AL-DYAS
Jurnal Inovasi dan Pengabdian kepada Masyarakat

p-ISSN : 2964-4992
e-ISSN : 2964-4984

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Semantic, Garuda, Google, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/aldyas.v4i1.4639

STUDI LOKASI EVAKUASI MASYARAKAT DALAM MITIGASI BANJIR LAHAR DINGIN DI SISI SELATAN GUNUNG MARAPI

Study of Community Evacuation Sites in Cold Lahar Flood Mitigation on the Southern Slope of Mount Marapi

Fitri Wulandari[1], Helfia Edial[2], Endah Purwaningsih[3]
Universitas Negeri Padang
ftrwulandary74@gmail.com; helfiaideal.ef@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Dec 12, 2024	Jan 1, 2025	Jan 7, 2025	Jan 12, 2025

Abstract

This study aims to: 1) Map the cold lava flow zone on the south side of Mount Marapi. 2) Mapping the cold lava flood hazard zone on the south flank of Mount Marapi. 3) Mapping the location of community evacuation in mitigating cold lava flood on the south side of Mount Marapi. This type of research uses descriptive quantitative approach. Data collection techniques were literacy study, internet searching and field survey. Data processing analysis techniques using scoring and weighting methods. The data visualized in this research are 8 rivers upstream from the south side of Mount Marapi. The results of this research are: There are 3 results of this research: 1) Nagari located in the cold lava flood flow zone on the south side of Mount Marapi are Nagari in Tanah Datar Regency: Sungai Jambu, Parambahan, Limo Kaum, Simabur, Pariangan, Batu Basa, Padang Magek, Paninjauan, Panyalaian, Batipuh Ateh and Sumpur. Nagari in Padang Panjang City: Kota Panjang, Ngalau, Pasar Usang and Ganting. 2) There are 3 classes of cold lava flood hazard zones: low hazard 23.12%, medium hazard 46.44% and high hazard 30.44%. 3) 8 evacuation locations are obtained, namely in Nagari Batu

Jurnal Al-DYAS is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Basa, Nagari Limo Kaum, Nagari Batipuah Ateh, Nagari Padang Panjang and Nagari Simabur.

Keywords: Cold lava floods, Scoring, Mitigation, Evacuation Sites

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Memetakan zona aliran lahar dingin di sisi selatan gunung Marapi. 2) Memetakan zona bahaya banjir lahar dingin di sisi selatan gunung Marapi. 3) Memetakan lokasi evakuasi masyarakat dalam mitigasi banjir lahar dingin di sisi selatan gunung Marapi. Jenis penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Teknik pengumpulan data berupa studi literasi, intenet searching dan survey lapangan. Teknik analisis pengolahan data menggunakan metode skoring dan pembobotan. Data yang divisualisasikan dalam penelitian ini adalah 8 sungai yang berhulu dari sisi selatan gunung Marapi. Hasil penelitian ini yaitu: Hasil penelitian ini ada 3: 1) Nagari yang berada pada zona aliran banjir lahar dingin di sisi selatan gunung Marapi yaitu Nagari di Kabupaten Tanah Datar: Sungai Jambu, Parambahan, Limo Kaum, Simabur, Pariangan, Batu Basa, Padang Magek, Paninjauan, Panyalaian, Batipuh Ateh dan Sumpur. Nagari di Kota Padang Panjang: Kota Panjang, Ngalau, Pasar Usang dan Ganting. 2) Zona bahaya banjir lahar dingin 3 kelas yaitu zona bahaya rendah 23.12%, bahaya sedang 46.44% dan bahaya tinggi 30.44%. 3) Diperoleh 8 lokasi evakuasi yaitu di Nagari Batu Basa, Nagari Limo Kaum, Nagari Batipuah Ateh, Nagari Padang Panjang dan Nagari Simabur.

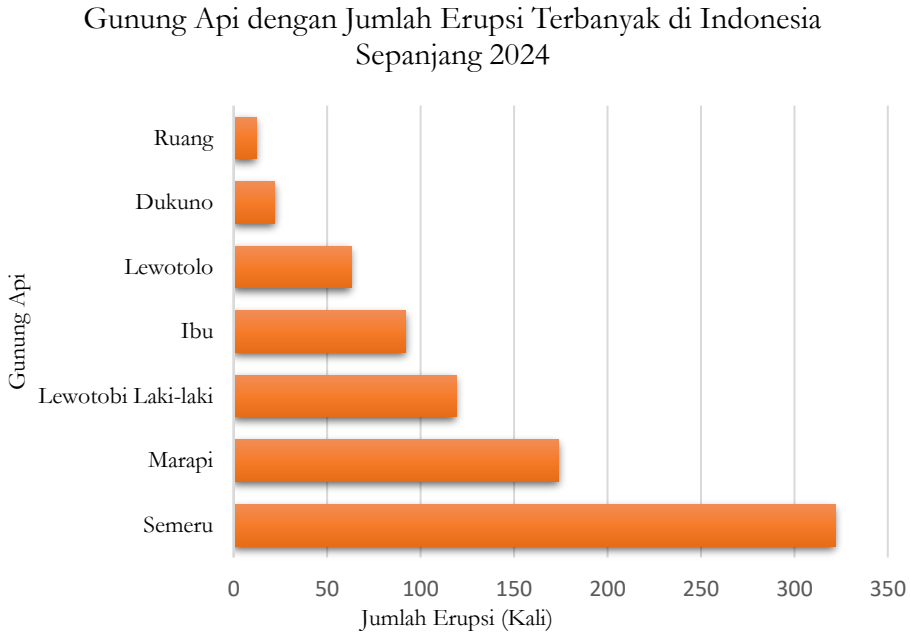
Kata Kunci: Banjir Lahar Dingin, Skor, Mitigasi, Lokasi Evakuasi

PENDAHULUAN

Erupsi gunung berapi merupakan salah satu bencana yang seringkali menjadi permasalahan yang cukup serius di Indonesia. Terdapat beberapa rangkaian aktivitas gunung erupsi yaitu hujan abu, menyemburnya awan panas, lava pijar, lahar panas dan banjir lahar dingin (Daryono, 2011). Erupsi atau letusan gunung berapi merupakan suatu peristiwa keluarnya magma ke permukaan bumi. Proses pelepasan magma dapat terjadi berbeda-beda pada setiap gunung berapi. Letusan yang dihasilkan mungkin bersifat eksplosif atau non eksplosif. Pada letusan noneksplosif, lava mengalir keluar secara perlahan dan membentuk aliran lava, sedangkan pada letusan eksplosif, lava mengalir keluar dan diikuti ledakan. Secara garis besar jenis erupsi dapat dibagi tiga, hawaiian, strombolian dan vulkanian (Suwandi, 2018).

Potensi letusan gunung api di Indonesia sangat signifikan, mengingat terdapat 129 gunung api aktif yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia menurut data yang ada. Salah satu gunung api yang aktif adalah Gunung Marapi yang terletak di wilayah Sumatera Barat, tepatnya di dua kabupaten, yaitu Tanah Datar dan Agam (Edwiza et al., 2016). Gunung

Marapi merupakan gunung aktif tipe A. Menurut data dari Magma Indonesia, Gunung Marapi menjadi gunung kedua yang paling aktif di Indonesia.



Grafik 1. Jumlah Erupsi Gunung Api Terbanyak di Indonesia

Sejak tahun 2011 silam Gunung Marapi dinyatakan berstatus waspada atau level II setelah menyemburkan abu dan awan hitam, berdasarkan data dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi tahun 2011 dan tahun 2012 dalam BPBD (2013) menyebutkan bahwa aktivitas vulkanis Gunung Marapi sangat fluktuatif. Aktivitas vulkanis yang terjadi yaitu, gempa vulkanik dalam, gempa vulkanik dangkal dan semburan abu vulkanik. Pada tanggal 3 Desember 2023, gunung Marapi melakukan erupsi. Terdapat 75 korban dan 24 orang diantaranya dinyatakan meninggal dunia. Pada tanggal 10 Januasi 2024, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) menaikan status Gunung Marapi dari Level II Waspada naik ke Level III (Siaga). Erupsinya gunung Marapi mengakibatkan beberapa wilayah yang bermukim disekitar gunung terdampak banjir lahar dingin terlebih saat musim hujan. Terdapat banyak daerah yang harus waspada terhadap banjir lahar dingin, mulai dari arah tenggara hingga arah selatan gunung Marapi. Berdasarkan data yang teramati oleh PVMBG dan tercatat pada data Magma Indonesia, gunung Marapi terus erupsi sepanjang tahun 2024.

Tabel 1. Jumlah Erupsi Gunung Marapi Desember-Mei 2024

No	Bulan/Tahun	Jumlah Erupsi
1	Desember 2023	16 Letusan.
2	Januari 2024	28 Letusan.
3	Februari 2024	58 Letusan.
4	Maret 2024	68 Letusan.
5	April 2024	17 Letusan.
6	Mei 2024	3 Letusan.

Sumber. PVMBG (Data perolehan 28 Mei 2024)

Rangkaian aktivitas erupsi Gunung Marapi yang terjadi sejak 3 Desember 2023 berulangkali sehingga telah menghasilkan deposit material berupa abu, lapilli hingga batu/bom vulkanik di sekitar puncak Gunung Marapi. Hal ini perlu diwaspadai ketika hujan dengan intensitas tinggi melanda wilayah di sekitar gunung yang memungkinkan untuk terjadinya banjir lahar dingin. Laju aliran lahar dipengaruhi oleh kemiringan lereng dan gradient sungai. Ketika wilayah memiliki lereng yang curam, sungai dengan gradient tinggi, derasnya laju aliran dapat mengangkut material besar dengan mudah. Aliran lahar dengan kecepatan yang besar dapat merusak bangunan permukiman, infrastruktur, lahan pertanian hingga pengendali sedimen (Hadmoko et al., 2024).

Peristiwa banjir lahar dingin yang terjadi akibat aktivitas erupsi serta intensitas hujan yang tinggi di kawasan Gunung Marapi telah terjadi dua kali sepanjang tahun 2024. Terjadi pada 5 April 2024 di 5 Nagari yaitu Nagari Aia Angek di Kecamatan X Koto, Nagari Sabu di Kecamatan Batipuh, Nagari Sungai Jambu di Kecamatan Pariangan, Nagari Limo Kaum di Kecamatan Limo Kaum dan Nagari Sungai Tarab di Kecamatan Sungai Tarab. Akibatnya banyak kerusakan permukiman dan lahan terutama lahan sawah hingga memakan korban jiwa. Peristiwa banjir lahar dingin kembali terjadi di Kabupaten Agam, Tanah Datar dan Padang Panjang pada 11 Mei 2024. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah Sumatera Barat dampak bencana tersebut yaitu 56 orang ditemukan meninggal dunia, 11 orang hilang dan 45 orang luka-luka selain itu juga terjadi kerusakan permukiman dan lahan pertanian yang cukup parah. Melihat banyaknya erupsi gunung Marapi yang terjadi sepanja

tahun 2024 maka perlu dilakukan analisis terkait penentuan lokasi evakuasi yang aman bagi masyarakat yang bermukim disekitarnya.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Gunung Marapi bagian selatan. Berfokus pada wilayah yang mencakup daerah aliran sungai di sisi Selatan Gunung Marapi yang memiliki radius sekitar 6 hingga 9 km. Diantaranya yaitu Kecamatan Pariangan, Kecamatan X Koto, Kecamatan Batipuh, Kecamatan Limo Kaum dan Kecamatan Padang Panjang Timur. Secara administratif Gunung Marapi terletak di Kabupaten Agam. Ketinggian gunung Marapi adalah 2.891 meter di atas permukaan laut. Secara geografis, gunung Marapi berada pada 0º 22' 47"72" LS, 100º28'16'71"BT.

Jenis penelitian ini yaitu kuantitatif deskriptif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode buffer untuk analisis zona aliran lahar. Metode skoring dan pembobotan digunakan untuk menganalisis zona bahaya berdasarkan tingkat kerawanan banjir lahar dingin di sisi selatan gunung Marapi.

Berikut parameter yang digunakan untuk analisis zona bahaya berdasarkan tingkat kerawanan banjir lahar dingin:

Tabel 2. Parameter Zona Bahaya Berdasaekan Kerawanan Banjir Lahar Dingin

No	Parameter	Klasifikasi	Keterangan	Skor	Bobot	Sumber
1	Buffer Sungai	300 Meter	Bahaya Tinggi	3	20	BNPB 2010
		400 Meter	Bahaya Sedang	2		
		500 Meter	Bahaya Rendah	1		
2	Penggunaan Lahan	Hutan Kering, Hutan Basah, Pesisir	Kerawanan Rendah	1	25	(Larasati, 2017)
		Lahan Kosong, Rawa, Tanaman Campur, Padang Rumput	Kerawanan Sedikit Rendah	2		
		Kebun, Ladang	Kerawanan Sedang	3		
		Sawah, Sawah Tadah Hujan, Danau	Kerawanan Sedikit Tinggi	4		

No	Parameter	Klasifikasi	Keterangan	Skor	Bobot	Sumber
		Sungai, Pemukiman, Gedung/Bangunan	Kerawanan Tinggi	5		
3	Ketinggian Lahan	< 500	Sangat Rendah	5	20	(Rakuasa & Latue, 2023)
		500-1000	Rendah	2		
		1000-1500	Sedang	3		
		1500-2000	Tinggi	2		
		> 2000	Sangat Tinggi	1		
4	Kemiringan Lereng	0-8	Datar	5	10	(Yullia, 2022)
		8-15	Landai	4		
		15-25	Agak Curam	3		
		25-45	Curam	2		
		> 45	Sangat Curam	1		
5	Curah Hujan	> 3000	Sangat Basah	5	15	(Fauzi, 2022)
		2500-3000	Basah	4		
		2000-2500	Sedang	3		
		1500-2000	Kering	2		
		< 15000	Sangat Kering	1		
6	Jenis Tanah	Kambisol	Sangat Peka	4	10	(Yullia, 2022)
		Andosol	Peka	3		

Setelah semua parameter diberi skor dan bobot maka dihitung nilai total untuk menentukan nilai kerawanan menggunakan persamaan berikut ini (Yullia et al., 2022):

$$K = Wi \times Xi$$

Keterangan:

K = Nilai Kerawanan

Wi = Bobot untuk parameter ke-*i*

Xi = Skor untuk parameter ke-*i*

Untuk menentukan kelas interval kerawanan, peneliti menggunakan persamaan interval sebagai berikut:

$$Ki = \frac{Xt + Xr}{k}$$

Keterangan:

Ki = Kelas Interval

Xt = Data Tertinggi

Xr = Data Terendah

k = Jumlah kelas yang diinginkan

Sumber: (Fauzi, 2022).

Setelah melakukan analisis spasial terkait zona aliran lahar dingin dan zona bahaya banjir lahar dingin maka dapat dilakukan survey lapangan untuk memantau lokasi penelitian dan menentukan tempat evakuasi yang tepat. Penentuan lokasi evakuasi diperoleh dari survey lapangan berdasarkan indikator, variabel dan kriteria berikut:

Tabel 3. Indikator Penentuan Lokasi Evakuasi

No	Indikator	Variabel	Kriteria
1	Tempat Evakuasi	a. Lokasi aman dari banjir lahar dingin	- Rendah - Sedang - Tinggi
		b. Jenis tata guna lahan	- Bangunan - Ruang terbuka
		c. Daya tampung	- < 5 KK - 5-20 KK - > 20 KK
2	Aksesibilitas	a. Keadaan jalan	- Aspal - aspal rusak/pavin blok - Semen
		b. Waktu tempuh	- < 5 menit - 5 – 20 menit - > 20 menit

Sumber: (Giyai & Pamungkas, 2022)

HASIL

1. Zona Aliran Lahar Dingin

Peta zona aliran lahar dingin diperoleh dari daerah aliran sungai yang di *multibuffer* menggunakan *software* ArcGIS. DAS merupakan tempat mengalirnya aliran lahar, semakin dekat permukiman dengan daerah aliran sungai maka tingkat bahaya banjir lahar di wilayah tersebut. Multibuffer DAS bertujuan untuk mengklasifikasikan wilayah dengan tingkat bahaya terhadap banjir lahar dingin.

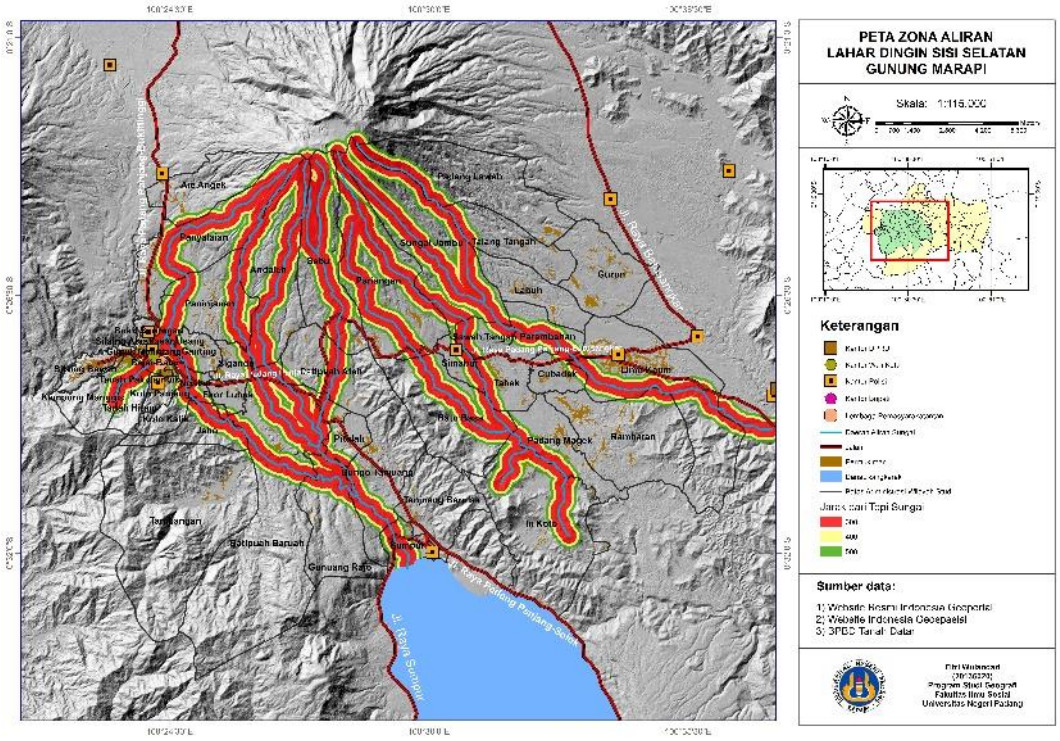
Hasil analisis zona aliran lahar dingin di sisi selatan Gunung Marapi dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 1.

Tabel 4. Hasil Analisis Zona Aliran Lahar Dingin

Klasifikasi Zona (Jarak dari tepi sungai)	Tingkat Bahaya	Skor	Luas (Ha)
300 Meter	Tinggi	3	8030
400 Meter	Sedang	2	2407
500 Meter	Rendah	1	2259

Sumber: Olahan data, 2024.:

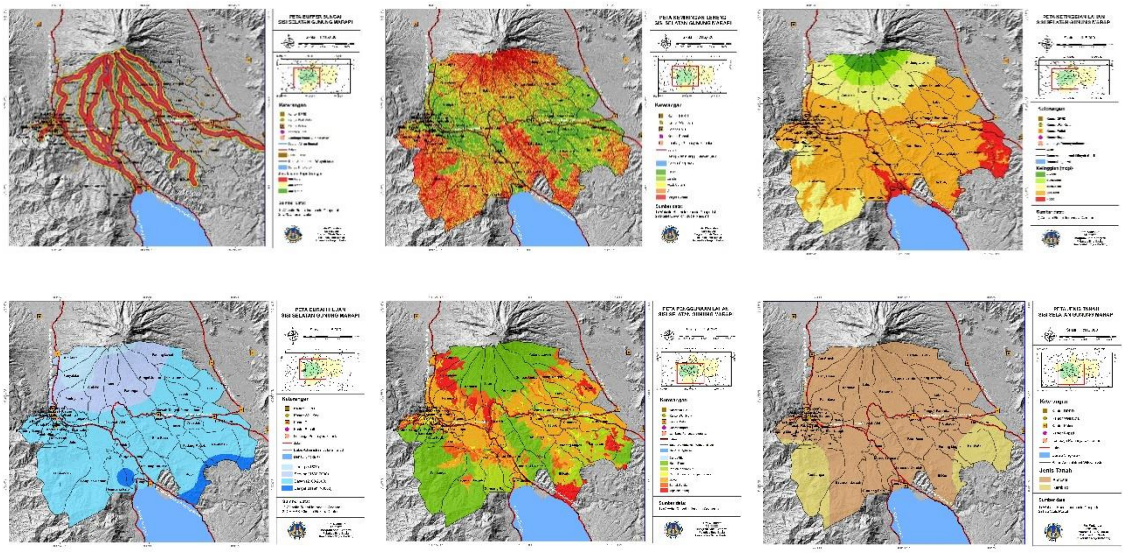
a. Zona 300 meter merupakan area yang paling beresiko dan berada lebih dekat dengan jalur aliran lahar.
b. Zona 400 meter merupakan area beresiko diluar zona bahaya tinggi dan area ini cukup dengat dengan jalur aliran lahar dingin.
c. Zona 500 meter merupakan area yang berpotensi terdampak banjir lahar dingin namun cukup jauh dari jalur aliran lahar dingin.



Gambar 1. Peta Zona Aliran Lahar Dingin di Sisi Selatan Gunung Marapi

2. Zona Bahaya Banjir Lahar Dingin

Peta zona bahaya berdasarkan kerawanan banjir lahar dingin dianalisis menggunakan 6 parameter yaitu buffer sungai, kemiringan lereng. Berikut hasil analisis spasial setiap parameter zona bahaya berdasarkan tingkat kerawanan banjir lahar dingin.



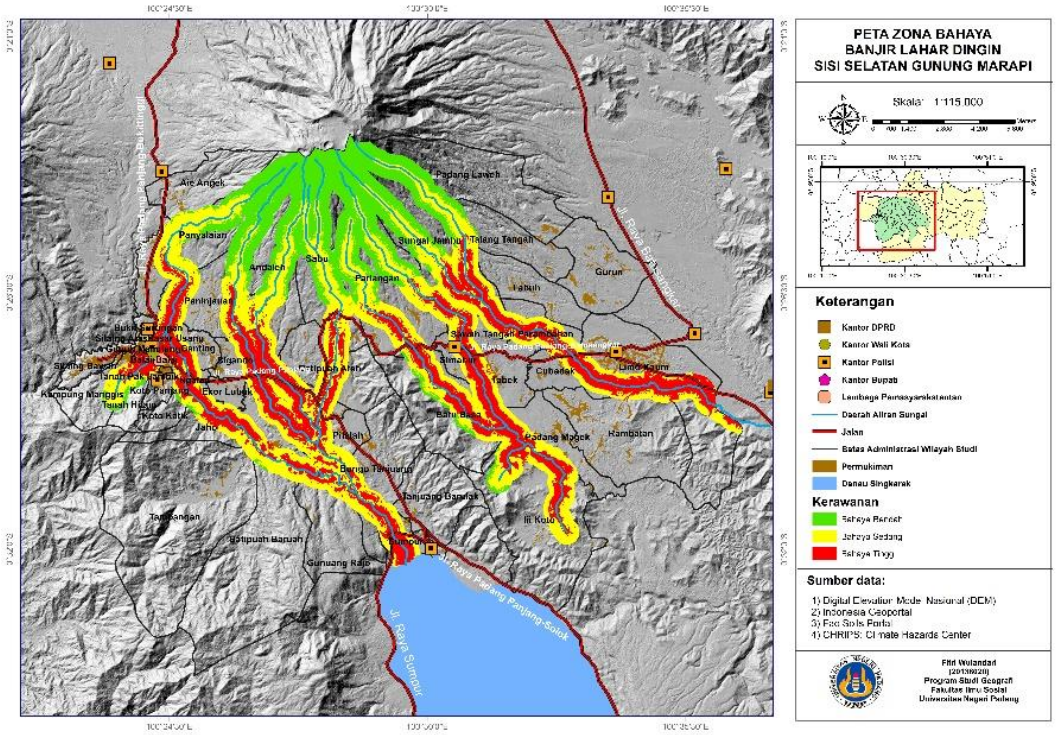
Gambar 2. Peta Parameter Zona Bahaya Banjir Lahar Dingin

Peta zona bahaya berdasarkan kerawanan banjir lahar dingin diperoleh dari perhitungan skor dan bobot dari parameter penentu kerawanan. Berikut hasil perhitungan tingkat kerawanan banjir lahar dingin di sisi selatan Gunung Marapi:

Tabel 5. Hasil Analisis Zona Bahaya Banjir Lahar Dingin

No	Klasifikasi	Skor	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Bahaya Rendah	1	2815	23.12
2	Bahaya Sedang	2	5654	46.44
3	Bahaya Tinggi	3	3706	30.44
	Jumlah		12175	100.00

Sumber: Olahan data, 2024.



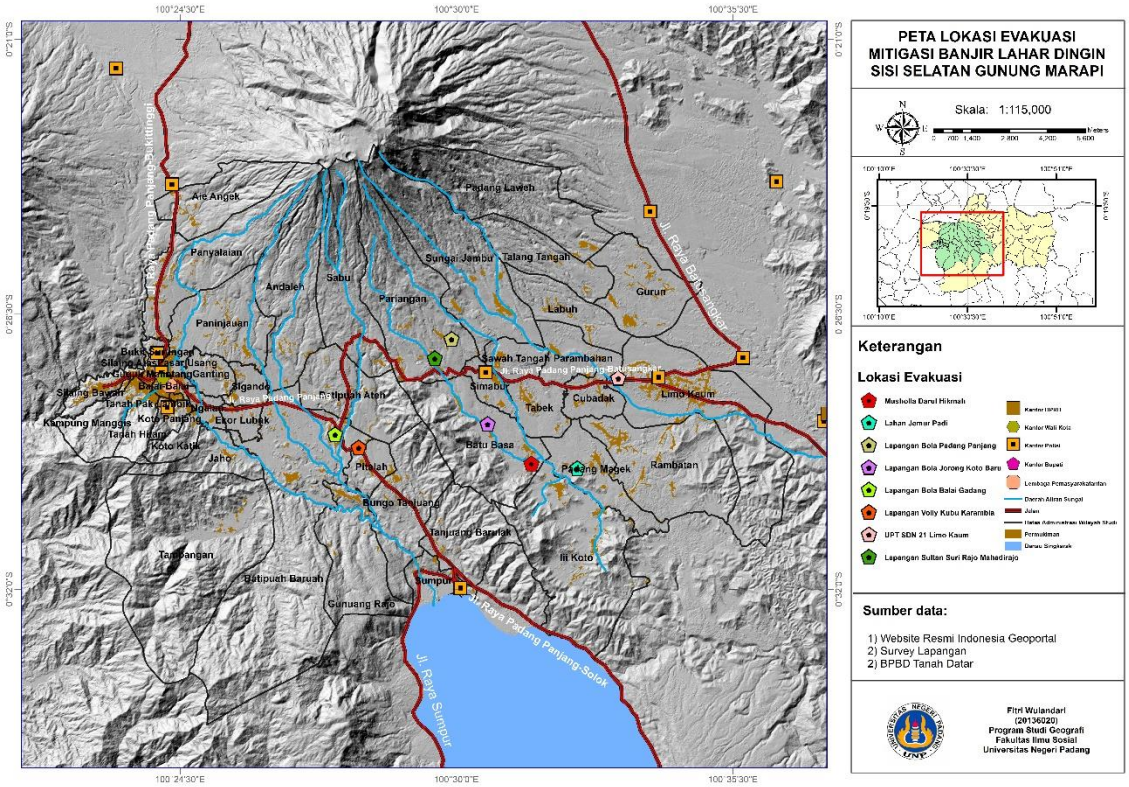
Gambar 3. Peta Zona Bahaya Banjir Lahar Dingin

3. Lokasi Evakuasi

Penentuan lokasi evakuasi dilakukann menggunakan indikator yang berkaitan dengan kondisi lokasi evakuasi dan aksesibilitas. Data lokasi evakuasi yang diperoleh langsung saat melakukan survey di lokasi penelitian berupa titik koordinat lokasi evakuasi, kondisi tempat evakuasi dan aksesibilitias. Alat yang digunakan untuk pengambilan data dilapangan yaitu aplikasi Avenza Maps. Aplikasi Avenza Maps dimanfaatkan untuk memperoleh titik koordinat, gambar dan elevasi lokasi evakuasi. Data yang diperoleh berupa koordinat yang di

eksport dalam bentuk KML (Keyhole Markup Language) sehingga dapat diolah menggunakan Software ArcGis 10.8. KML merupakan ekstensi format data xml yang dapat digunakan untuk memperoleh data titik lokasi, gambar serta data-data spasial.

Lokasi evakuasi ditentukan berdasarkan variabel berupa lokasi aman dari banjir lahar dingin, tata guna lahan, daya tampung, keadaan jalan dan waktu tempuh dari daerah aliran sungai menuju tempat evakuasi. Hasil pemetaan lokasi evakuasi dapat dilihat pada **Gambar.4**.



Gambar 4. Peta Lokasi Evakuasi

PEMBAHASAN

1. Zona aliran lahar dingin merupakan buffer jarak dari tepi sungai dengan 3 klasifikasi berdasarkan ketentuan BNPB 2010 yaitu 300 meter tingkat bahaya tinggi, 400 meter tingkat bahaya sedang dan 500 meter tingkat bahaya rendah.
2. Zona bahaya banjir lahar dingin diklasifikasikan menjadi 3 (Setiyawidi et al., 2016) yaitu zona bahaya tinggi, zona bahaya sedang dan zona bahaya rendah. Hasil analisis zona

bahaya banjir lahar dingin menunjukkan bahwa wilauah sisi selatan Gunung Marapi dominan berada di zona bahaya sedang seluas 46,44% dan bahaya tinggi seluas 30,44%.

3. Berdasarkan hasil survey lapangan dan analisis spasial maka dapat ditentukan 8 lokasi evakuasi:
   a. Lokasi evakuasi 1: Berada di Luak Paga, Nagari Batu Basa. Tempat ini berupa bangunan musholla dengan halaman cukup luas. Berada pada zona 300 meter namun lokasi ini berada pada ketinggian 600,67mdpl. Waktu tempuh dari tepi sungai yaitu 5 menit sehingga dapat digunakan untuk lokasi evakuasi sementara.
   b. Lokasi evakuasi 2: Berada di Padang Magek, Kecamatan Rambatan. Tempat ini berupa lahan kosong yang biasa dijadikan lahan jemur padi yang terdapat di permukiman. Lokasi ini berada di area 500 meter dari tepi sungai sehingga tempat ini cocok dijadikan untuk lokasi evakuasi karena berada cukup jauh dari zona bahaya banjir lahar dingin. Namun, tempat ini hanya dapat menampung pengungsi sebanyak < 5 KK.
   c. Lokasi evakuasi 3: Berada di Nagari Padang Panjang, Pariangan. Tempat ini merupakan ruang terbuka namun berada di area permukiman. Waktu tempuh dari tepi sungai adalah 10-15 menit. Lokasi ini berada di luar zona bahaya banjir lahar dingin serta daerah dengan tingkat kerawanan dan memiliki daya tampung 15-25 KK sehingga menjadikan lokasi ini dapat untuk tempat evakuasi.
   d. Lokasi evakuasi 4: Berada di Jorong Koto Baru, Batu Basa. Tempat ini merupakan ruang terbuka yang berada di area permukiman. Memiliki daya tampung 15-20 KK. Waktu tempuh dari tepi sungai yaitu 5 menit. Namun, berada pada ketinggian 682,77 mdpl sehingga tempat ini dapat dijadikan lokasi evakuasi sementara.
   e. Lokasi evakuasi 5: Berada di Balai Gadang Batipuah. Tempat ini merupakan ruang terbuka dan berada di area permukiman. Memiliki daya tampung 15-20 KK. Waktu tempuh dari lokasi terduga bencana menuju tempat evakuasi yaitu 5 menit. Lokasi ini termasuk zona bahaya banjir lahar dengan jarak 400 meter dari area aliran lahar. Lokasi ini berada diketinggial 652,00 mdpl sehingga dapat dijadikan tempat evakuasi sementara.
   f. Lokasi evakuasi 6: Berada di Kubu Karambia, Batipuah. Tempat ini merupakan ruang terbuka yang berada di permukiman. Lokasi ini berada di luar zona bahaya banjir lahar dingin sehingga menjadikan lokasi ini cukup aman untuk lokasi evakuasi. Namun, tempat ini hanya memiliki daya tampung < 5 KK.

g. Lokasi evakuasi 7: Berada di Nagari Limo Kaun. Tempat ini merupakan bangunan yang memiliki lapangan luas. Memiliki daya tampung hingga 10-15 KK. Lokasi ini berada di zona bahaya banjir lahar dingin 400 meter dari area aliran lahar dingin dengan waktu tempuh 5 menit sehingga lokasi ini dapat dijadikan tempat evakuasi.
h. Lokasi evakuasi 8: Berada di Kecamatan Pariangan. Tempat ini merupakan ruang terbuka yang berada di area permukiman, Memiliki daya tampung hingga 15-20 KK. Waktu tempuh dari area aliran lahar menuju lokasi evakuasi yaitu 5-10 menit. Lokasi berada pada zona 400 meter dari area aliran lahar dan berada di ketinggian 873,69 mdpl sehingga dapat dijadikan lokasi evakuasi.

KESIMPULAN

1. Zona aliran lahar diklasifikasikan menjadi 3 kelas yaitu zona 300 meter, 400 meter dan 500 meter. Daerah yang dilalui aliran lahar yaitu Paninjauan-Padang Panjang Timur-Batipuh menuju danau Singkarak, Jalur Pariangan menuju Nagari Batu Basa dan jalur Sungai Jambu menuju Nagari Limo Kaum. Nagari yang berada pada zona bahaya banjir lahar dingin di sisi selatan Gunung Marapi yaitu Nagari di Kabupaten Tanah Datar: Sungai Jambu, Parambahan, Limo Kaum, Simabur, Pariangan, Batu Basa, Padang Magek, Paninjauan, Panyalaian, Batipuh Ateh dan Sumpur. Nagari di Kota Padang Panjang: Kota Panjang, Ngalau, Pasar Usang dan Ganting.
2. Zona bahaya banjir lahar dingin dibagi menjadi 3 kelas yaitu bahaya rendah, bahaya sedang dan bahaya tinggi. Dari hasil analisis, wilayah sisi selatan Gunung Marapi di dominasi oleh zona bahaya sedang seluas 46,44% dan bahaya tinggi seluas 30,44^%.
3. Hasil analisis spasial dan survei lapangan, ditentukan 8 titik lokasi evakuasi dari bencana banjir lahar dingin. Lokasi evakuasi tersebut berada dibeberapa Nagari di Kabupaten Tanah Datar yaitu Nagari Batu Basa, Nagari Limo Kaum, Nagari Batipuah Ateh, Nagari Padang Panjang dan Nagari Simabur.

DAFTAR PUSTAKA

Edwiza, D., Rusman, B., Istijono, B., & Hakam, A. (2016). ACE 3-070 Studi Potensi Kerawanan Bencana Erupsi Gunung Marapi dan Pengaruhnya Terhadap Pengembangan Wilayah Pertanian di Kab. Tanah Datar. 887–908.

Fauzi, R. Al. (2022). Analisis tingkat kerawanan banjir Kota Bogor menggunakan metode

overlay dan scoring berbasis sistem informasi geografis. *Geomedia Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, *20*(2), 96–107. https://doi.org/10.21831/gm.v20i2.48017

Giyai, M. C., & Pamungkas, A. (2022). Penentuan Titik dan Rute Evakuasi dalam Mengurangi Risiko Bencana Banjir. *Jurnal Teknik ITS*, *11*(3), 130–135.

Hadmoko, D. S., Dibyosaputro, S., & Widiyanto. (2018). Banjir Lahar, Pembentukan, Proses, Dampak dan Mitigasinya. Gadjah Mada University Press.

Larasati, Z. R., Hariyanto, T., & Kurniawan, A. (2017). Pemetaan Daerah Risiko Banjir Lahar Berbasis SIG Untuk Menunjang Kegiatan Mitigasi Bencana (Studi Kasus: Gunung Semeru, Kab. Lumajang). *Jurnal Teknik ITS*, *6*(2). https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.23899

PVMBG (2024). Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (Data perolehan 28 Mei 2024

Setiyawidi, S., Setiawan, I., & Somantri, L. (2016). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Zonasi Tingkat Kerawanan Bencana Letusan Gunung Api Tangkubanparahu. *Jurnal Geografi Gea*, *11*(2), 209–225. https://doi.org/10.17509/gea.v11i2.1635.

Yullia, L., Herawati, H., & Kartini. (2022). Pemetaam Zona Kerawanan Banjir Desa Wajok Hilir dan Konsep Penanganannya. *Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil Dan Tambang*, *Vol 9*, *No*(1), 1–10. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/kelast.v9i3.58316