

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian yang berjudul “Analisis Zona Bahaya untuk Penentuan Jalur Evakuasi dan Tempat Pengungsian Sementara dari Ancaman Erupsi Gunung Api Ciremai dengan Menggunakan *Network Analysis*” ini menggunakan metode penelitian sistem informasi geografis. Sistem informasi geografis (SIG) atau *geographic information system* (GIS) merupakan suatu sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi lokasi dengan karakteristik dari fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut (Aini, 2018).

Sistem informasi geografis ini dimanfaatkan dalam menganalisis tingkat bahaya, persebaran penduduk, kerawanan bencana akibat erupsi dengan menggunakan metode skoring dan pembobotan, menentukan jalur evakuasi bencana erupsi dengan menggunakan metode *network analysis*, serta menentukan titik evakuasi bencana erupsi dengan menggunakan metode *site selection* atau seleksi tempat.

Analisis yang pertama adalah analisis bahaya erupsi, di mana dalam analisis ini terdapat beberapa variabel penelitian berupa jarak dari kepundan, jarak dari alur sungai, penggunaan lahan, kemiringan lereng, bentuk lahan, dan kerapatan vegetasi. Analisis yang kedua adalah analisis kependudukan, di mana terdapat variabel penelitian berupa kepadatan penduduk, yang menggunakan indikator jumlah penduduk dan luas wilayah. Serta analisis yang ketiga adalah analisis kerawanan, di mana indikator yang akan digunakan dalam analisis ini adalah hasil dari skoring tingkat bahaya dan kepadatan penduduk, yang kemudian dilakukan *overlay* atau tumpang tindih.

3.2. Lokasi Penelitian

Gunung Ciremai merupakan salah satu gunung aktif di Jawa Barat, berada di dalam kawasan Taman Nasional Gunung Ciremai, yang secara astronomis terletak pada $108^{\circ} 19' 18''$ - $108^{\circ} 29' 30''$ BT dan $6^{\circ} 46' 57''$ - $6^{\circ} 58' 57''$ LS. Secara administrasi, Gunung Ciremai terletak pada:

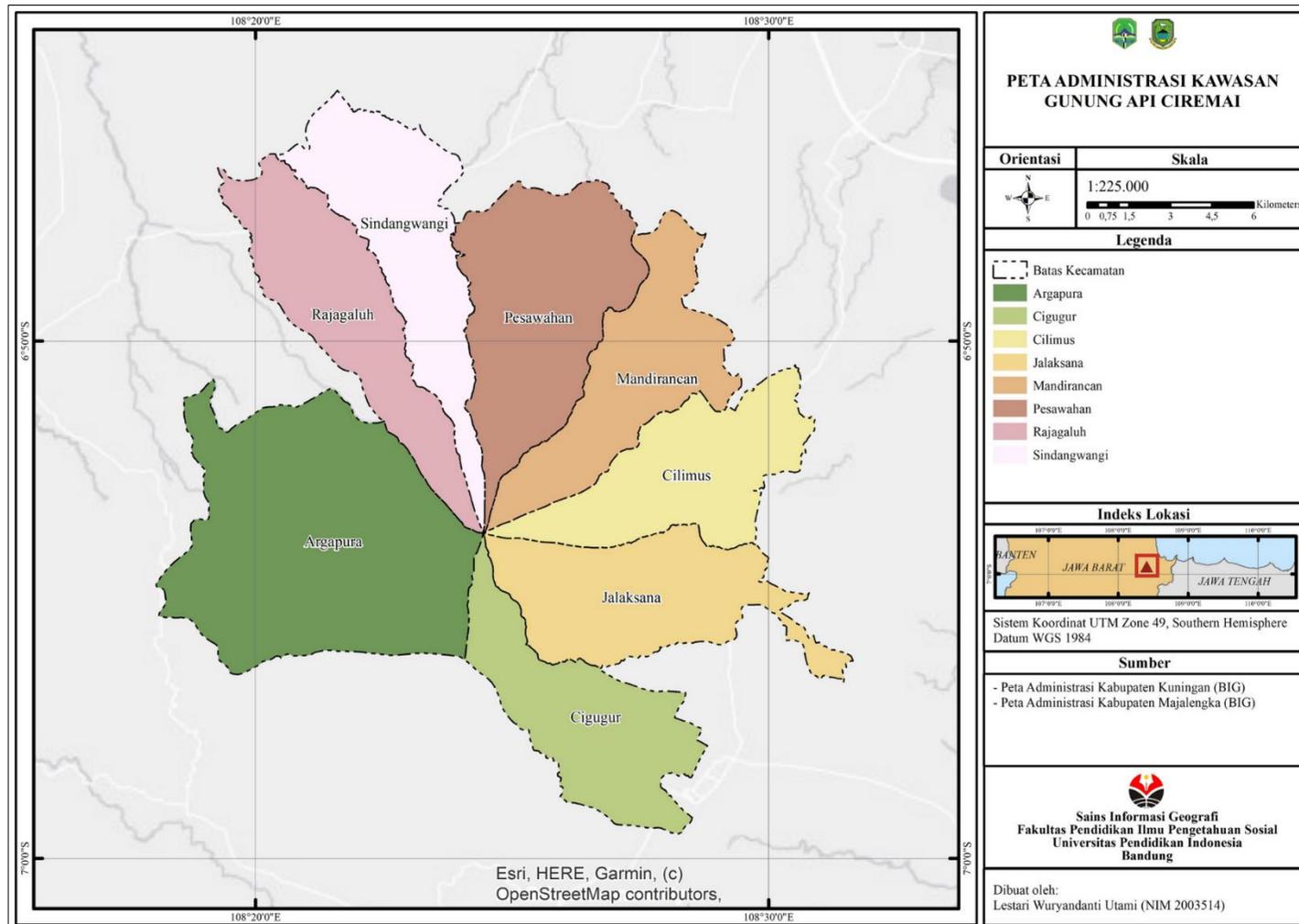
- a. Utara : Kabupaten Cirebon
- b. Timur : Kabupaten Kuningan
- c. Selatan : Kabupaten Kuningan dan Majalengka
- d. Barat : Kabupaten Majalengka

Dalam penelitian ini, wilayah kajian akan dipersempit menjadi kawasan kecamatan yang berada di area Gunung Api Ciremai. Adapun daerah kajian ini terdiri 8 kecamatan dan 97 kelurahan atau desa. Daerah kajian tersebut didasari oleh wilayah kecamatan yang berbatasan langsung dengan kepundan Gunung Api Ciremai. Berikut ini merupakan pembagian dari daerah kajian:

Tabel 3.1 Lokasi Penelitian

No	Kabupaten	Kecamatan	Jumlah Kecamatan/Desa
1	Kuningan	Cigugur	10
		Cilimus	13
		Jalaksana	15
		Mandirancan	12
		Pesawahan	10
2	Majalengka	Argapura	14
		Rajagaluh	13
		Sindangwangi	10

Sumber: Hasil Analisis (2023)



Gambar 3.1 Peta Area Kajian Penentu Jalur Evakuasi dan Tempat Pengungsian Sementara dari Bencana Erupsi Gunung Api Ciremai

3.3. Alat dan Bahan

Dalam penelitian mengenai analisis bahaya, kerawanan, tempat evakuasi, dan jalur evakuasi bencana erupsi Gunung Ciremai ini tentunya diperlukan alat dan bahan untuk mengefektifkan proses penelitian. Berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan selama berlangsungnya kegiatan penelitian ini.

3.3.1. Alat penelitian

Terdapat beberapa alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini untuk keperluan perolehan data dan pemrosesan data. Alat-alat penelitian tersebut terdiri dari:

Tabel 3.2 Alat Penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan	Penyedia
1	Hardware (Laptop)	AMD Ryzen 5 5600H	Merupakan komponen utama yang mendukung dalam kelancaran kegiatan penelitian ini	Asus
2	Software	ArcGIS 10.8	Merupakan perangkat lunak yang mendukung dalam pengolahan data spasial serta visualisasi dalam bentuk peta	ESRI
		Microsoft Office	Merupakan perangkat lunak yang membantu dalam kegiatan analisis dan penyusunan laporan	Microsoft
3	Aplikasi GPS	GPS Map Cam	Merupakan aplikasi yang membantu mengetahui koordinat geografis suatu objek di lapangan	GPS Map Camera
4	Aplikasi validasi lapangan	Avenza Map	Merupakan aplikasi yang membantu dalam kegiatan validasi dan penyimpanan data	Avenza System Inc.
5	Alat tulis	-	Merupakan alat yang digunakan untuk mencatat hasil yang diperoleh ketika di lapangan	-
6	Instrumen penelitian	-	Merupakan acuan dalam kegiatan penelitian di lapangan	-
7	Kamera	Handphone	Merupakan perangkat yang membantu dalam kegiatan dokumentasi	Samsung

Sumber: Hasil analisis (2022)

3.3.2. Bahan penelitian

Adapun beberapa bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini untuk menunjang keperluan kegiatan penelitian. Bahan-bahan penelitian tersebut terdiri dari:

Tabel 3.3 Bahan Penelitian

No	Bahan	Bentuk Data		Sumber data
		Tabuler	Spasial	
1	DEM (<i>Digital Elevation Model</i>)	Data Raster: Resolusi spasial 0.27 <i>arcsecond</i>	Pembuatan peta kemiringan lereng dan ketinggian	BIG
2	Peta Penggunaan Lahan	Data Vektor: Data digital penggunaan lahan	Analisis bahaya	BIG
3	Data Kependudukan	Data Atribut: Data sosial	Analisis kependudukan	BPS Kabupaten
4	Data Kondisi Jalan	Data Atribut	Analisis Jalur Evakuasi	PUPR Kabupaten
5	Data Bangunan dan Fasilitas Umum	Data Vektor: Data digital sebaran bangunan	Analisis titik evakuasi	BIG
6	Data Geologi	Data Vektor: Data digital geologi	Analisis geologi	ESDM

Sumber: Hasil analisis (2022)

3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 tahapan, yaitu pra-penelitian, pelaksanaan penelitian, dan pasca penelitian. Masing-masing tahapan akan dilaksanakan selama 4 bulan, sehingga total pelaksanaan secara keseluruhan akan berlangsung selama 12 bulan. Berikut ini merupakan rincian waktu pelaksanaan berdasarkan tahapan:

3.4.1. Pra-penelitian

Dalam tahap pra-penelitian, dilakukan dengan tujuan untuk mendalami permasalahan yang akan dikaji, dengan mengumpulkan literatur dari berbagai sumber hingga diakhiri dengan menyusun proposal dan instrument penelitian.

Dalam tahap ini, dilakukan selama 4 bulan pertama, yaitu dalam periode Januari hingga April.

Tabel 3.4 Pra-Penelitian

No	Kegiatan	Januari				Februari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mendalami permasalahan yang akan dikaji	■	■														
2	Menentukan judul dan variabel penelitian	■	■	■	■												
3	Mengumpulkan literatur	■	■	■	■	■	■	■	■								
4	Menyusun metode penelitian			■	■	■	■	■	■								
5	Menyusun proposal					■	■	■	■	■	■						
6	Menyusun instrumen penelitian									■	■	■	■	■	■	■	■

Sumber: Hasil analisis (2022)

3.4.2. Pelaksanaan penelitian

Dalam tahap pelaksanaan penelitian, dilakukan dengan tujuan untuk mendalami permasalahan menganalisis permasalahan yang diambil, dengan mengumpulkan data-data dari berbagai sumber, mengolah data, melakukan validasi lapangan, hingga diakhiri dengan hasil akhir berupa peta. Dalam tahap ini, dilakukan selama 4 bulan, yaitu dalam periode Mei hingga Agustus.

Tabel 3.5 Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Mei				Juni				Juli				Agustus			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mengumpulkan data sekunder	■	■	■	■	■	■										
2	Mengumpulkan data primer			■	■	■	■	■									
3	Mengolah data			■	■	■	■	■	■	■	■						
4	Validasi lapangan									■	■	■	■				

Kecamatan Cigugur, Jalaksana, Cilimus, Mandirancan, dan Pasawahan. Serta 3 kecamatan di Kabupaten Majalengka, yaitu Kecamatan Argapura, Rajagaluh, dan Sindangwangi.

3.5.2. Sampel Penelitian

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), sampel merupakan sesuatu yang digunakan untuk menunjukkan sifat dari suatu kelompok yang lebih besar. Sampel juga dapat dikatakan sebagai bagian kecil yang mewakili suatu kelompok atau keseluruhan yang lebih besar.

Sampel merupakan sebagian dari populasi yang akan diteliti, serta dianggap mampu menggambarkan karakteristik dari populasinya Fraenkel, 1990:84 (dalam Ihza, 2019). Sampel juga dapat diartikan sebagai bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki dari populasi tersebut, yang diambil berdasarkan prosedur tertentu hingga dapat mewakili populasinya (Siyoto & Sodik, 2015 dalam Andini, 2021).

Dalam penelitian ini, metode sampel yang akan digunakan adalah *Stratified Random Sampling*. *Stratified Random Sampling* merupakan teknik *sampling* yang dilakukan dengan pembagian populasi ke dalam strata, kemudian memilih sampel secara acak dalam setiap strata. Dalam *Stratified Random Sampling*, sampel harus dapat mewakili setiap bagian heterogen dalam populasi tersebut (Taro Yamane dalam Adha, 2014).

Sampel dalam penelitian ini akan memiliki kriteria berupa sampel zona bahaya yang terdiri dari 3 strata, yaitu zona bahaya tinggi, sedang, dan rendah sebanyak 24 titik yang tersebar di 8 kecamatan di sekitar Gunung Api Ciremai. Jumlah titik sampel sebanyak 24 tersebut terbagi menjadi 8 titik sampel di kawasan dengan zona bahaya tinggi, 8 titik sampel di kawasan dengan zona bahaya sedang, serta 8 titik sampel dengan zona bahaya rendah. Sehingga dalam setiap kecamatan, akan terdapat 3 titik sampel di 3 zona bahaya yang berbeda.

3.6. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek, organisasi, maupun kegiatan yang memiliki suatu variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk kemudian dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2007 dalam Naimah, 2012).

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa variabel atas dasar rumusan masalah, yang terdiri dari tingkat bahaya, kependudukan (kepadatan penduduk), penentuan kerawanan, penentuan jalur evakuasi, dan penentuan titik evakuasi di area Gunung Ciremai. Setiap rumusan masalah tersebut memiliki beragam indikator yang kemudian akan diolah untuk memperoleh hasil akhir berupa peta.

Tabel 3.7 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	Indikator Penelitian	Sumber Data
Tingkat Bahaya Bencana Erupsi Gunung Api Ciremai	Jarak dari Kepundan	BIG
	Jarak dari Alur Sungai	BIG
	Penggunaan Lahan	BIG
	Kemiringan Lereng	DEMNAS
	KRB dan Hasil Erupsi	Peta Geologi
Pesebaran Penduduk di area Gunung Api Ciremai	Kepadatan Penduduk	Jumlah Penduduk
		Luas Wilayah
Penentuan Tingkat Kerawanan Bencana Erupsi Gunung Api Ciremai	Tingkat Bahaya	Overlay Data Bahaya dan Kepadatan Penduduk
	Kepadatan Penduduk	
Penentuan Tempat Pengungsian Sementara Bencana Erupsi Gunung Api Ciremai	Fasilitas umum	SHP Toponimi (BIG)
	Kapasitas bangunan	Perhitungan luas bangunan
	Berada di zona aman dari bahaya erupsi	Peta tingkat bahaya
Penentuan Jalur Evakuasi Bencana Erupsi Gunung Api Ciremai	Jenis jalan	Peta jaringan jalan
	Waktu tempuh	Perhitungan jarak dan kecepatan
	Kondisi jalan	PUPR dan fakta di lapangan

Sumber: Hasil analisis (2023), Setyowati, Hadi, & Ashari, (2013), Fachri, H. T. (2022).

Berdasarkan tabel variabel penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa diperlukan beberapa data untuk setiap rumusan masalah yang dikaji. Untuk tingkat bahaya bencana erupsi Gunung Api Ciremai, akan menggunakan 5 jenis

indikator, yang terdiri dari jarak dari kepundan, jarak dari alur sungai, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan KRB & geologi. Kemudian untuk persebaran penduduk di area Gunung Api Ciremai, terdapat satu indikator berupa kepadatan penduduk, yang diperoleh dari perhitungan antara jumlah penduduk dan luas wilayah. Untuk penentuan tingkat kerawanan bencana erupsi Gunung Api Ciremai, diperlukan dua indikator berupa tingkat bahaya dan tingkat kepadatan penduduk. Selanjutnya untuk penentuan jalur evakuasi bencana erupsi Gunung Api Ciremai, dibutuhkan tiga indikator yang terdiri dari jenis jalan, waktu tempuh, dan kondisi jalan. Serta untuk menentukan tempat pengungsian sementara bencana erupsi Gunung Api Ciremai dibutuhkan beberapa indikator berupa fasilitas umum, kapasitas bangunan, serta berada di zona aman dari bahaya erupsi.

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa teknik pengumpulan data untuk mendukung kegiatan penelitian. Dalam mengumpulkan data, dilakukan dengan kegiatan studi literatur, survei, serta studi dokumentasi. Berikut adalah rincian terkait teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini.

3.7.1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan sebuah rangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca, mencatat, serta mengolah bahan-bahan penelitian Warsiah, 2009:80 (dalam Handriani, 2019). Studi literatur digunakan ketika penulis sudah menentukan topik penelitian dan rumusan masalah, di mana studi literatur digunakan dalam membantu pengumpulan data selama di lapangan Darmadi, 2011 (dalam Kartiningrum, 2015)

Dalam penelitian ini, studi literatur digunakan dalam pembuatan tinjauan pustaka dan metode penelitian, dengan mengumpulkan penelitian-penelitian ilmiah, jurnal, buku, dan sumber terpercaya lainnya.

3.7.2. Survei

Survei lapangan merupakan teknik dalam mengidentifikasi suatu objek penelitian pada lapangan secara langsung untuk mendapatkan data faktual berupa data fisik, ekonomi, sosial, dan politik (Nazir, 2011 dalam Fakhri, 2022). Terdapat dua jenis teknik survei yang digunakan penulis dalam penelitian ini, yaitu:

a. Survei Primer

Survei primer bertujuan untuk memperoleh informasi secara langsung, yang dapat diperoleh dari:

- 1) Wawancara dengan penduduk sekitar
- 2) Observasi lapangan atau dokumentasi

b. Survei Sekunder

Survei sekunder bertujuan untuk memperoleh informasi terkait data geologi, kependudukan, penggunaan lahan, dan data lainnya yang dapat diperoleh dengan mengakses laman resmi, menghubungi pihak terkait, atau mendatangi kantor penyedia data.

3.7.3. Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi adalah cara yang dapat digunakan peneliti untuk memperoleh gambaran dari sudut pandang subjek melalui suatu media tertulis dan dokumen lainnya yang ditulis atau dibuat langsung oleh subjek yang bersangkutan (Herdiansyah, 2010:143 dalam Sandewi, 2018).

Adapun studi dokumentasi ini digunakan penulis dalam kegiatan penelitian ini dengan menghimpun referensi dan data sekunder, seperti Peta Kawasan Rawan Bencana (KRB), profil kelurahan, data kependudukan, undang-undang mengenai kebencanaan, dan sebagainya.

3.8. Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan suatu rangkaian proses pengelompokan berbagai data yang sesuai dengan variabel, kemudian diolah sesuai dengan

tujuan penelitian dan diakhiri dengan proses pengujian hipotesis yang dibuat oleh seorang peneliti (Sugiyono, 2012 dalam Fakhri, 2022).

Dalam penelitian yang berjudul “Analisis Zona Bahaya untuk Penentuan Jalur Evakuasi Dan Tempat Pengungsian Sementara Dari Ancaman Erupsi Gunung Api Ciremai dengan Menggunakan *Network Analysis*” ini terdiri dari lima rumusan masalah yang terdiri dari tingkat bahaya, kepadatan penduduk, tingkat kerawanan, penentuan tempat pengungsian sementara, dan penentuan jalur evakuasi.

3.8.1. Penentuan Tingkat Bahaya

Dalam menentukan tingkat bahaya erupsi Gunung Api Ciremai, terdapat 5 parameter yang digunakan, yaitu jarak dari kepundan, jarak dari aliran Sungai, penggunaan lahan, kemiringan lereng, serta KRB dan hasil geologi. Masing-masing parameter memiliki skor dan bobot sesuai dengan pengaruhnya terhadap tingkat bahaya erupsi. Berikut ini merupakan rincian masing-masing parameter untuk menentukan tingkat bahaya erupsi Gunung Api Ciremai.

a. Kelas Jarak dari Kepundan

Dalam membuat peta jarak dari kepundan, dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan *tool buffer* yang tersedia pada perangkat lunak ArcGIS, sesuai dengan pembagian kelas yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan pembagian kelas jarak dari kepundan beserta dengan skor, bobot, dan nilainya.

Tabel 3.8 Kelas Jarak dari Kepundan

No	Kelas Informasi Jarak dari Kepundan (m)	Skor	Bobot	Nilai (S × B)
1	< 3.000	5	20	100
2	3.000 – 6.000	4		80
3	6.000 – 9.000	3		60
4	9.000 – 12.000	2		40
5	> 12.000	1		20

Sumber: Setyowati, Hadi, & Ashari, (2013)

b. Kelas Jarak dari Aliran Sungai

Dalam membuat peta jarak dari aliran sungai, dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan *tool buffer* yang tersedia pada perangkat lunak ArcGIS, sesuai dengan pembagian kelas yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan pembagian kelas jarak dari aliran sungai, beserta dengan skor, bobot, dan nilainya.

Tabel 3.9 Kelas Jarak dari Aliran Sungai

No	Kelas Informasi Jarak dari Aliran Sungai (m)	Skor	Bobot	Nilai (S × B)
1	< 250	5	15	75
2	250 – 500	3		45
3	500 – 750	1		15

Sumber: Sudaryono, 2011 (dalam Setiyawidi, Setiawan, & Somantri, 2011)

c. Kelas Penggunaan Lahan

Dalam membuat peta penggunaan lahan, dapat dilakukan dengan mengunduh data penggunaan lahan yang disediakan oleh BIG, kemudian melakukan klasifikasi sesuai dengan pembagian kelas yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan pembagian kelas penggunaan lahan, beserta dengan skor, bobot, dan nilainya.

Tabel 3.10 Kelas Penggunaan Lahan

No	Kelas Informasi Penggunaan Lahan	Skor	Bobot	Nilai (S × B)
1	Permukiman	4	20	80
2	Pertanian / perkebunan / ladang	3		60
3	Hutan / lahan kosong	1		20

Sumber: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 1999 (dalam Setiyawidi, Setiawan, & Somantri, 2011)

d. Kelas Kemiringan Lereng

Dalam membuat peta kemiringan lereng, dapat dilakukan dengan mengunduh data *Digital Elevation Model* (DEM), kemudian melakukan pembagian kelas menggunakan bantuan *tool reclassify* yang tersedia pada perangkat lunak ArcGIS, sesuai dengan pembagian kelas yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan

pembagian untuk kemiringan lereng, beserta dengan skor, bobot, dan nilainya.

Tabel 3.11 Kelas Kemiringan Lereng

No	Kelas Informasi Kemiringan Lahan	Skor	Bobot	Nilai (S × B)
1	Datar – Miring (0-15%)	3	15	45
2	Agak Curam – Terjal (15 - > 140%)	4		60

Sumber: Hadi, 1992 (dalam Setiyawidi, Setiawan, & Somantri, 2011)

e. Ancaman berdasarkan KRB dan Hasil Erupsi

Dalam membuat peta ancaman berdasarkan KRB dan hasil erupsi, dapat dilakukan dengan mengunduh data Kawasan Rawan Bencana (KRB) dan data geologi dari ESDM, kemudian dilakukan tumpang tindih menggunakan bantuan *tool intersect* yang tersedia pada perangkat lunak ArcGIS, sesuai dengan pembagian kelas yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan pembagian untuk tingkat ancaman berdasarkan KRB dan hasil erupsi, beserta dengan skor, bobot, dan nilainya.

Tabel 3.12 Ancaman berdasarkan KRB dan Hasil Erupsi

No	KRB	Kelas Informasi Hasil Erupsi	Skor	Bobot	Nilai (S × B)
1	KRB 3	Aliran lava, aliran piroklastik, gas beracun, lahar erupsi, surge	6	30	180
		Jatuhan piroklastik	5		150
2	KRB 2	Aliran lava, aliran piroklastik, gas beracun, lahar erupsi, surge	4		120
		Jatuhan piroklastik	3		90
3	KRB 1	Aliran lahar	2		60
		Jatuhan piroklastik	1		30

Sumber: Kading, Tungka, & Sembel (2020)

3.8.2. Penentuan Tingkat Kepadatan Penduduk

Dalam menentukan tingkat kepadatan penduduk, maka diperlukan beberapa data berupa data jumlah penduduk dan luas wilayah. Data tersebut perlu dilakukan perhitungan dengan rumus berikut untuk dapat memperoleh kepadatan penduduk

$$\text{Kepadatan Penduduk} = \frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas Wilayah (km}^2\text{)}}$$

Berikut ini merupakan pembagian kelas kepadatan penduduk beserta keterangannya sebagai parameter kepadatan penduduk.

Tabel 3.13 Kelas Kepadatan Penduduk

No	Kelas Informasi Kepadatan Penduduk	Keterangan
1	> 1000	Tinggi
2	500 – 1000	Sedang
3	< 500	Rendah

Sumber: Nugraha, Awaluddin, Sukmono, & Wakhidatus (2022)

3.8.3. Penentuan Tingkat Kerawanan

Dalam menentukan tingkat kerawanan akan dilakukan *overlay* antara peta bahaya dan peta kepadatan penduduk dengan bantuan *tool Intersect* pada perangkat lunak ArcGIS. Dalam penentuan nilai tiap kelas kerawanan adalah berdasarkan nilai yang didapat dari hasil klasifikasi tingkat bahaya. Dalam penelitian ini, tingkat kerawanan terdiri menjadi 3 kelas, yaitu:

- Kerawanan tinggi,
- Kerawanan sedang, dan
- Kerawanan rendah.

3.8.4. Penentuan Tempat Pengungsian Sementara

Penentuan tempat pengungsian sementara bencana erupsi gunung api ini memanfaatkan teknik analisis *site selection*. *Site selection* adalah suatu proses yang bertujuan untuk menentukan lokasi optimal sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebelumnya (Fakhri, 2022). Adapun beberapa kriteria yang diperlukan dalam penentuan titik evakuasi bencana berdasarkan Permen PUPR Pasal 33 ayat (2), yaitu:

- a. Kesesuaian lokasi akhir yang dituju dalam jalur evakuasi. Di mana titik evakuasi harus dapat dipastikan terhubung dengan baik oleh jalur-jalur evakuasi yang telah ditentukan.
- b. Keamanan dan kemudahan akses pengguna maupun pengunjung bangunan. Di mana setiap pengunjung dan pengguna titik evakuasi tersebut dapat mengakses secara aman dan terhindar dari bahaya.
- c. Jarak aman dari ancaman bahaya, termasuk runtuh bangunan. Di mana lokasi titik evakuasi harus dapat dipastikan berada di zona aman erupsi gunung berapi, seperti aliran lahar, lontaran material, dan awan panas.
- d. Memungkinkan untuk difungsikan secara komunal oleh pengguna dan pengunjung bangunan. Di mana bangunan yang dijadikan calon titik evakuasi dapat digunakan secara resmi dan legal sebagai titik evakuasi. Dalam menggunakan kriteria dalam *escape building*, yaitu bangunan serba guna, fasilitas ibadah, fasilitas pendidikan, kantor pemerintah, dan fasilitas kesehatan.
- e. Kapasitas titik berkumpul. Di mana tempat yang dijadikan sebagai titik evakuasi harus mampu menampung sejumlah penduduk yang berada di zona bahaya dengan kapasitas yang mumpuni.

3.8.5. Penentuan Jalur Evakuasi

Penentuan jalur evakuasi ini dilakukan dengan menggunakan metode *network analysis*. *Network analysis* merupakan suatu operasi dalam SIG yang menganalisis data jaringan yang mampu memeriksa sifat dari jaringan tersebut yang kemudian dapat dilakukan analisis lokasi. Dalam menentukan jalur evakuasi, perlu dipertimbangkan beberapa kriteria, yang terdiri dari:

- a. Keamanan jalur. Di mana jalur evakuasi yang akan digunakan dalam kegiatan evakuasi harus benar-benar aman dari ancaman atau benda yang berbahaya yang dapat menimpa diri. Artinya, jalur evakuasi harus selalu menjauhi zona bahaya tinggi, agar terhindar

dari ancaman akan material gunung api yang kemungkinan menimpa.

- b. Jarak tempuh jalur. Di mana jarak jalur evakuasi yang akan digunakan untuk evakuasi dari lokasi semula ke lokasi yang aman harus memiliki jarak atau rute yang dapat dengan efektif sampai pada tempat yang aman. Sehingga perlu diperhitungkan rute dengan jarak paling dekat dari satu titik ke titik lainnya di suatu wilayah.
- c. Kelayakan jalur. Di mana jalur evakuasi yang digunakan harus layak untuk digunakan pada saat kegiatan evakuasi berlangsung, sehingga tidak akan menghambat proses evakuasi. Jalur evakuasi harus memiliki kondisi jalan yang baik, dengan lebar jalan yang cukup untuk dilalui oleh kendaraan roda 2 maupun roda 4.

3.9. Alur Penelitian

