

## Analisis Spasial Tingkat Kesulitan Jalur Pendakian Menuju Puncak Gunung Rinjani: Studi Komparatif Antar Jalur

Dedin Mahyudita Media Rohman<sup>1\*</sup>, Muhamad Rizal Al Faoziah<sup>1</sup>, Ahmad Dailamy<sup>1</sup>, Puti Mahira<sup>1</sup>, Nur Ranti<sup>1</sup>, Syarifah Kalsum Qurratul Uyun<sup>1</sup>, Armandha Redo Pratama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pendidikan Indonesia  
\*dedinmahyudin67@gmail.com

Diterima: 06-10-2025

Disetujui: 29-10-2025

Publish: 02-12-2025

**Abstrak** Pertumbuhan pariwisata petualangan di Indonesia mendorong peningkatan aktivitas pendakian gunung, termasuk di Gunung Rinjani yang memiliki beberapa jalur pendakian resmi dengan karakteristik medan yang berbeda. Permasalahan dalam penelitian ini adalah belum adanya kajian spasial yang membandingkan tingkat kesulitan antar jalur secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan tingkat kesulitan jalur pendakian menuju puncak Gunung Rinjani berdasarkan parameter spasial, meliputi panjang jalur, kemiringan lereng, elevasi naik, dan jumlah sumber air. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan analisis skor komposit yang diperoleh dari data peta digital, model elevasi, dan survei lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalur Senaru dan Timbanuh memiliki tingkat kesulitan tinggi karena elevasi naik yang besar dan lereng curam. Jalur Torean dikategorikan sedang, dengan topografi menantang namun suplai air melimpah. Jalur Sembalun dan jalur pertemuan memiliki tingkat kesulitan rendah karena kontur yang lebih landai meski akses air terbatas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan spasial dapat memberikan informasi objektif untuk klasifikasi jalur pendakian dan menjadi dasar dalam perencanaan wisata alam yang aman dan berkelanjutan.

**Kata kunci:** Jalur Pendakian; Analisis Spasial; Tingkat Kesulitan; Elevasi Naik; Sumber Air

**Abstract** The growth of adventure tourism in Indonesia has led to increased mountain climbing activity, including on Mount Rinjani, which features several official trails with varying terrain characteristics. The problem addressed in this study is the lack of spatial analysis that systematically compares the difficulty levels of these trails. This study aims to analyze and classify the difficulty level of hiking trails to the summit of Mount Rinjani based on spatial parameters, including trail length, slope gradient, elevation gain, and number of water sources. The research method used is descriptive quantitative with a composite scoring analysis derived from digital map data, elevation models, and field surveys. The results show that the Senaru and Timbanuh trails are classified as high difficulty due to significant elevation gain and steep slopes. The Torean trail is moderately difficult, with challenging terrain but abundant water sources. The Sembalun and connector trails have low difficulty due to gentler terrain despite limited access to water. This study concludes that a spatial approach provides objective information for assessing trail difficulty and serves as a foundation for planning safe and sustainable nature-based tourism.

**Keywords:** Hiking Trails; Spatial Analysis; Difficulty Level; Elevation Gain; Water Sources

### 1. PENDAHULUAN

Pariwisata alam berbasis petualangan, khususnya kegiatan pendakian gunung (mountaineering tourism), mengalami pertumbuhan signifikan di Indonesia dalam satu dekade terakhir (Afkar Aristoteles Mukhaer, 2023), sebagai negara kepulauan dengan banyak gunung berapi aktif, memiliki daya tarik tersendiri bagi wisatawan domestik maupun mancanegara yang tertarik akan keindahan alam dan tantangan medan pendakian (Susanty et al., 2025; Mudrikah, 2014). Salah satu destinasi utama pendakian adalah Gunung Rinjani, yang terletak di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat, dan dikenal sebagai gunung berapi tertinggi kedua di Indonesia dengan ketinggian mencapai 3.726 meter di atas permukaan laut.

Fenomena meningkatnya popularitas Gunung Rinjani tidak dapat dilepaskan dari kemajuan teknologi informasi dan pertumbuhan komunitas pendaki yang semakin besar. Media sosial, blog, dan platform berbagi video telah menjadi medium yang sangat efektif dalam menyebarkan informasi mengenai keindahan panorama Rinjani, jalur-jalur pendakian, serta pengalaman pribadi para pendaki. Hal ini mendorong terbentuknya tren baru dalam pariwisata domestik, di mana kegiatan mendaki gunung dianggap tidak hanya sebagai aktivitas fisik, tetapi juga sebagai bentuk pencarian pengalaman spiritual dan kebebasan diri. Dampak dari fenomena ini terlihat dari meningkatnya volume pendakian setiap tahunnya, yang secara langsung membawa konsekuensi terhadap pengelolaan daya dukung lingkungan serta risiko keselamatan pendaki.

Gunung Rinjani telah ditetapkan sebagai bagian dari Taman Nasional Gunung Rinjani (TNGR), dan memiliki sejumlah jalur pendakian resmi yang paling populer di antaranya adalah jalur Sembalun dan Senaru. Setiap jalur memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi panjang, elevasi, tingkat kemiringan, maupun kondisi lingkungan sekitarnya (Lalu Puttrawandi Karjaya et al., 2024). Oleh karena itu, kajian spasial terhadap jalur-jalur pendakian ini menjadi penting untuk memperoleh gambaran objektif mengenai tingkat kesulitan masing-masing jalur secara ilmiah. Menurut (Soekadijo, 2000), pariwisata yang berkelanjutan memerlukan pemahaman mendalam terhadap karakteristik wilayah yang menjadi daya tarik wisata, termasuk tantangan dan risikonya. Dalam konteks yang sama, Gunn (1994) menegaskan bahwa perencanaan pariwisata yang efektif harus memperhatikan kondisi fisik dan spasial dari suatu lokasi agar pengelolaannya dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan.

Kebutuhan akan analisis spasial menjadi semakin relevan seiring meningkatnya jumlah kunjungan pendaki ke Gunung Rinjani, baik dari kalangan pemula maupun pendaki berpengalaman (Saputra & Mukasyaf, 2025). Jalur-jalur pendakian yang tersedia tidak hanya berbeda secara geografis dan ekologis, tetapi juga memiliki implikasi yang berbeda terhadap aspek keselamatan, beban fisik, serta logistik pendakian. Dalam klasifikasi tingkat kesulitan jalur pendakian di Indonesia yang dikembangkan oleh komunitas dan praktisi lapangan, jalur pendakian dikategorikan ke dalam lima level berdasarkan kombinasi faktor fisik dan teknis: mulai dari pendakian ringan (Level 1) hingga pendakian ekstrem yang bersifat ekspedisi teknis (Level 5). Dalam klasifikasi tersebut, Gunung Rinjani secara umum dikategorikan sebagai Level 3 (pendakian menengah), namun belum ada kajian ilmiah yang mengelaborasi secara sistematis bagaimana masing-masing jalur pendakian diklasifikasikan berdasarkan parameter topografi dan spasial secara terukur, pada umumnya terdapat 4 Jalur pendakian resmi gunung Rinjani yang menjadi objek analisis pada artikel ini, diantaranya jalur Sembalun, Torean, Senaru, Timbanuh dan jalur pertemuan dari 4 jalur resmi, masing-masing jalur memiliki ciri khas dan karakteristiknya masing-masing.

Lebih jauh lagi, karakteristik topografis Gunung Rinjani yang melibatkan perbedaan elevasi ekstrem dalam jarak tempuh yang relatif singkat menjadikan pendakian di kawasan ini menuntut ketahanan fisik yang lebih tinggi dibandingkan gunung-gunung lain di Indonesia. Selain itu, dinamika cuaca pegunungan tropis yang cepat berubah menambah kerentanan terhadap hipotermia, dehidrasi, maupun disorientasi arah, khususnya bagi pendaki yang tidak memiliki persiapan matang. Oleh karena itu, informasi mengenai profil jalur secara spasial bukan hanya berguna untuk keperluan penelitian akademik, tetapi juga sangat vital untuk penyusunan SOP keselamatan pendakian, sistem zonasi konservasi, dan pengembangan paket wisata edukatif berbasis mitigasi risiko.

Menyadari adanya kesenjangan tersebut, artikel ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik spasial dari jalur-jalur utama menuju puncak Gunung Rinjani dengan menggunakan indikator seperti elevasi naik (elevation gain), kemiringan lereng (slope), panjang jalur, serta distribusi sumber mata air sebagai faktor pendukung. Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tingkat kesulitan masing-masing jalur pendakian dan menghasilkan rekomendasi jalur yang paling sesuai bagi pendaki pemula maupun berpengalaman. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengelola taman nasional, pelaku wisata, serta pihak terkait dalam merumuskan strategi pengelolaan pariwisata yang lebih aman dan berkelanjutan di kawasan Gunung Rinjani.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif (Pali, 2000) Dengan metode analisis skor komposit (R. Mardhiati, 2023), penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat kesulitan jalur pendakian Gunung Rinjani. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan gambaran objektif mengenai tingkat kesulitan masing-masing jalur pendakian dengan menggabungkan beberapa parameter topografi dan logistik yang dapat diukur secara kuantitatif. Pendekatan ini menjadi penting karena selama ini banyak panduan pendakian yang bersifat naratif dan subjektif, sehingga menyulitkan pendaki dalam mempersiapkan diri secara tepat. Dengan menyandarkan pada data spasial dan pengukuran objektif, penelitian ini berupaya mengisi kekosongan tersebut dan menghasilkan klasifikasi jalur yang dapat diandalkan.

Lokasi penelitian berada di kawasan Taman Nasional Gunung Rinjani (TNGR), dengan fokus pada seluruh jalur yang ada di Gunung Rinjani. Keberadaan berbagai jalur resmi yang memiliki karakteristik medan sangat berbeda menjadikan TNGR sebagai laboratorium alami yang ideal untuk penelitian berbasis

SIG. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup track GPS jalur pendakian yang diperoleh dari platform seperti Gunung Bagging, OpenStreetMap, dan Alltrails, serta data elevasi (DEM) yang diperoleh dari sumber seperti Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) atau ASTER GDEM (Kurniawan, 2020). Integrasi berbagai sumber data ini dilakukan untuk meningkatkan akurasi spasial dan memberikan gambaran medan yang mendekati kondisi aktual di lapangan. Selain itu, peta topografi jalur pendakian digunakan untuk mengetahui letak sumber air, yang juga dikumpulkan melalui wawancara dengan pendaki berpengalaman dan pengelola basecamp untuk mengetahui ketersediaan sumber air sepanjang jalur pendakian. Validasi data lapangan ini sangat penting agar hasil pemetaan tidak hanya akurat secara teknis, tetapi juga relevan secara praktis bagi para pemangku kepentingan (Perjalanan, 2025)

Dalam analisisnya, penelitian ini menggabungkan empat parameter utama yang mempengaruhi tingkat kesulitan pendakian: kemiringan lereng, panjang trek, elevation gain, dan jumlah sumber air (Perjalanan, 2025). Keempat parameter tersebut dipilih karena mewakili beban fisik utama yang dihadapi pendaki serta aspek logistik yang mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan. Setiap parameter diberi skor tertentu berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap kesulitan pendakian. Kemiringan lereng dihitung menggunakan data elevasi untuk mengidentifikasi segmen-segmen dengan kemiringan ekstrem yang berpotensi menyebabkan kelelahan atau kecelakaan, sementara panjang trek dihitung berdasarkan jarak total yang harus ditempuh pendaki dari titik awal hingga titik akhir jalur. Elevation gain, yakni total kenaikan elevasi yang harus dilalui, juga diukur sebagai indikator seberapa berat tanjakan yang harus ditempuh secara kumulatif. Sementara itu, jumlah dan distribusi sumber air di sepanjang jalur dipertimbangkan karena keberadaan air sangat penting untuk mendukung perjalanan yang aman dan nyaman, terutama pada jalur dengan paparan matahari tinggi atau durasi tempuh yang panjang.

Setiap parameter kemudian diberi bobot tertentu berdasarkan tingkat relevansi dan dampaknya terhadap pengalaman pendakian (Saputra & Mukasyaf, 2025). Skor total untuk masing-masing jalur dihitung berdasarkan kombinasi dari keempat parameter ini, yang kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kesulitan jalur menjadi kategori rendah, sedang, atau tinggi. Teknik komposit ini memberikan fleksibilitas dalam penggabungan variabel yang berbeda satuan ukur dan memungkinkan interpretasi yang lebih menyeluruh terhadap karakteristik medan. Proses ini juga menghindari dominasi satu variabel tertentu dan menjaga keseimbangan antara faktor fisik dan logistik.

Hasil dari analisis ini diharapkan dapat menghasilkan skor keseluruhan untuk setiap jalur pendakian yang mencerminkan tingkat kesulitan relatif masing-masing jalur di Gunung Rinjani. Selain itu, peta tematik berbasis SIG akan dibuat untuk menggambarkan secara visual perbandingan tingkat kesulitan berdasarkan skor komposit tersebut. Representasi visual ini penting untuk memudahkan pemahaman pengguna akhir seperti pendaki, pemandu, dan pengelola jalur. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi jalur mana yang paling sesuai untuk pendaki pemula, menengah, dan berpengalaman, sekaligus memberikan masukan strategis untuk pengelolaan jalur pendakian yang lebih aman dan berkelanjutan. Dalam jangka panjang, hasil ini diharapkan menjadi bagian dari basis data pendakian nasional yang dapat digunakan untuk tujuan perencanaan, konservasi, dan mitigasi risiko bencana di kawasan pegunungan.

## Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Taman Nasional Gunung Rinjani, yang secara geografis berada di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat sebuah wilayah yang memiliki kekayaan alam dan keanekaragaman hayati yang tinggi sekaligus menjadi destinasi wisata alam unggulan di Indonesia. Kawasan ini memiliki peran penting dalam konservasi dan pengelolaan ekosistem pegunungan tropis, sehingga analisis terhadap jalur pendakian tidak hanya berimplikasi pada aspek pariwisata, tetapi juga pada pelestarian lingkungan dan mitigasi risiko bencana. Lokasi penelitian mencakup empat jalur pendakian resmi menuju puncak Gunung Rinjani, yaitu Sembalun, Senaru, Torean, dan Timbanuh, serta satu jalur pertemuan yang berfungsi sebagai rute penghubung antar jalur utama. Masing-masing jalur memiliki karakteristik topografi yang unik, mulai dari panjang trek, kemiringan lereng, hingga ketersediaan sumber daya alam seperti mata air dan shelter alami, sehingga menjadi objek perbandingan yang tepat dalam analisis spasial tingkat kesulitan pendakian.



**Gambar 1.** Peta lokasi sampel

Keberadaan jalur-jalur ini juga merefleksikan keberagaman kondisi fisik dan lingkungan yang dihadapi pendaki, yang berkaitan erat dengan faktor risiko dan kebutuhan logistik selama pendakian. Misalnya, jalur Sembalun dikenal memiliki medan yang lebih landai namun panjang, sementara jalur Timbanuh memiliki tantangan lereng yang lebih curam dan medan yang lebih teknis. Jalur Senaru dan Torean juga memiliki karakteristik tersendiri yang mempengaruhi tingkat kelelahan, kecepatan perjalanan, serta ketersediaan fasilitas pendukung. Dengan demikian, pemetaan dan klasifikasi jalur secara kuantitatif menjadi sangat penting agar informasi ini dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan kawasan yang efektif serta penyusunan rekomendasi yang sesuai dengan profil pendaki.

Gambar 1. Peta lokasi sampel memperlihatkan secara visual sebaran geografis jalur-jalur tersebut, yang memberikan gambaran spasial tentang medan pendakian dan posisi relatif masing-masing jalur. Visualisasi peta ini juga membantu dalam memudahkan pemahaman mengenai aksesibilitas, jarak antar pos, serta posisi sumber air yang kritis untuk keselamatan dan kenyamanan pendaki.

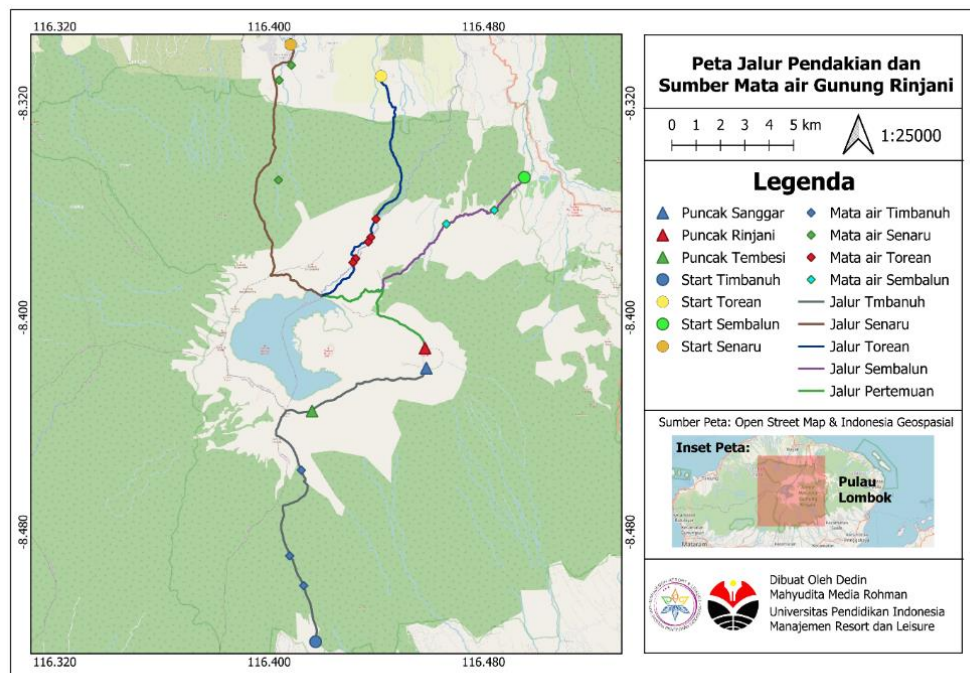
Penelitian dilaksanakan pada tanggal 9 hingga 10 Mei, dengan metode pengumpulan data yang menggabungkan studi pustaka dan wawancara langsung di lapangan. Pendekatan kombinasi ini dipilih untuk memperoleh data yang valid dan komprehensif, di mana studi pustaka meliputi pengumpulan peta digital, data elevasi dari sumber resmi, dan kajian literatur terkait yang sudah teruji keakuratannya. Data lapangan diperoleh melalui wawancara semi-struktural dengan pengelola basecamp pendakian serta para pendaki berpengalaman. Teknik wawancara semi-struktural ini memungkinkan penggalian informasi secara mendalam mengenai kondisi nyata di lapangan, seperti tingkat kesulitan yang dirasakan, ketersediaan dan distribusi sumber air, serta kendala atau potensi bahaya yang sering dihadapi pendaki pada tiap jalur. Selain itu, keterlibatan pengelola dan pendaki juga menjadi cara penting dalam validasi data spasial dan memastikan bahwa hasil analisis mampu merepresentasikan kondisi faktual yang berkelanjutan.

Dengan kombinasi metode ini, penelitian mampu menghasilkan data yang tidak hanya berbasis teknologi dan kuantitatif, tetapi juga memperhitungkan pengalaman praktis di lapangan, sehingga keluaran analisis dapat diaplikasikan secara realistis untuk mendukung pengelolaan jalur pendakian yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil analisis spasial terhadap empat jalur pendakian utama menuju puncak Gunung Rinjani, yaitu Sembalun, Torean, Senaru dan Timbanuh. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan variabel-variabel topografi seperti panjang jalur, jumlah sumber air, rata-rata kemiringan lereng, dan elevasi naik (elevation gain), yang masing-masing diberi bobot berdasarkan tingkat kesulitan atau risiko yang ditimbulkan. Selain itu, data visual dari peta digital serta klasifikasi spasial turut

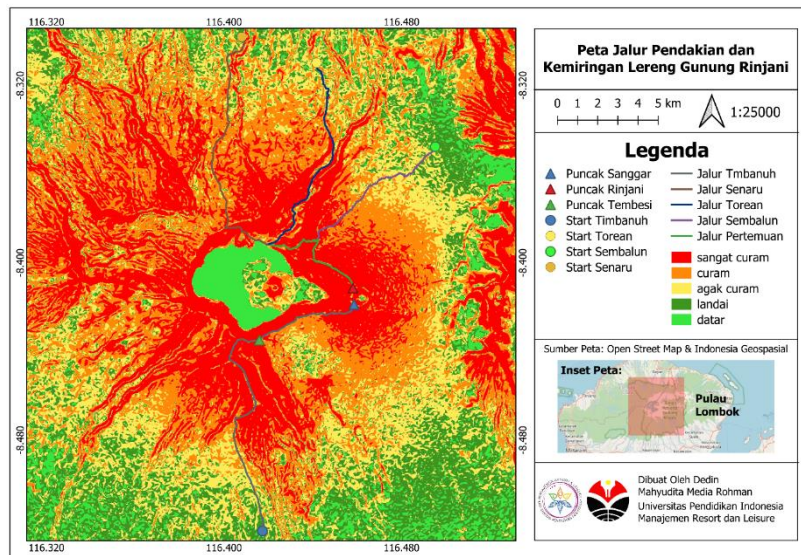
digunakan sebagai dasar perhitungan dan penilaian tingkat bahaya setiap jalur. Dengan pendekatan ini, pembahasan difokuskan pada perbandingan antar jalur untuk mengidentifikasi karakteristik medan dan tingkat kesulitan secara objektif, sekaligus menilai implikasinya bagi keselamatan dan kenyamanan pendaki dengan berbagai tingkat pengalaman.



**Gambar 2.** Peta Jalur Pendakian dan Sumber Mata air Gunung Rinjani

Akses terhadap sumber air bersih merupakan salah satu faktor esensial dalam penentuan tingkat kenyamanan dan keamanan jalur pendakian gunung. Peta distribusi spasial sumber mata air pada jalur pendakian Gunung Rinjani menunjukkan variasi yang signifikan antara satu jalur dengan jalur lainnya, yang memiliki implikasi langsung terhadap strategi logistik pendakian dan ketahanan fisik pendaki. Jalur Torean merupakan jalur dengan jumlah sumber mata air terbanyak. Berdasarkan peta, setidaknya terdapat empat titik mata air utama yang tersebar sepanjang lintasan ini. Ketersediaan air ini menjadi keunggulan tersendiri bagi jalur Torean, mengingat kondisi topografinya yang terjal dan menantang. Sumber air ini sebagian besar berada di sekitar aliran sungai yang melewati lembah, dan sering kali menjadi titik istirahat atau bahkan tempat berkemah alternatif bagi pendaki. Jalur Senaru tercatat memiliki dua titik mata air yang berlokasi pada bagian tengah hingga mendekati danau Segara Anak. Titik-titik ini memiliki nilai strategis tinggi, karena berada di jalur transisi antara zona hutan hujan tropis dengan kawasan sub-alpin. Walaupun tidak sebanyak Torean, keberadaan mata air ini cukup untuk memenuhi kebutuhan logistik standar bagi pendaki yang memilih jalur ini. Pada jalur Sembalun, ketersediaan sumber air tergolong minim, dengan hanya 2 titik utama yang teridentifikasi dalam peta, yang umumnya berada di sekitar area pos 2. Hal ini menegaskan perlunya perencanaan air yang matang bagi pendaki, terutama pada musim kemarau, di mana debit air sangat terbatas. Meskipun topografi Sembalun relatif lebih landai, keterbatasan akses terhadap air menjadikan jalur ini tetap menuntut dalam hal manajemen perbekalan. Sementara itu, jalur Timbanuh memperlihatkan keberadaan tiga titik sumber air, yang terletak di bagian tengah jalur sebelum mencapai Danau Segara Anak. Distribusi ini memungkinkan jalur Timbanuh memiliki kelonggaran dalam aspek logistik air, meskipun secara topografi jalur ini dikenal sebagai yang paling ekstrem dari segi kemiringan lereng. Hal ini menjadikan ketersediaan air sebagai kompensasi atas tantangan fisik yang tinggi.

Secara umum, kombinasi antara ketersediaan sumber air dan kondisi topografi dapat menjadi dasar klasifikasi tingkat kenyamanan jalur pendakian. Jalur dengan topografi curam namun didukung oleh banyak sumber air (seperti Torean) dapat dianggap lebih ideal bagi pendaki berpengalaman, sementara jalur yang relatif landai namun miskin sumber air (seperti Sembalun) tetap menuntut kewaspadaan tinggi dalam perencanaan perjalanan.



Gambar 3. Peta Jalur Pendakian dan Kemiringan Lereng Gunung Rinjani

Peta diatas menunjukkan distribusi spasial tingkat kemiringan sepanjang jalur pendakian utama menuju puncak. Analisis ini berfokus pada empat jalur pendakian yang paling umum digunakan, yaitu jalur Sembalun, Senaru, Torean, dan Timbanuh. Setiap jalur memiliki karakteristik topografi yang berbeda, yang berdampak signifikan terhadap tingkat kesulitan pendakian. Jalur Sembalun, yang merupakan salah satu jalur terpopuler, terlihat didominasi oleh kawasan landai hingga agak curam (zona hijau dan kuning). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar jalur ini relatif mudah untuk dilalui, terutama pada segmen awal hingga mendekati area Pelawangan Sembalun. Namun, pada bagian akhir menuju Pelawangan, lereng mulai menunjukkan kemiringan sangat curam (zona merah), menandakan peningkatan signifikan dalam kesulitan fisik yang harus dihadapi pendaki. Sementara itu, jalur Torean memiliki karakter yang lebih ekstrem, di mana sebagian besar jalur masuk dalam kategori curam hingga sangat curam (zona oranye dan merah). Hal ini mencerminkan kontur yang tajam dan jalur yang lebih menantang, meskipun jalur ini sering dipilih karena jalurnya relatif lebih pendek dan melalui aliran sungai serta air terjun yang menarik secara visual. Namun, dari sudut pandang keselamatan dan fisik, jalur ini memerlukan kesiapan lebih tinggi. Jalur Senaru juga menunjukkan dominasi area dengan lereng curam (didominasi warna oranye), terutama pada segmen tengah hingga akhir jalur. Meski tidak se-ekstrem Torean, kontur lereng yang konsisten menanjak ini menjadi tantangan tersendiri, terlebih jalur ini lebih banyak melalui kawasan hutan yang tertutup, yang menambah beban psikologis dan orientasi bagi pendaki. Jalur Timbanuh, yang terletak di sisi selatan gunung, terlihat sebagai jalur yang paling ekstrem dari sisi kemiringan. Sekitar 70% dari trek ini berada dalam zona sangat curam (merah tua), terutama di sisi kiri dan kanan jalur. Ini menunjukkan bahwa Timbanuh merupakan jalur yang memiliki hambatan topografi tertinggi dibanding jalur lainnya. Jalur ini juga diketahui jarang digunakan oleh pendaki umum karena keterbatasan fasilitas dan tingkat kesulitan yang tinggi.

Secara keseluruhan, dari perspektif spasial, jalur Sembalun dapat diklasifikasikan sebagai jalur dengan tingkat kesulitan sedang, sementara Torean dan Senaru berada pada tingkat cukup sulit, dan Timbanuh pada tingkat sulit hingga ekstrem. Data ini sejalan dengan penilaian kualitatif dan pengalaman lapangan para pendaki, serta memperkuat relevansi penggunaan analisis spasial kemiringan lereng dalam mengukur dan membandingkan tingkat kesulitan jalur pendakian secara objektif. Tabel-tabel di bawah merupakan hasil analisis kuantitatif yang disusun untuk mengklasifikasikan tingkat kesulitan masing-masing jalur pendakian menuju puncak Gunung Rinjani berdasarkan empat indikator utama, yaitu panjang jalur, jumlah sumber air, rata-rata kemiringan lereng, dan elevasi gain (kenaikan elevasi dari titik awal hingga puncak). Seluruh data diperoleh melalui interpretasi peta tematik dan pengolahan informasi spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Setiap indikator diberi kelas bahaya—rendah, sedang, atau tinggi—dengan bobot numerik yang merepresentasikan tingkat kesulitan relatifnya. Penjumlahan bobot dari keempat indikator menghasilkan total skor yang kemudian dikategorikan kembali menjadi tiga kelas tingkat kesulitan akhir: rendah, sedang, dan tinggi. Melalui pendekatan ini, pembaca dapat

memperoleh gambaran komprehensif mengenai karakteristik fisik dan potensi tantangan pada masing-masing jalur, serta melakukan perbandingan objektif antar jalur secara menyeluruh.

**Tabel 1.** Panjang Jalur

Keterangan	Panjang Jalur	Kelas Bahaya	Bobot
Semalun	26 km	Tinggi	2
Torean	27 km	Tinggi	3
Senaru	27 km	Tinggi	3
Timbanuh	21 km	Sedang	2
Jalur Pertemuan	5 km	Rendah	1

**Tabel 2.** Sumber Air

Keterangan	Jumlah Sumber air	Kelas Bahaya	Bobot
Semalun	2	Tinggi	3
Torean	5	Rendah	1
Senaru	3	Sedang	2
Timbanuh	3	Sedang	2
Jalur Pertemuan	0	Tinggi	3

**Tabel 3.** Rata-rata kemiringan Lereng

Keterangan	Rata-Rata Kemiringan Lereng	Kelas Bahaya	Bobot
Semalun	15-25%	Rendah	1
Torean	25-45%	Sedang	2
Senaru	25-45%	Sedang	2
Timbanuh	>45%	Tinggi	3
Jalur Pertemuan	>45%	Tinggi	3

**Tabel 4.** Elevasi Gain

Keterangan	Elevasi Gain	Kelas Bahaya	Bobot
Semalun	2475m	Sedang	2
Torean	2960m	Tinggi	3
Senaru	3227m	Tinggi	3
Timbanuh	2900m	Tinggi	3
Jalur Pertemuan	1087m	Rendah	1

Penilaian tingkat kesulitan pendakian menuju puncak Gunung Rinjani dilakukan dengan menggabungkan empat variabel spasial utama: panjang jalur, jumlah sumber air, kemiringan lereng rata-rata, dan elevasi gain. Penilaian ini dimaksudkan untuk menghasilkan klasifikasi yang komprehensif mengenai tingkat kesulitan masing-masing jalur, baik dari aspek topografi maupun ketersediaan sumber daya di sepanjang rute.

#### a. Panjang Jalur

Data spasial menunjukkan bahwa jalur Senaru (27 km) dan Torean (27 km) merupakan dua jalur terpanjang, dengan tingkat bahaya dikategorikan sebagai tinggi (skor 3). Sebaliknya, Jalur Pertemuan yang hanya sepanjang 5 km dikategorikan rendah (skor 1), menunjukkan jarak yang lebih mudah secara fisik.

#### b. Jumlah Sumber Air

Peta sumber mata air memperlihatkan bahwa jalur Torean memiliki lima titik sumber air, menjadikannya jalur dengan suplai air paling melimpah, sehingga dikategorikan sebagai rendah dari segi risiko (skor 1). Sebaliknya, jalur pertemuan sama sekali tidak memiliki sumber air, dan jalur Sembalun hanya memiliki dua titik, yang masing-masing mendapat kategori bahaya tinggi (skor 3).

#### c. Rata-Rata Kemiringan Lereng

Hasil analisis terhadap peta kemiringan lereng menunjukkan bahwa jalur Timbanuh dan Jalur Pertemuan memiliki rata-rata kemiringan  $>45\%$ , sehingga dikategorikan sebagai jalur dengan bahaya tinggi (skor 3). Jalur Sembalun yang didominasi oleh lereng landai hingga agak curam ( $15\text{--}25\%$ ) dikategorikan sebagai rendah (skor 1).

#### d. Elevasi Gain

Perbedaan ketinggian dari titik awal hingga puncak menunjukkan beban vertikal yang harus ditempuh. Jalur Senaru memiliki elevasi gain tertinggi (3227 m), diikuti oleh Timbanuh (2900 m) dan Torean (2960 m), semuanya diklasifikasikan dalam kategori tinggi (skor 3). Sementara itu, jalur pertemuan memiliki elevasi gain terendah (1087 m), menunjukkan beban pendakian yang relatif ringan.

Dengan menjumlahkan bobot dari keempat indikator tersebut, diperoleh total skor sebagai dasar klasifikasi keseluruhan:

**Tabel 5.** Total Skor

Keterangan	Kelas Total	Total Bobot
Sembalun	Sedang	9
Torean	Sedang	9
Senaru	Tinggi	10
Timbanuh	Tinggi	10
Jalur Pertemuan	Rendah	8

Hasil ini menunjukkan bahwa jalur Senaru dan Timbanuh merupakan jalur yang paling menantang secara fisik dan spasial, ditinjau dari kombinasi panjang, elevasi, dan kemiringan. Jalur Sembalun dan Jalur Pertemuan dinilai lebih ramah bagi pendaki dari sisi teknis dan topografi, meskipun tetap memiliki keterbatasan pada aspek tertentu seperti akses air (terutama pada jalur pertemuan). Meskipun jalur pertemuan masuk ke kategori rendah akan tetapi perlu di waspadai karna yang paling berbahaya pada jalur pertemuan adalah kemiringan lereng dan tidak adanya sumber mata air.

### Perbandingan Dengan Penelitian Sejenis

Penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya oleh Fanny (Agustian & Priyono, 2020) yang menggunakan metode spasial untuk menganalisis jalur pendakian gunung lawu, serta Barri, M. F yang mengkaji preferensi pendaki berdasarkan persepsi kesulitan jalur gunung salak. Namun, keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi empat parameter sekaligus dan pemberian bobot klasifikasi yang sistematis, sehingga menghasilkan pemetaan risiko yang lebih menyeluruh dan dapat dioperasionalkan.

Studi ini juga menambah khazanah literatur pariwisata gunung di Indonesia yang selama ini masih banyak bersifat deskriptif dan belum banyak memanfaatkan teknologi pemetaan spasial sebagai instrumen utama dalam evaluasi dan pengambilan keputusan (Firre An, 2022).

Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu, sebagian besar studi jalur pendakian di Indonesia cenderung masih berfokus pada aspek preferensi pendaki atau deskripsi morfologi medan tanpa klasifikasi kuantitatif yang terukur. Dalam konteks ini, pendekatan composite scoring berbasis SIG yang digunakan dalam studi ini memperlihatkan keunggulan dalam hal objektivitas dan akurasi analisis. Studi ini juga menyempurnakan pendekatan yang digunakan oleh (Agustian & Priyono, 2020) yang belum memperhitungkan variabel sumber air dan elevasi gain secara bersamaan.

Lebih jauh lagi, metode yang digunakan dalam penelitian ini sejalan dengan standar internasional dalam analisis risiko aktivitas luar ruang, sebagaimana direkomendasikan oleh The Leave No Trace Center for Outdoor Ethics (2021) yang mendorong pemanfaatan pemetaan risiko berbasis data spasial untuk perencanaan aktivitas luar ruang yang aman dan minim dampak. Oleh karena itu, artikel ini bukan hanya memperluas kajian akademik domestik, tetapi juga menyesuaikan diri dengan praktik global terbaik.

### **Implikasi Dan Pemanfaatan Hasil Penelitian**

Penelitian ini memiliki beberapa implikasi praktis dan akademis. Secara praktis, hasil klasifikasi jalur pendakian berdasarkan analisis spasial dapat menjadi acuan penting dalam penyusunan standar operasional prosedur (SOP) pendakian oleh Balai Taman Nasional Gunung Rinjani dan operator wisata setempat. Jalur-jalur dengan tingkat kesulitan tinggi seperti Timbanuh dan Senaru memerlukan kesiapan logistik, peralatan keselamatan, serta pendampingan oleh pemandu berpengalaman. Informasi spasial ini juga dapat dimanfaatkan oleh pihak penyedia jasa wisata dalam merancang paket-paket pendakian yang sesuai dengan kemampuan dan preferensi wisatawan, baik pemula maupun profesional.

Dalam konteks akademik, pendekatan kuantitatif dengan menggunakan data spasial memberikan kontribusi metodologis bagi kajian geografi pariwisata dan manajemen risiko lingkungan. Metode composite scoring berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang diterapkan dalam studi ini juga dapat direplikasi untuk analisis jalur di gunung lain di Indonesia, seperti Gunung Semeru, Kerinci, atau Leuser, yang juga memiliki beberapa jalur pendakian resmi dengan topografi bervariasi (Purboseno, 2024). Selain untuk kebutuhan internal pengelolaan taman nasional, hasil penelitian ini juga dapat dimanfaatkan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan (Decision Support System) berbasis geospasial. Dengan data spasial mengenai tingkat kesulitan jalur, instansi seperti Balai Taman Nasional Gunung Rinjani atau Dinas Pariwisata dapat membangun dashboard pemantauan jalur real-time untuk mendeteksi jalur mana yang memiliki intensitas pendakian tinggi, risiko rawan kecelakaan, atau kebutuhan prioritas dalam pemeliharaan. Pendekatan berbasis data ini sangat relevan dalam konteks pengelolaan destinasi berbasis carrying capacity dan mitigasi risiko bencana alam seperti tanah longsor atau kebakaran hutan, yang kerap terjadi di kawasan pegunungan tropis.

Dari sisi pemberdayaan masyarakat, hasil klasifikasi jalur juga dapat digunakan sebagai dasar pelatihan warga lokal sebagai pemandu khusus untuk jalur-jalur tertentu. Misalnya, masyarakat di sekitar jalur Timbanuh bisa mendapatkan pelatihan pendakian ekstrem dan penanganan situasi darurat. Ini mendukung prinsip community-based tourism, di mana masyarakat lokal bukan hanya sebagai pelengkap atraksi tetapi menjadi bagian aktif dari pengelolaan wisata. Pada gilirannya, hal ini menciptakan peluang ekonomi baru berbasis konservasi dan ilmu pengetahuan.

Dari sisi konservasi, hasil penelitian ini mendukung pentingnya pengelolaan berbasis zona konservasi, di mana jalur-jalur dengan tingkat tekanan rendah dapat dialokasikan sebagai jalur wisata massal dengan pengawasan ketat, sedangkan jalur dengan risiko tinggi dan kerentanan ekologis dapat dibatasi aksesnya dan hanya dibuka untuk keperluan penelitian atau pendakian profesional. Ini sejalan dengan prinsip-prinsip ekowisata dan konservasi aktif, yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan antara aktivitas wisata dan kelestarian sumber daya alam (Mudrikah, 2014).

Selain untuk kebutuhan internal pengelolaan taman nasional, hasil penelitian ini juga dapat dimanfaatkan dalam pengembangan sistem pendukung keputusan (Decision Support System) berbasis geospasial. Dengan data spasial mengenai tingkat kesulitan jalur, instansi seperti Balai Taman Nasional Gunung Rinjani atau Dinas Pariwisata dapat membangun dashboard pemantauan jalur real-time untuk mendeteksi jalur mana yang memiliki intensitas pendakian tinggi, risiko rawan kecelakaan, atau kebutuhan prioritas dalam pemeliharaan. Pendekatan berbasis data ini sangat relevan dalam konteks pengelolaan destinasi berbasis carrying capacity dan mitigasi risiko bencana alam seperti tanah longsor atau kebakaran hutan, yang kerap terjadi di kawasan pegunungan tropis.

Kondisi jalur yang ekstrem seperti Timbanuh atau Torean memerlukan penanganan khusus bukan hanya dari sisi infrastruktur, tetapi juga dari pendekatan interpretatif dan edukatif. Perlu disusun modul interpretasi jalur yang mengintegrasikan informasi ekologi, budaya lokal (seperti kepercayaan masyarakat Sasak terhadap Rinjani), serta tata kelola konservasi. Modul ini dapat dijadikan bagian dari briefing wajib sebelum pendakian untuk meningkatkan literasi ekologis pendaki. Selain itu, sistem booking online yang mewajibkan pemilihan jalur berdasarkan kemampuan dan pengalaman pendaki dapat diterapkan sebagai sistem kontrol partisipatif.

Dari sisi sarana fisik, pengadaan shelter darurat pada titik-titik rawan seperti tanjakan terakhir di jalur Senaru atau punggung terjal di Timbanuh sangat direkomendasikan. Shelter ini bukan sekadar tempat berteduh, tetapi juga titik konsolidasi bagi evakuasi jika terjadi cedera atau kelelahan ekstrem. Penggunaan teknologi seperti pemancar sinyal radio atau GPS emergency beacon juga bisa diperkenalkan secara bertahap, terutama bagi operator tur berizin.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat diberikan kepada pemangku kepentingan:

- a. Menurut Balai Taman Nasional Gunung Merbabu, pemasangan Papan Informasi dan Peta pada Jalur pendakian perlu dilengkapi dengan papan informasi yang memuat peta elevasi, titik air, serta estimasi waktu tempuh per segmen. Hal ini dapat membantu pendaki dalam merencanakan logistik serta meningkatkan kesadaran terhadap risiko medan.
- b. Pemeliharaan dan Penambahan Sumber Air Jalur seperti Sembalun dan Jalur Pertemuan sangat membutuhkan fasilitas penampungan air atau sistem filtrasi portable di pos-pos tertentu untuk mengurangi beban logistik pendaki serta meningkatkan kelayakan jalur bagi pendaki pemula.
- c. Pelatihan Mitigasi Risiko dan Orientasi Jalur Mengingat tingkat kesulitan fisik yang tinggi pada jalur Senaru dan Timbanuh, pelatihan bagi porter dan pemandu lokal mengenai mitigasi risiko, pertolongan pertama, dan manajemen krisis menjadi penting sebagai bagian dari wisata petualangan yang aman dan bertanggung jawab (UNWTO 2014)
- d. Zonasi Jalur Berdasarkan Kapasitas Daya Dukung Jalur dengan tingkat kesulitan rendah seperti Sembalun dapat diarahkan menjadi jalur edukasi bagi pendaki pemula, pelajar, atau wisatawan minat khusus. Zonasi ini dapat mendukung strategi konservasi kawasan dari kerusakan ekologis akibat overkapasitas (BKSDA NTB, 2021).

### **Keterbatasan Penelitian Dan Arah Studi Lanjutan**

Meskipun telah menggunakan data spasial dan metode kuantitatif yang kuat, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, data GPS jalur pendakian dapat memiliki variasi tergantung sumber dan kondisi waktu pengambilan. Kedua, faktor non-spasial seperti cuaca, kondisi psikologis pendaki, dan ketersediaan fasilitas seperti shelter dan papan petunjuk belum dimasukkan dalam analisis. Ketiga, penelitian hanya dilakukan selama dua hari, sehingga observasi terhadap perubahan musiman seperti debit air saat kemarau atau hujan belum terakomodasi sepenuhnya.

Untuk studi lanjutan, disarankan agar analisis spasial dikombinasikan dengan pemodelan spasial berbasis machine learning untuk memprediksi tingkat risiko berdasarkan data historis kecelakaan atau insiden pendakian. Selain itu, integrasi data citra satelit resolusi tinggi dan drone mapping dapat memberikan detail lebih presisi mengenai kondisi fisik jalur dan vegetasi penutup lahan.

Keterbatasan lain yang patut dicermati adalah bahwa faktor antropogenik seperti jejak kerusakan jalur akibat overtourism, vandalisme, dan praktik pendakian yang tidak bertanggung jawab belum diperhitungkan secara komprehensif dalam penelitian ini. Begitu juga dengan aspek biodiversitas dan konservasi yang belum dimasukkan sebagai parameter dalam penilaian. Padahal, jalur seperti Torean memiliki nilai penting sebagai koridor satwa liar dan jalur migrasi air tanah yang jika tidak diperhatikan bisa menimbulkan kerusakan ekologis jangka panjang.

Arah studi lanjutan sebaiknya juga mempertimbangkan keterlibatan komunitas lokal sebagai co-researcher dalam proses pemetaan partisipatif. Dengan cara ini, penelitian tidak hanya menghasilkan data objektif, tetapi juga membangun kesadaran kritis dan sense of belonging di kalangan warga sekitar terhadap pentingnya pengelolaan jalur pendakian berbasis ilmu dan etika konservasi. Potensi sinergi dengan sistem teknologi seperti Google Earth Engine atau QGIS berbasis plugin konservasi juga patut dipertimbangkan untuk visualisasi yang lebih interaktif dan open-access.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan spasial kuantitatif efektif dan objektif dalam mengklasifikasikan tingkat kesulitan jalur pendakian di kawasan dengan topografi kompleks seperti Gunung Rinjani. Melalui integrasi parameter panjang jalur, elevasi naik, kemiringan lereng, dan distribusi sumber air, diperoleh klasifikasi yang sistematis, di mana jalur Senaru dan Timbanuh tergolong sulit, Torean sedang, serta Sembalun dan Jalur Pertemuan termasuk mudah. Hasil ini menegaskan bahwa analisis berbasis data spasial mampu menghasilkan evaluasi obyektif dan rekomendasi praktis bagi pengelola taman nasional maupun komunitas pendaki dalam hal keselamatan, perencanaan rute, dan pengelolaan lingkungan. Ke depan, hasil penelitian ini berpotensi dikembangkan menjadi aplikasi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang interaktif untuk memvisualisasikan kondisi jalur, memberikan estimasi waktu, serta mendukung aktivitas pendakian yang aman dan berkelanjutan, sehingga berkontribusi pada pengelolaan wisata alam berbasis konservasi di Indonesia.

#### 5. REFERENSI

- Adam Luthfi Kusumatriana, Clalisca Pravitasari, Agus Ruslani, Izzun Nafiah, & Rina Indriani. (2022). *Statistik Wisatawan Nusa Tenggara Barat 2022*.
- Admin. (2025, August 5). *Tingkatkan Keselamatan dan Edukasi, Balai TN Gunung Merbabu Pasang Papan Informasi dan Imbauan di Jalur Pendakian*. Taman Nasional Gunung Merbabu.
- Afkar Aristoteles Mukhaer. (2023, September 29). *Banyak yang Ingin Naik Gunung, Parwisata Berkelanjutan Harus Dijalankan*. National Geographic Indonesia.
- Agustian, I. S., & Priyono, K. D. (2020). *Analisis Spasial Jalur Pendakian Gunung Lawu di Kabupaten Karanganyar*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ahmad, F. , Bachri, T. B., Darmawa, H. , Wulung, S. R., & Rajoendah, M. I. (2020). *Pengaruh Wisata Petualangan Terhadap Kunjungan Kembali Wisatawan Di Pegunungan Jawa Barat*.
- Ayyitria. (2020, February 16). *Laporan Tabunan Kunjungan Taman Nasional Gunung Rinjani*. . Mounture.Com.
- Barri, M. F. (n.d.). *Perencanaan pemanfaatan jalur pendakian Gunung Salak berdasarkan preferensi pendaki (studi kasus penggunaan jalur resmi dan tidak resmi jalur pendakian Gunung Salak, Taman Nasional Gunung Halimun-Salak, Jawa Barat)*.
- BKSDA NTB. (2025, April 3). *Enam Jalur Pendakian Gunung Rinjani: Sembalun, Torean, Senaru, Timbanuh, Aik Berik, dan Tetebatu*. WwW.Berakhirpekan.Com.
- F. Lavigne, J. Degeai, J. Komorowski, S., Guillet, V., Robert, P., Lahitte, C., Oppenheimer, M., Stoffel, C. M., Vidal, , I, Pratomo, P., Wassmer, I., Hajdas, D. S., Hadmoko, & E. de Belizal. (2013). Source of the great A.D. 1257 mystery eruption unveiled, Samalas volcano, Rinjani Volcanic Complex, Indonesia., *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*, 110(42).
- Fernado, G. J., & Prarikeslan, W. (2024). Pemetaan Distribusi Sumber Air di Jalur Pendakian Gunung Tandikek via Nagari Singgalang. *Al-DYAS*.
- Firre An, S. (2022). *Analisis kerawanan bencana dan kerentanan ekonomi untuk pengembangan kebijakan kawasan pariwisata tangguh bencana (studi kasus kota batu, jawa timur)*. Institut Pertanian Bogor.
- Kurniawan, R. A. (2020). *Pembuatan Model 3 Dimensi (3d) Untuk Visualisasi Jalur Pendakian Gunung Lawu Menggunakan Demnas Dan Citra Satelit Pleiades*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Lalu Puttrawandi Karjaya, Kinanti Rizsa Sabilla, Muhammad Sood, & Khairur Rizki. (2024). Peran Destination Management Organization (DMO) Dalam Pengembangan Pariwisata Di Kawasan Taman Nasional Gunung Rinjani (TNGR). *Media Bina Ilmiah*, 19(3).
- Mardhiati, R. (2023). *Variabel Pengetahuan Dalam Penelitian Kesehatan Masyarakat*. 7(1).
- Mardhiati, R. V. P. D. P. K. Masyarakat. (2023). *Variabel Pengetahuan Dalam Penelitian Kesehatan Masyarakat*. 7(1).
- Mudrikah, A. (2014a). KONTRIBUSI SEKTOR PARIWISATA TERHADAP GDP INDONESIA TAHUN 2004 - 2009. *Economics Development Analysis Journal*, 3.
- Mudrikah, A. (2014b). KONTRIBUSI SEKTOR PARIWISATA TERHADAP GDP INDONESIA TAHUN 2004 - 2009. *Economics Development Analysis Journal*.

- Mukti, F. Z. , H. H., & Djurdjani, D. (2018). Evaluasi Hasil Integrasi Berbagai Ketelitian Data Model Elevasi Digital. *GEOMATIKA*.
- Novianto, D. W., Haeruddin, H., & Suparno, F. A. (2024). Pemanfaatan Teknologi Drone dalam Menganalisis Kemiringan Lereng Sebagai Upaya Mitigasi Longsor di Desa Suco Kabupaten Jember. *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral (JENERAL)*.
- Pali, K. A. K. (2000). Metodologi penelitian. *Repository. Radenfatab. Ac. Id/VW Sujarweni Yogyakarta: Pustaka Baru Perss, 2014*• *Repository. Radenfatab. Ac. Id*.
- Perjalanan, R. (2025). *Inovasi Monitoring Pendaki Menggunakan Internet of Things Untuk Membantu Keselamatan Dan Ketertiban Digunung* . Universitas Islam Indonesia.
- Pranoto, P. , Sukrisno, S., Supriyanto, S., Listyorini, H., Soehari, H., & Kundori, K. (2024). The Impact of Social Concepts on Adventure Tourism Participation: A Mixed Method Study. *Journal of Management and Business Review, 21(2)*, 176–199.
- Purboseno, S. (2024). *Strategi Terpadu Dengan Model Usle Dan Sistem Informasi Geografis*. (Khanafi Ahmad, Ed.). Deepublish.
- Roziaty, E., & Agyuni, K. (2024). Morfologi Thalys Lichen di Kawasan Jalur Pendakian Bukit Mongkrang Kecamatan Tawangmangu Kabupaten Karanganyar. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*.
- SADIKIN, P. N., ARIFIN, H. S. , PRAMUDYA, B., & Mulatsih, S. R. I. (2017). Carrying capacity to preserve biodiversity on ecotourism in Mount Rinjani National Park, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 18(3)*, 978–989.
- Saputra, Z. W., & Mukasyaf, D. A. A. (2025). Visualisasi Spasial Jalur Pendakian: Studi Kasus Di Gunung Muria. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL), 9(1)*.
- Soekadijo, R. G. (2000). (2000). Anatomi Pariwisata: Memahami Pariwisata sebagai Sistem. *Gramedia*.
- Susanty, S., Rohani, E. D., Ayu, J. P. , P., P. T., OctavianiL. K., Rakhman, C. U., & Rawali, S. (2025). *GEOGRAFI PARIWISATA NASIONAL* (Damayanti Evi, Ed.). WIDINA MEDIA UTAMA .
- UNWTO 2014. (2014). *UNWTO Report*.
- Yuda Rifendy, M. Y., & Nerisafitra, P. (2023). Implementasi Sistem Informasi Geografis Jalur Pendakian Gunung Penanggungan Dengan Metode Dijkstra Dan Penerapan Fuzzy Dalam Rekomendasi Jalur. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*.