

PENILAIAN POTENSI BANJIR BANDANG MENGGUNAKAN METODE FLASH FLOOD POTENTIAL INDEX (FFPI) DENGAN MODEL KRUDZLO (STUDI KASUS: SUB DAS WAY ILAHAN, LAMPUNG)

***Indri Rahmandhani Fitriana¹, Sahid Sahid², Riyandri Hari Putra³**

^{1,2,3}Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayah, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

^{*}) Email: indri.fitriana@si.itera.ac.id

Received: 3 Desember 2025 ; Revised: 19 Desember 2025 ; Accepted: 26 Desember 2025

ABSTRACT

Flash floods are hydrometeorological disasters with the potential to carry massive volumes of water and sediment at high flow velocities. Such flow conditions possess significant destructive power, leading to infrastructure damage, loss of life, and economic losses. This study aims to map flash flood hazard potential areas in the Way Ilahan Sub-watershed, Tanggamus Regency, Lampung Province, using the Flash Flood Potential Index (FFPI) method with the Krudzlo model. This method emphasizes physiographic factors such as slope, land use, vegetation density, and soil texture to predict potential flash flood areas. The resulting FFPI calculations are categorized into low, moderate, or high groups. An FFPI index value of 2 to 3.5 indicates low potential, 3.5 to 5 indicates moderate potential, and above 5 indicates high potential. Based on the flash flood hazard assessment using the FFPI method and Krudzlo model, it is concluded that the Way Ilahan Sub-watershed has a flash flood potential ranging from moderate to high. Specifically high category that Two sub-sub-watersheds fall into this class (Sub-watershed No. 7 with an area of 323.45 Ha and No. 5 with an area of 40.18 Ha. Moderate Category that 33 sub-sub-watersheds fall into this class, covering a total area of 19,089.18 Ha

Keyword: *flash flood, FFPI, krudzlo model, GIS, disaster mitigation*

ABSTRAK

Banjir bandang merupakan bencana hidrometeorologi yang berpotensi membawa volume air dan sedimen yang sangat besar serta kecepatan aliran yang tinggi. Kondisi aliran seperti ini memiliki daya rusak yang besar sehingga dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur, korban jiwa, dan kerugian ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan wilayah potensi bahaya banjir bandang di Sub DAS Way Ilahan kabupaten Tanggamus, provinsi Lampung menggunakan metode Flash Flood Potential Index (FFPI) dengan model krudzlo. Metode ini menitikberatkan pada faktor-faktor fisiografis seperti kemiringan lereng, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi dan tekstur tanah dalam memprediksi daerah potensi banjir bandang. Selanjutnya hasil perhitungan FFPI ini akan dikategorikan pada kelompok rendah atau sedang atau tinggi. Nilai indeks FFPI 2 sampai dengan 3,5 berpotensi rendah, 3,5 sampai dengan 5 berpotensi sedang dan diatas 5 berpotensi tinggi. Berdasarkan penilaian potensi bahaya banjir bandang metode flash flood potential index dengan model Krudzlo disimpulkan bahwa Sub DAS Way Ilahan berpotensi banjir bandang dengan klasifikasi sedang sampai dengan tinggi. Terdapat 2 Sub-Sub DAS yang memiliki kelas potensi bahaya banjir bandang dengan kategori kelas tinggi yaitu Sub DAS nomor 7 dengan seluas 323,45 Ha dan nomor 5 dengan luas 40,18 Ha. Kemudian terdapat juga 33 Sub-Sub DAS dengan kategori kelas sedang yang memiliki luas total 19089,18 Ha.

Kata kunci: banjir bandang, FFPI, model krudzlo, gis, mitigasi bencana

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kerentanan tinggi terhadap berbagai jenis bencana, baik yang bersumber dari alam maupun non-alam, yang dapat menimbulkan ancaman serius terhadap kesejahteraan dan keberlangsungan hidup masyarakat [1]. Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia menyebabkan kerugian langsung maupun tidak langsung, termasuk korban jiwa, kerusakan fasilitas dan infrastruktur, kehilangan harta benda, degradasi lingkungan, serta dampak psikologis bagi penyintas [1]. Salah satu bencana alam yang paling berbahaya adalah banjir bandang. Fenomena ini merupakan hasil dari interaksi antara faktor alam dan antropogenik (aktivitas manusia) dan dicirikan oleh respons hidrologis yang sangat cepat [2]. Banjir bandang sulit diperkirakan karena waktu reaksi yang sangat singkat, sehingga menyebabkan kerugian ekonomi dan manusia yang signifikan. Respons hidrologis ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik geografis fisik suatu wilayah, seperti kemiringan, tekstur tanah, permeabilitas batuan, dan penggunaan lahan [2]. Perubahan penggunaan lahan, seperti penggundulan hutan, adalah faktor antropogenik yang dapat mempercepat aliran air di lereng, secara signifikan meningkatkan risiko erosi, tanah longsor, dan banjir bandang.

Kajian mengenai potensi bencana banjir bandang difokuskan pada Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Ilahan, karena sub DAS ini merupakan pemasok air utama bagi Bendungan Way Sekampung. Jika Sub DAS Way Ilahan memiliki potensi banjir bandang, hal ini akan menyebabkan pengendapan sedimen di Bendungan, yang pada gilirannya akan mengurangi kinerja dan kapasitas volume air Bendungan. Kondisi ini berpotensi menyebabkan

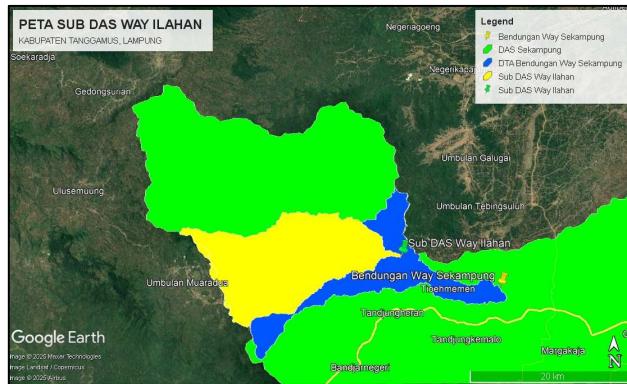
luapan air, yang dapat menimbulkan bencana banjir atau banjir bandang di daerah hilir Bendungan. Oleh karena itu, pemetaan wilayah potensi banjir bandang di Sub DAS Way Ilahan sangat penting sebagai strategi mitigasi bencana[8].

Pemetaan wilayah potensi bahaya banjir bandang ini dilakukan menggunakan metode Flash Flood Potential Index (FFPI), sebuah metode yang masih jarang diterapkan di Indonesia. FFPI adalah metode penaksiran nilai kerawanan banjir bandang berbasis multi-kriteria yang diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis *raster image processing* [14][15][16]. Metode ini dikembangkan oleh Smith (2003) di CBRFC (Colorado Basin River Forecast Center) dan bertujuan untuk mengetahui kondisi kerawanan statis-intrisik berdasarkan karakteristik fisik suatu DAS, yaitu: kemiringan lereng, kerapatan vegetasi, penggunaan lahan, dan tekstur tanah [3][13]. Kualitas DAS dipengaruhi oleh faktor-faktor alami seperti biofisik tanah, air, dan vegetasi, namun keseimbangan ekosistemnya juga dapat terdampak oleh aktivitas manusia dalam pemanfaatan lahan [1]. Kemiringan lereng yang curam sangat memengaruhi risiko banjir bandang karena menyebabkan laju infiltrasi air menjadi kecil, meningkatkan limpasan permukaan, erosi tanah, dan potensi bencana banjir[5][6][11]. Kerapatan vegetasi sangat penting karena berperan dalam intersepsi air hujan, menahan air pada permukaan sebelum diuapkan atau diserap, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan berkontribusi pada cadangan air tanah [7]. Keberagaman vegetasi yang tumbuh di permukaan tanah serta sistem akar serabutnya membantu meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air, sehingga dapat mengurangi risiko aliran permukaan yang berkontribusi pada banjir bandang (Dewi Agustina, 2012). Tekstur tanah menunjukkan kandungan relatif partikel dari berbagai pasir, lanau dan liat yang digunakan untuk memperkirakan sifat-sifat tanah [9]. Semakin halus tekstur tanah, seperti lempung, semakin lambat infiltrasi air ke dalam tanah karena pori-pori yang kecil dan rapat, sehingga air lebih banyak mengalir di permukaan tanah [10][12].

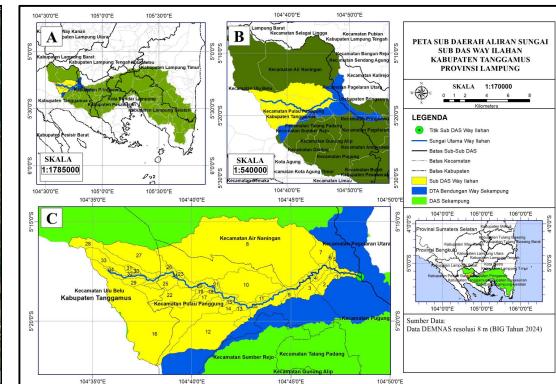
2. METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Ilahan yang merupakan Sub DAS terluas pada DTA Bendungan Way Sekampung. Sub DAS Way Ilahan yang terletak di Kabupaten Tanggamus. Sub DAS Way ilahan memiliki luas 19452,81 Ha atau 194,5281 km² dengan panjang alur sungai Way Ilahan sepanjang 33 km. Secara geografis DAS Way Ilahan berada pada 5°17'47.97"LS, 104°48'30.38"BT.



Gambar 1. Lokasi penelitian



Gambar 2. (a) peta DAS Sekampung; (b) peta DTA Bendungan Way Sekampung; (c) peta Sub DAS Way Ilahan

Analisis Kemiringan Lereng

Data kemiringan lereng diperoleh dari DEMNAS yang dikeluarkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) pada tahun 2024. Data DEM diolah menggunakan spatial analyst tools. Dari pengolahan ini didapatkan peta kemiringan lereng ini diklasifikasi menjadi 10 kelas.

Tabel 1. Kelas Slope

Kelas slope	Nilai indeks
Slope < 2%	1
Slope 2-5%	2
Slope 5-7%	3
Slope 7-10%	4
Slope 10-14%	5

Kelas <i>slope</i>	Nilai indeks
<i>Slope</i> 14-18%	6
<i>Slope</i> 18-22%	7
<i>Slope</i> 22-26%	8
<i>Slope</i> 26-30%	9
<i>Slope</i> \geq 30%	10

Sumber: Kusratmoko, (2024)

Analisis Penggunaan Lahan

Peta penggunaan lahan dibuat melalui proses tumpang susun (overlay) dari empat sumber data utama: peta Sub DAS, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) untuk jenis penggunaan lahan, data kawasan hutan dari Kementerian Kehutanan, dan data kepadatan permukiman yang diperoleh dari pengolahan citra Landsat 8 (*United States Geological Survey*). Untuk memastikan akurasi, citra Landsat 8 menjalani koreksi radiometrik (menggunakan rumus *Top of Atmosphere* atau TOA) untuk mengonversi nilai *Digital Number* (DN) menjadi unit reflektan spektral (*reflectance*). Koreksi ini penting karena nilai DN mentah seringkali tidak sepenuhnya merepresentasikan nilai spektral sebenarnya, sehingga kalibrasi diperlukan agar data piksel citra dapat memberikan informasi yang akurat dan andal. Berikut rumus TOA [3].

dimana: $\rho\lambda'$: TOA untuk koreksi sudut matahari, M_p : Reflectance Multi Band, Qcal : Nilai piksel DN, Ap : Faktor Pensekala nilai band dari nomor band, $R\lambda'$: TOA Nilai Reflektan Citra Satelit, $\sin\Theta_{SE}$: Sudut elevasi matahari yang ada dimata data dengan keterangan (SUN_ELEVATION)

Setelah data citra di koreksi, maka data citra bisa diolah untuk mendapatkan kepadatan pemukiman menggunakan algoritma *Normalize Difference Building Index* (NDBI) pada perangkat lunak sistem informasi geografis. NDBI merupakan indeks yang digunakan untuk mengidentifikasi area lahan terbangun. NDBI dirumuskan dalam suatu persamaan matematis sebagai berikut [4].

Dimana: NDBI : *Normalize Difference Building Index*, SWIR : *Shortwave Infrared Band (Band 6)*, NIR : *Near Infrared Band (Band 5)*

Setelah kenadatan pemukiman didapatkan selanjutnya dibitung persentase kerapatannya. Persentase kerapatan

Setelah kepadatan pemukiman didapatkan selanjutnya dimungkinkan persentase kerapatan pemukiman yang didapatkan kemudian direklasifikasi berdasarkan klasifikasi **Tabel 2**.

n (%), NDBI : Normalize Difference Built

Tabel 2. Klasifikasi Kerapatan Pemukiman

Kerapatan Pemukiman	Kepadatan
< 40%	Rendah
40 – 60%	Sedang
≥ 60%	Tinggi

Sumber: Prasetyo & Rahayu (2013)

Penggunaan lahan dalam penelitian ini menggunakan indikator luas dan jenis penggunaan lahan. Jenis penggunaan lahan terdiri menjadi 10 kelas yang disesuaikan dengan klasifikasi FFPI. Berikut ini merupakan 10 kelas dan indeks dari penggunaan lahan:

Tabel 3. Kelas dan Indeks Penggunaan Lahan

Kelas penggunaan lahan	Nilai indeks
Badan air	1
Rawa	2
Hutan lindung	3
Hutan campuran	4
Perkebunan/kebun/sawah/tegalan	5
Semak belukar	6
Lahan kosong	7
Pemukiman kepadatan rendah	8
Pemukiman kepadatan sedang	9
Pemukiman kepadatan tinggi	10

Pemukim

Analisis Kerapatan Vegetasi

Analisis kerapatan vegetasi dilakukan dengan membuat peta kerapatan vegetasi yang didapatkan dari pengolahan citra Landsat 8 yang sudah di koreksi. Pengolahan data citra ini menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) pada perangkat lunak sistem informasi geografi. Algoritma NDVI didapat dari rasio pengurangan antara band merah dan band inframerah dekat dari citra penginderaan jauh, sehingga indeks kehijauan vegetasi dapat ditentukan [17]. Rumus 5 merupakan algoritma NDVI.

Dimana: NDVI : Normalize Difference Vegetation Index, NIR : Near Infrared Band (Band 5), RED : Red Band (Band 4)

Setelah didapatkan kerapatan vegetasi, selanjutnya menentukan persentase kerapatannya. Rumus 6 merupakan rumus untuk mendapatkan data persentase kerapatan vegetasi menggunakan regresi yang dihasilkan oleh penelitian Baramantyo [5].

Dimana: y : Kerapatan Vegetasi (%), NDVI : *Normalize Difference Vegetation Index*

Persentase kerapatan vegetasi yang didapatkan kemudian direklasifikasi berdasarkan indeks FFPI. Dari pengolahan ini, didapatkan peta kerapatan vegetasi dalam format data raster. Persentase kerapatan vegetasi terdiri menjadi 10 kelas yang disesuaikan dengan klasifikasi FFPI. Berikut 10 kelas dan indeks dari kerapatan vegetasi.

Tabel 4. Kelas dan Indeks Kerapatan Vegetasi

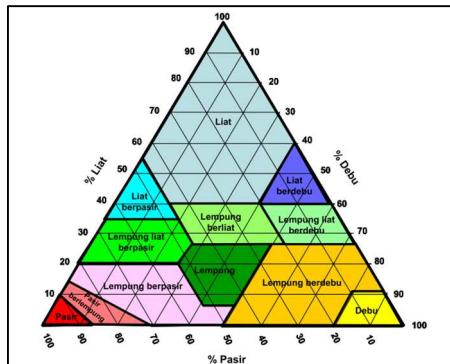
Kelas Kerapatan vegetasi	Nilai Indeks
90-100%	1
80-89%	2
70-79%	3
60-69%	4
50-59%	5
40-49%	6
30-39%	7
20-29%	8
10-19%	9
0-9%	10

Sumber: Kustratmoko, 2024

Analisis Tekstur Tanah

Pengambilan sampel dilakukan di lokasi penelitian menggunakan metode Stratified Sampling (StS) [18], yaitu teknik acak dengan membagi area menjadi beberapa strata berdasarkan wilayah ketinggian. Wilayah ini dibagi menjadi hulu, tengah, dan hilir masing-masing sepanjang 11 km, mengikuti garis kontur sungai utama. Sampel tanah terganggu (*disturbed soil sample*) [18] (1-2 kg) diambil secara acak dari setiap penggunaan lahan di setiap wilayah ketinggian, karena perubahan penggunaan lahan memengaruhi proses hidrologi dan nilai indeks FFPI [19].

Sampel tanah kemudian diuji di laboratorium meliputi Specific Gravity, analisis saringan, dan pengujian hidrometer untuk menentukan persentase butiran gravel, sand, silt, dan clay. Data tekstur diidentifikasi menggunakan segitiga U.S. Department of Agriculture (USDA). Jenis tekstur yang dominan (atau yang paling luas jika terdapat lebih dari satu jenis dominan) di setiap wilayah ketinggian dijadikan tekstur perwakilan untuk wilayah tersebut. Tekstur tanah yang mengandung *gravel* memerlukan koreksi persentase butiran sebelum diidentifikasi dengan segitiga USDA, dengan rumus sebagai berikut.



Gambar 2. Segitiga tekstur tanah USDA

Jenis tekstur tanah dalam penelitian ini terdiri menjadi 10 kelas yang disesuaikan dengan klasifikasi FFPI. Berikut ini merupakan 10 kelas dan indeks dari tekstur tanah.

Tabel 5. Kelas dan Indeks Tekstur Tanah

Kelas tekstur tanah	Indeks
Air/ aluvial	1
Pasir	2
Lempung berpasir	3
Lempung berdebu/pasir berlempung	4
Debu	5
Lempung	6
Lempung liat berpasir/lempung liat berdebu	7
Lempung berliat/liat berpasir	8
Liat	9
Batuan induk	10

Sumber: Kustratmoko, 2024

Analisis FFPI

Peta-peta kerja yang telah dihasilkan seperti peta Slope, peta kerapatan vegetasi, peta penggunaan lahan, dan peta tekstur tanah terlebih dahulu ditentukan nilai indeks rata-rata disetiap Sub-Sub DAS berdasarkan pixel yang menyusunnya. Kemudian nilai indeks rata-rata masing-masing peta *dioverlay*. Setelah dioverlay kemudian data-data tersebut dikalkulasi sesuai metode FFPI menggunakan raster calculator di software GIS berdasarkan persamaan pembobotan FFPI dengan model Kruzdlo sebagai berikut.

Dimana: $M = Slope$, L = Penggunaan lahan, S = Tekstur Tanah, V = Kerapatan Vegetasi

Peta-peta yang telah dikalkulasi berdasarkan metode FFPI dengan model Krzudlo, untuk selanjutnya dilakukan klasifikasi untuk mendapatkan tingkat potensi banjir bandang.

Tabel 6. Klasifikasi Indeks FFPI

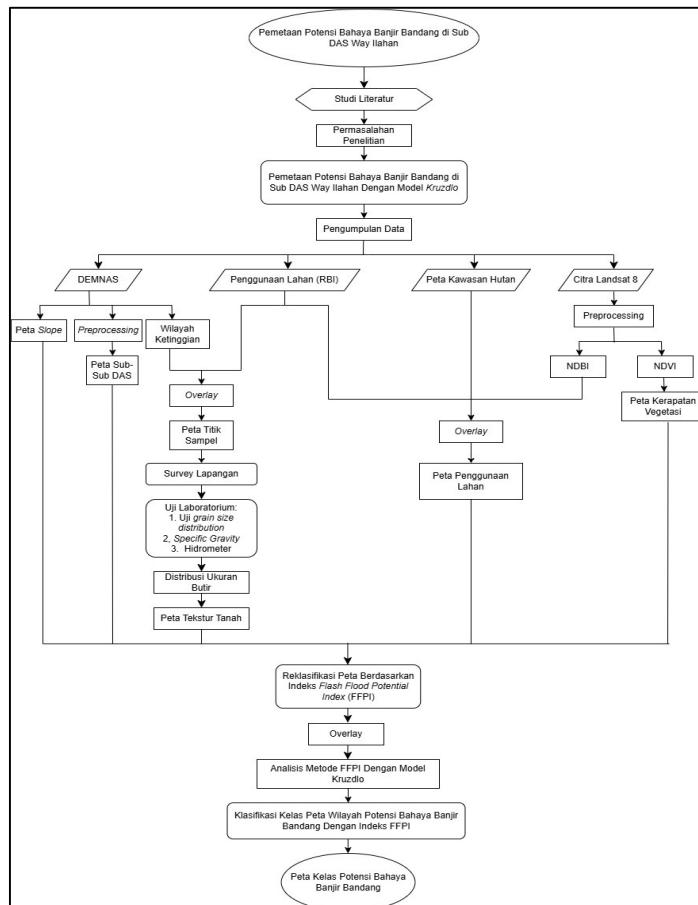
Indeks FFPI	Tingkat Potensi Banjir Bandang
2 – 3,5	Rendah
3,5 - 5	Sedang
> 5	Tinggi

Sumber: Popa et al, 2020

Diagram Alir

Pendekatan penelitian ini bersifat kuantitatif dengan mengacu pada pengolahan data informasi fisiografi dan data spasial. Data yang dihimpun untuk mencapai tujuan penelitian ini berupa kemiringan lereng, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, tekstur tanah, peta topografi, dan peta kawasan hutan. Strategi dalam menentukan tingkat kerentanan banjir bandang di Sub DAS Way ilahan menggunakan metode flash flood potential index dengan model smith, brewster, kruzllo dan ceru. Metode ini menitikberatkan bahwa banjir bandang sebagai respon das terhadap hujan dipengaruhi faktor fisiografi antara lain kemiringan lereng, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi dan tekstur tanah. Kemiringan lahan akan mempengaruhi kecepatan aliran. Penggunaan lahan memainkan peran signifikan dalam infiltrasi air dan perilaku limpasan air. Tekstur tanah dibutuhkan untuk menentukan karakteristi

infiltrasi. Kerapatan vegetasi memengaruhi intersepsi curah hujan. Masing-masing parameter ini diolah secara spasial kemudian dilakukan overlay dan perhitungan indeks kerentanan banjir bandang yang bobotnya disesuaikan dengan keempat model tersebut. Hasil analisis dan perhitungan tersebut kemudian disajikan dalam bentuk peta untuk memvisualisasi zona dan kerentanan banjir bandang pada das tersebut.



Gambar 3. Diagram alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Sampel Tanah

Lokasi pengambilan sampel tanah pada penelitian ini berdasarkan hasil overlay wilayah ketinggian dan penggunaan lahan.

Tabel 7. Wilayah Ketinggian

Wilayah Ketinggian	Luas (Ha)	Keterangan
< 245 mdpl	1.551,27	1
245 - 385 mdpl	6.841,41	2
> 385 mdpl	11.062,79	3

Tabel 8. Penggunaan Lahan

Jenis Penggunaan Lahan	Keterangan
Sawah	A
Permukiman	B
Semak Belukar	C
Tegalan	D
Perkebunan	E
Lahan Kosong	F
Hutan Lindung	G

Berdasarkan hasil dari overlay peta ketinggian dan penggunaan lahan pada software GIS, didapatkan jumlah sampel sebanyak 16 sampel. Bagian hilir terdapat 5 sampel diantaranya sawah, pemukiman, semak belukar, perkebunan dan lahan kosong. Bagian tengah terdapat 5 sampel diantaranya sawah, pemukiman, semak belukar, tegalan dan perkebunan. Bagian hulu terdapat 6 sampel diantaranya sawah, pemukiman, semak belukar, tegalan, perkebunan dan hutan lindung.

Analisis Tekstur Tanah

Tabel 11 menunjukkan tekstur tanah yang paling dominan pada masing-masing ketinggian. Tekstur tanah pada wilayah hilir didominasi oleh tanah lempung sehingga tekstur tanah pada ketinggian <245 mdpl adalah lempung. Kemudian pada bagian tengah didominasi oleh tekstur tanah lempung sehingga tanah pada ketinggian 245-385 mdpl adalah lempung. Selanjutnya tekstur tanah pada wilayah hulu didominasi oleh tekstur tanah lempung berpasir sehingga tekstur tanah pada ketinggian >385 mdpl adalah lempung berpasir. Tekstur tanah yang mewakili masing-masing ketinggian didelineasi dengan ketinggian tersebut. Berdasarkan terdapat 2 kelas tekstur tanah dengan nilai indeks 3 dan 6. Nilai indeks 3 menunjukkan tekstur tanah berupa lempung berpasir. Tekstur tanah ini berada pada ketinggian >385 mdpl. Nilai indeks 6 menunjukkan tekstur tanah berupa lempung. Tekstur tanah ini berada pada ketinggian <385 mdpl.

Tabel 11. Tekstur Tanah pada Masing-Masing Ketinggian

Hilir		
Sawah (A1)	Lempung Berpasir	
Permukiman (B1)	Lempung	
Semak Belukar (C1)	Lempung	
Perkebunan (E1)	Lempung Berdebu	Lempung
Lahan Kosong (F1)	Lempung Berlat	
Tengah		
Permukiman (B2)	Lempung Berpasir	
Sawah (A2)	Lempung	
Semak Belukar (C2)	Lempung	
Tegalan (D2)	Lempung	Lempung
Perkebunan (E2)	Lempung Berpasir	
Hulu		
Sawah (A3)	Lempung Berpasir	
Permukiman (B3)	Lempung Berpasir	
Semak Belukar (C3)	Lempung Berpasir	
Tegalan (D3)	Lempung Liat Berpasir	Lempung Berpasir
Perkebunan (E3)	Lempung Berlat	
Hutan Lindung (G3)	Lempung Berlat	

Analisis Kemiringan Lereng

Berdasarkan pengolahan data DEMNAS pada *software* GIS, didapatkan data kemiringan lereng pada Sub DAS Way Ilahan. Kemiringan lereng pada Sub DAS ini diklasifikasikan menjadi 10 kelas sesuai dengan pengelasan FFPI. Berdasarkan Tabel 12 merupakan bobot nilai kemiringan lereng yang sudah diklasifikasi sesuai dengan nilai indeks FFPI.

Analisis Kerapatan Vegetasi

Berdasarkan pengolahan citra Landsat 8 yang telah dikoreksi menggunakan persamaan (1) dan (2), kerapatan vegetasi di Sub DAS Way Ilahan menunjukkan sebaran nilai tertinggi mencapai 87,9142 dan terendah -33,0348. Selanjutnya, data kerapatan ini diklasifikasikan untuk menghasilkan indeks *Flash Flood Potential Index* (FFPI), semakin tinggi persentase kerapatan vegetasi suatu wilayah, maka nilai indeks FFPI yang diberikan akan semakin kecil. Nilai indeks FFPI untuk kerapatan vegetasi disajikan pada Tabel 12.

Analisis Penggunaan Lahan

Berdasarkan pengolahan data RBI jenis penggunaan lahan didapatkan penggunaan lahan yang ada pada Sub DAS Way Ilahan yaitu sawah, permukiman, semak belukar, tegalan, perkebunan dan hutan lindung. Penggunaan lahan ini juga beserta dengan kerapatan pemukiman yang didapatkan dari hasil pengolahan data citra yang sudah dikoreksi. Penggunaan lahan yang ada pada Sub DAS Way Ilahan terdiri dari 8 kelas dengan indeks masing-masing tersaji pada Tabel 12.

Wilayah Potensi Bahaya Banjir Bandang

Berdasarkan hasil pengolahan overlay dengan menggunakan raster calculator didapatkan nilai FFPI pada masing-masing Sub-Sub DAS. Data yang di overlay merupakan 4 variabel berupa peta kemiringan lereng, tekstur tanah, penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi. Nilai indeks FFPI yang dihasilkan berbeda-beda pada masing-masing Sub-Sub DAS yang ada pada Sub DAS Way Ilahan. Nilai indeks FFPI ini kemudian diklasifikasikan sesuai dengan kelas FFPI disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil FFPI model Kruzdlo

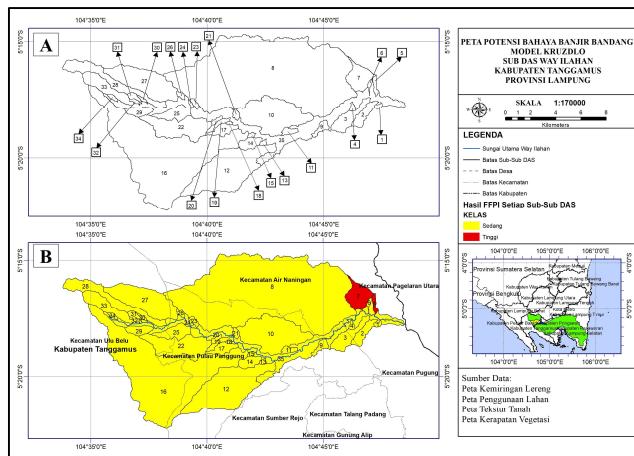
Sub- Sub DAS	Nilai Rata-Rata Parameter					
	Slope	Penggunaan Lahan	Kerapatan Vegetasi	Tekstur Tanah	FFPI	Kelas
1	4,093	5,021	2,850	6,000	4,491	Sedang
2	3,341	5,292	3,043	6,000	4,419	Sedang
3	3,190	5,040	3,320	6,000	4,388	Sedang
4	3,370	5,000	2,671	6,000	4,260	Sedang
5	5,746	5,178	3,168	6,000	5,023	Tinggi
6	5,338	5,084	2,873	6,000	4,824	Sedang
7	5,436	5,574	3,089	6,000	5,025	Tinggi
8	6,040	5,090	2,991	5,145	4,817	Sedang
9	3,586	5,363	4,230	6,000	4,795	Sedang
10	4,333	5,103	3,773	5,918	4,782	Sedang
11	3,729	5,067	4,150	6,000	4,737	Sedang
12	6,015	4,968	3,228	3,288	4,375	Sedang
13	5,597	5,000	3,038	6,000	4,909	Sedang
14	5,965	5,000	2,868	5,257	4,773	Sedang
15	4,857	5,000	3,175	6,000	4,758	Sedang
16	7,975	3,078	3,307	4,077	4,609	Sedang
17	6,597	5,080	3,420	3,637	4,684	Sedang
18	6,325	5,000	3,225	3,676	4,557	Sedang
19	5,740	5,000	3,372	3,073	4,296	Sedang
20	6,002	5,058	3,501	3,079	4,410	Sedang
21	4,263	5,000	3,139	4,587	4,247	Sedang
22	7,504	4,531	3,212	3,000	4,562	Sedang
23	6,969	5,777	2,685	3,000	4,608	Sedang
24	7,560	3,651	2,839	3,000	4,263	Sedang
25	7,892	4,186	2,614	3,000	4,423	Sedang
26	6,979	3,000	2,970	3,000	3,987	Sedang
27	7,039	3,000	3,033	3,000	4,018	Sedang
28	7,812	3,000	2,194	3,000	4,002	Sedang
29	8,324	3,056	3,286	3,000	4,417	Sedang
30	6,808	3,000	3,140	3,000	3,987	Sedang
31	7,088	3,000	3,048	3,000	4,034	Sedang
32	7,679	3,000	3,010	3,000	4,172	Sedang
33	8,237	3,000	2,093	3,000	4,083	Sedang
34	6,256	3,000	2,599	3,000	3,714	Sedang
35	5,801	4,850	3,685	5,047	4,846	Sedang

Hasil perhitungan flash flood potential index (FFPI) yang mencakup 35 Sub DAS menunjukkan bahwa 98,13% wilayah studi termasuk dalam klasifikasi potensi banjir bandang sedang, sementara 1,87% berklasifikasi tinggi. Dua sub DAS berpotensi tinggi adalah sub DAS 5 seluas 40,18 Ha dan sub DAS 7 seluas 323,45 Ha. Tingginya nilai FFPI pada kedua Sub-DAS ini dipengaruhi oleh kombinasi faktor, terutama nilai rata-rata Slope yang tinggi (5,746 untuk Sub-DAS 5 dan 5,436 untuk Sub-DAS 7) dan nilai rata-rata Penggunaan Lahan yang juga tinggi (5,178 dan 5,574, berturut-turut). Kondisi lereng curam dan nilai indeks penggunaan lahan yang tinggi mengindikasikan tingkat bahaya hidrologis yang signifikan, sehingga memerlukan perhatian prioritas dalam upaya mitigasi.

Secara umum, parameter Tekstur Tanah memiliki nilai rata-rata tertinggi, dengan sebagian besar Sub-DAS mencatatkan nilai 6,000. Hal ini menunjukkan bahwa tekstur tanah di sebagian besar wilayah studi memiliki karakteristik yang rentan terhadap aliran permukaan dan erosi.

Sementara itu, parameter Slope (kemiringan lereng) menunjukkan variasi terbesar antar Sub-DAS, dari yang terendah (3,190 di Sub-DAS 3) hingga tertinggi (8,324 di Sub-DAS 29). Nilai Slope yang tinggi menjadi faktor dominan penyebab meningkatnya nilai FFPI, seperti yang terlihat pada Sub-DAS 5 dan 7, maupun pada Sub-DAS 29 (8,324), meskipun Sub-DAS 29 hanya terkategorikan sedang karena diimbangi oleh nilai Penggunaan Lahan dan Tekstur Tanah yang lebih rendah. Penggunaan lahan Sub-Sub DAS ini memiliki potensi infiltrasi besar, tekstur tanah dengan potensi infiltrasi besar, kerapatan vegetasi dengan karakteristik normal dalam menghasilkan aliran limpasan, kemudian kemiringan lereng dengan karakteristik tinggi dalam menghasilkan aliran limpasan sehingga Sub-Sub DAS ini berada pada kelas sedang [19]. Keberagaman vegetasi di permukaan tanah berperan dalam mempengaruhi aliran permukaan. Penurunan kerapatan vegetasi berpotensi meningkatkan aliran permukaan, yang pada akhirnya dapat memicu terjadinya banjir bandang. Selanjutnya hasil FFPI ini juga selaras dengan penelitian

[6] dan penelitian [7] yang menyatakan bahwa tekstur tanah berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Sementara itu, variasi kemiringan lereng menghasilkan perbedaan dalam kecepatan infiltrasi, yang dapat mempengaruhi pola pergerakan air dan meningkatkan risiko banjir bandang.



Gambar 4. (a) Batas-Batas Sub-Sub DAS; (b) Peta Wilayah Potensi Bahaya Banjir Bandang Berdasarkan Sub-Sub DAS

Berdasarkan **Gambar 4**, dapat diketahui sebaran bahaya banjir bandang pada wilayah Sub DAS Way Ilahan. Kelas potensi bahaya banjir bandang dengan kategori sedang yang terdapat pada 33 Sub-Sub DAS diwarnai dengan warna kuning. Potensi sedang ini menunjukkan nilai FFPI hasil overlay berada pada nilai indeks FFPI 3,5-5. Kelas potensi bahaya banjir bandang dengan kategori kelas tinggi yang terdapat pada 2 Sub-Sub DAS diwarnai dengan warna merah. Potensi tinggi ini menunjukkan nilai hasil overlay berada pada nilai indeks FFPI >5.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian potensi bahaya banjir bandang metode FFPI model Krudzlo disimpulkan bahwa Sub DAS Way Ilahan berpotensi banjir bandang dengan klasifikasi sedang sampai dengan tinggi. Terdapat 2 Sub-Sub DAS yang memiliki kelas potensi bahaya banjir bandang dengan kategori kelas tinggi. Sub-Sub DAS ini terdapat pada Sub-Sub DAS nomor 7 dengan seluas 323,45 Ha dan nomor 5 dengan luas 40,18 Ha. Sub-Sub DAS dengan kategori kelas tinggi ini berada pada Desa Batu Tegi seluas 363,18 Ha dan Desa Sinar Sekampung dengan luas 0,45 Ha. Kemudian terdapat juga 33 Sub-Sub DAS dengan kategori kelas sedang yang memiliki luas total 19089,18 Ha. Sub-Sub DAS dengan kategori kelas sedang ini berada pada Desa Talang Lebar, Desa Muara Dua, Desa Tekat, Desa Batu Tegi, Desa Karang Sari, Desa Margomulyo, Desa Air Abang, Desa Air Bakoman, Desa Air Kubang, Desa Batu Bedil, Desa Air Nanigan, Desa Sinar Mancak, Desa Sidomulyo, Desa Sinar Sekampung, Desa Srimanganten, Desa Way Harong, Desa Tanjung Gunung, Desa Gunung Meraksa, Desa Pulau Panggung, Desa Way Ilahan, Desa Gunung Megang, Desa Talang Jawa, Desa Tanjung Begalung, Desa Tanjung Rejo, Desa Karang Rejo, Desa Datarajan, dan Desa Penantian Ulu Belu. Sebaran kelas kategori sedang ini memiliki luas total sebesar 19089,18 Ha. Kategori kelas sedang berkisar 98,13% dari luas Sub DAS Way Ilahan. Kategori kelas tinggi berkisar 1,87% dari luas Sub DAS Way Ilahan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada "Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Republik Indonesia (Program Penelitian Dosen Pemula BIMA Tahun 2025)" atas bantuan pendanaan penelitian ini yang tertuang pada kontrak penelitian no. 0419/C3/DT.05.00/2025 tanggal 22 Mei 2025 tentang Penerima Program BOPTN Program Penelitian dan PkM TA 2025

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Prof. Dr. Ir. H.Syarifuddin Kadir, S. Dr.Badaruddin and M. Dr.Ir.Eko Rini Indrayatie, Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Malang: IRDH (International Research and Development For Human Beings), 2020.
- [2] D. Agustina, D. L. Setyowati and Sugiyanto, "Analisis Kapasitas Infiltrasi Pada Beberapa Penggunaan Lahan Kelurahan Sekaran Kecamatan Gunungpati Kota Semarang," *Journal Unnes*, vol. VOL 1,

- pp. 88-93, 2012.
- [3] F. B. Ar-rouf, "Identifikasi Tambang Ilegal Di Bangka Tengah Dan Bangka Selatan Dengan Ladsat 9," *Integrative Perspectives of Social and Science Journal (IPSSJ)*, vol. 2, pp. 1719 - 1728, 2015.
 - [4] Hendrawan, Marzuki, Mauliadi and A. P. Azhari, "Distribution of Built Land Based on Normalized Difference Built-Up Index Landsat 8 Imagery in Kota Mataram," *Sains Tech Innovation Juournal*, vol. Volume 3, pp. 35 2020.
 - [5] W. Widiyatmoko, D. Wicaksono, A. F. T. Afza Afgani and M. N. H., "Penentuan Zona Kerawanan Banjir Bandang dengan Metode Flash flood Potential Index (FFPI) Di Perbukitan Menoreh Kabupaten Kulonprogo daerah Istimewa Yogyakarta," *Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI)*, 2015.
 - [6] C. Azizah, H. Pawitan, B. D. Dasanto, I. Ridwansyah and M. Taufik, "Sifat Fisik Tanah dan Hubungannya dengan Kapasitas Infiltrasi DAS Tamang," *Jurnal Tanah dan Iklim*, vol. 43 No 2, pp. 167-173, 2019.
 - [7] N. P. G. Qur'ani, D. Harisuseno and J. S. fidari, "Studi Pengaruh Kemiringan Lereng Terhadap Laju Infiltrasi," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 2 No. 1, pp. 242-254, 2022.
 - [8] A. Taryana, M. R. E. Mahmud and H. Bektı, "Analisis Kesiapsiagaan Bencana Banjir Di Jakarta," *Jurnal Administrasi Negara*, vol. 3 No. 2, pp. 302 - 311, 2022.
 - [9] M. C. Popa, A. G. Simion, D. Peptenatu, C. Dima, C. C. Draghici, M. StelaFlorescu, C. R. Dobrea and D. C. Diaconu, "Spatial Assesment of Flash-Food Vulnerability in the Moldova River Catchment (N Romania) Us: The FFPI," *Flood and Risk Management*, 2020.
 - [10] E. Kusratmako, A. Rista and M. A. Falensky, "Assessment Of Flash Flood Hazard Potential In A Small Mountainous Cikundul Watershed In Cianjur, West Java, Indonesia," *International Journal of Remote Sensin and Earth Sciences*, vol. 21, pp. 96 - 105, 2024.
 - [11] S. H. Syafri, I. S. T. MSi and S. Rieneke L.E Sela, "Identifikasi Kemiringan Lereng Di Kawasan Permukiman Kota Manado Berbasis Sig," *Spasial* , 2015.
 - [12] Badaruddin, H. Kadir and K. Nisa, *Hidrologi Hutan*, Banjarmasin: CV. Batang, 2021.
 - [13] N. Isra, S. A. Lias and A. Ahmad, "Karakteristik Ukuran Butir Dan Mineral Liat Tanah Pada Kejadian Longs Studi Kasus : Sub Das Jeneberang)," *Jurnal Ecosolum*, vol. 8 NO. 2, pp. 62 - 73, 2019.
 - [14] Sodikin and E. R. Susanto, *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, vol. 2 NO. 3, pp. 125-135, 2021.
 - [15] K. M. Wibowo, I. Kanedi and J. Jumadi, "Sistem Informasi Geografis (Sig) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website," *Jurnal Media Infotama*, vol. 11 NO. 1, pp. 51-60, 2015.
 - [16] S. Utomo and M. A. Hamdani, "Sistem Informasi Geografis (Sig) Pariwisata Kota Bandung Menggunakan Google Maps Api Dan Php," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 11 NO. 1, pp. 1 - 9, 2021.
 - [17] F. R. AKBARI, "Evaluation Of The Effect Of Correction Atmospheric Algorithm For Calculation Of Total Suspended Solid Using Landsat 8 Satellite Imagery," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
 - [18] U. Kurnia, F. Agus, A. Adimihardja and A. Dariah, *Sifat Fisik Tanah Dan Metode Analisis Nya*, Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006.
 - [19] S. M. Talakua and R. M. Osok, "Efek Penggunaan Lahan Terhadap Degradasi Tanah Pada Kebun Campuran Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku," *AGROLOGIA*, vol. 7 NO. 1, pp. 9 -18 2018.