

Pemetaan terhadap Resiliensi Pemukim Kawasan Rawan Bencana II Merapi Studi Kasus: Huntap Karang Kendal

Catharina Dwi Astuti Depari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Kampus II Fakultas Teknik Jalan Babarsari No.44 Yogyakarta

Email: catharina.depari@uajy.ac.id

Received 18 November 2023; Revised-; Accepted for Publication 24 Januari 2024; Published 30 Januari 2024

Abstrak—Sejak erupsi 2010, mayoritas pemukim Kawasan Rawan Bencana (KRB) III menetap di hunian tetap yang tersebar di 15 lokasi di Kecamatan Cangkringan. Warga Pelemsari khususnya memilih untuk tinggal di huntap Karang Kendal yang terletak tiga kilometer dari permukiman asalnya. Meskipun demikian, huntap tersebut masih masuk ke dalam zona KRB II yang mengindikasikan masih tingginya risiko pengungsi terhadap dampak erupsi. Guna meningkatkan kesiapan warga terhadap bencana, tim pengabdian mengusulkan peta evakuasi yang terintegrasi dengan informasi kerentanan warga. Selain itu, tim pengabdian merancang peta interaktif yang mendorong warga untuk melakukan pendataan secara berkala. Tujuan kegiatan pengabdian pada masyarakat di huntap Karang Kendal adalah meningkatkan ketahanan warga Pelemsari terhadap dampak erupsi melalui perencanaan peta evakuasi bencana yang terintegrasi dengan informasi distribusi kerentanan warga terhadap bencana berdasarkan kondisi demografis dengan atribut usia, gender, dan disabilitas. Metode pengumpulan data meliputi *questionnaire surveys* dan observasi lapangan. Seluruh data kuesioner dihitung untuk menentukan kategori tingkat kerentanan warga berdasarkan jumlah anggota keluarga yang termasuk kategori populasi rentan bencana dan kemudian, diperlihatkan distribusinya di dalam huntap. *Outcome* utama dari kegiatan pengabdian adalah peta resiliensi warga yang kemudian dibangun pada area titik kumpul permukiman dengan melibatkan warga mulai dari tahap pengumpulan data hingga konstruksi peta.

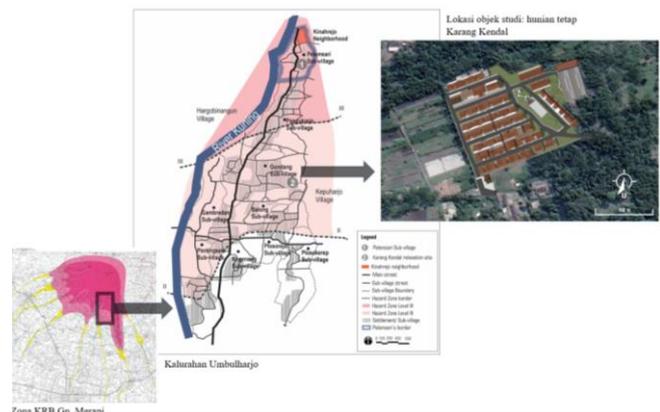
Kata Kunci—peta evakuasi, distribusi kerentanan warga terhadap bencana, perencanaan

Abstract—Since the 2010 eruption damaged their settlements, most residents of Mount Merapi's Volcano Hazard Zone Level III moved to permanent housing distributed in 15 locations throughout the Cangkringan District. Among these is the Pelemsari community which voluntarily relocated to Karang Kendal, situated 3 kilometers away from their origin. Despite this, their exposure to eruption remains high given their new location which lies within the Hazard Zone Level II. To develop its resilience, the team proposed an evacuation map that is well-integrated with information about the community's disaster risks. The risk level was determined by the total number of members in a household that is demographically prone to disasters. Besides this, the team also induced a user-media interaction capacity into the map design to motivate the community to update their social-demographic profile periodically. The objective of our service is therefore to increase Pelemsari's resilience by providing an evacuation map that is integrated with the social vulnerability information based on age, gender, and if applicable, impairment condition. Methods used for this are *questionnaire surveys* and field observations. The outcome of our service is the construction of a community resilience map which was produced by engaging the community in the planning process.

Keywords—evacuation map, community vulnerability distribution, planning

I. PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia terletak di jalur *Pacific Ring of Fire* [1] yang mengakibatkan negara tersebut rentan terhadap berbagai bencana alam. Di antara semua jenis bencana, erupsi termasuk yang memiliki frekuensi kejadian paling kecil. Meskipun demikian dampak yang diakibatkannya dapat bersifat mematikan. Erupsi Merapi tahun 2010, misalnya, mengakibatkan total korban meninggal di Kabupaten Sleman mencapai 346 jiwa dan total pengungsi mencapai hampir 150.000 jiwa [2]. Sejak November 2020 hingga pada saat artikel ini disusun, aktivitas erupsi cenderung mengalami peningkatan hingga mendorong Pemerintah untuk menetapkan status gunung pada level Siaga [3]. Pembatasan tersebut pada satu sisi, dapat mereduksi risiko warga terhadap erupsi namun di sisi lain, dapat menghambat perekonomian warga yang sangat bergantung kepada produk dan potensi alam hutan yang mendukung sektor peternakan sapi perah dan pariwisata setempat.



Gambar 1. Lokasi hunian tetap Karang Kendal berada di Kalurahan Umbulharjo, Kecamatan Cangkringan dan di dalam zona KRB II Merapi (label: merah muda) [4].

Terletak di wilayah Merapi, Kalurahan Umbulharjo merupakan salah satu sentra peternakan sapi perah selain Kalurahan Glagaharjo. Secara geografis, Kalurahan Umbulharjo berada sekitar 17,5 kilometer ke arah Timur Laut dari ibukota Kabupaten Sleman dan berada pada ketinggian 475-1.300 meter dari permukaan air laut. Wilayah kalurahan berbatasan langsung dengan Taman Nasional Gunung Merapi dan Kecamatan Selo Boyolali di bagian Utara, Kalurahan Hargobinangun Pakem di bagian Barat, Kalurahan Wukirsari di bagian Selatan, dan Kalurahan Kepuharjo di bagian Timur [5]. Letak geografis Kalurahan Umbulharjo yang berada pada

zona KRB III dan KRB II mengakibatkan wilayah tersebut termasuk berisiko tinggi terhadap dampak primer erupsi.

Secara administratif, Kalurahan Umbulharjo mencakup sembilan padukuhan, yaitu Pelemsari, Pangukrejo, Gondang, Gambretan, Balong, Plosorejo, Karanggeneng, Plosokerep, dan Pentingsari. Sejak tahun 2010, warga Pelemsari memutuskan untuk melakukan relokasi mandiri ke Karang Kendal yang terletak sekitar tiga kilometer dari permukiman asal. Meskipun demikian, area relokasi yang diinisiasi oleh warga Pelemsari secara swadaya tersebut masih termasuk ke dalam zona Kawasan Rawan Bencana II (Gambar 1). Hunian tetap Karang Kendal memiliki luas wilayah sekitar 13.365 m², dihuni oleh 81 Kepala Keluarga Pelemsari, dan terdiri dari empat Rukun Tetangga. Infrastruktur yang telah terbangun di hunian tetap antara lain meliputi drainase, penangkal petir, area hijau, jalan paving, dan talud sedangkan fasilitas umum dan sosial meliputi Masjid, PAUD, balai pertemuan warga, tempat pembuangan sampah, kandang kelompok, tempat pembuangan sampah terpadu, dan listrik. Ironisnya, berdasarkan observasi di lapangan, huntap Karang Kendal ironisnya belum dilengkapi dengan peta evakuasi dan kerentanan warga terhadap bencana.

Menempati hunian tetap yang terletak pada zona Kawasan Rawan Bencana II berarti tingkat risiko bencana penghuni terhadap dampak erupsi tetap relatif tinggi apabila terjadi erupsi dalam skala VEI 3-4. Jenis dampak erupsi yang dihadapi oleh warga pemukim di dalam zona tersebut menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah awan panas, aliran lava, lontaran batu pijar, hujan lumpur panas, aliran lahar, dan gas beracun [6]. Selanjutnya, berdasarkan data dari Pemerintah Kalurahan Umbulharjo tahun 2021, warga dusun Pelemsari mencapai 241 jiwa yang terdiri dari 144 wanita dan 97 pria. Dengan demikian, terdapat sekitar 25% dari total warga yang secara demografis tergolong rentan terhadap risiko bencana. Relatif besarnya jumlah warga dengan kerentanan tinggi terhadap bencana di huntap Karang Kendal mengindikasikan dibutuhkan sebuah peta evakuasi dan pemetaan kerentanan bencana yang integratif. Dengan demikian, tujuan kegiatan pengabdian pada masyarakat di Hunian Tetap Karang Kendal adalah untuk meningkatkan ketahanan warga Pelemsari terhadap dampak erupsi melalui perencanaan peta evakuasi bencana yang terintegrasi dengan peta distribusi kerentanan rumah tangga terhadap bencana berdasarkan kondisi demografis seperti usia, *gender*, keterbatasan fisik (disabilitas) dan mental.

Peta resiliensi warga akan memberikan kontribusi tidak hanya bagi warga penerima manfaat namun termasuk bagi Pemerintah dan petugas evakuasi. Bagi warga, peta tersebut bermanfaat dalam mereduksi risiko bencana dengan mempercepat proses evakuasi warga dengan kerentanan tinggi ke pusat evakuasi. Bagi Pemerintah, peta tersebut memberikan pedoman dalam memberikan prioritas bagi warga dengan tingkat kerentanan tertinggi untuk memperoleh bantuan evakuasi dan bantuan pada saat terjadi atau setelah kejadian bencana.

II. METODE PENGABDIAN

Kegiatan PPM dibagi menjadi lima tahap, yaitu: 1) tahap pengumpulan data; 2) tahap analisis; 3) tahap desain; 4) tahap

sosialisasi, dan 5) tahap konstruksi (diagram 1). Setiap tahapan kegiatan dilakukan secara sistematis dan menggunakan metode pengumpulan data, analisis, dan desain tertentu. Kegiatan pengabdian pada masyarakat di Huntap Karang Kendal dilaksanakan mulai dari bulan Mei sampai dengan Oktober 2023. Umumnya, warga dapat ditemui untuk wawancara terstruktur saat kembali ke hunian setelah mencari rumput, yaitu setelah pukul: 15:00 WIB. Hal ini menjadi salah satu tantangan teknis bagi tim selain jarak tempuh ke lokasi yang mencapai sekitar 27 kilometer dari kampus II FT UAJY.

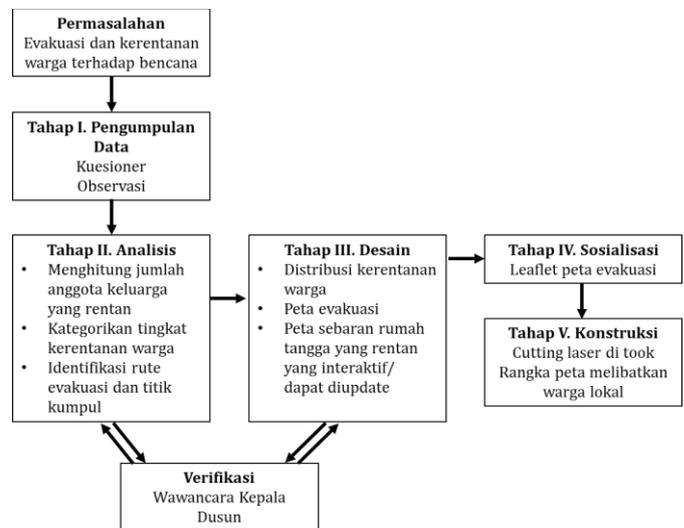


Diagram 1. Proses pelaksanaan pengabdian pada masyarakat.

A. Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data terdiri dari wawancara terstruktur dengan menggunakan kuesioner dan observasi lapangan. Survei bertujuan untuk mengumpulkan data demografis warga Pelemsari guna mengidentifikasi tingkat kerentanan keluarga terhadap bencana berdasarkan *gender*, usia, dan keterbatasan fisik dan mental anggota keluarga. Populasi yang dianggap rentan terhadap bencana adalah wanita khususnya wanita hamil, lansia (usia setara dengan dan di atas 65 tahun), anak-anak (usia setara dengan dan kurang dari 12 tahun), dan warga dengan keterbatasan fisik dan mental [7]–[9].

Dalam proses pemetaan, tim pengabdian menggunakan peta eksisting yang sebelumnya diperoleh dari Kepala Dusun. Peta tersebut kemudian dimodifikasi untuk menyesuaikan dengan kondisi eksisting yang diamati pada kegiatan observasi lapangan.

B. Tahap Analisis

Jumlah anggota keluarga yang termasuk dalam kategori rentan terhadap bencana dan tinggal bersama di dalam suatu hunian menentukan tingkat kerentanan keluarga terhadap bencana. Prinsipnya, semakin besar jumlah anggota keluarga yang rentan terhadap bencana maka semakin besar kerentanan keluarga tersebut terhadap bencana. Selanjutnya, jumlah total anggota keluarga yang rentan terhadap bencana dikategorisasikan ke dalam tiga kelas: level “rendah” ditujukan untuk keluarga dengan jumlah anggota yang rentan terhadap bencana antara 0-1 orang, level “sedang” ditujukan untuk keluarga dengan jumlah anggota rentan terhadap

bencana antara 2-3 orang, dan level “tinggi” ditujukan untuk keluarga dengan jumlah anggota rentan terhadap bencana lebih dari 3 orang. Dalam menyusun peta resiliensi, setiap level diberi label berdasarkan jenis warna. Label kuning mengindikasikan kerentanan rendah, oranye mengindikasikan kerentanan sedang, dan merah mengindikasikan kerentanan tinggi. Sedangkan terkait dengan peta evakuasi, pertimbangan desain yang digunakan adalah kapasitas jalan untuk mendukung proses evakuasi, konektivitas jalan dengan lingkungan sekitar, familiaritas penghuni terhadap fasilitas publik dan sistem jalan, hambatan pada ruang jalan dan fasilitas publik, dan kapasitas fasilitas publik sebagai pusat evakuasi sementara [10]–[12]. Temuan tersebut kemudian akan ditransfer ke dalam peta melalui simbol panah berwarna merah untuk menunjukkan jalur evakuasi sedangkan titik merah berfungsi untuk mengindikasikan area pusat evakuasi pada level permukiman saat terjadi bencana.

C. Tahap Desain

Pada tahap ini, tim pengabdian merancang peta resiliensi dusun termasuk dudukan peta. Software yang digunakan dalam proses desain adalah *AutoCad* dan *SketchUp*. Desain peta tersebut menjadi dasar bagi pembuatan pola jalan dusun berbahan besi dan pembuatan blok hunian berbahan *acrylic* yang dipotong dengan menggunakan jasa *laser cutting*, berstiker dengan warna berbeda (kuning, oranye, merah) yang menunjukkan tingkat kerentanan warga, dan beralaskan magnet. Dengan demikian, peta yang diciptakan oleh tim pengabdian dapat dimodifikasi oleh warga secara periodik sesuai dengan data kependudukan/demografi terbaru.

D. Tahap Sosialisasi

Setelah mengidentifikasi kerentanan warga terhadap bencana dan memperoleh verifikasi dari Kepala Dusun, peta disosialisasikan kepada warga. Dalam event tersebut, *leaflet* yang memuat peta evakuasi dan kerentanan warga turut didistribusikan kepada para peserta pertemuan. Lokasi yang direncanakan untuk pemasangan peta dan dudukannya berdasarkan pertemuan dengan warga adalah di sekitar area joglo dan gerbang masuk huntap Karang Kendal.

E. Tahap Konstruksi

Tahap konstruksi terdiri dari kegiatan pembuatan peta oleh tim pengabdian dan kegiatan pembuatan dudukan peta berbahan logam oleh pengrajin besi lokal. Pemilihan bahan terhadap dudukan peta ditentukan oleh warga yang menginginkan agar peta tersebut dapat bertahan lama dan dipasang di area luar bangunan (*outdoor*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini, *outcomes* yang diusulkan oleh tim adalah berupa peta resiliensi warga terhadap bencana dan *leaflet* peta yang disebarluaskan kepada warga.

A. Resiliensi dan Tingkat Kerentanan terhadap Bencana

Dari 81 rumah tangga Pelemsari yang tinggal di hunian tetap Karang Kendal, 23 di antaranya termasuk dalam kategori kerentanan rendah, 54 termasuk ke dalam kategori kerentanan sedang, dan 2 termasuk ke dalam kategori tinggi. Hal ini berarti, sekitar 67% dari total keluarga yang rentan terhadap bencana masuk dalam kategori sedang (2-3 anggota keluarga

yang rentan terhadap bencana), sekitar 28% dalam kategori kerentanan rendah (0-1 anggota keluarga yang rentan terhadap bencana), dan sekitar 2% dalam kategori kerentanan tinggi (lebih dari 3 anggota keluarga yang rentan terhadap bencana).

B. Peta Resiliensi Warga

Dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini, tim mengusulkan peta yang dapat dimodifikasi oleh pengguna berdasarkan data demografis setempat setiap tahunnya. Dalam peta, setiap keluarga diwakili oleh satu hunian yang kemudian diberikan label warna khusus berdasarkan level kerentanan terhadap bencana: “rendah”, “sedang”, dan “tinggi” serta “tidak teridentifikasi” khusus bagi rumah yang tidak lagi dihuni. Label warna yang diberikan untuk setiap kategori tersebut adalah: kategori kerentanan “rendah” diberi label warna “kuning”, kategori kerentanan “sedang” diberi label warna “oranye”, dan kategori kerentanan “tinggi” diberi label warna “merah” (Gambar 2).

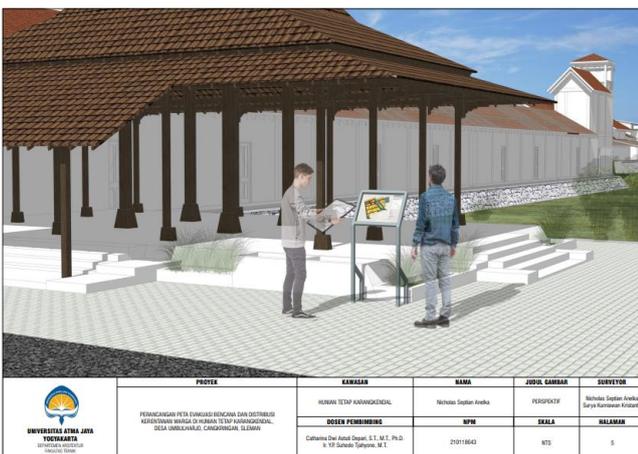


Gambar 2. Peta evakuasi bencana dan distribusi kerentanan warga huntap tahun 2023.

Dalam proses penggambaran peta resiliensi, tim pengabdian menggunakan program *SketchUp* dan *AutoCad* (Gambar 3 dan 4) dan mengutamakan kemampuan media untuk mendorong interaksi aktif pengguna dengan media melalui penyesuaian peta berdasarkan kondisi eksisting. Maka, material yang digunakan meliputi blok *acrylic* yang beralas magnet untuk menandakan hunian dan dapat ditempelkan/dilepas, stiker berwarna yang menunjukkan tingkat kerentanan keluarga yang dapat diubah sesuai dengan kondisi eksisting, dan papan besi 2 mm yang dilapisi dengan cat besi sebagai alas peta resiliensi.



Gambar 3. Peta huntap yang digambar ulang.



Gambar 4. Perspektif lokasi pemasangan peta.

Sebelum tahap konstruksi, desain didiskusikan dengan pengrajin logam lokal untuk membangunudukan peta berbahan logam. Setelah dudukan peta selesai, langkah selanjutnya adalah menempelkan sistem jalan dan blok acrylic bermagnet ke alas peta besi (Gambar 5).



Gambar 5. Diskusi dengan pengrajin lokal (atas), blok acrylic beralas magnet, dan penempelan ke papan besi oleh asisten dosen, Surya Kristanto (bawah).

Sosialisasi peta kepada warga Pelemsari dilaksanakan pada hari Sabtu, tanggal 11 November 2023 setelah waktu *maghrib*. Kegiatan ini dilaksanakan di PAUD Karang Kendal dan dihadiri oleh 15 perwakilan dusun Pelemsari yang terdiri dari Kepala Dusun Pelemsari, empat Kepala RT, dua Kepala RW, dan para tokoh masyarakat dan empat anggota tim pengabdian yang terdiri dari dua dosen (Catharina Depari dan Y.P. Suhodo Tjahjono) dan dua asisten dosen. Dalam pertemuan, tim pengabdian mempresentasikan peta dan membagikan leaflet peta kepada peserta di tengah pertemuan (Gambar 6) dan menemukan antusiasme warga yang tinggi terhadap produk peta. Selain itu, warga mengusulkan agar tempat untuk membangun peta tersebut adalah berada di sekitar area joglo di gerbang masuk huntap. Pertimbangan warga adalah agar peta tersebut dapat dilihat dengan cepat dan langsung dari arah jalan oleh tim evakuasi dan publik serta menjamin kelancaran sirkulasi kendaraan dan manusia di sekitar joglo.



Gambar 6. Sosialisasi peta kepada warga bersama dengan pemuka setempat (atas) dan leaflet peta (bawah).

Pemasangan peta resiliensi warga dilaksanakan pada hari Selasa, 14 November 2023. Sesuai dengan kesepakatan dalam pertemuan dengan warga, lokasi peta tersebut diletakkan di area joglo sebelum gerbang masuk huntap. Dalam proses konstruksi ini, tim dibantu oleh pengrajin lokal dan dua asisten dosen (Gambar 7).



Gambar 7. Pemasangan peta oleh pengrajin lokal dan asisten dosen, Nicholas Septian Anelka.

IV. KESIMPULAN

Memotivasi warga dalam melakukan pembaharuan data terhadap kondisi demografi warga secara berkala terutama saat aktivitas erupsi meningkat sangat penting dilakukan guna meningkatkan resiliensi warga terhadap bencana. Hal ini mendorong tim untuk mengusulkan sebuah peta resiliensi

warga yang memperlihatkan sistem evakuasi yang terintegrasi dengan distribusi kerentanan warga terhadap bencana. Peta tersebut didesain dengan memperhatikan aspek interaksi pengguna dengan media. Peta interaktif merupakan sebuah teknik pemetaan yang memungkinkan para pengguna untuk mengidentifikasi elemen khusus di dalam kawasan secara cepat, memvisualisasikan informasi secara spasial, dan mengambil keputusan, misalnya, memprioritaskan penghuni dengan tingkat kerentanan tertinggi terhadap bencana untuk memperoleh bantuan saat dan pascabencana [13]–[15].

Guna menjamin keberlanjutan pemetaan di huntep Karang Kendal, tim menyarankan agar pemerintah setempat membentuk satuan petugas yang akan bertanggungjawab dalam melakukan proses pendataan dan pemetaan secara berkala. Keterbatasan pada kegiatan ini yang perlu menjadi pertimbangan bagi program sejenis di masa yang akan datang adalah, *pertama*, perlu dilakukan pelatihan terhadap warga untuk proses pendataan yang tentunya akan membutuhkan waktu yang relatif panjang. *Kedua*, perlu adanya alokasi anggaran yang disediakan oleh pihak dusun untuk perawatan dan pembaharuan peta setiap tahunnya, misalnya warna stiker pada blok yang disesuaikan dengan data demografis wilayah dan cat besi untuk perlindungan peta dari efek cuaca. *Ketiga*, variabel dalam menentukan kerentanan warga sebaiknya mencakup kondisi non-demografis sehingga dapat dihitung antara lain dengan pendekatan *indexing* secara kuantitatif. Dengan demikian, informasi kerentanan warga yang diberikan akan lebih komprehensif. Kendala utama yang dihadapi untuk menerapkan pendekatan ini adalah keterbatasan dokumen dusun yang secara lengkap dan rinci menjelaskan kondisi sosial dan ekonomi setempat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis atas nama tim pengabdian pada masyarakat yang terdiri dari Catharina Depari dan Y.P. Suhodo Tjahjono mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat dan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas dukungan finansial dan administratif yang diberikan, khususnya kepada Kepala Desa Umbulharjo, Kepala Dusun Pelemsari dan aparaturnya setempat, serta warga Pelemsari di hunian tetap Karang Kendal atas dukungan data dan pengalaman pembelajaran yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. D. A. Depari, "Kearifan Lokal dalam Penataan Ruang Kawasan Bencana Vulkanik Studi Kasus: Desa Kepuharjo Cangkringan," *Tata Loka*, vol. 17, no. 1, pp. 21–36, 2015, doi: <https://doi.org/10.14710/tataloka.17.1.21-36>.
- [2] BPBD, "Tanggap Darurat Erupsi Merapi 2010," Sleman, 2011. Accessed: Apr. 10, 2023. [Online]. Available: <https://bpbd.slemankab.go.id/wp-content/uploads/2017/11/Tanggap-Darurat-Merapi-2010.pdf>
- [3] D. Sari, W. Setyaningsih, and J. Geografi, "Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Gunung Merapi pada Masa Pandemi COVID-19 di Kecamatan Dukun, Kabupaten Magelang," *Edu Geography*, vol. 10, no. 1, 2022, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edugeo>
- [4] C. D. A. Depari and M. K. Lindell, "Moving or not?": Factors affecting community responses to environmental disruption," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 95, p. 103898, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.ijdr.2023.103898.
- [5] Cangkringan, "Profil Kalurahan Umbulharjo," Kapanewon Cangkringan. Accessed: Apr. 10, 2023. [Online]. Available: [https://cangkringan.slemankab.go.id/artikel/BPBD, "Kawasan Bencana Gunung Api," Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi DIY. Accessed: Nov. 17, 2023. \[Online\]. Available: <http://www.bpbd.jogjaprov.go.id/berita/kawasan-rawan-bencana-gunung-api>](https://cangkringan.slemankab.go.id/artikel/BPBD,%20Kawasan%20Bencana%20Gunung%20Api)
- [6] L. van der Meer, L. S. Barsties, L. A. Daalderop, A. J. M. Waelput, E. A. P. Steegers, and L. C. M. Bertens, "Social determinants of vulnerability in the population of reproductive age: a systematic review," *BMC Public Health*, vol. 22, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1186/s12889-022-13651-6.
- [7] E. Fucile-Sanchez and M. Davlasheridze, "Adjustments of socially vulnerable populations in Galveston County, Texas USA following Hurricane Ike," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 17, 2020, doi: 10.3390/su12177097.
- [8] K. K. Lwin, I. Pal, S. Shrestha, and P. Warnitchai, "Assessing social resilience of flood-vulnerable communities in Ayeyarwady Delta, Myanmar," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 51, 2020, doi: 10.1016/j.ijdr.2020.101745.
- [9] D. J. Zeigler, R. W. Perry, M. K. Lindell, and M. R. Greene, "Evacuation Planning in Emergency Management," *Geogr Rev*, vol. 73, no. 2, p. 245, Apr. 1983, doi: 10.2307/214666.
- [10] D. R. Hizbaron, R. Jati, H. Kanegae, and Y. Toyoda, "A Participatory Evacuation Map Making Towards Sustainable Urban Heritage Kotagede, Yogyakarta," *A Participatory Evacuation ... (Hizbaron, et al) Forum Geografi*, vol. 29, no. 1, pp. 11–22, 2015, doi: <https://doi.org/10.23917/forgeo.v29i1.787>.
- [11] U. Department of Homeland Security and F. Emergency Management Agency, "Planning Considerations: Evacuation and Shelter-in-Place - Guidance for State, Local, Tribal and Territorial Partners," 2019.
- [12] A. Degbelo, J. Kruse, and M. Pfeiffer, "Interactive maps, productivity and user experience: A user study in the e-mobility domain," *Transactions in GIS*, vol. 23, no. 6, pp. 1352–1373, Dec. 2019, doi: 10.1111/tgis.12576.
- [13] K. Vincent *et al.*, "Improving spatial decision making using interactive maps: An empirical study on interface complexity and decision complexity in the North American hazardous waste trade," *Environ Plan B Urban Anal City Sci*, vol. 46, no. 9,

pp. 1706–1723, Nov. 2019, doi:

10.1177/2399808318764122.

- [15] D. A. Smith, “Online interactive thematic mapping: Applications and techniques for socio-economic research,” *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 57. Elsevier Ltd, pp. 106–117, May 01, 2016. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2016.01.002.

PENULIS



Catharina Dwi Astuti Depari, S.T., M.T., Ph.D.,
prodi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Atma
Jaya Yogyakarta.