



## Analisis Spasial Kerawanan Banjir Bandang Berdasarkan Karakteristik Fisik Wilayah Menggunakan Pendekatan SIG di Pulau Bali

Fajrina Akmalia<sup>1\*</sup>, Dinda Parasnalurita<sup>1</sup>, Julia Armita Parenja<sup>1</sup>, Mawaddah R.<sup>1</sup>, Adhi Munajar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2100>

### Article Info:

Received : 16 Mei 2026  
Revised : 20 Mei 2026  
Accepted : 08 Juni 2026  
Published : 16 Juni 2026

### Correspondence:

Fajrina Akmalia

Phone: +6285836082829

**Abstract:** The combination of complex volcanic topography and local rainfall fluctuations places Bali in a position that is quite vulnerable to flash floods. Based on these conditions, this study attempts to map the level of regional vulnerability through an approach to its physical environmental characteristics using a Geographic Information System (GIS). The method used is descriptive quantitative, relying on a series of spatial analyses—starting from classification, weighting (scoring and weighting), to overlay techniques. Slope data from DEMNAS with a spatial resolution of 8 meters and annual rainfall data from BMKG are the two main parameters in this study. From the mapping results, the Bali region is divided into three levels of vulnerability: a low zone covering 170,249.34 ha (30.45%), a medium zone which dominates at 372,112.04 ha (66.55%), and a high zone covering 16,807.95 ha (4.66%). Interestingly, areas with high levels of vulnerability are concentrated in mountainous areas such as Bangli Regency, Karangasem, and parts of Tabanan. This is triggered by the intersection of steep slopes and high-intensity rainfall. Ultimately, these findings can provide a strong foundation for designing disaster mitigation strategies and risk-based spatial planning management on the island of Bali.

**Keywords:** Flash Floods; Disaster Vulnerability; Slope Gradient; High Rainfall; Geographic Information Systems (GIS); Bali.

**Citation:** Akmalia, F., Parasnalurita, D., Parenja, J. A., Mawaddah R., & Munajar, A. (2026). Analisis Spasial Kerawanan Banjir Bandang Berdasarkan Karakteristik Fisik Wilayah Menggunakan Pendekatan SIG di Pulau Bali. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 2481–2487. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2100>

### Pendahuluan

Banjir bandang termasuk salah satu bencana hidrometeorologi yang paling sering melanda Indonesia dengan dampak masif terhadap lingkungan, infrastruktur, hingga keselamatan masyarakat. Fenomena ini umumnya dipicu oleh guyuran hujan lebat berdurasi singkat yang diperparah oleh karakteristik fisik wilayah seperti kemiringan lereng yang curam. Catatan BNPB (2024) mengonfirmasi bahwa frekuensi kejadian bencana hidrometeorologi di Indonesia menunjukkan tren kenaikan yang signifikan selama beberapa tahun terakhir. Wilayah Pulau Bali memiliki kerentanan tinggi terhadap risiko ini karena kondisi topografinya didominasi oleh kawasan vulkanik dan pegunungan dengan variasi lereng yang kontras serta pola distribusi curah hujan yang tidak

merata. Kombinasi antara curah hujan tinggi dan lereng curam ini, menurut Asdak (2023), dapat memicu lonjakan volume limpasan permukaan sehingga memperbesar peluang terjadinya banjir bandang.

Pulau Bali memiliki karakteristik fisik yang beragam dan didominasi oleh bentang alam vulkanik yang terbentuk akibat aktivitas tektonik dan vulkanisme busur Sunda-Banda. Secara geomorfologis, wilayah Bali bagian tengah hingga timur didominasi oleh kawasan pegunungan dan perbukitan yang memiliki kemiringan lereng relatif curam, terutama di sekitar Gunung Agung dan Gunung Batur. Kondisi topografi tersebut menyebabkan proses aliran permukaan berlangsung lebih cepat dibandingkan pada wilayah dataran rendah. Selain itu, distribusi curah hujan di Pulau Bali juga menunjukkan variasi spasial yang cukup tinggi akibat

pengaruh faktor orografis, di mana kawasan pegunungan umumnya menerima curah hujan lebih besar dibandingkan wilayah pesisir. Menurut Verstappen (2013), interaksi antara topografi pegunungan dan faktor iklim berperan penting dalam mengendalikan proses hidrologi dan pembentukan kerawanan bencana di wilayah tropis. Karakteristik fisik tersebut menjadikan Pulau Bali sebagai wilayah yang memiliki potensi kerawanan banjir bandang yang berbeda-beda pada setiap lokasi sehingga perlu dianalisis secara spasial.

Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi instrumen yang sangat efektif dalam menganalisis kerawanan bencana melalui kemampuannya mengintegrasikan berbagai data spasial ke dalam satu sistem pemodelan. Faktor kemiringan lereng dan curah hujan diposisikan sebagai parameter utama yang menentukan tingkat kerawanan wilayah dalam kajian banjir bandang. Chow et al. (2019) menjelaskan bahwa kecuraman lereng berbanding lurus dengan kecepatan aliran permukaan serta tinggi rendahnya debit puncak sungai, sementara curah hujan tinggi berperan langsung dalam meningkatkan volume air limpasan. Penerapan analisis berbasis SIG melalui metode skoring, pembobotan, dan *weighted overlay* mampu menghasilkan peta kerawanan banjir bandang dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Studi mengenai kerawanan banjir memang sudah banyak dipublikasikan, namun beberapa celah penelitian (*research gap*) masih ditemukan hingga saat ini. Putra dan Mahendra (2022) pernah mengkaji pengaruh faktor geomorfologi terhadap banjir di Bali, tetapi analisis mereka belum spesifik mengaitkannya dengan karakter banjir bandang hasil integrasi lereng dan curah hujan. Penelitian lain oleh Yulianto et al. (2021) berhasil membuktikan efektivitas SIG untuk pemetaan bencana hidrometeorologi, sayangnya luasan wilayah rawan tersebut belum diperinci hingga skala administrative kabupaten/kota. Peneliti mengidentifikasi dua celah utama dari literatur terdahulu, yaitu terbatasnya kajian banjir bandang berbasis fisik wilayah di Bali serta belum tersedianya data luasan kerawanan per kabupaten/kota. Penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab batasan tersebut dengan menganalisis kerawanan banjir bandang melalui integrasi parameter lereng dan curah hujan berbasis pendekatan SIG. Informasi spasial detail yang dihasilkan dari riset ini diharapkan dapat menjadi fondasi kuat bagi kebijakan mitigasi bencana dan manajemen tata ruang di Pulau Bali.

Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pemetaan kerawanan banjir telah berkembang pesat karena kemampuannya mengintegrasikan berbagai parameter fisik lingkungan secara spasial. Menurut Tehrani et al. (2015), kombinasi data topografi

dan curah hujan dalam lingkungan SIG mampu menghasilkan model kerawanan banjir yang akurat untuk mendukung perencanaan mitigasi bencana. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi wilayah berisiko tinggi secara lebih efektif dibandingkan analisis konvensional yang hanya mempertimbangkan satu parameter lingkungan.

## Metode

Evaluasi tingkat kerawanan banjir bandang di Pulau Bali dalam riset ini bertumpu pada metode deskriptif kuantitatif dengan mengintegrasikan sistem informasi geografis (SIG). Serangkaian data sekunder dikumpulkan sebagai bahan baku analisis, meliputi DEMNAS beresolusi spasial 8 meter dari Badan Informasi Geospasial (BIG) untuk mengekstrak informasi kemiringan lereng, rekaman curah hujan tahunan milik BMKG, serta data batas administrasi wilayah setempat. Eksplorasi, pemrosesan, hingga visualisasi seluruh basis data spasial tersebut diselesaikan lewat perangkat lunak ArcGIS.

Tahapan pemodelan spasial ini berjalan secara sistematis mulai dari kompilasi data, zonasi parameter, penentuan skor, pembobotan nilai, hingga eksekusi analisis tumpang susun berbobot (*weighted overlay*). Sektor kemiringan lereng dipisahkan ke dalam lima rentang kelas, yaitu 0–8%, 8–15%, 15–25%, 25–45%, dan >45%. Aspek curah hujan tahunan dipetakan menjadi empat kelompok intensitas, mencakup <1500 mm/tahun, 1500–2000 mm/tahun, 2000–2500 mm/tahun, dan >2500 mm/tahun. Tiap-tiap kelas interval pada kedua variabel tersebut diberi bobot nilai (skor) yang mencerminkan seberapa besar kontribusinya dalam memicu kerawanan banjir bandang.

**Tabel 1.** Skoring Kemiringan Lereng

Kelas Lereng	Kemiringan (%)	Skor
Datar	0–8	1
Landai	8–15	2
Agak Curam	15–25	3
Curam	25–45	4
Sangat Curam	>45	5

**Tabel 2.** Skoring Curah Hujan

Curah Hujan (mm/tahun)	Kategori	Skor
<1500	Rendah	1
1500–2000	Sedang	2
2000–2500	Tinggi	3
>2500	Sangat Tinggi	4

Metode *weighted overlay* banyak digunakan dalam pemetaan kerawanan bencana karena mampu mengintegrasikan berbagai parameter lingkungan ke

dalam satu model spasial yang terukur. Menurut Gigović et al. (2017), teknik pembobotan memungkinkan setiap parameter diberikan pengaruh sesuai tingkat kontribusinya terhadap kejadian bencana. Pendekatan ini dinilai efektif untuk mengidentifikasi wilayah prioritas mitigasi karena mampu menghasilkan klasifikasi kerawanan yang lebih objektif dibandingkan metode deskriptif konvensional.

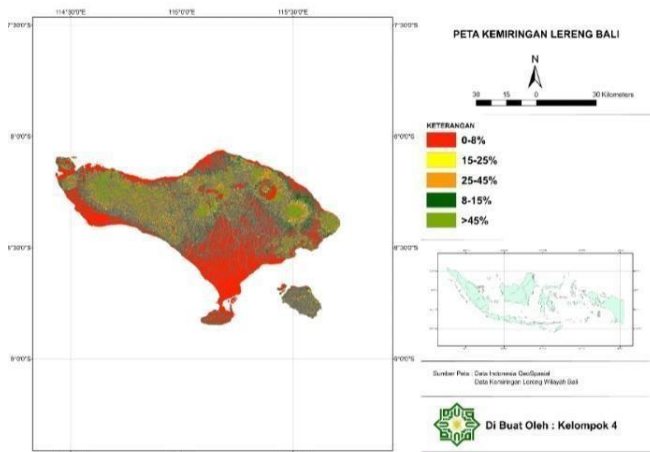
**Tabel 3.** Pembobotan Parameter

Parameter	Bobot (%)
Kemiringan Lereng	60
Curah Hujan	40
Total	100

Hasil overlay kemudian direklasifikasi menjadi tiga tingkat kerawanan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Luas masing-masing kelas kerawanan dihitung menggunakan fungsi Calculate Geometry dan Summary Statistics pada ArcGIS sehingga menghasilkan peta dan informasi spasial kerawanan banjir bandang di Pulau Bali.

**Hasil dan Diskusi**

**Analisis Spasial Kemiringan Lereng terhadap Kerawanan Banjir Bandang di Pulau Bali**



**Gambar 1.** Peta Kemiringan Lereng Pulau Bali

Kemiringan lereng bertindak sebagai faktor geomorfologi krusial dalam mekanisme pemicuan banjir bandang melalui kendalanya terhadap kecepatan aliran permukaan sekaligus kapasitas infiltrasi tanah. Karakteristik lereng yang semakin curam membuat air hujan mengalir jauh lebih cepat ke area yang lebih rendah, sehingga waktu bagi tanah untuk menyerap air (*infiltrasi*) menjadi sangat terbatas. Chow et al. (2019) mengonfirmasi bahwa peningkatan sudut kemiringan lereng akan mempercepat waktu konsentrasi aliran sekaligus mendongkrak debit puncak sungai secara drastis. Realitas fisik ini menempatkan kawasan dengan

topografi curam pada posisi yang jauh lebih rentan terhadap ancaman banjir bandang jika dibandingkan dengan wilayah dataran rendah.

Hasil pemrosesan data DEMNAS beresolusi 8 meter memperlihatkan bahwa Pulau Bali memiliki konfigurasi morfologi yang sangat bervariasi. Keragaman ini terbagi ke dalam kelas datar (0–8%), landai (8–15%), agak curam (15–25%), curam (25–45%), hingga sangat curam (>45%). Sebaran spasial lereng dengan kelas curam hingga sangat curam tampak mengelompok di zona tengah dan timur Bali, khususnya di wilayah Kabupaten Bangli, Karangasem, serta sebagian Buleleng. Formasi spasial tersebut berpangkal pada keberadaan Gunung Agung dan Gunung Batur yang membentuk bentang alam vulkanik di pulau ini. Verstappen (2013) menjelaskan bahwa bentang alam hasil aktivitas vulkanik umumnya dicirikan oleh relief yang kasar dengan gradien lereng yang tinggi, sebuah kondisi yang memengaruhi dinamika hidrologi lokal secara signifikan.

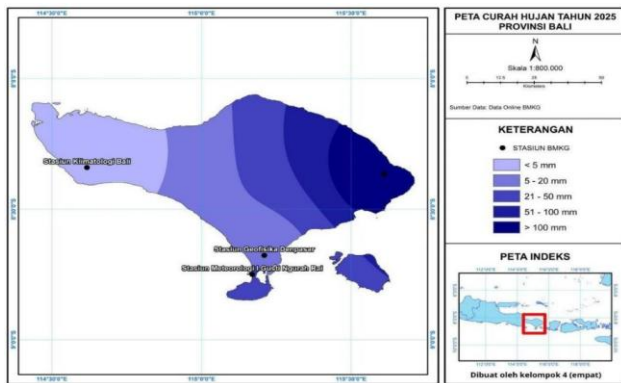
**Tabel 4.** Klasifikasi Kemiringan Lereng Pulau Bali

Kelas Lereng	Kemiringan (%)
Datar	0–8
Landai	8–15
Agak Curam	15–25
Curam	25–45
Sangat Curam	>45

Lereng yang curam tidak hanya meningkatkan limpasan permukaan tetapi juga memperbesar potensi erosi tanah. Air hujan yang mengalir pada lereng terjal memiliki energi kinetik yang lebih besar sehingga mampu mengangkut partikel tanah menuju sungai. Morgan (2020) menjelaskan bahwa peningkatan erosi pada daerah berlereng curam akan menghasilkan sedimentasi yang dapat mengurangi kapasitas tampung sungai. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya potensi banjir bandang ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi.

Wilayah pegunungan Bali menunjukkan tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap kejadian banjir bandang karena memiliki kombinasi kemiringan lereng yang besar dan jaringan sungai yang berkembang pada relief terjal. Summerfield (2014) menjelaskan bahwa daerah pegunungan memiliki karakteristik hidrologi yang lebih dinamis dibandingkan dataran rendah karena energi aliran yang lebih besar. Kondisi tersebut menyebabkan daerah hulu sungai di Bangli dan Karangasem memerlukan perhatian khusus dalam upaya mitigasi bencana. Informasi kemiringan lereng menjadi dasar penting dalam identifikasi wilayah prioritas penanganan risiko banjir bandang.

## Analisis Spasial Curah Hujan terhadap Kerawanan Banjir Bandang di Pulau Bali



Gambar 2. Peta Curah Hujan Tahunan Pulau Bali

Curah hujan merupakan faktor hidrologi utama yang berperan sebagai pemicu terjadinya banjir bandang. Besarnya volume air yang masuk ke dalam sistem daerah aliran sungai sangat dipengaruhi oleh intensitas dan distribusi curah hujan. Tjasyono (2018) menjelaskan bahwa hujan dengan intensitas tinggi mampu meningkatkan limpasan permukaan dan mempercepat kenaikan debit sungai. Kondisi tersebut menjadi semakin berisiko apabila terjadi pada wilayah yang memiliki kemiringan lereng curam.

Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi curah hujan di Pulau Bali tidak merata. Wilayah pegunungan di Bangli, Karangasem, dan sebagian Buleleng menerima curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah pesisir selatan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh proses hujan orografis yang terjadi akibat pengangkatan massa udara lembap oleh pegunungan. Barry dan Chorley (2010) menjelaskan bahwa topografi merupakan salah satu faktor utama yang mengontrol distribusi curah hujan pada wilayah tropis.

Tabel 5. Klasifikasi Curah Hujan Tahunan Pulau Bali

Curah Hujan (mm/tahun)	Kategori
<1500	Rendah
1500–2000	Sedang
2000–2500	Tinggi
>2500	Sangat Tinggi

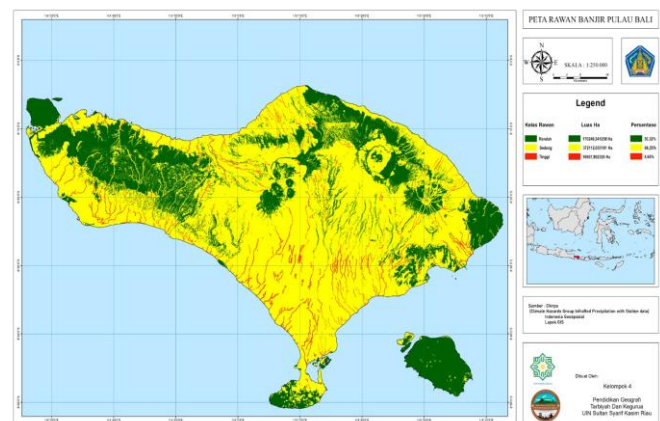
Pasokan curah hujan yang tinggi secara drastis dapat melampaui kapasitas infiltrasi tanah, sehingga sebagian besar air hujan langsung berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*). Chow et al. (2019) menegaskan bahwa lonjakan volume aliran permukaan ini berkorelasi langsung dengan peningkatan debit sungai yang menjadi pemicu utama banjir bandang. Pola hubungan tersebut membuktikan bahwa karakteristik curah hujan memegang peran penentu

dalam memetakan tingkat kerawanan suatu wilayah. Kawasan yang menerima guyuran hujan dengan intensitas tinggi secara otomatis menanggung risiko bencana yang jauh lebih besar daripada wilayah dengan curah hujan rendah.

Intensitas curah hujan tinggi juga berkontribusi besar dalam mempercepat laju erosi tanah dan akumulasi sedimentasi. Morgan (2020) menguraikan bahwa pukulan energi dari butiran air hujan mampu melepaskan partikel-partikel tanah sekaligus mempercepat tingkat erosi permukaan. Material sedimen hasil kikisan tersebut kemudian akan hanyut menuju badan sungai dan mendangkalkan kapasitas tampung alami aliran air. Fenomena pendangkalan ini membuat saluran sungai menjadi sangat rentan meluap ketika harus menampung lonjakan debit air akibat cuaca ekstrem.

## Hasil Overlay Kemiringan Lereng dan Curah Hujan terhadap Kerawanan Banjir Bandang di Pulau Bali

Pemetaan risiko bencana dalam studi ini mengandalkan metode *weighted overlay* dengan mengintegrasikan parameter kemiringan lereng dan intensitas curah hujan. Pendekatan spasial ini memfasilitasi analisis multikriteria terhadap berbagai faktor fisik wilayah secara simultan, sehingga mampu menyajikan informasi spasial yang jauh lebih komprehensif. Prahasta (2018) menegaskan bahwa teknik tumpang susun berbobot (*overlay*) merupakan salah satu instrumen paling efektif dalam pemetaan kerawanan bencana berkat kemampuannya memodelkan interaksi matematis antarparameter lingkungan. Hasil akhir dari pemodelan spasial ini mengklasifikasikan wilayah studi ke dalam tiga tingkatan zona kerawanan, yaitu kelas rendah, sedang, dan tinggi.



Gambar 3. Peta Kerawanan Banjir Bandang Pulau Bali

Hasil overlay menunjukkan bahwa kelas kerawanan rendah memiliki luas terbesar yaitu 170.249,34 ha atau 30,45% dari total wilayah penelitian.

Wilayah ini umumnya berada pada dataran rendah dengan kemiringan lereng datar hingga landai dan curah hujan rendah hingga sedang. Arsyad (2019) menjelaskan bahwa wilayah datar memiliki kemampuan infiltrasi yang lebih baik sehingga limpasan permukaan yang terbentuk relatif kecil. Kondisi tersebut menyebabkan risiko banjir bandang pada wilayah ini lebih rendah dibandingkan daerah pegunungan.

Kelas kerawanan sedang mencakup luas 372.112,04 ha atau 66,55% dari total wilayah penelitian. Zona ini banyak ditemukan pada daerah transisi antara kawasan pegunungan dan dataran rendah. Karakteristik tersebut menyebabkan wilayah menerima pengaruh gabungan dari kemiringan lereng dan curah hujan sehingga tingkat kerawanannya berada pada kategori menengah. Tehrany et al. (2014) menyatakan bahwa wilayah transisi memiliki sensitivitas yang cukup tinggi terhadap perubahan penggunaan lahan dan peningkatan curah hujan.

**Tabel 6.** Luas Dan Persentase Tingkat Kerawanan Banjir Bandang Pulau Bali

Tingkat Kerawanan	Luas (Ha)	Persentase (%)
Rendah	170.249,34	30,45
Sedang	372.112,04	66,55
Tinggi	16.807,95	4,66
<b>Total</b>	<b>559.169,33</b>	<b>100,00</b>

Kelas kerawanan tinggi memiliki luas 16.807,95 ha atau 4,66% dari total wilayah Pulau Bali. Wilayah ini terkonsentrasi pada kawasan pegunungan di Kabupaten Bangli dan Karangasem yang memiliki kombinasi lereng curam hingga sangat curam dan curah hujan tinggi. Chow et al. (2019) menjelaskan bahwa wilayah dengan gradien lereng tinggi memiliki respon hidrologi yang cepat terhadap hujan sehingga lebih rentan mengalami banjir bandang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemiringan lereng dan curah hujan merupakan faktor dominan dalam pembentukan kerawanan banjir bandang di Pulau Bali.

**Distribusi Kerawanan Banjir Bandang Berdasarkan Kabupaten**

Dominasi kelas kerawanan sedang pada wilayah penelitian menunjukkan adanya interaksi yang kuat antara faktor topografi dan hidrologi dalam menentukan tingkat kerentanan banjir bandang. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rahmati et al. (2016) yang menemukan bahwa zona kerawanan sedang hingga tinggi umumnya berkembang pada wilayah transisi yang dipengaruhi kombinasi lereng dan curah hujan. Oleh karena itu, pendekatan overlay berbobot menjadi metode yang efektif untuk menggambarkan variasi

tingkat kerawanan banjir secara spasial. Distribusi kerawanan berdasarkan kabupaten menunjukkan bahwa Tabanan memiliki luasan kerawanan tinggi terbesar, yaitu 3.448,99 ha. Kabupaten Jembrana dan Karangasem juga memiliki luasan kerawanan tinggi yang cukup besar akibat dominasi wilayah perbukitan dan pegunungan. Asdak (2023) menjelaskan bahwa daerah hulu dengan lereng curam cenderung menghasilkan limpasan permukaan yang lebih besar sehingga meningkatkan risiko banjir bandang. Kondisi tersebut menjadikan wilayah-wilayah tersebut sebagai prioritas dalam upaya mitigasi bencana.

**Tabel 7.** Distribusi Luas Kerawanan Banjir Bandang Berdasarkan Kabupaten/Kota di Pulau Bali

Kabupaten	Rendah (Ha)	Sedang (Ha)	Tinggi (Ha)
Badung	39.810,96	7.335,91	1.435,99
Bangli	14.041,46	37.932,79	703,25
Buleleng	54.551,25	75.717,88	2.060,76
Gianyar	1.962,49	32.510,97	1.965,27
Jembrana	33.948,23	48.224,56	2.809,94
Karangasem	27.903,42	53.628,03	2.087,72
Klungkung	21.530,41	9.327,74	534,14
Kota Denpasar	569,90	11.103,26	915,88
Tabanan	8.406,29	73.102,43	3.448,99

Sumber: Hasil analisis spasial SIG menggunakan ArcGIS (2026).

Kabupaten Karangasem dan Bangli menunjukkan tingkat kerawanan yang tinggi karena dipengaruhi oleh keberadaan Gunung Agung dan Gunung Batur. Kawasan vulkanik tersebut menghasilkan relief yang terjal sehingga aliran permukaan bergerak lebih cepat menuju daerah hilir. Verstappen (2013) menjelaskan bahwa bentang alam vulkanik memiliki karakteristik geomorfologi yang dinamis dan rentan terhadap berbagai proses hidrologi ekstrem. Karakteristik tersebut menyebabkan kedua kabupaten memiliki sensitivitas tinggi terhadap kejadian banjir bandang.

Kabupaten Buleleng memiliki luasan kerawanan sedang terbesar dibandingkan wilayah lainnya. Sebagian besar wilayah kabupaten ini berada pada zona transisi antara kawasan pegunungan dan dataran rendah sehingga memiliki sensitivitas yang cukup tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan. Tehrany et al. (2014) menjelaskan bahwa wilayah transisi sering mengalami perubahan tingkat kerawanan akibat pengaruh faktor topografi dan hidrologi secara bersamaan. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya pengelolaan wilayah secara berkelanjutan untuk mengurangi risiko bencana.

Kota Denpasar memiliki luasan kerawanan tinggi yang relatif kecil karena didominasi oleh topografi

datar. Kondisi tersebut menyebabkan kecepatan aliran permukaan lebih rendah dibandingkan kawasan pegunungan. Risiko banjir pada wilayah ini lebih banyak dipengaruhi oleh kapasitas drainase dan tingkat pembangunan kawasan perkotaan. Informasi distribusi kerawanan berdasarkan kabupaten ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan mitigasi bencana dan perencanaan tata ruang berbasis risiko di Pulau Bali.

### Kesimpulan

Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dipadukan dengan metode skoring, pembobotan, dan weighted overlay lewat penelitian ini terbukti mampu memetakan sekaligus mengidentifikasi titik-titik rawan banjir bandang di Pulau Bali berdasarkan faktor curah hujan serta kemiringan lereng. Hubungan kedua variabel ini sangat nyata terhadap tingkat ancaman bencana, di mana wilayah yang lerengnya semakin terjal serta diguyur curah hujan semakin tinggi otomatis akan menghadapi potensi banjir bandang yang jauh lebih besar.

Dari pemetaan yang sudah dilakukan, sebagian besar daratan di Pulau Bali sebenarnya berada dalam kategori kerawanan tingkat sedang, dengan cakupan area mencapai 372.112,04 hektar atau setara dengan 66,55% dari total wilayah keseluruhan. Sementara itu, untuk wilayah yang masuk dalam zona risiko rendah tercatat seluas 170.249,34 hektar (30,45%), dan wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi berada di angka 16.807,95 hektar (4,66%). Fakta bahwa kelas kerawanan sedang mendominasi pulau ini menjadi alarm penting kalau sebagian besar wilayah Bali saat ini berada dalam kondisi yang butuh perhatian serius, terutama terkait manajemen lingkungan hidup serta langkah mitigasi bencana ke depan.

Persebarannya di tiap kabupaten dan kota, Kabupaten Tabanan menempati posisi pertama dengan kepemilikan zona rawan tinggi terluas, yakni mencapai 3.448,99 hektar, yang kemudian diikuti oleh Kabupaten Jembrana, Karangasem, serta Buleleng. Di sisi lain, Kabupaten Bangli dan Karangasem juga memperlihatkan tingkat kerentanan yang cukup mengkhawatirkan akibat kombinasi alam berupa topografi vulkanik yang curam serta intensitas hujan yang relatif tinggi. Kondisi ini sangat kontras dengan Kota Denpasar, yang tingkat kerawanannya cenderung jauh lebih aman lantaran wilayahnya didominasi oleh hamparan dataran yang landai.

### Ucapan Terimakasih

Penulis memersempahkan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Adhi Munajar, M.Pd., selaku dosen pengampu Mata Kuliah Geografi Regional Indonesia. Bimbingan, arahan, serta

suntikan motivasi yang beliau berikan secara konsisten telah menjadi pilar utama dalam penyelesaian riset ini dari awal hingga akhir. Setiap koreksi tajam dan saran berharga dari beliau bertindak sebagai panduan krusial bagi penulis dalam memperdalam analisis, mengemas visualisasi data, serta merangkai narasi artikel ilmiah ini agar layak saji. Seluruh ilmu, waktu, dan dedikasi luar biasa yang telah beliau korbankan semoga berbuah pahala yang mengalir tiada putus sekaligus membawa kemaslahatan bagi perkembangan khazanah keilmuan geografi.

### Referensi

- Arsyad, S. (2019). *Konservasi tanah dan air* (Edisi ke-2). IPB Press.
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai* (Edisi ke-6). Gadjah Mada University Press.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2024). *Laporan riwayat dan tren data bencana hidrometeorologi Indonesia tahun 2024*. BNPB Indonesia. <https://bnpb.go.id>
- Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2010). *Atmosphere, weather and climate* (9th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203871027>
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (2019). *Applied hydrology* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Drobnjak, S. (2017). Application of GIS-interval rough AHP methodology for flood hazard mapping in urban areas. *Water*, 9(6), 360. <https://doi.org/10.3390/w9060360>
- Morgan, R. P. C. (2020). *Soil erodibility and conservation* (3rd ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119423430>
- Prahasta, E. (2018). *Sistem informasi geografis: Konsep-konsep dasar (perspektif geodesi & geomatika)*. Informatika.
- Putra, I. G. N. A., & Mahendra, M. S. (2022). Analisis faktor geomorfologi terhadap tingkat kerawanan banjir di Provinsi Bali. *Jurnal Manajemen Pengendalian Bencana*, 10(2), 145–158. <https://doi.org/10.24843/JMPB.2022.v10.i02.p04>
- Rahmati, O., Pourghasemi, H. R., & Zeinivand, H. (2016). Flood susceptibility mapping using frequency ratio and weights-of-evidence models in GIS. *Geocarto International*, 31(1), 42–70. <https://doi.org/10.1080/10106049.2015.1041559>

- Summerfield, M. A. (2014). *Global geomorphology: An introduction to the study of landforms*. Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9781315841199>
- Tehrany, M. S., Jones, S., & Shabani, F. (2015). Flood susceptibility mapping using GIS-based support vector machine model and its comparison with frequency ratio and decision tree models. *Journal of Hydrology*, 527,680–692.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.05.034>
- Tehrany, M. S., Pradhan, B., & Jebur, M. N. (2014). Flood susceptibility mapping using a comparative assessment of decision tree and support vector machine models. *Earth Science Informatics*, 7(2), 115–127. <https://doi.org/10.1007/s12145-013-0135-2>
- Tjasyono, B. (2018). *Mikrometeorologi dan hidrometeorologi*. Remaja Rosdakarya.
- Verstappen, H. T. (2013). *Geomorphological surveys for environmental development*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-1691-8>
- Yulianto, F., Suwarsono, S., & Maulana, T. (2021). Optimasi pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pemetaan risiko bencana hidrometeorologi nasional. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Komputasi Spasial*, 18(1),34–47.  
<https://doi.org/10.30536/j.pjks.2021.v18.a3512>