
Analisis Spasial Kerusakan Fasilitas Pariwisata Pascabanjir Bandang Menggunakan SIG di Kawasan Wisata Guci

¹Mohammad Ghilman Husnan, ²Andi Irwan Benardi

^{1*,2} Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

*Korespondensi: ghilmanhsn03@students.unnes.ac.id

Submit : 21 Jun 2026 | Diterima : 16 Jul 2026 | Terbit : 29 Agust 2026

ABSTRACT

The Guci Tourism Area in Tegal Regency experienced a flash flood on 24 January 2026 that damaged five tourism facilities along the Gung River corridor. This study aims to identify the spatial distribution and damage levels of affected facilities and to analyze the relationship between spatial factors and damage levels using a Geographic Information Systems (GIS) approach. Methods included river buffer analysis, DEMNAS-based slope and elevation extraction, damage scoring adapted from the Appendix of BNPB Regulation No. 15 of 2011, and Spearman correlation analysis on all five affected facilities as a census population. Results show that three facilities were located within Buffer Zone I (0–25 m) and two within Buffer Zone II (26–50 m), at distances ranging from 9.3 to 45.1 m from the Gung River. Damage levels varied from moderate to total damage. Spearman analysis indicated a very strong negative correlation between river distance and damage level ($r_s = -0.894$; $p = 0.041$), a very strong positive correlation between elevation and damage level ($r_s = +0.894$; $p = 0.041$), and a very weak, non-significant correlation between slope and damage level ($r_s = +0.112$; $p = 0.858$). These findings suggest that proximity to the river is the spatial factor most strongly associated with facility damage. A minimum 50-m setback from the Gung River is recommended for permanent tourism facility development.

Keywords: Flash Floods, Guci Tourism Area, Spatial Analysis, Spearman's Correlation, Tourism Facilities

ABSTRAK

Kawasan Wisata Guci di Kabupaten Tegal mengalami banjir bandang pada 24 Januari 2026 yang mengakibatkan kerusakan fisik pada lima fasilitas pariwisata di sepanjang koridor Sungai Gung. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola sebaran spasial dan tingkat kerusakan fasilitas pariwisata yang terdampak, serta menganalisis hubungan posisi spasial dengan tingkat kerusakan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis. Metode meliputi analisis *buffer* sungai, ekstraksi kemiringan lereng berbasis DEMNAS, ekstraksi elevasi, skoring kerusakan yang diadaptasi dari Lampiran PERKA BNPB Nomor 15 Tahun 2011, serta uji korelasi *Spearman* pada lima fasilitas terdampak sebagai populasi sensus. Tiga fasilitas terkonsentrasi dalam Zona *buffer* I (0–25 m) dan dua fasilitas berada dalam Zona *buffer* II (26–50 m), pada jarak 9,3–45,1 meter dari Sungai Gung, dengan tingkat kerusakan bervariasi dari rusak sedang hingga rusak total. Dalam populasi sensus lima fasilitas ini, korelasi *Spearman* menunjukkan bahwa jarak sungai berkorelasi sangat kuat negatif ($r_s = -0,894$, $p = 0,041$), elevasi berkorelasi sangat kuat positif ($r_s = +0,894$, $p = 0,041$), dan kemiringan lereng berkorelasi sangat lemah dan tidak bermakna ($r_s = +0,112$, $p = 0,858$). Hasil ini bersifat deskriptif-asosiatif dan tidak dimaksudkan sebagai generalisasi statistik inferensial. Kedekatan posisi fasilitas terhadap aliran sungai merupakan faktor spasial dengan asosiasi terkuat terhadap tingkat kerusakan. Pengelola kawasan dan pemerintah daerah disarankan menetapkan sempadan minimum 50 meter dari tepi Sungai Gung sebagai zona larangan pembangunan fasilitas wisata permanen sejalan dengan Pasal 10 Ayat (3) PP Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai.

Kata Kunci: Analisis Spasial, Banjir Bandang, Fasilitas Pariwisata, Kerusakan Infrastruktur Wisata, Korelasi *Spearman*

PENDAHULUAN

Bencana hidrometeorologi masih mendominasi kejadian bencana di Indonesia. Sepanjang tahun 2024, BNPB mencatat 3.472 kejadian bencana, dengan 3.449 di antaranya (99,3%) merupakan bencana hidrometeorologi yang didominasi banjir, cuaca ekstrem, dan tanah longsor, menyebabkan lebih dari 8,1 juta penduduk menderita dan mengungsi (Rosyida et al., 2025). Intensitas curah hujan ekstrem di Indonesia diproyeksikan terus meningkat sepanjang abad ke-21 akibat perubahan iklim global sehingga potensi kejadian banjir bandang di kawasan wisata lereng gunung semakin besar (Kurniadi et al., 2024). Secara global, kerugian akibat banjir lebih banyak didorong oleh bertambahnya eksposur aset di zona rawan daripada oleh intensitas bahaya itu sendiri, sehingga keputusan lokasi pembangunan infrastruktur menjadi faktor penentu dalam manajemen risiko (Kundzewicz et al., 2014). Kawasan wisata alam di lereng gunung menghadapi risiko berlapis karena karakteristik geomorfologis yang menjadi daya tarik utamanya justru terdapat di wilayah dengan potensi bahaya hidrometeorologi tertinggi (Zhang et al., 2023). Bencana alam yang dipicu oleh curah hujan ekstrem terbukti menjadi ancaman serius bagi sektor pariwisata sebagai salah satu industri yang paling rentan terhadap gangguan lingkungan (Kelman, 2025).

Analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) telah berkembang menjadi pendekatan penting dalam kajian geografi pariwisata untuk memetakan distribusi fasilitas wisata secara keruangan (Amadu et al., 2025; Kelman, 2025). Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi GPS, penginderaan jauh, dan analisis spasial berbasis SIG mampu menghasilkan informasi keruangan yang lebih operasional untuk evaluasi keterjangkauan fasilitas wisata serta perencanaan kawasan berbasis risiko bencana (Amatebelle et al., 2025; Himayah et al., 2023; Septiani et al., 2024). Dalam konteks kawasan wisata yang berada di zona rawan bencana hidrometeorologi, pendekatan analisis spasial berbasis SIG perlu mengintegrasikan parameter fisik lingkungan, khususnya jarak terhadap aliran sungai, elevasi, dan kemiringan lereng yang secara luas digunakan dalam pemodelan kerentanan banjir (Tehrany et al., 2015). Penelitian Kocsis et al. (2022) dan Elghouat et al. (2024) menunjukkan bahwa ketiga parameter tersebut merupakan faktor penting dalam analisis potensi flash flood berbasis SIG pada kawasan pegunungan, di mana variasi spasial ketiga parameter tersebut berkaitan dengan perbedaan tingkat kerentanan spasial terhadap banjir bandang.

Kajian tentang dampak bencana terhadap kawasan pariwisata menunjukkan bahwa proses pemulihan destinasi pascabencana dipengaruhi oleh kemampuan destinasi dalam membangun ketahanan dan beradaptasi terhadap risiko bencana (Fountain & Cradock-Henry, 2020). Rosselló et al. (2020) menemukan bahwa berbagai jenis bencana, termasuk banjir, memberikan dampak negatif terhadap kunjungan wisatawan dan memengaruhi proses pemulihan destinasi wisata. Widyaningrum et al. (2024) menunjukkan bahwa implementasi mitigasi bencana pada destinasi wisata di lereng gunung sangat beragam karena dipengaruhi oleh karakteristik destinasi wisata dan jenis ancaman bencana yang dihadapi. Sejumlah kajian tersebut memberikan pemahaman penting tentang mekanisme dampak bencana terhadap pemulihan dan pengelolaan destinasi wisata secara umum, namun belum mengeksplorasi bagaimana posisi spasial masing-masing fasilitas wisata secara individual berkontribusi terhadap perbedaan tingkat kerusakan yang dialami akibat banjir bandang. Kajian empiris berbasis SIG yang secara spesifik menganalisis hubungan posisi spasial fasilitas pariwisata individual dengan tingkat kerusakannya akibat flash flood pada kawasan wisata lereng gunung api di Indonesia masih sangat terbatas.

Berdasarkan celah penelitian yang telah diidentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak banjir bandang terhadap fasilitas pariwisata di Kawasan Wisata Guci melalui pendekatan spasial. Secara khusus, penelitian ini diarahkan untuk mengidentifikasi pola sebaran spasial serta tingkat kerusakan fasilitas pariwisata akibat banjir bandang, menganalisis hubungan antara jarak aktual fasilitas terhadap Sungai Gung dengan tingkat kerusakan yang terjadi, serta mengkaji pengaruh faktor topografi berupa kemiringan lereng dan elevasi terhadap tingkat kerusakan fasilitas. Melalui analisis tersebut, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kerentanan fasilitas pariwisata terhadap bencana banjir bandang di Kawasan Wisata Guci.

Untuk menjawab tujuan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan analisis spasial kuantitatif berbasis SIG yang mencakup analisis buffer sungai, ekstraksi kemiringan lereng dan elevasi dari DEMNAS, skoring kerusakan terstandar, serta uji korelasi Spearman sebagai kerangka analitik utama. Penelitian ini dibatasi pada lima fasilitas pariwisata yang mengalami kerusakan akibat banjir bandang pada 24 Januari 2026 di Kawasan Wisata Guci,

Kabupaten Tegal, tanpa mencakup fasilitas yang tidak terdampak maupun kawasan wisata lain di luar lokasi penelitian. Hasil penelitian diharapkan menjadi acuan spasial bagi pengelola kawasan dan Pemerintah Daerah Kabupaten Tegal dalam perencanaan pengembangan fasilitas wisata yang berbasis pada pertimbangan risiko bencana secara terukur.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Februari–Maret 2026 di Kawasan Taman Wisata Alam (TWA) Guci, meliputi Desa Guci (Kecamatan Bumijawa) dan Desa Rembul (Kecamatan Bojong), Kabupaten Tegal, pada koordinat 7°08'–7°11' LS dan 109°02'–109°06' BT. Kawasan ini terletak di lereng utara Gunung Slamet pada ketinggian 1.050–1.500 mdpl. Kawasan ini dilalui oleh aliran Sungai Gung yang menjadi sumbu spasial utama bagi koridor fasilitas pariwisata berbasis air panas geotermal. Lembah sungai ini dicirikan oleh tebing yang terjal, dengan variasi kemiringan lereng mulai dari kelas datar hingga sangat curam (Rinaldo & Armi, 2022). Kawasan dikelola secara bersama oleh BKSDA Jawa Tengah, Pemerintah Daerah Kabupaten Tegal melalui Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Objek Wisata Guci, serta sejumlah pengelola swasta. Penetapan kedua desa sebagai batas wilayah studi didasarkan pada fakta bahwa seluruh fasilitas terdampak berada di dalam wilayah administratif keduanya, serta ketersediaan data batas administrasi desa yang terverifikasi dari Badan Informasi Geospasial.

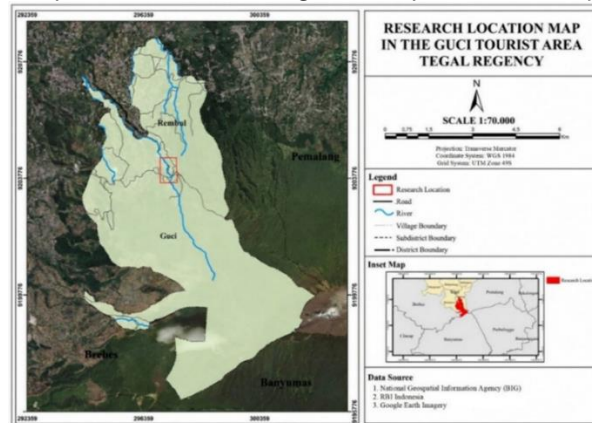
Kawasan Guci mengalami pertumbuhan kunjungan wisatawan yang sangat pesat, dari 58.877 orang pada tahun 2020 menjadi 633.738 orang pada tahun 2024, seiring dengan intensifikasi pengembangan fasilitas di koridor Sungai Gung yang meningkatkan eksposur infrastruktur terhadap bahaya hidrometeorologi. Data perkembangan kunjungan wisatawan tersebut disajikan pada Gambar 1.



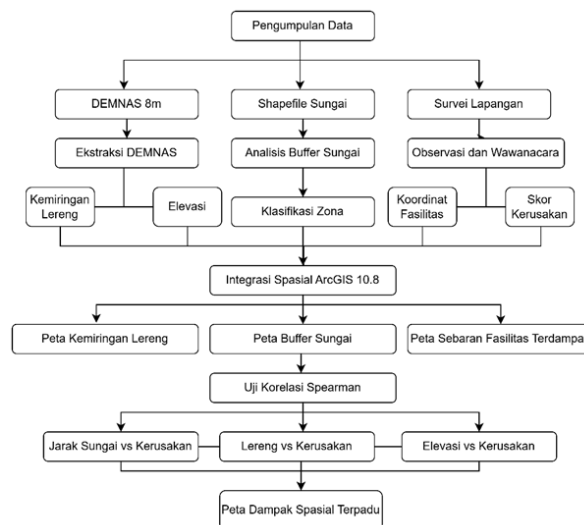
Gambar 1. Perkembangan Kunjungan Wisatawan Ke Kawasan Wisata Guci Tahun 2020–2024.
Sumber: Laporan Pengunjung dan Rekapitulasi PNPB TWA Guci, BKSDA Jawa Tengah 2024

Pada 24 Januari 2026, kawasan ini dilanda banjir bandang dengan periode ulang sekitar 80–100 tahun yang tergolong peristiwa frekuensi rendah dengan dampak tinggi (Koordinator Lapangan UPTD Objek Wisata Guci, komunikasi pribadi, 11 Februari 2026); banjir katastrofik semacam ini menghasilkan kerusakan yang tidak proporsional karena sifatnya yang tidak terduga (Merz et al., 2021). Berdasarkan Buletin Informasi Iklim BMKG Edisi Februari 2026, wilayah Bumijawa dan Bojong mengalami curah hujan ekstrem dengan intensitas lebih dari 150 mm/hari yang memicu peningkatan debit aliran Sungai Gung secara tiba-tiba (Saputri, 2026).

Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 2; diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian Kawasan Wisata Guci



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Data/Perangkat	Fungsi	Sumber
ArcGIS 10.8	Analisis dan visualisasi spasial	ESRI
DEMNAS 8m	Ekstraksi elevasi dan kelerengan	BIG
Shapefile Sungai	Analisis <i>Buffer</i> Sungai	BIG
Data spasial dasar (RBI dan batas)	Kartografi dan batas wilayah	BIG
IBM SPSS Statistics 26	Analisis korelasi Spearman	IBM

Sumber: Analisis peneliti, 2026

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif berbasis analisis spasial. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghasilkan data numerik berupa koordinat GPS, nilai kemiringan lereng dalam persen, nilai elevasi dalam meter di atas permukaan laut, jarak aktual dari Sungai Gung dalam meter, serta skor kerusakan pada skala ordinal 1 sampai 4. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan pola sebaran spasial fasilitas terdampak dan hubungan antarvariabel spasial. Penelitian ini menggunakan seluruh populasi fasilitas pariwisata yang terdampak banjir bandang di Kawasan Wisata Guci pada kejadian 24 Januari 2026 sebagai unit analisis sensus, sehingga tidak dilakukan pengambilan sampel.

Metode Pengumpulan, Pengolahan, dan Analisis Data

Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan melalui dua metode. Pertama, survei lapangan untuk

perekaman koordinat GPS pada centroid estimasi bangunan utama setiap fasilitas terdampak beserta dokumentasi foto georeferensi sebagai validasi skor kerusakan. Kedua, wawancara terstruktur dengan Koordinator Lapangan UPTD Objek Wisata Guci untuk memperoleh data estimasi persentase kerusakan fisik pada setiap komponen bangunan. Data sekunder diperoleh dari BIG, BMKG, dan BKSDA Jawa Tengah. Penggunaan instrumen terstruktur dalam penelitian dampak bencana di kawasan wisata membantu pengumpulan informasi secara sistematis berdasarkan parameter kesiapsiagaan pada masing-masing pengelola wisata (Wijaya, 2024).

Analisis Buffer Sungai Gung

Buffer merupakan metode yang digunakan dalam pemodelan spasial untuk menggambarkan zona pengaruh dampak terhadap suatu fitur geografis (Djunaedi Junyar et al., 2020). Dalam konteks kebencanaan banjir, semakin dekat suatu fasilitas terhadap aliran sungai, semakin besar potensi terdampak (Aziza et al., 2021). Penelitian ini menetapkan lima zona *buffer* dengan interval 25 meter sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Zona *Buffer* Sungai

Zona	Jarak dari Sungai	Keterangan	Skor
I	0–25	Zona sangat rentan: berada dalam jangkauan aliran material banjir bandang dengan energi hidraulik	5
II	25–50	Zona rentan tinggi: masih dalam jangkauan limpasan material primer banjir bandang	4
III	50–75	Zona peralihan: berpotensi terkena limpasan dan material sekunder	3
	75–100	Zona relatif aman: jangkauan material banjir mulai berkurang signifikan	2
IV			
V	>100	Zona aman: di luar jangkauan langsung aliran banjir	1

Sumber: Dikembangkan dari Aziza et al. (2021)

Klasifikasi Kemiringan Lereng

Hasil *slope* diklasifikasikan ke dalam lima kelas mengacu pada klasifikasi kemiringan Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Aprilana & Wiguno, 2021), sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Nomor kelas Puslittanak digunakan sebagai skor ordinal dalam analisis korelasi *Spearman* berdasarkan premis bahwa kemiringan lereng yang lebih besar meningkatkan kecepatan limpasan dan kapasitas erosi aliran, sebagaimana dikonfirmasi oleh Kocsis et al. (2022).

Tabel 3. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan (%)	Deskripsi	Skor
I	0–8	Datar	1
II	8–15	Landai	2
III	15–25	Agak Curam	3
IV	25–45	Curam	4
V	>45	Sangat Curam	5

Sumber: Aprilana & Wiguno (2021)

Skoring Tingkat Kerusakan Fasilitas Wisata

Instrumen skoring diadaptasi dari klasifikasi kerusakan fisik bangunan yang termuat dalam Lampiran Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (PERKA BNPB) Nomor 15 Tahun 2011 tentang Pedoman Pengkajian Kebutuhan Pascabencana, Bab III Tahap Analisis Data, yang membagi kerusakan ke dalam tiga kategori dasar berdasarkan persentase komponen bangunan yang rusak (BNPB, 2011). Penelitian ini menambahkan kategori keempat, rusak total (>90%), mengikuti preseden Rafshanjani Amin (2018); ambang batas ini merepresentasikan kondisi kehancuran struktural fungsional yang terkonfirmasi pada tiga fasilitas terdampak (Gambar 7). Penilaian kerusakan fisik bangunan pascabanjir bandang melalui observasi lapangan menunjukkan bahwa peningkatan intensitas banjir, yang direpresentasikan oleh kedalaman genangan, berkaitan dengan meningkatnya tingkat kerusakan bangunan. Dalam konteks penilaian risiko banjir di kawasan wisata, Becken & Hughey (2013) menunjukkan bahwa sektor pariwisata masih belum terintegrasi secara optimal dalam praktik pengurangan risiko bencana di destinasi. Dalam konteks tersebut, penelitian ini menggunakan instrumen skoring terstruktur untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan fasilitas

wisata secara sistematis dan dapat dibandingkan. Klasifikasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Kerusakan Fasilitas Wisata

Kelas	Kerusakan Fisik	Kondisi Operasional	Skor
Rusak	< 30%	Masih beroperasi dengan keterbatasan	1
Rusak	30–65%	Operasional terhenti sementara	2
Rusak Berat	65–90%	Tidak beroperasi, perlu rehabilitasi besar	3
Rusak Total	> 90%	Tidak beroperasi, memerlukan rekonstruksi dari	4

Sumber: diadaptasi dari PERKA BNPB Nomor 15 Tahun 2011 (BNPB, 2011) dengan penambahan kategori rusak total mengacu pada Rafshanjani Amin (2018)

Analisis Korelasi Spearman dan Uji Signifikansi

Hubungan antarvariabel spasial dengan tingkat kerusakan fasilitas diuji menggunakan korelasi *Spearman* (r_s) karena skala data bersifat ordinal dan tidak mensyaratkan distribusi normal (Gibbons & Chakraborti, 2010). Mengikuti pendekatan Kocsis et al. (2022) yang menggunakan nilai kontinu parameter spasial dalam analisis banjir bandang berbasis SIG, penelitian ini menggunakan nilai jarak aktual dalam meter dan nilai kemiringan lereng aktual dalam persen yang diekstrak langsung dari *tool slope* ArcGIS 10.8 dengan *output percent rise*, untuk mempertahankan informasi gradasi yang lebih presisi dibandingkan dengan skor kelas diskret pada zona *buffer*. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip bahwa korelasi *Spearman* dirancang untuk data berskala ordinal di mana data kontinu dapat dikonversi menjadi peringkat (Siegel & Castellan, 1988).

Koefisien korelasi *Spearman* dihitung dengan persamaan:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

Keterangan:

r_s = koefisien korelasi *Spearman*;

d_i = selisih peringkat antara dua variabel pada unit fasilitas ke- i ;

n = jumlah unit fasilitas wisata yang dianalisis.

Dalam hal terdapat nilai yang sama pada peringkat (*tied ranks*), koefisien dihitung menggunakan metode *Pearson on Ranks* yang memberikan hasil yang lebih akurat (Siegel & Castellan, 1988). Rumus *Pearson on Ranks* yang digunakan untuk menghitung r_s dengan koreksi *tied ranks* adalah sebagai berikut (Conover, 1999; Gibbons & Chakraborti, 2010):

$$r_s = \frac{\sum (R_{x_i} - \bar{R}_x)(R_{y_i} - \bar{R}_y)}{\sqrt{\sum (R_{x_i} - \bar{R}_x)^2 \sum (R_{y_i} - \bar{R}_y)^2}} \quad (2)$$

Keterangan:

r_s = koefisien korelasi *Spearman* dengan koreksi *tied ranks*

R_{x_i} = peringkat variabel spasial pada fasilitas ke- i

R_{y_i} = peringkat skor kerusakan pada fasilitas ke- i

$\bar{R}_x$ = rata-rata peringkat variabel spasial

$\bar{R}_y$ = rata-rata peringkat variabel kerusakan

Signifikansi statistik koefisien r_s selanjutnya diuji menggunakan pendekatan distribusi- t dengan derajat kebebasan $df = n - 2$, melalui rumus berikut (Conover, 1999):

$$t = r_s \times \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}} \quad (3)$$

Keterangan:

t = nilai statistik uji untuk distribusi- t

r_s = koefisien korelasi *Spearman* hasil *Pearson on Ranks*

n = jumlah unit analisis (dalam penelitian ini $n = 5$)

$df = n - 2 = 3$

Uji signifikansi dilakukan dua arah ($\alpha = 0,05$, $df = 3$, t -kritis = $\pm 3,182$), sehingga H_0 ditolak apabila $|t| > 3,182$. Pendekatan distribusi- t untuk uji signifikansi koefisien *Spearman* telah terbukti memberikan aproksimasi yang memadai pada populasi kecil dengan $df \geq 3$ (Gibbons & Chakraborti, 2010). Interpretasi kekuatan koefisien korelasi *Spearman* dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi Evans (1996) yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi Kekuatan Koefisien Korelasi Spearman

Koefisien Korelasi	Interpretasi
0 – 0,19	Sangat Lemah

0,20 – 0,39	Lemah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber: Evans (1996)

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Sebaran Spasial Fasilitas Pariwisata Terdampak

Berdasarkan hasil *plotting* GPS di lapangan, lima fasilitas wisata yang terdampak banjir bandang berhasil dipetakan posisinya secara spasial di dalam Kawasan Taman Wisata Alam (TWA) Guci. Seluruh koordinat GPS dimasukkan ke ArcGIS 10.8 sebagai *layer* titik vektor dan divisualisasikan terhadap aliran Sungai Gung sebagai referensi spasial utama, sehingga pola kedekatan fasilitas terhadap koridor sungai dapat diidentifikasi secara presisi. Sebaran spasial kelima fasilitas terdampak disajikan pada Gambar 4.

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa kelima fasilitas terdampak secara keruangan terkonsentrasi di koridor Sungai Gung dalam kawasan tersebut. Pancuran 5, Pancuran 13, dan Kolam Renang Barokah berada pada posisi paling dekat dengan aliran sungai, diikuti oleh Graha Tirta Ayu dan Hot Waterboom Guciku yang posisinya relatif lebih jauh. Konsentrasi spasial fasilitas di sepanjang koridor sungai merupakan konsekuensi dari karakteristik sumber daya geotermal yang menjadi daya tarik utama kawasan, karena kemunculan mata air panas di wilayah pegunungan umumnya berkembang mengikuti koridor aliran sungai, topografi, dan struktur geologi yang mengontrol keluarnya fluida panas bumi ke permukaan (Khadka & Malviya, 2024; Tamburello et al., 2022).

Analisis Buffer Sungai Gung

Analisis *buffer* multiring terhadap garis tengah Sungai Gung menghasilkan lima zona jarak di dalam kawasan TWA Guci sebagaimana disajikan pada Gambar 5. Hasil analisis *Spatial Join* menunjukkan bahwa fasilitas wisata terdampak terkonsentrasi pada dua zona *buffer* terdekat dari Sungai Gung (Zona I dan II), sebagaimana disajikan pada Tabel 6. Kondisi ini mengindikasikan bahwa seluruh fasilitas terdampak berada dalam radius zona yang rentan terhadap aliran langsung banjir bandang. Konsentrasi seluruh fasilitas terdampak di dua zona terdekat mengindikasikan tingginya paparan terhadap arus dan material banjir bandang, sejalan dengan temuan Aziza et al. (2021) bahwa semakin dekat jarak suatu wilayah dengan sungai, semakin tinggi potensi wilayah tersebut terdampak bencana.

Pola distribusi spasial tersebut merupakan konsekuensi dari ketergantungan pengembangan infrastruktur wisata pada mata air panas geotermal yang secara alami terpusat di sepanjang aliran sungai. Kondisi ini mencerminkan kecenderungan yang dikemukakan Kelman (2025) bahwa kawasan wisata alam kerap berkembang di lingkungan berkarakter geomorfologis ekstrem yang memiliki kerentanan bawaan terhadap bencana hidrometeorologi. Pertumbuhan kunjungan lebih dari sepuluh kali lipat antara 2020 dan 2024 (Gambar 1), tanpa regulasi sempadan sungai yang memadai, secara bertahap memperkuat kondisi keterpaparan ini, sehingga integrasi penilaian risiko bencana ke dalam perencanaan kawasan wisata menjadi kebutuhan yang relevan untuk dipertimbangkan (Becken & Hughey, 2013).

Analisis Kemiringan Lereng

Pengolahan DEMNAS menggunakan *tool slope* pada ArcGIS 10.8 dengan *output measurement percent rise* menghasilkan peta kemiringan lereng kawasan TWA Guci dalam lima kelas klasifikasi Aprilana & Wiguno (2021), sebagaimana disajikan pada Gambar 6. Nilai kemiringan lereng aktual pada setiap titik fasilitas terdampak ditampilkan pada Tabel 6. Nilai kemiringan yang relatif tinggi pada beberapa titik fasilitas, seperti Pancuran 5 dan Graha Tirta Ayu, diperkirakan lebih mencerminkan gradien dinding *gorge* daripada kemiringan teras fasilitas yang sebenarnya. Kondisi ini terjadi karena resolusi DEMNAS 8 meter berpotensi mencakup area transisi antara teras yang relatif datar dan dinding lembah yang lebih curam dalam satu piksel, khususnya pada koridor sungai yang sempit. Keterbatasan ini perlu diperhatikan dalam interpretasi nilai *slope* pada setiap titik fasilitas dan dicatat sebagai limitasi teknis penelitian.

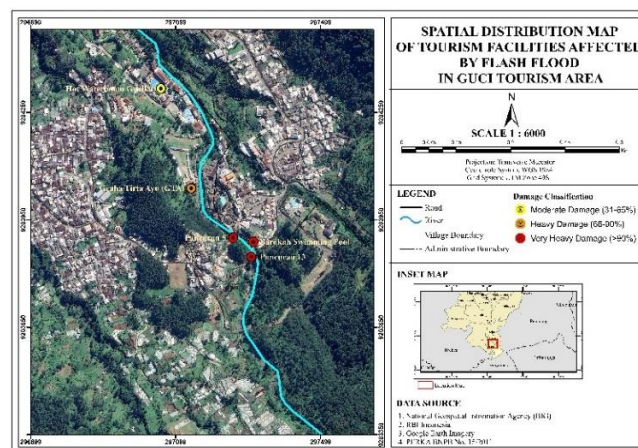
Keterbatasan resolusi tersebut turut berkontribusi terhadap lemahnya asosiasi statistik antara kemiringan lereng dan tingkat kerusakan ($r_s = +0,112$, $p = 0,858$). Variasi nilai *slope*

antartitik fasilitas yang tersaji pada Tabel 6 tidak merepresentasikan perbedaan paparan hidraulik yang berarti, karena seluruh fasilitas menghadapi aliran dari saluran yang sama dengan gradien longitudinal yang relatif homogen. Dengan demikian, jarak terhadap saluran utama lebih berperan dalam menentukan tingkat kerentanan dibandingkan dengan kemiringan lereng lokal (Kocsis et al., 2022).

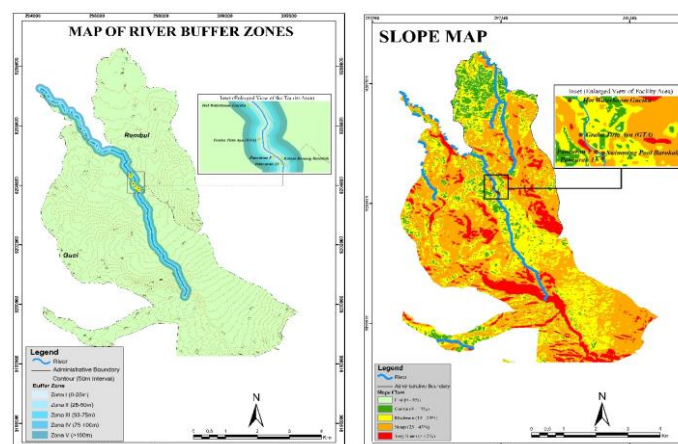
Analisis Elevasi

Nilai elevasi setiap titik fasilitas wisata terdampak diekstrak dari data DEMNAS menggunakan metode *Extract Values to Points* pada ArcGIS 10.8, dengan hasil disajikan pada Tabel 6. Variasi elevasi antarfasilitas dalam kawasan terdampak mencapai 62 meter, dengan Pancuran 13 tercatat sebagai titik tertinggi dan Hot Waterboom Guciku sebagai titik terendah. Variasi ini relevan secara spasial karena elevasi merupakan parameter fisik yang memengaruhi arah aliran dan sebaran genangan pada kawasan sungai berlereng curam (Syafitri et al., 2024).

Analisis korelasi menunjukkan hubungan positif yang kuat antara elevasi dan tingkat kerusakan ($rs = +0,894$, $p = 0,041$), di mana fasilitas pada elevasi yang lebih tinggi justru mengalami kerusakan yang lebih parah. Pola ini dapat dijelaskan melalui karakteristik morfologi lembah Sungai Gung, di mana penyempitan penampang *gorge* ke arah hulu menyebabkan lebar lantai aktif lembah semakin berkurang, sehingga fasilitas pada elevasi lebih tinggi cenderung berada lebih dekat dengan aliran sungai aktif dan terpapar terhadap konsentrasi aliran yang lebih besar. Kondisi ini sesuai dengan temuan Turconi et al. (2022) bahwa morfologi lembah pegunungan berlereng curam memengaruhi konsentrasi aliran dan kerentanan terhadap banjir bandang. Kasus Kolam Renang Barokah memperkuat peran jarak dari sungai sebagai faktor dominan: meskipun elevasinya hampir setara dengan Pancuran 13 (1.213 vs. 1.215 mdpl), kedekatan fasilitas ini dengan aliran sungai (18,3 m) tetap menghasilkan kerusakan total, sehingga mengonfirmasi bahwa jarak dari sungai lebih menentukan tingkat kerusakan dibandingkan elevasi semata.



Gambar 4. Peta Sebaran Fasilitas Pariwisata Terdampak Banjir Bandang



Gambar 5. Peta Zona *Buffer* Sungai & Peta Kemiringan Lereng

Tabel 6. Karakteristik Spasial Fasilitas Wisata Terdampak

No	Zona Buffer Sungai			Kemiringan Lereng			Deskripsi	Elevasi (mdpl)
	Nama Fasilitas	Jarak dari Sungai Gung	Zona Buffer	Skor Zona	Nilai Slope (%)	Kelas Lereng		
1	Pancuran 13	10,6	Zona I	5	18,29	3	Agak Curam	1.215
2	Pancuran 5	9,3	Zona I	5	46,36	5	Sangat Curam	1.209
3	Graha Tirta Ayu (GTA)	26,5	Zona II	4	30,65	4	Curam	1.188
4	Hot Waterboom Guciku	45,1	Zona II	4	19,27	3	Agak Curam	1.153
5	Kolam Renang Barokah	18,3	Zona I	5	26,48	4	Curam	1.213

Sumber: Survei lapangan dan analisis spasial peneliti, 2026

Tingkat Kerusakan Fasilitas Terdampak

Berdasarkan hasil wawancara terstruktur dengan Koordinator Lapangan UPTD Objek Wisata Guci yang divalidasi silang dengan dokumentasi foto lapangan, tingkat kerusakan setiap fasilitas wisata terdampak diklasifikasikan menggunakan instrumen skoring yang diadaptasi dari klasifikasi kerusakan fisik bangunan dalam Lampiran PERKA BNPB Nomor 15 Tahun 2011 tentang Pedoman Pengkajian Kebutuhan Pascabencana, Bab III Tahap Analisis Data (BNPB, 2011). Regulasi tersebut membagi kerusakan menjadi tiga kategori dasar berdasarkan persentase komponen bangunan yang rusak. Kondisi fisik kerusakan masing-masing fasilitas disajikan pada Gambar 7 dan rekapitulasi tingkat kerusakan fasilitas wisata terdampak banjir bandang disajikan pada Tabel 7.



Gambar 6. Kondisi kerusakan fasilitas wisata pascabanjir bandang: (a) Pancuran 13; (b)

Pancuran 5; (c) Graha Tirta Ayu; (d) Hot Waterboom Guciku; (e) Kolam Renang Barokah

Tabel 7. Rekapitulasi Tingkat Kerusakan Fasilitas Wisata Terdampak Banjir Bandang

Nama Fasilitas	Pengelola	Komponen yang Rusak	Persentase Kerusakan (%)	Kelas Kerusakan	Skor	Status Operasional Saat ini
Pancuran 13	BKSDA Jawa Tengah	Seluruh komponen mengalami kerusakan akibat terbawa arus banjir bandang dan tertimbun	100	Rusak Total	4	Tidak beroperasi
Pancuran 5	UPTD Objek Wisata Guci Kab. Tegal	Seluruh komponen mengalami kerusakan akibat terbawa arus banjir bandang dan tertimbun	100	Rusak Total	4	Tidak beroperasi
Graha Tirta Ayu (GTA)	Swasta	Area kolam tertimbun material dan lumpur; sebagian struktur bangunan	80	Rusak Berat	3	Tidak beroperasi (dalam proses rehabilitasi)
Hot Waterboom Guciku	Swasta	Area wahana air, kolam, bangunan dekat sungai, dan restoran tertimbun lumpur serta material kayu bawaan	35	Rusak Sedang	2	Sudah aktif kembali
Kolam Renang Barokah	Swasta	Kolam renang, pelataran beton, talud penahan, tangga akses, dan bangunan di sekitar sungai mengalami ambles, runtuh,	100	Rusak Total	4	Tidak beroperasi

Sumber: Wawancara dengan Koordinator Lapangan UPTD Objek Wisata Guci; klasifikasi mengacu pada BNPB (2011) dan Rafshanjani Amin (2018).

Matriks Atribut Spasial Terpadu dan Analisis Korelasi Spearman

Integrasi seluruh *layer* hasil analisis melalui *Spatial Join* di ArcGIS 10.8 menghasilkan matriks atribut spasial terpadu yang memuat informasi posisi fasilitas, kelas lereng, jarak dari sungai, serta skor kerusakan pada masing-masing unit analisis. Matriks ini menjadi dasar perhitungan korelasi *Spearman* pada tahap analisis berikutnya sebagaimana disajikan pada Tabel 8. Hasil analisis korelasi Spearman antara variabel spasial dan tingkat kerusakan fasilitas wisata disajikan pada Tabel 9, sementara integrasi spasial seluruh parameter dan tingkat kerusakan fasilitas yang terdampak disajikan pada Gambar 8.

Tabel 8. Matriks Variabel Analisis Korelasi Spearman

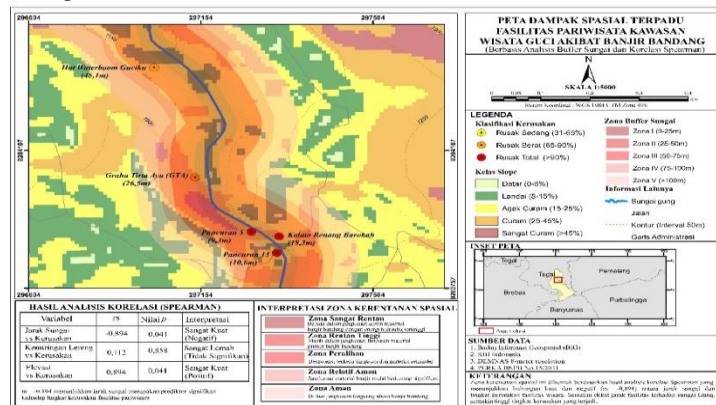
Nama Fasilitas	Skor Kerusakan	Jarak Sungai (m)	Zona Buffer	Nilai Slope (%)	Kelas Slope	Elevasi (mdpl)
Pancuran 13	4	10,6	I	18,29	Agak Curam	1.215

Nama Fasilitas	Skor Kerusakan	Jarak Sungai (m)	Zona Buffer	Nilai Slope (%)	Kelas Slope	Elevasi (mdpl)
Pancuran 5	4	9,3	I	46,36	Sangat Curam	1.209
Graha Tirta Ayu (GTA)	3	26,5	II	30,65	Curam	1.188
Hot Waterboom	2	45,1	II	19,27	Agak Curam	1.153
Kolam Renang	4	18,3	I	26,48	Curam	1.213

Tabel 9. Hasil Analisis Korelasi Spearman antara Variabel Spasial dan Tingkat Kerusakan Fasilitas Wisata

Pasangan Variabel	Koefisien r_s	t -statistik	df	Nilai p	Signifikan ($\alpha=0,05$)	Kekuatan Korelasi	Arah
Jarak aktual Sungai Gung (m) — Skor kerusakan	-0,894	-3,464	3	0,041	Ya	Sangat Kuat	Negatif
Kemiringan lereng aktual (%) — Skor kerusakan	+0,112	0,195	3	0,858	Tidak	Sangat Lemah	Positif
Elevasi aktual (mdpl) — Skor kerusakan	+0,894	+3,464	3	0,041	Ya	Sangat Kuat	Positif

Sumber: hasil analisis korelasi *Spearman* dengan koreksi tied ranks menggunakan metode Pearson on Ranks (Siegel & Castellan, 1988), 2026



Gambar 7. Peta Dampak Spasial Terpadu Fasilitas Pariwisata Terhadap Banjir Bandang

Dalam populasi sensus ini, jarak aktual dari Sungai Gung menunjukkan asosiasi negatif yang sangat kuat dan bermakna secara statistik dengan tingkat kerusakan ($r_s = -0,894$, $p = 0,041$), di mana fasilitas yang lebih dekat ke sungai cenderung mengalami tingkat kerusakan yang lebih tinggi. Temuan ini sejalan dengan kajian Elghouat et al. (2024) pada *flash flood* di kawasan wisata Gunung Rheraya, Maroko, di mana jarak terhadap aliran sungai secara konsisten menjadi parameter dengan kontribusi tinggi dalam berbagai model pemetaan kerentanan. Secara mekanis, Kocsis et al. (2022) menunjukkan bahwa kedekatan terhadap saluran aliran dan karakteristik morfometri lembah berperan penting dalam meningkatkan kerentanan terhadap *flash flood*, sehingga infrastruktur di zona tersebut menghadapi beban hidraulik dan gaya dampak yang jauh lebih besar. Pola ini terefleksi dalam data: Pancuran 5 (9,3 m) dan Pancuran 13 (10,6 m) mengalami kerusakan total (skor 4), sementara *Hot Waterboom* Guciku (45,1 m) hanya mengalami kerusakan sedang (skor 2).

Secara integratif, posisi spasial fasilitas dalam koridor Sungai Gung merupakan determinan utama eksposur terhadap risiko *flash flood*, dan tanpa regulasi sempadan sungai

berbasis data empiris, peningkatan tekanan pemanfaatan ruang wisata berpotensi menempatkan fasilitas baru pada zona kerentanan yang sama. Rosselló et al. (2020) menunjukkan bahwa dampak negatif banjir terhadap kunjungan wisatawan berlangsung jauh melampaui masa pemulihan kerusakan fisik. Dengan demikian, biaya jangka panjang dari keputusan penempatan fasilitas yang mengabaikan risiko banjir bandang dapat melampaui nilai kerugian fisik secara langsung, termasuk penurunan daya tarik destinasi, kepercayaan wisatawan, dan keberlanjutan ekonomi kawasan.

Temuan ini mengindikasikan bahwa mitigasi di kawasan wisata lereng gunung tidak cukup berfokus pada respons pascabencana, tetapi perlu diintegrasikan ke dalam perencanaan tata ruang dan pengelolaan destinasi. Informasi spasial mengenai tingkat kerentanan fasilitas dapat dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan regulasi sempadan sungai, penentuan lokasi pembangunan fasilitas baru, prioritas relokasi atau penguatan infrastruktur yang telah ada, serta pengembangan sistem peringatan dini dan jalur evakuasi yang disesuaikan dengan karakteristik kawasan. Widyaningrum et al. (2024) menunjukkan bahwa implementasi pengelolaan risiko bencana pada destinasi wisata lereng gunung sangat dipengaruhi oleh karakteristik wilayah dan jenis ancaman bencana pada setiap destinasi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini memberikan bukti empiris yang dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis risiko dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan wisata agar lebih tangguh terhadap kejadian banjir bandang.

Keterbatasan utama penelitian ini terletak pada cakupan unit analisis, yaitu lima fasilitas terdampak sebagai populasi sensus, sehingga tidak memberikan ruang bagi generalisasi statistik inferensial. Oleh karena itu, nilai $r < s$ ditafsirkan sebagai ukuran deskriptif kekuatan asosiasi pada populasi spesifik tersebut. Hasil analisis korelasi menggunakan IBM SPSS Statistics 26 juga telah diverifikasi melalui perhitungan manual dan menghasilkan nilai yang identik, sehingga meningkatkan keandalan hasil analisis.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa fasilitas pariwisata yang terdampak banjir bandang di Kawasan Wisata Guci terkonsentrasi pada koridor Sungai Gung dengan tingkat kerusakan yang meningkat seiring kedekatannya terhadap aliran sungai. Hasil analisis menunjukkan bahwa jarak terhadap Sungai Gung merupakan faktor spasial yang memiliki hubungan paling kuat dengan tingkat kerusakan, sedangkan kemiringan lereng tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Kontribusi penelitian ini adalah memberikan bukti empiris berbasis SIG mengenai pengaruh posisi spasial terhadap kerusakan fasilitas pariwisata akibat banjir bandang serta menjadi dasar rekomendasi penetapan sempadan minimum 50 meter dari tepi Sungai Gung sebagai zona larangan pembangunan fasilitas wisata permanen untuk mengurangi risiko bencana di masa mendatang.

REFERENSI

- Amadu, F. O., Nhamo, L., Benzougagh, B., & Turyasingura, B. (2025). Application of geographic information system in ecotourism: a global bibliometric analysis. *Cogent Social Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2460711>
- Amatebelle, C. E., Owolabi, S. T., Ogundeji, A. A., & Okolie, C. C. (2025). A systematic analysis of remote sensing and geographic information system applications for flood disaster risk management. *Journal of Spatial Science*, 70(3), 441–467. <https://doi.org/10.1080/14498596.2025.2476973>
- Aprilana, & Wiguno, H. (2021). Analisis Spasial Sebaran Tingkat Rawan. *Seminar Nasional Dan Diseminasi Penelitian, 2021*(1), 372–377.
- Aziza, S. N., Somantri, L., & Setiawan, I. (2021). Analisis Pemetaan Tingkat Rawan Banjir di Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2). <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPG/article/view/35173>
- Becken, S., & Hughey, K. F. D. (2013). Linking tourism into emergency management structures to enhance disaster risk reduction. *Tourism Management*, 36, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2012.11.006>
- BNPB. (2011). Peraturan kepala badan nasional penanggulangan bencana no. 15 tahun 2011 tentang pedoman pengkajian kebutuhan pasca bencana [Regulation of the Head of the national disaster management agency in relation to guideline for assessing post-disaster needs]. In *Peraturan kepala badan nasional penanggulangan bencana (BNPB)*.

- <https://peraturan.bpk.go.id/Details/219375/perka-bnppb-no-15-tahun-2011>
- Conover, W. J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics*. Wiley.
https://books.google.co.id/books?id=n_39DwAAQBAJ
- Djunaedi Junyar, R. R., Lili Somantri, & Iwan Setiawan. (2020). Penggunaan Metode Multiple Ring Buffer Untuk Pemodelan Spasial Area Terdampak Ledakan Jaringan Pipa Minyak Dan Gas Di Kecamatan Kedokanbunder Kabupaten Indramayu. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(2), 68–75. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i2.5119>
- Elghouat, A., Algouti, A., Algouti, A., Baid, S., Ezzahzi, S., Kabili, S., & Agli, S. (2024). Integrated approaches for flash flood susceptibility mapping: spatial modeling and comparative analysis of statistical and machine learning models. A case study of the Rheraya watershed, Morocco. *Journal of Water and Climate Change*, 15(8), 3624–3646. <https://doi.org/10.2166/wcc.2024.726>
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences*. Brooks/Cole Publishing Company. <https://books.google.co.id/books?id=8Ca2AAAAIAAJ>
- Fountain, J., & Cradock-Henry, N. (2020). Recovery, risk and resilience: Post-disaster tourism experiences in Kaikōura, New Zealand. *Tourism Management Perspectives*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100695>
- Gibbons, J. D., & Chakraborti, S. (2010). Nonparametric statistical inference. In *Nonparametric Statistical Inference* (5th Editio). https://doi.org/10.5005/jp/books/10313_14
- Himayah, S., Somantri, L., Maryani, E., Ihsan, H. M., Aliyan, S. A., & Astari, A. J. (2023). Analisis Spasial Sebaran Lokasi Wisata di Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 11(3), 299–307. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v11i3.71876>
- Kelman, Il. (2025). Tourism geographies and disaster risk: a state-of-the art review and agenda. *Tourism Geographies*, 27(3–4), 810–818. <https://doi.org/10.1080/14616688.2024.2423156>
- Khadka, B. B., & Malviya, A. K. (2024). Sustainability of the Hot Springs Tourism in Nepal. *International Conference on Intelligent and Innovative Practices in Engineering and Management 2024, IIPEM 2024*. <https://doi.org/10.1109/IIPEM62726.2024.10925762>
- Kocsis, I., Bilaşco, Ştefan, Irimuş, I. A., Dohotar, V., Rusu, R., & Roşca, S. (2022). Flash Flood Vulnerability Mapping Based on FFPI Using GIS Spatial Analysis Case Study: Valea Rea Catchment Area, Romania. *Sensors*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/s22093573>
- Kundzewicz, Z. W., Kanae, S., Seneviratne, S. I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., Mechler, R., Bouwer, L. M., Arnell, N., Mach, K., Muir-Wood, R., Brakenridge, G. R., Kron, W., Benito, G., Honda, Y., Takahashi, K., & Sherstyukov, B. (2014). Le risque d'inondation et les perspectives de changement climatique mondial et régional. *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), 1–28. <https://doi.org/10.1080/02626667.2013.857411>
- Kurniadi, A., Weller, E., Salmond, J., & Aldrian, E. (2024). Future projections of extreme rainfall events in Indonesia. *International Journal of Climatology*, 44(1), 160–182. <https://doi.org/10.1002/joc.8321>
- Merz, B., Blöschl, G., Vorogushyn, S., Dottori, F., Aerts, J. C. J. H., Bates, P., Bertola, M., Kemter, M., Kreibich, H., Lall, U., & Macdonald, E. (2021). Causes, impacts and patterns of disastrous river floods. *Nature Reviews Earth and Environment*, 2(9), 592–609. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00195-3>
- Rafshanjani Amin, M. A. (2018). Kerusakan Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal (Studi Kasus: Gempa Aceh 2 juli 2013). *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 4(1). <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v4i1.588>
- Rinaldo, A., & Armi, I. (2022). Analisis Kawasan Potensi Rawan Longsor Kabupaten Solok Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Geomatika Dan Ilmu Alam*, 1(2), 54–59.
- Rosselló, J., Becken, S., & Santana-Gallego, M. (2020). The effects of natural disasters on international tourism: A global analysis. *Tourism Management*, 79. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104080>
- Rosyida, A., Aziz, M., Firmansyah, Y., Setiawan, T., Pangesti, K. P., I., F. K., & Assaud, B. (2025). *Data bencana Indonesia 2024*. [https://bnppb.go.id/storage/app/media/Buletin Info Bencana/Buku Data Bencana 2024/20250613_Buku Data 2024.pdf](https://bnppb.go.id/storage/app/media/Buletin%20Info%20Bencana/Buku%20Data%20Bencana%202024/20250613_Buku%20Data%202024.pdf)
- Saputri, R. E. (2026, February 13). Buletin Informasi Iklim Februari 2026. *BMKG*. <https://www.bmkg.go.id/iklim/buletin-iklim/buletin-informasi-iklim-februari-2026>
- Septiani, A. R., Azzahra, Y. S., Wijaya, A. R., Manik, Y. K., Saputro, D. K., Pratama, A. R., & Rahmafitria, F. (2024). Pemetaan Zona Rawan Bencana Kekeringan Untuk Pengembangan Wisata Di Desa Wisata Nglanggeran. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 12(3), 369–

378. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v12i3.73625>
- Siegel, S., & Castellan, N. J. (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill. <https://books.google.co.id/books?id=bq3uAAAAMAAJ>
- Syafitri, D. R., Arysandi, S. A., Purboyo, A. A., Fitri, A., Febriani, Y., Tjahyanityasa, W. F., Sari, N. P., Mar'ath, S. K., Safinatunnajah, Satyaningrum, A. C., Rahardjo, N., Sudrajat, S., Mardiatno, D., & Rachmawati, R. (2024). Flood Assessment through Integrated-Mixed-Method in the Western Downstream Area of Citanduy River Basin, Pangandaran Regency. *Jurnal Geografi Gea*, 24(1), 25–45. <https://ejournal.upi.edu/index.php/gea/article/view/60691>
- Tamburello, G., Chiodini, G., Ciotoli, G., Procesi, M., Rouwet, D., Sandri, L., Carbonara, N., & Masciantonio, C. (2022). Global thermal spring distribution and relationship to endogenous and exogenous factors. *Nature Communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34115-w>
- Tehrany, M. S., Pradhan, B., & Jebur, M. N. (2015). Flood susceptibility analysis and its verification using a novel ensemble support vector machine and frequency ratio method. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29(4), 1149–1165. <https://doi.org/10.1007/s00477-015-1021-9>
- Turconi, L., Tropeano, D., Savio, G., Bono, B., De, S. K., Frasca, M., & Luino, F. (2022). Torrential Hazard Prevention in Alpine Small Basin through Historical, Empirical and Geomorphological Cross Analysis in NW Italy. *Land*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/land11050699>
- Widyaningrum, W., Aliyah, I., & Istanabi, T. (2024). Keragaman Tipe Mitigasi Bencana pada Destinasi Wisata di Kecamatan Ngargoyoso. *Desa-Kota*, 6(1), 69. <https://doi.org/10.20961/desa-kota.v6i1.77445.69-83>
- Wijaya, O. (2024). Disaster preparedness for tourist village organizers in disaster prone area of Merapi Yogyakarta. *Periodicals of Occupational Safety and Health*, 2(2), 130–137. <https://doi.org/10.12928/posh.v2i2.9569>
- Zhang, Y. Q., Wang, Y. L., Li, H., & Li, X. M. (2023). Risk assessment of mountain tourism on the Western Sichuan Plateau, China. *Journal of Mountain Science*, 20(11), 3360–3375. <https://doi.org/10.1007/s11629-022-7884-6>