

GEOMORFOLOGI VULKANIK PULAU BALI : TINJAUAN BENTUK LAHAN DAN POTENSI BENCANA ALAM REVIEW LITERATUR (2019- 2023)

Rahmatul Khusna, Saidatul Ahmalia

Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

rahmatulkhusna0@gmail.com , saidatulahmalia368@gmail.com

Abstract

This study aims to examine the volcanic geomorphology of Bali Island, focusing on landforms resulting from volcanic activity and their associated natural disaster potentials. The method employed is a literature review of six relevant scientific articles discussing tectonic deformation, lava tubes, sediment thickness, and the impact of climate on Bali's geological stability. The articles were analyzed based on their methodology, field findings, and geological interpretations. The results show that Bali possesses complex volcanic landforms shaped by the interaction between magmatic activity, active fault systems, and annual rainfall variability. The Kesaksak Lava Tube is a significant indicator of eruptive dynamics at Mount Batur, while tectonic deformation and active faults such as the Ban Fault highlight seismic vulnerability. This review underlines the importance of integrating geological science and disaster mitigation strategies in managing disaster-prone regions in Bali.

Keywords: Volcanic Geomorphology, Bali Island, Lava Tube, Active Fault, Disaster Mitigation

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji geomorfologi vulkanik Pulau Bali, dengan fokus pada bentuk lahan hasil aktivitas vulkanik dan potensi bencana alam yang menyertainya. Metode yang digunakan adalah kajian literatur (literature review) terhadap enam artikel ilmiah yang relevan, meliputi topik deformasi tektonik, lava tube, ketebalan sedimen, dan pengaruh iklim terhadap stabilitas geologi Bali. Artikel-artikel tersebut dianalisis berdasarkan struktur metodologis, hasil temuan lapangan, serta interpretasi geologis. Hasil kajian menunjukkan bahwa Pulau Bali memiliki bentuk lahan vulkanik kompleks yang terbentuk oleh interaksi antara aktivitas magmatik, sesar aktif, serta variabilitas curah hujan tahunan. Lava Tube Kesaksak merupakan bukti penting dari dinamika erupsi Gunungapi Batur, sementara deformasi tektonik dan sesar aktif seperti Sesar Ban mengindikasikan kerentanan gempa. Kajian ini menegaskan pentingnya integrasi antara sains geologi dan strategi mitigasi bencana dalam pengelolaan kawasan rawan bencana di Bali.

Kata Kunci: Geomorfologi Vulkanik, Pulau Bali, Lava Tube, Sesar Aktif, Mitigasi Bencana

PENDAHULUAN

Pulau Bali merupakan wilayah yang secara geologis sangat kompleks dan dinamis. Terletak pada zona subduksi antara Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia, Bali tidak hanya dikenal sebagai destinasi pariwisata dunia, tetapi juga merupakan wilayah yang rentan terhadap berbagai fenomena geologi seperti erupsi gunungapi, deformasi tektonik, dan gempa bumi. Salah satu elemen penting yang mencerminkan dinamika geologi Bali adalah geomorfologi vulkaniknya, yang tercermin dalam bentuk-bentuk lahan gunungapi, sistem sesar aktif, serta fitur-fitur vulkanik sekunder seperti lava tube.

Studi geomorfologi vulkanik sangat penting untuk memahami proses pembentukan dan evolusi bentuk lahan, serta dalam menilai potensi bencana yang dapat ditimbulkan. Gunungapi Batur sebagai bagian dari Kaldera Batur merupakan pusat aktivitas vulkanik utama di Bali yang menghasilkan berbagai produk erupsi, termasuk lava a'a dan pembentukan lava tube seperti Lava Tube Kesaksak (Agastya et al. 2023). Fitur ini tidak hanya mencerminkan proses pendinginan dan aliran lava yang kompleks, tetapi juga menjadi indikator adanya aktivitas magmatik yang berkelanjutan dan potensi bahaya runtuh serta jebakan gas berbahaya di bawah tanah.

Selain aktivitas vulkanik, Bali juga aktif secara tektonik. Berdasarkan hasil penelitian deformasi GPS dan analisis struktur sesar di Karangasem, diketahui terdapat zona sesar aktif seperti Sesar Ban yang memiliki panjang hingga 18 km dan berpotensi menimbulkan gempa hingga M6.2 (Helmi, Marliyani, and Nur'aini 2021). Identifikasi sesar ini juga didukung oleh pendekatan geomorfologi tektonik dan citra SRTM DEM yang mengungkap adanya kelurusan struktur tektonik yang signifikan (Helmi, Marliyani, and Nur'aini 2021). Hal ini diperkuat oleh penelitian deformasi tektonik lainnya di Bali yang menunjukkan bahwa wilayah ini mengalami tekanan konvergen yang konsisten dengan arah pergerakan lempeng Indo-Australia (Helmi, Marliyani, and Nur'aini 2021).

Di sisi lain, potensi bencana juga muncul akibat perubahan iklim global seperti fenomena El Niño dan La Niña yang sangat mempengaruhi curah hujan di Bali. Hal ini berdampak pada meningkatnya risiko kekeringan atau banjir yang dapat memperparah dampak dari bencana geologi lain (Helmi, Marliyani, and Nur'aini 2021). Dalam konteks ini, integrasi pemahaman geomorfologi dan klimatologi menjadi penting dalam upaya mitigasi risiko bencana.

Pemahaman yang mendalam mengenai ketebalan sedimen di bawah Pulau Bali juga menjadi kunci untuk memahami kondisi bawah permukaan. Penelitian dengan metode *power spectrum* berdasarkan data anomali gravitasi menunjukkan adanya variasi ketebalan sedimen yang mengindikasikan kompleksitas struktur bawah permukaan, yang turut berkontribusi terhadap kerentanan geologi wilayah ini (Helmi, Marliyani, and Nur'aini 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk meninjau bentuk-bentuk lahan hasil aktivitas vulkanik di Pulau Bali serta mengidentifikasi potensi bencana geologi yang menyertainya. Penelitian ini penting untuk mendukung upaya mitigasi risiko bencana, perencanaan tata ruang yang berbasis geologi, serta pengembangan kawasan geopark seperti Batur UNESCO Global Geopark yang menggabungkan aspek ilmiah, pendidikan, dan pariwisata berkelanjutan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah literature review atau kajian pustaka sistematis. Literature review merupakan teknik pengumpulan data yang bersumber dari berbagai artikel ilmiah guna memperoleh landasan teori, temuan-temuan terkini, serta bukti empiris yang relevan dengan fokus penelitian. Kajian ini secara khusus menelaah bentuk-bentuk lahan geomorfologi vulkanik serta potensi bencana alam di Pulau Bali.

Literatur yang dianalisis berasal dari enam artikel ilmiah hasil publikasi nasional dan internasional yang relevan, di antaranya membahas deformasi tektonik, lava tube, ketebalan sedimen, dan pengaruh variabilitas iklim terhadap kondisi geologi Bali. Sumber literatur diperoleh dari database akademik seperti Google Scholar dan Publis Or Perish

Pencarian Literatur:

- a. Literatur dicari melalui kata kunci seperti: Geomorfologi Vulkanik, Pulau Bali, Lava Tube, Sesar Aktif, Mitigasi Bencana
- b. Artikel yang direview berjumlah 6 artikel utama yang dipilih berdasarkan relevansi dengan tema geomorfologi dan kebencanaan di Bali.
- c. Artikel mencakup tahun terbit antara 2019–2023, untuk mendapatkan kajian ilmiah yang mutakhir.

Kriteria Inklusi:

- a. Artikel ilmiah yang membahas aspek geomorfologi, aktivitas vulkanik, deformasi tektonik, dan potensi bencana geologi di wilayah Bali.

- b. Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris, tersedia dalam bentuk full-text, dan bersifat peer-reviewed.
- c. Merupakan hasil penelitian lapangan, pengolahan data geospasial, atau kajian geologi yang relevan secara langsung terhadap fokus penelitian.

Kriteria Eksklusi :

- a. Artikel yang membahas wilayah di luar Bali secara eksklusif.
- b. Artikel tinjauan yang tidak menyertakan data empiris atau metode ilmiah yang jelas.
- c. Artikel dengan publikasi sebelum 10 tahun terakhir

Seleksi dan Penilaian Kualitas Studi:

Proses seleksi dilakukan melalui penyaringan judul dan abstrak, kemudian dilanjutkan dengan telaah isi secara penuh. Artikel yang tidak sesuai dengan ruang lingkup atau tidak memenuhi standar kualitas metodologis dikeluarkan dari tinjauan. Proses peninjauan dilakukan dengan mengidentifikasi tujuan, metode, sampel, variabel, dan hasil utama dari tiap studi, yang kemudian dirumuskan dalam format kotak tinjauan sistematis.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil review artikel yang telah dilakukan, maka dapat dikemukakan sebagai berikut :

Tabel 1. 1 data hasil review 6 Artikel Geomorfologi Vulkanik Pulau Bali: Tinjauan Bentuk Lahan dan Potensi Bencana

N o	Penulis	Tujuan	Metode	Sampel	Variabel	Hasil
1	Ryadi et al. (2019)	Mengetahui pengaruh fenomena El Niño dan La Niña terhadap curah hujan dan kekeringan di Bali	Analisis spasial	Data curah hujan & satelit	El Niño, La Niña, kekeringan, distribusi curah hujan	El Niño menurunkan curah hujan & memperluas kekeringan; La Niña meningkatkan hujan ekstrem.

2	Sutrisno et al. (2021)	Mengidentifikasi sesar aktif di Bali melalui pendekatan morfotektonik	Analisis morfotektonik	DEMNAS, parameter geomorfologi	Sesar aktif, deformasi, bentuk lahan	Identifikasi sesar aktif seperti Tabanan dan Karangasem, memengaruhi morfologi dan risiko gempa.
3	Masruri et al. (2022)	Mengestimasi ketebalan sedimen dan memahami struktur bawah permukaan di Pulau Bali	Power spectrum gravitasi	Data anomali gravitasi	Ketebalan sedimen, batuan vulkanik, bawah permukaan	Rata-rata ketebalan sedimen hanya 810,6 m, menunjukkan dominasi batuan vulkanik muda.
4	Suarbawa et al. (2021)	Mengidentifikasi arah dan kecepatan deformasi kerak bumi di wilayah Bali	Analisis data GPS	Data GPS (GAMIT/GLOBK)	Pergeseran kerak, deformasi permukaan	Bali bergeser ke arah timur-tenggara >40 mm/tahun; deformasi aktif dipengaruhi morfologi.

5	Agastya et al. (2022)	Mengidentifikasi zona sesar aktif Ban dan karakteristik struktur geologinya di Karangasem	Geomorfologi & pemetaan	Citra DEM SRTM, observasi lapangan	Zona sesar Ban, formasi vulkanik muda, rekahan	Teridentifikasi 5 segmen sesar aktif di Karangasem yang memotong formasi vulkanik.
6	Agastya et al. (2023)	Menganalisis proses pembentukan dan struktur geologi lava tube di kawasan Geopark Batur	Studi geologi lapangan	Lava Tube Kesaksak (Batur)	Lava Tube Kesaksak (Batur)	Lava tube terbentuk dari lava a'a; struktur rentan runtuh, potensi geowisata dan bahaya.

PEMBAHASAN

Pulau Bali memiliki karakter geomorfologi vulkanik yang kompleks, yang terbentuk dari aktivitas vulkanik dan tektonik yang intensif. Gunungapi Batur merupakan salah satu contoh nyata dari sistem vulkanik aktif di Bali, yang tidak hanya membentuk berbagai jenis bentuk lahan, tetapi juga menjadi sumber potensi bencana geologi. Studi geomorfologi menjadi penting dalam upaya memahami hubungan antara bentuk lahan vulkanik dan kerentanan wilayah terhadap bahaya alam.

Lava Tube Kesaksak yang diteliti oleh (Agastya et al. 2023) memperlihatkan bagaimana aliran lava dari erupsi tahun 1888 membentuk struktur bawah tanah berupa terowongan lava atau lava tube. Lava tube ini terbentuk dari lava a'a yang mengalami pendinginan cepat di permukaan, menghasilkan struktur tumuli yang kemudian berkembang

menjadi rongga bawah tanah. Fenomena ini tidak hanya menunjukkan dinamika erupsi gunungapi, tetapi juga potensi bahaya runtuh pada struktur bawah tanah tersebut.

Penelitian (Agastya et al. 2023) juga menegaskan bahwa lava tube seperti di Kesaksak memiliki nilai tambah sebagai geosite dalam konteks geowisata. Namun, pengembangan geowisata ini perlu diimbangi dengan pertimbangan keselamatan karena struktur lava tube yang besar namun tidak stabil. Ini menunjukkan pentingnya integrasi antara kajian ilmiah dan strategi mitigasi risiko dalam pemanfaatan geomorfologi vulkanik.

Selain bentuk lahan akibat lava, deformasi tektonik juga menjadi penentu utama kerentanan bencana di Bali. Penelitian oleh (Helmi, Marliyani, and Nur'aini 2021) menunjukkan bahwa deformasi tektonik yang terjadi di Bali disebabkan oleh subduksi dan adanya sesar aktif seperti sesar Ban. Deformasi ini mengindikasikan potensi gempa bumi signifikan yang mempengaruhi stabilitas bentuk lahan vulkanik.

Dukungan dari data GPS dalam penelitian (K.N. Suarbawa, I Ketut Sukarasa, and Elvin Riyono 2021) tersebut memperkuat identifikasi arah pergerakan lempeng dan memungkinkan pemetaan zona-zona berisiko tinggi. Dengan pendekatan geomorfologi tektonik dan analisis kelurusan morfologi menggunakan data DEM, hasil penelitian tersebut memberikan dasar ilmiah yang kuat dalam penilaian potensi bencana.

Pentingnya informasi mengenai sesar aktif juga diungkapkan dalam studi oleh (Ban et al. 2022) di wilayah Karangasem. Mereka berhasil mengidentifikasi sesar dengan panjang sekitar 18 km yang memiliki potensi menghasilkan gempa berkekuatan hingga M6.2. Hal ini mempertegas bahwa bentuk lahan vulkanik di Bali sangat dipengaruhi oleh aktivitas tektonik yang terjadi secara berkelanjutan.

Ketebalan sedimen juga merupakan faktor penting dalam karakterisasi bentuk lahan dan penilaian potensi bencana. (Masruri et al. 2018) menunjukkan bahwa variasi ketebalan sedimen di Bali mencerminkan struktur geologi yang kompleks. Sedimen yang tebal atau tipis dapat mempengaruhi stabilitas permukaan, dan menjadi penentu kerentanan terhadap longsor dan likuefaksi.

Dengan menggunakan metode power spectrum pada data anomali gravitasi, studi ini memperlihatkan bahwa karakter bawah permukaan tidak bisa diabaikan dalam studi geomorfologi vulkanik. Pengetahuan ini penting untuk pengembangan wilayah, baik untuk keperluan mitigasi bencana maupun infrastruktur.

Bentuk lahan vulkanik Bali juga dipengaruhi oleh faktor iklim, terutama variabilitas curah hujan yang tinggi akibat fenomena El Niño dan La Niña. (Ryadi, Sukmono, and Sasmito 2019) membuktikan bahwa El Niño menyebabkan penurunan curah hujan yang signifikan dan meningkatkan risiko kekeringan, sedangkan La Niña justru meningkatkan curah hujan dan berisiko menimbulkan banjir.

Variasi curah hujan ini secara langsung mempengaruhi erosi, sedimentasi, dan perubahan bentuk lahan di wilayah vulkanik seperti Bali. Oleh karena itu, integrasi antara studi klimatologi dan geomorfologi menjadi sangat penting dalam membangun pemahaman menyeluruh terhadap dinamika lanskap vulkanik.

Secara keseluruhan, keenam artikel yang direview menunjukkan keterkaitan erat antara proses vulkanik, tektonik, dan klimatologis dalam membentuk geomorfologi Bali. Dinamika ini menciptakan bentang alam yang unik sekaligus rentan terhadap bencana, yang menuntut perhatian dalam konteks perencanaan ruang dan pengurangan risiko bencana.

Studi geomorfologi vulkanik di Bali tidak hanya penting dari segi ilmiah, tetapi juga untuk tujuan praktis seperti geowisata dan mitigasi bencana. Integrasi data geomorfologi, deformasi tektonik, ketebalan sedimen, serta variabilitas iklim memberikan landasan kuat untuk menyusun kebijakan pengelolaan wilayah yang berkelanjutan dan tangguh bencana.

KESIMPULAN

Geomorfologi vulkanik Pulau Bali mencerminkan interaksi dinamis antara aktivitas vulkanik, tektonik, dan klimatologis yang membentuk bentang alam unik namun rentan terhadap bencana. Studi mengenai Lava Tube di Gunungapi Batur menunjukkan kompleksitas proses erupsi serta potensi pemanfaatannya sebagai geowisata, meskipun perlu perhatian terhadap keselamatannya. Penelitian deformasi tektonik dan identifikasi sesar aktif mengungkapkan bahwa Bali berada pada zona rawan gempa, yang memperkuat urgensi mitigasi risiko bencana. Selain itu, estimasi ketebalan sedimen serta variasi curah hujan akibat El Niño dan La Niña turut memengaruhi kestabilan lahan dan risiko bencana sekunder. Integrasi seluruh kajian ini memperlihatkan bahwa pemahaman geomorfologi vulkanik di Bali sangat penting tidak hanya secara akademik, tetapi juga sebagai dasar perencanaan pembangunan berkelanjutan dan sistem mitigasi bencana. Penelitian-penelitian tersebut menjadi landasan ilmiah dalam upaya menjaga keseimbangan antara pemanfaatan dan pelestarian lingkungan geologi Bali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Naskah, S.Pd., M.Pd.E. selaku dosen pembimbing dalam penulisan artikel review, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Ismail, M.Pd., selaku dosen pengampu mata kuliah Geomorfologi Indonesia, atas ilmu, inspirasi, dan motivasi yang telah diberikan selama perkuliahan berlangsung. Semoga segala ilmu yang Bapak berikan menjadi amal jariyah dan membawa keberkahan bagi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Agastya, Ida Bagus Oka, Putu Diyan Diwyastira, Suryo Hespianoro, and Dewa Ariana. 2023. "Sebaran Dan Proses Geologi Pembentukan Lava Tube Kesaksak Di Batur Unesco Global Geopark." *Jurnal Geominerba (Jurnal Geologi, Mineral Dan Batubara)*
- Ban, D I Desa, Kabupaten Karangasem, Ppsdm Geominerba Kesdm, Magister Manajemen, Bencana Upn, and Veteran Yogyakarta. 2022. "Geomorfologi Tektonik Dan Pemetaan Geologi."
- Helmi, Hurien, Gayatri Indah Marliyani, and Siti Nur'aini. 2021. "Identifikasi Sesar Aktif Di Pulau Bali Dengan Menggunakan Data Pemetaan Geologi Permukaan Dan Morfologi Tektonik." *Majalah Geografi Indonesia* 35(1): 45. doi:10.22146/mgi.61928.
- K.N. Suarbawa, I Ketut Sukarasa, and Elvin Riyono. 2021. "Identifikasi Deformasi Pulau Bali Berdasarkan Rekaman Data GPS, Menggunakan Software GAMIT/GLOBK 10.6." *Buletin Fisika* 22(1).
- Masruri, M Fakhrul Islam, Novita Sari, Nur Hikmah Intansari, and Mahmud Yusuf. 2018. "Estimasi Ketebalan Sedimen Pulau Bali Menggunakan Metode Power Spectrum Data Anomali Gravity."
- Ryadi, Gabriel YedayaImmanuel, Abdi Sukmono, and Bandi Sasmito. 2019. "Pengaruh Fenomena El Nino Dan La Nina Pada Persebaran Curah Hujan Dan Tingkat Kekeringan Lahan Di Pulau Bali." *Jurnal Geodesi Undip* 8(4): <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/25143/22353>.