



Perencanaan Partisipatif Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul Desa Ngargomulyo dalam Upaya Pengurangan Resiko Bencana Gunungapi Merapi

Adam Abraham Wiwaha¹, Estuning Tyas Wulan Mei² dan Rini Rachmawati³

[Diterima: 31 Agustus 2015; disetujui dalam bentuk akhir: 27 Januari 2016]

Abstrak. Peran serta masyarakat dalam penentuan jalur evakuasi dan titik kumpul partisipatif perlu dilakukan dengan tujuan hasil perencanaan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan kondisi lingkungan. Desa Ngargomulyo yang terletak 6,5 km dari puncak Gunungapi Merapi merupakan salah satu contoh desa yang memerlukan penentuan jalur evakuasi untuk menekan resiko yang ada. Berangkat dari latar belakang urgensi jalur evakuasi dan partisipasi masyarakat dalam proses perencanaannya, artikel ini dibuat dengan tujuan memberikan gambaran mengenai perencanaan partisipatif jalur evakuasi dan titik kumpul Desa Ngargomulyo. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode partisipatif, dengan teknik Focus Group Discussion untuk menghasilkan peta jalur evakuasi yang baik. Melalui FGD tersebut dapat diketahui bahwa masyarakat memilih semua jalur yang mungkin untuk dilalui untuk melakukan evakuasi. Skema evakuasi masyarakat desa adalah menuju titik kumpul dusun terlebih dahulu kemudian menuju titik kumpul desa sebelum akhirnya menuju Desa Tamanagung sebagai tempat pengungsian. Terbatasnya alternatif jalur yang dapat diambil masyarakat untuk evakuasi menciptakan kebutuhan pembangunan struktural dan non struktural untuk masyarakat desa agar evakuasi dapat berjalan dengan lancar.

Kata kunci. Merapi, Partisipatif, Evakuasi.

[Received: 31 August 2015; accepted in final version: 27 January 2016]

Abstract. Community involvement in the planning of evacuation routes and meeting points is necessary to make the result suitable for the community's needs and the conditions in their environment. Ngargomulyo Village, located 6.5 km from the peak of Merapi Volcano, needs evacuation planning as an effort in disaster risk reduction. Against the background of the urgency of establishing emergency evacuation routes for Ngargomulyo Village and the need for community involvement in the planning process, this paper presents a participatory planning of evacuation routes and meeting points for this village. The method used involved focus group discussion in view of producing an adequate evacuation map. All possible evacuation routes were evaluated by the community. According to the evacuation scheme, the inhabitants of the local settlements first have to go to the meeting point of their own settlement (titik kumpul dusun) and then move on to the village meeting point (titik kumpul desa) and next to the refugee

¹Fakultas Geografi UGM, Sekip Utara, Yogyakarta 55281, (62)(0274) 902340 dan (62)(0274) 589595, adamawiwaha@gmail.com

²Fakultas Geografi UGM.

³Fakultas Geografi UGM.

camp in Tamanagung Village. An alternative scheme involves direct evacuation to Desa Tamagung without going through the village meeting point. Limited number of alternative evacuation routes creates the needs of structural and non structural developments to enable a smooth evacuation of the village community.

Keywords. Merapi, Participatory Planning, Evacuation.

Pendahuluan

Indonesia berada di lingkungan bencana dengan dikelilingi oleh *ring of fire* yang mempengaruhi persebaran gunungapi di wilayah Indonesia (Sriyono, 2014). Distribusi gunungapi yang sangat banyak di Indonesia mendatangkan banyak manfaat, seperti menjamin ketersediaan lahan subur untuk pertanian sehingga mempunyai potensi ketahanan pangan, ketersediaan mata air yang cukup serta sistem DAS dan air tanah yang baik karena konfigurasi topografi yang baik. Selain manfaat tersebut, Indonesia juga mempunyai risiko terhadap bencana dan kerentanan yang tinggi terhadap dampak bencana gunungapi yang ada di Indonesia. Profil masyarakat perdesaan di sekitar gunung yang relatif memiliki keterbatasan akses terhadap aset, menjadikan masyarakat tersebut menjadi masyarakat yang tidak berdaya menghadapi ancaman dan dampak dari bencana gunungapi yang mungkin timbul. Indonesia dengan distribusi gunungapi di wilayahnya, terancam oleh dampak bencana yang akan datang seiring dengan potensi dari gunungapi tersebut. Gunungapi Merapi dengan siklus aktivitasnya yang cenderung destruktif merupakan salah satu contoh dari ancaman yang dapat merugikan wilayah di sekitarnya.

Berbagai keragaman erupsi Merapi dengan berbagai tingkat kekuatannya menimbulkan banyak dampak pada lingkungan di sekitar Merapi. Dampak erupsi dapat berupa dampak positif dan dampak negatif. Dampak positif dapat dirasakan setelah beberapa lama seperti endapan materi yang dapat menyuburkan tanah. Namun dampak negatif dapat dirasakan lebih awal dan sangat merugikan masyarakat sekitar. Dampak negatif erupsi adalah kematian pada hewan ternak, kerusakan lahan, kerusakan tanaman dan kerusakan bangunan. Seluruh dampak tersebut jika diperhatikan adalah modal fisik milik manusia. Menurut Juliani et al (2010) terdapat setidaknya 3000 lebih bangunan yang rusak parah di Kecamatan Cangkringan karena erupsi yang terjadi. Menurut Peta Rawan Bencana Merapi tahun 2011 milik Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, setidaknya terdapat 31.466 bangunan yang berada di zona bahaya dampak erupsi Merapi. Jika diasumsikan sebagian besar dari bangunan tersebut adalah permukiman, maka banyak masyarakat yang berisiko terkena dampak langsung erupsi Merapi. Untuk menekan angka kerusakan dan korban jiwa yang mungkin dapat timbul dapat dilakukan dengan upaya mitigasi.

Intensitas kekuatan erupsi Gunungapi Merapi pada tahun 2010 memberikan tantangan yang besar kedepannya dalam melakukan evakuasi (Mei et al, 2013). Jalur evakuasi setidaknya dapat melayani masyarakat tersebut dengan cepat dan efisien. Jalur evakuasi dan titik kumpul dalam penentuannya banyak ditentukan oleh instansi pemerintah, antara lain Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan Badan Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian dan Bencana Geologi (BPPTKG) dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang mempengaruhi tingkat keefektifan jalur evakuasi tersebut. Mengacu pada pengalaman evakuasi tahun 2010, peta jalur evakuasi tidak dijadikan dasar secara langsung dalam proses evakuasi. Mei (2013) menyatakan bahwa masyarakat lebih bergantung pada koordinasi antar pihak dalam melakukan evakuasi. Sebelum terjadi erupsi besar, masyarakat dan pemerintah daerah sebelumnya telah melakukan koordinasi mengenai prosedur – prosedur yang harus dilakukan dalam evakuasi. Proses evakuasi sebelumnya berjalan lancar dengan adanya koordinasi yang

kuat tersebut. Namun, setelah terjadi erupsi besar masyarakat dan pemerintah kesulitan dalam mengelola proses evakuasi. Salah satu kesulitan dalam evakuasi tahun 2010 adalah masyarakat yang tidak tahu jalur mana yang harus dilalui saat melakukan evakuasi. Agar jalur evakuasi dapat dengan mudah dipahami oleh masyarakat luas, khususnya masyarakat yang hidup di sekitar Merapi, maka dapat diterapkan pembuatan peta jalur evakuasi secara partisipatif dengan mempertimbangkan pendapat warga sebagai input utama perencanaan. Selain itu, dengan pelibatan masyarakat secara langsung dalam pembuatan peta jalur evakuasi, pemahaman masyarakat mengenai kondisi wilayahnya akan bertambah sehingga masyarakat tahu apa yang menjadi kebutuhan wilayahnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang diungkapkan Yusup (2014), pengelolaan bencana tidak selalu menggunakan pendekatan teknis, tingkah laku, dan struktural terhadap risiko bencana. Perlu diadopsi aspirasi masyarakat sebagai korban bencana untuk mengontrol pengelolaan bencana yang ada.

Berangkat dari latar belakang urgensi jalur evakuasi dan partisipasi masyarakat dalam proses perencanaannya, artikel ini dibuat dengan tujuan memberikan gambaran mengenai perencanaan partisipatif jalur evakuasi dan titik kumpul Desa Ngargomulyo. Kajian mengenai penentuan jalur evakuasi dan titik kumpul secara partisipatif yang merupakan rangkaian penelitian dalam payung riset hibah Education for Sustainable Development (ESD) 2014 dapat memahami kebutuhan masyarakat terhadap jalur evakuasi dan titik kumpul untuk kepentingan mitigasi bencana sekaligus meningkatkan kapasitas masyarakat dalam perencanaan khususnya di untuk Desa Ngargomulyo.

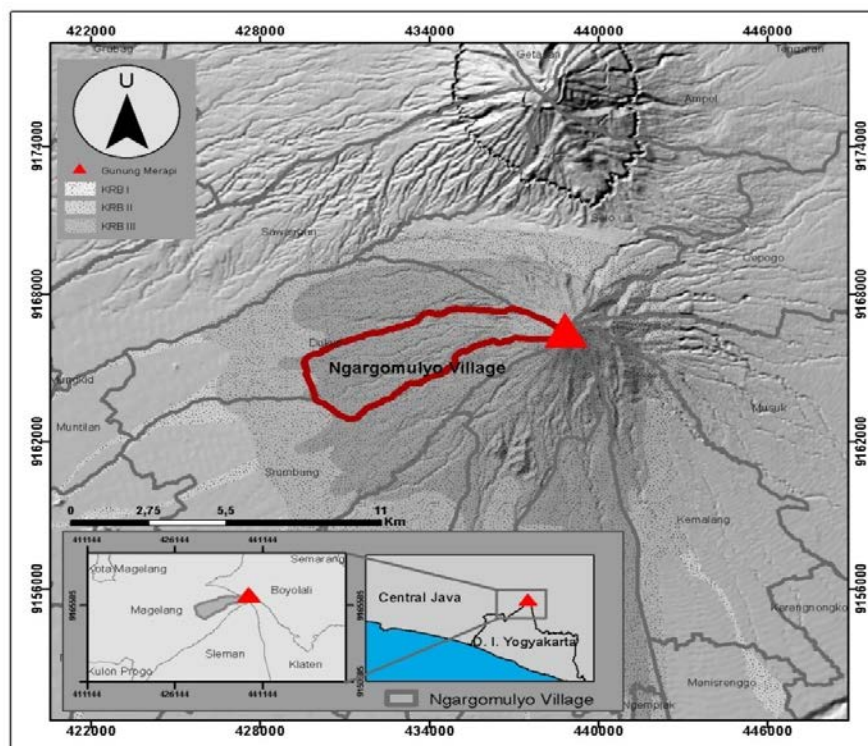
Desa Ngargomulyo

Kondisi Desa Ngargomulyo

Desa Ngargomulyo terletak di lereng Gunungapi Merapi dan hanya berjarak 6,5 km dari puncak Gunungapi Merapi. Dilihat dari aspek fisiknya, Desa Ngargomulyo didominasi oleh bentuk lahan hasil proses vulkanis hasil aktivitas Gunungapi Merapi. Beberapa sisa proses vulkanik terbaru adalah berupa debris sisa material erupsi tahun 2010 yang tersebar di beberapa bagian sungai. Topografi mikro wilayah yang dijumpai adalah landai dan bergelombang. Permukiman yang ada di Desa Ngargomulyo umumnya tersebar di wilayah yang relatif landai. Desa Ngargomulyo berada di antara dua sungai, yaitu Sungai Lamat dan Sungai Blongkeng. Sungai – sungai tersebut merupakan jalur lahar dingin ketika bencana erupsi Gunungapi Merapi terjadi. Ditinjau dari aspek spasial, resiko bencana Gunungapi Merapi Desa Ngargomulyo sebagian besar wilayahnya masuk ke dalam Kawasan Rawan Bencana Tiga (lihat Gambar 1) dimana menurut Direktorat Vulkanologi 2010, kawasan tersebut memiliki risiko tinggi terhadap aliran lava, piroklastik dan awan panas.

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa Desa Ngargomulyo memiliki resiko yang relatif tinggi terhadap bahaya erupsi. Salah satu upaya untuk menurunkan tingkat resiko dan konsekuensi adalah dengan evakuasi (Zuilekom et al, 2006). Evakuasi adalah upaya yang paling cocok untuk menjamin keselamatan dari masyarakat (Southworth, 1991). Namun begitu, evakuasi memerlukan dukungan banyak faktor dan keterlibatan masyarakat agar dapat berjalan dengan lancar. Mei et al (2013) menyatakan bahwa proses evakuasi dapat berjalan rumit saat masyarakat tidak siap melakukan evakuasi. Oleh karena itu diperlukan persiapan sejak dini agar proses evakuasi dapat berjalan dengan lancar. Persiapan tidak hanya fokus pada pembangunan sarana dan prasarana saja, tetapi juga pada pembangunan kapasitas masyarakat. Pembangunan kapasitas masyarakat dapat dilakukan dengan melibatkan masyarakat dalam kegiatan perencanaan evakuasi desa. Kaitannya dengan perencanaan, masyarakat mempunyai peran

penting dalam penilaian risiko dan implementasi perencanaan untuk pengurangan resiko bencana (Choudhury dan Sarker, 2011). Selain itu, kapasitas, kesadaran dan ketrampilan masyarakat akan terbangun sehingga dapat mengurangi tingkat kerentanan (Abe, 2002). Upaya Pembangunan kapasitas masyarakat dengan memberikan ruang bagi masyarakat dalam kegiatan perencanaan dapat diimplementasikan dalam kegiatan perencanaan partisipatif dan pemetaan jalur evakuasi dan titik kumpul untuk desa. Profil masyarakat desa yang agraris menjadikan Desa Ngargomulyo cenderung hanya menerima hasil perencanaan dari pemerintah kecuali bila adanya program pemberdayaan masyarakat. Kurangnya peran serta masyarakat dalam perencanaan tersebut dapat mengakibatkan tingkat kerentanan masyarakat cenderung statis atau meningkat karena masyarakat hanya berperan sebagai objek perencanaan tanpa adanya penguatan kapasitas masyarakat.



Gambar 1. Peta Lokasi Desa Ngargomulyo

Sumber : Analisis Data Sekunder 2015

Urgensi Perencanaan Jalur Evakuasi di Desa Ngargomulyo

Jalur evakuasi menurut Perda Kabupaten Klaten No. 11 tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Klaten 2011 adalah arah yang ditempuh untuk melakukan pengungsian dari wilayah terdampak bencana ke wilayah yang dapat menampung penduduk dan berada di luar dampak bencana. Penentuan jalur evakuasi idealnya dapat sesuai dengan kebutuhan masyarakat agar dapat mendukung dalam upaya evakuasi dan meminimalisir kerentanan masyarakat desa. Selain jalur evakuasi, perlu dipertimbangkan juga penentuan titik kumpul sebagai tempat berkumpul sementara selama situasi tanggap bencana. Penentuan titik kumpul sebaiknya berada di sekitar lingkungan blok permukiman tertentu dengan asumsi titik kumpul tersebut dapat memfasilitasi masyarakat yang ada pada blok permukiman tersebut. Jalur evakuasi dan titik kumpul memerlukan partisipasi masyarakat dalam proses pembuatannya. Masyarakat setempat tentunya

lebih mengetahui bagaimana kondisi dan situasi setempat serta kebutuhan akan wilayah tersebut. Peran pemerintah diperlukan untuk memberikan arahan dalam proses pembuatannya agar lebih terarah. Peran serta masyarakat dalam penentuan jalur evakuasi perlu dilakukan dengan tujuan hasil perencanaan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan kondisi lingkungan. Abe (2002) menyatakan bahwa perencanaan yang melibatkan masyarakat desa (perencanaan partisipatif) akan dapat menghasilkan luaran yang tidak melenceng dari kebutuhan masyarakat.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan kegiatan di dalam rangkaian Hibah Penelitian *Education for Sustainable Development 2014* yang dilakukan di Desa Ngargomulyo. Kegiatan yang ada didalamnya diantaranya adalah : (1) identifikasi sumber daya, (2) penjajagan program, (3) pembuatan peta dan atlas, (4) revisi draft rencana kontigensi, (5) *focus group discussion* (FGD), (6) Seminar *Cities on Volcano* dan (6) Pembuatan *leaflet* dan sosialisasi. Kegiatan yang difokuskan oleh penulis adalah pemetaan dan FGD agar dapat bersama-sama dengan masyarakat menyusun Peta Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul Desa Ngargomulyo.

Teknik Pengumpulan Data

Data sekunder berupa citra penginderaan jauh wilayah Desa Ngargomulyo dan sekitarnya diperoleh melalui proses *download* pada data base *Bing Map Satellite*. Data spasial lain berupa data jalan, permukiman, sungai, batas administrasi diperoleh dari *database* pribadi yang telah dicocokkan dengan citra penginderaan jauh Desa Ngargomulyo dan sekitarnya. Data tersebut kemudian diolah menjadi peta dasar (lihat Gambar 2) yang digunakan dalam proses FGD pembuatan peta jalur evakuasi dan titik kumpul.



Gambar 2. Proses FGD Pemetaan Jalur Evakuasi
Sumber: Dokumentasi Pribadi 2015

FGD dilakukan satu kali pada Selasa, 3 Maret 2015. Peserta FGD merupakan kepala dusun dan penggiat bencana Desa Ngargomulyo. Target utama peserta adalah kepala dusun. Pemilihan kepala dusun sebagai peserta FGD dikarenakan kepercayaan masyarakat setempat terhadap kepala dusun sangat tinggi. Hal tersebut dibuktikan ketika dilakukan wawancara kepada masyarakat Desa Ngargomulyo mengenai kesiapan evakuasi. Mayoritas dari masyarakat yang ditemui mengatakan bahwa keputusan evakuasi sangat bergantung pada kepala dusun dan kepala desa, mayoritas masyarakat akan mengikuti apa yang menjadi keputusan kepala dusun

dan kepala desa. Selain itu kepala dusun tentunya memiliki kapasitas lebih dalam pemahaman wilayahnya. FGD hanya dilakukan satu kali saja. Namun begitu, untuk melengkapi kebutuhan data dan evaluasi hasil FGD dilakukan koordinasi informal dengan kepala desa dan kepala dusun secara perorangan. Hasil koordinasi dan evaluasi menyatakan bahwa peta yang ada sudah sesuai jalur yang diinginkan masyarakat.

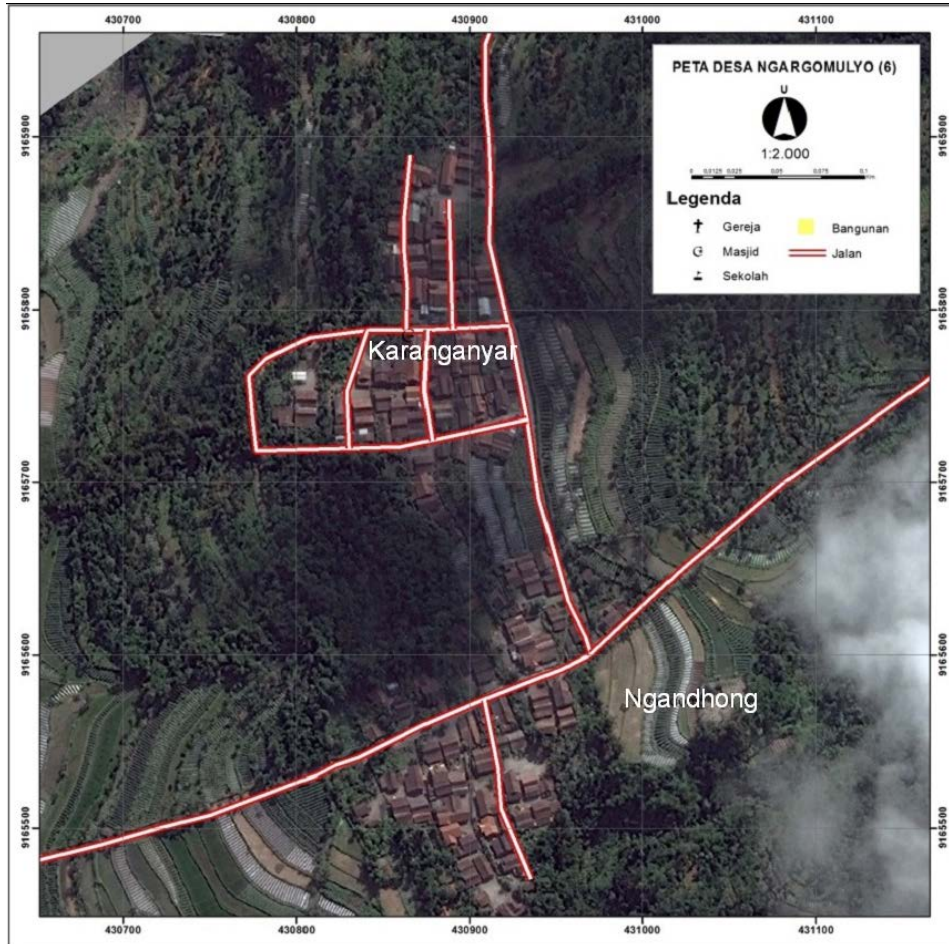
Tidak ada parameter khusus yang digunakan dalam penelitian untuk penentuan jalur evakuasi yang optimal. Parameter – parameter yang ada secara tidak langsung dijelaskan dalam alasan pemilihan jalur evakuasi yang diungkapkan oleh masyarakat, yaitu kondisi *existing* jaringan jalan dan kebiasaan melewati jalan tersebut. Sebelum FGD berlangsung dilakukan paparan mengenai kondisi ideal jalur evakuasi dengan tujuan dapat menjadi bahan pertimbangan, yaitu : tidak melewati jembatan, tidak melewati sungai, dan tidak mendekati sumber bahaya. FGD ditutup dengan evaluasi Peta Jalur Evakuasi tahun 2014. Masyarakat memberikan masukan dan pendapat akan peta jalur evakuasi 2014. Menurut masyarakat sendiri terdapat beberapa kesalahan dalam penggambaran peta jalur evakuasi. Namun begitu peta yang ada sudah cukup membantu masyarakat dalam memahami jalur evakuasi. Hasil FGD memberikan gambaran bahwa masyarakat kurang memandang kondisi ideal jalur evakuasi yang ada. Selama jalan yang ada dapat memudahkan proses evakuasi, maka jalan tersebut akan digunakan sebagai jalur evakuasi.

Pendekatan *bottom up* dengan perencanaan partisipatif ini memang dapat memfasilitasi aspirasi masyarakat secara langsung. Namun begitu, terdapat beberapa kelemahan dari metode ini. FGD dilakukan dengan perwakilan tiap-tiap dusun sehingga tidak semua aspirasi masyarakat desa terfasilitasi. Aspirasi hanya bersifat perwakilan dari kepala dusun yang merupakan pemangku kebijakan strategis desa. Perlu upaya tindak lanjut dari desa untuk membahas keberlanjutan hasil FGD di dalam forum desa sehingga hasil akan lebih terpublikasi dan hasil akhirnya dapat ditingkatkan. Selain itu, metode ini kurang cocok untuk diterapkan di skala wilayah yang lebih luas. Hal tersebut dikarenakan skala wilayah yang lebih luas tentunya memiliki kondisi yang lebih heterogen. Diperlukan pendekatan normatif terhadap kondisi wilayah agar mendapatkan hasil pemetaan yang lebih baik.

Setia (2013) menggunakan beberapa parameter untuk menentukan jalur evakuasi yang efisien, yaitu kemiringan lereng, KRB, panjang jalan, lebar jalan, jenis permukaan jalan, kondisi jalan, arah, dan keberadaan jembatan. Parameter tersebut kemudian dimodelkan dengan bobot tertentu untuk mendapatkan jalur yang paling baik. Permodelan milik Setia (2013) sangat cocok untuk dilakukan pada wilayah yang luas karena jangkauan data untuk tema tersebut sangat luas dan pengolahan untuk wilayah yang luas dapat dilakukan dengan cepat dengan model tersebut. Berbeda dengan penelitian di Desa Ngargomulyo yang hanya berada di tingkat desa. Peneliti menggunakan pendekatan pengetahuan lokal masyarakat karena hal tersebut dapat dilakukan di wilayah yang relatif kecil untuk mendapatkan informasi yang relatif detail.

Pengumpulan data primer, yaitu sketsa peta jalur evakuasi dan titik kumpul diperoleh melalui proses FGD yang didasarkan pada peta desa yang telah disediakan. FGD dilakukan dengan enam orang fasilitator yang melayani 16 peserta FGD terdiri dari perwakilan dusun di Desa Ngargomulyo. FGD dibagi menjadi dua kelompok (A dan B) sesuai dengan aglomerasi lokasi dusun. Peserta FGD Tim A berasal dari Dusun Bojong, Dusun Gemer, Dusun Tangkil, Dusun Kalibening dan Dusun Karanganyar. Peserta FGD Tim B berasal dari Dusun Sabrang, Dusun Kembang, Dusun Tanen, Dusun Baturduwur, Dusun Braman, Dusun Baturngisor. FGD dibagi menjadi beberapa sesi, diantaranya identifikasi wilayah, penggambaran jalur dan diskusi, perencanaan evakuasi berdasarkan skenario evakuasi tertentu (hari hujan, malam hari, dan tidak

ada kendaraan penjemput), dan evaluasi pemetaan. Meskipun tim hanya beranggotakan 6 orang, tujuan FGD dapat tercapai dengan cukup baik.



Gambar 3. Peta Desa Ngargomulyo
Sumber: Analisis Data Primer 2015

Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Hasil FGD berupa sketsa peta jalur evakuasi dan titik kumpul kemudian diolah kembali dengan menggunakan software pemetaan *ArcGis*. Sketsa direpresentasikan kembali dalam bentuk data dengan referensi spasial agar dapat menjadi peta yang akurat. Analisis pada peta dilakukan dengan deskriptif menguraikan secara mendetil jalur evakuasi yang diambil masyarakat Desa Ngargomulyo. Analisis peta juga dilakukan dengan melihat pola kecenderungan masyarakat dalam melakukan evakuasi.

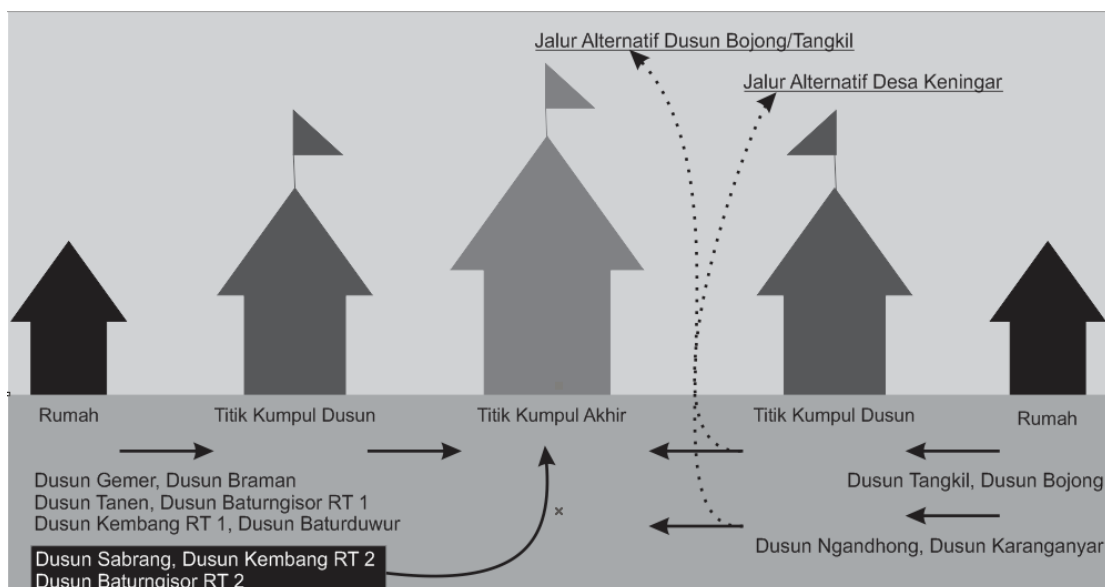
Hasil Pemetaan Partisipatif

Deskripsi Peta Jalur Evakuasi dan Titik Kumpul

Jalur evakuasi yang diambil masyarakat dalam peta jalur evakuasi adalah hampir seluruh jalan yang ada di Desa Ngargomulyo. Jalur yang dipilih diketahui merupakan jalur yang biasa digunakan masyarakat desa sehari-hari. Masyarakat dalam memilih jalur evakuasi tidak

membedakan kelas jalan untuk kepentingan prioritas pemilihan jalur. Jalur yang diambil berbentuk jalan setapak, jalan lingkungan dan jalan desa yang cukup lebar. Jalur yang tidak diambil adalah jalur yang menurut masyarakat tidak bisa dilewati ketika bencana terjadi. Jalur tidak bisa dilewati karena mendekati bahaya seperti sungai besar yang menjadi wadah banjir lahar dingin. Namun begitu ada beberapa jalur yang secara terpaksa harus melewati jembatan di atas sungai yang besar dan sungai kecil karena tidak ada jalur lain yang dapat ditempuh. Representasi jalur evakuasi dibedakan menjadi 4 klasifikasi berdasarkan tujuan jalur tersebut, yaitu menuju balai desa, menuju titik kumpul, menuju keluar dusun/desa dan alternatif ke arah luar dusun/desa. Tidak semua peta mempunyai 4 tujuan jalur. Hal tersebut dikarenakan kondisi yang berbeda dari wilayah satu dengan wilayah lainnya. Wilayah yang tidak memiliki banyak klasifikasi jalur, diketahui hanya memiliki satu pilihan jalan saja yang dapat dilalui untuk melakukan evakuasi. Sementara itu titik kumpul yang ditentukan masyarakat desa merupakan titik kumpul yang sudah disepakati sebelumnya. Bentuk titik kumpul berupa bangunan khusus, tanah lapang, rumah kepala dusun dan badan jalan. Pemilihan titik kumpul tersebut didasarkan pada kesepakatan warga bersama dengan melihat ketersediaan lahan yang ada. Dusun Tangkil yang memang mempunyai bangunan gereja yang cukup lebar memfungsikan gereja tersebut secara khusus untuk titik kumpul sementara, sedangkan Dusun Gemer titik kumpul yang digunakan adalah perpotongan jalan karena keterbatasan lahan. Meskipun terdapat perbedaan kondisi titik kumpul, tidak sedikit masyarakat Desa Ngargomulyo yang menerima perbedaan tersebut dan bersyukur atas kondisi yang ada.

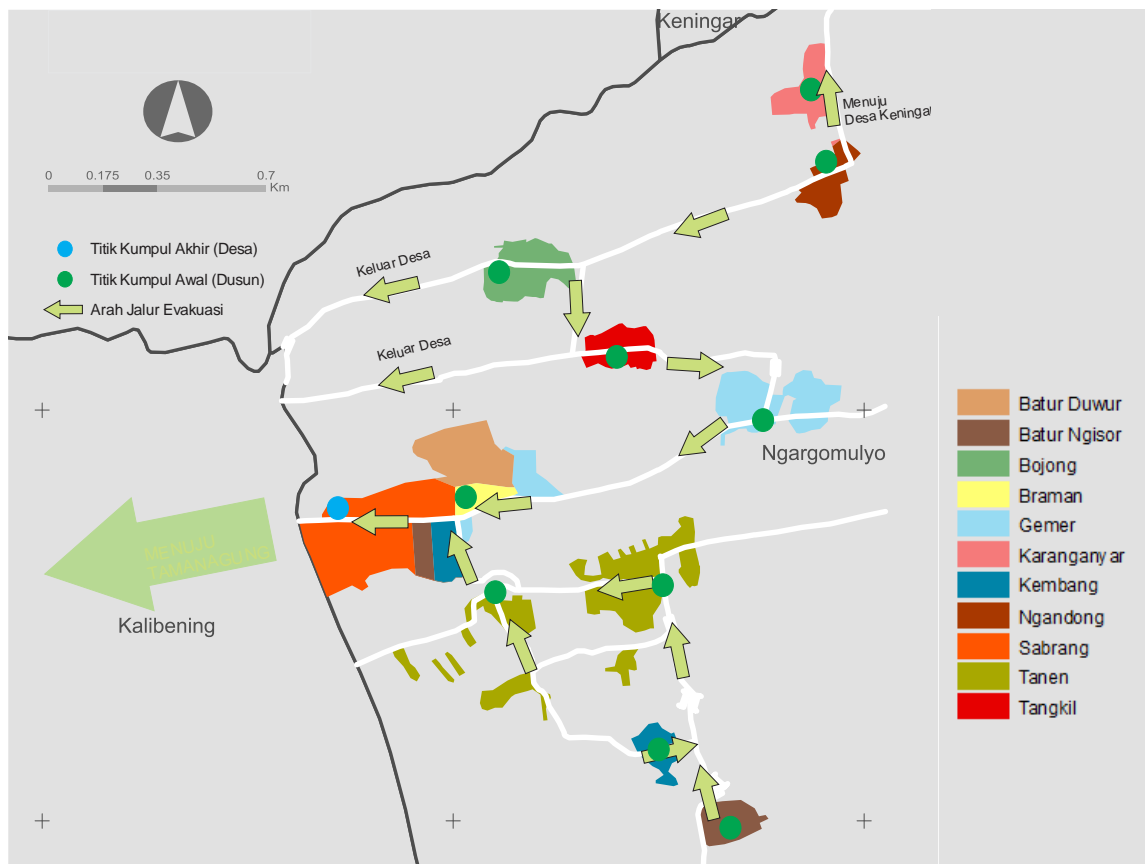
Skema evakuasi masyarakat desa secara umum adalah dengan melakukan evakuasi ke titik kumpul pertama terlebih dahulu (titik kumpul masing-masing dusun) kemudian melakukan evakuasi ke titik kumpul akhir sebelum akhirnya melakukan evakuasi ke tujuan akhir (balai desa), yaitu Desa Tamanagung. Terdapat beberapa perbedaan skema evakuasi untuk beberapa dusun (lihat Gambar 3).



Gambar 4. Skema Evakuasi
Sumber: Analisis Data Primer 2015

Kelompok Dusun Gemer, Dusun Braman, Dusun Tanen, Dusun Baturngisor RT 1, Dusun Kembang RT 1 dan Dusun Baturduwur ketika melakukan evakuasi idealnya terlebih dahulu menuju titik kumpul dusun kemudian menuju titik kumpul akhir di balai desa. Sementara untuk

Dusun Sabrang, Dusun Kembang RT 2 dan Dusun Baturngisor RT 2 tujuan evakuasi adalah langsung menuju titik kumpul akhir karena letak dusun yang dekat dengan balai desa. Dusun tersebut akan mendapat kendaraan penjemputan pengungsian (jika ada) lebih awal sehingga dapat mengurangi jumlah warga yang harus dievakuasi dan dapat mengurangi resiko macet. Sementara itu, untuk Dusun Tangkil dan Bojong setelah melakukan evakuasi ke arah titik kumpul dusun, evakuasi dapat dilakukan dengan kemudian pergi menuju titik kumpul akhir atau langsung menuju keluar desa dengan jalur alternatif yang ada. Dusun Ngandhong dan Karanganyar memiliki jalur yang kurang lebih sama dengan jalur Dusun Tangkil dan Bojong hanya saja terdapat alternatif lain, yaitu melewati Desa Keningar. Gambaran umum skema evakuasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 5. Skema Peta Jalur Evakuasi
Sumber: Analisis Data Primer 2015

Jalur Evakuasi Kelompok Wilayah Utara (Dusun Bojong, Dusun Tangkil, Dusun Karanganyar)

Dusun Bojong dan Tangkil dapat melalui jalur ke arah barat menuju Desa Kalibening dan langsung ke tujuan akhir atau menuju balai desa terlebih dahulu. Desa Ngandong dan Desa Kalibening dapat menggunakan 3 alternatif, yaitu yang pertama adalah ke arah balai desa. Alternatif ke dua, yaitu menuju utara dengan melewati jalan semen sejauh 300 meter yang akan langsung tersambung pada jalan aspal selebar 3 meter di Desa Keningar. Alternatif ke tiga adalah melewati jalur alternatif yang dimiliki Dusun Bojong dan Dusun Tangkil ke arah Desa Kalibening. Pemilihan penggunaan alternatif jalur tidak didasarkan pada pembobotan tertentu.

Masyarakat hanya memperkirakan jalan mana yang kiranya tidak macet dan bisa lebih cepat menuju ke arah tempat pengungsian. Menurut peserta FGD tidak akan terjadi tabrakan lalu lintas karena perbedaan jalur yang ditempuh. Hal tersebut dikarenakan perhitungan “kira-kira” yang dilakukan warga. Ditinjau dari segi jarak dan efisiensi memang jalur yang paling cepat adalah dengan melalui jalur yang menuju Kalibening. Jalur yang ada tidak harus memutar seperti jalur dari Tangkil ke balai desa yang harus mendekati pusat bencana kurang lebih sejauh 500 meter.



Gambar 6. Jalur Evakuasi Dusun Baturngisor RT 1
Sumber: Dokumentasi Pribadi 2015

Jalur Evakuasi Kelompok Wilayah Selatan (Dusun Baturngisor (RT 1), Dusun Kembang (RT 1), Dusun Tanen)

Jalur yang ditempuh oleh Dusun Baturngisor RT 1 adalah jalur yang sangat buruk dengan topografinya yang bergelombang dan kondisi jalan yang rusak. Jalan ini langsung menuju Dusun Kembang dan Dusun Tanen sebelum akhirnya menuju ke balai desa. Jalur tersebut sangat sempit dan kurang mendukung untuk kendaraan besar. Jika ada dua kendaraan yang melewati jalan tersebut dengan berlawanan arah, menurut masyarakat desa kemungkinan besar akan terjadi simpul mati dan mengakibatkan terhentinya proses evakuasi. Selain itu, jalur evakuasi wilayah selatan juga harus melewati jembatan kecil yang menurut warga terlalu rendah dan dikelilingi dinding tebing. Salah satu masyarakat yang ditemui di Dusun Baturngisor mengungkapkan bila sebelumnya sudah diupayakan perbaikan pada ruas jalan di lingkungan tersebut, tetapi pada akhirnya perbaikan tidak terlaksana karena alasan yang tidak jelas. Masyarakat di wilayah selatan tidak mempunyai alternatif jalan lain yang dapat digunakan untuk evakuasi selain semua jalur yang dapat ditempuh untuk menuju kendaraan penjemput yang ada di balai desa. Pembahasan terhadap kelompok dusun wilayah tengah (Dusun Sabrang, Dusun Baturngisor (RT 2), Dusun Kembang (RT 2), Dusun Baturduwur, Dusun Braman dan Dusun Gemer) tidak diungkapkan secara khusus dalam sub bab khusus karena jalur yang diambil relatif sederhana, yaitu langsung menuju titik kumpul akhir atau menggunakan titik kumpul dusun (jika ada) terlebih dahulu.

Potensi Kendala Teknis pada Jalur Evakuasi

Kendala yang mungkin timbul dalam teknis pelaksanaan evakuasi yang ada adalah kemungkinan masyarakat yang tidak dapat melaksanakan evakuasi sesuai dengan prosedur yang ada karena mengalami kepanikan seperti yang dialami pada tahun 2010. Mei et al (2013)

menyatakan bahwa dalam periode erupsi besar masyarakat cenderung tidak tahu apa yang harus dilakukan dan kurang pertimbangan dalam melakukan evakuasi. Dampak dari hal tersebut adalah masyarakat yang salah mengambil jalur evakuasi, semakin mendekat ke sumber bahaya, dan terpisah dari keluarga. Peran pemerintah desa dan tokoh masyarakat dalam hal ini sangat berperan dalam mencegah kepanikan yang dapat mempengaruhi masyarakat desa. Jadi selain sebagai pengatur teknis pelaksanaan evakuasi, hendaknya pemerintah desa dan tokoh masyarakat setempat dapat melakukan upaya koordinasi dengan mengayomi masyarakat agar terhindar dari kepanikan. Kemudian masalah selanjutnya adalah ternak. Salah satu program desa memiliki usulan untuk mengevakuasi ternak ketika bencana terjadi. Karena hal tersebut, maka harus direncanakan kapan sebaiknya ternak dapat diungsikan untuk mencegah lalu lintas teralalu padat. Evakuasi ternak dapat dilakukan pada saat kenaikan status gunung menjadi status waspada/siaga bersama dengan penduduk rentan dengan menggunakan kendaraan yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan apabila ternak dievakuasi terlebih dahulu maka ada kemungkinan timbul rasa kekhawatiran terhadap ternak yang diungsikan dan kemudian mengakibatkan masyarakat justru pergi – pulang ke tempat evakuasi dan kemudian rumah kembali pada saat kondisi gunung masih aktif. Apabila ternak diungsikan pada saat waspada/siaga bersama dengan penduduk rentan lainnya, kemungkinan penduduk rentan tersebut masih dapat mengurus ternak yang ada meski hanya sebatas mengawasinya karena keseharian penduduk rentan khususnya yang berusia tua memang bertani dan mengurus ternak. Selain itu, kekhawatiran terhadap keadaan ternak dapat diturunkan karena adanya masyarakat Desa Ngargomulyo yang dapat dipercayai menjaga ternak tersebut. Kendala lainnya adalah tidak adanya kendaraan untuk melakukan evakuasi baik berupa kendaraan pribadi atau kendaraan penjemput dari pemerintah atau lembaga tertentu. Menurut masyarakat desa kendaraan penjemput tidak berani untuk menjemput ketika Gunungapi Merapi erupsi besar. Masyarakat yang tidak memiliki kendaraan kemudian harus melakukan evakuasi dengan jalan kaki sampai jarak tertentu.

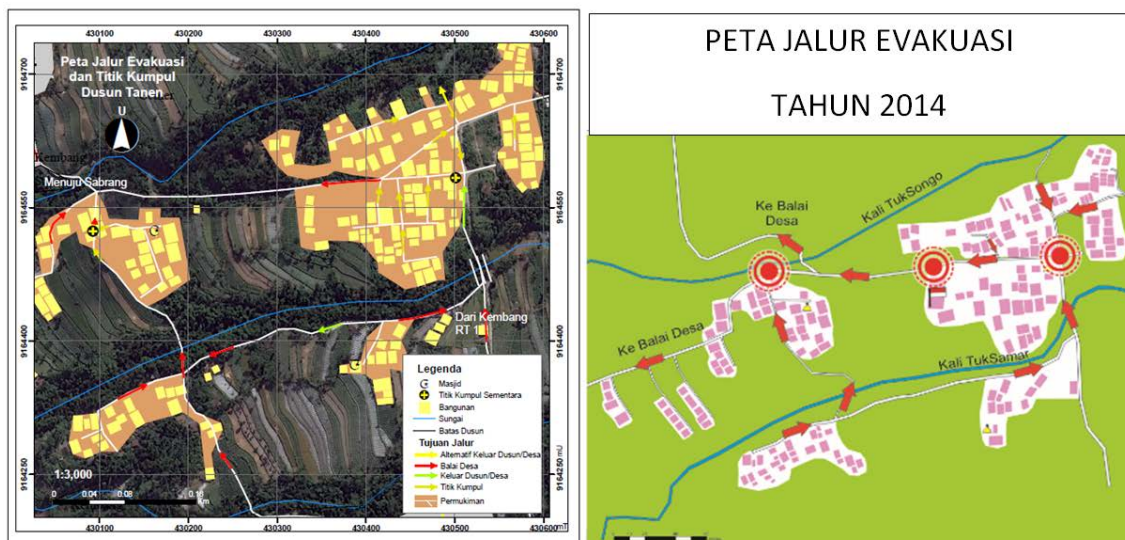
Peta jalur evakuasi dibuat untuk dapat memudahkan masyarakat dalam memahami kondisi wilayahnya dan jalur evakuasi di dalamnya. Meskipun peta dibuat dengan pendekatan partisipatif dengan masyarakat desa, terdapat kemungkinan akan kesulitan penggunaan peta dari pihak masyarakat desa. Oleh karena itu sosialisasi mengenai penggunaan peta sangat diperlukan. Penelitian mengenai jalur evakuasi ini memang tidak sampai pada hal sosialisasi. Peran kepala desa dan kepala dusun sangat dibutuhkan dalam sosialisasi peta jalur evakuasi yang ada. Harapannya dengan adanya sosialisasi dari kepala desa dan kepala dusun yang merupakan pejabat strategis desa, masyarakat dapat lebih memahami penggunaan peta jalur evakuasi yang ada. Pemanfaatan teknologi sederhana seperti radio komunitas dapat digunakan dalam sosialisasi ini. Seperti yang dijelaskan Yusup (2014), radio komunitas sangat berperan dalam penyebaran informasi mengenai kondisi terkini seputar Gunungapi Merapi. Radio dapat digunakan dalam penyebarluasan informasi mengenai keberadaan peta jalur evakuasi dan urgensi penggunaannya. Harapannya masyarakat menjadi lebih siap dan mandiri saat akan melakukan evakuasi apabila terjadi bencana di masa yang akan datang.

Peta Jalur Evakuasi Desa Ngargomulyo tahun 2014

Peta jalur evakuasi 2014 merupakan peta yang dibuat oleh kerjasama tim KKN PPM Desa Ngargomulyo, Desa Ngargomulyo, Osaka University, RESPECT, dan Institute of International Studies UGM. Peta yang dibuat menurut masyarakat memang ditentukan secara partisipatif, tetapi masih terdapat pengaruh yang kuat dari pihak non masyarakat desa, berbeda dengan peta jalur evakuasi 2015 dimana peneliti hanya memberi sedikit sekali pengaruh, yaitu dengan memberikan gambaran wilayah dari sudut pandang peneliti pada saat pemilihan jalur. Peta tahun 2015 dibuat dengan melalui proses FGD dimana pendapat masyarakat yang menjadi

pertimbangan utama pemilihan jalur evakuasi. Selain itu partisipasi masyarakat pada pemetaan jalur evakuasi juga mencapai tahap pengambilan keputusan jalur mana yang harus diambil. Hasil peta jalur evakuasi yang dirumuskan berdasarkan pendapat masyarakat dianggap telah sesuai dengan apa yang menjadi kebutuhan masyarakat. Hal tersebut dikarenakan adanya partisipasi masyarakat yang besar dalam pembuatan peta dapat memberikan hasil pemetaan bersifat dari masyarakat, untuk masyarakat dan oleh masyarakat

Secara umum jalur evakuasi yang digambarkan oleh ke dua peta tidak begitu berbeda. Perbedaan yang ada adalah pada peta jalur evakuasi tahun 2014 tidak digambarkan dengan jelas kemana arah evakuasi selanjutnya setelah menuju titik kumpul. Penggambaran jalur evakuasi hanya berupa jalur ke arah titik kumpul dusun tanpa digambarkan kejelasan arah selanjutnya. Selain itu, peta jalur evakuasi tahun 2015 juga menggambarkan jalur alternatif yang dapat ditempuh untuk melakukan evakuasi. Layout peta tahun 2014 tidak menggunakan sistem koordinat dan terdapat uraian prosedur tetap (protap) pelaksanaan evakuasi. Proporsi penyajian peta, legenda dan protap pada peta tahun 2014 adalah 4 : 1 : 5. Peta tahun 2015 menggunakan koordinat UTM 49 2 WGS 1984. Keterangan koordinat memang tidak terlalu penting bagi masyarakat, tetapi untuk kepentingan penelitian selanjutnya atau kepentingan dari pihak akademisi lain, keterangan koordinat sangat penting. Hal tersebut dikarenakan dengan adanya koordinat letak suatu fenomena dapat diketahui posisi pastinya di permukaan bumi. Proporsi penyajian peta tahun 2014 adalah 8 : 2 untuk peta dibanding dengan legenda. Peta tahun 2014 tidak menampilkan gambaran wilayah yang ada di sekitar wilayah kajian setiap peta. Hal tersebut dapat menyulitkan masyarakat dalam mengenali wilayahnya karena yang tersaji di dalam peta hanya ruas jalan dan blok bangunan saja.



Gambar 7 Peta Jalur Evakuasi tahun 2015 (1) dan Peta Jalur Evakuasi tahun 2014 (2)

Sumber: (1) Analisis Data Primer 2015, (2) Peta Jalur Evakuasi Dusun Tanen tahun 2014

Perbedaan berikutnya adalah letak titik kumpul yang berbeda dengan titik kumpul yang direncanakan masyarakat. Kemungkinan titik kumpul yang digambarkan peta tahun 2014 pada Gambar 5 (2) adalah titik temu dari setiap jalur yang ada. Peta tahun 2014 juga menggeneralisir penggunaan lahan di wilayah selain permukiman menjadi sawah, meski pada kenyataannya terdapat beberapa kenampakan vegetasi khususnya di sekitar sungai. Peta tahun 2014 menggambarkan adanya jalur ke arah barat yang menuju balai desa. Pada kenyataannya jalan tersebut tidak langsung mengarah ke balai desa dan justru menuju ke arah luar desa secara

langsung. Hal tersebut dapat dikategorikan sebagai kesalahan penggambaran jalur. Kesalahan tersebut harus direvisi untuk menghindari ketidaklancaran saat melakukan evakuasi. Kesalahan berikutnya adalah administrasi wilayah RT 1 dan RT 2 Dusun Kembang yang tertukar. Meskipun terdapat beberapa kesamaan dalam penggambaran jalur evakuasi tahun 2014 dan tahun 2015, peta tahun 2015 pada Gambar 5 (1) menggambarkan jalur evakuasi dengan lebih detil lagi, yaitu menggunakan penggambaran orientasi arah tujuan yang dapat membantu masyarakat dalam memahami arah tujuan evakuasi. Namun begitu, dalam penyajian layout besar peta pada tahun 2014 menyertakan protap yang dapat membantu masyarakat memahami mengenai apa yang harus dilakukan ketika bencana terjadi. Peta tahun 2014 memerlukan revisi pada beberapa penggambaran yang tidak sesuai seperti administrasi RT 1 dan RT 2 Dusun Kembang, arah representasi yang kurang jelas di dusun tertentu, dan penyesuaian penggambaran titik kumpul sementara sesuai dengan kondisi real di lapangan.

Perencanaan Evakuasi untuk Skenario Hari Hujan, Malam Hari, dan Tidak Ada Kendaraan Penjemput

Tidak ada perbedaan signifikan dalam pengambilan jalur evakuasi yang ada di Desa Ngargomulyo. Masyarakat akan menggunakan semua jalur yang bisa dilalui untuk mengatasi seluruh skenario yang mungkin terjadi saat melakukan evakuasi. Masyarakat akan menggunakan jalan di sekitar lingkungan desa yang memang difungsikan sebagai jalur evakuasi untuk segera menyelamatkan diri. Salah satu peserta FGD dari kelompok wilayah utara mengatakan bahwa meskipun ada kemungkinan bahaya seperti genangan, jalan yang tidak terlihat dan jarak yang terlalu jauh yang disebabkan oleh seluruh skenario, masyarakat mengaku hal tersebut sama sekali tidak mengerikan jika dibandingkan dengan bahaya yang muncul dari Gunungapi Merapi. Memang ada beberapa jalan yang berpotensi tergenang karena saluran drainase yang kurang baik, tetapi jalur tersebut tetap dilalui oleh masyarakat. Ada pula jalan yang sangat kurang dengan penerangan jalan, yaitu dari arah Tangkil dan Bojong ke barat yang akan langsung ke luar desa melewati Desa Kalibening. Salah satu responden berpendapat bahwa bahwa jalan tersebut relatif lebih cepat, tetapi jalan tersebut melewati jembatan kecil yang mempunyai resiko banjir dan beberapa bagian ruas jalan mempunyai bahaya adanya longsor kecil. Perbedaan untuk tiap skenario hanya terletak pada pengelolaan evakuasinya saja, seperti menggunakan payung, jas hujan, lampu, dan kendaraan seadanya serta memprioritaskan terlebih dahulu penduduk rentan. Masyarakat bisa melakukan evakuasi dengan jalan terlebih dahulu sampai kondisi memungkinkan untuk melakukan evakuasi dengan kendaraan. Adanya bahaya tersebut kurang dipedulikan oleh masyarakat desa karena yang paling penting adalah bagaimana masyarakat dapat segera keluar dari bahaya erupsi.

Skenario hujan, malam hari dan tidak ada penjemputan memiliki jenis hambatannya sendiri terhadap kelancaran evakuasi. Namun masyarakat kurang memperhatikan hambatan tersebut. Seharusnya dalam menentukan jalur evakuasi terdapat parameter – parameter yang jelas untuk menentukan jalur yang efisien. Pada penelitian yang dilakukan Mardiyah (2007) digunakan parameter bahaya bencana lahar dingin untuk menentukan jalur evakuasi yang paling efisien. Peta jalur evakuasi pada penelitian ini memang tidak menggunakan permodelan yang didasarkan pada nilai dan bobot parameter, khususnya dengan menggunakan data spasial kebencanaan Gunungapi Merapi. Hal tersebut dikarenakan semua wilayah di Desa Ngargoulyo menurut Peta Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi DIY dan Jawa Tengah tahun 2014 memiliki bahaya yang relatif homogen di dalam KRB 3. Secara teknis peneliti memang tidak menggunakan rumus tertentu untuk melakukan analisis bahaya bencana untuk mendapatkan jalur terbaik. Namun begitu, masyarakat dalam penentuan jalur evakuasi tentunya juga telah

mempertimbangkan apa bahaya bencana yang ada di wilayah mereka dan bagaimana cara menghindarinya dalam skenario apapun.

Usulan Perencanaan Pengelolaan Evakuasi untuk Mitigasi Bencana

Manajemen mitigasi yang lebih baik diperlukan untuk mencegah adanya gangguan yang memperlambat proses evakuasi. *Outlet* wilayah desa bisa dibagi menjadi dua wilayah, yaitu di Dusun Sabrang dan Dusun Tangkil. *Outlet* Dusun Sabrang dapat digunakan untuk wilayah sekitar jalur utama (di sekitar balai desa) dan wilayah selatan Dusun Ngargomulyo. *Outlet* Dusun Tangkil dapat digunakan sebagai jalur yang ditempuh oleh dusun yang berada di wilayah utara. Jalur ke arah Desa Keningar sebaiknya digunakan sebagai alternatif akhir saja karena jalan di Desa Keningar tentunya sudah harus melayani penduduk Desa Keningar sendiri. Selain itu, hal tersebut juga dapat memicu tabrakan arus dari Dusun Karanganyar dan Dusun Ngandong. Kemudian untuk dusun-dusun di wilayah selatan dengan aksesibilitas yang rendah lebih baik dievakuasikan pada saat sebelum erupsi untuk memudahkan proses evakuasi. Saat belum terjadi bencana kemungkinan kendaraan penjemput masih bisa memasuki wilayah tersebut dan dapat dilakukan koordinasi sebelum mengungsi. Wilayah Dusun Sabrang dan sekitarnya siap diungsikan ketika semua masyarakat di wilayah selatan sudah berada di balai desa atau sudah tidak ada di wilayah selatan. Cara tersebut dapat menekan kemungkinan terjadinya macet karena lalu lintas tentunya lebih mudah untuk diatur. Rumusan tersebut merupakan rumusan yang dilakukan bila masyarakat belum mampu untuk memperbaiki kondisi jalan yang belum begitu baik.

Desa Ngargomulyo memiliki permasalahan mengenai jalur evakuasi, yaitu terbatasnya alternatif jalur yang dapat dipilih. Pembangunan jalan bukan merupakan usulan yang sesuai untuk masalah tersebut. Menurut salah satu penggiat bencana yang ada di Desa Ngargomulyo, dengan adanya penambahan jalan baru justru tidak membantu. Dikhawatirkan jalan tersebut justru memicu “lingkaran setan infrastruktur”, yaitu penambahan jalan diiringi dengan penambahan volume kendaraan yang melewati jalan tersebut dan ketidakmampuan masyarakat dalam mengelola jalan tersebut. Mei et al (2013) mengungkapkan bila evakuasi pada tahun 2010 sulit dilakukan karena kurangnya persiapan. Jadi usulan kebijakan yang dirumuskan untuk masalah tersebut dapat meliputi aspek struktural dan non struktural untuk menyiapkan masyarakat dari seluruh aspek dengan tidak menambahkan ruas jalan baru. Aspek struktural adalah melalui memperbaiki integrasi jalan setiap dusun agar aksesibilitas wilayah dapat merata dan memudahkan proses evakuasi. Aspek non struktural adalah dengan penguatan kapasitas masyarakat. Penguatan kapasitas masyarakat dapat dilakukan dengan melalui pemerintah desa dan penggiat bencana kepada masyarakat secara umum. Masyarakat tidak boleh hanya sekedar mengikuti koordinasi yang diberikan oleh para penggiat bencana, tetapi juga harus tahu mengapa harus mengikuti prosedur yang telah diterapkan. Perlu adanya publikasi yang lebih komprehensif terhadap prosedur tetap evakuasi yang dimiliki desa. Harapannya dengan melakukan publikasi, masyarakat dapat lebih sadar akan kondisi dan urgensi yang ada sehingga timbul kemauan evakuasi sesegera mungkin ketika ada tanda-tanda bahaya, tanpa harus memperhatikan “ilmu titen” yang pada pengalaman erupsi tahun sebelumnya justru mengakibatkan evakuasi dilakukan pada saat erupsi dan cenderung terlambat.

Kesimpulan

Masyarakat dapat memetakan jalur evakuasi dengan menggunakan *local knowledge* yang dimiliki, yaitu berbasiskan pada pengetahuan mengenai kondisi lingkungan sekitar yang ada dengan bantuan fasilitator untuk representasi ke dalam bentuk peta. Alasan pemilihan jalur

adalah karena kebiasaan melewati jalan, sedikitnya alternatif jalur dan pertimbangan jalur yang diambil adalah semua jalur dengan pertimbangan jalur tersebut bisa dilalui. Orientasi pertama setiap jalur adalah menuju titik kumpul baru kemudian menuju ke luar desa baik ke arah titik kumpul akhir terlebih dahulu atau langsung keluar desa dengan menggunakan alternatif pilihan jalur lain. Hasil peta yang digambarkan masyarakat merupakan peta yang akurat dan sesuai dengan apa yang dibutuhkan masyarakat. Peta tersebut sudah sesuai dengan kondisi lingkungan desa dan dapat menjadi acuan solusi dalam menghadapi situasi krisis ancaman bencana Gunungapi Merapi. Alternatif jalur yang diambil memang tidak banyak, tetapi dengan integrasi jalur setiap dusun yang baik dan didukung dengan pemahaman masyarakat atas bahaya yang ada di lingkungannya tentunya akan melancarkan proses evakuasi dan menekan resiko bencana di wilayah tersebut menjadi sekecil mungkin.

Daftar pustaka

- Abe, A. (2002). *Perencanaan Daerah Partisipatif*. Solo: Pondok Edukasi
- Choundhury, G.A. and M.H. Sarker. (2011). *Reducing Disaster Damage Through Form of Community Participation in Disaster Risk Management Practices: People's Participation in Emergency Response in Bangladesh*. New York: Nova Science
- Juliani, A., W. Bronto, R. Lupiyanto, dan Hamidin. (2010). *Kajian Kerusakan Bangunan Akibat Erupsi Gunungapi Merapi tahun 2010 di Kabupaten Sleman*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Lingkungan dan Pusat Studi Lingkungan UII
- Mardiyah, L. (2007). *Penentuan Jalur Alternatif Evakuasi Bencana Banjir Lahar berdasarkan Peta Potensi Banjir Lahar Menggunakan Foto Udara dan SIG*. Skripsi Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada.
- Mei, E.T. W. (2013). *Geston Des Evacuations Lors Des Crises Volcaniques Etude De Cas Du Volcan Merapi, Java, Indonesie*. Thès Dirigèè. Paris: Universite Paris 1 – Pantheon Sorbonne
- Mei, E. T.W., F. Lavigne, A. Picquot, E. Belizal, D. Brunstein, D. Grancher, J. Sartohadi, N. Cholik, and C. Vidal. (2013). Lessons learned from the 2010 evacuations at Merapi volcano. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 261 (2013), 348 - 365
- Pemerintah Daerah Klaten. (2011). *Peraturan Daerah Kabupaten Klaten Nomor 11 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Klaten Tahun 2011*. Klaten
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (2010). *Peta Sementara Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Merapi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta*. Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Setia Ardana, D. M. (2013). *Penentuan Jalur Evakuasi dan Analisis Dampak Banjir Lahar Dingin Gunungapi Merapi Magelang, Jawa Tengah*. Skripsi Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Southworth, F. (1991). *Regional Evacuation Modeling: A State-of-the-Art Review*. Oak Ridge, TN: ORNL.
- Sriyono. (2014). *Geologi dan Geomorfologi Indonesia*. Yogyakarta: Ombak
- Tim KKN PPM UGM Desa Ngargomulyo tahun 2014. 2014. *Peta Jalur Evakuasi Dusun Tanen*.
- Yusup, Yasin. (2014). Hidup Bersama Risiko Bencana: Konstruksi Ruang dalam Perspektif Ruang Relasional. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, vol. 25 no.1 (2014), 58 - 76
- Zuilekom K. v., M.v. Maarseveen, and M. v.d. Doef. (2006). A Decision Support System for Preventive Evacuation of People. *Geo-information for Disaster Management*, pp 229-253. Berlin: Springer