



## ANALISIS ANCAMAN BANJIR PADA WILAYAH KECAMATAN TONDANO TIMUR BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Friska Tresia Febyola Nanthi.H<sup>1,\*</sup>, Grace F. E. Suoth<sup>2</sup>, Joyce Christian Kumaat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Manado

✉ [nanthihattabby@gmail.com](mailto:nanthihattabby@gmail.com) \*

**ABSTRACT.** *Flooding is one of the most frequent hydrometeorological disasters, particularly in lowland areas such as Tondano Timur District, triggered by biophysical conditions and changes in land use patterns. This study aims to analyze the flood threat levels in Tondano Timur District, Minahasa Regency, using a spatial approach based on Geographic Information Systems (GIS). The flood threat is analyzed using five main parameters, namely slope, soil type, land use, rainfall, and distance from the river. Each parameter was assigned a score and weight, and then integrated using the overlay method in ArcGIS 10.8.1 to produce a flood threat classification map. The results show that, out of a total area of 1,815.24 hectares, the moderate flood threat category dominates with 52.82%, followed by high threat at 46.27%, and only 0.88% categorized as low. High flood threat levels exhibit significant spatial concentrations in specific areas, particularly in the villages of Taler, Wengkol, and Liningaan, which recorded the largest affected areas compared to other villages in Tondano Timur. These findings highlight the importance of spatial data integration in identifying flood-prone areas as a foundation for disaster mitigation and sustainable spatial planning. GIS has proven effective as a decision-support tool in local-level disaster risk management. Therefore, strengthening adaptive capacity and risk-based spatial management represents a strategic approach to reducing flood impacts.*

**Keywords:** *Flood Threat, Spatial Analysis, GIS, East Tondano Subdistrict*

**ABSTRAK.** Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di wilayah dataran rendah seperti Kecamatan Tondano Timur, dipicu oleh kondisi biofisik wilayah dan perubahan pola penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat ancaman banjir di Kecamatan Tondano Timur, Kabupaten Minahasa, dengan pendekatan spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Ancaman banjir dianalisis melalui lima parameter utama yaitu kemiringan lereng, jenis tanah, penggunaan lahan, curah hujan, dan jarak dari sungai. Masing-masing parameter diberi skor dan bobot, kemudian diintegrasikan menggunakan metode overlay dalam perangkat lunak ArcGIS 10.8.1 untuk menghasilkan peta klasifikasi ancaman banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total luas wilayah sebesar 1.815,24 hektar, wilayah dengan tingkat ancaman banjir sedang mendominasi sebesar 52,82%, disusul oleh tingkat tinggi sebesar 46,27%, dan hanya 0,88% yang berada pada kategori rendah. Tingkat ancaman banjir kategori tinggi menunjukkan konsentrasi spasial yang signifikan pada wilayah-wilayah tertentu, terutama di Desa Taler, Wengkol, dan Liningaan, yang tercatat memiliki luasan wilayah terdampak terbesar dibandingkan desa lainnya di Kecamatan Tondano Timur. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi data spasial dalam upaya identifikasi wilayah rawan banjir sebagai dasar mitigasi bencana dan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan. SIG terbukti efektif sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan kebijakan penanggulangan bencana di tingkat lokal. Oleh karena itu, penguatan kapasitas adaptasi dan pengelolaan ruang berbasis risiko menjadi langkah strategis dalam mengurangi dampak banjir.

**Kata Kunci:** Ancaman Banjir, Analisis Spasial, SIG, Kecamatan Tondano Timur

Diterima: 26-02-2025, Direvisi: 14-03-2025, Disetujui: 24-03-2025



## PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang memiliki tingkat frekuensi dan dampak kerugian yang tinggi di Indonesia. Sebagai negara kepulauan yang beriklim tropis dengan curah hujan tinggi, berbagai wilayah di Indonesia sering mengalami banjir, baik akibat luapan sungai, hujan ekstrem, maupun perubahan tata guna lahan (Hasrini, Wahyuni & Rasul, 2024). Fenomena ini diperparah oleh semakin meluasnya kawasan terbangun yang tidak disertai dengan sistem drainase yang memadai, sehingga meningkatkan volume limpasan permukaan (*run off*) yang mengalir ke daerah dataran rendah (Alimin et al., 2015).

Dampak banjir tidak hanya terbatas pada kerusakan infrastruktur dan pemukiman, tetapi juga mencakup hilangnya sumber daya ekonomi, gangguan terhadap aktivitas sosial, dan ancaman terhadap kehidupan manusia. Dalam konteks perencanaan wilayah dan penanggulangan bencana, identifikasi wilayah rawan banjir menjadi prioritas utama. Identifikasi ini penting untuk mendukung strategi mitigasi dan adaptasi yang tepat sasaran, baik dalam jangka pendek maupun panjang (Tone et al., 2023).

Kawasan Provinsi Sulawesi Utara, termasuk Kota Manado dan Kabupaten Minahasa, merupakan wilayah yang sering dilanda banjir. Dalam konteks geografis lokal, Kecamatan Tondano Timur di Kabupaten Minahasa merupakan wilayah yang memiliki risiko banjir yang cukup tinggi, terutama akibat curah hujan yang lebat, aliran sungai yang tidak tertata dengan baik, serta perubahan penggunaan lahan yang cenderung tidak terkontrol. Studi yang dilakukan oleh Laurensz, et al (2019) di Kota Manado menunjukkan bahwa peningkatan lahan terbangun dan buruknya sistem drainase merupakan faktor dominan penyebab terjadinya banjir berulang, kondisi yang juga banyak ditemukan di wilayah-wilayah sekitar Tondano.

Kecamatan Tondano Timur yang memiliki morfologi wilayah kompleks dengan keberadaan aliran sungai-sungai kecil dan besar bermuara ke Danau Tondano, serta sejarah banjir yang cukup sering terjadi. Kawasan ini terdiri atas berbagai bentuk topografi, mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi, yang secara alami menciptakan kerentanan terhadap banjir. Wilayah dengan topografi datar hingga landai cenderung memiliki risiko genangan air yang lebih tinggi akibat lambatnya infiltrasi dan kurang efektifnya sistem drainase, sementara daerah dengan kemiringan sedang dan lereng curam mempercepat aliran permukaan yang berpotensi menyebabkan erosi serta sedimentasi di wilayah hilir. Tekanan pembangunan yang cukup tinggi, terutama pada kawasan permukiman dan pertanian intensif, turut memperburuk kondisi ini dan meningkatkan potensi banjir di wilayah rendah yang menjadi tempat akumulasi air.

Namun demikian, belum banyak kajian yang secara spesifik mengidentifikasi ancaman di wilayah-wilayah administratif kecil seperti kecamatan. Sebagian besar studi masih berfokus pada skala makro, seperti kabupaten atau kota sehingga informasi pada tingkat lokal menjadi kurang tersedia. Padahal, informasi pada skala kecamatan sangat penting untuk perencanaan teknis dan pengambilan kebijakan lokal, seperti penentuan lokasi infrastruktur pengendali banjir, jalur evakuasi, atau zona resapan air (Sahetapy et al., 2016) (Setiawan, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis teknologi spasial untuk mengidentifikasi secara spasial kawasan-kawasan dengan tingkat ancaman banjir yang tinggi, sehingga dapat menjadi dasar perencanaan mitigasi yang lebih tepat sasaran. Salah satu teknologi yang telah terbukti efektif adalah Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG telah digunakan secara luas dalam kajian kerawanan banjir karena kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai jenis data spasial dan non-spasial untuk menganalisis hubungan antara faktor-faktor penyebab banjir, seperti penggunaan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, hingga kepadatan jaringan sungai (Purnomo et al., 2018) (Sauda et al., 2019). Melalui analisis spasial, SIG memungkinkan pemodelan dan visualisasi kawasan rawan banjir, serta memberikan gambaran spasial untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah (Lasaiba, 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan SIG dalam pemetaan banjir mampu menghasilkan informasi yang lebih presisi dan terperinci dibandingkan dengan metode konvensional. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Briantama, et al. (2024) di Surabaya menunjukkan pemodelan genangan banjir yang mampu memetakan area terdampak secara spesifik berdasarkan skenario ketinggian air tertentu. Hal yang serupa juga ditemukan oleh Arifin, et al. (2023) dalam studi pemetaan kawasan rawan banjir di DAS Jeneberang, di mana SIG digunakan untuk mengintegrasikan data topografi, penggunaan lahan, dan jaringan sungai dalam mendeteksi zona rawan.

Kajian serupa dilakukan oleh Rakuasa & Latue (2023) yang menganalisis daerah rawan banjir di DAS Wae Heru, Kota Ambon, dengan pendekatan spasial, menghasilkan zonasi rawan berdasarkan parameter fisiografi dan hidrologi. Di wilayah pesisir, SIG juga dimanfaatkan dalam mengembangkan strategi mitigasi bencana berbasis zonasi wilayah seperti yang ditunjukkan oleh Kamal, et al (2023) di Kota Manado. Sedangkan penelitian oleh Pemani, et al (2019) juga menegaskan bahwa kerentanan banjir di Kota Manado tidak hanya terkait faktor alam, tetapi juga aspek sosial-ekonomi masyarakat yang bermukim di bantaran sungai. Sehingga pemetaan ancaman banjir tidak hanya relevan dalam konteks ekologi dan teknis, tetapi juga menyangkut aspek sosial spasial.

Penggunaan SIG dalam pemetaan bahaya banjir di berbagai daerah telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, termasuk dalam mengintegrasikan metode analisis multikriteria seperti *Multi Attribute Utility Theory*, yang digunakan dalam penelitian Aprillya & Chasanah (2021) untuk menganalisis lahan pertanian rawan banjir secara kuantitatif. Metode-metode ini mampu menggabungkan berbagai indikator kerentanan seperti ketinggian, kemiringan lereng, jarak dari sungai, dan curah hujan secara sistematis dan objektif. Selain itu, sistem SIG juga mendukung pemantauan dinamika lingkungan dalam jangka waktu tertentu melalui data penginderaan jauh, seperti yang digunakan oleh Huda, et al. (2020) dalam mengamati perubahan laju erosi di DAS Garang. Integrasi antara SIG dan data *remote sensing* ini sangat bermanfaat dalam memantau perubahan karakteristik lahan yang berdampak terhadap peningkatan ancaman banjir.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan data spasial yang komprehensif untuk mendukung mitigasi bencana banjir di Kecamatan Tondano Timur. Seperti yang dijelaskan oleh Hasrini & Rasul (2024), pemetaan daerah rawan banjir tidak hanya membantu dalam perencanaan mitigasi, tetapi juga meningkatkan kesadaran masyarakat tentang risiko bencana. Dengan demikian, pemanfaatan SIG sebagai alat bantu analisis spasial untuk pemetaan ancaman banjir menjadi langkah strategis yang mendukung pembangunan berkelanjutan dan peningkatan kapasitas kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana (Ujung et al., 2019) (Jayanti & Jamil, 2020).

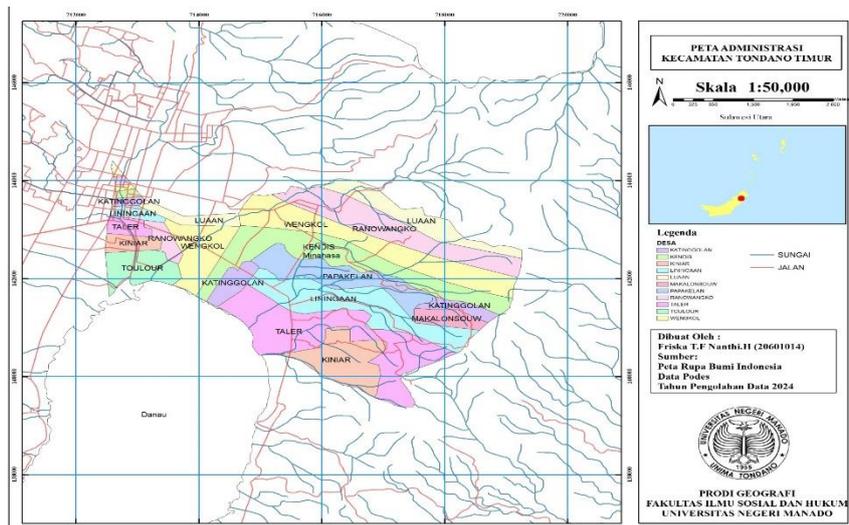
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis ancaman banjir berbasis SIG di Kecamatan Tondano Timur, dengan memanfaatkan data spasial. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap upaya mitigasi bencana banjir di wilayah tersebut, serta menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan wilayah dan kebijakan lingkungan di tingkat lokal.

## METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, yang bertujuan untuk memberikan gambaran spasial mengenai tingkat ancaman banjir di Kecamatan Tondano Timur secara visual dan terukur. Pendekatan kuantitatif digunakan karena seluruh data yang dikumpulkan bersifat numerik dan dapat dianalisis secara statistik serta spasial, sedangkan pendekatan deskriptif digunakan untuk menginterpretasikan hasil analisis dalam bentuk peta tematik serta uraian spasial mengenai tingkat ancaman banjir. Penelitian ini menganalisis sejumlah variabel utama yang secara teoritis dan empiris mempengaruhi tingkat ancaman banjir, yaitu: curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan, jenis tanah, dan jarak dari sungai. Pemilihan variabel ini didasarkan pada studi terdahulu (Hamdani et al., 2016) (Wakhidatus et al., 2021) (Rakuasa & Latue, 2023) yang menunjukkan bahwa banjir dipengaruhi oleh kondisi hidrometeorologi dan fisiografi wilayah.

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Tondano Timur, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara, yang secara astronomis terletak pada koordinat  $124^{\circ}54' - 124^{\circ}56'$  Bujur Timur dan  $1^{\circ}17'$  Lintang Utara hingga  $1^{\circ}54'$  Lintang Selatan. Kecamatan Tondano Timur memiliki luas wilayah sebesar 1.815,24 hektar yang terdiri atas 11 desa/kelurahan dengan rincian menjadi 43 jaga/lingkungan, serta jumlah penduduk 15.647 jiwa (BPS, 2023). Secara administratif, Kecamatan Tondano Timur berbatasan dengan Kecamatan Tondano Utara di sebelah utara, Kecamatan Kombi di sebelah timur, Kecamatan Eris di sebelah selatan, dan Kecamatan Tondano Barat di sebelah barat.

Penelitian dilakukan dalam periode bulan Mei hingga bulan september 2024, mencakup tahapan pengumpulan data, pengolahan data spasial, analisis ancaman banjir, validasi hasil, serta penyusunan peta ancaman banjir sebagai produk akhir.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian, 2024

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu:

1. Studi Literatur, untuk memperoleh kerangka teoritik dan pendekatan metodologis mengenai pemetaan risiko banjir.
2. Pengumpulan Data Sekunder, berupa data spasial dan statistik dari instansi terkait, seperti curah hujan (BMKG atau BPS), peta jenis tanah (Pusat Pemetaan Tematik BIG), peta kemiringan lereng dan elevasi (DEM dari SRTM), peta penggunaan lahan (Citra Landsat/Google Earth), serta data batas administrasi Kecamatan Tondano Timur (BPS, 2023).
3. Persiapan dan Pengolahan Data, dilakukan untuk memastikan kesesuaian format data dengan sistem kerja spasial. Ini mencakup konversi data raster dan vektor, transformasi proyeksi ke UTM zona 51N, serta kliping wilayah studi.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode overlay (Darmawan et al., 2017) berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Masing-masing variabel diberi skor berdasarkan tingkat pengaruh terhadap potensi banjir, kemudian diberikan bobot relatif berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap ancaman banjir. Proses penentuan skor dan bobot dilakukan dengan merujuk pada kajian terdahulu dan konsultasi dengan ahli kebencanaan dan hidrologi.

Metode overlay kemudian digunakan untuk menggabungkan seluruh variabel spasial ke dalam satu peta ancaman banjir. Teknik ini dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8, di mana setiap lapisan variabel yang telah diberi skor dan bobot yang telah ditetapkan. Hasil akhir dari analisis ini adalah peta zonasi ancaman banjir di Kecamatan Tondano Timur, yang menunjukkan distribusi spasial tingkat ancaman dari kategori rendah hingga tinggi. Indikator pemberian skoring masing-masing parameter mengacu pada sumber referensi yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Parameter, Skoring, dan Sumber Referensi untuk Analisis Ancaman Banjir

No	Indikator	Parameter	Nilai Skor	Sumber
I	Kemiringan Lereng	1 0 – 8% (Datar)	5	Darmawan, 2017
		2 8 – 15% (Landai)	4	
		3 15 – 25% (Agak Curam)	3	
		4 25 – 45% (Curam)	2	
		5 >45% (Sangat Curam)	1	
II	Curah Hujan	1 >2500 mm/tahun	5	Ramadana et al., 2023
		2 2000 – 2500 mm/tahun	4	
		3 1500 – 2000 mm/tahun	3	
		4 1000 – 1500 mm/tahun	2	
		5 <1000 mm/tahun	1	
III	Jenis Tanah	1 Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik Air Tanah	5	Darmawan, 2017
		2 Latosol	4	
		3 Andosol	3	

No	Indikator	Parameter	Nilai Skor	Sumber
		4 Grumosol	2	
		5 Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	1	
IV	Penggunaan Lahan	1 Permukiman, Kebun	5	Ramadana et al., 2023
		2 Sawah, Kolam air tawar	4	
		3 Tegalan/ladang, Pemakaman	3	
		4 Semak Belukar	2	
		5 Hutan, Tanah Terbuka	1	
V	Jarak dari Sungai	1 $\leq 25$ m	5	Ramadana et al., 2023
		2 25–100 m	4	
		3 100–250 m	3	
		4 250–300 m	2	
		5 $> 300$ m	1	

Sedangkan pembobotan pada penelitian ini didasarkan pada penelitian terdahulu oleh Allolinggi, dkk (2022). Pembobotan adalah pemberian bobot pada masing-masing parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana banjir. Nilai persentase pembobotan disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Persentase Bobot Parameter Ancaman Banjir

No	Kriteria	Bobot
1	Curah Hujan	27,4%
2	Kemiringan Lereng	20,3%
3	Jenis Tanah	19,5%
4	Jarak dari Sungai	21,1%
5	Penggunaan Lahan	11,8%

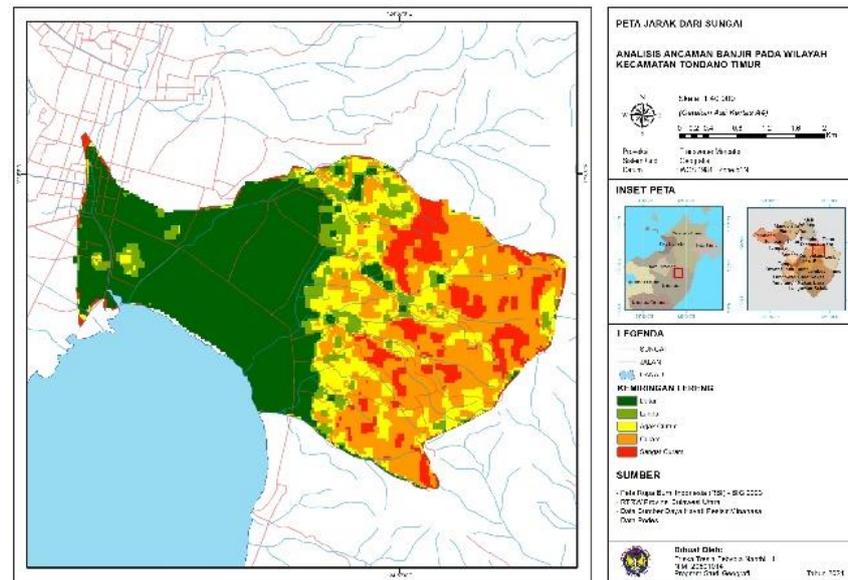
Sumber: dimodifikasi dari Allolinggi, 2022

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Penyebab Terjadinya Banjir

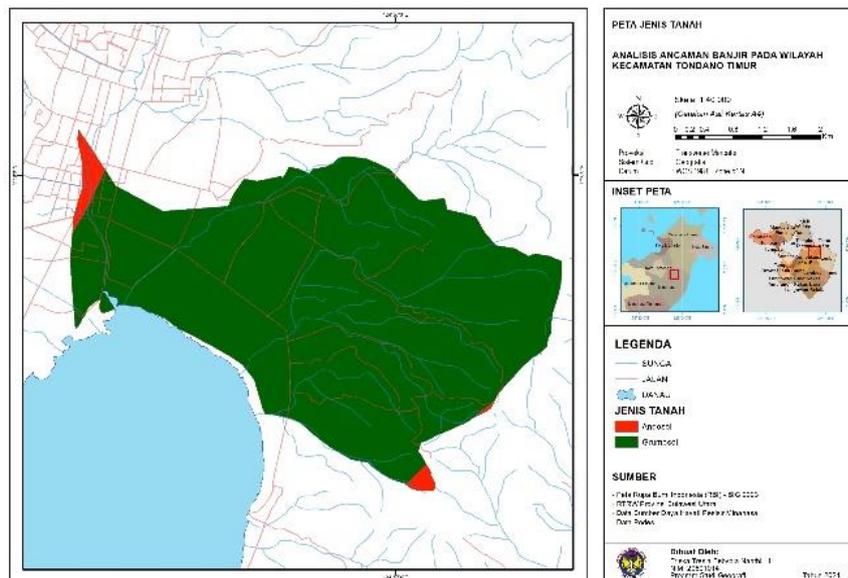
Banjir merupakan fenomena hidrometeorologis yang terjadi akibat ketidakseimbangan antara kapasitas tampung dan aliran air permukaan, yang sangat dipengaruhi oleh kondisi biofisik suatu wilayah. Berdasarkan hasil analisis terhadap data spasial dan tematik di Kecamatan Tondano Timur, terdapat beberapa parameter dominan yang menjadi faktor penyebab terjadinya banjir, yakni: curah hujan tinggi, jenis tanah yang memiliki daya serap rendah, kawasan permukiman yang berada pada dataran rendah dekat alur sungai, serta minimnya ruang terbuka hijau akibat perubahan penggunaan lahan. Faktor-faktor tersebut secara spasial saling berkorelasi dan memperbesar potensi genangan air pada musim hujan, terutama di wilayah-wilayah yang memiliki jarak dekat dengan badan air utama seperti sungai dan rawa.

Kemiringan lereng memiliki kontribusi signifikan terhadap kecepatan dan volume aliran permukaan. Berdasarkan hasil pemetaan parameter (Gambar 2), sebagian besar wilayah Kecamatan Tondano Timur didominasi oleh lereng landai 0–8% dengan luas 777,55 ha (42,82%), diikuti oleh kelas lereng 25–40% (376,67 ha) dan 15–25% (256,88 ha). Wilayah dengan lereng datar cenderung memiliki kemampuan infiltrasi rendah karena air mengalir sangat lambat sehingga mudah terjadi genangan, terutama jika kondisi tanah tidak mampu menyerap air secara optimal. Sebaliknya, daerah dengan kemiringan lereng yang curam ( $> 25\%$ ) berpotensi meningkatkan laju limpasan permukaan, tetapi genangan lebih kecil karena air cenderung cepat mengalir ke daerah rendah.



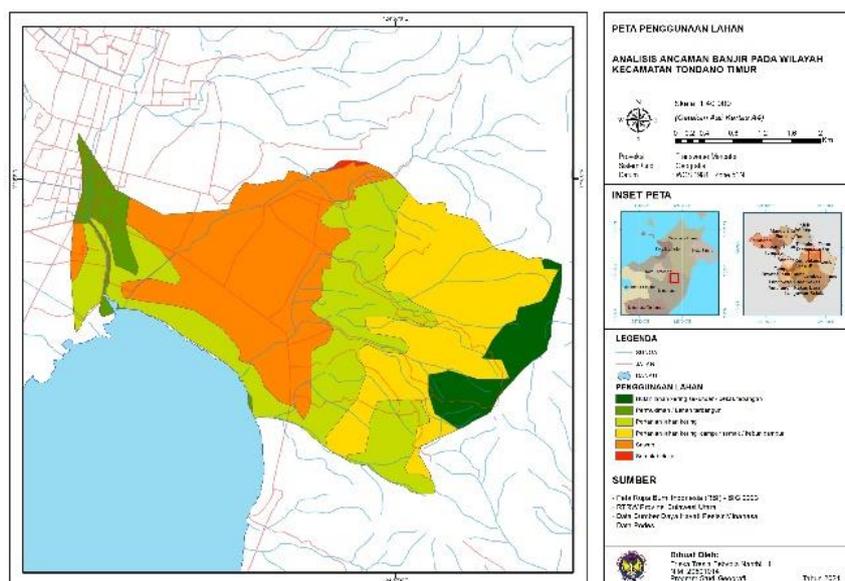
Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Tondano Timur

Jenis tanah di Kecamatan Tondano Timur terdiri dari dua dominan utama (gambar 3) yaitu Grumosol (1764,27 ha) dan Andosol (33,64 ha). Grumosol merupakan tanah yang memiliki tekstur lempung berat dan kemampuan infiltrasi rendah sehingga mudah jenuh air saat hujan deras, yang menjadikannya sangat rentan terhadap genangan dan limpasan. Dominasi tanah Grumosol lebih dari 97% total wilayah kecamatan menjadi indikator penting bahwa sifat fisik tanah merupakan penyumbang utama risiko banjir, terutama ketika dikombinasikan dengan topografi datar.



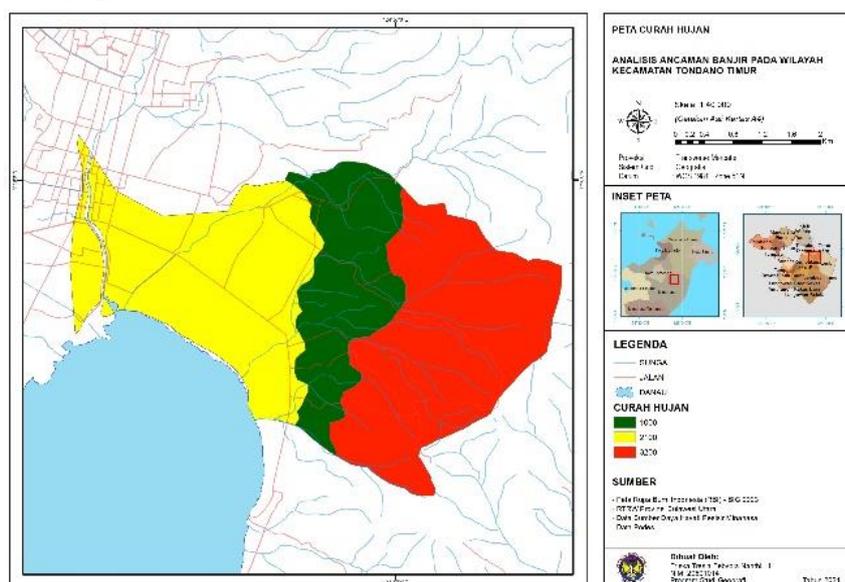
Gambar 3. Peta Jenis Tanah Kecamatan Tondano Timur

Penggunaan lahan turut mempengaruhi dinamika hidrologi suatu wilayah. Berdasarkan hasil pemetaan (gambar 4), informasi luasan terbesar diisi oleh sawah (580,90 ha) dan pertanian lahan kering (544,05 ha), serta pertanian campuran dan kebun campuran (478,58 ha). Lahan pertanian terutama sawah, berada di dataran rendah dan bersifat datar, menjadikannya tempat akumulasi air. Selain itu, lahan terbangun atau permukiman (80,89 ha) memberikan kontribusi terhadap peningkatan limpasan permukaan karena permukaan kedap air mempercepat aliran air hujan langsung ke sistem drainase atau sungai. Penggunaan lahan yang tidak disertai sistem konservasi air dan tanah yang baik akan memperburuk kondisi banjir, terutama saat curah hujan tinggi.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Tondano Timur

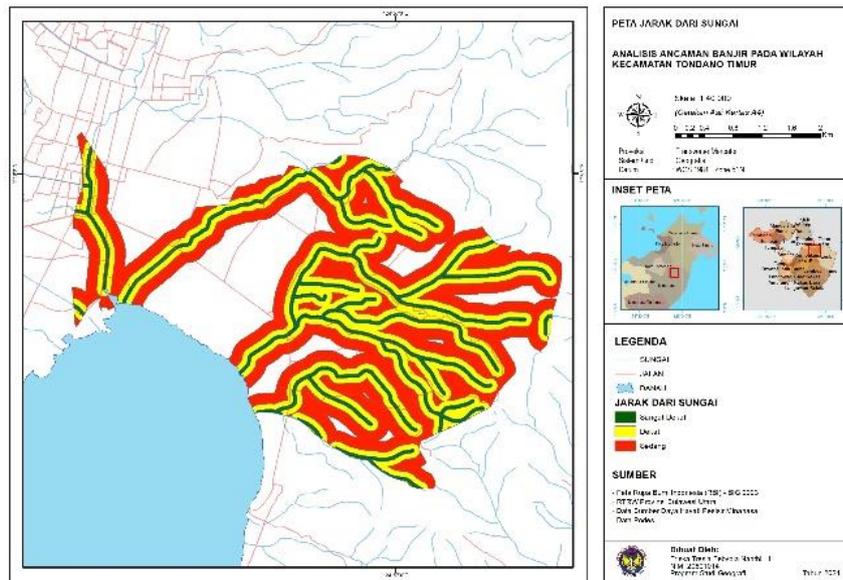
Data curah hujan (Gambar 5) menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki sebaran curah hujan yang cukup tinggi. Sebagian besar wilayah berada pada zona curah hujan 2100 mm (701,02 ha) dan 3200 mm (717,08 ha), sedangkan hanya sebagian kecil pada zona 1000 mm (380,01 ha). Curah hujan yang tinggi, khususnya >2000 mm/tahun, memberikan tekanan besar terhadap daya serap tanah dan sistem drainase alami. Ketika air hujan tidak dapat diresapkan secara cepat, maka akumulasi air permukaan akan berkontribusi langsung terhadap kejadian banjir, terutama di wilayah bertanah Grumosol dan bertopografi datar.



Gambar 5. Peta Curah Hujan Kecamatan Tondano Timur

Jarak dari sungai merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan tingkat risiko atau ancaman banjir di suatu wilayah. Wilayah yang berada dalam jarak 25 meter dari sungai berada dalam zona dengan risiko banjir yang sangat tinggi, terutama saat debit air meningkat akibat curah hujan tinggi atau luapan air sungai. Pada jarak 100 meter, risiko banjir masih signifikan, terutama jika wilayah tersebut tidak dilengkapi dengan infrastruktur penahan banjir seperti tanggul atau kanal drainase. Sementara itu, jarak 250 meter hingga 300 meter umumnya dianggap lebih aman, tetapi tetap berpotensi terdampak jika terjadi banjir besar atau banjir bandang yang melibatkan volume air sangat tinggi.

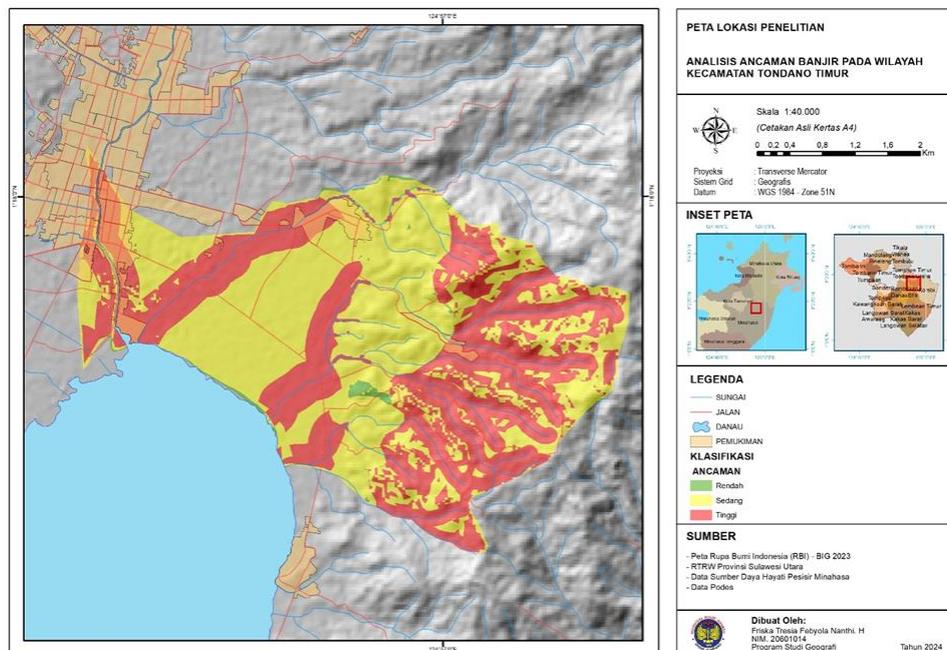
Ketidakteraturan sempadan sungai, penurunan kapasitas tampung sungai akibat sedimentasi, serta pembangunan di sepanjang bantaran sungai akan meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir.



Gambar 6. Peta Jarak Dari Sungai Kecamatan Tondano Timur

### Klasifikasi Tingkat Ancaman Banjir di Kecamatan Tondano Timur

Setiap parameter diberi skor berdasarkan klasifikasi yang menunjukkan tingkat pengaruhnya terhadap potensi banjir. Selanjutnya, skor tersebut dikalikan dengan bobot ( $X = \text{Skor} \times \text{Bobot}$ ), yang ditentukan berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing variabel dalam menyebabkan banjir. Setelah itu, kelima peta parameter digabungkan menggunakan teknik overlay berbobot (weighted overlay) untuk menghasilkan peta akhir. Berdasarkan peta ancaman banjir yang dihasilkan menunjukkan distribusi spasial tiga kategori ancaman, yaitu rendah (hijau), sedang (kuning), dan tinggi (merah).



Gambar 7. Peta Ancaman Banjir Kecamatan Tondano Timur

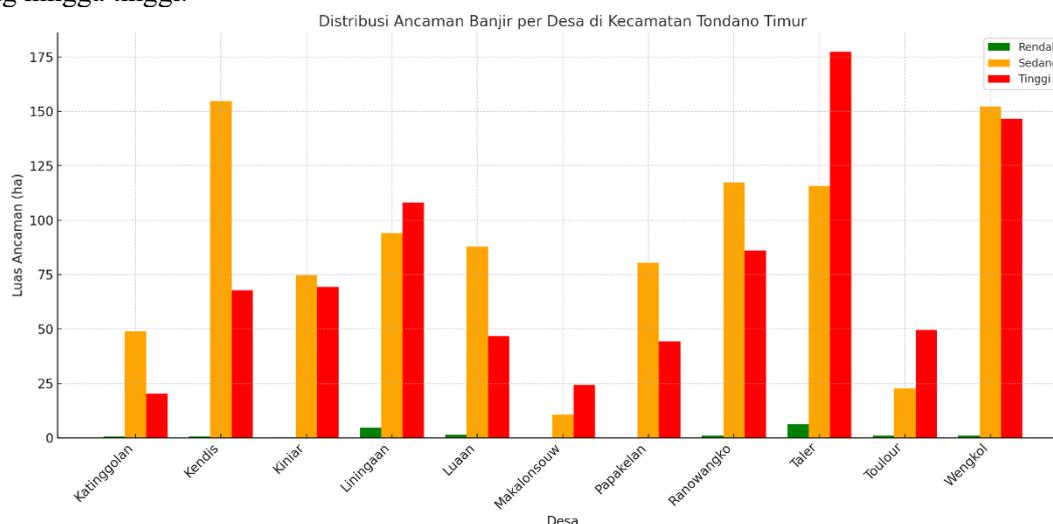
Sebagian besar wilayah berada dalam kategori sedang dan tinggi, yang menunjukkan bahwa Kecamatan Tondano Timur secara umum memiliki kerentanan yang cukup signifikan terhadap banjir. Analisis spasial menunjukkan bahwa dari total luas wilayah Kecamatan Tondano Timur sebesar 1.815,24 hektar, yaitu kategori rendah seluas 16,02 hektar (0,88%), sedang seluas 959,25 hektar (52,82%), dan tinggi seluas 839,98 hektar (46,27%).

Tabel 3. Klasifikasi Tingkat Ancaman Banjir di Kecamatan Tondano Timur

No	Kelas Ancaman Banjir	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Rendah	16,02	0,88 %
2	Sedang	959,25	52,82 %
3	Tinggi	839,98	46,27 %

### Sebaran dan Distribusi Ancaman Banjir di Kecamatan Tondano Timur

Berdasarkan hasil analisis spasial dengan pendekatan overlay terhadap faktor-faktor kerentanan fisik wilayah seperti kemiringan lereng, jenis tanah, penggunaan lahan, dan kedekatan terhadap sungai, diperoleh hasil bahwa wilayah Kecamatan Tondano Timur memiliki sebaran tingkat ancaman banjir yang bervariasi antar desa. Sebaran ini menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah desa di kecamatan ini memiliki tingkat ancaman yang signifikan terhadap bencana banjir, dengan dominasi pada kategori sedang hingga tinggi.



Gambar 7. Grafik Tingkat Distribusi Ancaman Banjir pada wilayah desa di Kecamatan Tondano Timur

Jika ditinjau lebih lanjut pada tingkat desa, distribusi ancaman banjir menunjukkan pola yang cukup konsisten dengan karakteristik fisik dan penggunaan lahan di masing-masing wilayah. Desa-desanya dengan luasan ancaman tinggi yang paling besar antara lain Desa Taler seluas 177,36 hektar, Desa Wengkol sebesar 146,53 hektar, Desa Liningaan 108,07 hektar, dan Desa Ranowangko 85,84 hektar. Sementara itu, kategori sedang mendominasi desa seperti Kendis dengan luas 154,72 hektar, Wengkol 152,34 hektar, Ranowangko 117,45 hektar, dan Taler 115,72 hektar. Meski demikian, wilayah dengan kategori rendah sangat terbatas dan tersebar kecil di beberapa desa, seperti di Desa Taler (6,29 hektar), Liningaan (4,44 hektar), dan Luaan (1,31 hektar).

Perbedaan tingkat ancaman ini erat kaitannya dengan kondisi topografi dan jenis tanah. Wilayah dengan kemiringan lahan datar hingga landai cenderung memiliki kapasitas drainase alami yang rendah, sehingga air mudah tergenang ketika curah hujan tinggi. Jenis tanah dominan di wilayah ini, seperti Grumosol dan Latosol, memiliki porositas rendah dan kemampuan resapan air yang buruk. Selain itu, penggunaan lahan yang didominasi oleh permukiman padat dan lahan pertanian intensif juga turut memperparah tingkat kerentanan terhadap banjir, karena menurunnya fungsi daerah resapan air.

Faktor kedekatan terhadap badan air seperti sungai dan saluran drainase utama juga menjadi variabel signifikan dalam menentukan tingkat ancaman. Beberapa desa yang berada di dekat jalur air alami, menunjukkan tingkat ancaman tinggi karena potensi luapan air saat musim hujan meningkat.

Kombinasi dari berbagai faktor biofisik dan antropogenik inilah yang menjadi penyebab utama dari tingginya sebaran ancaman banjir di wilayah ini

Distribusi ancaman banjir di Kecamatan Tondano Timur menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah desa memiliki tingkat risiko sedang hingga tinggi. Hal ini menjadi perhatian penting dalam perencanaan pembangunan wilayah, terutama dalam konteks adaptasi dan mitigasi bencana hidrometeorologi. Pemerintah daerah bersama masyarakat perlu memperkuat kapasitas adaptasi lokal dengan pendekatan berbasis spasial dan ekosistem, serta membatasi alih fungsi lahan di daerah dataran rendah. Dengan menggunakan pendekatan SIG, kajian seperti ini dapat menjadi dasar rekomendasi perencanaan tata ruang dan pengurangan risiko bencana secara terpadu.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) menunjukkan bahwa Kecamatan Tondano Timur, memiliki tingkat ancaman banjir yang cukup signifikan. Dari total luas wilayah sebesar 1.815,24 hektar, sebanyak 46,27% berada dalam kategori tinggi, 52,82% dalam kategori sedang, dan hanya 0,88% dalam kategori rendah.

Distribusi ancaman banjir per desa menunjukkan bahwa hampir seluruh desa di Kecamatan Tondano Timur terdampak, dengan desa-desa seperti Taler, Wengkol, Liningaan, dan Ranowanko memiliki luasan ancaman tinggi yang dominan. Sementara itu, kategori sedang juga tersebar luas di berbagai desa seperti Kendis dan Ranowanko. Hanya sedikit wilayah yang tergolong ancaman rendah dan tidak memiliki sebaran yang signifikan.

Hasil ini menunjukkan perlunya perencanaan tata ruang yang lebih responsif terhadap risiko bencana hidrometeorologi. Upaya adaptasi dan mitigasi, seperti konservasi daerah resapan, pengendalian alih fungsi lahan, penguatan drainase lokal, serta penguatan kapasitas masyarakat, menjadi langkah strategis yang perlu segera diimplementasikan guna mengurangi risiko dan dampak banjir di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alimin, M., Wicaksono, K. S., & Sudarto. (2015). Estimasi Limpasan Permukaan Das Mikro Brantas Hulu Kecamatan Bumiaji Kota Batu Menggunakan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 2(2), 171–177. <http://jtsl.ub.ac.id>
- Allolinggi, W., Kumaat, J. C., & Murdiyanto. (2022). Wilayah Rentan Tanah Longsor Menggunakan Metode Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) di Kota Tomohon. Universitas Negeri Manado.
- Aprillya, M. R., & Chasanah, U. (2021). Analisis Lahan Pertanian Rawan Banjir Menggunakan Metode Multi Atribut Utility Theory Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 16(2), 148. <https://doi.org/10.30872/jim.v16i2.6554>
- Arifin, F., Muhibuddin, A., & Saleh, H. (2023). Mitigasi Kawasan Rawan Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Jeneberang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Urban and Regional Studies Journal*, 6(1), 71–82. <https://doi.org/10.35965/ursj.v6i1.3813>
- Badan Pusat Statistik. (2023). Kecamatan Tondano Timur dalam angka 2023. BPS Kabupaten Minahasa.
- Briantama, R. H., Winata, N. A., Mahendra, M. R., & Harriski, F. T. (2024). Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Sungai Kali Surabaya berbasis Sistem Informasi Geografis Pada Ruas Aliran Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 23–34.
- Darmawan, K., Hani'ah, H., & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/15024>
- Hamdani, H., Permana, S., & Susetyaningsih, A. (2016). Analisa Daerah Rawan Banjir Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Bangka). *Jurnal Konstruksi*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.12-1.283>

- Hasrini, Wahyuni, S., & Rasul, M. (2024). Analisis Pemetaan Daerah Rawan Banjir dan Strategi Mitigasi Untuk Masyarakat Kabupaten Luwu. *Social Science*, 12(1), 73–81.
- Huda, A. S. H., Nugraha, A. L., & Bashit, N. (2020). Analisis Perubahan Laju Erosi Periode Tahun 2013 dan Tahun 2018 Berbasis Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : DAS Garang). *Jurnal Geodesi Undip Januari*, 9.
- Jayanti, M. A., & Jamil, A. M. M. (2020). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Kolaboratif Pada Kawasan Rawan Bencana Banjir Di Wilayah Peri Urban Kota Malang. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.21067/jpig.v5i1.3852>
- Kamal, S. A., Rondonuwu, D. M., & Warouw, F. (2023). Analisis Rencana Zonasi Wilayah Pesisir Kota Manado Berbasis Mitigasi Bencana. *Jurnal Spasial*, 11(1), 29–39.
- Lasaiba, M. (2023). Analisis Multikriteria Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) terhadap Bahaya dan Resiko Banjir di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 4(2), 77–90. <https://doi.org/10.23960/jgrs.ft.unila.146>
- Laurensz, B., Lawalata, F., Yulianto, S., & Prasetyo, J. (2019). Potensi Resiko Banjir dengan Menggunakan Citra Satelit (Studi Kasus : Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara). *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 2, 17–24.
- Pemani, I., Waraouw, F., & Suriadji, S. (2019). Karakteristik Adaptasi Struktural Menurut Tingkat Kerentanan Bencana Banjir Di Permukiman Sepanjang Bantaran Sungai Sawangan Kota Manado. *Spasial*, 6(2), 398–409.
- Purnomo, S., Mulki, G. Z., & Firdaus, H. (2018). Pemetaan Rawan Banjir di Kecamatan Pontianak Barat dan Pontianak Kota Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *UNIPLAN: Journal of Urban and Regional Planning*, 1–7.
- Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). Analisis Spasial Daerah Rawan Banjir Di Das Wae Heru, Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 75–82. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.8>
- Ramadana, W., Alimuddin, I., & Albab, N. I. U. (2023). Tingkat bahaya banjir di kawasan Sub DAS Masamba Kabupaten Luwu Utara. *Plano Madani: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 12 (1), 15–26. <https://doi.org/10.24252/jpm.v12i1.40838>
- Sahetapy, G. B., Poli, H., & Suryono. (2016). Analisis Jalur Evakuasi Bencana Banjir Di Kota Manado. *Spasial*, 3(2), 70–79.
- Sauda, R. H., Nugraha, A. L., & Hani'ah. (2019). Kajian Pemetaan Kerentanan Banjir Rob di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 466–474.
- Setiawan, A. R. (2024). Pendugaan Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor Berbantuan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.29408/geodika.v8i1.17187>
- Tone, R., Syafriny, R., & Tarore, R. C. (2023). Kajian Kawasan Berpotensi Banjir Dan Mitigasi Bencana Banjir Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Sangkub Di Kecamatan Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jurnal Spasial*, 10(1), 54–63.
- Ujung, A. T., Laila Nugraha, A., & Sugiastu Firdaus, H. (2019). Kajian Pemetaan Risiko Bencana Banjir Kota Semarang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip Oktober*, 8, 154–164.
- Wakhidatus, N., Nugraha, A. L., & Awaluddin, M. (2021). Analisis Ancaman Terhadap Bencana Banjir Dan Tanah Longsor Pada Wilayah Permukiman Di Kabupaten Jepara. *Jurnal Geodesi Undip*, 10(2), 29–35.