© 2025 Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP
JURNAL ILMU LINGKUNGAN
Volume 23 Issue 5 (2025) : 1243-1252 *ISSN 1829-8907*

Pemodelan Spasial Kerawanan Banjir di Kepulauan Nias dan sekitarnya berbasis Sistem Informasi Geografis dan *Multi-Criteria Decision Analysis*

Amati Eltriman Hulu[1*], Dandy Adriansyah R[1], Mizero Alexis[1], Ida Arianingsih[2], Hamka[2], Rizky Purnama[2], dan Arman Maiwa[2]

[1]Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Bogor, Indonesia; e-mail: amatieltriman123@gmail.com
[2]Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako, Kota Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia

ABSTRAK

Peningkatan kejadian Banjir di Kepulauan Nias dalam dekade terakhir menimbulkan kerugian ekonomi dan sosial yang besar. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model spasial untuk pemetaan tingkat kerawanan banjir di Kepulauan Nias dan Sekitarnya. Metode yang digunakan adalah *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) berbasis *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Enam variabel kriteria dianalisis yaitu kemiringan lereng, ketinggian, curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, dan jarak dari sungai. Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa ketinggian dan curah hujan merupakan faktor yang paling berpengaruh signifikan terhadap kerawanan banjir. Model yang dibangun kemudian mengklasifikasikan wilayah ke dalam tiga tingkat kerawanan yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa Kabupaten Nias Utara dan Nias Barat memiliki proporsi wilayah dengan kerawanan tinggi yang cukup besar. Sebaliknya, Kota Gunungsitoli dan Kabupaten Nias Selatan didominasi oleh wilayah dengan kerawanan rendah. Model spasial ini dapat berfungsi sebagai alat pendukung keputusan yang efektif bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam perencanaan mitigasi bencana, pengembangan tata ruang berbasis kebencanaan, dan pengembangan sistem peringatan dini banjir yang terintegrasi di Kepulauan Nias dan Sekitarnya.

***Kata kunci*:** Model Spasial, Kerawanan Banjir, Kepulauan Nias; *Analytical Hierarchy Process*, Sistem Informasi Geografis

ABSTRACT

The increasing frequency of flooding in the Nias Islands over the past decade has resulted in significant economic and social losses. This study aims to develop a spatial model for mapping flood vulnerability levels in the Nias Islands and surrounding areas. The method used is Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) based on the Analytical Hierarchy Process (AHP), integrated with a Geographic Information System (GIS). Six criterion variables were analyzed: slope, elevation, rainfall, soil type, land cover, and distance from rivers. The AHP results indicate that elevation and rainfall are the most significantly influential factors contributing to flood vulnerability. The developed model classifies the area into three vulnerability levels: low, moderate, and high. The findings reveal that Nias Utara Regency and Nias Barat Regency have considerable proportions of high-vulnerability areas. In contrast, Gunungsitoli City and Nias Selatan Regency are predominantly characterized by low-vulnerability areas. This spatial model can serve as an effective decision-support tool for local governments and stakeholders in disaster mitigation planning, disaster-informed spatial development, and the establishment of an integrated early flood warning system for the Nias Islands and surrounding regions.

***Keywords*:** Spatial Model, Flood Vulnerability, Nias Islands; Analytical Hierarchy Process, Geographic Information System

Citation: Hulu, A. E., R, D. A., Alexis, M., Arianingsih, I., Hamka., Purnama, R., dan Maiwa, A. (2025). Pemodelan Spasial Kerawanan Banjir di Kepulauan Nias dan sekitarnya berbasis Sistem Informasi Geografis dan *Multi-Criteria Decision Analysis*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 23(5), 1243-1252, doi:10.14710/jil.23.5.1243-1252

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global yang terjadi dalam dekade terakhir telah menyebabkan peningkatan intensitas curah hujan di berbagai wilayah (Ardiansyah et al., 2021; Darabi et al., 2020). Bencana hidrometeorologi seperti banjir menjadi perhatian utama di berbagai wilayah Indonesia, terutama di kawasan pesisir dan kepulauan (Dasanto et al., 2014; Ouma & Tateishi, 2014). Kondisi geografis wilayah kepulauan yang terdiri dari dataran rendah hingga perbukitan, serta dinamika perubahan pengunaan lahandan pertumbuhan penduduk, telah menciptakan kondisi

yang rawan terhadap terhadap bencana banjir (Fitriyati et al., 2024; Rudi Darmawan et al., 2018).

Sebagai negara yang terletak di wilayah tropis dengan curah hujan tinggi, Indonesia rentan mengalami banjir terutama pada saat musim hujan (Funk et al., 2007; Gu et al., 2007). Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) hingga awal tahun 2024, lebih dari 127 kejadian banjir telah terjadi di berbagai wilayah Indonesia dengan intensitas yang meningkat dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (BNPB, 2024). Wilayah yang paling sering terdampak banjir yaitu daerah pesisir Pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan.

Kepulauan Nias sebagai gugusan pulau yang ada di bagian barat Sumatera Utara memiliki karakteristik unik yang memengaruhi dinamika hidrologi dan risiko banjir. Penelitian Sarkar dan Mondal (2020) menunjukkan bahwa wilayah kepulauan dengan topografi beragam memerlukan pendekatan pemodelan banjir yang spesifik dan kontekstual.

Data historis BNPB mencatat terjadinya peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian banjir di Kepulauan Nias selama periode 2015-2023, dengan kerugian ekonomi dan dampak sosial yang signifikan (Shalih et al., 2023). Fenomena ini diperkuat oleh kajian (Junger et al., 2022; Ramadhan et al., 2022; Sugianto et al., 2022) yang melakukan analisis tren bencana hidrometeorologi dengan mengindikasikan adanya korelasi positif antara perubahan tutupan lahan dan peningkatan kerawanan banjir, yang diperburuk oleh intensifikasi curah hujan ekstrem akibat perubahan iklim. Implementasi model spasial untuk pemetaan kerawanan banjir menjadi semakin penting sebagai instrumen pendukung keputusan dalam upaya mitigasi dan adaptasi bencana.

Kajian yang dilakukan oleh Tehrany et al. (2019) mengungkapkan bahwa pendekatan pemodelan spasial dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah terbukti efektif dalam identifikasi dan pemetaan area rawan banjir di berbagai lokasi geografis (Hulu et al., 2023) yang dapat diintegrasikan dengan metode *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA)

Salah satu metode MCDA yaitu *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai salah satu teknik pengambilan keputusan multi-kriteria yang telah banyak diimplementasikan dalam menganalisis kerawanan banjir dan bidang lainya (Istiqamah et al., 2024; Swain et al., 2020). AHP mempu membangun model berbagai parameter fisik dan antropogenik secara sistematis berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya terhadap kejadian banjir (Ouma & Tateishi, 2014; Ramkar & Yadav, 2021).

Meskipun telah dilakukan penelitian terdahulu tentang analisis kerawanan banjir di Kepulauan Nias, penelitian tersebut masihmenunjukkan keterbatasan. Harefa et al. (2024) hanya mempertimbangkan tiga variabel (*buffer* sungai, kemiringan lereng, dan topografi) dalam pemetaan bahaya banjir di Nias Utara, sehingga mengabaikan faktor penting seperti curah hujan, jenis tanah, dan tutupan lahan yang secara empiris memengaruhi siklus hidrologi. Sementara itu, Rakuasa & Latue (2023) mengadaptasi model kerawanan banjir dari wilayah lain tanpa memperhatikan karakteristik wilayah kajian. Simplifikasi variabel dan ketiadaan penyesuaian kontekstual ini berpotensi menimbulkan ketidakakuratan identifikasi zona rawan serta mengurangi relevansi model untuk perencanaan mitigasi berbasis bukti.

Karakteristik fisik Kepulauan Nias yang beragam membutuhkan metodologi pemodelan yang mampu mengakomodasi keragaman tersebut, sebagaimana diusulkan oleh (Arya & Kumar, 2023) dalam penelitiannya tentang pendekatan multi-kriteria untuk pemetaan risiko banjir.

Studi ini bertujuan untuk mengembangkan model spasial tingkat kerawanan banjir di Kepulauan Nias dan sekitarnya melalui pendekatan SIG yang diintegrasi dengan Multi-*Criteria Decision Analysis* (MCDA) berbasis AHP. Model ini diharapkan mampu menjadi instrumen pendukung keputusan dalam perencanaan tata ruang berbasis risiko, mitigasi bencana, dan penguatan sistem peringatan dini di wilayah kepulauan yang rawan banjir.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kepulauan Nias dan Sekitarnya (Gambar 1). Secara administrasi berada di 4 kabupaten (Nias Utara, Nias Barat, Nias Selatan, Nias) dan 1 kota madya (Gunungsitoli). Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), terdapat 161 Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berada di bawah pengelolaan Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Asahan Barumun.

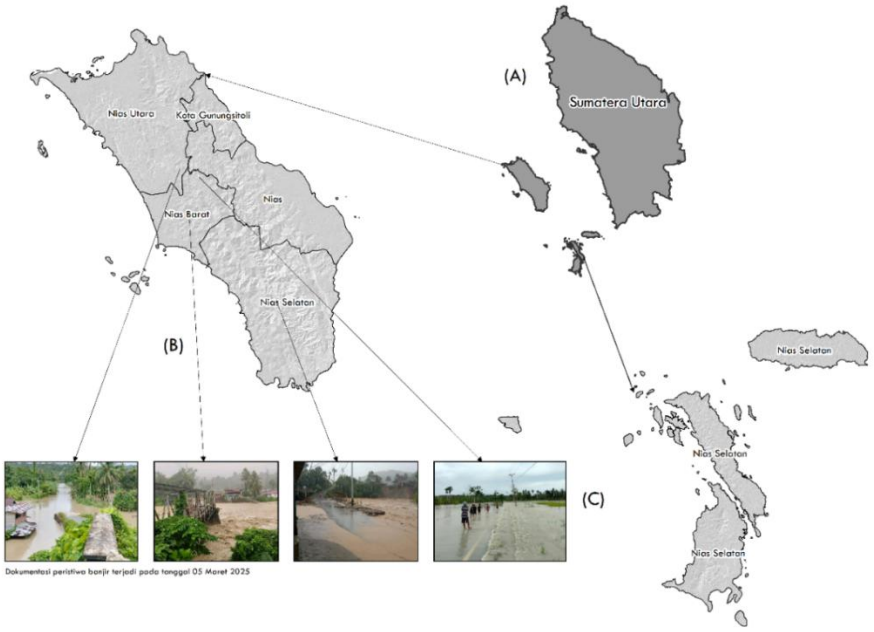
2.2. Alat dan Data

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Global Positioning System* (GPS). *Software* yang digunakan terdiri dari QGIS Desktop 3.40.1, *SuperDecisions* dan *Microsoft Office*. Penelitian ini menggunakan beberapa data sebagai variabel untuk membangun model, 6 variabel yang digunakan yaitu kemiringan lereng, ketinggian, curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan dan jarak dari sungai (Tabel 1). Semua data yang dikumpulkan dikonversi menjadi data vektor.

Tabel 1. Jenis Data dan Sumber Data

Data	Sumber
Kemiringan Lereng	*Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)*-Badan Informasi Geospasial (BIG)
Ketinggian	
Curah Hujan 2015-2025	*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS)*
Jenis Tanah	BBSDLP
Tutupan Lahan Tahun 2024	*Sentinel-2 10m Land Use/Land Cover – Esri and Impact Observatory*
Jarak Sungai	Peta Rupa Bumi Indonesia

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



Gambar 1. Lokasi Penelitian (A) Provinsi Sumatera Utara (B) Kepulauan Nias (C) Pulau-Pulau Batu

2.3. Model Spasial

Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) merupakan salah satu pendekatan dalam menentukan proporsi pengaruh masing-masing variabel yang telah ditentukan. Salah satu teknik yang sering digunakan yaitu *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Penerapan AHP digunakan untuk memecahkan masalah yang kompleks menjadi hierarki kriteria dan subkriteria yang lebih sederhana, kemudian membandingkan masing-masing variabel secara berpasangan untuk menentukan kepentingan relatifnya.

Dalam metode AHP, penentuan bobot variabel menggunakan *pairwise comparison* (perbandingan berpasangan) antar variabel. Input dalam metode AHP pada penelitian ini terdiri atas enam kriteria utama yang berperan dalam menentukan tingkat kerawanan banjir, yaitu kemiringan lereng, ketinggian, curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, dan jarak dari sungai. Masing-masing kriteria dijabarkan ke dalam sub-kriteria berdasarkan klasifikasi tertentu. Untuk mengevaluasi masing-masing variabel digunakan perbandingan antara variabel dengan ranking 1 – 9. Penentuan ranking dilakukan oleh *expert judgment* menggunakan kuesioner. Sebanyak lima orang pakar lokal yang memiliki keahlian dan pengalaman terkait kejadian banjir di Kepulauan Nias dan sekitarnya dilibatkan dalam proses penilaian.

Nilai hasil perbandingan disusun dalam bentuk matriks, kemudian dinormalisasi untuk memperoleh bobot kriteria. Pembobotan akhir untuk parameter adalah nilai normalisasi dari vektor eigen yang terkait dengan nilai eigen maksimum dari matriks rasio (Zhang et al., 2021). Tahap berikutnya adalah melakukan uji konsistensi melalui perhitungan *Consistency Ratio* (CR) untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan logis dan dapat diterima. Nilai CR ≤ 0,1 artinya tingkat konsistensi baik.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{.....(1)}$$

$$CI = \frac{(\lambda Max - n)}{(n-1)} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana; CR (konsistensi rasio); CI (konsistensi indeks); RI (indeks acak); λMax (nilai eigen maksimum); n (jumlah variabel).

2.4. Distribusi Tingkat Kerawanan Banjir

Distribusi tingkat kerawanan banjir menggunakan pendekatan analisis spasial dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data primer yang digunakan adalah model spasial kerawanan banjir yang telah dikonstruksi sebelumnya. Integrasi data dilakukan dengan mengimpor model spasial tersebut ke dalam layer variabel yang telah dibangun.

Analisis *overlay* dilakukan terhadap variabel-variabel pendorong kerawanan banjir yang telah diberi pembobotan sesuai dengan tingkat pengaruhnya terhadap kejadian banjir. Algoritma pembobotan yang diaplikasikan mengacu pada metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Nilai dari model spasial kerawanan banjir di bagi menjadi tiga kelas yakni rendah, sedang dan tinggi. Penentuan interval kelas dilakukan dengan metode *Equal Interval*, yaitu mengurangi nilai maksimum dengan nilai minimum, kemudian membaginya dengan jumlah kelas yang ditetapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Variabel Pendorong Kerawanan Banjir

Kerawanan banjir di Kepulauan Nias dan sekitarnya dipengaruhi oleh sejumlah variabel pendorong yang saling berkaitan (Gambar 2). Secara geomorfologis, wilayah ini didominasi oleh kemiringan lereng landai (0–8%) yang mencakup sekitar 87,30% dari total luas daratan. Kondisi topografi tersebut, seperti hasil penelitian Hulu et al.

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

(2023), berkontribusi terhadap rendahnya kecepatan aliran permukaan yang pada akhirnya meningkatkan potensi terjadinya genangan air. Genangan ini makin diperparah oleh karakteristik jenis tanah yang didominasi Kambisol Distrik (49,45%) dan Podsolik Haplik (11,82%) yang memiliki kapasitas infiltrasi rendah (Darmawan et al., 2023; Tupanno et al., 2023). Interaksi antara lereng landai dan tanah dengan permeabilitas rendah ini menciptakan kondisi ideal untuk akumulasi air permukaan, terutama ketika dihadapkan pada curah hujan tinggi yang melebihi 2.500 mm/tahun. Menurut Hasanah et al. (2021) dan Nurzanah (2022), curah hujan tinggi merupakan faktor dominan yang memicu banjir dengan melebihi kapasitas resapan tanah dan sistem drainase.

Air permukaan yang tidak terserap kemudian terkonsentrasi di daerah rendah, mengingat 51,03% wilayah berada pada ketinggian di bawah 100 mdpl. Seperti dinyatakan Suharini et al. (2015), daerah yang berada pada elevasi rendah berfungsi sebagai zona akumulasi aliran air dari daerah yang lebih tinggi. Faktor antropogenik turut memperburuk kondisi ini, dimana tutupan lahan perkebunan yang mendominasi cenderung mengurangi kemampuan resapan air dibandingkan tutupan hutan (Farid et al., 2022; Naharuddin et al., 2024).

Risiko banjir mencapai tingkat kritis pada wilayah yang berdekatan dengan sungai, dimana 25,86% wilayah berada dalam jarak kurang dari 100 meter dari sungai. Wilayah-wilayah ini menjadi paling rentan terhadap genangan dan luapan saat terjadi hujan intensitas tinggi, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian Mondal & Patel (2018) dan Singh et al. (2021). Maka, kerawanan banjir di Kepulauan Nias merupakan hasil dari interaksi dinamis antara faktor topografi, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, dan kedekatan dengan jaringan sungai.

3.2. Skoring dan Model Spasial

Variabel pendorong distandarisasi untuk memberi informasi secara tematik menggunakan skoring dan model spasial dibangun berdasarkan bobot setiap variabel menggunakan *expert judgment* (Tabel 2).

Berdasarkan model yang dikembangkan menggunakan teknik Analytic Hierarchy Process (AHP) dengan enam variabel, diperoleh nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 7,4%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model memiliki tingkat konsistensi yang baik dan dapat diterima secara ilmiah sesuai kriteria yang ditetapkan oleh Saaty (1990).

Ketinggian merupakan variabel dengan bobot tertinggi (27,8%). Daerah dengan elevasi rendah relatif terhadap permukaan laut (MDPL) memiliki tingkat kerawanan lebih tinggi terhadap genangan air, terutama pada lokasi yang berdekatan dengan badan air (Jung et al., 2014). Curah hujan menempati posisi kedua dengan bobot hampir setara (27,7%) yaitu intensitas hujan, tingginya intensitas hujan berkontribusi langsung pada peningkatan volume air yang berpotensi menyebabkan banjir. Wilayah Kepulauan Nias dan sekitarnya dengan rata-rata curah hujan melebihi 2500 mm/tahun cenderung memiliki risiko banjir yang lebih signifikan (Irfan et al., 2023; Prasetyo et al., 2018). Jarak dari sungai menjadi variabel penting ketiga dengan bobot 18,9%. Semakin dekat suatu area dengan aliran sungai, semakin tinggi potensi luapan air, terutama untuk kawasan dalam radius 25 meter dari badan sungai (Chaulagain et al., 2023; Mdegela et al., 2023).

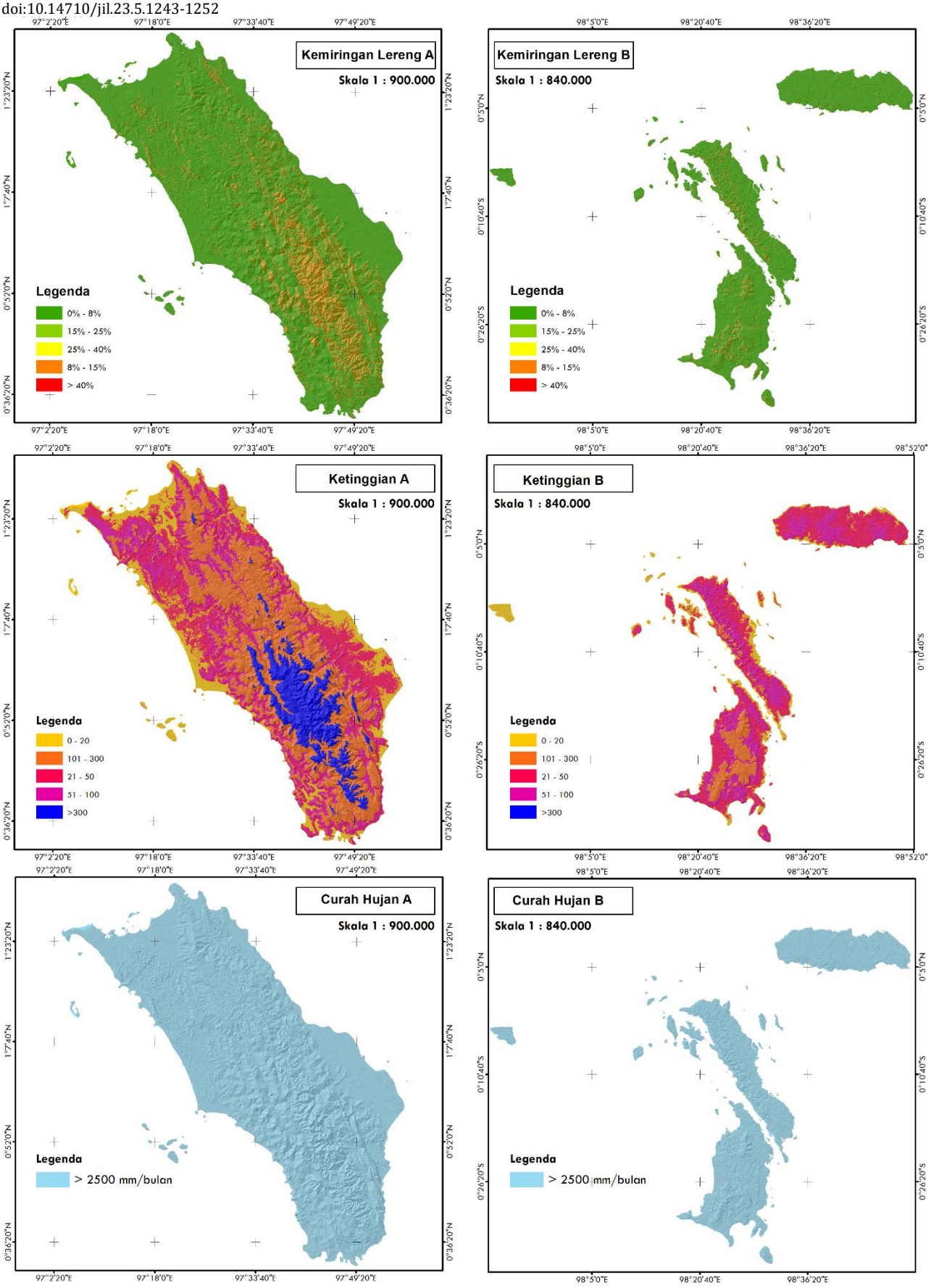
Secara matematis model spasial kerawanan banjir di kepualauan nias dan sekitarnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Model Spasial} = (A \times 5{,}5) + (B \times 27{,}8) + (C \times 27{,}7) + (D \times 15{,}4) + (E \times 4{,}7) + (F \times 18{,}9)$$

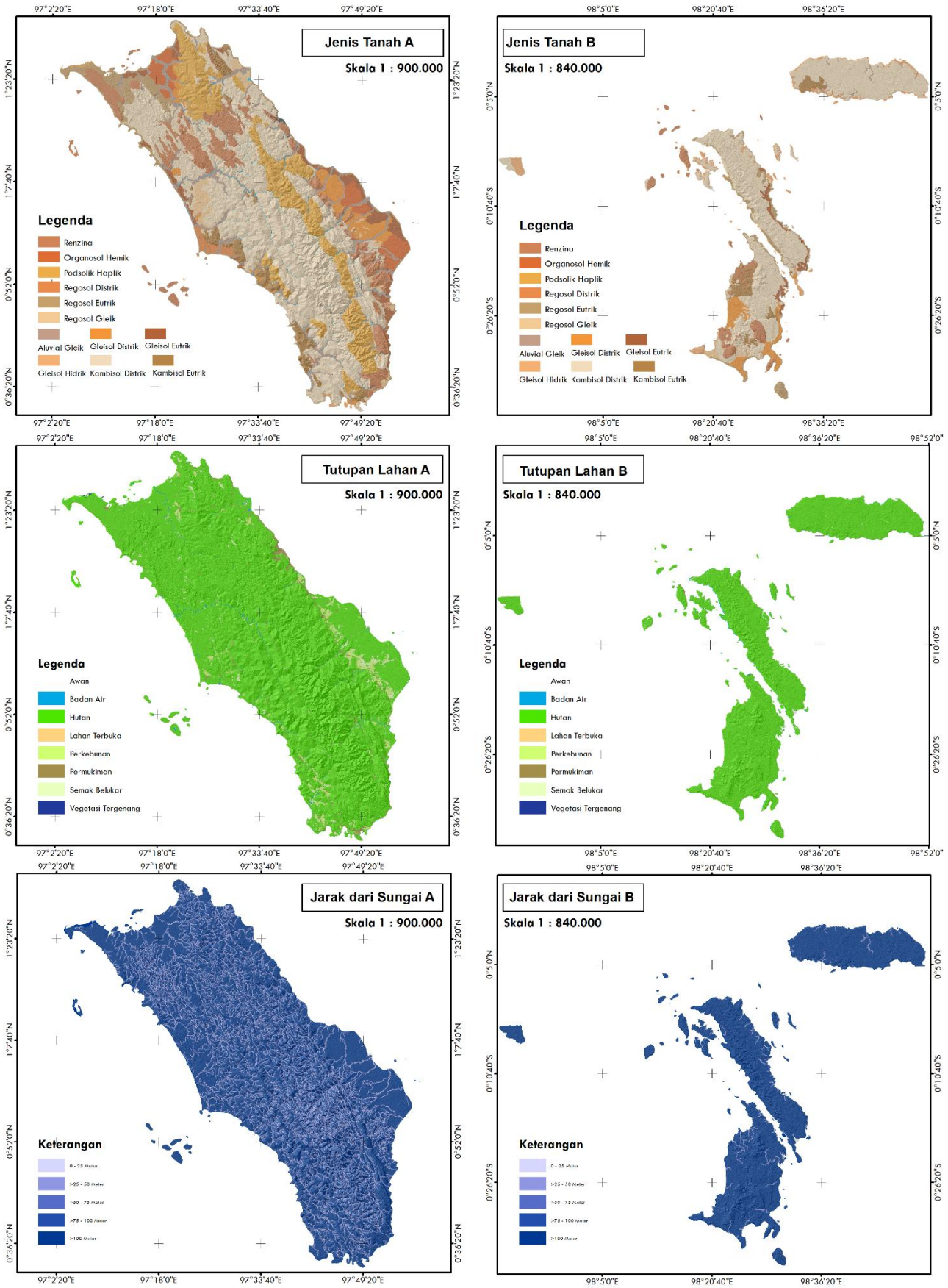
Tabel 2. Skor dan Bobot Model Spasial Kerawanan Banjir

Variabel	Klasifikasi	Skor	Bobot
Kemiringan Lereng (A)	0% - 8%	5	5,5
	>8% - 15%	4	
	>15% - 25%	3	
	>25% - 40%	2	
	> 40%	1	
Ketinggian (B)	0 – 20 MDPL	5	27,8
	>20 – 50 MDPL	4	
	>50 – 100 MDPL	3	
	>100 – 300 MDPL	2	
	>300 MDPL	1	
Curah Hujan (C)	>2500 mm/tahun	5	27,7
Tutupan Lahan (D)	Badan Air, Lahan Terbuka dan Vegetasi Tergenang	5	15,4
	Permukiman dan Semak Belukar	4	
	Perkebunan	2	
	Hutan	1	
Jenis Tanah (E)	Aluvial Gleik	5	4,7
	Gleisol Distrik, Gleisol Eutrik, Gleisol Hidrik, Kambisol Distrik, Kambisol Eutrik, Organosol Hemik dan Tubuh Air	4	
	Podsolik Haplik	3	
	Regosol Distrik, Regosol Eutrik, Regosol Gleik, Renzina	2	
	Permukiman	1	
Jarak dari Sungai (F)	>100 Meter	5	18,9
	>75 - 100 Meter	4	
	>50 - 75 Meter	3	
	>25 - 50 Meter	2	
	0 - 25 Meter	1	

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



Gambar 2. Variabel Pendorong Kerawanan Banjir (A) Kepulauan Nias (B) Pulau-Pulau Batu

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

3.3. Distribusi Tingkat Kerawanan Banjir

Berdasarkan model kerawan banjir diketahui distribusi kerawanan banjir (Tabel 3). Persebaran kerawanan banjir di empat kabupaten dan satu kota di Kepulauan Nias dan sekitarnya menunjukkan pola yang bervariasi. Kota Gunungsitoli didominasi oleh wilayah dengan tingkat kerawanan banjir rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa secara relatif Kota Gunungsitoli lebih aman dari ancaman banjir dibandingkan dengan wilayah lain. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), sepanjang tahun 2024 tercatat sebanyak 12 kejadian banjir di Kota Gunungsitoli (BPS, 2024). Di Kabupaten Nias, distribusi kerawanan banjir lebih merata, dengan sebagian besar wilayah berada dalam kategori sedang, menunjukkan bahwa potensi banjir perlu menjadi perhatian serius di daerah ini (BPS, 2024).

Kabupaten Nias Barat, didominasi oleh klasifikasi kerawanan rendah dan sedang dengan persebaran proporsi yang cenderung seimbang. Sementara itu, hanya sebagian kecil wilayah yang termasuk dalam kategori tinggi. Kabupaten Nias Selatan memiliki wilayah dengan kerawanan banjir tinggi yang relatif kecil, yakni 3,61%, sehingga menunjukkan kondisi yang kurang rentan terhadap banjir dibandingkan kategori lainnya. Sebaliknya, Kabupaten Nias Utara mencatat wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi sebesar 12,17%, merupakan persentase tertinggi dibandingkan kabupaten lainnya, sehingga menjadikannya sebagai wilayah yang paling rentan terhadap banjir.

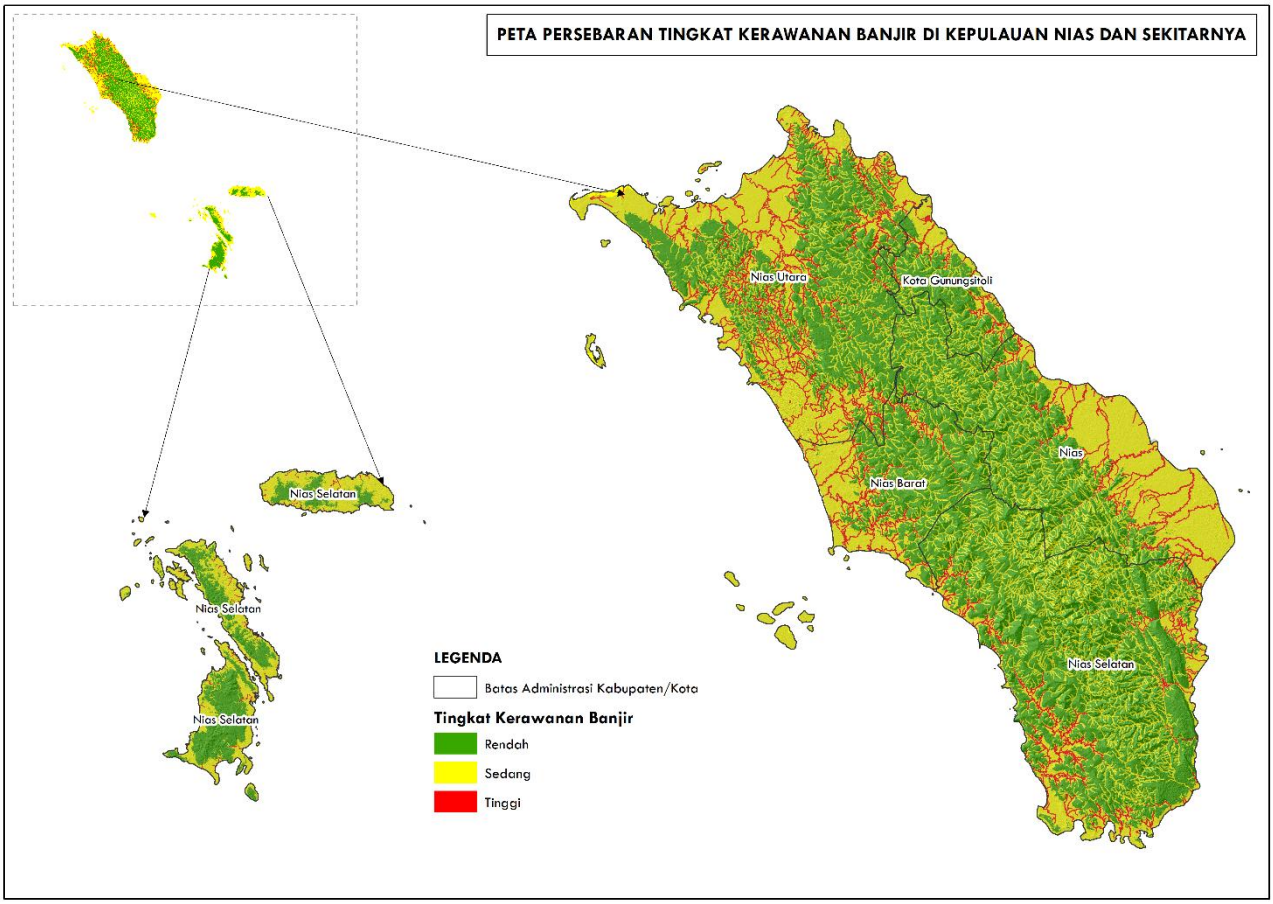
Kejadian banjir di Kepulauan Nias, khususnya di Kabupaten Nias Barat, Nias Selatan, dan Nias Utara, menunjukkan korelasi yang erat dengan data distribusi kerawanan banjir di wilayah tersebut. Berdasarkan data, Kabupaten Nias Utara memiliki persentase wilayah dengan tingkat kerawanan banjir tinggi terbesar, yaitu mencapai 12,17%. Tingginya tingkat kerawanan tersebut tidak dapat dipisahkan dari karakteristik topografi wilayahnya. Sebagian besar wilayah Nias Utara didominasi oleh dataran rendah dengan elevasi berada pada rentang 0–300 meter di atas permukaan laut. Kondisi topografi ini mengakibatkan daya tampung dan kemampuan resapan air tanah menjadi sangat terbatas. Karakteristik tanah di wilayah ini didominasi oleh Kambisol Distrik dan Podsolik Haplik. Penelitian Arrosyidah et al. (2024) dan Muchtar et al. (2024) menyatakan bahwa kedua jenis tanah ini memiliki tingkat infiltrasi yang rendah, Kambisol Distrik, yang menyusun sebagian besar wilayah, memiliki solum yang relatif dangkal dan permeabilitas yang lambat, sementara Podsolik Haplik dicirikan oleh horizon argilik yang padat dan bersifat *impermeable* dan memiliki tingkat keasaman tinggi yang mengurangi stabilitas struktur tanah. Kombinasi antara topografi dataran rendah dengan jenis tanah yang memiliki kapasitas infiltrasi sangat rendah ini menciptakan kondisi dimana air permukaan tidak dapat terserap dengan optimal. Akibatnya, terjadi aliran permukaan (*runoff*) dari daerah yang lebih tinggi terakumulasi dengan cepat di dataran rendah, sehingga memicu terjadinya banjir. Hal ini dibuktikan oleh peristiwa banjir pada Maret 2025 yang dipicu oleh curah hujan dengan intensitas tinggi di beberapa kecamatan, termasuk Desa Baho dan Desa Lolofaoso di Kecamatan Lotu, serta Desa Ononazara di Kecamatan Tugala Oyo. Kejadian tersebut tidak hanya merendam kawasan permukiman, tetapi jugamenghambat aktivitas masyarakat.

Kabupaten Nias Barat memiliki persentase wilayah berkerawanan tinggi yakni 9,09%. Berdasarkan variabel fisiknya, kerawanan banjir di Kabupaten Nias Barat dipengaruhi oleh kombinasi dominasi jenis tanah Kambisol Distrik (60,69%) dan topografi dataran rendah (0-100 mdpl seluas 77,51%). Tanah Kambisol yang memiliki kapasitas infiltrasi rendah menyebabkan koefisien aliran permukaan sangat tinggi, sementara topografi yang landai pada dataran rendah menjadikan wilayah tersebut sebagai zona akumulasi air (Muchtar et al., 2024). Hal ini dibuktikan dengan kejadian banjir yang melanda empat kecamatan di Nias Barat pada Maret 2025, yang menyebabkan 1.632 jiwa terdampak, 55 rumah rusak parah, serta kerusakan infrastruktur seperti jembatan dan jalan penghubung.

Tabel 3. Luas Kerawanan Banjir di 4 Kabupaten dan 1 Kota di Kepulauan Nias dan Sekitar

Kabupaten/Kota	Kerawanan	Luas (ha)	Persentase (%)
Gunungsitoli	Rendah	11572,84	55,51
Gunungsitoli	Sedang	7690,34	36,89
Gunungsitoli	Tinggi	1585,71	7,61
Nias	Rendah	38060,29	42,21
Nias	Sedang	46648,56	51,73
Nias	Tinggi	5468,80	6,06
Nias Barat	Rendah	22133,20	47,91
Nias Barat	Sedang	19864,62	43,00
Nias Barat	Tinggi	4200,30	9,09
Nias Selatan	Rendah	129648,97	51,36
Nias Selatan	Sedang	113660,32	45,03
Nias Selatan	Tinggi	9106,98	3,61
Nias Utara	Rendah	48343,21	39,22
Nias Utara	Sedang	59912,46	48,61
Nias Utara	Tinggi	15006,54	12,17

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



Gambar 3. Persebaran Tingkat Kerawanan Banjir di Kepulauan Nias dan Sekitarnya

Sementara itu, Kabupaten Nias Selatan, yang memiliki persentase wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi relatif rendah (3,61%), juga mengalami banjir pada periode yang sama. Hujan deras yang mengguyur wilayah ini menyebabkan luapan sungai dan merendam permukiman. Meskipun persentase kerawanan tinggi di Nias Selatan lebih kecil, kejadian ini mengindikasikan bahwa faktor curah hujan ekstrem dapat memicu banjir bahkan di wilayah yang secara umum dianggap lebih aman.

Secara keseluruhan, kejadian banjir di Kepulauan Nias menunjukan bahwa upaya mitigasi dan penanganan bencana harus disesuaikan dengan karakteristik kerawanan masing-masing wilayah. Wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi seperti Nias Utara dan Nias Barat memerlukan perhatian khusus, tidak hanya dalam hal perbaikan sistem drainase konvensional, penguatan infrastruktur, dan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat, tetapi juga melalui penerapan strategi teknis seperti pembangunan infrastruktur retensi untuk mengelola limpasan air permukaan serta penguatan kelembagaan dengan membentuk forum koordinasi permanen antar dinas terkait dan pemerintah desa (Ramdhan Dazali & Amal Putra, 2024; Widia Ierdiana et al., 2025). Sementara itu, wilayah dengan tingkat kerawanan sedang hingga rendah, seperti Nias Selatan, tetap perlu meningkatkan kewaspadaan terhadap potensi banjir akibat cuaca ekstrem dengan menerapkan pendekatan yang proporsional, misalnya melalui program resapan air berbasis masyarakat serta penyusunan rencana kontinjensi yang terintegrasi dengan kabupaten tetangga.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa bencana banjir di Kepulauan Nias dan sekitarnya secara signifikan dipengaruhi oleh dua variabel utama, yaitu ketinggian wilayah (bobot 27,8) dan curah hujan (bobot 27,7). Konvergensi kedua faktor tersebut termanifestasi secara spasial melalui sebaran wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi terluas terletak di Kabupaten Nias Utara (15.006,54 ha) dan Nias Barat (4.200,30 ha), yang secara topografis didominasi oleh dataran rendah.

Temuan ini memerlukan pendekatan mitigasi yang diferensial dan integratif. Mitigasi di wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi harus memprioritaskan intervensi teknis berbasis *engineering*, seperti pembangunan infrastruktur retensi dan penguatan sistem drainase, yang didukung oleh penguatan kelembagaan melalui koordinasi multipihak yang efektif. Sementara itu, wilayah dengan kerawanan rendah hingga menengah tetap memerlukan peningkatan kesiapsiagaan untuk mengantisipasi kejadian cuaca ekstrem.

Maka implikasi kebijakan yang utama adalah perlunya integrasi data spasial kerawanan banjir secara imperatif ke dalam perencanaan tata ruang dan kebijakan pembangunan berkelanjutan di Kepulauan

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

Nias. Strategi ke depan harus berfokus pada pembangunan yang adaptif dan responsif terhadap parameter hidrometeorologi untuk memutus mata rantai kerawanan bencana banjir secara sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, M., Nugraha, R. A., Iman, L. O. S., & Djatmiko, S. D. (2021). Impact of Land Use and Climate Changes on Flood Inundation Areas in the Lower Cimanuk Watershed, West Java Province. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, *23*(2), 53–60. https://doi.org/10.29244/jitl.23.2.53-60

Arrosyidah, M. R., Djayus, D., Mislan, M., & Munir, R. (2024). Laju Infiltrasi Air di Lubang Biopori pada Berbagai Jenis Tanah di Kelurahan Loa Bakung. *GEOSAINS KUTAI BASIN*, *7*(1), 28. https://doi.org/10.30872/geofisunmul.v7i1.1237

Arya, S., & Kumar, A. (2023). AHP GIS-aided flood hazard mapping and surface runoff estimation in Gurugram, India. *Natural Hazards*, *117*(3). https://doi.org/10.1007/s11069-023-05973-4

BNPB. (2024, June). Banjir Awal Tahun 2024. *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*.

BPS. (2024). *Statistik Potensi Desa Sumatera Utara*. Badan Pusat Statistik Sumatera Utara.

Chaulagain, D., Ram Rimal, P., Ngando, S. N., Nsafon, B. E. K., Suh, D., & Huh, J. S. (2023). Flood susceptibility mapping of Kathmandu metropolitan city using GIS-based multi-criteria decision analysis. *Ecological Indicators*, *154*. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110653

Darabi, H., Haghighi, A. T., Mohamadi, M. A., Rashidpour, M., Ziegler, A. D., Hekmatzadeh, A. A., & Kløve, B. (2020). Urban flood risk mapping using data-driven geospatial techniques for a flood-prone case area in Iran. *Hydrology Research*, *51*(1), 127–142. https://doi.org/10.2166/nh.2019.090

Darmawan, Y., Mashuri, I., Jumansa, M. A., Aslam, F. M., & Azzahra, A. (2023). Analisis daerah rawan banjir dengan metode composite mapping analysis (Cma) di kota padang. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, *29*(2), 89–97.

Dasanto, B. D., Pramudya, B., Boer, R., & Suharnoto, Y. (2014). Effects of Forest Cover Change on Flood Characteristics in the Upper Citarum Watershed. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)*, *20*(3), 141–149. https://doi.org/10.7226/jtfm.20.3.141

Farid, M., Pratama, M. I., Kuntoro, A. A., Adityawan, M. B., Rohmat, F. I. W., & Moe, I. R. (2022). Flood Prediction due to Land Cover Change in the Ciliwung River Basin. *International Journal of Technology*, *13*(2). https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i2.4662

Fitriyati, N., Arifin, H. S., Kaswanto, R. L., & Marimin, M. (2024). Model Mitigasi Banjir Kota Bekasi untuk Resiliensi Perkotaan. *Policy Brief Pertanian, Kelautan, Dan Biosains Tropika*, *6*(4), 1090–1096. https://doi.org/10.29244/agro-maritim.0604.1090-1096

Funk, C., Ederer, G., & Pedreros, D. (2007). Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Senior Review Proposal. In *Wwa.Colorado.Edu*.

Gu, G., Adler, R. F., Huffman, G. J., & Curtis, S. (2007). Tropical rainfall variability on interannual-to-interdecadal and longer time scales derived from the GPCP monthly product. *Journal of Climate*, *20*(15). https://doi.org/10.1175/JCLI4227.1

Harefa, S., Kumalawati, R., Nurlina, N., & Hadi, I. K. (2024). Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Bahaya Banjir Di Kabupaten Nias Utara: Analisis Dan Pendekatan Mitigasi. *PRIMER: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, *2*(2), 142–150. https://doi.org/10.55681/primer.v2i2.332

Hasanah, M. A., Soim, S., & Handayani, A. S. (2021). Implementasi CRISP-DM Model Menggunakan Metode Decision Tree dengan Algoritma CART untuk Prediksi Curah Hujan Berpotensi Banjir. *Journal of Applied Informatics and Computing*, *5*(2), 103–108. https://doi.org/10.30871/jaic.v5i2.3200

Hulu, A. E., Muis, H., Massiri, S. D., Naharuddin, N., Toknok, B., Pribadi, H., Rahman, A., Maiwa, A., Baharuddin, R. F., Suni, M. A., & Istiqamah, N. (2023). Spatial Analysis of Water Infiltration Potential in the Miu Watershed of Sigi Regency. *Advance Sustainable Science Engineering and Technology*, *5*(2), 0230208. https://doi.org/10.26877/asset.v5i2.16626

Irfan, M., Safrina, S., Koriyanti, E., Kurniawati, N., Saleh, K., & Iskandar, I. (2023). Effects of climate anomaly on rainfall, groundwater depth, and soil moisture on peatlands in South Sumatra, Indonesia. *Journal of Groundwater Science and Engineering*, *11*(1). https://doi.org/10.26599/JGSE.2023.9280008

Irnawati, I., Mierta Dwangga, & Muhammad Fadli Hasa. (2023). Sosialisasi Peran Hutan dan Lingkungan dalam Penanggulangan Banjir di Kota Sorong. *Abdimas: Papua Journal of Community Service*, *5*(1), 26–33. https://doi.org/10.33506/pjcs.v5i1.2148

Istiqamah, N., Muis, H., Massiri, S. D., Baharuddin, R. F., Misrah, M., Toknok, B., Maiwa, A., Rahman, A., & Hulu, A. E. (2024). Spatial Analysis of the Level of Accessibility of the Bobo Village Community in the Lore Lindu National Park Area. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, *6*(2), 0240201. https://doi.org/10.26877/asset.v6i2.18000

Jung, Y., Kim, D., Kim, D., Kim, M., & Lee, S. O. (2014). Simplified flood inundation mapping based on flood elevation-discharge rating curves using satellite images in gauged watersheds. *Water (Switzerland)*, *6*(5), 1280–1299. https://doi.org/10.3390/w6051280

Junger, L., Hohensinner, S., Schroll, K., Wagner, K., & Seher, W. (2022). Land Use in Flood-Prone Areas and Its Significance for Flood Risk Management—A Case Study of Alpine Regions in Austria. *Land*, *11*(3). https://doi.org/10.3390/land11030392

Mdegela, L., Municio, E., De Bock, Y., Luhanga, E., Leo, J., & Mannens, E. (2023). Extreme Rainfall Event Classification Using Machine Learning for Kikuletwa River Floods. *Water (Switzerland)*, *15*(6). https://doi.org/10.3390/w15061021

Mondal, S., & Patel, P. P. (2018). Examining the utility of river restoration approaches for flood mitigation and channel stability enhancement: a recent review. *Environmental Earth Sciences*, *77*(5). https://doi.org/10.1007/s12665-018-7381-y

Muchtar, A., Wahyullah, W., Herawaty, H., Arsyad, U., & Fathurrahman, A. F. (2024). Estimasi Limpasan Permukaan dengan Menggunakan Metode CN Modifikasi di Sub DAS Mamasa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *22*(4), 1001–1008. https://doi.org/10.14710/jil.22.4.1001-1008

Mustajab, R. (2023). BNPB: Indonesia Alami 3.522 Bencana Alam pada 2022. *DataIndonesia.Id*.

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

Naharuddin, N., Massiri, S. D., Pribadi, H., Maiwa, A., & Ihsan, M. (2024). Evaluation of Rainwater Harvesting and Bio-pore Infiltration Holes for Flood Mitigation and Soil Conservation. *Journal of Civil and Hydraulic Engineering*, *2*(3), 142–151. https://doi.org/10.56578/jche020302

Nurzanah, W. (2022). Analisis Resapan Tanah Dengan Sistem Biopori Sebagai Alternatif Pengendalian Banjir. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, *8*(1), 88–96. https://doi.org/10.33506/rb.v8i1.1540

Ouma, Y. O., & Tateishi, R. (2014). Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: Methodological overview and case study assessment. *Water (Switzerland)*, *6*(6). https://doi.org/10.3390/w6061515

Prasetyo, B., Irwandi, H., & Pusparini, N. (2018). Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Ragam Topografi Di Sumatera Utara. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, *19*(1). https://doi.org/10.29122/jstmc.v19i1.2787

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

Ramadhan, R., Marzuki, M., Suryanto, W., Sholihun, S., Yusnaini, H., Muharsyah, R., & Hanif, M. (2022). Trends in rainfall and hydrometeorological disasters in new capital city of Indonesia from long-term satellite-based precipitation products. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, *28*. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100827

Ramdhan Dazali, G., & Amal Putra, A. L. (2024). Analisis Pengelolaan Pengendalian Banjir melalui Pembangunan Kolam Retensi di Sungai Cijambe Kabupaten Bekasi. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 163–174. https://doi.org/10.56860/jtsda.v4i2.118

Ramkar, P., & Yadav, S. M. (2021). Flood risk index in data-scarce river basins using the AHP and GIS approach. *Natural Hazards*, *109*(1). https://doi.org/10.1007/s11069-021-04871-x

Rudi Darmawan, A., Puspaningsih, N., & Saleh, D. M. B. (2018). Study of Land Cover Change using Multi Layer Perceptron and Logistic Regression Methods in Gunung Ciremai National Park. *Media Konservasi*, *22*.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, *48*(1). https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I

Shalih, O., Adi, A. W., Wiguna, S., Shabrina, F. Z., Rizqi, A., Putra, A. S., Karimah, R., Eveline, F., Alfian, A., Syauqi, Septian, R. T., Widiastomo, Y., Bagaskoro, Y., Dewi, A. N., Rahmawati, I., Seniarwan, Hafizh, A., Suryaningrum, H. A., Purnamasiwi, D. I., … Iftidah, A. (2023). *Risiko Bencana Indonesia 'Memahami Risiko Sistemik di Indonesia,'* (Cetakan Pertama). Pusat Data Informasi Komunikasi Bencana Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Singh, S., Dhote, P. R., Thakur, P. K., Chouksey, A., & Aggarwal, S. P. (2021). Identification of flash-floods-prone river reaches in Beas river basin using GIS-based multi-criteria technique: validation using field and satellite observations. *Natural Hazards*, *105*(3). https://doi.org/10.1007/s11069-020-04406-w

Sugianto, S., Deli, A., Miswar, E., Rusdi, M., & Irham, M. (2022). The Effect of Land Use and Land Cover Changes on Flood Occurrence in Teunom Watershed, Aceh Jaya. *Land*, *11*(8). https://doi.org/10.3390/land11081271

Suharini, E., Setyowati, D. L., & Kurniawan, E. (2015). Pembelajaran Kebencanaan Bagi Masyarakat Di Daerah Rawan Bencana Banjir Das Beringin Kota Semarang. *Forum Ilmu Sosial*, *42*(2).

Sulaiman, M. E., Setiawan, H., Jalil, M., Purwadi, F., S, C. A., Brata, A. W., & Jufda, A. S. (2020). Analisis Penyebab Banjir di Kota Samarinda. *Jurnal Geografi Gea*, *20*(1), 39–43. https://doi.org/10.17509/gea.v20i1.22021

Swain, K. C., Singha, C., & Nayak, L. (2020). Flood susceptibility mapping through the GIS-AHP technique using the cloud. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *9*(12). https://doi.org/10.3390/ijgi9120720

Tehrany, M. S., Kumar, L., & Shabani, F. (2019). A novel GIS-based ensemble technique for flood susceptibility mapping using evidential belief function and support vector machine: Brisbane, Australia. *PeerJ*, *2019*(10). https://doi.org/10.7717/peerj.7653

Tupanno, C. E., Talakua, S., Soplanit, R., & Osok, R. M. (2023). Analysis of Physical Characteristics and Soil Degradation Due to Erosion and Rehabilitation Recommendation Based on GIS in Protected Forest Area of Mount Sirimau. *Jurnal Budidaya Pertanian*, *19*(1), 58–68. https://doi.org/10.30598/jbdp.2023.19.1.58

Widia Ierdiana, Rudi Subiyakto, & Rizky Octa Putri Charin. (2025). Koordinasi Pemerintah dalam Upaya Mitigasi Bencana Banjir di Kecamatan Singkep Kabupaten Lingga. *Perspektif Administrasi Publik Dan Hukum*, *2*(3), 151–163. https://doi.org/10.62383/perspektif.v2i3.562

Yolina, H., Rojali, & Irwansyah, E. (2022). Development of flood-prone area classification program using linear classifier method based on geomorphic flood index and land cover. *Procedia Computer Science*, *216*. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.151

Zhang, S., Liu, X., Li, R., Wang, X., Cheng, J., Yang, Q., & Kong, H. (2021). AHP-GIS and MaxEnt for delineation of potential distribution of Arabica coffee plantation under future climate in Yunnan, China. *Ecological Indicators*, *132*. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108339

© 2025, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP