

Pemetaan Bahaya Banjir Berbasis *Geomorphic Flood Index* (GFI) Di Sub-Das Batang Tebo Provinsi Jambi

Ias Okta Kurniawan^{1*}, Dipo Caesario¹

¹Program Studi Geografi, Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

*Email Koresponden: iasoktakurniawan@student.unp.ac.id

Diterima: 11-11-2025

Disetujui: 27-12-2025

Publish: 28-12-2025

Abstrak —Banjir merupakan bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di Indonesia, termasuk di Sub-DAS Batang Tebo yang mencatat 30 kejadian banjir selama periode 2019–2024. Penelitian ini bertujuan memetakan bahaya banjir di Sub-DAS Batang Tebo menggunakan metode *Geomorphic Flood Index* (GFI) berbasis data Digital Elevation Model (DEM), serta menguji akurasi model terhadap data genangan aktual dari citra Sentinel-1 yang diolah melalui *Google Earth Engine* (GEE). GFI dihitung secara sistematis menggunakan dua parameter utama, yaitu *Height Above Nearest Drainage* (H) dan *Hydraulic Radius Proxy* (hr). Hasil pemodelan menunjukkan bahwa kelas bahaya rendah mendominasi wilayah seluas 279.080,56 ha (65,4%), diikuti kelas sedang 90.913,56 ha (21,3%), tinggi 31.186,86 ha (7,3%), dan sangat tinggi 25.561,28 ha (6,0%). Lima kecamatan termasuk kelas bahaya sangat tinggi: Kecamatan Tebo Tengah, Kecamatan Batin II Babeko, Kecamatan Bungo Dani, Kecamatan Pasar Muaro Bungo, dan Kecamatan Bathin III. Uji akurasi menggunakan *True Positive Rate* (TPR) menghasilkan nilai 0,64 pada *base case* (GFI 2,3), sedangkan *Frequency Ratio* (FR) meningkat konsisten dari 0,11 pada kelas rendah hingga 7,23 pada kelas sangat tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa metode GFI layak digunakan sebagai pendekatan awal pemetaan bahaya banjir berbasis geomorfologi.

Kata kunci: Bahaya Banjir, *Geomorphic Flood Index*, Sub-DAS Batang Tebo, DEM

Abstract —*Flooding is the most frequent hydrometeorological disaster in Indonesia, including in the Batang Tebo Sub-Watershed which recorded 30 flood events during 2019–2024. This study aims to map flood hazards in Batang Tebo Sub-Watershed using the Geomorphic Flood Index (GFI) method based on Digital Elevation Model (DEM) data, and to evaluate model accuracy against actual inundation data from Sentinel-1 imagery processed through Google Earth Engine (GEE). GFI was systematic calculated using two main parameters: Height Above Nearest Drainage (H) and Hydraulic Radius Proxy (hr). Modelling results show that the low hazard class dominates with an area of 279,080.56 ha (65.4%), followed by medium 90,913.56 ha (21.3%), high 31,186.86 ha (7.3%), and very high 25,561.28 ha (6.0%). Five districts belong to the very high hazard class: Tebo Tengah District, Batin II Babeko District, Bungo Dani District, Pasar Muaro Bungo District, and Bathin III District. Accuracy assessment using True Positive Rate (TPR) yielded 0.64 at base case (GFI 2,3), while Frequency Ratio (FR) increased consistently from 0.11 in the low class to 7.23 in the very high class. These results indicate that the GFI method is suitable as an initial approach for geomorphology-based flood hazard mapping.*

Keywords: Flood Hazard, *Geomorphic Flood Index*, Batang Tebo Sub-Watershed, DEM

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di Indonesia. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), sepanjang tahun 2024 tercatat 1.420 kejadian banjir yang menyumbang sekitar 40,92% dari total bencana nasional (Geoportal Data Bencana Indonesia, 2025). Dampaknya tidak hanya berupa kerusakan lingkungan, tetapi juga menimbulkan kerugian ekonomi, gangguan sosial, serta merusak infrastruktur di berbagai wilayah. Tren ini diperkirakan terus meningkat akibat perubahan iklim global maupun aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan dan deforestasi (Rosenzweig dkk., 2021). Penyebab utama banjir dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori: aspek meteorologis, karakteristik fisik wilayah DAS, dan faktor antropogenik (Umar & Triyatno, 2024).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Batanghari merupakan DAS terbesar di Pulau Sumatra dengan luas lebih dari 43.000 km². DAS ini melintasi Provinsi Sumatera Barat dan Jambi, serta berperan penting dalam menopang kehidupan masyarakat melalui sektor pertanian, perkebunan, dan permukiman. Kondisi ekologis DAS semakin tertekan akibat deforestasi di bagian hulu, konversi lahan, serta sedimentasi yang mempersempit kapasitas sungai. Berdasarkan proyeksi iklim, DAS ini diperkirakan akan mengalami

peningkatan kejadian cuaca ekstrem di masa mendatang (Handoko dkk., 2018). Tingginya intensitas curah hujan menjadi faktor utama pemicu banjir di daerah ini (Mardika dkk., 2025).

Sub-DAS Batang Tebo dipilih sebagai lokasi penelitian karena mencatat 26 kejadian banjir selama periode 2019–2024 berdasarkan data *Asian Disaster Information Network* (ADINet). Selain itu, wilayah ini memiliki variasi topografi yang signifikan, dari perbukitan di hulu hingga dataran rendah di hilir, yang menciptakan karakteristik bahaya banjir yang beragam antarwilayah.

Pemetaan bahaya banjir berperan penting sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi dan kebijakan tata ruang dalam rangka mengurangi risiko bencana (Rauf dkk., 2021). Pendekatan yang umum digunakan dalam kajian banjir bergantung pada data klimatologis dan hidrologis, seperti curah hujan maupun debit sungai. Sebagai alternatif, metode *Geomorphic Flood Index* (GFI) yang dikembangkan oleh Samela dkk. (2017) menawarkan solusi berbasis geomorfologi yang hanya memanfaatkan data topografi dari *Digital Elevation Model* (DEM).

Beberapa penelitian telah menerapkan metode GFI untuk pemetaan bahaya banjir, antara lain di Jakarta (Salim dkk., 2023), Kecamatan Trenggalek (Abuhanifah dkk., 2023), Kecamatan Jatiningor (Virtriana dkk., 2023), dan Sungai Cikapundung (Ferdiansyah dkk., 2024). Namun studi GFI di Sub-DAS Batang Tebo belum pernah dilakukan, menjadi gap yang perlu diisi.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan bahaya banjir di Sub-DAS Batang Tebo menggunakan metode GFI serta menganalisis sebaran spasial dan luasan kelas bahaya banjir per kecamatan; dan (2) menguji tingkat akurasi hasil pemodelan GFI menggunakan data genangan banjir berbasis citra Sentinel-1 dengan pendekatan *True Positive Rate* (TPR) dan *Frequency Ratio* (FR). Hasil diharapkan menjadi acuan strategi mitigasi dan kebijakan tata ruang di Sub-DAS Batang Tebo.

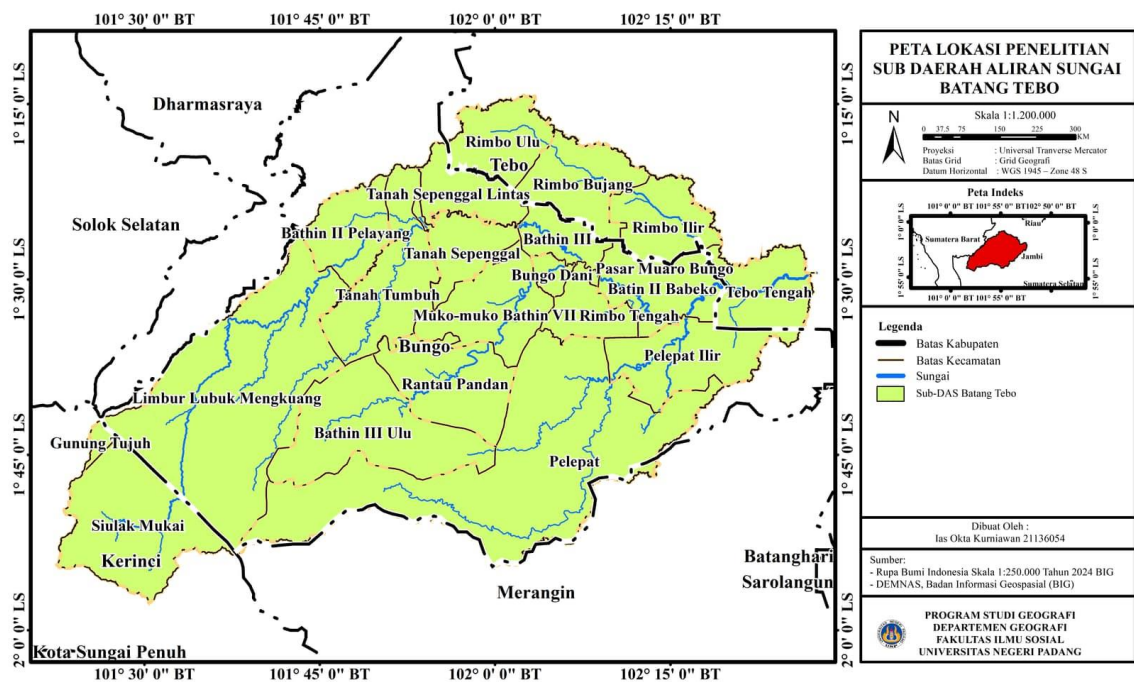
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan spasial. Pemetaan bahaya banjir dilakukan menggunakan metode GFI yang diterapkan secara sistematis yaitu dengan menghitung dan mengolah parameter *Height Above Nearest Drainage* (H) dan *Hydraulic Radius Proxy* (hr) secara bertahap menggunakan perangkat Sistem Informasi Geografis (SIG). Pendekatan manual dipilih agar setiap tahapan pemodelan dapat dianalisis secara transparan dan terhindar dari ketergantungan pada algoritma plugin yang bersifat black box.

Analisis spasial dilaksanakan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai perangkat utama pengolahan data. Susetyo dkk. (2023) menjelaskan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang secara spasial merujuk pada permukaan bumi guna memecahkan masalah pengelolaan yang kompleks. Dalam penelitian ini, kemampuan SIG tersebut diimplementasikan melalui perangkat lunak ArcGIS untuk seluruh tahapan pengolahan data spasial, mulai dari pra-pemrosesan DEM, perhitungan parameter GFI, hingga *overlay* peta bahaya banjir dengan batas administrasi kecamatan.

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Sub-DAS Batang Tebo yang merupakan bagian dari sistem DAS Batanghari, Provinsi Jambi. Wilayah kajian mencakup 21 kecamatan dengan total luas 511.273,70 ha, berada pada koordinat 101 derajat 30'-102 derajat 15' BT dan 1 derajat 15'-2 derajat 0' LS. Elevasi wilayah bervariasi dari sekitar 20 meter di dataran hilir hingga lebih dari 1.500 meter di kawasan pegunungan bagian hulu yang berbatasan dengan Kabupaten Kerinci dan Solok Selatan. Sungai Batang Tebo mengalir dari kawasan perbukitan di bagian barat daya menuju dataran rendah di bagian timur laut, sebelum bermuara ke sungai Batanghari. Penelitian dilaksanakan pada periode tahun 2025-2026, yang mencakup kegiatan pengumpulan data, pengolahan data, analisis, serta penyusunan laporan. Untuk lebih jelas lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

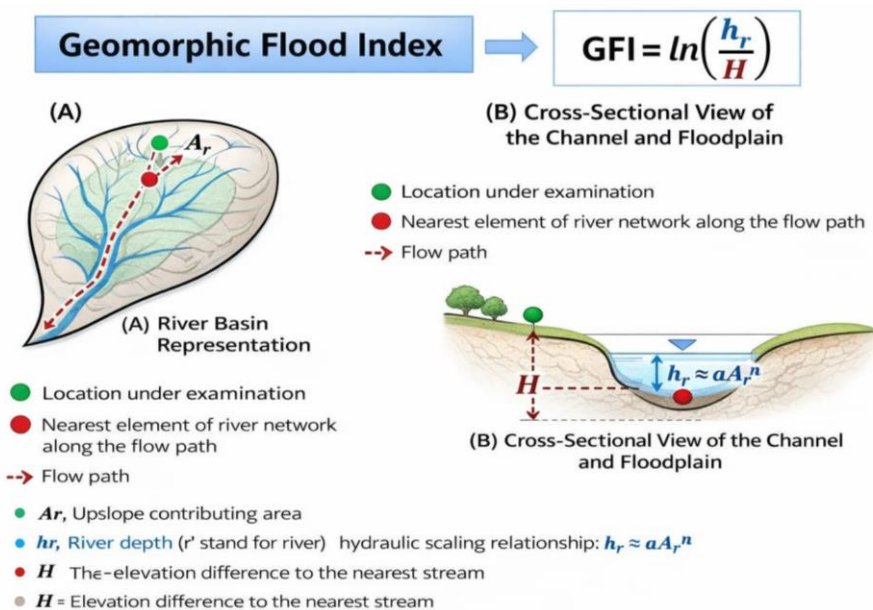
2.2. Data dan Peralatan

Data yang digunakan meliputi: (1) DEMNAS resolusi 8,3 meter dari Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai data utama pemodelan GFI; (2) Peta administrasi kecamatan Provinsi Jambi dari BIG; (3) Jaringan sungai dari BIG; (4) Citra Sentinel-1 SAR diolah melalui Google Earth Engine (GEE) untuk pemetaan genangan banjir aktual sebagai data validasi; dan (5) Data kejadian banjir tahun 2019-2024 dari Asian Disaster Information Network (ADINet). Batas Sub-DAS Batang Tebo didelineasi secara mandiri menggunakan metode watershed berbasis DEM melalui analisis flow direction dan flow accumulation.

Peralatan yang digunakan meliputi perangkat lunak ArcGIS dan QGIS untuk pengolahan data spasial, Google Earth Engine (GEE) untuk pemrosesan citra SAR Sentinel-1, serta perangkat keras berupa laptop untuk pengolahan data keseluruhan.

2.3. Geomorphic Flood Index (GFI)

Metode GFI yang dikembangkan oleh Samela dkk. (2017) merupakan pendekatan berbasis geomorfologi yang efektif untuk pemetaan bahaya banjir yang tidak memerlukan data hidrologi yang kompleks. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Konsep Perhitungan GFI

Metode GFI dikembangkan oleh Samela et al. (2017) memanfaatkan data topografi DEM untuk mengidentifikasi potensi bahaya banjir. Penerapan GFI melibatkan dua variabel utama:

- a. *Height Above Nearest Drainage* (H) merepresentasikan perbedaan elevasi antara suatu piksel (Z_{cell}) dengan saluran sungai terdekat (Z_{river}), yang dihitung menggunakan persamaan Formula (1).

$$H = Z_{cell} - Z_{river} \quad \dots\dots\dots \text{Formula (1)}$$

Nilai H rendah mengindikasikan wilayah yang dekat dan rentan terhadap banjir, sedangkan nilai H tinggi menunjukkan posisi yang lebih aman secara topografis. Perhitungan H dilakukan menggunakan tool *Flow Distance* dengan tipe jarak vertikal di ArcGIS.

- b. *Hydraulic Radius Proxy* (h_r), yang merepresentasikan kapasitas aliran sungai. Nilai h_r dihitung berdasarkan luas daerah tangkapan aliran (A) menggunakan persamaan sebagaimana dijelaskan pada Formula (2).

$$h_r = a \cdot A^n \quad \dots\dots\dots \text{Formula (2)}$$

Keterangan: Nilai parameter empiris $a=1$ dan $n=0,35$ (Samela dkk., 2018).

Luas daerah tangkapan (A) diperoleh dari raster *Flow Accumulation* dengan mengalikan jumlah sel aliran dengan luas satu sel raster. Dengan resolusi DEM sebesar 8 m, luas satu sel adalah 64 m². Perhitungan luas daerah tangkapan dinyatakan dalam persamaan Formula (3).

$$A = \text{Flow Accumulation} \times (\text{cellsize}^2) \quad \dots\dots\dots \text{Formula (3)}$$

Selanjutnya, nilai *Geomorphic Flood Index* (GFI) dihitung dengan menggunakan rasio antara h_r dan H, yang dinyatakan dalam bentuk logaritmik sebagaimana dirumuskan pada Formula (4).

$$GFI = \ln\left(\frac{h_r}{H}\right) \quad \dots\dots\dots \text{Formula (4)}$$

Nilai GFI yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan nilai batas pada distribusi normal standar dari nilai raster GFI yang dibagi kedalam 4 kelas (nilai minimum hingga nilai rata-rata/mean, rata-rata hingga rata-rata ditambah 1 nilai standar deviasi, rata-rata ditambah 1 nilai standar deviasi hingga rata-rata ditambah 2 standar deviasi, dan rata-rata ditambah 2 standar deviasi hingga nilai maksimum).

2.4. Klasifikasi Kelas Bahaya Banjir per Kecamatan

Distribusi spasial bahaya banjir pada tingkat kecamatan dianalisis melalui proses *overlay* antara peta zonasi bahaya banjir hasil pemodelan GFI dengan data batas administrasi kecamatan. *Overlay* merupakan proses penggabungan beberapa lapisan data spasial yang berbeda sehingga menghasilkan informasi atribut gabungan dari masing-masing lapisan (Prayitno & Edial, 2022).

Luas masing-masing kelas bahaya banjir pada setiap kecamatan kemudian dihitung menggunakan fungsi *Tabulate Area* pada perangkat lunak ArcGIS. Berdasarkan hasil distribusi luasan tersebut, penentuan kelas bahaya banjir dilakukan menggunakan pendekatan indeks tertimbang (*weighted index*) yang merupakan bentuk dari metode *weighted linear combination (WLC)*, yaitu penggabungan beberapa variabel dengan bobot tertentu untuk menghasilkan nilai indeks komposit (Drobne & Lisec, 2009). Selanjutnya, nilai indeks diklasifikasikan menggunakan metode kuartil (*quantile*), yaitu teknik pengelompokan data ke dalam beberapa kelas dengan jumlah anggota yang relatif sama (Esri, 2023). Setiap kelas bahaya diberi bobot sesuai tingkat bahayanya, yaitu Rendah = 1, Sedang = 2, Tinggi = 3, dan Sangat Tinggi = 4. Nilai indeks dihitung menggunakan Formula (5).

$$Indeks = \frac{(A_1 \times 1) + (A_2 \times 2) + (A_3 \times 3) + (A_4 \times 4)}{A_{total}} \quad \dots\dots\text{Formula (5)}$$

Keterangan

- A_1 = Luas kelas bahaya Rendah (ha)
- A_2 = Luas kelas bahaya Sedang (ha)
- A_3 = Luas kelas bahaya Tinggi (ha)
- A_4 = Luas kelas bahaya Sangat Tinggi (ha)
- A_{total} = Total luas terklasifikasi dalam satu kecamatan (ha)

2.5. Pemetaan Genangan Banjir dan Uji Akurasi

Pemetaan genangan dilakukan menggunakan citra Sentinel-1 SAR polarisasi VH melalui Google Earth Engine (GEE) dengan metode perubahan nilai *backscatter* (DVH). Citra pramusim banjir (Oktober-Desember 2023) dibandingkan dengan puncak banjir (10-20 Januari 2024), dengan ambang batas penurunan *backscatter* ≤ -2 dB untuk identifikasi genangan. Penyaringan *speckle* menggunakan focal median radius 60 m, dan masking badan air permanen menggunakan dataset JRC Global Surface Water.

Uji akurasi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model bahaya banjir hasil metode GFI. Menurut Amor & Yulfa, (2024), akurasi model yang baik dapat memberikan dasar penting dalam kajian mitigasi bencana, karena mampu meningkatkan kesiapsiagaan serta pencegahan terhadap skenario terburuk apabila terjadi banjir di masa mendatang. Uji akurasi dilakukan dengan dua metode:

- (1) *True Positive Rate (TPR)*, yang juga dikenal sebagai *recall* atau *sensitivity*, digunakan untuk mengukur kemampuan peta bahaya banjir GFI dalam menangkap kejadian banjir aktual. TPR menunjukkan proporsi kejadian banjir aktual yang berada di dalam zona bahaya banjir hasil pemodelan menggunakan persamaan Formula (6), (Sathyanarayanan & Tantri, 2024).

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad \dots\dots\dots\text{Formula (6)}$$

Keterangan:

- TP = *True Positive*
 - FN = *False Negative*
- (2) *Frequency Ratio (FR)*, untuk mengetahui hubungan antara tingkat bahaya banjir dan frekuensi kejadian banjir aktual pada masing-masing kelas bahaya. *Frequency Ratio* dihitung dengan Formula (6) (Megahed dkk., 2023).

$$FR_i = \left(\frac{G_i}{\frac{\sum G}{\sum L}} \right) \quad \dots\dots\dots \text{Formula (7)}$$

Keterangan:

G_i = Luas genangan banjir pada kelas bahaya ke-i

$\sum G$ = Total luas genangan banjir

L_i = Luas wilayah kelas bahaya ke-i

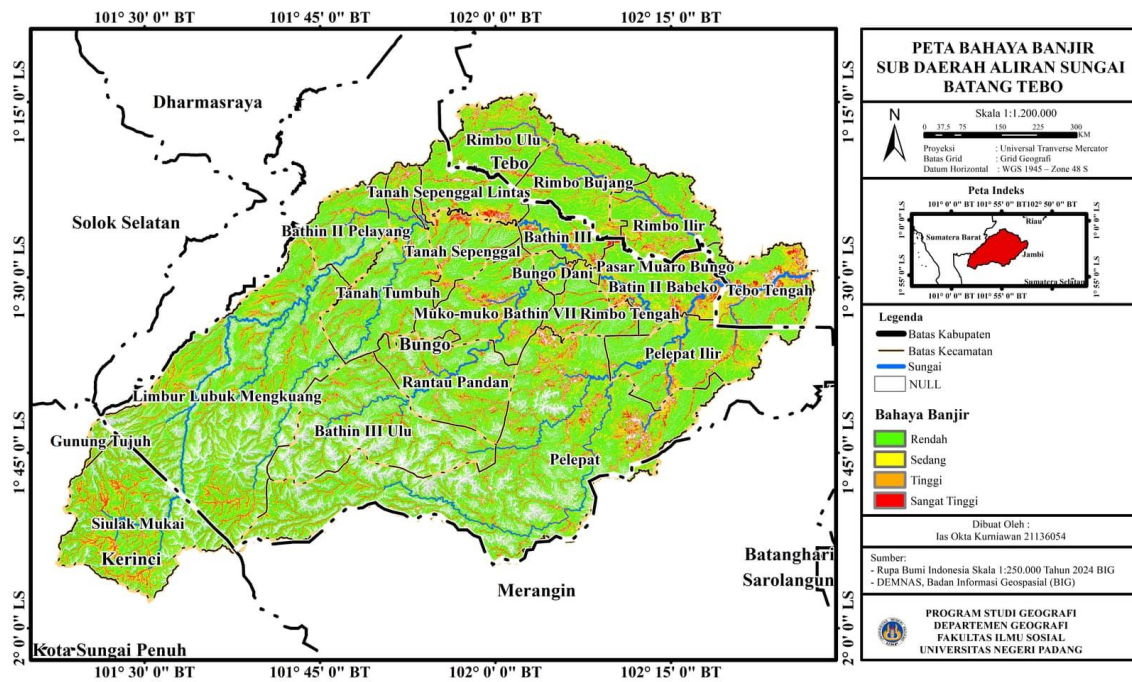
$\sum L$ = Total luas wilayah kajian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Peta Bahaya Banjir GFI

Peta bahaya banjir hasil metode GFI menunjukkan bahwa zona bahaya tinggi cenderung mengikuti alur sungai utama dan dataran rendah dalam pola linier yang mencerminkan dataran banjir alami. Zona bahaya sedang berkembang pada wilayah transisi antara dataran banjir dan perbukitan, sedangkan zona bahaya rendah mendominasi wilayah perbukitan di bagian hulu DAS. Secara kuantitatif, kelas bahaya rendah mencakup 279.080,56 ha (65,4%), diikuti kelas sedang 90.913,56 ha (21,3%), kelas tinggi 31.186,86 ha (7,3%), dan kelas sangat tinggi 25.561,28 ha (6,0%). Dominasi kelas rendah menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah merupakan kawasan perbukitan yang relatif jauh dari pengaruh genangan, meskipun sekitar 13,3% wilayah yang tergolong kelas tinggi dan sangat tinggi tetap mengindikasikan adanya kerentanan banjir yang signifikan.

Selain itu, terdapat kelas null yang merepresentasikan area yang secara hidrologis hampir tidak mungkin tergenang banjir. Kelas ini muncul ketika nilai indeks GFI bernilai negatif ($\ln(hr/H) < 0$), yaitu saat nilai H lebih besar dibandingkan hr, yang menunjukkan bahwa lokasi berada relatif lebih tinggi terhadap sistem drainase. Dalam kondisi ini, aliran air tidak terakumulasi, tetapi langsung mengalir mengikuti kemiringan lereng menuju sungai. Secara spasial, kelas null umumnya mencakup lereng curam, tebing sungai, punggung, puncak bukit atau gunung, serta badan air itu sendiri. Dengan demikian, meskipun beberapa area memiliki kedekatan dengan aliran atau nilai akumulasi aliran yang tinggi, kondisi topografinya tidak mendukung terbentuknya genangan, sehingga diklasifikasikan sebagai null.



Gambar 2. Peta Bahaya Banjir Metode GFI di Sub-DAS Batang Tebo

3.2 Distribusi Kelas Bahaya Banjir per Kecamatan

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa wilayah penelitian terbagi ke dalam empat kelas bahaya. Kategori rendah mencakup enam kecamatan yang umumnya berada di hulu Sub-DAS Batang Tebo dengan topografi perbukitan. Kategori sedang terdiri atas lima kecamatan pada zona transisi hulu–hilir dengan karakteristik morfometri yang lebih beragam.

Selanjutnya, lima kecamatan termasuk dalam kategori tinggi yang didominasi oleh wilayah dataran rendah dengan kerentanan genangan yang lebih besar. Sementara itu, kategori sangat tinggi juga mencakup lima kecamatan dengan nilai indeks tertimbang tertinggi, dipengaruhi oleh kondisi geomorfologi dataran rendah, nilai *Height Above Nearest Drainage* (H) yang rendah, serta hydraulic radius proxy (hr) yang tinggi. Rincian tiap kecamatan disajikan pada Tabel 4.2.

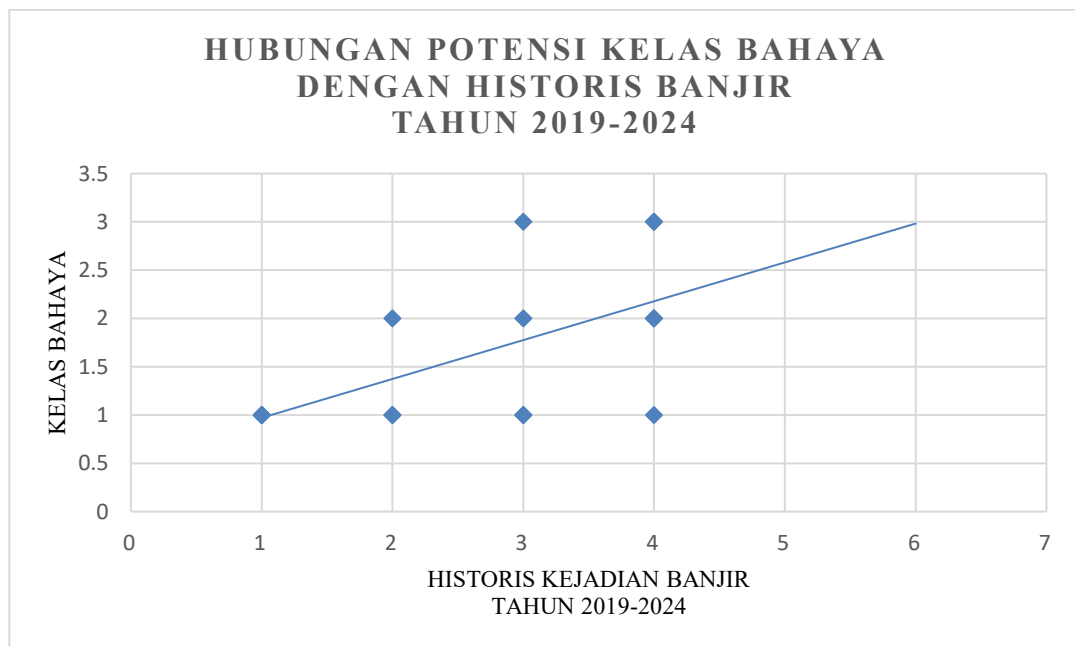
Tabel 1. Distribusi Kelas Bahaya Banjir per Kecamatan di Sub-DAS Batang Tebo

Kecamatan	Rendah (ha)	Sedang (ha)	Tinggi (ha)	Sangat Tinggi (ha)	Indeks	Kelas Bahaya	Historis Banjir Tahun 2019-2024
Bathin II Pelayang	9526,48	2647,25	854,49	729,52	1,4757	Rendah	1
Bathin III Ulu	18735,15	3966,66	1372,05	1243,80	1,4124	Rendah	1
Gunung Tujuh	827,92	188,31	68,95	41,62	1,4003	Rendah	
Limbur Lubuk Mengkuang	45886,51	12875,72	4111,93	3545,61	1,4778	Rendah	1
Rantau Pandan	13969,81	3876,17	1281,80	1037,95	1,4738	Rendah	1
Rimbo Tengah	6114,38	1314,71	512,80	567,03	1,4750	Rendah	
Pelepat	52007,45	15425,92	5493,65	4467,52	1,5145	Sedang	1
Pelepat Ilir	14909,76	5090,92	1332,86	1002,54	1,4819	Sedang	1
Rimbo Bujang	11990,10	4254,83	1238,78	965,14	1,5219	Sedang	
Rimbo Ulu	9903,89	3611,37	1130,05	880,27	1,5483	Sedang	
Tanah Tumbuh	15852,12	4722,59	1554,17	1263,36	1,4968	Sedang	2
Muko-muko Bathin VII	12290,80	4245,27	1594,59	1156,78	1,5654	Tinggi	2
Rimbo Ilir	10059,53	3776,00	1203,64	959,86	1,5665	Tinggi	

Kecamatan	Rendah (ha)	Sedang (ha)	Tinggi (ha)	Sangat Tinggi (ha)	Indeks	Kelas Bahaya	Historis Banjir Tahun 2019-2024
Siulak Mukai	18579,68	7135,44	2801,38	2294,29	1,6368	Tinggi	1
Tanah Sepenggal	7175,33	2377,67	859,54	768,87	1,5727	Tinggi	3
Tanah Sepenggal Lintas	7433,19	2813,46	875,98	781,20	1,5804	Tinggi	1
Bathin III	4910,25	2302,08	720,35	672,32	1,6693	Sangat Tinggi	3
Batin II Babeko	9202,40	4979,11	2095,78	1406,57	1,7572	Sangat Tinggi	1
Bungo Dani	1608,03	675,88	258,58	264,35	1,7076	Sangat Tinggi	2
Pasar Muaro Bungo	355,05	398,23	87,38	18,82	1,7324	Sangat Tinggi	3
Tebo Tengah	7742,74	4235,96	1738,11	1493,87	1,8017	Sangat Tinggi	2

Sumber: Hasil Analisis Penelitian 2026.

Grafik pada Gambar 3. menunjukkan adanya kecenderungan hubungan positif antara historis kejadian banjir tahun 2019 - 2024 dengan kelas bahaya banjir. Garis tren yang meningkat menunjukkan bahwa semakin sering suatu wilayah mengalami banjir, maka kelas bahayanya cenderung lebih tinggi. Sebagian besar kejadian banjir dengan frekuensi 3 - 4 kali berada pada kelas bahaya sedang hingga tinggi. Namun, pada jumlah kejadian yang sama masih terdapat variasi kelas bahaya, yang menunjukkan bahwa tingkat bahaya banjir tidak hanya dipengaruhi oleh frekuensi kejadian historis, tetapi juga oleh kondisi geomorfologi wilayah. Secara umum, pola ini menunjukkan bahwa hasil pemodelan kelas bahaya banjir cukup sejalan dengan distribusi kejadian banjir historis.



Gambar 3. Hubungan Potensi Kelas Bahaya dengan Historis Kejadian Banjir Tahun 2019-2024

3.3 Uji Akurasi Model GFI

Hasil Uji akurasi menggunakan *True Positive Rate* (TPR) menunjukkan bahwa nilai TPR menurun seiring peningkatan ambang batas (*threshold*) GFI pada setiap skenario. Pada *Low Case* (GFI 1,9), nilai TPR mencapai 0,91 yang mengindikasikan kemampuan model dalam mendeteksi sebagian besar genangan aktual, meskipun cenderung bersifat overestimasi. Sebaliknya, pada *Base Case* (GFI 2,3), nilai TPR menurun ke angka 0,64, dan mencapai titik terendah pada *High Case* (GFI 3,4) sebesar 0,36..

Penurunan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi *case* yang digunakan, semakin selektif model dalam mengklasifikasikan genangan, namun dengan konsekuensi penurunan sensitivitas yang signifikan. Dalam hal ini, *Base Case* dapat dianggap sebagai titik kompromi yang paling optimal karena mampu menyeimbangkan antara cakupan deteksi dan tingkat kepercayaan klasifikasi dibandingkan kedua skenario lainnya. Rincian hasil uji akurasi TPR untuk setiap *case* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Akurasi *True Positive Rate* (TPR)

<i>Case</i>	Nilai GFI	True Positive (TP)	False Negative (FN)	TPR (%)
<i>Low Case</i>	1,9	101.414	9.494	91
<i>Base Case</i>	2,3	71.390	39.518	64
<i>High Case</i>	3,4	39.630	71.278	36

Sumber: Hasil Analisis Penelitian, 2026.

Selanjutnya, uji akurasi menggunakan *Frequency Ratio* (FR) dilakukan untuk menilai kesesuaian antara peta bahaya banjir dan distribusi genangan aktual. Nilai FR menunjukkan peningkatan konsisten dari kelas rendah (0,11) hingga kelas sangat tinggi (7,23). Nilai $FR < 1$ pada kelas rendah mengindikasikan bahwa kejadian genangan relatif jarang terjadi, sedangkan nilai $FR > 1$ pada kelas sedang hingga sangat tinggi menunjukkan peningkatan frekuensi genangan yang signifikan. Nilai tertinggi pada kelas sangat tinggi (7,23) menegaskan bahwa konsentrasi genangan jauh lebih dominan pada zona tersebut.

Pola peningkatan ini menunjukkan adanya kesesuaian yang baik antara hasil pemodelan GFI dan kondisi genangan aktual, serta mengindikasikan kemampuan model dalam membedakan tingkat bahaya banjir secara efektif. Hasil uji FR selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Akurasi *Frequency Ratio* (FR)

No.	Kelas Bahaya	Luas Kelas (ha)	Luas Genangan (ha)	FR
1	Rendah	279.329,74	64,05	0,11
2	Sedang	90.928,83	209,41	1,11
3	Tinggi	31.188,37	228,26	3,53
4	Sangat Tinggi	25.561,46	382,82	7,23

Sumber: Hasil Analisis Penelitian, 2026

Secara keseluruhan, hasil uji TPR dan FR menunjukkan bahwa metode GFI memiliki kinerja yang baik dalam mengidentifikasi zona rawan banjir. Nilai TPR pada ambang GFI 2,3 (0,64) merepresentasikan keseimbangan antara sensitivitas dan selektivitas model, sementara nilai FR yang tinggi pada kelas sangat tinggi (7,23) mengonfirmasi dominasi kejadian genangan pada zona tersebut. Dengan demikian, metode GFI dapat dinilai cukup andal sebagai pendekatan awal dalam pemetaan bahaya banjir berbasis geomorfologi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Virtriana dkk, (2023), yang menyatakan bahwa metode GFI mampu mengidentifikasi area rawan banjir secara lebih detail dibandingkan pendekatan berbasis multikriteria.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan peta bahaya banjir di Sub-DAS Batang Tebo berbasis metode GFI yang menunjukkan pola distribusi kuat yang dipengaruhi karakteristik geomorfologi wilayah. Kelas bahaya rendah mendominasi 65,4% wilayah, sedangkan kelas tinggi dan sangat tinggi mencakup sekitar 13,3% dari total luas, tersebar dominan di sepanjang alur sungai utama dan dataran rendah di bagian hilir DAS. Pada skala kecamatan, lima kecamatan termasuk kelas bahaya Sangat Tinggi, yaitu Kecamatan Tebo Tengah, Kecamatan Batin II Babeko, kecamatan Bungo Dani, Kecamatan Pasar Muaro Bungo, dan Kecamatan Bathin III, yang memerlukan prioritas dalam upaya mitigasi banjir.

Hasil validasi model menunjukkan bahwa nilai *True Positive Rate* (TPR) tertinggi diperoleh pada *low case* (GFI 1,9) sebesar 0,91, namun *base case* (GFI 2,3) sebesar 0,64 dipandang lebih representative untuk interpretasi bahaya banjir karena mampu menyeimbangkan antara cakupan deteksi dan tingkat kepercayaan klasifikasi dibandingkan kedua skenario lainnya, dan nilai FR yang meningkat secara konsisten dari 0,11 pada kelas rendah hingga 7,23 pada kelas sangat tinggi. Dengan demikian, metode GFI dinilai layak sebagai pendekatan awal pemetaan bahaya banjir berbasis geomorfologi di Sub-DAS Batang Tebo. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggabungkan metode GFI dengan pendekatan hidrologi atau hidrodinamika serta data penggunaan lahan terkini untuk memperoleh gambaran risiko banjir yang lebih komprehensif.

5. REFERENSI

- Abuhanifah, R. F., Usman, F., & Rachmawati, T. A. (2023). Pemetaan Risiko Bencana Banjir Menggunakan Geomorphic Flood Index di Kecamatan Trenggalek, Kabupaten Trenggalek. *Planning for Urban Region and Environment*, 12(4), 217–228.
- Asian Disaster Information Network*. (2026). <https://adinet.ahacentre.org/>
- Amor, G., & Yulfa, A. (2024). Implementasi Model Hloss Dan Fungsi Cost Distance Dalam Distribusi Spasial Genangan Banjir Rob Akibat Pasang Air Laut Di Kecamatan Bengkalis. *Jurnal Buana*, 8(2), 107–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/buana/vol8-iss2/2784>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2025). Infografis bencana tahun 2024. Geoportal Data Bencana Indonesia. <https://gis.bnpb.go.id/arcgis/apps/sites/#/public/pages/bencana-besar-tahun-2025>.
- Drobne, S., & Lisec, A. (2009). *Multi-attribute Decision Analysis in GIS : Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging*. 33, 459–474.
- Esri (2023). *Quantile classification*. https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm#ESRI_SECTION1_1BDD383C17164B948BF546CEADDA70E9
- Ferdiansyah, A., Nugroho, E. O., Riawan, E., Hadi Soeharno, A. W., Rivandi, A., Farid, M., Kuntoro, A. A., Nazhif, A. A., & Mostafa, M. M. (2024). Modified geomorphic flood index (GFI) using land use parameter and effective rainfall ratio at Cikapundung River. *E3S Web of Conferences*, 513. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451301003>
- Handoko, U., Apip, Boer, R., Aldrian, E., & Dasanto, D. (2018). Persepsi Kerentanan Bahaya Banjir dan Kekeringan Akibat Perubahan Iklim di DAS Batanghar. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 25(2), 120–124.
- Mardika, M. G. I., Melya, T., Sihombing, P., Martua, N. S., Ryacudu, J. T., Huwi, D. W., Jatiagung, K., & Selatan, L. (2025). Kajian Flood Modelling Menggunakan Hec-Ras 1D Dan Validasi Data Tinggi Banjir Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Putri Dan Danau Sipin Kota. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 18, 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/dts.v18i1.6886>
- Megahed, H. A., Abdo, A. M., Abdelrahman, M. A. E., Scopa, A., & Hegazy, M. N. (2023). *applied sciences Frequency Ratio Model as Tools for Flood Susceptibility Mapping in Urbanized Areas : A Case Study from Egypt*.
- Prayitno, A., & Edial, H. (2022). STUDI KARAKTERISTIK FISIK WILAYAH BANJIR ROB DI KOTA DUMAI TAHUN 2020. *JURNAL BUANA*, Vol. 6(No. 4), 451–465. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/buana.v6i4.2589>

- Rauf, I., Imran, & Sahdar, I. (2021). Analisis Spasial Tingkat Bahaya Banjir Desa Amasing Kali Dengan Hec-RAS 2D. *Jurnal Teknik*, 19(2), 107–119. <https://doi.org/10.37031/jt.v19i2.188>
- Rosenzweig, B. R., Herreros Cantis, P., Kim, Y., Cohn, A., Grove, K., Brock, J., Yesuf, J., Mistry, P., Welty, C., McPhearson, T., Sauer, J., & Chang, H. (2021). The Value of Urban Flood Modeling. *Earth's Future*, 9(1). <https://doi.org/10.1029/2020EF001739>
- Salim, G., Yehezkiel, A., Suryana, K., & Irwansyah, E. (2023). *Flood Hazard Modelling in Jakarta Using Geomorphic Flood Index*. 2023 IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICARES60489.2023.10329889>
- Samela, C., Albano, R., Sole, A., & Manfreda, S. (2018). Computers , Environment and Urban Systems A GIS tool for cost-effective delineation of flood-prone areas. *Computers, Environment and Urban Systems*, 70(July 2017), 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.01.013>
- Samela, C., Troy, T. J., & Manfreda, S. (2017). Geomorphic classifiers for flood-prone areas delineation for data-scarce environments. *Advances in Water Resources*, 102, 13–28. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.01.007>
- Sathyanarayanan, S., & Tantri, B. R. (2024). Confusion Matrix-Based Performance Evaluation Metrics. *African Journal Of Biomedical Research*, 27(4), 4023–4031. <https://doi.org/https://doi.org/10.53555/AJBR.v27i4S.4345>
- Susetyo, B. B., Purwaningsih, E., Sutriani, W., Caesario, D., Bagus, M. I., & Ramadani, F. (2023). Utilization of Geographic Information Systems for Development of Effective Routes for Object Areas of Religious Tourism Destinations Nagari Batuhampar, Limapuluh Kota Regency. *International Conference of Geography, June*. <https://doi.org/10.4108/eai.19-11-2022.2332299>
- Umar, I., & Triyatno. (2024). Flood Hazard Mitigation at Tarusan Watershed, South Pesisir District, West Sumatera Province. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 14(1), 101–108. <https://doi.org/10.29244/jpsl.14.1.101-108>
- Virtriana, R., Retnowati, D. A., Rohayani, P., Anggraini, T. S., Ihsan, K. T. N., Harto, A. B., & Riqqi, A. (2023). Comparative analysis of the mcda and gfi methods in determining flood-prone areas in jatinangor district, sumedang. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 48(M-3–2023), 261–266. <https://doi.org/10.5194/isprs-Archives-XLVIII-M-3-2023-261-2023>