

ANALISIS SPASIAL TERHADAP KESESUAIAN LAHAN PERMUKIMAN PADA KAWASAN RAWAN ERUPSI GUNUNG AGUNG PADA KAWASAN PERMUKIMAN KECAMATAN RENDANG, KARANGSEM

SPATIAL ANALYSIS OF THE SUITABILITY OF RESIDENTIAL LAND IN THE ERUPTION PRONE AREA OF MOUNT AGUNG IN THE RESIDENTIAL AREA OF RENDANG DISTRICT, KARANGSEM

Ni Luh Jaya Anggreni^{1a*}, Putu Indah Dianti Putri^{2a},

^aUniversitas Pendidikan Nasional, Jalan Bedugul No. 39, Denpasar Selatan, Bali

e-mail: luhjayaanggreni@undiknas.ac.id, second author, indahdianti@undiknas.ac.id

ABSTRACT

Mount Agung is a type of volcano that is still active and showing signs of eruption. The existence of Mount Agung is located in Rendang District, Karangasem Regency, and is a tourist attraction for the area, which encourages the acceleration of development, so that quite a few people in Rendang District, or indeed, the existing ones, live in residential areas that are included in areas prone to volcanic eruptions. This will, of course, be high-risk because the living conditions are unsafe against the risk of a disaster that could come suddenly. To anticipate the possibility of being affected by volcanic eruptions, research is needed to identify the level of vulnerability to Mount Agung eruptions in residential areas of Rendang District. The research method used is a quantitative descriptive method using a spatial analysis approach with the help of GIS (Geographic Information System) analysis tools and scoring analysis. Based on the results of the analysis, it was found that residential areas in Penempatan, Besakih, and Menanga Villages are not suitable for housing because they have a high level of risk of volcanic eruptions with a total score of 131. Residential areas in Rendang, Nongan, and Pesaban Villages are categorized as suitable for housing because they have a low risk of volcanic eruptions, with a total score of 126. It can be concluded that residential areas in the villages of Penempatan, Besakih, and Menanga have a high risk of being affected by volcanic eruptions. so that in the future it is hoped that it will become a reference for the area when there will be a relocation or when developing built-up land so that the risk of disasters in this area can be anticipated.

Keywords: **Spatial, Land Suitability, Residential, Eruption Disaster Prone**

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 11 Tahun 2016 yang diterbitkan, tempat-tempat yang terdampak atau dipandang berisiko terjadinya letusan gunung berapi dikenal sebagai kawasan rawan bencana gunung berapi (KRB). Berdasarkan radius bahaya jatuh dan bahaya aliran, wilayah rawan bencana digolongkan menjadi tiga tingkatan, yaitu KRB I, KRB II, dan KRB III.

Titik tertinggi di Provinsi Bali adalah Gunung Agung. Kategori aktif Gunung berapi yang dikenal dengan nama Gunung Agung terletak di Kabupaten Karangasem. Gunung berapi yang pernah meletus minimal satu kali setelah tahun 1600 M tergolong letusan gunung berapi Tipe A [2]. Gunung Agung merupakan salah satu gunung berapi kelas A yang saat ini masih aktif dan

menunjukkan gejala erupsi. Kabupaten Klungkung, Bangli, Buleleng, dan Gianyar mengelilingi Gunung Agung. Gunung Agung berada di Kabupaten Karangasem tepatnya di Kecamatan Rendang [3].

Lokasi hidup yang aman dan tenteram merupakan hal yang penting bagi semua manusia. Namun kenyataannya hampir tidak semua rumah berada di lokasi yang tahan bencana. Hal ini menjadi permasalahan ketika merencanakan dan membangun lingkungan perumahan berkualitas tinggi [4].

Kawasan pemukiman di Kecamatan Rendang mengalami pertumbuhan dan perluasan yang pesat, dengan banyak masyarakat saat ini dan masa depan yang bertempat tinggal di tempat yang rentan terhadap letusan gunung berapi. Jika terjadi bencana, hal ini dapat menyebabkan kerugian

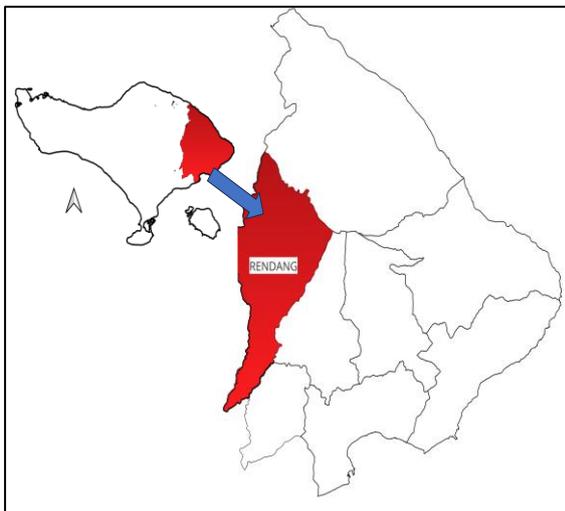
pada infrastruktur publik dan perumahan masyarakat [5]. Selain itu, terdapat bahaya besar terhadap kondisi kehidupan yang berbahaya jika terjadi letusan gunung berapi yang tiba-tiba. Kapanpun suatu bencana akan terjadi atau sudah terjadi, masyarakat seringkali mendapat informasi yang tidak akurat. Ketika diberikan informasi atau kesulitan yang salah, individu cenderung panik [6].

Untuk mengantisipasi hal tersebut diperlukan pengetahuan mengenai kelayakan lahan pemukiman, khususnya di wilayah Kabupaten Rendang yang rentan terhadap letusan gunung berapi, yang ditentukan melalui analisis geografis dengan pendekatan overlay. Dengan melakukan penelitian ini, kita dapat lebih memahami kesesuaian lahan di kawasan pemukiman dekat letusan gunung berapi. Hal ini akan membantu kita mempersiapkan diri menghadapi bencana apa pun dan meresponsnya dengan tepat. Agar risiko bencana di wilayah ini dapat diramalkan, pemerintah dan masyarakat diharapkan dapat memanfaatkan temuan penelitian ini sebagai referensi atau saran dalam membangun lahan terbangun.

II. METODE

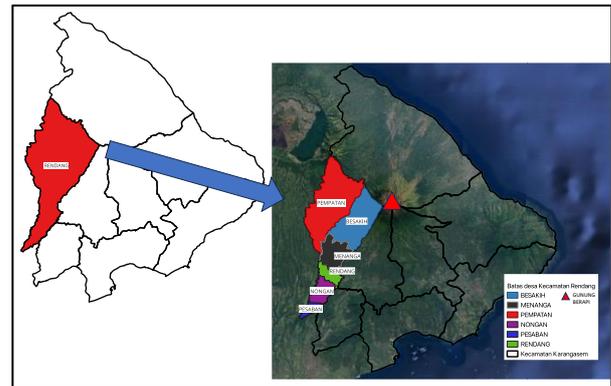
A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Rendang, Karangasem. Dekat Gunung Agung, Kecamatan Rendang terletak di medan yang terjal. Gambar 1 memberikan informasi lebih lanjut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian [3]

Kecamatan Rendang memiliki enam (6) desa yaitu Desa Penempatan, Besakih, Redang, Menanga, Pesaban dan Nongan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian di 6 Desa dan letak Gunung Berapi Agung [3]

B. Pengumpulan Data

Dalam penelitian menggunakan jenis data yaitu data primer yang diperoleh melalui survei dan wawancara pada Dinas BPBD dan Bappeda Kabupaten Karangasem. Selain dengan data primer, juga di dukung dengan data pendukung berupa peta kemiringan lereng, jenis tanah, penggunaan lahan permukiman dan rawan bencana banjir serta erupsi gunung berapi serta dokumen terkait yang berhubungan dengan objek penelitian.

C. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis skor dan alat analisis GIS (Sistem Informasi Geografi) dengan teknik deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial [7]. Contoh data yang dihasilkan dari analisis spasial adalah overlay peta yang menunjukkan kesesuaian relatif berbagai jenis lahan pemukiman di wilayah Kecamatan Rendang yang rentan terhadap letusan gunung berapi, yang dikelompokkan berdasarkan kategori.

1) Analisis Spasial

Untuk melakukan analisis spasial, diperlukan minimal dua peta yang ditumpangkan; ini pada akhirnya akan memberikan peta baru. Sebagai bagian dari studi ini, beberapa peta raster yang berkaitan dengan elemen-elemen yang berdampak pada penilaian kerentanan suatu isu digabungkan atau ditumpangkan menggunakan metode overlay. Pemilihan lokasi yang optimal dan identifikasi pemodelan kesesuaian adalah dua contoh situasi dengan banyak faktor yang dapat dibantu oleh overlay ini. Setidaknya dua tipe peta berbeda digunakan untuk overlay peta. Dari segi aturan geometri, dua peta berlapis harus membuat poligon.

2) Skoring

Analisis skoring digunakan dengan menggunakan karakteristik seperti kemiringan lereng, jenis tanah, penggunaan lahan pemukiman, dan kerawanan bencana banjir dan erupsi gunung

berapi untuk mengklasifikasikan properti hunian di Kecamatan Rendang sesuai dengan kesesuaiannya dengan lokasi rawan erupsi. Faktor-faktor ini akan dinilai menggunakan overlay atau superimposisi [8]. Dengan menggunakan teknik Sturgess, kelas interval yang diinginkan ditentukan oleh jumlah skoring, yaitu jumlah dari setiap kriteria [8] [9].

Lahan pemukiman di Kecamatan Rendang yang berisiko terhadap letusan gunung berapi dinilai berdasarkan kategori berdasarkan penjumlahan skornya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kriteria Permukiman

Mengetahui ciri-ciri lahan di zona yang berpotensi terjadinya bencana sangat penting untuk menentukan aman atau tidaknya tempat tersebut untuk ditinggali. Kriteria tersebut dapat dilihat dari faktor-faktor seperti kemiringan lahan, jenis tanah, dan lokasi rawan bencana [10]

B. Jenis Tanah

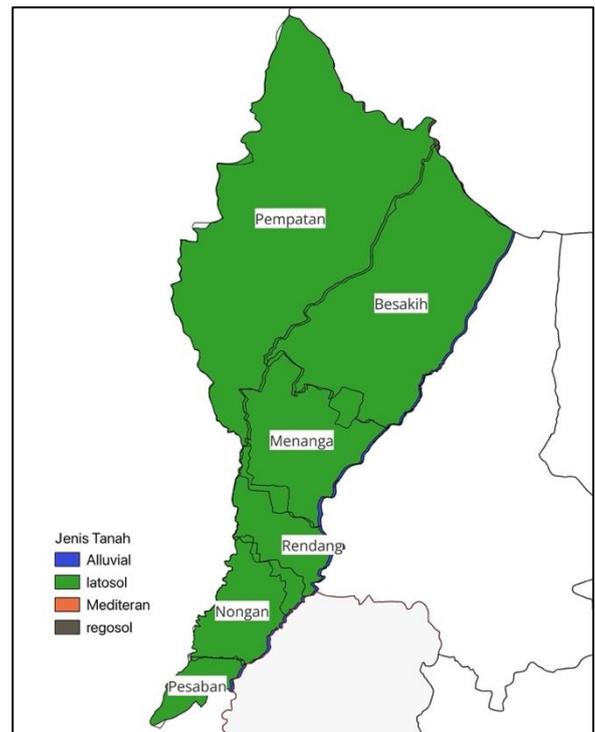
Ada lima kelas tanah berbeda yang diakui oleh para ahli geologi. Kelas 1 meliputi air tanah aluvial, planosol, hidromerf, dan laterik. Kelas 2 adalah latisol. Kelas 3 meliputi tanah hutan coklat, grumusol, podsol, dan podsolik. Golongan 4 meliputi andosol, laterit, grumusol, podsol, dan podsolik. Golongan 5 meliputi regosol, liposol, organosol, dan rensina. Saat mengevaluasi kerentanan tanah terhadap erosi, berbagai jenis tanah mempunyai skor yang bervariasi [11]. Tabel 1 menampilkan tingkat sensitivitas untuk semua jenis tanah.

Tabel 1. Nilai Kelas, Kategori dan Skor Kepekaan Tanah Terhadap Erosi [11]

Nilai Kelas Tanah	Jenis Tanah	Kategori	Nilai Skor
1	Aluvial, Planosol, Hidromerf, Laterik air tanah	Rendah/Tidak Peka terhadap erosi	15
2	Latosol	Sedang/Agak Peka terhadap erosi	30
3	Brown forest soil, Grumusol, Podsol, Podsolik	Tinggi/Kurang peka terhadap erosi	45
4	Andosol, Laterit, Grumusol, Podsol, Podsolik	Sangat tinggi/Peka terhadap erosi	60
5	Regosol, Litosol, Organosol, Rensina	Amat sangat tinggi/Sangat Peka terhadap erosi	75

Pada gambar 3. Menunjukkan bahwa jenis tanah di Kecamatan Rendang didominasi oleh jenis tanah latosol yang berbahan induk abu vulkan Intermedier, dengan fisiografi lungur vulkan dan

kerucut serta bentuk wilayahnya berbukit sampai bergunung. Sebarannya adalah mendominasi wilayah Desa Penempatan, Besakih, Menanga, Rendang, Nongan dan Pesaban yang dalam pemetaan diwarnai dengan warna hijau.



Gambar 3. Peta Jenis Tanah [3]

Untuk skor kepekaan tanah terhadap erosi di Kecamatan Rendang dimana semua desa memiliki skor 30 yaitu dengan kategori sedang atau agak peka terhadap erosi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Skor Kepekaan Tanah Terhadap Erosi Kecamatan Rendang [11]

Desa	Jenis Tanah	Kategori	Nilai Skor
Penempatan	Latosol	Sedang/Agak Peka terhadap erosi	30
Besakih	Latosol	Sedang/Agak Peka terhadap erosi	30
Menanga	Latosol	Sedang/Agak Peka terhadap erosi	30
Rendang	Latosol	Sedang/Agak Peka terhadap erosi	30
Nongan	Latosol	Sedang/Agak Peka terhadap erosi	30
Pesaban	Latosol	Sedang/Agak Peka terhadap erosi	30

C. Kemiringan Lereng

Kemiringan suatu bentuk lahan adalah variasi ketinggian reliefnya. Kemiringan lahan perlu dipikirkan. Ketiga metrik—nilai kelas, klasifikasi, dan skor kemiringan—diperhitungkan.

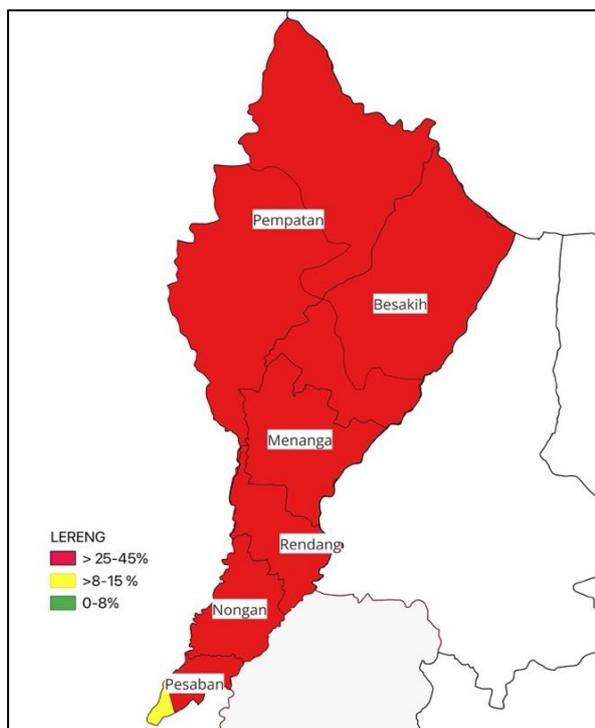
Terdapat 5 interval yang menunjukkan kemiringan lahan dalam persentase yaitu kelas 1 dengan nilai 0-8%, kelas 2 dengan nilai >8-15%, kelas 3 dengan nilai >15-25%, kelas 4 dengan nilai >25-45% dan kelas 5 dengan nilai >45%. Semakin kecil persentase kemiringan lahan maka klasifikasi kemiringan lahan tergolong datar, sedangkan semakin tinggi persentase kemiringan lahan maka klasifikasi kemiringan lahan semakin curam.

Tiap klasifikasi juga memiliki nilai skor yang berbeda. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kelas, Kategori dan Skor dari Kemiringan Lereng [11]

Nilai Kelas Lereng	Interval	Klasifikasi	Nilai Skor
1	0-8%	Datar	20
2	>8-15%	Landai	40
3	>15-25%	Agak Curam	60
4	>25-45%	Curam	80
5	>45	Sangat Curam	100

Dilihat dari gambar 4. menunjukkan kemiringan lereng di Kecamatan Rendang, pada Desa Penempatan, Besakih, Menanga, Rendang, Nongan dan Pesaban memiliki kemiringan lereng sebesar >25-45% sehingga diklasifikasikan memiliki kelerengan yang curam dan untuk memetakan diwarnai dengan warna merah.



Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng [3]

Semua zona yang berwarna merah memiliki kemiringan dengan klasifikasi curam. Untuk klasifikasi curam memiliki skor 80. Tabel 4 memberikan informasi lebih lanjut mengenai kategori, nilai kelas, dan skor kemiringan.

Tabel 4. Nilai Kelas, Kategori dan Skor Kemiringan Lereng Kecamatan Rendang

Desa	Interval	Klasifikasi	Nilai Skor
Penempatan	24-45%	Curam	80
Besakih	24-45%	Curam	80
Menanga	24-45%	Curam	80
Rendang	24-45%	Curam	80
Nongan	24-45%	Curam	80
Pesaban	24-45%	Curam	80

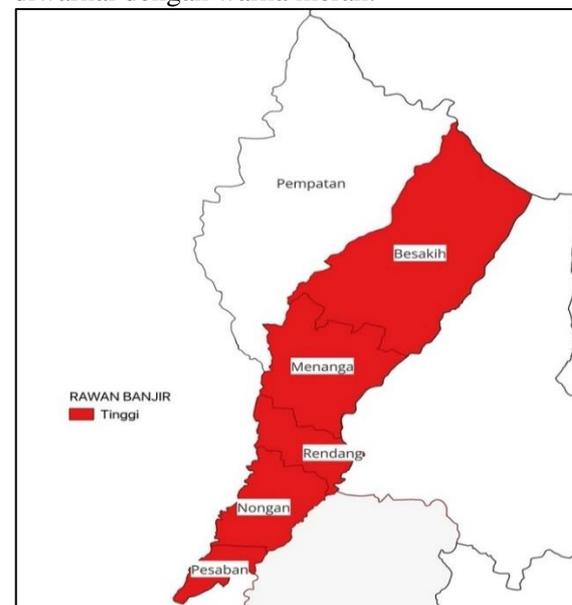
D. Kawasan Rawan Bencana Banjir

Banjir merupakan aspek yang mempengaruhi daya dukung lahan sehingga penting untuk mengetahui kawasan yang rawan banjir khususnya pada kawasan peruntukan permukiman. Berdasarkan Indeks Resiko Bencana Tahun 2022 [12] tercantum nilai kelas, kategori dan skor rawan bencana dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Kelas, Tingkat Kerentanan dan Skor Rwan Bencana Banjir [12]

Nilai R. Bencana	Tingkat Kerentanan	Kategori	Nilai Skor
1	Tidak Rawan	Baik	4
2	Agak Rawan	Kurang Baik	8
3	Rawan	Tidak baik	12

Pada gambar 5. menunjukkan kawasan rawan banjir di Kecamatan Rendang, semua desa termasuk rawan banjir tinggi dan tersebar di Desa Penempatan, Besakih, Menanga, Rendang, Nongan dan Pesaban. Dikarenakan semua desa merupakan daerah rawan banjir maka dapat dikategorikan tidak baik sebagai kawasan permukiman. Dalam pemetaan daerah dengan kategori tidak baik sebagai kawasan permukiman diwarnai dengan warna merah.



Gambar 5. Peta Kawasan Rawan Banjir [13]

Untuk semua kawasan yang berwarna merah yang merupakan kawasan rawan banjir dengan kategori tidak baik memiliki skor 12. Untuk nilai kelas, kategori dan skor dari rawan bencana tiap desa lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai Kelas, Tingkat Kerentanan dan Skor Rwan Bencana Banjir Kecamatan Rendang

Nilai R. Bencana	Tingkat Kerentanan	Kategori	Nilai Skor
Penempatan	Rawan	Tidak baik	12
Besakih	Rawan	Tidak baik	12
Menanga	Rawan	Tidak baik	12
Rendang	Rawan	Tidak baik	12
Nongan	Rawan	Tidak baik	12
Pesaban	Rawan	Tidak baik	12

E. Kawasan Rawan Bencana Erupsi

Dampak erupsi apabila terjadi dapat mengakibatkan kerusakan tanah bahkan kerusakan air serta aktifitas kehidupan masyarakat ehingga erupsi tanah sangat mempengaruhi daya dukung lahan. Pertimbangan ini menjadi salah satu aspek dalam peruntukan tanah.

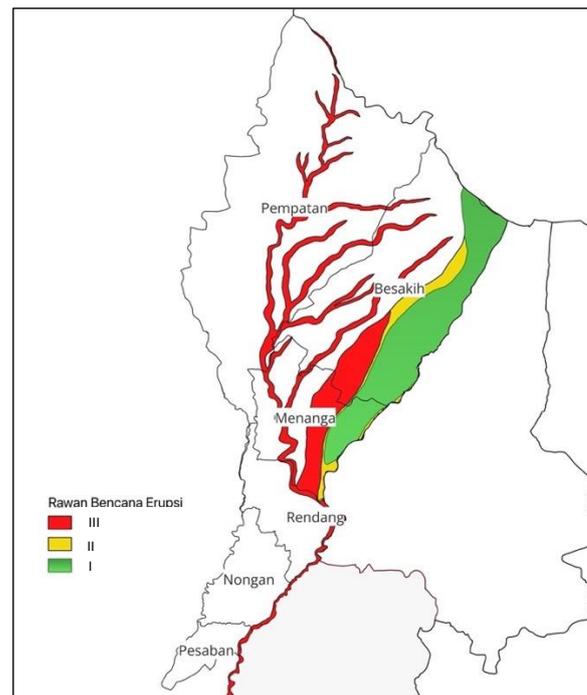
Kawasan rawan bencana terdiri dari tiga kawasan, yaitu rawan Bencana Gunung api III dengan tingkat Rawan Bencana Gunung api tinggi dikarenakan kawasan ini berpotensi terlanda erupsi awan panas, aliran lava, lontaran bom vulkanik, gas beracun maupun guguran batu (pijar). Bagi yang berada pada kawasan ini tidak direkomendasikan untuk membangun hunian tetap dan permanen serta memanfaatkan kawasan untuk kepentingan komersial. Awan panas, aliran lahar, lemparan batu, longsor, dan hujan abu lebat merupakan kemungkinan akibat dari Rawan Bencana Gunung Api II sehingga masuk ke dalam tingkat Rawan Bencana Gunung Api Sedang. Medan yang membentuk KRB II banyak dijumpai pada lereng bawah dan kaki pegunungan vulkanik serta aliran lahar. Wilayah tersebut dapat rusak akibat aliran lahar atau lahar, dan ada kemungkinan awan panas meluas sehingga dapat memicu rendahnya tingkat Rawan Bencana Gunung Api I [12]. Untuk skor kelas, Tabel 7 memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat risiko dan skor kerentanan.

Tabel 7. Nilai Kelas, Tingkat Kerentanan dan Skor Rawan Bencana Erupsi [12]

Nilai R. Bencana	Tingkat Kerentanan	Kategori	Nilai Skor
1	KRB III	Tinggi	9
2	KRB II	Sedang	6
3	KRB I	Rendah	3

Pada gambar 6. menunjukkan bahwa terdapat kawasan rawan bencana erupsi dengan tingkat kerentanan KRB III dan KRB II. Untuk KRB III diwarnai merah dalam peta tersebar pada Desa Penempatan, Besakih dan Menanga. Sedangkan

pada KRB II diwarnai kuning dalam peta tersebar di Desa Rendang, Nongan dan Pesaban.



Gambar 6. Peta Kawasan Rawan Erupsi [3]

Untuk kawasan KRB III dengan kategori tinggi memiliki nilai skor 9, sedangkan untuk KRB II memiliki nilai skor 4. Untuk Nilai Kelas, Tingkat Kerentanan dan Skor Rwan Bencana Erupsi Kecamatan Rendang tiap desa lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai Kelas, Tingkat Kerentanan dan Skor Rawan Bencana Erupsi Kecamatan Rendang

Desa	Tingkat Kerentanan	Kategori	Nilai Skor
Penempatan	KRB III	Tinggi	9
Besakih	KRB III	Tinggi	9
Menanga	KRB III	Tinggi	9
Rendang	KRB II	Sedang	4
Nongan	KRB II	Sedang	4
Pesaban	KRB II	Sedang	4

F. Hasil Overlay

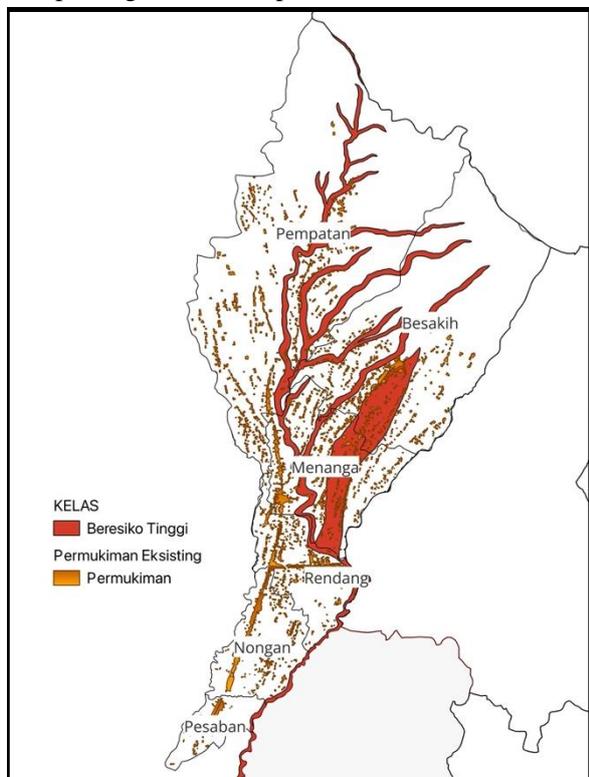
Rumus Sturgess $k=1+3.3\log n$ digunakan untuk mengidentifikasi kelas, dimana (n) adalah jumlah desa/kelurahan di Kecamatan Rendang yaitu 6. Rumus ini menghasilkan hasil perhitungan jumlah kelas yang digunakan sebagai berikut: $K=1+3.3\log 6=3$. Ada tiga klasifikasi yang masuk dalam kategori berikut: tidak sesuai, kurang sesuai, dan sesuai. Mengurangi skor terbesar dari skor terendah dan membagi hasilnya dengan jumlah kelas kemudian dihitung besarnya interval kelas. Skor terendah sebesar 131 dan skor tertinggi sebesar 126 berdasarkan temuan perhitungan skor overlay. Skor ini kemudian dihilangkan sehingga menghasilkan skor 5 dan dibagi 3 untuk dibulatkan menjadi 1. Lebih jelasnya hasil dan skor interval dapat di lihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Kategori dan Skor Interval

No.	kategori	Skor Interval
1	sesuai	126-127
2	Kurang Sesuai	128-129
3	Tidak Sesuai	130-131

Dari analisis tersebut didapatkan 3 skor interval sesuai dengan kategori, yaitu kategori sesuai memiliki nilai interval 126-127, kategori kurang sesuai memiliki nilai interval 128- 129 dan kategori tidak sesuai memiliki nilai interval 130-131. Sehingga kategori tiap desa dapat ditentukan sesuai skor total yang didapatkan.

Untuk tahap proses overlay yaitu dilakukan overlay (tumpang tindih) dari keempat parameter yang menunjang kesesuaian penggunaan lahan antara lain peta jenis tanah, kemiringan lereng, rawan bencana banjir dan rawan bencana erupsi gunung berapi dengan keluaran peta kesesuaian lahan.



Gambar 7. Hasil Overlay Kelas kesesuaian Lahan

Pada gambar 7. Terlihat hasil overlay peta menunjukkan kawasan permukiman di zona yang diwarnai merah merupakan kawasan yang tidak sesuai menjadi permukiman karena yang memiliki tingkat beresiko tinggi terhadap erupsi gunung berapi. Untuk kawasan permukiman yang berada di zona yang diwarnai putih dikategorikan sesuai sebagai permukiman karena memiliki tingkat beresiko rendah terhadap erupsi gunung berapi.

Tabel 10. Hasil Kategori dan Skor Interval Kecamatan Rendang

Desa	Total	Kategori
Penempatan	131	Beresiko Tinggi
Besakih	131	Beresiko Tinggi
Menanga	131	Beresiko Tinggi
Rendang	126	Beresiko Rendah
Nongan	126	Beresiko Rendah
Pesaban	126	Beresiko Rendah

Untuk hasil kategori pada tabel 10. dijelaskan bahwa Desa Penempatan, Besakih dan Menanga memiliki skor total 131 sehingga dikategorikan beresiko tinggi terhadap erupsi gunung berapi sedangkan Desa Rendang, Nongan dan Pesaban memiliki skor total 126 sehingga dikategorikan beresiko rendah terhadap erupsi gunung berapi.

IV. KESIMPULAN

Hasil dan pembahasan analisis spasial terhadap kelayakan lahan pemukiman di kawasan Kecamatan Rendang yang berisiko terhadap letusan gunung api memberikan kesimpulan sebagai berikut: (1) kelayakan lahan pemukiman pada kawasan yang berisiko terhadap letusan gunung berapi dapat dilihat dari klasifikasinya. jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi (2). mengurutkan lereng medan menjadi tiga kelompok menurut radius potensi bahaya jatuh dan arus; kelompok ini lebih besar kemungkinannya mengalami bencana banjir dan letusan gunung berapi. Berdasarkan hasil overlay dan skoring dari aspek diatas dapat dijelaskan bahwa kawasan permukiman di Desa Penempatan, Besakih dan Menanga merupakan kawasan permukiman yang tidak sesuai menjadi permukiman karena memiliki tingkat beresiko tinggi terhadap erupsi gunung berapi dengan skor total 131. Untuk kawasan permukiman yang berada di Desa Rendang, Nongan dan Pesaban dikategorikan sesuai sebagai kawasan permukiman karena memiliki tingkat beresiko rendah terhadap erupsi gunung berapi dengan total skor 126.

Sedangkan hal-hal dapat disarankan dalam penelitian ini adalah: (1). Arahan dan Strategi mitigasi bencana pada kawasan permukiman yang memiliki tingkat beresiko tinggi terhadap erupsi gunung berapi (2) alternatif lahan potensial relokasi permukiman yang berada pada kawasan permukiman yang memiliki tingkat beresiko tinggi terhadap erupsi gunung berapi. Dengan identifikasi dan langkah-langkah yang telah dirumuskan, maka permasalahan pemukiman pada kawasan rawan bencana erupsi gunung berapi di Desa Pengembangan dapat diatasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh dosen di lingkungan Universitas Pendidikan Nasional atas masukan dan sarannya serta terima kasih kepada kampus Politeknik Negeri Padang yang telah memberi masukan dan memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Menteri ESDM (2016). Peraturan Menteri ESDM Nomor 11 Tahun 2016, Kawasan Rawan Bencana (KRB) gunung api
- [2] Indra, Dewa Made (2018). Perkembangan Gunung Agung, Kebencanaan, dan Persoalan Pengungsi. Bali : Jurnal Bappeda Litbang Volume 1, No.1 April 2018
<https://doi.org/10.51172/jbmb.v1i1.1>
- [3] Karangsem, Bappeda (2012). Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Karangasem Tahun 2012-2032, Bali; Pemerintah Kabupaten Karangasem
- [4] Fitriani, H., & Natalia (2021). Kajian Persepsi dan Hambatan Perencana dalam Menghadapi Konsep Bangunan Ramah Lingkungan. *Media Teknik Sipil*, 19(2), 1–10.
<https://doi.org/10.22219/jmts.v19i1.16463>
- [5] Seluma, K., Guntar, D., & Sugandi, W. (2018). Sosialisasi Potensi Bencana dan Sistem Informasi Geografi (SIG). *Jurnal Bagimu Negeri* 30 April, 2(1), 59–68.
<https://doi.org/10.26638/jbn.552.8651>
- [6] K, Risnawati (2022). Identifikasi Perumahan di Lokasi Rawan Bencana di Kabupaten Tana Toraja. *Jurnal Plano Mandani* Volume 11 Nomor 2 Oktober 2022.
<https://doi.org/10.24252/jpm.v11i2.33544>
- [7] Budiyanto, E. (2016). *Sistem Informasi Geografis dengan Quantum GIS*. Yogyakarta: Andi
- [8] Djati, Theresia Silvana Samba (2016). Kajian Pertumbuhan Wilayah Di Kota Ambon (Studi Kasus: Satuan Pengembangan Wilayah II). *Ejournal.unsrat*. Volume 3 No. 3 Tahun 2016.
<https://doi.org/10.35793/sp.v3i3.13740>
- [9] Iskandar, Silia (2017). Arahan Pengembangan Penggunaan Lahan Permukiman Di Kecamatan Amurang Barat, Kabupaten Minahasa Selatan. *Ejournal.unsrat*. Volume 4 No. 2 Tahun 2017.
<https://doi.org/10.35793/sp.v4i2.15987>
- [10] Menteri Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 41 /PRT/M/2007 Tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum.
- [11] Penanganan Khusus Kawasan Puncak “Kriteria Lokasi & Standar Teknik”, (Dept. Kimpraswil dalam Permen PU, 2007)
- [12] BNPB (2022). Indeks Resiko Bencana Tahun 2022. Jakarta : Badan Nasional Penanggulangan Bencana
- [13] SSK Kabupaten Karangasem (2021). Strategi Sanitasi Kabupaten Karangasem, Bali: Pemerintah Kabupaten Karangasem