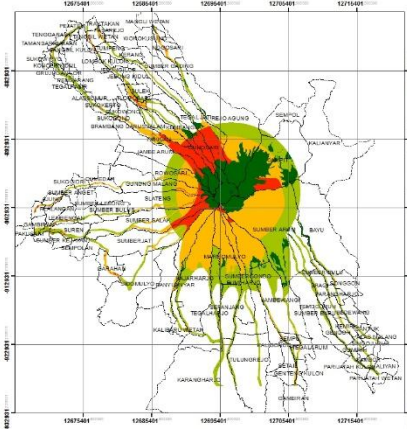
III.2 Diagram Alir Penelitian

Urutan langkah pelaksanaan penelitian pembuatan jalur evakuasi bencana letusan Gunung Raung ini akan dijelaskan dengan alir seperti pada gambar III.1 Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode network analysis. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada gambar III.1.

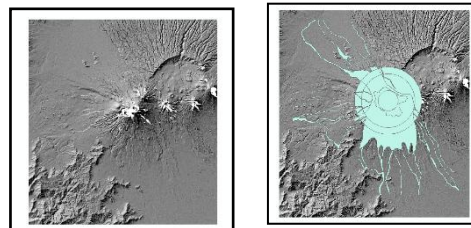
III.2.1.1 Pemetaan Risiko

Peta Risiko Bencana disusun dengan melakukan overlay Peta Bahaya, Peta Kerentanan dan Peta Kapasitas. Peta Risiko Bencana disusun untuk tiap-tiap bencana yang mengancam suatu daerah. Risiko bencana dihitung berdasarkan persamaan II.1 dan II.2. Kemudian Pembuatan jalur evakuasi bencana membutuhkan

permodelan tiga dimensi agar pengambilan keputusan lebih tepat sesuai dengan keadaan sebenarnya. Data yang dibutuhkan adalah data DEM (*Digital Elevation Model*), yaitu data DEM SRTM nomor s09_e113, s09_e114, s08_e113, s08_e114. Data-data DEM ini digabungkan dan kemudian di potong sesuai dengan daerah kajian risiko bencana Gunung Raung.



Gambar III.3 Peta Risiko Gunung Raung



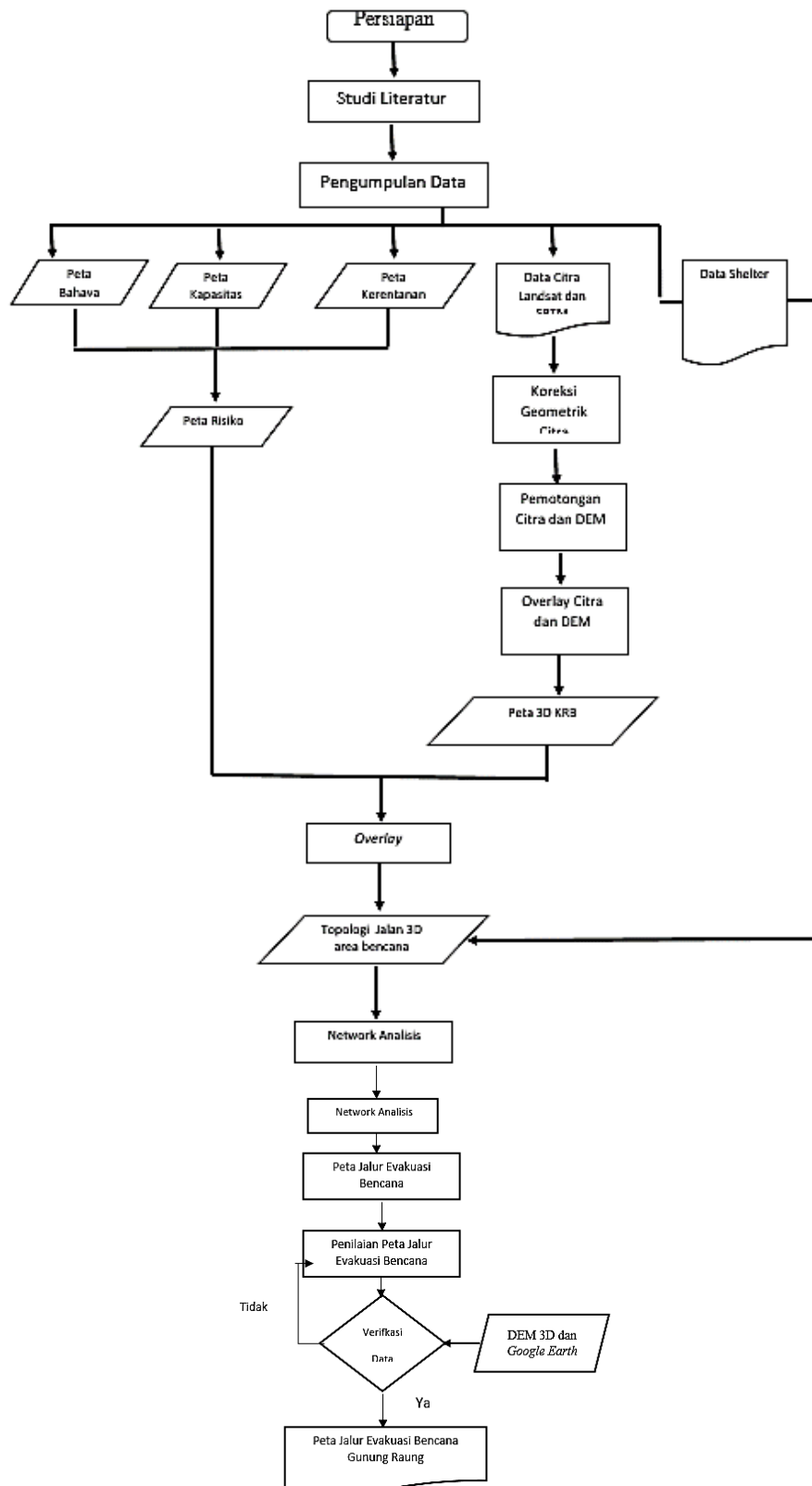
Gambar III. 4. Hasil potongan DEM sesuai KRB

Tampakan tiga dimensi Gunung Raung di proses menggunakan Arc.Scene 10.1. Setelah membuat tampakan tiga dimensi Gunung Raung, maka dimasukkan data jalan yang telah dapat dibaca secara tiga dimensi atau membuat *dissolve* jalan.

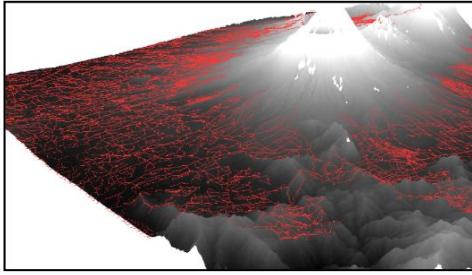
Data yang dibutuhkan untuk membuat jalan *dissolve* adalah:

1. Data DEM yang telah dipotong dan tiga dimensi
2. Data *shape file* jalan 2 dimensi (sumber data : BNPB dan BIG) yang sudah dipotong sesuai area penelitian.

Maka *dissolve* jalan tiga dimensi adalah menggabungkan semua aspek jalan menjadi satu kesatuan yaitu menjadi jalan yang memiliki data ketinggian tiga dimensi mengikuti kontur DEM sebagai berikut.



Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar III.5 Jalan Dissolve dalam penampakan tiga Dimensi Gunung Raung

Dalam pembuatan jalur evakuasi bencana Gunung Raung dibutuhkan jalur yang paling aman dan cepat untuk mencapai lokasi evakuasi. Salahsatu kemampuan SIG adalah menintegritaskan data spatial dengan data atributnya sesuai dengan topologi, topologi garis merupakan salahsatu dasar *network* pada SIG.

Feature adalah elemen garis yang saling terhubung yang membentuk kerangka jaringan bertopologi (*arc*) membentuk sistem jaringan (*network*). *Network* adalah sistem dari *feature linear* yang saling terkait tiap elemn penyusunnya dan dapat terjadi alairan pergerakan pada sistem jaringannya.pergerakannya terhalangi oleh atau dikontrol oleh elemen berikut:

- b. Fasilitas (*facility*), merupakan lokasi tempat evakuasi bencana.
- c. Daerah bencana (*Incidents*) merupakan daerahatau titik risiko bencana Gunung Raung
- d. Pusat (*center*), merupakan pusat aktivitas atau sesuatu yang dituju oleh pergerakan.
- e. Belokan/putaran (*turn*), adanya link yang terhubung yang memungkinan untuk bergerak kearah lainnya.

Hal yang akan dianalisis dalam sebuah jaringan adalah jalur gerak minimum dan arah pergerakan aktivitas serta jangkauan daerah rawan kepada daerah evakuasi bencana Gunung Raung. Dalam SIG hal tersebut bisa dianalisis menggunakan perintah *New Route* (rute terdekat) dan *New Closest Facility* (untuk fasilitas terdekat).

Titik rawan adalah titik yang terkena aliran atau lontaran Gunung Raung berdasarkan pemetaan risiko bencana Gunung Raung. Titik evakuasi bencana adalah titik yang tidak berisiko akan bencana aliran dan lontaran Gunung Raung dan juga bukan merupakan lokasi yang rendah elevasinya dibanding sekitarnya seperti lembah dan sungai karena titik tersebut berkemungkinan mengalirnya lahar dan lava Gunung Raung. Data titik di filter dan dipilih berdasarkan pertimbangan diatas. Setelah menentukan titik evakuasi dan titik rawan kemudian dilakukan tahapan dan analisis sebagai berikut :

III.3 Tahapan Validasi Data

Validasi data dilakukan untuk memastikan data yang digunakan benar dan akurat sehingga proses

penelitian dapat menghasilkan hasil yang baik pula. Validasi data yang perlu dilakukan adalah validasi pada titik-titik evakuasi dan jalur evakuasi. Dibawah ini tahapan validasi yang perlu dilakukan pada penelitian ini.

III.3.1 Validasi Titik-Titik Evakuasi

Validasi titik evakuasi dilakukan dengan cara memastikan data titik *shapefile* tepat pada lokasi rawan dan rencana lokasi evakuasi. Titik evakuasi dipilih berdasarkan :

1. Titik evakuasi merupakan titik yang berada diluar titik berisiko bencana lontaran dan aliran Gunung Raung. Lontaran dan Aliran didapatkan dari pemetan peta risiko bencana yang disusun berdasarkan PERKA BNPB No.12 Tahun 2012 tentang pedoman pengkajian risiko bencana.
2. Titik tidak berada di topografi yang lebih rendah dari sekitar seperti lembah, dan sungai karena berkemungkinan menjadi tempat mengalirnya lahar dan lava.
3. Titik tersebut merupakan fasilitas yang mampu menampung dengan kapasitas yang sedang hingga besar seperti aula, tempat ibadah, sekolah, dan perumahan.

Pemilihan titik evakuasi seperti diatas kemudian dilakukan validasi secara visual menggunakan aplikasi *Google Earth* dengan cara mengkonfersikan *shape file* menjadi file dalam format KML, merupakan file yang mampu dibaca pada *Google Earth* dengan cara mengkonfersikannya pada *software ArcGIS* pada menu *Layer to KML* pada *conversion tools*

III.3.2 Validasi Jalur Evakuasi

Validasi jalur evakuasi perlu dilakukan untuk melihat apakah jalur yang akan digunakan untuk evakuasi sudah tepat dan efisien. Tahapan yang perlu dilakukan adalah :

1. Tahapan Validasi Jarak

Validasi jarak dilakukan dengan membandingkan jarak jalur evakuasi secara dua dimensi pada peta dengan jarak jalur tiga dimensi pada model tiga dimensi pemetaan jalur evakuasi dengan cara melakukan *measure* pada *ArcGIS*. Kemudian dilakukan pengamatan secara visual di *Google Earth* dengan memasukkan *shape file* yang telah dikonfersi ke file KML agar terbaca oleh *Google Earth*.

2. Tahapan Validasi Visual Topografi

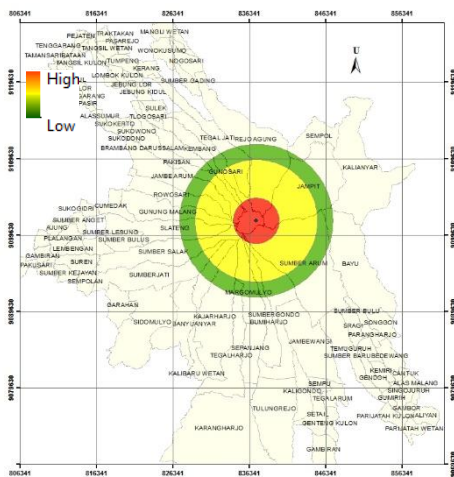
Validasi visual sangat diperlukan dalam pengamatan jalur evakuasi, karena dilapangan topografi atau relief permukaan bumi tidak mungkin datar sama sekali tentu ada gelombang atau beda tinggi, seperti lembah atau bukit yang hanya dapat di deteksi dengan visualisasi secara tiga dimensi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan peta jalur evakuasi bencana Gunung Raung dibuat berdasarkan data-data ancaman risiko bencana Gunung Raung tahun 2015 dan data administrasi daerah kajian risiko bencana Gunung Raung yang bersumber dari BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana). Hal ini digunakan sebagai acuan pembuatan peta risiko bencana tanah longsor. Mengacu pada PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, bahwa peta risiko bencana dapat digunakan berkisar 5 tahun kedepan. Setelah dikaji daerah risiko bencana maka dapat dilakukan analisis pembuatan peta jalur evakuasi bencana Gunung Raung.

IV.1 Hasil dan Analisis Pemetaan Daerah Risiko Bencana

Peta Risiko Bencana Gunung Raung adalah gambaran Tingkat Risiko bencana daerah sekitar Gunung Raung secara spasial dan non spasial berdasarkan Kajian Risiko Bencana yang dibuat sesuai PERKA BNPB No.2 tahun 2012 tentang Pedoman Pengkajian Risiko Bencana. Peta risiko bencana Gunung Raung akan memaparkan daerah kajian risiko bencana Gunung Raung yang memaparkan potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana. Sesuai analisis daerah kajian risiko bencana Gunung Raung bahwa titik lokasi yang harus di evakuasi adalah titik-titik yang merupakan daerah risiko bencana Gunung Raung dengan tingkat kajian risiko bencana (KRB) I, II, dan III. Titik tersebut mencakup area bahaya akan lontaran maupun aliran lava Gunung Raung. Titik yang dijadikan daerah evakuasi bencana adalah titik terdekat dan aman dari risiko lontaran dan aliran lava Gunung Raung yang merupakan daerah dengan tingkat kerentanan rendah akan bahaya Gunung Raung.



Gambar IV-1. Hasil Peta Bahaya Lontaran Gunung Raung

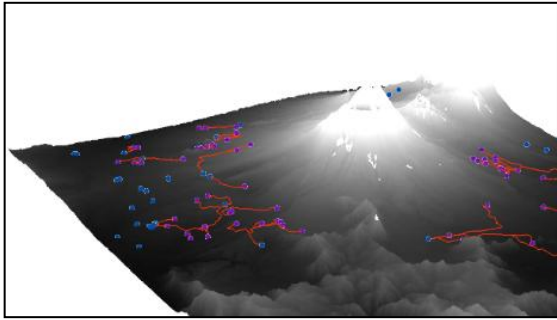
Tabel IV.1. Data Kependudukan Dari Badan Pusat Statistik Untuk Daerah Lebih Berisiko Terhadap Bencana Gunung Raung

Kecamatan	Desa	Jumlah Penduduk	Luasdesa (Ha)	Kelas
Glenmore	Karangharjo	15169	12001,28	Rendah
Ledokombo	Sumber Bulus	8484	1088,16	Rendah
Glenmore	Margomulyo	3717	2346,47	Sedang
Rogojampi	Aliyan	4999	711,84	Rendah
Silo	Garahan	12072	1441,02	Sedang
Srono	Parijatak Kulon	6113	677,36	Rendah
Glenmore	Sumbergondoro	6953	3984,66	Sedang
Genteng	Genteng Kulon	19266	525,19	Rendah
Ledokombo	Sumber Anget	2411	411,79	Rendah
Kalibaru	Banyuanar	7751	3119,91	Sedang
Silo	Sumberjati	11145	4326,42	Sedang
Genteng	Setail	14391	1317,72	Sedang
Ledokombo	Sumber Salak	9296,00	4377,12	Sedang
Mayang	Tegalrejo	5064,00	308,32	Rendah
Srono	Parijatak Wetan	7940,00	561,39	Rendah
Ledokombo	Sumber Lesung	6808,00	743,05	Rendah
Silo	Sidomulyo	10132,00	5708,10	Rendah

Daerah-daerah pada tabel diatas adalah daerah yang beresiko lebih tinggi terhadap letusan Gunung Raung 17 desa dari jumlah 102 desa. Berisiko lebih tinggi karena memiliki jumlah penduduk yang lebih banyak dan berada pada daerah lontaran atau aliran lava Gunung Raung. Penanganan yang harus dilakukan adalah perencanaan jalur dan daerah evakuasi bencana yang tepat pada daerah kajian risiko bencana gunung Raung sehingga dapat meminimalisir kerugian akibat bencana tersebut.

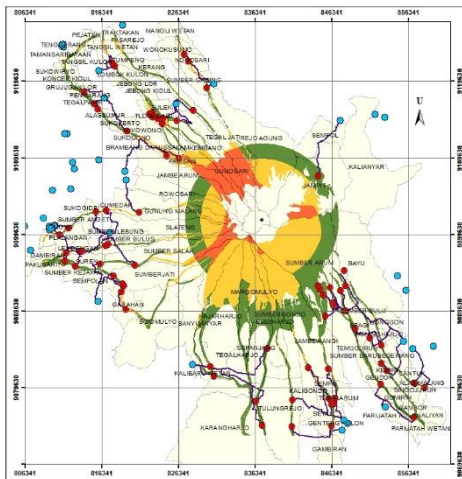
IV.2 Hasil Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Bencana Gunung Raung

Pembuatan jalur evakuasi bencana Gunung Raung dilakukan dengan memasukan 17 titik area desa yang lebih berisiko (sesuai tabel IV.3) dan titik-titik yang diperkirakan akan terkena aliran atau lontaran walaupun jumlah penduduknya kecil, karena satu nyawa sangat berharga. Terdapat berapa pemukiman kecil yang letaknya dititik KRB III dan KRB II, lokasi tersebut mendekati puncak Gunung Raung. Setelah mendapatkan titik-titik sebagai titik rawan (*Incident Points*), kemudian ditetapkan titik evakuasi bencana yang merupakan titik yang paling rendah risikonya yaitu titik-titik yang tidak terkena aliran lava atau lontaran Gunung Raung dan tidak berada di daerah kajian risiko bencana tingkat tinggi dan sedang, dan dapat dijangkau dengan waktu yang paling efisien. Titik-titik ini berupa fasilitas umum, atau pemukiman. Berikut adalah hasil pemetaan jalur evakuasi gunung raung. Hasil dari *network analysis* adalah sebagai berikut :



Gambar III. 7. Jalur evakuasi Gunung Raung tiga dimensi

Data diatas mewakili sampel peta jalur evakuasi Gunung Raung, terdapat data jarak untuk dapat diesimasi waktu perjalanannya, dan posisi titik rawan agar dapat dihindari, dan posisi tempat evakuasi.



Gambar IV-2. Pemetaan Jalur Evakuasi Bencana Gunung Raung

Keterangan : — jalur evakuasi, titik merah merupakan daerah rawan dan titik biru merupakan tempat evakuasi bencana.

IV.2.1 Hasil Validasi Jalur dan titik Evakuasi

Validasi jalur evakuasi adalah dengan membandingkan jarak dua dimensi dengan jarak tiga dimensi dan pengecekan topografi dan titik lokasi menggunakan *Google Earth*. Berikut ini hasil validasi jalur evakuasi.

Membandingkan jarak secara dua dimensi pada peta dan tiga dimensi pada model pemetaan jalur evakuasi secara tiga dimensi menghasilkan perbedaan yang signifikan dikarenakan permukaan bumi tidak datar, dan hampir semua jalur evakuasi menuruni daerah pemkima sekitar kaki Gunung Raung.

Setelah melakukan perhitungan jarak pada sampel data diantaranya jarak dari lokasi rawan 48 ke lokasi evakuasi adalah sebesar 6684,9 meter. Jika dibandingkan dengan jarak dua dimensi seperti gambar IV.10 , lokasi yang sama memiliki jarak yang berbeda

yaitu sebesar 5398,35 meter. Sehingga selisihnya adalah sebesar 1286.55 meter.

Jarak memerhatikan relief permukaan seperti pada jarak tiga dimensi akan lebih panjang jaraknya dibandingkan dengan jarak pada peta. Seperti sampel lain , yaitu pada jalur evakuasi titik loasi 39 ke titik lokasi 2 perbedaanya adala sebesar 546.41 meter, dengan jarak secara tiga dimensi sebesar 8135,9 meter dan jarak pada peta sebesar 7589,5 meter. Pada validasi titik menghasilkan hasil yang sesuai denan kriteria yang diantumkan pada metodoogi penelitian.

Hasil dari *network analysis* didapatkan hasil jalur evakuasi yang tepat dan efisien. Berikut data hasil pemetaan jalur evakuasi bencana Gunung Raung.

Tabel IV.2. Jalur evakuasi bencana Gunung Raung

Nama Lokasi (incident ke facility)	Posisi Incident	Posisi Facility	Jarak (m)
Location 1 - Masjid Jami' Genteng	kanan jalan	kiri jalan	8184,027
Location 2 - Raung View Hotel	kanan jalan	kiri jalan	15584,055
Location 3 - Masjid Jami'	kanan jalan	kiri jalan	2513,859
Location 5 - Masjid SMEA MUH1	kiri jalan	kiri jalan	3295,227
Location 6 - Masjid SMEA MUH1	kanan jalan	kiri jalan	3295,588
Location 7 - Raung View Hotel	kanan jalan	kiri jalan	12386,701
Location 8 - Masjid SMEA MUH1	kiri jalan	kiri jalan	8597,213
Location 9 - Masjid SMEA MUH1	kiri jalan	kiri jalan	4073,986
Location 10 - Masjid SMEA MUH1	kiri jalan	kiri jalan	4818,319
Location 15 - Masjid SMEA MUH1	kiri jalan	kiri jalan	8404,382
Location 16 - Masjid SMEA MUH1	kiri jalan	kiri jalan	9993,546
Location 17 - Raung View Hotel	kanan jalan	kiri jalan	2381,196

Tabel IV.3. Jalur evakuasi bencana Gunung Raung
(Lanjutan)

Nama Lokasi (incident ke facility)	Posisi Incident	Posisi Facility	Jarak (m)
Location 40 - Puskesmas Kalisat	kiri jalan	kiri jalan	5623,148
Location 41 - Puskesmas Kalisat	kanan jalan	kiri jalan	4519,911
Location 33 - Location 18	kanan jalan	kiri jalan	18270,742

Sesuai hasil yang di dapatkan maka dapat diambil kesimpulan tentang kelebihan dan kekurangan dari analisis jalur evakuasi bencana menggunakan *Network Analysis* sebagai berikut :

b. Kekurangan Metode *Network Analysis* :

- Metode ini tidak mampu membedakan jenis jalan yang akan dilewati untuk melakukan evakuasi bencana melainkan hanya jalur tercepat dan efisien saja. Metode ini sangat memerlukan survey lapangan agar data jalan yang akan ditetapkan sebagai *Network Dataset* adalah jalan yang terbaik kualitasnya.

c. Kelebihan Metode *Network Analisis* :

- Metode ini sangat tepat sekali untuk menentukan jalur evakuasi dalam estimasi waktu paling cepat jika data shelter jalan yang diberikan adalah jalan yang tepat dengan arti jalan tersebut memiliki kualitas yang baik dilapangan.

Faktor utama dari pemetaan jalur evakuasi bencana letusan Gunung Raung adalah tingkat ancaman/bahaya yang tinggi. Dari faktor ancaman, dapat diketahui daerah bahaya yang berisiko terkena letusan dan aliran lava, kemudian dapat di tentukan daerah titik rawan dan tempat evakuasi dengan jalur evakuasi yang tepat dan yang paling efisien.

V. PENUTUP

V.1 Kesimpulan

1. Penyusunan peta jalur evakuasi bencana Gunung Raung berdasarkan pada pemetaan risiko bahaya letusan Gunung Raung. Penyusunan peta risiko Gunung Raung meliputi penyusunan peta bahaya, peta kerentanan, dan peta kapasitas. Penentuan daerah risiko bencana gunung api dilakukan dengan pembobotan parameter. Nilai bobot setiap parameternya disesuaikan dengan PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 untuk pemetaan risiko bencana gunung api. Daerah yang paling berisiko terhadap bencana letusan Gunung Raung adalah daerah daerah yang memiliki kapasitas penduduk yang banyak,

tingkat kerentanan yang rendah, dan berada dalam wilayah aliran dan lontaran Gunung Raung. Wilayah aliran Gunung Raung landai ke bagian barat, sehingga daerah yang paling rentan aliran lahar gunung raung adalah daerah bagian barat, sehingga dibuat lebih banyak tempat evakuasi dibagian barat. Berdasarkan hasil validasi titik-titik evakuasi diperoleh tingkat kesesuaian yang baik berdasarkan validasi di lapangan.

2. Pembuatan jalur evakuasi melalui metode *Network Analysis* harus melalu tahap pembuatan *Network Dataset* kemudian menetapkan titik rawan dan evakuasi mengacu pada pemetaan risiko bencana, kemudian menentukan jalur terdekat menuju daerah evakuasi. Sesuai hasil *network analysis* didapat jalur evakuasi paling aman dan efisien dengan jarak antar titik rawan dengan fasilitas evakuasi berkisar paling dekat 1,3 km hingga paling jauh 19 km dan jarak tersebut dapat ditempuh dengan berjalan kaki atau menaiki kendaraan roda dua dengan aman jika langsung melaksanakan evakuasi ketika perintah evakuasi diberitahukan. Namun perlu dipertimbangkan perhitungan ulang jarak jalur terdekat berdasarkan jarak sebenarnya menggunakan relief topografi. Hal ini didasarkan atas hasil validasi terhadap model tiga dimensi dan aplikasi *Google Earth* terdapat perbedaan jarak yang cukup signifikan.

V.2 Saran

Saran dibutuhkan untuk meningkatkan kinerja yang lebih baik bagi pelaksana tugas akhir selanjutnya, berikut merupakan saran yang diberikan:

1. Mahasiswa harus memahami teori yang berkaitan dengan Penelitian.
2. Diperlukan data yang *up to date* sehingga dapat mempesentaskan kondisi lapangan yang sebenarnya.
3. Referensi yang variatif menyangkut data yang dibutuhkan, penelitian yang pernah ada, dan metode-metode analisis sangat dibutuhkan untuk membantu selama proses penelitian.
4. Perlunya pemodelan ruang yang lebih baik secara tiga dimensi untuk mendapatkan analisis jarak terdekat evakuasi yang lebih baik bagi kondisi sebenarnya di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Erfan, R.D. 1989. *Pengawasan/Pengamatan G. Raung, Juli 1989*. Arsip Direktorat Vulkanologi, Bandung.
Kusumadinata, K., 1979. *Data Dasar Gunungapi Indonesia*. Direktorat Vulkanologi, Bandung.

- Kurniawan, L. dkk. 2012. *Pedoman Pengkajian Risiko Bencana*. Jakarta : Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Massinai, M. A.2015. *Geomorfologi Tektonik*. Yogyakarta :Pustaka Ilmu Group.
- Pamitro, Y.E., dkk. 2007. *Laporan Pemantauan Kegiatan Gunungapi Raung, Jawa Timur*. PVMBG, Bandung.
- Peraturan Kepala Nasional Penanggulangan Bencana No.12 tahun 2008 diakses pada hari rabu, tanggal 25 maret 2015 jam 10.33 WIB
- Rasjid, S.A..1984. *Pengamatan seismik G. Raung, Mangaran, Banyuwangi, Oktober - Nopember 1984*. Arsip Direktorat Vulkanologi, Bandung.
- Wahyudin, D. 1995. *Pengawasan/Pengamatan kegiatan vulkanik G. Raung dan Kw. Ijen, Jawa Timur, Mei 1995*. Arsip Direktorat Vulkanologi, Bandung.
- Yunus, R. 2015. *Prosedur Penyusunan Peta Risiko Gunung Api*. Jakarta : Badan Nasional Penanggulangan Bencana