

**[Research Article]**

Kajian Spasial-Temporal Tingkat Bahaya Banjir Berdasarkan Integrasi Data Historis Kebencanaan di Provinsi Jawa Barat

Fahrie Mohammad Ardhana¹, Kanza Yasaro Rizqi¹, Silmi Afina Aliyan^{2,*}, Edwin Zulkarnain³

¹Program Studi Survei Pemetaan dan Informasi Geografis, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung 40154, Indonesia

²Program Studi Sains Informasi Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung 40154, Indonesia

³Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Jawa Barat, Bandung 40286, Indonesia,

*Correspondence: aliyan.silmi@upi.edu

Informasi Artikel:	Abstrak
Diterima: 30 Mei 2026 Disetujui: 8 Agustus 2026 Dipublikasi: 1 September 2026 Kata kunci: spasial-temporal; bahaya banjir; SIG; Jawa Barat; sample raster values; kesenjangan spasial.	Bencana banjir hidrometeorologi di Provinsi Jawa Barat menunjukkan fluktuasi spasial-temporal yang dinamis. Pemodelan bahaya makrostatik yang umum digunakan saat ini sering kali menimbulkan kesenjangan spasial dengan kondisi aktual di lapangan. Penelitian ini mengkaji tingkat bahaya banjir di Provinsi Jawa Barat selama periode 2021–2025 melalui integrasi data historis kejadian banjir dengan peta raster indeks bahaya banjir secara regional. Data yang digunakan berupa titik kejadian banjir tahunan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Barat dan raster bahaya banjir yang dianalisis menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan teknik Sampled Raster Values. Seluruh data distandardisasi terlebih dahulu melalui penyamaan sistem koordinat, tipe geometri, dan struktur atribut agar seluruh layer dapat dianalisis secara bersamaan. Analisis spasial kemudian dilakukan untuk menguji kesesuaian antara lokasi kejadian banjir aktual dan kelas bahaya banjir yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian banjir selama lima tahun pengamatan lebih dominan terjadi pada zona bahaya rendah dengan persentase 34%–42%, sedangkan zona bahaya tinggi memiliki persentase yang relatif kecil, yaitu kurang dari 15%. Ditemukan pula data bernilai Null yang menunjukkan adanya spatial mismatch antara titik kejadian banjir aktual dan sel raster dalam model bahaya banjir pada setiap tahun. Hasil riset ini merekomendasikan urgensi rekonstruksi dinamis dan pemutakhiran resolusi spasial model bahaya oleh instansi berwenang demi menjaga integritas basis data penanggulangan bencana di masa depan.

Article Info:	Abstract
Received: 30 May 2026 Accepted: 8 August 2026 Published: 1 September 2026	Hydrometeorological flood disasters in West Java Province demonstrate dynamic spatiotemporal fluctuations. However, the macro-static hazard modeling currently in common use frequently triggers spatial mismatch with actual field conditions. This study examines the flood hazard levels in West Java Province during the 2021–2025 period by integrating historical flood event data with regional flood hazard index raster maps. The dataset consists of annual flood event points from the Regional Disaster Management Agency (BPBD) of West Java Province and flood hazard rasters, which were analyzed using Geographic Information System (GIS) software via the Sampled Raster Values technique. All data were first standardized by unifying coordinate systems, geometry types, and attribute structures to enable simultaneous layer analysis. Spatial analysis was subsequently

Keywords:

spatio-temporal;
flood hazard;
GIS;
West Java;
sample raster values;
spatial mismatch.

conducted to assess the alignment between actual flood occurrence locations and designated flood hazard classes. The results indicate that flood events over the five-year observation period occurred predominantly in low-hazard zones (34%–42%), whereas high-hazard zones accounted for a relatively small proportion (less than 15%). Furthermore, Null values were identified, signaling spatial mismatch between actual flood points and raster cells within the hazard model across all years. Consequently, this study underscores the urgent need for dynamic reconstruction and spatial resolution updates of hazard models by relevant authorities to maintain the integrity of disaster management databases in the future.

PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Barat secara geografis dan topografis merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana hidrometeorologi, khususnya bencana banjir. Curah hujan dengan intensitas tinggi yang berpadu dengan alih fungsi lahan masif di kawasan hulu maupun hilir menjadi pemicu utama meluapnya debit air sungai ke kawasan permukiman penduduk (Zhafira & Purwadi, 2026). Karakteristik wilayah Jawa Barat yang bervariasi mulai dari dataran rendah di pesisir utara hingga kawasan perbukitan dan pegunungan di bagian tengah dan selatan menciptakan pola sebaran spasial bencana banjir yang unik dan dinamis setiap tahunnya. Peluang bencana genangan tersebut terbukti melonjak drastis saat intensitas hujan lebat melanda kawasan pesisir utara di bagian hilir dan kawasan kota Bandung di bagian hulu (Yudistira & Hutaeruk, 2021; Subiantoro, 2025). Berdasarkan data operasional kedaruratan, fluktuasi kejadian banjir di tingkat provinsi memerlukan kajian evaluatif yang mendalam guna memahami tren temporal serta konsistensi spasial genangan terhadap zonasi bahaya yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Ketersediaan peta acuan yang akurat dan mutakhir sangat krusial dalam manajemen risiko bencana nasional untuk meminimalkan dampak kerugian material maupun korban jiwa melalui visualisasi zonasi wilayah terdampak (Faqih dkk., 2026). Badan Nasional Penanggulangan Bencana telah menetapkan pedoman umum pengkajian risiko bencana yang mengamanatkan bahwa parameter bahaya (*hazard*) harus dianalisis secara spasial untuk mengukur potensi kedaruratan suatu wilayah (BNPB, 2012). Peta indeks bahaya banjir yang tersedia saat ini umumnya masih mengandalkan pemodelan hidrologi statis berbasis skenario kala ulang curah hujan tertentu, yang berpotensi memicu kesenjangan spasial terhadap dinamika genangan aktual di lapangan (Han dkk., 2026). Pengujian akurasi visual maupun statistik terhadap peta bahaya yang ada menggunakan titik kejadian historis riil menjadi langkah validasi yang tidak dapat diabaikan.

Penelitian terdahulu telah banyak memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh untuk pemetaan wilayah rawan bencana banjir. Kapabilitas teknologi SIG sangat andal dalam mengintegrasikan, menyimpan, serta menganalisis

data spasial maupun non-spasial secara terkomputerisasi guna mendukung upaya pengendalian banjir (Sihotang, 2021). Pemetaan tingkat bahaya banjir perkotaan dapat dilakukan dengan mengandalkan parameter fisik seperti kemiringan lereng dan penggunaan lahan secara spasial (Seftiani dkk., 2023). Pendekatan analisis spasial menggunakan metode tumpang susun (*overlay*) berbasis multi-parameter fisik lingkungan seperti topografi, jenis tanah, elevasi, dan kerapatan sungai juga dinilai efektif untuk mengidentifikasi tingkat kerawanan genangan di tingkat wilayah (Tullah dkk., 2025). Integrasi data penginderaan jauh multi-sensor secara berkala dari tahun ke tahun terbukti optimal untuk memantau dinamika banjir tahunan di wilayah perbatasan provinsi (Zamani dkk., 2023). Pemrosesan data atribut kebencanaan secara tahunan (*temporal tracking*) berbasis SIG terbukti lebih efektif dalam menyajikan tren distribusi spasial yang fluktuatif dibandingkan dengan penggabungan data lintas tahun secara langsung (Subhan dkk., 2025). Sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada pembuatan model kerawanan baru dan masih minim melakukan evaluasi komparatif tahunan untuk menguji tingkat konsistensi peta indeks bahaya makro milik instansi resmi penanggulangan bencana di tingkat provinsi. Pengujian konsistensi ini krusial karena peta bahaya makro berbasis variabel statis sering menimbulkan *spatial mismatch*. Kegagalan model makro dalam merepresentasikan titik kejadian aktual tahunan dapat memicu kesalahan fatal dalam alokasi logistik dan penentuan prioritas zona mitigasi bencana di tingkat lokal (Siahaan, 2026).

Penelitian ini diarahkan untuk melakukan pengkajian mendalam mengenai tingkat bahaya banjir di Provinsi Jawa Barat guna mengisi celah riset tersebut melalui integrasi data historis kebencanaan secara berkala dari tahun 2021 hingga tahun 2025. Pendekatan yang digunakan adalah analisis spasial kuantitatif dengan memanfaatkan teknik Sampled Raster Values dalam perangkat lunak SIG untuk mengekstrak nilai piksel indeks bahaya pada setiap titik koordinat bencana aktual. Pendekatan ekstraksi nilai atribut ini terbukti efektif untuk validasi model spasial (Zain & Utami, 2020). Pemisahan proses data per tahun memungkinkan studi ini tidak hanya memetakan sebaran spasial titik genangan secara visual, tetapi juga menganalisis fluktuasi statistik

dan tren konsistensi akurasi peta bahaya regional selama periode lima tahun terakhir.

Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan gambaran visual dan spasial yang komprehensif mengenai sebaran titik kejadian banjir tahunan di Provinsi Jawa Barat, sekaligus menggunakannya sebagai instrumen analisis ilmiah untuk mengevaluasi kesesuaian model raster bahaya makro milik BPBD/BNPB dengan kondisi aktual di lapangan. Pengujian akurasi tersebut diarahkan untuk menyediakan basis data spasial yang valid guna mendukung pengambilan kebijakan penanggulangan bencana di tingkat lokal, baik pada siklus prabencana melalui penataan ruang, saat bencana untuk jalur evakuasi, maupun pascabencana demi rehabilitasi zonasi. Luaran penelitian ini diproyeksikan mampu menghasilkan produk peta statistik yang komunikatif sebagai media Komunikasi, Informasi, dan Edukasi guna meningkatkan kesiapsiagaan multidimensional bagi pemangku kebijakan, akademisi, dan masyarakat luas.

Secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengayaan metodologi SIG kebencanaan melalui pembuktian empiris keandalan teknik ekstraksi nilai raster secara multitemporal. Hasil kajian ini mengisi celah literatur mengenai dinamika akurasi spasial pada pemodelan bahaya makro, sekaligus menyediakan kerangka kerja baru dalam mengevaluasi konsistensi peta risiko otoritas publik di Indonesia.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial. Penelitian deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi

kejadian banjir berdasarkan kelas bahaya banjir di wilayah Provinsi Jawa Barat, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghitung jumlah dan persentase titik kejadian banjir pada masing-masing kelas bahaya. Analisis spasial dilakukan untuk melihat keterkaitan antara lokasi kejadian banjir aktual dengan raster bahaya banjir yang digunakan sebagai data pembandingan.

Melalui pendekatan ini, peneliti tidak hanya menampilkan sebaran titik kejadian banjir, tetapi juga menilai posisi kejadian tersebut terhadap tingkat bahaya pada lokasi yang sama. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kesesuaian spasial antara kejadian banjir dan raster bahaya banjir di Provinsi Jawa Barat.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada wilayah Provinsi Jawa Barat (Gambar 1) dengan menggunakan data kejadian banjir tahun 2021–2025. Wilayah kajian dibatasi pada kabupaten dan kota di Jawa Barat yang memiliki catatan kejadian banjir selama periode pengamatan. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada tingginya kejadian banjir di wilayah tersebut serta ketersediaan data spasial yang dibutuhkan untuk proses analisis overlay.

Analisis spasial dan pemrosesan data dalam penelitian ini di support penuh oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Barat melalui penyediaan basis data kejadian bencana aktual dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Waktu penelitian mengikuti proses pengumpulan, pengolahan, dan analisis data hingga dihasilkan informasi distribusi kejadian berdasarkan kelas bahaya.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Provinsi Jawa Barat

Sumber Data

Analisis spasial kebencanaan dalam penelitian ini mengintegrasikan berbagai jenis data geospasial, baik dalam format vektor maupun raster, untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai persebaran dan risiko banjir di Provinsi Jawa Barat.

1. Data Titik Kejadian Banjir Aktual

Data titik kejadian banjir aktual periode 2021 hingga 2025 diperoleh dari platform Web BARATA Jabar yang dikelola oleh BPBD Provinsi Jawa Barat. Data ini awalnya berbentuk tabular (format Microsoft Excel/xlsx) berisi rekapitulasi kejadian per kabupaten/kota, yang selanjutnya dikonversi menjadi format vektor (*point shapefile*) melalui proses validasi koordinat.

2. Data Raster Indeks Bahaya Banjir

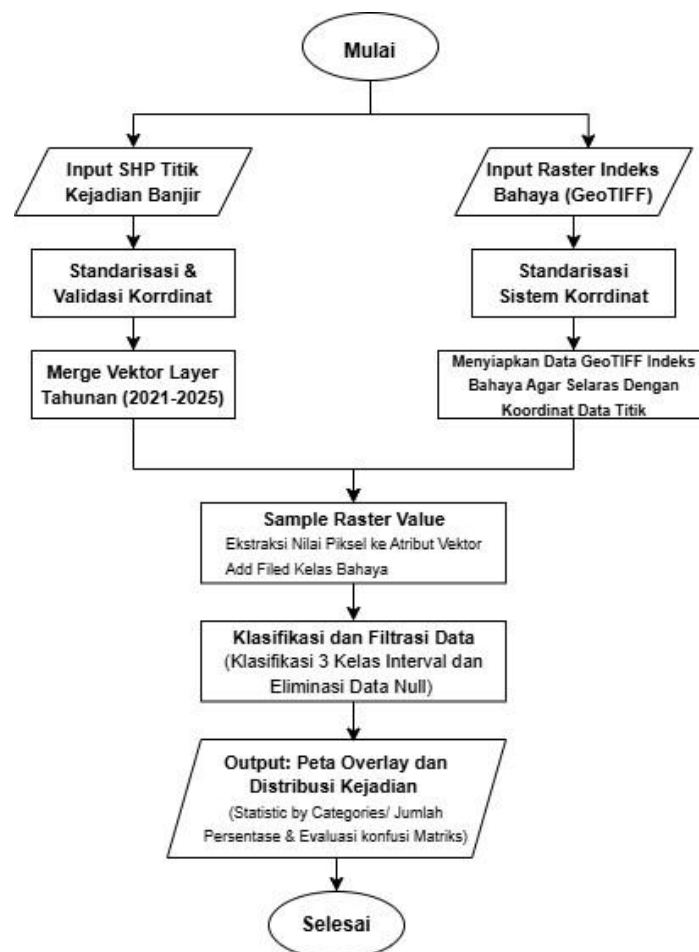
Data raster yang digunakan dalam pengujian kesesuaian merupakan data raster bahaya banjir makro tahun 2024. Data ini berformat GeoTIFF dan bersumber langsung dari instansi BPBD Provinsi Jawa Barat. Sumber data tersebut mengacu pada standar klasifikasi indeks (0–1) berdasarkan Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012.

3. Data Pendukung Lainnya

Selain data kejadian dan bahaya, penelitian ini juga memanfaatkan data vektor pendukung berformat *Shapefile* (.shp) yang bersumber dari Dinas Komunikasi dan Informatika (Diskominfo). Data pendukung ini meliputi batas administrasi wilayah, jaringan jalan, serta jaringan perairan (sungai).

Teknik Pengumpulan dan Standarisasi Data

Data yang digunakan dalam analisis overlay terdiri dari *shapefile* titik kejadian banjir dan raster bahaya banjir. Seluruh data kejadian banjir dikumpulkan berdasarkan kabupaten/kota serta tahun kejadian, lalu diperiksa kelengkapan atribut, kesesuaian koordinat, dan keseragaman format datanya. Standarisasi data kemudian dilakukan melalui penyamaan sistem koordinat, tipe geometri, serta struktur penamaan *field* agar seluruh *layer* dapat dianalisis secara bersamaan. Raster bahaya banjir disiapkan dalam sistem koordinat yang selaras dengan data titik kejadian untuk memastikan proses overlay berjalan presisi menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Tahapan pengolahan data spasial ini secara sistematis digambarkan melalui diagram alir penelitian pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Teknik Pengolahan dan Analisis Data Penggabungan Data Spasial Tahunan

Prosedur pengolahan data tidak menggabungkan keseluruhan dataset lintas tahun menjadi satu kesatuan tunggal guna menghindari bias akumulasi temporal. Proses penggabungan data spasial dilakukan secara parsial dan berkala berdasarkan subset waktu tahunan (Subhan dkk., 2025). Penggabungan peta sebaran titik banjir antarwilayah dilakukan menggunakan fungsi Merge Vector Layers pada ekstensi Vector General dalam lingkungan ArcGIS. Pemrosesan ini menghasilkan lima lapisan vektor titik independen yang mencakup data historis kejadian banjir secara tahunan periode 2021 hingga 2025.

Ekstraksi Nilai Piksel

Uji tingkat kesesuaian antara titik kejadian aktual di lapangan dan model prediksi makro dilakukan melalui teknik ekstraksi data spasial multitransformasi, yaitu mengekstrak nilai piksel raster ke dalam komponen atribut data vektor (Zamani dkk., 2023). Proses ini dijalankan sebanyak lima kali secara terpisah untuk masing-masing *layer* vektor tahunan menggunakan algoritma fungsi Sampled Raster Values pada perangkat lunak SIG. Nilai indeks piksel (rentang nilai kontinu 0 hingga 1) dari peta raster bahaya banjir diekstraksi secara otomatis melalui fungsi teknis tersebut, lalu disimpan ke dalam *field* baru pada tabel atribut masing-masing titik koordinat banjir tahunan (Zain & Utami, 2020).

Klasifikasi Indeks Bahaya Banjir dan Perlakuan Data Null

Proses ekstraksi nilai indeks kontinu pada koordinat historis bencana banjir dilakukan untuk setiap

tahun pengamatan berdasarkan klasifikasi ambang batas formal yang tersaji pada Tabel 1. Data *Null* (*NoData*) konsisten ditemui pada setiap tahun analisis dalam tahapan ini, yang merujuk pada nilai hasil ekstraksi yang kosong atau berada di luar ambang batas rentang formal indeks. Eksistensi data *Null* ini secara spasial mengonfirmasi bahwa posisi titik kejadian bencana aktual berada di luar jangkauan area *grid* raster bahayanya. Fenomena tersebut turut membuktikan adanya batas toleransi kesalahan teknis berupa ketidakselarasan spasial (*spatial mismatch*) kaku antara koordinat vektor lapangan dan sel piksel model raster bahaya regional.

Menghadapi kendala geometris tersebut, penelitian ini menerapkan prosedur eliminasi (proses filtrasi/*deletion*) dengan mengeluarkan data *Null* sepenuhnya dari sampel analisis tanpa mengasumsikan atau memasukkannya ke dalam kelas Rendah maupun Tinggi. Langkah eksklusi ini krusial untuk menghindari bias artifisial (*artificial bias*), sebab ketiadaan informasi nilai (*NoData*) secara teoretis tidak sama dengan potensi genangan minimum atau kondisi aman. Perhitungan akurasi matriks konfusi (*confusion matrix*) dan evaluasi validasi model kebencanaan tahunan dapat tetap menjaga objektivitas prediksinya secara valid tanpa terdistorsi oleh gangguan cacat geometris data melalui pengondisian data tersebut.

Nilai indeks kontinu yang berada di dalam tabel atribut dikelompokkan ke dalam tiga kelas interval tingkat bahaya banjir, mengacu pada standardisasi zonasi kebencanaan nasional yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2012). Pembagian kelas interval dan ambang batas (*threshold*) nilai indeks tersebut disajikan secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Interval Nilai Indeks Tingkat Bahaya Banjir Regional

Rentang Nilai Indeks Piksel	Kelas Tingkat Bahaya Banjir	Keterangan Atribut
0,000 – 0,333	Rendah	Potensi genangan minimum/aman
0,334 – 0,666	Sedang	Potensi genangan menengah/waspada
0,667 – 1,000	Tinggi	Potensi genangan maksimal/bahaya

Sumber: BNPB, 2012.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Spasial dan Kelas Bahaya Banjir Tahun 2021

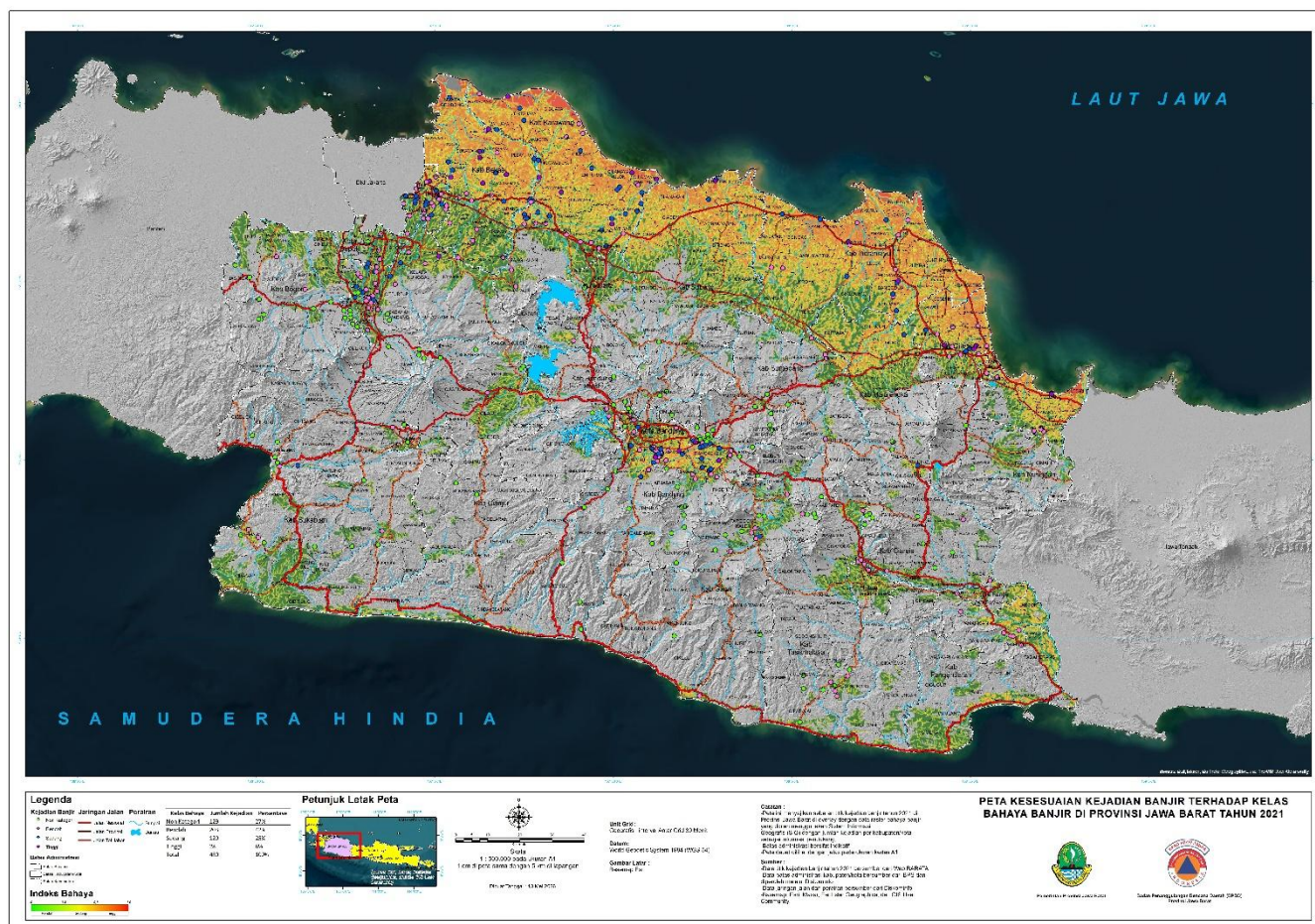
Berdasarkan hasil analisis spasial dan pengolahan data historis kebencanaan di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2021, tercatat total 480 kejadian banjir yang tersebar di berbagai wilayah kabupaten/kota (Gambar 3). Secara spasial, konsentrasi bencana banjir pada tahun 2021 didominasi oleh wilayah Jawa Barat bagian utara (Pantura) seperti Kabupaten Bekasi, Karawang, Subang, Indramayu, dan Cirebon, serta sebagian wilayah tengah seperti Bandung Raya. Wilayah-wilayah ini secara geomorfologis didominasi oleh dataran rendah dan

wilayah hilir daerah aliran sungai (DAS) besar yang rawan menerima luapan air kiriman dari kawasan hulu. Rekapitulasi jumlah kejadian dan persentase dari masing-masing kelas bahaya banjir pada tahun 2021 disajikan pada Tabel 2.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kelas bahaya rendah mendominasi total kejadian pada tahun 2021 dengan jumlah 203 kejadian (42%). Intensitas atau dampak tiap kejadian pada kelas ini relatif kecil, namun frekuensinya yang tinggi mengindikasikan bahwa genangan air atau banjir luapan berskala kecil sangat sering terjadi di area permukiman akibat sistem drainase lokal yang buruk. Kelas bahaya sedang mencakup 120

Tabel 2. Distribusi Frekuensi dan Persentase Kelas Bahaya Banjir Tahun 2021

Kelas Bahaya	Jumlah Kejadian	Persentase (%)
Non Kategori	129	27
Rendah	203	42
Sedang	120	25
Tinggi	28	6
Total	480	100

**Gambar 3.** Peta Kesesuaian Kejadian Banjir Terhadap Kelas Bahaya Banjir di Provinsi Jawa Barat Tahun 2021

kejadian (25%), yang umumnya berkorelasi dengan wilayah transisi atau area dengan curah hujan tinggi setempat yang menyebabkan banjir dengan durasi surut beberapa jam hingga satu hari. Kelas bahaya tinggi mencatat 28 kejadian (6%). Persentase kelas bahaya tinggi tergolong paling kecil, tetapi area ini mengindikasikan wilayah dengan frekuensi banjir berulang yang sangat padat serta dampak kerusakan material maupun sosial yang signifikan, seperti yang sering terjadi pada kawasan industri dan permukiman padat di delta sungai utara Jawa Barat.

Kejadian banjir sebanyak 129 kejadian (27%) teridentifikasi masuk ke dalam kategori Null (Non-Kategori). Tingginya angka Non-Kategori ini secara ilmiah menunjukkan fenomena ketidakselarasan spasial, yaitu kondisi ketika titik kejadian aktual berada di luar

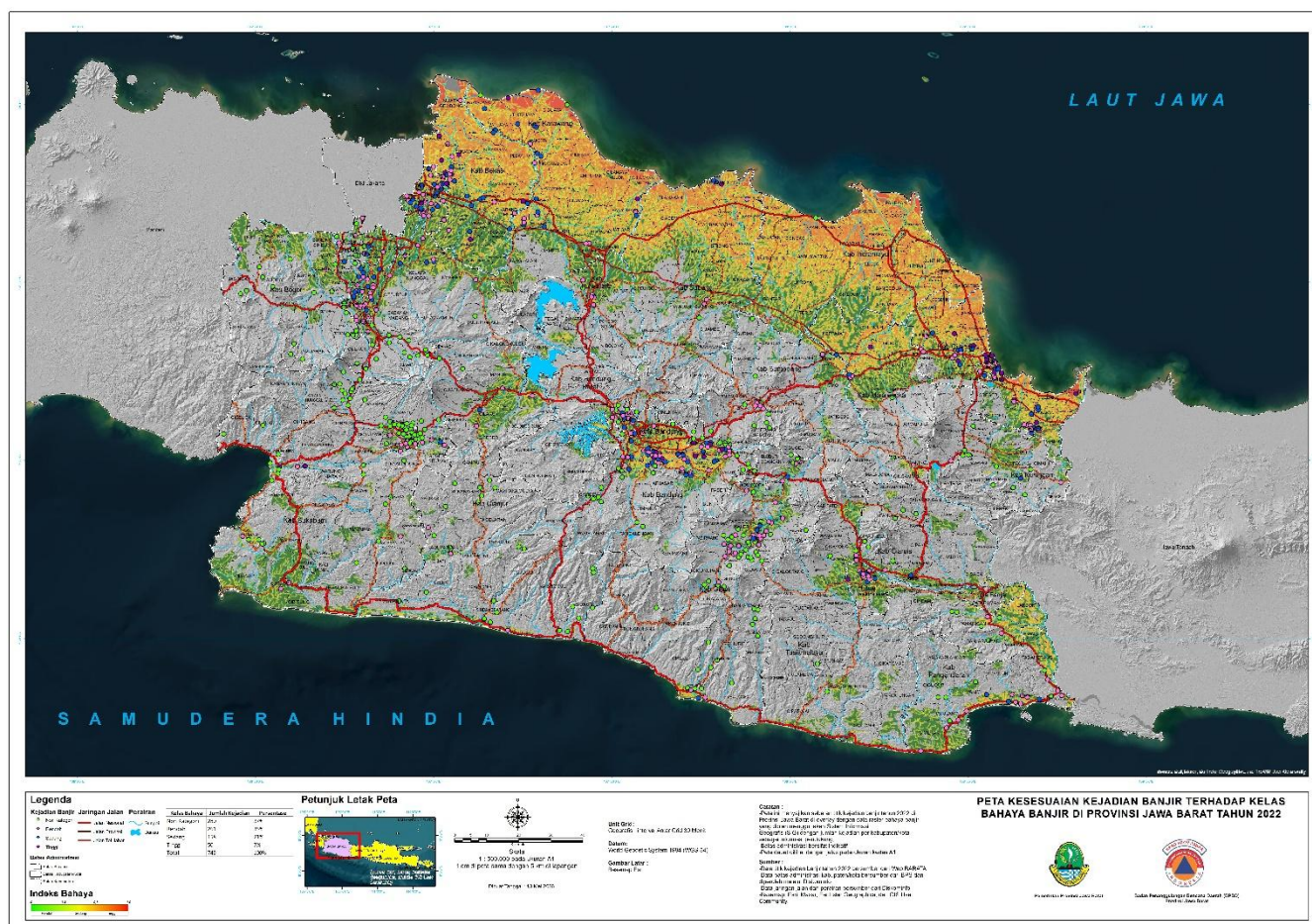
jangkauan pemetaan risiko makro formal. Fenomena ini dipicu oleh anomali cuaca ekstrem lokal yang tidak terakomodasi dalam model raster bahaya statis berbasis kala ulang curah hujan hulu (Subhan dkk., 2025). Pengecekan spasial mengonfirmasi bahwa genangan tersebut terjadi di area urban sekunder yang mengalami alih fungsi lahan masif, tetapi belum masuk ke dalam zonasi bahaya utama.

Distribusi Spasial dan Kelas Bahaya Banjir Tahun 2022

Provinsi Jawa Barat mengalami peningkatan fluktuasi kebencanaan yang sangat signifikan pada tahun 2022 dengan total 749 kejadian banjir, yang menunjukkan lonjakan sebesar 56% dibandingkan dengan tahun 2021 (Gambar 4). Sebaran banjir tahun

Tabel 3. Distribusi Frekuensi dan Persentase Kelas Bahaya Banjir Tahun 2022

Kelas Bahaya	Jumlah Kejadian	Persentase (%)
Non Kategori	280	37
Rendah	261	35
Sedang	158	21
Tinggi	50	7
Total	749	100

**Gambar 4.** Peta Kesesuaian Kejadian Banjir Terhadap Kelas Bahaya Banjir di Provinsi Jawa Barat Tahun 2022

2022 secara spasial mengalami ekspansi ke area yang lebih luas. Peningkatan kepadatan titik kejadian terlihat meluas ke area Jawa Barat bagian tengah dan barat, termasuk wilayah Bogor, Sukabumi, serta kawasan Bandung Raya, di samping klaster utama yang tetap mendominasi wilayah Pantura seperti Karawang, Bekasi, Subang, dan Indramayu. Rekapitulasi data tahun 2022 disajikan pada Tabel 3.

Karakteristik data banjir pada tahun 2022 menunjukkan pergeseran proporsi yang menarik. Kelas *Null* (Non-Kategori) menempati jumlah tertinggi, yaitu 280 kejadian (37%). Tingginya angka Non-Kategori ini merepresentasikan fenomena banjir kilat perkotaan (*urban flood*) yang dipicu oleh tingginya limpasan permukaan (*surface runoff*) akibat kendala sistem drainase perkotaan di luar zona bahaya utama, sehingga

luapannya tidak teridentifikasi pada pemetaan bahaya regional makrostatis.

Kelas bahaya Rendah mencatat 261 kejadian (35%) dan kelas bahaya Sedang mencatat 158 kejadian (21%) pada kategori terklasifikasi. Pola ini memperlihatkan bahwa mayoritas banjir didominasi oleh genangan air dengan tinggi dan durasi rendaman minor hingga moderat, namun frekuensinya semakin rapat di permukiman padat penduduk. Kelas bahaya Tinggi mengalami peningkatan signifikan menjadi 50 kejadian (7%). Titik bahaya Tinggi ini secara spasial berasosiasi kuat dengan kawasan hilir sungai-sungai kritis di Jawa Barat, seperti DAS Citarum dan DAS Cimanuk, yang mengalami luapan struktural berulang dan berdampak pada kelumpuhan akses transportasi regional serta kerugian infrastruktur yang masif.

Distribusi Spasial dan Kelas Bahaya Banjir Tahun 2023

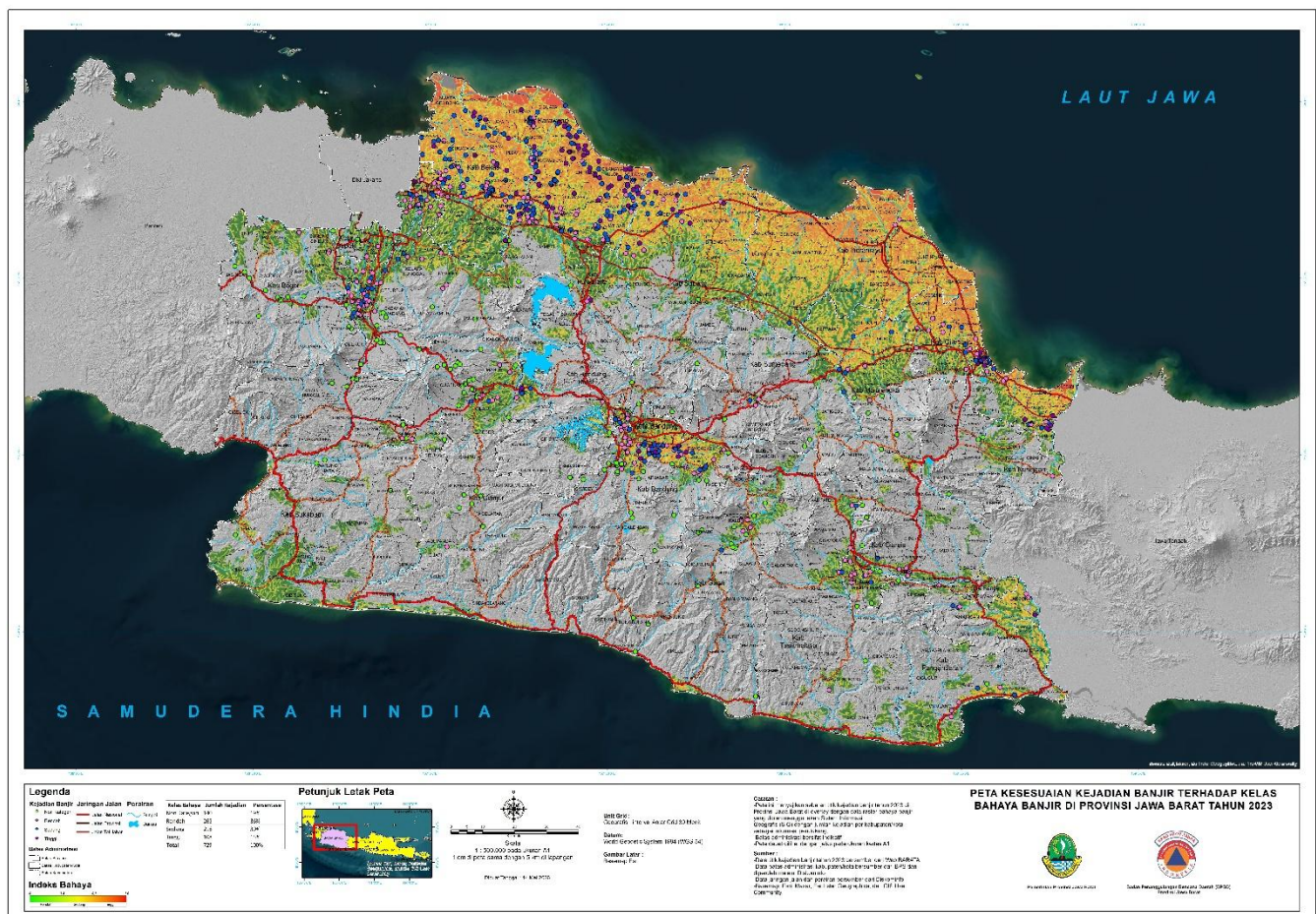
Total kejadian banjir di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2023 tercatat sebanyak 729 kejadian. Akumulasi angka ini menunjukkan sedikit penurunan jika dibandingkan dengan tahun 2022, namun sebaran wilayah terdampak justru mengalami pengelompokan yang jauh lebih padat pada zona-zona rawan tertentu (Gambar 5). Sebaran banjir tahun 2023 terpusat membentuk koridor kebencanaan yang sangat padat di wilayah barat daya dan tengah, hingga membentang ke koridor Pantura dengan konsentrasi tinggi di wilayah Bogor, Bekasi, Karawang, Subang, Indramayu, dan Cirebon. Pola spasial ini mengindikasikan adanya pengaruh fenomena iklim lokal yang memicu curah hujan berdurasi panjang (*prolonged*

rain) pada DAS utama yang bermuara di utara Jawa Barat. Rekapitulasi data tahun 2023 disajikan pada Tabel 4 di bawah.

Data pada Tabel 4 menunjukkan fenomena yang paling krusial pada tahun 2023, yaitu lonjakan dramatis pada kelas bahaya Tinggi yang mencapai 108 kejadian (15%). Peningkatan dua kali lipat ini membuktikan adanya intensifikasi kerentanan struktural pada kawasan hilir dan pesisir utara. Kelas bahaya Rendah mencatat 265 kejadian (36%) dan kelas bahaya Sedang meningkat tajam menjadi 216 kejadian (30%), yang menunjukkan perluasan zona genangan tingkat menengah melanda permukiman urban serta semiurban. Jumlah kelas Null (Non-Kategori) mengalami penurunan menjadi 140 kejadian (19%). Penurunan ini mengindikasikan bahwa

Tabel 4. Distribusi Frekuensi dan Persentase Kelas Bahaya Banjir Tahun 2023

Kelas Bahaya	Jumlah Kejadian	Persentase (%)
Non Kategori	140	19
Rendah	265	36
Sedang	216	30
Tinggi	108	15
Total	729	100



Gambar 5. Peta Kesesuaian Kejadian Banjir Terhadap Kelas Bahaya Banjir di Provinsi Jawa Barat Tahun 2023

kejadian banjir pada tahun ini lebih terkonsentrasi secara konsisten di dalam model batas bahaya formal yang telah dipetakan, sejalan dengan tercurahnya hujan regional secara masif di tubuh sungai utama.

Distribusi Spasial dan Kelas Bahaya Banjir Tahun 2024

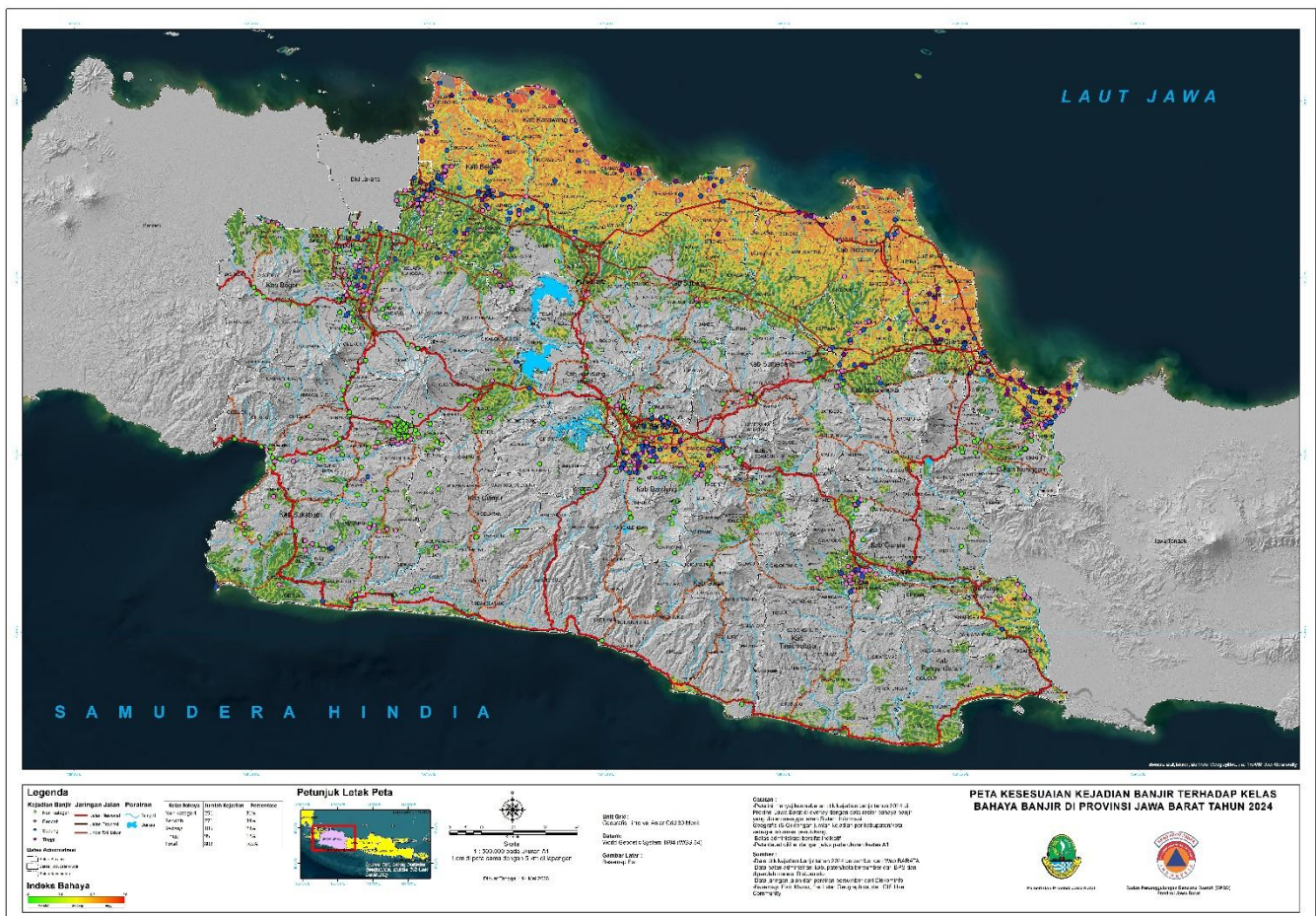
Grafik fluktuasi kejadian banjir di Provinsi Jawa Barat kembali merangkak naik pada tahun 2024 dengan total akumulasi sebanyak 802 kejadian (Gambar 6). Pola tersebut memperlihatkan dinamika transisi yang kuat antara wilayah perdesaan berbasis pertanian di utara dan kawasan megapolitan berbasis industri di koridor barat (Bekasi-Bogor-Depok) serta cekungan Bandung Raya. Peta distribusi spasial menunjukkan peningkatan risiko di

kawasan permukiman baru yang berkembang pesat di pinggiran kota. Rekapitulasi kelas bahaya banjir tahun 2024 disajikan pada Tabel 5.

Data pada Tabel 5 menunjukkan kelas bahaya Rendah tetap mendominasi dengan 271 kejadian (34%), diikuti oleh peningkatan kembali kelas *Null* (Non-Kategori) menjadi 251 kejadian (31%). Peningkatan porsi Non-Kategori ini memperkuat temuan ilmiah mengenai meluasnya dampak alih fungsi lahan perkotaan yang memicu genangan lokal di luar peta kerawanan sungai konvensional. Kelas bahaya Sedang mencakup 185 kejadian (23%), sedangkan kelas bahaya Tinggi bertahan pada tingkat yang mengkhawatirkan dengan 95 kejadian (11,85%). Konsistensi jumlah kelas bahaya Tinggi ini mencerminkan tingginya paparan wilayah hilir

Tabel 5. Distribusi Frekuensi dan Persentase Kelas Bahaya Banjir Tahun 2024

Kelas Bahaya	Jumlah Kejadian	Persentase (%)
Non Kategori	251	31
Rendah	271	34
Sedang	185	23
Tinggi	95	12
Total	802	100



Gambar 6. Peta Kesesuaian Kejadian Banjir Terhadap Kelas Bahaya Banjir di Provinsi Jawa Barat Tahun 2024

perkotaan terhadap tekanan limpasan air multitemporal yang belum teratasi sepenuhnya oleh infrastruktur pengendali makro formal.

Distribusi Spasial dan Kelas Bahaya Banjir Tahun 2025

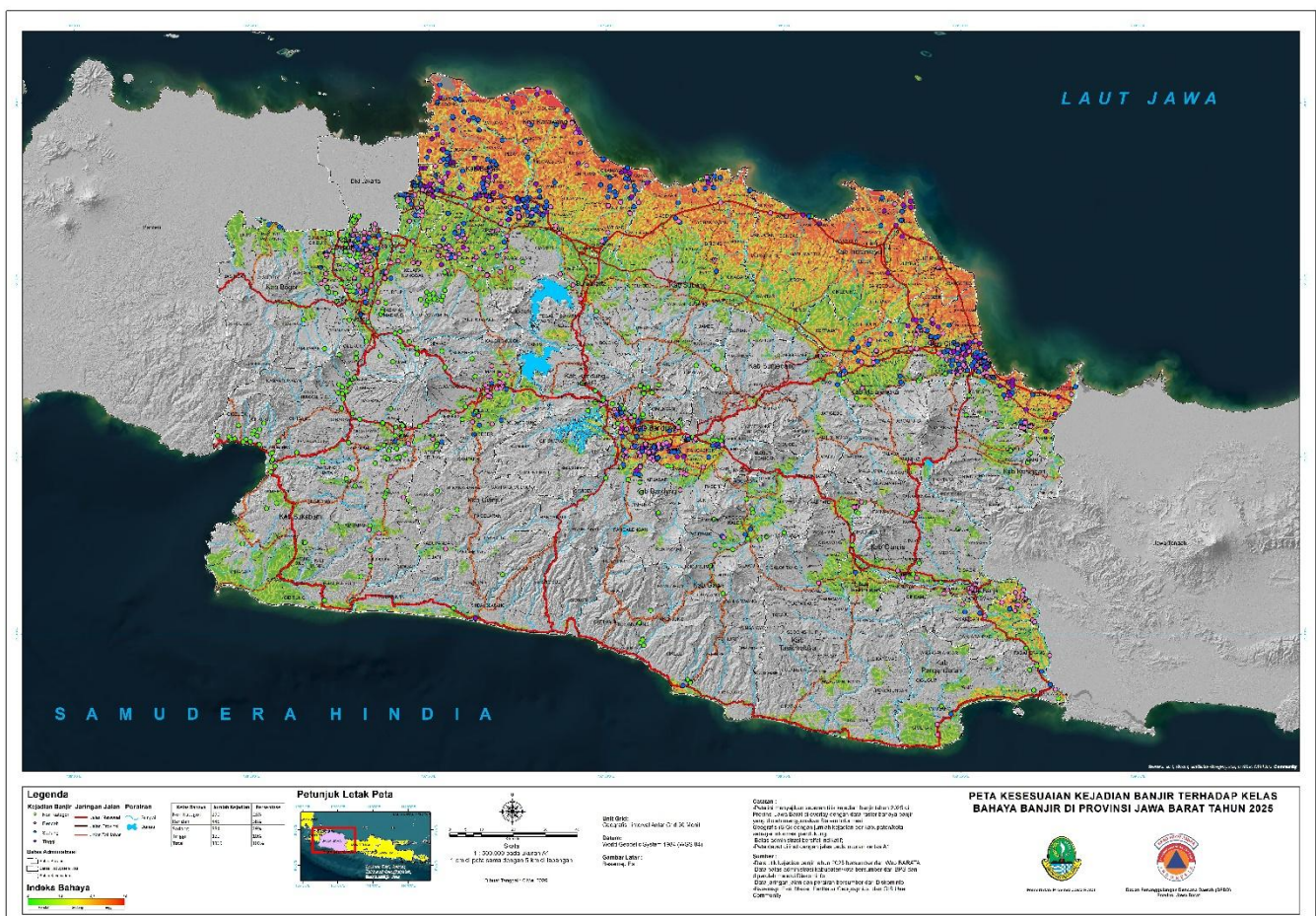
Tahun 2025 menjadi puncak eskalasi bencana banjir di Provinsi Jawa Barat selama periode lima tahun kajian, dengan total kejadian menembus angka ekstrem sebanyak 1.169 kejadian (Gambar 7). Peta sebaran banjir tahun 2025 secara spasial menunjukkan kondisi krisis spasial yang meluas, yaitu ketika hampir seluruh wilayah dataran rendah utara, cekungan Bandung, hingga lembah-lembah sungai utama terklasterisasi oleh titik genangan riil. Tingginya densitas genangan aktual ini

merepresentasi-kan kulminasi dari degradasi lingkungan akumulatif serta peningkatan frekuensi cuaca ekstrem global. Rekapitulasi kuantitatif akhir untuk data tahun 2025 disajikan secara komprehensif pada Tabel 6.

Data pada Tabel 6 memperlihatkan lonjakan masif pada kelas bahaya Rendah yang mencapai 445 kejadian (38%) dan kelas bahaya Sedang sebanyak 334 kejadian (29%). Tren ini membuktikan bahwa wilayah perkotaan padat di Jawa Barat mengalami kerentanan genangan harian berskala mikro-meso secara masif. Kelas bahaya Tinggi mencapai titik tertinggi sepanjang sejarah pengamatan dengan 120 kejadian (10%), yang menegaskan bahwa luapan struktural sungai besar berulang di wilayah pesisir utara dan Cekungan Bandung telah berada pada tahap kronis. Kategori *Null* (Non-

Tabel 6. Distribusi Frekuensi dan Persentase Kelas Bahaya Banjir Tahun 2025

Kelas Bahaya	Jumlah Kejadian	Persentase (%)
Non Kategori	270	23
Rendah	445	38
Sedang	334	29
Tinggi	120	10
Total	1169	100



Kategori) mencatat 270 kejadian (23%). Angka Non-Kategori ini secara akademis menuntut urgensi dilakukannya rekonstruksi dinamis (*raster-vector integration correction*) terhadap peta indeks bahaya banjir regional makro milik instansi resmi agar dapat menangkap dinamika risiko riil di lapangan secara presisi (Han dkk., 2026; Subhan dkk., 2025).

Tingkat Kesesuaian Spasial dan Implikasi Teknis Data Historis

Hasil tumpang susun spasial lintas waktu selama lima tahun pengamatan (2021–2025) mengidentifikasi sebuah anomali kartografis yang terjadi secara masif dan konsisten. Sebaran spasial titik kejadian banjir aktual di lapangan menunjukkan kecenderungan yang bertolak belakang dengan model indeks bahaya makroregional yang telah dijabarkan pada tahun-tahun sebelumnya (Alyudin dkk., 2024). Mayoritas lokasi titik genangan banjir aktual di lapangan secara persisten justru jatuh di dalam deliniasi zonasi Kelas Bahaya Banjir Rendah dengan tren persentase tahunan yang selalu mendominasi (Tabel 7). Proporsi data aktual yang berada di dalam zona Kelas Bahaya Tinggi mencatat nilai yang relatif sangat rendah dan tidak pernah melampaui ambang batas 15% di sepanjang tahun analisis.

Ringkasan metrik akurasi tahunan yang fluktuatif sepanjang periode 2021 hingga 2025 diperoleh berdasarkan hasil uji validasi spasial tumpang susun antara titik historis kejadian bencana banjir dan peta raster risiko bencana regional. Performa model mencapai tingkat kecocokan spasial tertinggi pada tahun 2023 dengan nilai *Overall Accuracy* (OA) sebesar 80,8% dan koefisien *Kappa* mencapai 0,79 (kategori Baik). Model tersebut mengalami defleksi akurasi pada tahun 2022 (OA: 62,6%) dan tahun 2024 (OA: 68,7%) akibat lonjakan drastis jumlah sampel data lapangan yang terekam. Terjadi ekspansi sampel yang sangat masif pada tahun pengamatan terakhir (2025) hingga mencapai 1.169 titik kejadian yang mendongkrak nilai OA ke angka 76,9%. Nilai *Kappa Coefficient* secara kontradiktif justru merosot ke titik terendahnya sepanjang periode pengamatan pada tahun tersebut, yaitu sebesar 0,61 (kategori Sedang). Penurunan nilai *Kappa* yang kontras ini mengonfirmasi adanya akumulasi ketidakpastian spasial (*error propagation*) akibat dinamika perubahan tutupan lahan yang cepat atau deviasi geometris koordinat lapangan. Fenomena tersebut secara keseluruhan memperlihatkan bahwa model risiko bencana sangat sensitif terhadap lonjakan densitas data historis antartahun periode.

Tabel 7. Ringkasan Berkala Metrik Overall Accuracy dan Kappa Coefficient Validasi Model Risiko Bencana Banjir Tahun 2021–2025

Tahun	Jumlah Sampel (N)	Overall Accuracy (%)	Kappa Coefficient	Akurasi
2021	480	73,10	0,74	Baik
2022	749	62,60	0,75	Baik
2023	729	80,80	0,79	Baik
2024	802	68,70	0,8	Baik
2025	1.169	76,90	0,61	Sedang

Tingginya sebaran frekuensi genangan pada area berindeks bahaya rendah mengindikasikan adanya disonansi antara pemodelan spasial regional statis dan realitas dinamika lingkungan makro di Provinsi Jawa Barat. Akumulasi titik kejadian genangan di luar deliniasi rawan banjir umumnya dipicu oleh laju konversi lahan vegetasi alami dan daerah resapan air yang masif menjadi kawasan kedap air (*impervious surface*) (Lizar dkk., 2024). Urbanisasi tak terkendali di koridor penyangga Jawa Barat memicu lonjakan koefisien limpasan permukaan sebesar dua kali lipat. Ketidakmampuan tanah untuk menginfiltrasi air hujan akibat masifnya pembangunan infrastruktur permukiman menyebabkan aliran permukaan mengalir langsung menuju saluran drainase hingga melampaui ambang batas tampungannya (Anwar dkk., 2025; Seftiani dkk., 2023). Alih fungsi lahan yang cepat ini terbukti mengubah karakteristik hidrologi alami wilayah, yaitu ketika penurunan luas kawasan resapan berbanding lurus dengan peningkatan koefisien debit aliran secara signifikan di berbagai DAS

Jawa Barat (Mardianti & Permana, 2024). Dampaknya, wilayah administratif yang secara topografis semula diklasifikasikan sebagai aman atau berisiko rendah oleh model makroregional, kini rentan mengalami luapan air lokal akibat curah hujan ekstrem (Zamani dkk., 2023). Degradasi hidrologis ini diperparah oleh perluasan lahan kritis secara masif di kawasan hulu sungai utama yang memicu lonjakan risiko banjir bandang di hilir kawasan (Fajserly dkk., 2023; Rahmah & Deliarnoor, 2025). Faktor dinamika iklim makro berupa fenomena anomali iklim global seperti La Niña serta anomali suhu permukaan laut global turut memperluas variabilitas dan risiko peningkatan curah hujan musiman ekstrem yang melanda kawasan regional Jawa, termasuk Jawa Barat (Yudistira & Hutauruk, 2021; Abdullah & Umaroh, 2024).

Proses ekstraksi nilai piksel terhadap koordinat historis bencana juga memperlihatkan eksistensi data *Null* (NoData) yang signifikan secara konsisten di setiap tahun pengamatan, di samping ketidaksesuaian kelas

bahaya, akibat deviasi geometris antara koordinat GPS lapangan dan resolusi spasial raster. Proporsi sebaran kategori data kosong ini cukup mendominasi total keseluruhan input laporan kejadian bencana. Kemunculan data bernilai Null di dalam tabel atribut komputasi ini merupakan rentetan galat teknis akibat fenomena ketidakselarasan spasial kaku antara data titik berbasis koordinat lapangan (vektor) dan batas piksel geometris model raster bahaya banjir regional (Han dkk., 2026). Analisis kerentanan risiko banjir aktual di lapangan harus mempertimbangkan integrasi parameter sosial-ekonomi penduduk, seperti kepadatan hunian dan kapasitas wilayah tapak lokal, di luar galat teknis pemodelan grid raster tersebut (Pahleviannur dkk., 2023).

Pusdalops BPBD Provinsi Jawa Barat secara operasional di lapangan kerap kali melakukan penentuan titik koordinat lokasi kejadian banjir berdasarkan pendekatan kedekatan objek fasilitas umum eksternal, pusat kelurahan, atau lokasi posko kebencanaan utama terdekat saat evakuasi darurat dilaksanakan. Penggunaan parameter penilaian risiko bencana di tingkat tapak harus diselaraskan secara dinamis dengan pedoman umum instansi agar tidak memicu deviasi identifikasi spasial lanjutan (Pahleviannur dkk., 2023). Ketidakakuratan pencatatan koordinat darurat inilah yang menyebabkan beberapa titik jatuh tepat di luar batas daratan piksel model ataupun pada area badan air sungai besar yang tidak memiliki nilai indeks bahaya kontinu (Subhan dkk., 2025). Tindakan mempertahankan data *Null* ini ke dalam analisis statistik terbukti sangat krusial demi menjaga integritas volume total data historis laporan lembaga, serta berfungsi sebagai landasan evaluasi mendesak bagi BNPB untuk memperbarui resolusi spasial, akurasi geometris, dan jangkauan sel raster model bahaya di masa yang akan datang (Han dkk., 2026; Zhafira & Purwadi, 2026).

Keterbatasan utama dalam pemodelan geospasial terletak pada fluktuasi akurasi temporal yang dipicu oleh ketidakpastian prediksi di area rentan, seperti wilayah dengan laju deforestasi dinamis. Evaluasi akurasi menunjukkan adanya kesenjangan performa antarmodel yang berbeda dalam merespons perubahan nonlinier di lapangan sepanjang periode 2021–2025. Variasi akurasi tahunan pada data masukan ini secara langsung memengaruhi keandalan pemodelan kebencanaan (Hutapea dkk., 2026). Pendekatan model integrasi multitemporal berbasis data historis kebencanaan telah terbukti efektif untuk penilaian bahaya banjir dan sangat relevan untuk mendukung kebijakan penataan ruang serta mitigasi oleh BNPB/BPBD, terutama ketika dikaitkan dengan peta rawan banjir, tren kerentanan, dan sistem peringatan dini (Budimansyah dkk., 2018). Dinamika temporal wajib dipertimbangkan dalam tata ruang dan mitigasi sebagaimana diimplikasikan dalam studi-studi sebelumnya. Strategi perencanaan wilayah perlu segera

diperbaiki, terutama di zona berisiko tinggi, sehingga hasil model multitemporal ini dapat langsung berfungsi sebagai masukan kebijakan penataan ruang (Suherman dkk., 2025).

KESIMPULAN

Hasil analisis spasial kuantitatif dan integrasi data historis kebencanaan selama periode lima tahun (2021–2025) di Provinsi Jawa Barat menyimpulkan adanya disonansi spasial yang konsisten secara temporal antara model peta bahaya banjir makroregional statis dan realitas sebaran genangan aktual di lapangan. Frekuensi kejadian bencana banjir aktual secara persisten didominasi oleh lokasi yang berada di dalam deliniasi zonasi Kelas Bahaya Banjir Rendah sepanjang lima tahun pengamatan, sedangkan area dengan Kelas Bahaya Tinggi mencatat persentase luapan yang relatif sangat rendah. Fenomena tersebut merefleksikan terjadinya degradasi karakteristik hidrologis wilayah akibat masifnya alih fungsi lahan vegetasi alami menjadi kawasan kedap air komersial di koridor penyangga Jawa Barat, yang pada akhirnya memicu lonjakan koefisien limpasan permukaan secara signifikan di berbagai DAS hulu maupun hilir.

Eksistensi data Kategori *Null* (NoData) yang konsisten muncul pada setiap tahun analisis turut membuktikan adanya batas toleransi kesalahan teknis berupa ketidakselarasan spasial kaku antara koordinat vektor lapangan dan sel piksel model raster bahaya regional. Galat data tersebut dipicu oleh dinamika operasional di lapangan saat situasi darurat di samping faktor keterbatasan geometris grid raster, yaitu penentuan titik koordinat lokasi kejadian sering kali didasarkan pada pendekatan kedekatan objek fasilitas umum terdekat atau lokasi posko evakuasi utama. Praktik ini menyebabkan banyak rekaman data koordinat yang tersedia menjadi tidak presisi dengan lokasi riil kejadian banjir di lapangan. Temuan-temuan ini merekomendasikan urgensi pemutakhiran resolusi spasial dan jangkauan sel raster model bahaya banjir oleh instansi berwenang, serta perlunya penguatan standarisasi pencatatan koordinat bencana di tingkat tapak demi menjaga integritas basis data prediktif penanggulangan bencana di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada BPBD Provinsi Jawa Barat atas penyediaan akses basis data historis laporan kejadian bencana banjir serta dukungan teknis data spasial yang menjadi bahan utama dalam pelaksanaan kajian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan dan seluruh pihak yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan konstruktif serta berdiskusi mendalam demi kesempurnaan naskah jurnal

ilmiah ini, serta *reviewers* dan editor Journal of Geographical Sciences and Education yang telah membantu meningkatkan kualitas naskah.

KONTRIBUSI PENULIS

Fahrie Mohammad Ardhana: konseptualisasi penelitian, pengembangan metodologi, pengolahan dan analisis data, penulisan—penyusunan draf awal, penulisan—tinjauan dan penyuntingan, serta visualisasi; **Kanza Yasaro Rizqi:** konseptualisasi penelitian, pengolahan dan analisis data, penulisan—penyusunan draf awal, serta penulisan—tinjauan dan penyuntingan; **Silmi Afina Aliyan:** supervisi, pengarah alur dan struktur penulisan, pengembangan dan evaluasi metodologi, interpretasi hasil analisis, penulisan—tinjauan dan penyuntingan, validasi substansi ilmiah, serta korespondensi dengan jurnal sebagai corresponding author; **Edwin Zulkarnain:** penyediaan dan kurasi data penelitian, verifikasi dan penyaringan data, fasilitasi diskusi serta klarifikasi data, dan pemberian masukan terhadap aspek teknis penelitian. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi manuskrip yang diterbitkan.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

KETERSEDIAAN DATA

Semua data yang relevan disertakan dalam makalah atau Informasi Tambahannya.

KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. E. A. N., & Umaroh. (2024). Dampak dan Tingkat Resiko La Nina terhadap Penambahan Curah Hujan di Jawa Tengah. *Megasains*, 15(1), 1-7. <https://doi.org/10.46824/megasains.v15i1.144>
- Alyudin, D. R., Manessa, M. D. M., Purwaningsih, Y., & Yuningsih. (2024). Analisis Spasial Kerawanan Banjir Menggunakan Metode Spatial Multi Criteria Analysis di Desa Ciputri Jawa Barat. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 8(2), 210-221. <https://doi.org/10.29408/geodika.v8i2.27097>
- Anwar, D. I., Supendi, A., & Andreas, M. S. P. (2025). Pemberdayaan Masyarakat melalui Zero surface Run-off di Desa Cidahu Kabupaten Sukabumi. *AKM: Aksi Kepada Masyarakat*, 5(2), 557-564. <https://doi.org/10.36908/akm.v5i2.1287>
- BNPB. (2012). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*.
- Budimansyah., Dienaputra, R. D., & Sofianto, K. (2018). Banjir Dayeuhkolot: Kisah Lama dalam Cerita Baru. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 9(2), 128-141.
- Fajserly, Z., Harlan, D., Widyaningtiyas, & Wiyono, A. (2023). Analisis Risiko Ancaman Pengendalian Banjir dengan Matriks Tingkat Ancaman pada Sungai Batang Tapan Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat. *Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-24 Universitas Indonesia – Universitas Pembangunan Jaya*. 1303–1314.
- Faqih, N., Gunawan, Abdussalam, A., Qomaruddin, M., Musthofa, M., & Lendra, L. (2026). Pemetaan Kerawanan Banjir Untuk Penanggulangan Bencana Berbasis SIG di Kabupaten Kebumen. *Journal of Economic, Business and Engineering*, 7(2), 206–214. <https://doi.org/10.32500/jebe.v7i2.10977>
- Han, B., Qi, X., Qi, X., & Wang, Y. (2026). Refining Public DEMs for Urban Waterlogging Simulation via Vector–Raster Integration. *Remote Sensing*, 18(7), 1080. <https://doi.org/10.3390/rs18071080>
- Hutapea, D. A., Siburian, M. P., Pradana, F. H., Purba, T. A., & Rahmansyah, R. (2026). Spatiotemporal Analysis of Deforestation and Comparative Accuracy Assessment of Flood Susceptibility Models based on Machine Learning, MCDA, and GFI using Multispectral Satellite Imagery. *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, 15(5), 1976-1988. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v15i5.6441>
- Lizar, C. A., Satriawan, H., & Azizah, C. (2024). Analisis Wilayah Kerentanan Bencana Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kota Lhokseumawe. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 53-67. <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v14i1.1004>
- Mardianti, F., & Permana, S. (2024). Analisis Perbandingan Debit Pada DAS Cimanuk-Copong Kabupaten Garut Akibat Perubahan Tata Guna Lahan. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(1), 215-228. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i1.26048>
- Pahleviannur, M. R., Ayuni, I. K., Widiastuti, A. S., Umaroh, R., Aisyah, H. R., Afiah, Z., Azzahra, I., Chairani, M. S., Dhafita, N. A., Rohmah, N. L., Sudrajat, Mardiatno, D., Rachmawati, R., & Rahardjo, N. (2023). Kerentanan Sosial Ekonomi terhadap Bencana Banjir di Hilir DAS Citanduy Bagian Barat Kabupaten Pangandaran Jawa Barat. *Media Komunikasi Geografi*, 24(2), 189-205. <https://doi.org/10.23887/mkg.v24i2.66370>
- Rahmah, F. J., & Deliarnoor, N. A. (2025). Evaluasi Kebijakan Pemerintah dalam Upaya Percepatan Pengendalian dan Kerusakan DAS Citarum

- Melalui Program Citarum Harum dalam Penanganan Lahan Kritis di Hulu DAS Citarum Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung Tahun 2024-2025. *Transparansi: Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi*, 8(2), 182-191. <https://doi.org/10.31334/transparansi.v8i2.4822>
- Seftiani, F., Muzani, & Handawati, R. (2023). Pemetaan Tingkat Bahaya Banjir Menggunakan Metode Penginderaan Jauh di Kecamatan Jatinegara Kota Administrasi Jakarta Timur. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*, 2(2), 48-55. <https://doi.org/10.37905/geojpg.v2i2.22485>
- Siahaan, N. H. (2026). Integrasi Badan SAR Nasional, Badan Nasional Penanggulangan Bencana, dan Pemadam Kebakaran dalam Model Satu Kementerian Terpusat. *Langgas: Jurnal Studi Pembangunan*, 5(1), 46-54. <https://doi.org/10.32734/ljisp.v5i1.24355>
- Sihotang, J. S. B. (2021). Sistem Informasi Geografis: Literatur Riview. *JOINTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 1-5.
- Subhan, A., Herlambang, B. A., & Anam, A. K. (2025). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Banjir di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2019-2021. *Router: Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, 3(4), 64-72. <https://doi.org/10.62951/router.v3i4.718>
- Subiantoro, W. (2025). Evaluation of the Impact of Cikapundung River Normalization on Flood Reduction in Bandung City. *MoDuluS Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 7(1), 53-62. <https://doi.org/10.32585/modulus.v7i1.6848>
- Suherman, A., Setiawan, I., & Somantri, L. (2025). Analisis Spasial Kerentanan Banjir di Cikarang Raya Menggunakan Data Sekunder: Studi Kasus 2015-2025. *Indonesian Journal of Environment and Disaster*, 4(2), 103-114. <https://doi.org/10.20961/ijed.v4i2.2345>
- Tullah, N. H., Jumardi, A., & Akramunnisa. (2025). Penentuan Tingkat Kerawanan Banjir menggunakan Metode Overlay di Kecamatan Masamba Kabupaten Luwu Utara. *Journal Artificial: Informatika dan Sistem Informasi*, 3(1), 79-92. <https://doi.org/10.54065/artificial.621>
- Yudistira, D., & Hutaeruk, R. C. H. (2021). Peluang Bencana Banjir Pada Saat Hujan Lebat dan Sangat Lebat di Kawasan Pantura Provinsi Jawa Barat. *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 2(1), 16-23. <https://doi.org/10.31172/bgb.v2i1.34>
- Zain, I. M., & Utami, W. S. (2020). *Sistem Informasi Geografis*. Unesa University Press.
- Zamani, M. Z., Dwijayanti, S. A., & Wijayanti, P. (2023). Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Analisa Banjir (Studi Kasus: Kecamatan Wanareja Kabupaten Cilacap). *Indonesian Journal of Environment and Disaster*, 2(1), 76-91. <https://doi.org/10.20961/ijed.v2i1.608>
- Zhafira, A. N., & Purwadi. (2026). Pemetaan Kerawanan Banjir di Wilayah Jabodetabek Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Sistem Informasi Kaputama (JSIK)*, 10(1), 10-16.