



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



ANALISIS TINGKAT RESIKO KAWASAN BENCANA GUNUNG MERAPI DAERAH KABUPATEN SLEMAN MELALUI PENDEKATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

F.M. Arbi ^a, Hanifah ^a, A. Ramadhona ^a dan S. Erfani ^{b*}

^a Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145

^b Program Studi Teknik Geologi Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima tgl/bln/tahun

Direvisi tgl/bln/tahun

Kata kunci:

Gunungapi

Merapi

Sistem informasi geografis

Analisis tingkat kerawanan

Mitigasi

Gunung Merapi, salah satu gunungapi aktif di Indonesia yang menjadi ancaman bagi daerah sekitarnya, termasuk Kabupaten Sleman. Salah satu ancamannya primer hasil erupsi gunungapi adalah aliran piroklastik. Erupsi terbesarnya adalah pada Desember 2010 dengan aliran piroklastik yang meluas mencapai jarak 15 kilometer yang memakan korban sebanyak 386 orang meninggal dan kerugian kerusakan mencapai Rp 2,14 triliun dan erupsi Desember 2020 yang menghasilkan *ash plumes*, *ash fall*, dan aliran piroklastik. Hingga saat ini tingkat aktivitas Gunung Merapi masih relatif tinggi. Dalam menghadapi kondisi tersebut, diperlukan analisis tingkat kerawanan maupun risiko bencana akibat aktivitas Gunung Merapi, khususnya pada daerah lereng selatan. Adanya pemetaan tingkat kerawanan dan risiko tersebut dapat sebagai upaya memperkecil korban jiwa, kerusakan maupun kerugian di masa mendatang. Untuk itu, juga diperlukan manajemen penanggulangan bencana yang mencakup beberapa tahapan esensial. Tahap-tahap tersebut melibatkan berupa tindakan pencegahan mitigasi, kesiap-siagaan, tanggap darurat (*quick response*) dan rehabilitas, tindakan preventif dan mitigasi untuk mengurangi risiko masa depan, serta kesiapsiagaan sebagai langkah antisipatif. Selanjutnya dilakukan analisis terkait tingkat kerawanan dan risiko melalui Sistem Informasi Geografis. Harapannya, dapat menerapkan jalur evakuasi yang memastikan evakuasi seluruh penduduk di wilayah rawan bahaya erupsi ke tempat yang lebih aman.

1. Pendahuluan

Indonesia ialah negara kepulauan yang memiliki busur vulkanik terpanjang di dunia, bahkan mengestimasi sekitar 30% vulkan aktif di dunia ada di Indonesia (Verstappen, 2013; Pratomo, 2006; Kardono dkk, 2015). Tatanan geologi Indonesia, yang terletak di zona pertemuan tiga lempeng utama, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan lempeng Pasifik (Katili, 1980), menjadi penyebab munculnya sejumlah besar gunungapi di

negara ini. Menurut data dari PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi) tahun 2019, sebanyak 127 gunungapi aktif tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Kondisi ini membuat Indonesia menjadi sangat berisiko terhadap bencana vulkanik, memperlihatkan perlunya perencanaan dan mitigasi yang efektif untuk mengatasi potensi ancaman dan melindungi masyarakat serta lingkungan dari dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh aktivitas vulkanik. Indonesia memiliki sekitar 13% dari total gunung berapi

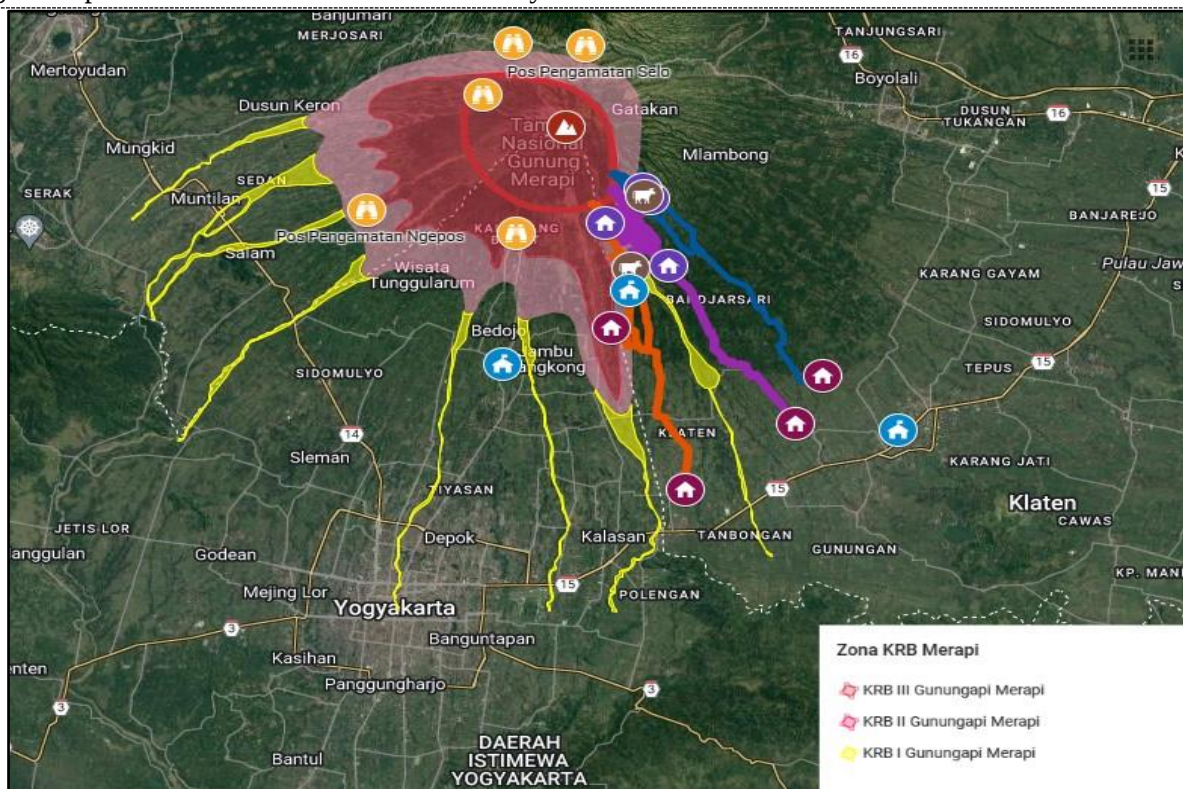
* Penulis korespondensi.

E-mail: sandri.erfani@eng.unila.ac.id

aktif di dunia, yang berjumlah 127 gunung, menjadikan negara ini sebagai pemilik terbanyak gunung api di dunia. Namun, perlu diingat bahwa sekitar 60% dari gunung api tersebut berpotensi membahayakan penduduk yang tinggal di sekitarnya (Widanty, T., & Pamungkas, J., 2023).

Gunung Merapi merupakan gunung berapi dengan tipe strato, dengan ketinggian 2980 meter dari permukaan laut. Gunung berapi bertipe strato (stratovolcano) atau disebut juga gunung berapi komposit ialah pegunungan (gunung berapi) yang tinggi dan mengerucut yang terdiri atas lava dan abu vulkanik yang mengeras (McDonald, 1972; Pangestu, 2010). Bentuk gunung berapi itu secara khas curam di puncak dan landai di kaki karena aliran lava yang membentuk gunung berapi itu amat kental karena banyak

mengandung silika, dan begitu dingin serta mengeras sebelum menyebar jauh. Lava seperti itu dikelompokkan asam karena tingginya konsentrasi silikat. Dari segi administratif, Gunung Merapi membentang di empat Kabupaten, meliputi Kabupaten Sleman di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, dan Kabupaten Magelang di Provinsi Jawa Tengah (BAPPENAS dan BNPB, 2011; Selles dkk., 2012) sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Aktivitas Gunung Merapi telah terus menerus tercatat selama periode Holocene (Newhall dkk., 2000). Letusan terkini terjadi pada 21 Juni 2020, sedangkan letusan pada tahun 1872 dan 2010 menjadi peristiwa terbesar dalam 200 tahun terakhir dengan nilai *Volcanic Explosivity Index* (VEI) sebesar 4 (Nakada dkk., 2019).



Gambar 1. Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi

Bahaya utama yang mengancam sekitar wilayah Merapi adalah aliran awan panas (*pyroclastic flow*), lontaran batu (pijar), hujan abu lebat, lelehan lava (*lava flow*) dan gas beracun di samping bahaya sekunder banjir lahar dingin yang dapat terjadi pada musim hujan (Nurjanah dkk, 2011).

Pada tanggal 26 Oktober 2010, Merapi mengalami erupsi yang berlanjut hingga awal November 2010. Kejadian ini menjadi bencana terbesar dibandingkan

dengan lima erupsi sebelumnya yang tercatat pada tahun 1994, 1997, 1998, 2001, dan 2006 dan erupsi setelahnya pada tahun 2020. Menurut laporan BNPB tahun 2010, erupsi Merapi pada tanggal 26 Oktober 2010 menyebabkan korban jiwa sebanyak 347 orang meninggal dan 258 orang luka-luka. Selain menimbulkan dampak kemanusiaan yang signifikan, erupsi tersebut juga merugikan sektor-sektor lain seperti permukiman, infrastruktur, telekomunikasi, listrik,

energi, dan air bersih. Pada sektor permukiman, data dari BNPB tahun 2010 mencatat bahwa erupsi tersebut mengakibatkan tenggelamnya sejumlah dusun di Provinsi DI Yogyakarta, dengan ribuan rumah penduduk mengalami kerusakan. Di Provinsi tersebut, terdapat 2.636 unit rumah rusak berat dan tidak layak huni, 156 rumah rusak sedang, dan 632 rumah rusak ringan, sehingga total 3.424 rumah mengalami kerusakan akibat erupsi Gunung Merapi. Di Provinsi Jawa Tengah, sebanyak 3.705 rumah juga mengalami kerusakan, dengan perincian 551 rumah rusak berat, 950 rumah rusak sedang, dan 2.204 rumah rusak ringan. Menurut penilaian Widodo (2010), dampak bencana ini menyebabkan kerusakan dan kerugian mencapai Rp. 3,557 triliun, dengan sektor ekonomi produktif menanggung beban terbesar sebesar Rp. 1,692 triliun (46,64% dari total kerusakan dan kerugian). Sementara itu, sektor infrastruktur, perumahan, lintas sektor, dan sosial juga turut mengalami kerugian yang signifikan. Salah satu kawasan yang terkena dampak erupsi Gunung Merapi yaitu Kabupaten Sleman. Kabupaten Sleman merupakan salah satu wilayah yang terdampak paling parah oleh erupsi Gunung Merapi tahun 2010 yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan data dari (BNPB, 2010) Kabupaten Sleman, erupsi tersebut mengakibatkan kerusakan dan kerugian di berbagai sektor, termasuk sektor permukiman, infrastruktur, dan ekonomi. Erupsi Gunung Merapi 2010 telah mengubur sejumlah dusun di Kabupaten Sleman. Tercatat sebanyak 10 dusun di 5 desa di Kabupaten Sleman yang hancur dan tidak dapat dihuni kembali. Selain itu, sebanyak 1.272 rumah di Kabupaten Sleman juga mengalami kerusakan, baik rusak berat, rusak sedang, maupun rusak ringan. Kerusakan infrastruktur di Kabupaten Sleman akibat erupsi Gunung Merapi 2010 juga sangatlah luas. Beberapa infrastruktur yang rusak antara lain jalan, jembatan, saluran air, dan jaringan listrik. Kerusakan infrastruktur tersebut menyebabkan terhambatnya aktivitas masyarakat dan perekonomian di wilayah terdampak yang meliputi jalan 138 kilometer, kerusakan jembatan 11 unit, saluran air sepanjang 4.250 meter, serta jaringan listrik sepanjang 200 kilometer. Beberapa sektor ekonomi juga terdampak, antara lain pertanian mengalami kerugian sebesar Rp 1,4 triliun, perkebunan Rp 300 miliar, perikanan sebesar Rp 200 miliar, dan pariwisata sebesar Rp 300 miliar, sehingga total kerusakan ekonomi di Kabupaten Sleman ditafsir mencapai Rp. 2,2 triliun.

Mengingat besarnya dampak kerugian yang dihasilkan oleh erupsi Gunung Merapi, diperlukan upaya serius dalam penanggulangan bencana untuk mengurangi konsekuensi yang merugikan. Salah satu pendekatan yang efektif dalam upaya ini adalah melalui perencanaan mitigasi yang dapat meminimalkan jumlah korban jiwa saat terjadi bencana. Dengan merancang strategi mitigasi yang efektif, setidaknya penduduk yang mungkin terdampak erupsi dapat diberikan bantuan untuk menemukan tempat tinggal yang aman dari potensi bahaya erupsi Merapi dan mengurangi tingkat kerusakan akibat bencana yang pernah dialami sebelumnya. Mitigasi adalah suatu tahapan yang bertujuan untuk mengurangi kemungkinan dampak negatif kejadian bencana terhadap kehidupan atau dapat diartikan bahwa mitigasi sebagai mengambil tindakan-tindakan untuk mengurangi pengaruh-pengaruh dari suatu bahaya sebelum bahaya terjadi (Rahmat dalam Nirmalawati, 2011). Sedangkan bencana sendiri adalah keadaan yang mengganggu kehidupan sosial ekonomi masyarakat yang disebabkan oleh gejala alam atau perbuatan manusia. Bencana dapat terjadi melalui suatu proses yang panjang atau situasi tertentu dalam waktu yang sangat cepat tanpa adanya tanda-tanda (Fidel dalam Nirmalawati, 2011).

Oleh karena itu, diperlukan usaha untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut, terutama bagi warga yang kehilangan tempat tinggalnya akibat erupsi Gunung Merapi. Suatu analisis dampak erupsi Gunung Merapi menjadi langkah kritis, khususnya dalam mengevaluasi sejauh mana bencana erupsi tersebut dapat memengaruhi kawasan permukiman. Dengan melakukan analisis ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman mendalam mengenai dampak erupsi terhadap permukiman penduduk, sehingga dapat menentukan jalur evakuasi yang aman bagi para korban erupsi di Kabupaten Sleman. Selain itu, hasil analisis ini juga diharapkan mampu menentukan titik-titik jalur evakuasi yang dapat digunakan oleh para korban erupsi Merapi, memberikan panduan yang lebih efektif dalam rangka mengantisipasi dan mengelola bencana yang mungkin terjadi di masa depan.

2. Metodologi

2.1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan.	
Alat dan Bahan	Fungsi
Laptop Microsoft Word	Hardware pengolahan data. Digunakan dalam proses penyusunan hasil penelitian.
ArcGIS 10.8	Software untuk membuat peta lokasi untuk dilakukan analisis.

2.2. Prosedur percobaan

Penelitian ini didasari oleh munculnya permasalahan-permasalahan terkait semakin banyaknya permukiman penduduk di Kabupaten Sleman khususnya wilayah yang berada di lereng gunung Merapi, meliputi desa-desa yang berada pada Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan. Munculnya permasalahan pada kawasan permukiman di daerah rawan bencana tersebut tidak lepas dari kondisi lahan di daerah tersebut yang subur sehingga menarik penduduk di kabupaten Sleman untuk melakukan kegiatan pertanian dan mengolah lahan tersebut menjadi lahan pertanian. Semakin banyaknya permukiman warga yang muncul di daerah rawan bencana tersebut menambah resiko terkena dampak dari gunung Merapi yang aktif yang tidak ketahui kapan akan kembali erupsi. Penelitian yang akan dilakukan ini ditekankan pada seberapa luas jangkauan erupsi Gunung Merapi yang mengenai permukiman penduduk di Kabupaten Sleman. Sebagaimana yang telah diketahui, akibat dari erupsi Gunung Merapi sebelumnya telah banyak rumah warga yang mengalami kerusakan sehingga banyak warga yang kehilangan tempat tinggalnya. Oleh karena itu penelitian ini dibatasi ruang lingkupnya pada dampak erupsi Gunung Merapi yang mengenai permukiman penduduk di kabupaten Sleman yang terkena dampak langsung erupsi Gunung Merapi karena secara administrasi sebagian besar wilayah Kabupaten Sleman tepat berada di lereng Gunung Merapi tersebut.

2.3. Analisis

Analisis yang pertama yaitu analisis tata guna lahan Kabupaten Sleman. Analisis tata guna lahan ini dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi kawasan permukiman yang ada di Kabupaten Sleman. Analisis ini dilakukan dengan menganalisis tata guna lahan Kabupaten Sleman dan mengidentifikasi kawasan permukiman yang ada di Kabupaten Sleman. Kemudian dari kawasan permukiman yang didapatkan di analisis dengan kesesuaian lahan Kabupaten Sleman untuk

mengidentifikasi kawasan permukiman yang ada di daerah rawan bencana Merapi.

Analisis kedua yaitu analisis kawasan permukiman yang berada di kawasan rawan bencana Merapi. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kondisi kawasan permukiman yang berada di sekitar daerah rawan bencana gunung Merapi. Analisis ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi kawasan permukiman di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan sebagai kawasan lereng gunung Merapi yang merupakan kawasan paling rawan di Kabupaten Sleman. Dari kawasan - kawasan tersebut di *overlay* menggunakan *tools* ArcGIS 10.8 yang akan menghasilkan peta kawasan permukiman yang berada di daerah rawan bencana Merapi. Kabupaten Sleman yang sebagian besar wilayahnya berada di daerah rawan bencana Merapi, tetap menarik minat para penduduk untuk tetap bertempat tinggal di wilayah tersebut. Hal ini tidak lain dikarenakan kondisi kesuburan tanahnya yang tinggi sehingga baik untuk daerah pertanian. Dengan adanya penduduk yang berada di daerah rawan bencana tersebut, akan meningkatkan resiko jumlah korban jika suatu saat terjadi erupsi gunung Merapi yang secara tiba-tiba. Untuk itu perlu dilakukan analisis jumlah permukiman yang berada atau masuk di daerah rawan bencana Merapi tersebut sehingga dapat dijadikan acuan untuk melakukan analisis mitigasi bencana di daerah Kabupaten Sleman khususnya pada tiga kecamatan tersebut.

Analisis yang ketiga yaitu analisis desa pada tiga kecamatan yang beresiko paling tinggi terkena dampak erupsi Gunung Merapi. Analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang ada di Kabupaten Sleman yang terkena dampak erupsi gunung Merapi. Dampak yang akan diamati yaitu dampak erupsi Merapi secara fisik yang merusak permukiman penduduk di Kabupaten Sleman. Analisis ini dilakukan dengan pertama-tama mengidentifikasi arah aliran erupsi Merapi yang menuju ke Kabupaten Sleman. Kemudian untuk mengidentifikasi dampak erupsi Merapi terhadap kawasan permukiman dilakukan dengan citra dan melihat seberapa besar dan luas dampak erupsi Merapi yang mengenai permukiman penduduk Kabupaten Sleman. Sebelum menganalisis dampak erupsi Merapi terlebih dahulu mengidentifikasi besar kecilnya resiko dampak erupsi Merapi di tiga kecamatan yang paling dekat dengan puncak Merapi di Kabupaten Sleman dengan menggunakan pembobotan.

Analisis yang keempat yaitu analisis jalur evakuasi korban erupsi Merapi. Analisis ini dilakukan untuk menentukan suatu jalur evakuasi yang dapat digunakan korban bencana erupsi Merapi mengungsi ke tempat yang lebih aman dari bencana erupsi Merapi. Analisis yang keempat ini dapat dilakukan dengan melakukan *overlay* aliran erupsi Merapi dengan jalan di Kabupaten Sleman di tiga kecamatan yang paling dekat dengan

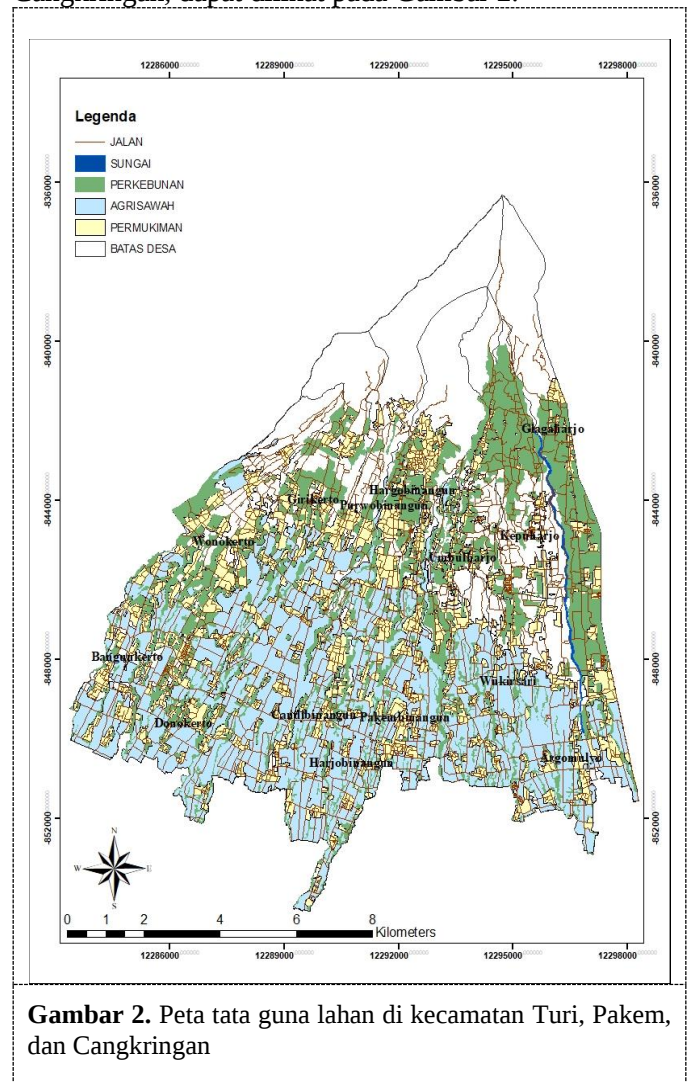
puncak Merapi. Kemudian dari *overlay* tersebut akan dihasilkan rute-rute atau jalur-jalur yang dapat dijadikan jalur evakuasi yang aman dan jauh dari erupsi Merapi.

3. Hasil dan pembahasan

Identifikasi Daerah Rawan Bencana di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan, Kabupaten Sleman

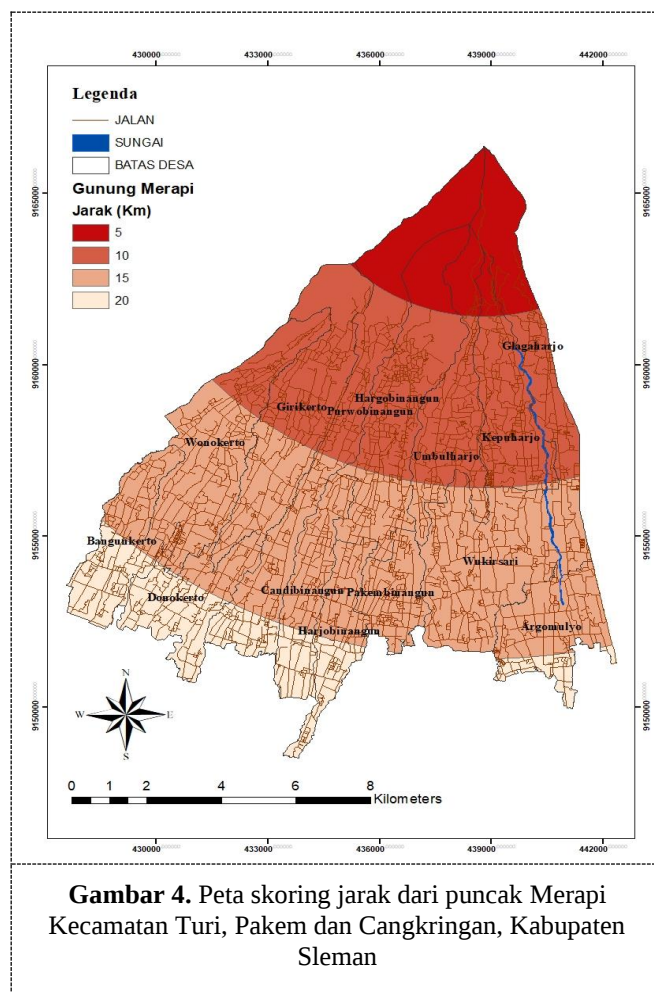
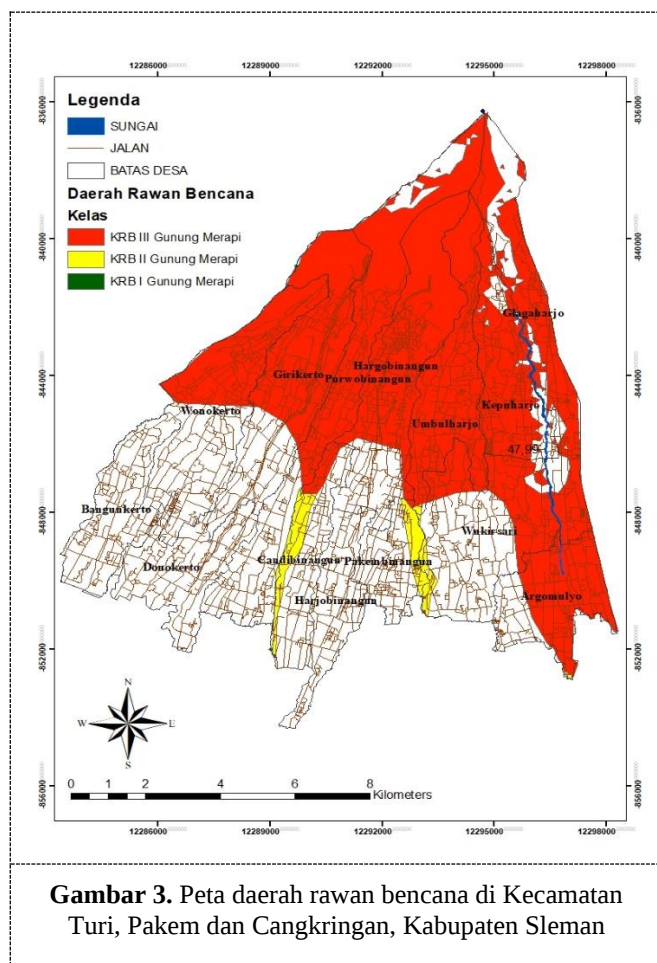
Kecamatan Turi, Pakem, dan Sleman merupakan kecamatan-kecamatan yang terletak di kawasan lereng gunung Merapi sampai dengan puncak gunung Merapi. Wilayah ini merupakan sumber daya air dan ekowisata yang berorientasi pada kegiatan gunung Merapi dan ekosistemnya. Wilayah ketiga kecamatan tersebut berada pada ketinggian 500-1.500 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Turi dan Pakem memiliki ketinggian yang lebih rendah, yaitu 500-1.000 meter di atas permukaan laut, sedangkan Kecamatan Cangkringan memiliki ketinggian yang lebih tinggi, yaitu 600-1.500 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Sleman, sebagian besar lahan di tiga kecamatan tersebut dimanfaatkan untuk keperluan pertanian dan permukiman. Kabupaten Sleman memiliki ketinggian wilayah yang bervariasi yang meliputi luas 6.538 ha atau 11,38% dari luas wilayah, meliputi Kecamatan Tempel, Turi, Pakem, dan Cangkringan yang didominasi oleh persawahan, tegalan dan pekarangan. Analisis yang pertama dilakukan, yaitu identifikasi arah aliran erupsi Merapi yang mengarah ke pada ketiga kecamatan tersebut. Selanjutnya, untuk menilai dampak erupsi Merapi pada kawasan permukiman, dilakukan analisis menggunakan citra guna menentukan sejauh mana dan seberapa luas dampaknya terhadap permukiman penduduk di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan, Kabupaten Sleman. Sebelum mendalami dampak erupsi Merapi, dilakukan identifikasi risiko dampak di setiap desa di tiga kecamatan tersebut dengan pembobotan. Analisis berikutnya mencakup penentuan jalur evakuasi korban erupsi Merapi. Langkah ini bertujuan menemukan jalur yang aman bagi korban bencana untuk mengungsi ke lokasi yang bebas dari risiko erupsi Merapi. Evaluasi jalur evakuasi dilakukan dengan *overlay* antara aliran erupsi Merapi dan jalan di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan, menghasilkan rute-rute yang dapat dijadikan jalur evakuasi yang aman dan menjauh dari ancaman erupsi Merapi. Sementara lahan subur di daerah tersebut digunakan secara luas untuk pertanian dan permukiman, daerah tersebut juga berpotensi rawan bencana terutama di sekitar lereng gunung Merapi. Daerah rawan bencana tersebut, berjarak 5 km dari puncak Merapi, diharapkan tetap steril dari aktivitas penduduk. Untuk gambaran lebih rinci mengenai tata

guna lahan di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta tata guna lahan di kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan

Kehadiran penduduk di wilayah rawan bencana meningkatkan potensi risiko terhadap jumlah korban dalam kejadian erupsi mendadak gunung Merapi. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap jumlah permukiman yang terletak atau masuk ke dalam daerah rawan bencana Merapi tersebut. Analisis ini menjadi landasan untuk merancang strategi mitigasi bencana di Kabupaten Sleman khususnya tiga kecamatan yang berada pada lereng puncak gunung Merapi. Fokus analisis ini adalah mengevaluasi sejauh mana luasnya kawasan permukiman yang berada di daerah rawan bencana Merapi di Kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan. Pendekatan ini melibatkan pemantauan jumlah permukiman yang berdekatan dengan daerah rawan bencana Merapi di kecamatan - kecamatan tersebut.



Analisis Skoring Radius Permukiman Dari Puncak Merapi

Tabel 2. Skoring radius puncak Merapi

Jarak	Skor
<5 km	15
5-15 km	10
>15 km	5

Sumber: Indeks Rawan bencana Indonesia, 2010 dan Analisis Penyusun, 2013

Jarak merupakan faktor utama yang menyebabkan tingginya tingkat kerusakan pada permukiman akibat erupsi Merapi. Fenomena ini disebabkan oleh prinsip bahwa semakin dekat jarak permukiman dengan puncak Merapi, semakin besar dampak yang akan dialami akibat erupsi Merapi. Untuk menggali lebih lanjut tentang pengaruh jarak ini, dilakukan analisis *skoring* terhadap jarak permukiman dari puncak Merapi. Analisis tersebut bertujuan untuk memberikan skor pada setiap desa atau kawasan permukiman, mencerminkan seberapa dekatnya mereka dengan puncak Merapi dalam rangka mengevaluasi tingkat risiko dampak erupsi.

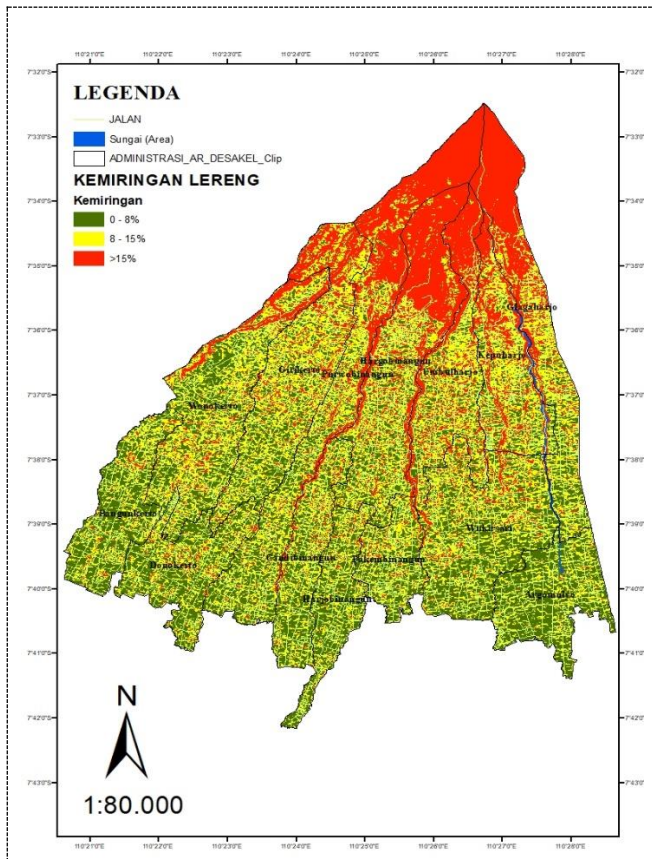
Analisis Skoring Kelerengan

Tabel 3. Skoring kelerengan

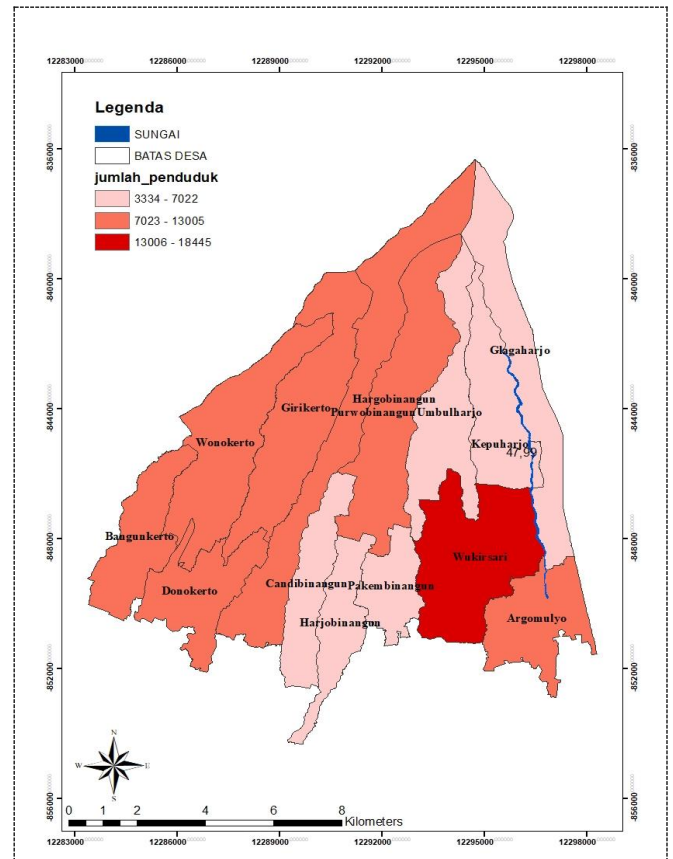
Kelerengan	Skor
<8 %	15
8-15 %	10
>15 %	5

Sumber: Indeks Rawan bencana Indonesia, 2010 dan Analisis Penyusun, 2013.

Semakin curam daerah permukiman maka semakin besar pula dampak terkena erupsi Merapi. Analisis skoring kelerengan ini dilakukan untuk mengetahui kelerengan dari masing-masing desa di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan. Berikut ini adalah peta hasil analisis skoring kelerengan di masing-masing desa di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan.



Gambar 5. Peta skoring kelerengan di Kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan, Kabupaten Sleman



Gambar 6. Peta jumlah penduduk di Kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan, Kabupaten Sleman

Analisis Skoring Jumlah Penduduk

Tabel 4. Skoring jumlah penduduk

Jumlah penduduk	Skor
<1000 jiwa	15
1000-2500 jiwa	10
>2500 jiwa	5

Sumber: Indeks Rawan bencana Indonesia, 2010 dan Analisis Penyusun, 2013.

Jumlah penduduk juga merupakan salah satu faktor penyebab besarnya dampak yang diakibatkan oleh erupsi Merapi beberapa tahun yang lalu. Desa dengan jumlah penduduk yang lebih banyak cenderung mengalami dampak yang lebih besar. Untuk mengukur variabel jumlah penduduk ini, dilakukan skoring guna memberikan penilaian terhadap seberapa besar dampak yang mungkin terjadi. *Skoring* ini menjadi alat evaluasi yang penting untuk memahami potensi risiko dan merancang strategi mitigasi yang sesuai dengan kondisi demografis di setiap desa.

Analisis skoring jumlah penduduk dilakukan untuk mengidentifikasi jumlah penduduk di setiap desa di Kecamatan Turi, Pakem, dan Cangkringan. Hal ini bertujuan untuk memberikan skor dan mengevaluasi seberapa besar risiko dampak yang mungkin terjadi akibat erupsi gunung Merapi. Skoring ini merupakan langkah penting dalam menilai tingkat risiko bencana di wilayah tersebut, karena desa dengan jumlah penduduk yang lebih tinggi cenderung memiliki potensi dampak yang lebih besar. Dengan demikian, hasil skoring jumlah penduduk menjadi dasar untuk pengembangan strategi mitigasi yang tepat dan efektif dalam menghadapi potensi risiko erupsi Gunung Merapi di tiga kecamatan tersebut.

Untuk menganalisis seberapa besar risiko setiap desa yang terkena dampak erupsi Merapi setelah melakukan skoring pada tiga variabel yang telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menggunakan skor maksimal dan skor minimal untuk mengklasifikasikan tingkat dampak erupsi Merapi. Pengklasifikasian dampak erupsi Merapi dapat dilakukan dengan membandingkan skor yang diperoleh dari skoring variabel-variabel tersebut.

Tabel 5. Tingkat risiko dampak erupsi	
Dampak erupsi	Skor
Rendah	0-20
Sedang	21-30
Tinggi	31-45

Sumber: *Indeks Rawan bencana Indonesia, 2010 dan Analisis Penyusun, 2013.*

Tingkat risiko erupsi dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah, dengan rentang skor tertentu untuk setiap kategori. Kawasan dengan tingkat risiko erupsi tinggi memiliki skor antara 31-45, yang mencirikan daerah yang mengalami kerusakan paling parah karena dekat dengan puncak Merapi dan memiliki kelerengan yang curam. Tingkat risiko erupsi sedang, dengan skor 21-30, mencakup daerah yang tidak terlalu dekat dengan puncak Merapi, memiliki kelerengan yang agak curam, serta jumlah rumah dan penduduk yang cukup signifikan. Sementara itu, tingkat risiko erupsi rendah, dengan skor 0-20, melibatkan daerah yang jauh dari puncak Merapi, memiliki kelerengan yang tidak curam, dan memiliki jumlah penduduk dan rumah yang cukup banyak. Dengan melakukan skoring dampak erupsi Merapi pada setiap desa, dapat diidentifikasi desa-desa dengan risiko tertentu mulai dari tinggi, sedang, hingga rendah. Informasi lebih rinci dapat ditemukan dalam tabel hasil skoring dampak erupsi Merapi pada Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat risiko erupsi Merapi		
Desa	Kecamatan	Jumlah
Argomulyo	Cangkringan	25
Bangunkerto	Turi	25
Cnadibinangun	Pakem	30
Donokerto	Turi	25
Girikerto	Turi	35
Glagaharjo	Cangkringan	35
Hargobinangun	Pakem	40
Harjobinangun	Pakem	25
Kepuharjo	Cangkringan	35
Pakembinangun	Pakem	30
Purwobinangun	Pakem	35
Umbulharjo	Cangkringan	35
Wonokerto	Turi	40
Wukisari	Cangkringan	30

Sumber: *Indeks Rawan bencana Indonesia, 2010 dan Analisis Penyusun, 2013.*

Dari analisis di atas didapatkan desa-desa di Kecamatan, Turi, Pakem, dan Cangkringan memiliki dampak erupsi Merapi yang dikategorikan menjadi daerah atau desa yang terkena dampak parah, sedang atau tidak parah. Dari tabel di atas dapat dilihat jika desa yang masuk pada dampak erupsi tinggi dengan skor 31-45 yaitu desa Girikerto, Glagaharjo, Hargobinangun, Kepuharjo, Purwobinangun, Umbulharjo dan desa

Wonokerto. Sedangkan desa yang masuk pada dampak erupsi sedang dengan skor antara 21-30 yaitu desa Argomulyo, Bangunkerto, Donokerto, dan Harjobinangun. Sedangkan untuk dampak erupsi rendah dengan skor 0-20, tidak ada desa yang masuk pada kategori ini. Sehingga dapat disimpulkan semua desa di di tiga kecamatan tersebut memiliki resiko sedang dan tinggi untuk terkena erupsi Merapi.

Identifikasi Jalur Evakuasi Yang Aman Bagi Penduduk Yang Tinggal Di Daerah Rawan Bencana Merapi

Analisis jalur evakuasi dilakukan untuk menetapkan rute evakuasi yang dapat digunakan oleh korban bencana erupsi Merapi untuk mencapai tempat yang lebih aman. Analisis ini melibatkan teknik *overlay* antara aliran erupsi Merapi dan jaringan jalan di kecamatan tersebut. Dari *overlay* ini, dihasilkan rute-rute atau jalur-jalur yang dapat dijadikan jalur evakuasi yang aman dan menjauh dari potensi erupsi Merapi.

Beberapa variabel yang digunakan dalam analisis ini termasuk kelerengan tanah di kecamatan Kemalang dengan kemiringan antara 5-15%, kondisi jalan yang sudah diaspal dan dapat dilalui oleh berbagai jenis kendaraan, serta arah aliran lahar dingin dan awan panas yang mencakup kawasan yang terkena dampak aliran lahar dingin dan awan panas. Selain variabel tersebut, penentuan titik awal evakuasi yang dianggap sebagai titik rawan terkena erupsi Merapi dan titik akhir evakuasi sebagai titik aman dari erupsi Merapi juga menjadi bagian penting dari analisis ini. Proses ini dapat dilakukan dengan membuat kriteria seberapa luas atau jauh erupsi Merapi yang mungkin akan terjadi. Berdasarkan kriteria ini, titik-titik jalur evakuasi yang aman dapat ditentukan.

Metode ini diadaptasi dari analisis penanggulangan mitigasi bencana tsunami di Aceh, dengan mempertimbangkan ketinggian suatu tempat sebagai kriteria mitigasi. Dengan pendekatan tersebut, analisis jalur evakuasi di Kecamatan Kemalang dapat secara efektif menentukan rute yang aman untuk penduduk yang mungkin terkena dampak erupsi Merapi. Berikut adalah tabel kriteria titik evakuasi erupsi Merapi:

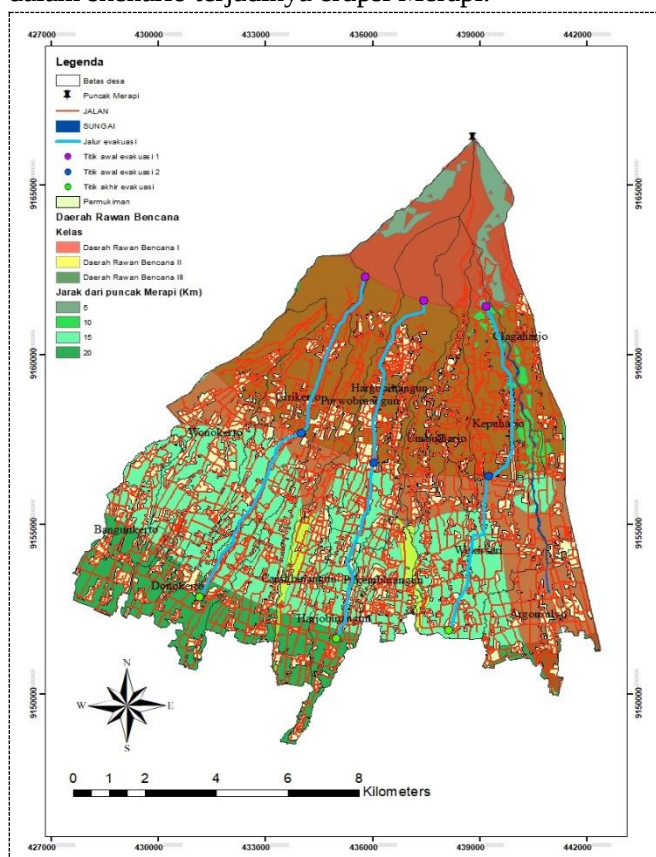
Radius erupsi	Titik evakuasi			
	Kurang aman	Cukup aman	Aman	Sangat aman
<5 km	5-10 km	10-15 km	15-20 km	>20 km
<10 km	10-15 km	15-20 km	20-25 km	>25 km

Sumber: *Kementerian Negara lingkungan Hidup 2007 dan Analisis Penyusun, 2013*

Tabel di atas merupakan penentuan titik-titik evakuasi yang aman bagi penduduk di Kecamatan Turi,

Pakem, dan Cangkringan, Kabupaten Sleman. Dalam keterangan tabel tersebut, jika radius erupsi Merapi berada di bawah 5 km, titik-titik evakuasi dikategorikan dalam empat kategori, dengan kondisi mulai dari tidak aman hingga sangat aman, tergantung pada jarak dari puncak Merapi. Misalnya, jika titik evakuasi berada di antara 5-10 km dari puncak Merapi, kondisi tersebut masih dianggap kurang aman. Sebaliknya, jika radius erupsi Merapi berada di atas 10 km, kategori evakuasi tetap dibagi menjadi empat, tetapi dengan rentang jarak yang berbeda.

Jalur evakuasi sendiri dibedakan menjadi dua, dengan asumsi adanya erupsi Merapi dengan radius 5 km dan 10 km. Proses penentuan jalur evakuasi melibatkan analisis jalur terpendek antara titik awal dan akhir evakuasi. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan jalur evakuasi yang optimal untuk mengamankan penduduk di tiga kecamatan tersebut dalam skenario terjadinya erupsi Merapi.



Gambar 7. Peta jalur evakuasi bencana erupsi gunung merapi

Jalur evakuasi dari erupsi gunung Merapi, menghubungkan dua titik yaitu titik awal evakuasi dan titik akhir evakuasi. Kedua titik tersebut dapat dilalui oleh penduduk korban dari bencana erupsi gunung Merapi pada tiga kecamatan di kabupaten Sleman.

Untuk kecamatan Turi, jalur evakuasi erupsi gunung Merapi melalui Desa Girikerto dan Donokerto. Untuk penduduk yang berada di kecamatan Pakem, dapat melalui jalur evakuasi yang berada di desa Hargobinangun, Purwobinangun, Pakembinangun, dan Harjobinangun. Penduduk desa yang berada di Kecamatan Cangkringan dapat melalui jalur evakuasi dengan titik awal evakuasi dan titik akhir evakuasi untuk penduduk yang berada di desa Glagaharjo, Kepuharjo dan Wukisari.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis dari dampak erupsi gunung Merapi dan dilakukannya penentuan jalur evakuasi yang aman untuk penduduk yang berada di kabupaten Sleman tepatnya di Kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan, dapat ditarik kesimpulan dari hasil penelitian yaitu, dari hasil analisis wilayah yang dilakukan di Kabupaten Sleman tepatnya di Kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan hampir sebagian besar lahan di tiga kecamatan tersebut dimanfaatkan untuk pertanian, permukiman warga, tegalan, dan permukiman. Ketiga kecamatan yang berada di kabupaten Sleman tersebut berada di Kawasan hingga puncak gunung Merapi, yang membuat Kawasan permukiman dari kecamatan-kecamatan tersebut beresiko terkenanya dampak dari erupsi gunung Merapi. Dari hasil analisis wilayah dari tiga kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan dibagi dalam 3 daerah rawan bencana gunung Merapi yaitu daerah rawan bencana III yang meliputi beberapa desa antara lain Glagaharjo, Hargobinangun, Girikerto, Purwobinangun, Kepuharjo, Umbulharjo dan Argomulyo. Untuk daerah rawan bencana II meliputi desa Candibinangun dan Pakembinangun. Sedangkan untuk desa yang termasuk pada daerah rawan bencana III yaitu hanya sebagian kecil dari selatan desa Candibinangun. Dari hasil analisis kawasan permukiman penduduk yang berada di tiga kecamatan Turi, Pakem dan Cangkringan yang merupakan Kawasan permukiman warga yang wilayahnya berada di daerah rawan bencana Merapi yang dampaknya terjadi pada desa-desa di setiap kecamatan. Karena itu, desa yang berada di tiga kecamatan tersebut seluruh permukimannya beresiko terkena dampak erupsi Merapi. Dari hasil analisis desa di kabupaten Sleman tepatnya di kecamatan Turi, Pakem dan cangkringan yang masuk di kategori tinggi, sedang dan rendah terkena dampak erupsi. Untuk desa yang masuk pada dampak erupsi tinggi dengan skor 31-45 yaitu desa Girikerto, Glagaharjo, Hargobinangun, Kepuharjo, Purwobinangun, Umbulharjo dan desa Wonokerto. Desa dengan erupsi sedang skor antara 21-30 yaitu desa Argumulyo, Bangunkerto, Donokerto, dan Harjobinangun. Sedangkan untuk dampak erupsi rendah

dengan skor 0-20, tidak ada desa yang masuk pada kategori ini. Dari analisis jalur evakuasi di kecamatan Turi, Pakem dan cangkrikan yaitu dengan menggunakan jalur lokal dan jalan lain yang berada di tiga kecamatan tersebut. Jalur evakuasi yang dilalui berada dekat dengan permukiman warga yang mengakibatkan jalur tersebut berpengaruh dalam evakuasi penduduk setempat yang berada di daerah rawan bencana setempat yang aman dan jauh dari daerah yang rawan bencana tersebut.

Ucapan terima kasih

Pada kesempatan ini, para penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penulisan paper ini. Khususnya kepada Bapak Sandri Erfani, S.Si., M.Eng. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan serta turut membantu dalam penyusunan prosiding ini..

Daftar Pustaka

- Badan Geologi. *G. Merapi, Jawa Tengah*. Bandung: PVMBG, 2019.
- BNPB, 2010. Kawasan Rawan bencana Erupsi, 2010. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Yogyakarta, 18 November 2010.
- Kardono, dkk., (2015). *Paradigma Geomaritim: Strategi Mewujudkan Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia dalam Perspektif Geografi*. Jakarta: Badan Informasi Geospasial.
- Katili, J.A. (1980). *Geotectonics of Indonesia: a Modern View*. Jakarta: Direktorat Jendral Pertambangan.
- Macdonald, G.A., 1972, *Volcanoes*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 510.
- Nakada, S., dkk., 2019. Eruption Scenarios of Active Volcanoes in Indonesia. *Journal of Disaster Research*, 14(1), 40-50. doi:10.20965/jdr.2019.p0040.
- Newhall, dkk., 2000. 10,000 Years of Explosive Eruptions of Merapi Volcano, Central Java: Archaeological and Modern Implications. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 100(1-4), 9-50. DOI:10.1016/S0377-0273(00)00132-3.
- Nirmalawati. 2011. Pembentukan Konsep Diri pada Siswa Pendidikan Dasar dalam Memahami Mitigasi Bencana. *Jurnal SMARTek*, Vol. 9 No. 1. Pebruari 2011: 61 – 69. Universitas Tadulako : Palu
- Nurjanah, dkk. 2011. *Manajemen Bencana*. Bandung: Alfabeta
- Pangestu, Alex. 2010. *Mungkinkah kejadian Merapi dan Mentawai berhubungan?*. <http://nationalgeographic.co.id>. Diakses tanggal 31 Oktober 2010.
- Pratomo, I. (2006). Klasifikasi Gunung Api Aktif Indonesia, Studi Kasus dari Beberapa Letusan Gunung Api dalam Sejarah. *Jurnal Geologi Indonesia* 1 (4): 209-227.
- Selles, dkk., 2012. Characterisation of the Volcano-sedimentary Deposits of an Active Strato-volcano: The Merapi Case Example (Central Java, Indonesia). *Proceedings, 5th AUN/SEED-Net Regional Conference on Geo-Disaster Mitigation in ASEAN*.
- Verstappen, H. Th. (2013). *Garis Besar Geomorfologi Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Widanty & Pamungkas, J. (2023). Pengembangan Media Flashcard Mitigasi Bencana Alam Gunung Meletus. *Jurnal Obsesi*, 7.
- Widodo, B. 2010. Kajian Kerusakan Bangunan Akibat Erupsi Gunung Merapi Tahun 2010 di Kabupaten Sleman. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.