

**IDENTIFIKASI KERENTANAN BANJIR BANDANG MENGGUNAKAN METODE AHP  
(ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) BERBASIS SIG DI SUB DAS AIR MULAK, KABUPATEN  
LAHAT**

*(Identification of Flash Flood Vulnerability using GIS-Based AHP (Analytical Hierarchy Process)  
Method in Air Mulak Sub-Watershed, Lahat Regency)*

Fameira Dhiniati<sup>1</sup>, Alharia Dinata<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Pagar Alam  
Jln. Masik Siagim No. 75 Simpang Mbacang Kec. Dempo Tengah Kota Pagar Alam

\*E-mail koresponden: [alhariadinata@gmail.com](mailto:alhariadinata@gmail.com)

Diterima: 17 Januari 2022; Direvisi: 29 Juni 2022; Disetujui: 30 Juni 2022

**ABSTRACT**

*The high rainfall for a long time resulted in flash floods that hit three villages in Lahat Regency, submerged dozens of residents' houses, damaged several public facilities, and cut off-road access. From this incident, spatial information is needed related to areas prone to flash floods so that the negative impacts can be minimized. This study aims to identify the vulnerability of flash floods in the Air Mulak Watershed. This research uses the AHP (Analytical Hierarchy Process) method for rational decision-making of all parameters, integrated with GIS (Geographical Information System) applications. The results of the consistency test for all parameters, the CR value of 0.97% is smaller than 10% and is considered consistent. The results of scoring all parameters are then overlaid by giving weight to each parameter, and it can be seen that the distribution of flash flood susceptibility in Air Mulak Sub-Watershed with a very high percentage of 0.20%, high class of 4.75%, moderate class of 15.78%, low at 43.50%, and very low at 35.78%. The results showed that the parameters that greatly affect flash flooding in the Air Mulak Sub-Watershed are altitude, river density, slope, and distance from the river because the area is where water accumulates from upstream of the river when it rains with high intensity.*

**Key words:** AHP; GIS; flash flood vulnerability; Air Mulak Sub-Watershed

**ABSTRAK**

Tingginya curah hujan dalam waktu lama mengakibatkan banjir bandang melanda tiga desa di Kabupaten Lahat, puluhan rumah warga terendam, beberapa fasilitas umum rusak, dan akses jalan terputus. Dari kejadian tersebut, diperlukan informasi spasial terkait dengan daerah rentan terjadinya banjir bandang agar dampak buruk yang ditimbulkan dapat diminimalisir. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kerawanan banjir bandang di DAS Air Mulak.

Untuk pengambilan keputusan yang rasional dari semua parameter, penelitian ini menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) yang terintegrasi dengan aplikasi GIS (*Geographical Information System*). Hasil uji konsistensi untuk semua parameter, nilai CR sebesar 0,97% lebih kecil dari 10% dan dianggap konsisten. Hasil pemberian skor seluruh parameter kemudian dioverlay dengan memberikan bobot pada masing-masing parameter dapat diketahui bahwa, sebaran kerawanan banjir bandang di Sub DAS Air Mulak dengan persentase sangat tinggi sebesar 0,20%, kelas tinggi sebesar 4,75%, kelas sedang sebesar 15,78%, rendah sebesar 43,50%, dan sangat rendah sebesar 35,78%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, parameter yang sangat mempengaruhi banjir bandang di sub DAS Air Mulak adalah ketinggian tempat, kerapatan sungai, kemiringan lereng, dan jarak dari sungai karena daerah tersebut merupakan tempat penimbunan air dari hulu sungai saat hujan dengan intensitas tinggi.

**Kata kunci: AHP; SIG; kerentanan banjir bandang; Sub DAS Air Mulak**

## I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang melanda diberbagai belahan dunia berdampak pada tingginya intensitas curah hujan dengan durasi curah hujan yang singkat. Kondisi tersebut diperparah dengan perilaku hidup masyarakat yang konsumtif dan menjadi ancaman yang serius terhadap bencana ekologis yang saat ini perlahan-lahan sudah terjadi. Bencana banjir bandang merupakan dampak dari perubahan iklim yang terjadi saat ini. Kejadian banjir bandang merupakan respon dari karakteristik hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) terhadap perubahan lingkungan dan tingginya curah hujan yang menjadi faktor pemicu utama (Asriningrum *et al.*, 2015; Mubarak *et al.*, 2015). Banjir bandang yang banyak terjadi di seluruh belahan dunia merupakan fenomena alam serta memiliki ancaman bahaya yang besar bagi daerah yang dilaluinya (Bajabaa *et al.*, 2014). Khususnya wilayah Indonesia, kejadian ini merupakan hal yang logis karena terletak pada daerah tropis dengan intensitas curah hujan yang tinggi dan berdampak buruk terhadap aspek ekonomi, lingkungan,

sosial (trauma yang mendalam), dan menimbulkan korban jiwa (Ekmekcioğlu *et al.*, 2021; Suryo Haryani *et al.*, 2012). Dari data statistik bencana menurut waktu, dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2011-2020) Kejadian banjir yang terjadi di wilayah Indonesia memiliki kecenderungan positif dengan akumulasi kejadian sebanyak 8.069 kali, 19 jutaan korban (meninggal, hilang, luka, menderita, dan mengungsi) dan kerusakan fasilitas sebanyak 209.494 unit (BNPB, 2021).

Jumlah dan distribusi curah hujan merupakan hal yang sangat sulit untuk diprediksi, karena terdapat unsur ketidakpastian serta kompleksnya permasalahan suatu DAS menjadi pemicu utama terjadinya banjir bandang (Lee & Kim, 2019). Banjir bandang sering terjadi secara tiba-tiba dan sangat cepat dalam waktu yang singkat, menyapu semua yang dilaluinya dan menimbulkan kerugian baik materi maupun kerugian yang lainnya (Doswell, 2015). Selain itu, banjir bandang terjadi karena kenaikan air secara cepat yang disebabkan oleh hujan lebat atau terlepasnya air yang tertampung secara

tiba-tiba dalam hitungan menit hingga beberapa jam (Hong *et al.*, 2013). Definisi banjir bandang adalah banjir yang datang seketika disertai debit air yang besar disebabkan runtuhnya bendung alami yang terbentuk pada alur sungai (BNPB, 2012a).

Di penghujung tahun 2019 tepatnya tanggal 30 Desember banjir bandang terjadi akibat tingginya intensitas hujan menyebabkan sungai Air Mulak meluap dengan membawa material lumpur, kayu, dan bebatuan. Banjir bandang menyapu di tiga desa (Keban Agung, Lesung Batu, dan Pengentaan) menyebabkan 73 Unit rumah terendam, kerusakan bangunan pemerintah serta tempat ibadah (Kantor camat, gedung PAUD, dan Mushola), dan terputusnya akses jalan utama Kecamatan Mulak Ulu dan Mulak Sebingkai karena jembatan Air Mulak hanyut terbawa arus. Berdasarkan kondisi geografis kedua wilayah ini merupakan bagian dari administratif Kabupaten Lahat dengan kondisi permukiman penduduk dan areal persawahan ketiga desa tersebut sebagian besar mengikuti alur sungai Air Mulak sehingga sangat wajar wilayah ini yang paling parah saat terjadinya banjir bandang.

Berdasarkan kondisi hidrologis, wilayah tersebut berada di sub DAS Air Mulak bagian dari DAS Lematang hulu dan satu kesatuan dari Wilayah Sungai Musi yang terletak di provinsi Sumatera Selatan. Karakteristik dari morfometri sub DAS ini memiliki potensi yang besar terjadinya banjir bandang karena relief perbukitan dan kemiringan yang curam (nilai elongation ratio = 0,57), kenaikan muka air sungai cepat dengan penurunan lambat

(nilai mean bifurcation < 3), dan kondisi alur sungai yang melewati batuan memiliki resistensi lebih lunak sehingga berpotensi terjadi genangan disertai tingginya angkutan sedimen (Dinata *et al.*, 2021). Pada DAS Lematang Hulu memiliki potensi hujan harian maksimum yang sangat tinggi mencapai 109 mm menyebabkan jumlah pasokan air banjir menjadi meningkat dan dari kondisi tersebut tindakan pencegahan sangat perlu untuk dilakukan karena DAS ini tergolong memiliki kerentanan sangat tinggi terhadap banjir yang dapat merugikan material bahkan korban jiwa (Pramono & Putra, 2017). Kerentanan adalah keadaan dari seseorang, kelompok atau masyarakat luas yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana (BNPB, 2012b). Secara umum, kerentanan dapat diartikan sebagai potensi kerugian terhadap bahaya alam yang terjadi (Tschakert *et al.*, 2011).

Penyediaan gambaran/ informasi secara spasial mengenai sebaran banjir bandang untuk kegiatan mitigasi bencana banjir bandang sangatlah penting dilakukan. Terdapat beberapa faktor yang terkait dengan terjadinya banjir bandang diantaranya adalah kondisi *morphometric* DAS, geologi, perubahan iklim, dan faktor lingkungan. Dengan beragamnya faktor tersebut maka, diperlukan suatu metode yang tepat dalam mengambil keputusan. Saat ini, banyak metode telah berkembang untuk mengambil suatu keputusan dengan banyaknya permasalahan yang kompleks seperti metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dan beberapa teknik yang telah dikembangkan diantaranya adalah

*Analytical Hierarchy Process* (Wątróbski et al., 2019). MCDA merupakan suatu alat pendekatan atau metode dalam pengambilan keputusan berdasarkan alternatif/ opsi solusi dari multi kriteria yang ada (Jaya et al., 2020). *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat didefinisikan sebagai metode untuk menguraikan permasalahan kompleks terkait banyaknya kriteria yang tidak terstruktur menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana (sistem hierarkis) dengan hasil evaluasi yang didapatkan adalah faktor prioritas/ bobot (Vojtek et al., 2021).

Berdasarkan permasalahan diatas, sangat perlu diwaspadai terjadinya banjir bandang yang serupa pada sub DAS Air Mulak dikemudian hari. Analisis secara spasial sangat penting dilakukan untuk memberikan gambaran/ informasi yang tepat sehingga dampak kerugian yang ditimbulkan pada wilayah yang memiliki kerentanan banjir bandang dapat meminimalisir. Tujuan dari penelitian ini adalah identifikasi kerentanan banjir bandang dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) berbasis SIG (*Sistem Informasi Geografis*) di sub DAS Air Mulak, kabupaten Lahat. Hasil penelitian diharapkan menjadi alat yang berguna bagi para pemangku kepentingan dalam mengambil kebijakan terhadap manajemen dan mitigasi bencana banjir bandang di Kabupaten Lahat dan untuk mendukung pengelolaan DAS secara

terpadu dan berkelanjutan di wilayah Sungai Musi.

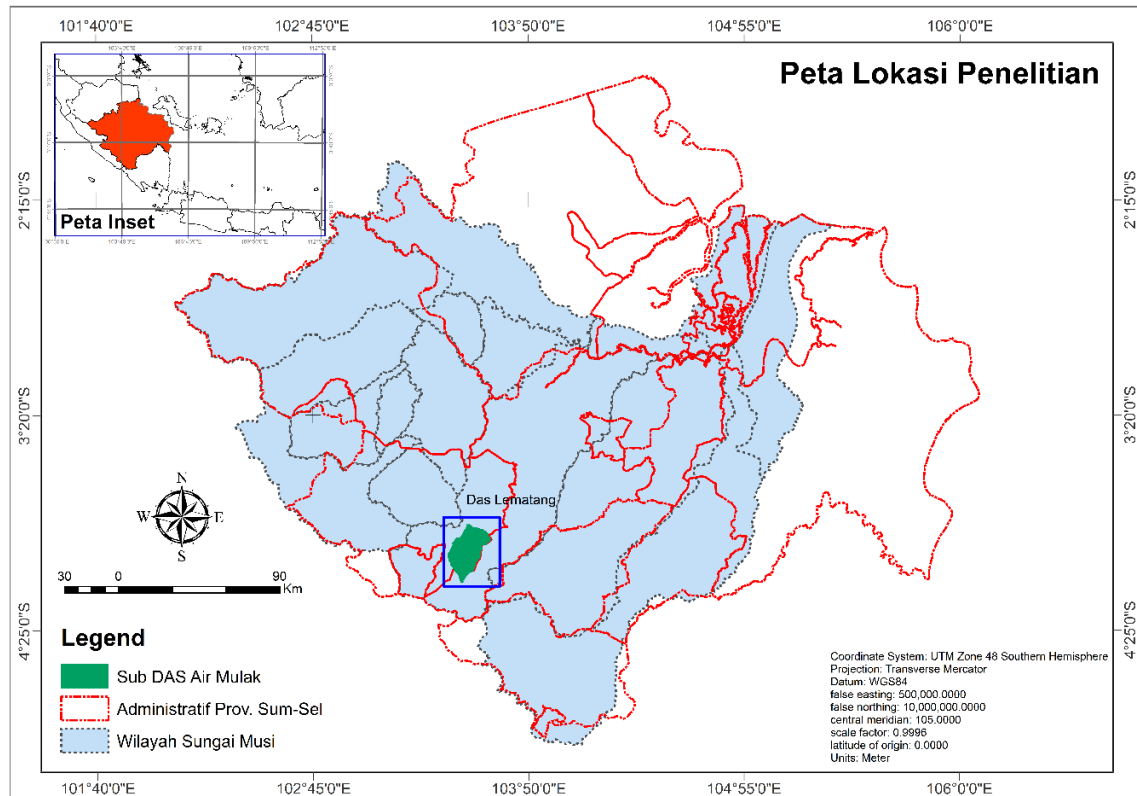
## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan Lokasi

Pelaksanaan penelitian dimulai sejak bulan April s.d. Juli 2021. Lokasi penelitian berada di Sub DAS Air Mulak dengan luas 40.822,92 ha. Secara geografis sub DAS ini terletak di koordinat 103025'0" E s.d. 103040'0" E dan 3055'0" S s.d. 4010'0" S, sebagian besar sub DAS ini masuk kedalam administratif Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan dan sebagian kecil di hulu sub DAS masuk kedalam administratif Kabupaten Muara Enim. Sedangkan berdasarkan kondisi hidrologis berada di DAS Lematang Hulu yang merupakan satu kesatuan dari wilayah sungai Musi. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

### B. Data

Data dalam penelitian menggunakan data sekunder terdiri dari peta topografi skala 1:50.000 (BIG), citra Landsat 8 OLI/TIRS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), peta jenis tanah skala 1:50.000 (Puslitanak), dan curah hujan tahunan periode 2010 s.d. 2020 (BMKG-Stasiun Klimatologi Palembang) untuk stasiun curah hujan Pulau Pinang, Pagar Gunung, Mulak Ulu, Merapi Selatan, dan Kota Agung.



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian (Map of study area)  
Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2021

### C. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif kuantitatif guna untuk mendapatkan gambaran/informasi mengenai daerah yang memiliki kerentanan banjir bandang di sub DAS Air Mulak mulai dari tingkat sangat rendah s.d. sangat tinggi.

Parameter yang digunakan dalam penelitian terdiri dari peta ketinggian (KT), lereng (L), *stream density* (SD), *flow accumulation* (FA), dan *topographic wetness index* (TWI), dan peta jaringan sungai. Keenam parameter tersebut didapatkan dari hasil analisis data DEM (*Digital Elevation Model*) dengan menggunakan aplikasi ArcGIS 10.4. Selanjutnya peta jarak terhadap sungai (JS), peta ini dihasilkan dari analisis buffering

jaringan sungai. *Topographic wetness index* (TWI) dihasilkan dari ekstraksi data DEM dalam kondisi *steady*, dan menggunakan fungsi dari akumulasi aliran dan kemiringan lereng (Tauhid *et al.*, 2017). TWI merupakan model konseptual terdistribusi yang secara langsung digunakan dalam penentuan distribusi daerah rawan banjir bandang di daerah tertentu (Pourali *et al.*, 2016). Bentuk umum persamaan TWI adalah sebagai berikut.

$$TWI = \ln \left( \frac{\alpha}{\tan \beta} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

TWI = topographic wetness index  
 $\alpha$  = flow accumulation  
 $\tan \beta$  = slope

Parameter selanjutnya adalah LULC (*Land use land cover*) dan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dihasilkan dari analisis image processing menggunakan data citra Landsat 8. Bentuk umum persamaan NDVI adalah sebagai berikut.

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR = *Near-Infrared Radiation* (Band 5)

Red = Gelombang merah (Band 4).

Rentang nilai NDVI antara -1 sampai 1. Nilai NDVI 0,1 – 0,7 mempresentasikan vegetasi rendah – sedang dan nilai > 0,7 menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi. Dalam hal ini, nilai yang besar terdapat perbedaan yang besar antara gelombang Red dan NIR yang menunjukkan tingginya aktifitas fotosintesis, sebaliknya nilai NDVI yang rendah menunjukkan terdapat sedikit perbedaan antara gelombang Red dan NIR karena aktifitas fotosintesis yang sedikit atau sedikitnya *reflectance* cahaya NIR, seperti pantulan air dari gelombang NIR sangat sedikit (Indrayani *et al.*, 2017).

Sedangkan parameter curah hujan tahunan dihasilkan dari interpolasi data rerata curah hujan tahunan dari kelima

stasiun curah hujan. Semua parameter tersebut dibuat kedalam 5 (lima) kelasnya masing-masing kecuali parameter jenis tanah hanya dibagi kedalam 2 (dua) kelasnya masing-masing dikarenakan wilayah sub DAS ini memiliki permeabilitas tanah sedang dan lambat. Tahapan selanjutnya adalah penentuan bobot setiap parameter. Dasar penilaian untuk penentuan bobot berdasarkan skala penilaian antar kriteria seperti tersaji dalam Tabel 1.

Dengan menggunakan Tabel 1, kemudian disusun matrik perbandingan pasangan dari semua parameter (*Pairwise comparison of all parameters*) dan dilakukan normalisasi terhadap matrik untuk mendapatkan nilai bobot setiap parameter. Selanjutnya dilakukan pengujian konsistensi parameter menggunakan persamaan *Consistency Index* (CI). Bentuk persamaan CI seperti yang terlihat berikut.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n (AxW)t}{n} \dots\dots\dots(3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan

CI = Indeks konsistensi

$\lambda_{max}$  = Nilai Eigen terbesar dari matrik berordo n.

n = Jumlah parameter.

Tabel (Table) 1. Skala penilaian kriteria (*Scale of rating criteria*)

Intensitas kepentingan ( <i>Intensity of interest</i> )	Keterangan ( <i>Information</i> )
1	Sama pentingnya ( <i>equally important</i> )
2	Kurang penting ( <i>equal to moderately important</i> )
3	Cukup penting ( <i>moderately important</i> )
4	Cukup lebih penting ( <i>moderate to strongly important</i> )
5	Kepentingannya tinggi ( <i>strongly important</i> )
6	Kepentingannya lebih tinggi ( <i>strong to very strongly important</i> )
7	Sangat penting ( <i>very strongly important</i> )
8	Amat penting ( <i>very to extremely strong important</i> )
9	Paling penting ( <i>extremely important</i> )

Sumber (*Source*): Saputra *et al.*, 2020

Untuk mengukur batas ketidakkonsistensian digunakan *Consistency Ratio* (CR) (Persamaan 5) yaitu perbandingan nilai CI terhadap *Consistency Value* (RI). Besarnya nilai RI diperoleh berdasarkan ukuran matrik yang dapat dilihat pada tabel 2.

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \dots \dots \dots (5)$$

Jika nilai  $CR < 10\%$  artinya parameter dapat diterima (telah konsisten). Sedangkan jika,  $CR > 10\%$  parameter tidak konsisten. Kerentanan banjir bandang pada sub DAS Air Mulak dihasilkan dari *overlay* menggunakan metode *weighted overlay* dengan menggunakan bobotnya masing-masing. Selanjutnya, kerentanan banjir bandang dibuat ke dalam Lima kelas (Tabel 3) guna untuk memberikan gambaran/informasi luasan di tiap kelasnya. Secara keseluruhan tahapan

dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Penentuan Bobot Prioritas Menggunakan AHP

Dari hasil matrik perbandingan semua parameter dengan menggunakan nilai-nilai skala perbandingan, kemudian dilakukan normalisasi yang bertujuan untuk menentukan bobot prioritas setiap parameter kemudian dievaluasi berdasarkan nilai CR. Hasil analisis diketahui bahwa, parameter tersebut telah konsisten dengan nilai CR lebih kecil dari 10%. Berikut ditampilkan Tabel 4, matrik berpasangan parameter dengan menggunakan skala penilaian kriteria. Selanjutnya perhitungan nilai bobot dihasilkan dengan normalisasi matrik berpasangan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel (Table) 2. Nilai konsistensi (*Consistency value*)

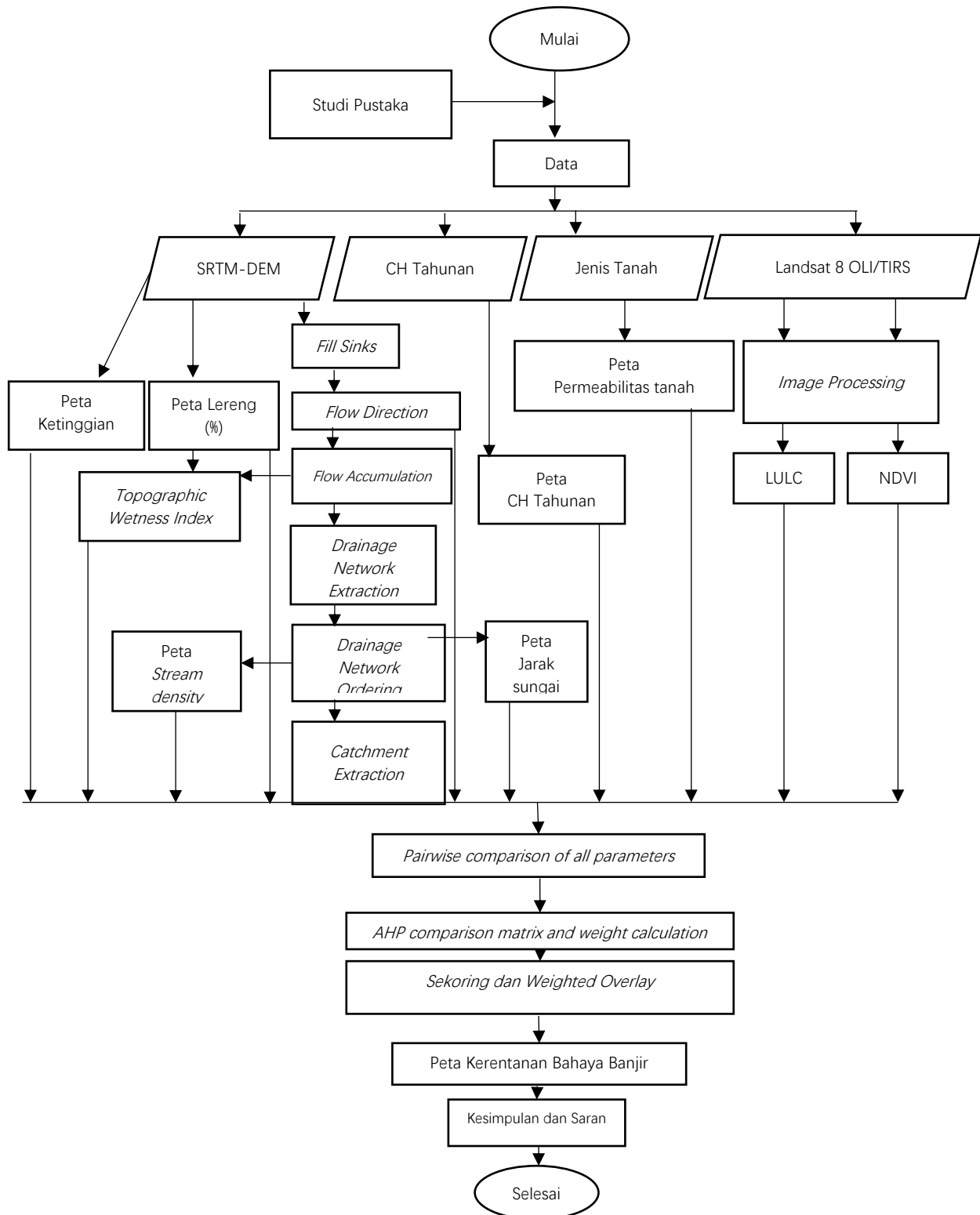
Ukuran matriks ( <i>Matrix size</i> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sumber (Source): Saputra et al., 2020

Tabel (Table) 3. Kelas kerentanan (*Vulnerability class*)

Nomor ( <i>Number</i> )	Rentang ( <i>Range</i> )	Kelas ( <i>Class</i> )
1.	4,2 – 5,0	Sangat tinggi ( <i>very high</i> )
2.	3,4 – 4,2	Tinggi ( <i>high</i> )
3.	2,6 – 2,4	Sedang ( <i>moderate</i> )
4.	1,8 – 2,6	Rendah ( <i>low</i> )
5.	0,0 – 1,8	Sangat Rendah ( <i>very low</i> )

Sumber (Source): Analisis data (*Data analysis*), 2021



Gambar (Figure) 2. Diagram alir penelitian (Research flowchart)

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2021



Tabel (Table) 4. Matrik perbandingan berpasangan parameter (Pairwise comparison matrix of parameters)

Parameter (Parameters)	SD	KT	JS	FA	NDVI	Lereng (slope)	TWI	LULC	CH	PT
SD	1,00	2,00	3,00	5,00	3,00	6,00	7,00	6,00	7,00	6,00
KT	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	8,00	6,00	7,00	6,00
JS	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00	7,00	6,00	7,00	4,00
FA	0,20	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00	4,00	3,00	4,00
NDVI	0,33	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00
Lereng (slope)	0,17	0,20	0,20	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	3,00
TWI	0,14	0,13	0,14	0,20	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00
LULC	0,17	0,17	0,17	0,25	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00
CH	0,14	0,14	0,14	0,33	0,33	0,33	0,33	0,50	1,00	3,00
PT	0,17	0,17	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,33	0,33	1,00
Jumlah	3,15	4,88	7,74	12,87	14,67	23,42	34,08	32,83	37,33	38,00

Sumber (Source): Analisis Data (Data analysis), 2021

Tabel (Table) 5. Normalisasi matrik berpasangan (Normalized pairwise matrix)

Parameter (Parameters)	SD	KT	JS	FA	NDVI	Lereng (slope)	TWI	LULC	CH	PT	Total (Sum)	Bobot (Weight)
SD	0,32	0,41	0,39	0,39	0,20	0,26	0,21	0,18	0,19	0,16	2,70	0,27
KT	0,16	0,20	0,26	0,23	0,27	0,21	0,23	0,18	0,19	0,16	2,10	0,21
JS	0,11	0,10	0,13	0,16	0,20	0,21	0,21	0,18	0,19	0,11	1,59	0,16
FA	0,06	0,07	0,06	0,08	0,14	0,13	0,15	0,12	0,08	0,11	0,99	0,10
NDVI	0,11	0,05	0,04	0,04	0,07	0,09	0,09	0,12	0,08	0,11	0,79	0,08
Lereng (slope)	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,09	0,11	0,08	0,56	0,06
TWI	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,08	0,11	0,42	0,04
LULC	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,05	0,08	0,34	0,03
CH	0,05	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,08	0,29	0,03
PT	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,22	0,02
Jumlah	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	1,00

Sumber (Source): Analisis Data (Data analysis), 2021

Dari Tabel 5 *Normalized pairwise matrix* diatas dapat dilihat bahwa nilai bobot prioritas berkisar antara 0,02 – 0,27 dengan bobot prioritas tertinggi terletak pada parameter *Stream Density* (SD) dengan nilai 0,27. Sedangkan parameter permeabilitas tanah (PT) memiliki bobot prioritas paling rendah dengan nilai 0,02. Nilai  $\lambda_{max}$  sebesar 11,31 diperoleh dari total jumlah perkalian antara nilai dari Tabel 4 dan Tabel 5 setiap parameter. Selanjutnya nilai CI sebesar 0,15 dihitung dari nilai  $\lambda_{max}$  dikurangi jumlah parameter

terhadap jumlah parameter. Sedangkan nilai RI didapatkan berdasarkan jumlah dari 10 parameter yaitu 1,490 (Tabel 2).

Berdasarkan hasil perbandingan nilai CI terhadap nilai RI, dihasilkan besarnya nilai *Consistency Ratio* (CR) dengan nilai sebesar 9,7%. Dari nilai CR tersebut diketahui bahwa, tingkat konsistensi dianggap telah konsisten (CR < 10%). Berdasarkan analisis tersebut maka, nilai bobot masing-masing parameter selanjutnya digunakan dalam menganalisis kerentanan banjir bandang di sub DAS Air Mulak, Kabupaten Lahat.

## B. Pembobotan dan Klasifikasi Parameter

Dalam penelitian ini parameter kerentanan dihasilkan dari ekstraksi data DEM *image processing*, interpolasi curah, dan *permeabilitas* tanah selanjutnya diberikan skor sesuai dengan kelasnya masing-masing setiap parameter (Tabel 6).

Hasil klasifikasi semua parameter di atas diketahui bahwa sub DAS ini berada di ketinggian antara 156 mdpl – 2.283 mdpl dengan kelas ketinggian antara 300-500 dengan luas 12.029 ha yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kegiatan pertanian dan areal permukiman. Kondisi lereng banyak didominasi oleh kelas 5 - 15%, hal ini menunjukkan bahwa pada wilayah Sub DAS ini terletak di daerah yang datar dengan luas 16.053,5 ha yang juga dimanfaatkan untuk aktifitas pertanian lahan kering, persawahan, dan permukiman.

Pada lereng >35% banyak ditemui di wilayah perbukitan dengan luas 982,08 ha dan sangat sedikit ditemui di wilayah permukiman dan lahan pertanian. TWI banyak didominasi oleh kelas >5 seluas 5.607,72 ha. Kondisi kerapatan aliran (*stream density*) didominasi yaitu < 0,36 memiliki luas lahan sebesar 26.006,00 ha yang juga tersebar di areal permukiman dan pertanian. Kondisi daerah bantaran sungai dengan jarak sungai > 600 meter dengan luas 28.357 ha sedangkan jarak sungai <150 seluas 3.773,00 ha yang juga banyak digunakan untuk lahan pertanian dan permukiman. Kondisi iklim pada sub DAS ini dalam sepuluh tahun terakhir diketahui bahwa, curah hujan tahunan

berkisar antara 2.700 – 2.800 mm/tahun dengan luas sebaran sebesar 13.997,20 ha yang berada di bagian tengah sub DAS. *Flow Accumulation* tertinggi yaitu < 2.500 m seluas 40.218,9 ha.

Kondisi LULC didominasi dengan kebun campur dengan luas 18.221 ha, daerah permukiman dan semak belukar dengan total seluas 10.382 ha. Selanjutnya, indeks vegetasi (NDVI) banyak didominasi oleh kelas 0,03 – 0,06 seluas 15.415 ha. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah sub DAS ini memiliki kerapatan vegetasi rendah sampai sedang. Jenis tanah di sub DAS ini banyak didominasi oleh jenis tanah podsolik coklat dan litosoal yang memiliki tekstur tanah lempung geluh lempungan dengan tingkat permeabilitas sedang dengan luas 11.609,20 ha. Sedangkan jenis tanah alluvial coklat kekelabuan dengan tekstur tanah lempung debu dan permeabilitas lambat sangat sedikit dijumpai dengan luas sebesar 706,26 ha yang terdapat di hilir sub DAS.

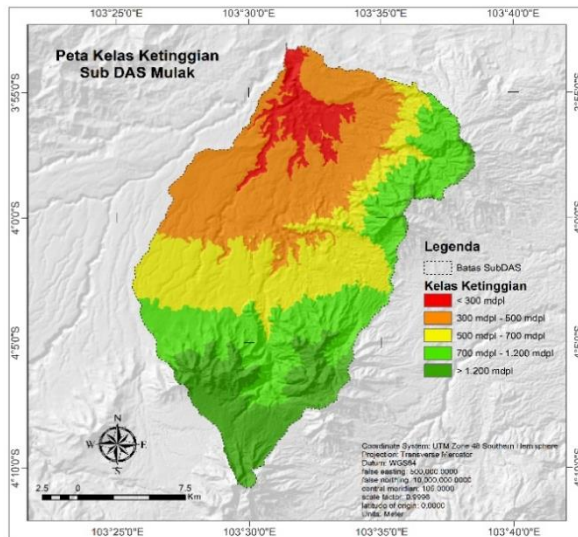
## C. Pembobotan dan Klasifikasi Parameter

Hasil penskoran terhadap kesepuluh parameter (Gambar 3) sesuai dengan skor masing-masing kemudian di *overlay* dengan mengalikan bobot setiap kriteria dengan bobot hasil analisis menggunakan metode AHP dan dihasilkan peta sebaran kerentanan banjir bandang. Untuk mengetahui sebaran daerah kerentanan banjir bandang pada tingkat desa dilakukan dengan meng-*overlay* peta tersebut dengan peta batas administrasi desa yang masuk kedalam sub DAS (Gambar 4).

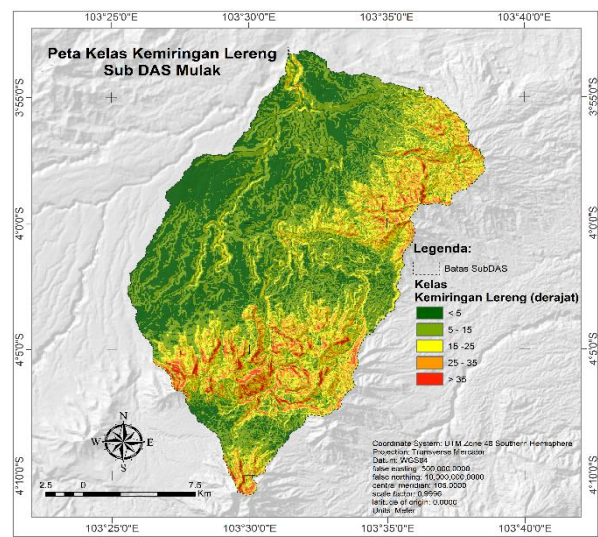
Tabel (Table) 6. Klasifikasi parameter (Classification of parameters)

Parameter (Parameters)	Bobot (Weight)	Kelas (Class)	Skor (Score)	Luas (Area) (ha)
Ketinggian (m) (Elevation)	0,21	>1.200	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	6.355,71
		700 – 1.200	2: Rendah ( <i>low</i> )	1.010,89
		500 - 700	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	9.844,47
		300 - 500	4: Tinggi ( <i>high</i> )	12.029,00
		<300	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	2.568,87
Lereng (%) (Slope)	0,06	>35	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	982,08
		25 - 35	2: Rendah ( <i>low</i> )	4.156,47
		15 - 25	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	8.064,54
		5 - 15	4: Tinggi ( <i>high</i> )	16.053,5
		<5	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	11.650,3
Stream density	0,27	<0,36	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	26.006,00
		0,36 – 0,72	2: Rendah ( <i>low</i> )	9.497,00
		0,72 – 1,08	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	3.394,00
		1,08 – 1,44	4: Tinggi ( <i>high</i> )	1.502,00
		>1,44	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	507,00
Jarak sungai (m) (Distance of river)	0,16	> 600	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	28.357,00
		450 - 600	2: Rendah ( <i>low</i> )	2.666,00
		300 - 450	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	2.962,00
		150 - 300	4: Tinggi ( <i>high</i> )	3.145,00
		<150	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	3.773,00
Curah Hujan Tahunan (mm/thn) (Annual rainfall)	0,03	<2.600	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	906,30
		2.600 – 2.700	2: Rendah ( <i>low</i> )	6.647,58
		2.700 – 2.800	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	13.997,20
		2.800 – 2.900	4: Tinggi ( <i>high</i> )	12.242,20
		>2.900	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	7.111,89
Flow Accumulation (m)	0,1	<2.500	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	40.218,9
		2.500 – 5.000	2: Rendah ( <i>low</i> )	220,23
		5.000 – 25.000	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	280,62
		25.000 – 75.000	4: Tinggi ( <i>high</i> )	116,46
		>75.000	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	70,65
Topographic Wetness Index	0,04	<5	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	5.607,72
		5 – 8	2: Rendah ( <i>low</i> )	2.7803,3
		8 – 11	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	5.445,36
		11 – 14	4: Tinggi ( <i>high</i> )	1.394,19
		>14	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	656,37
LULC (Land use-land cover)	0,03	Hutan	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	7.466
		Kebun Campur	2: Rendah ( <i>low</i> )	18.221
		Persawahan/Ladang/Tegalan	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	4.008
		Semak Belukar/Permukiman	4: Tinggi ( <i>high</i> )	10.832
		Tubuh Air	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	368
NDVI	0,08	> 0,06	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	11.211
		0,03 – 0,06	2: Rendah ( <i>low</i> )	15.415
		-0,02 – 0,03	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	12.229
		-0,11 - -0,02	4: Tinggi ( <i>high</i> )	1.480
		<-0,11	5: Sangat Tinggi ( <i>very high</i> )	572
Permeabilitas tanah (Soil permeability)	0,02	Sedang	1: Sangat Rendah ( <i>very low</i> )	17.632
		Lambat	3: Sedang ( <i>moderate</i> )	23.280

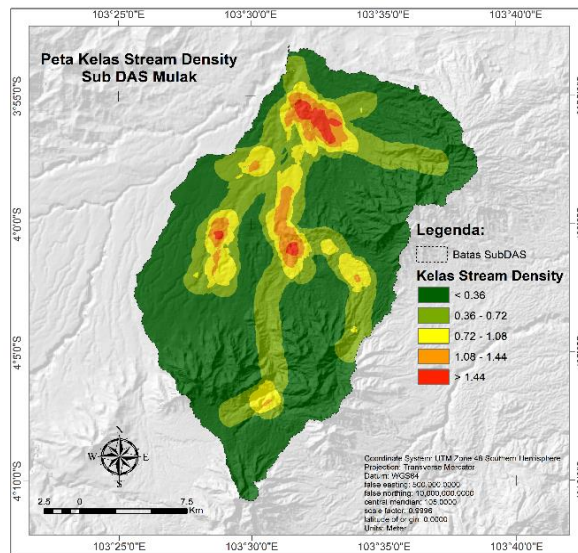
Sumber (Source): Analisis Data (Data analysis), 2021 Modifikasi dari (Modification from) (Saputra et al., 2020; Tauhid et al., 2017)



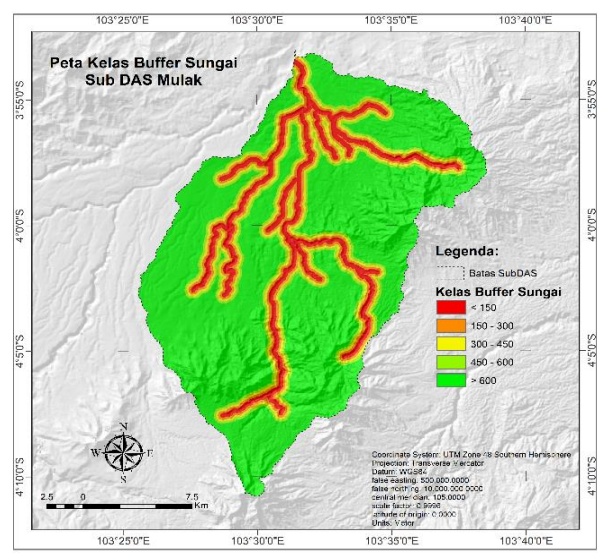
a



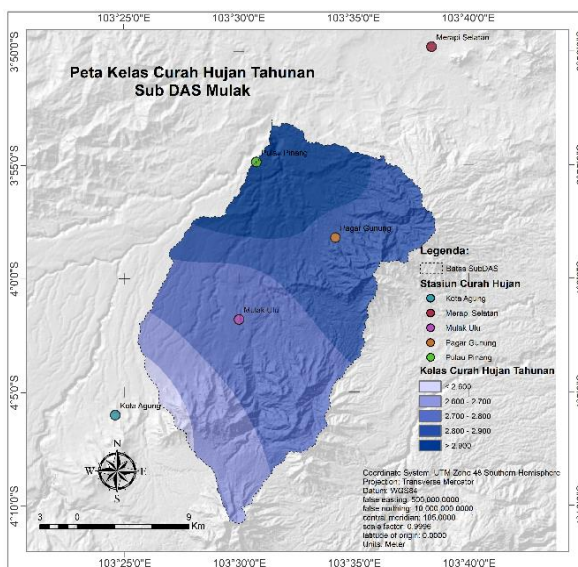
b



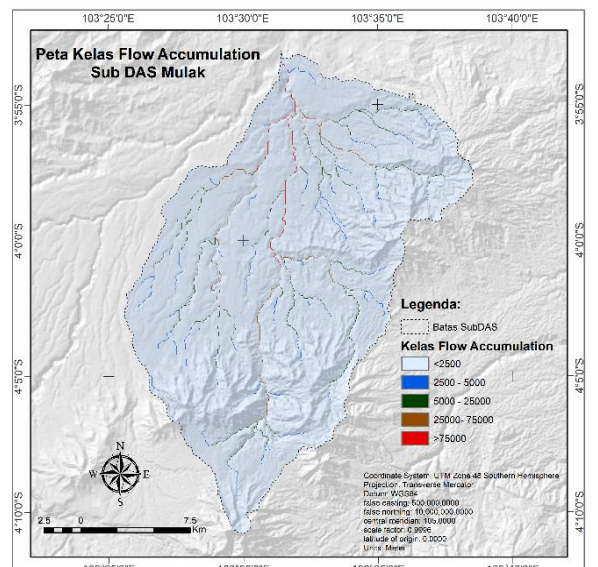
c



d

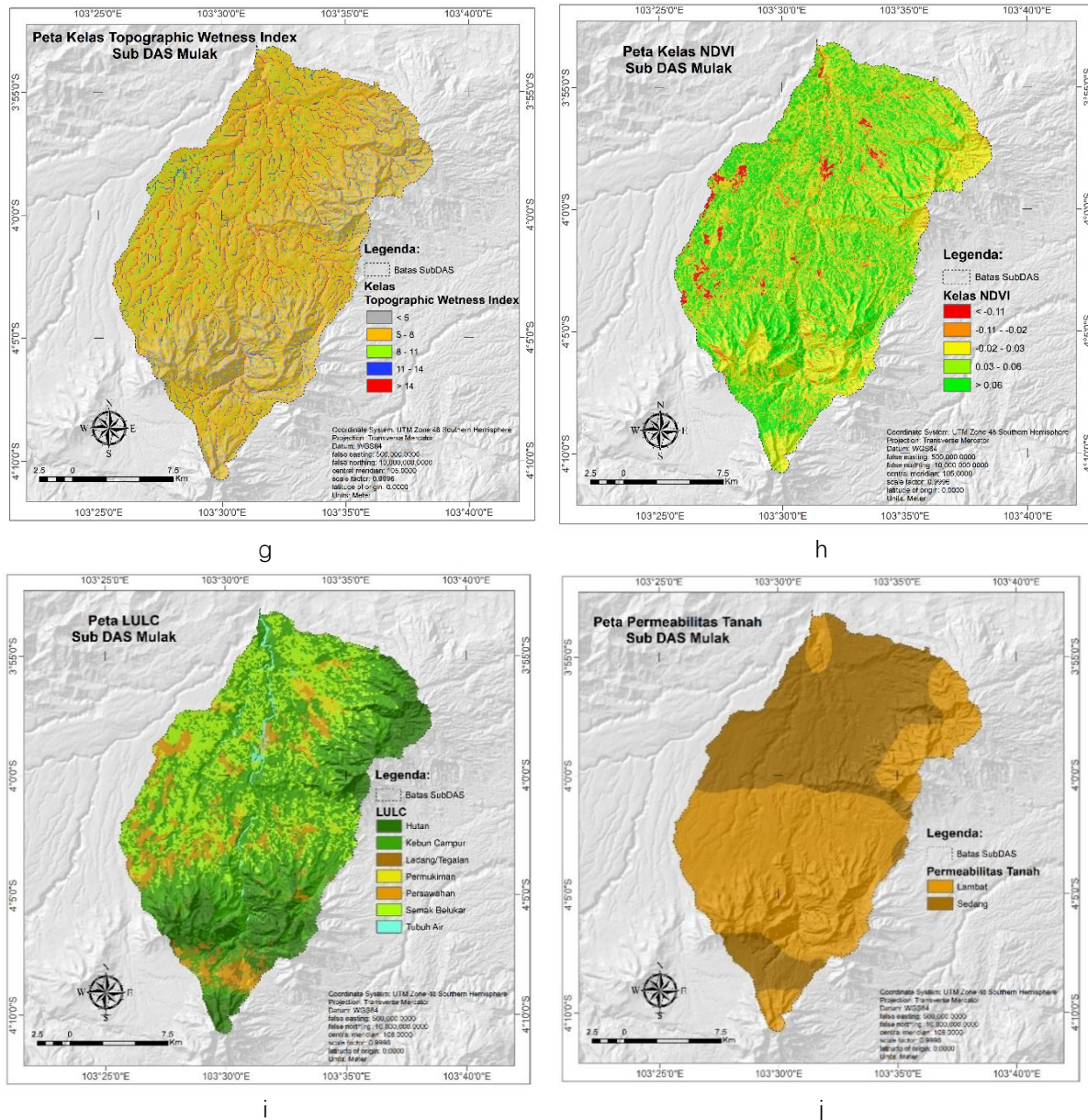


e



f





Gambar (Figure) 3. Peta klasifikasi kriteria, (a) Kelas ketinggian, (b) kelas lereng, (c) kelas *stream density*, (d) kelas jarak sungai, (e) kelas curah hujan tahunan, (f) kelas *flow accumulation*, (g) kelas *topographic wetness index*, (h) kelas NDVI, (i) kelas LULC, dan (f) kelas permeabilitas tanah.

Map of criteria classification, (a) Class of elevation, (b) Class of slope, (c) Class of stream density, (d) Class of river distance, (e) Class of annual rainfall, (f) Class of flow accumulation, (g) Class of topographic wetness index, (h) Class of NDVI, (i) Class of LULC, and (j) Class of soil permeability.

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2021

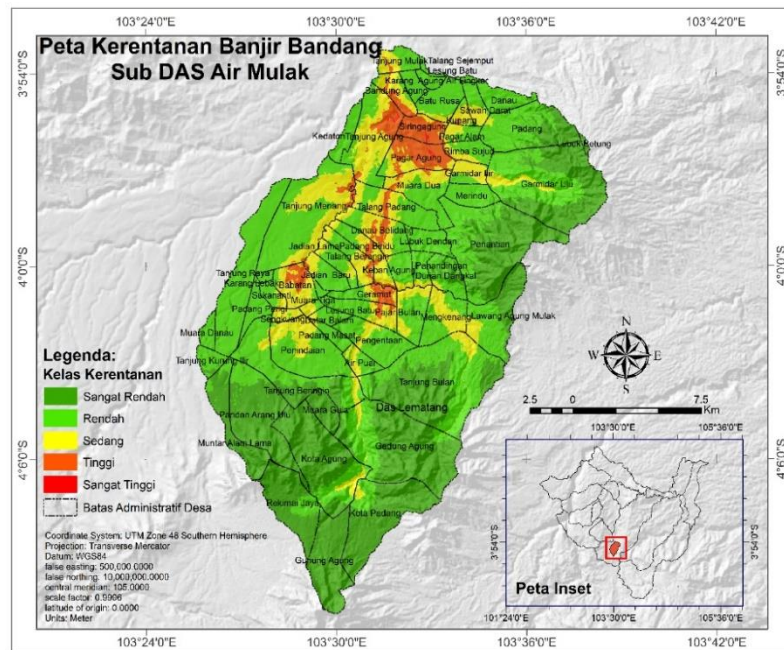
Secara keseluruhan, hasil dari pengolahan data *attribute* peta kelas kerentanan banjir bandang diatas diketahui bahwa luasan kerentanan banjir bandang dengan kelas sangat rendah 14.607,07 ha, rendah seluas 17.758,66 ha,

sedang seluas 6.444,19 ha, tinggi seluas 1.938,75 ha, dan kelas sangat tinggi seluas 80,24 ha. Untuk zona kerentanan banjir bandang di tingkat pedesaan hasil pengolahan data *attribute* dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel (Table) 7. Kelas kerentanan banjir bandang (*Class of flash flood vulnerability*)

Nomor (number)	Kelas Kerentanan (Vulnerability class)	Kecamatan (sub district)	Kabupaten (district)	Luas (areal) (ha)	Luas Total (total areal) (ha)	Persentase (percentage) (%)
1.	Sangat Rendah	Tanjung Tebat	Lahat	92.82	14.607,07	35,78
		Pagar Gunung	Lahat	3.552,00		
		Mulak Ulu	Lahat	505,69		
		Mulak Sebingkai	Lahat	178,40		
		Merapi	Lahat	35,85		
		Kota Agung	Lahat	7.045,14		
		Semende Darat Tengah	Muara Enim	3.197,18		
2.	Sangat Rendah	Kota Agung	Lahat	3.357,43	17.758,66	43,50
		Lahat Selatan	Lahat	43,98		
		Merapi Selatan	Lahat	0,29		
		Mulak Sebingkai	Lahat	2.213,97		
		Mulak Ulu	Lahat	3.484,42		
		Pagar Gunung	Lahat	5.177,29		
		Pulau Pinang	Lahat	161,57		
		Tanjung Tebat	Lahat	2.991,47		
		Semende	Muara Enim	328,24		
3.	Sedang	Tanjung Tebat	Lahat	769,14	6.444,19	15,78
		Pulau Pinang	Lahat	120,91		
		Pagar Gunung	Lahat	2.030,48		
		Mulak Ulu	Lahat	1.852,11		
		Mulak Sebingkai	Lahat	1.230,48		
		Kota Agung	Lahat	400,76		
		Semende Darat Tengah	Muara Enim	40,31		
4.	Tinggi	Kota Agung	Lahat	4,21	1.938,75	4,75
		Mulak Sebingkai	Lahat	316,96		
		Mulak Ulu	Lahat	335,96		
		Pagar Gunung	Lahat	1.168,12		
		Pulau Pinang	Lahat	17,40		
		Tanjung Tebat	Lahat	95,99		
		Semende Darat Tengah	Muara Enim	0,10		
5.	Sangat Tinggi	Tanjung Tebat	Lahat	0,28	80,24	0,20
		Pagar Gunung	Lahat	71,60		
		Mulak Ulu	Lahat	2,15		
		Mulak Sebingkai	Lahat	6,21		
Jumlah (sum)				40.828,91	40.828,91	100,00

Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2021



Gambar (Figure) 4. Peta kelas kerentanan banjir bandang (Map of vulnerability flash flood class)  
Sumber (Source): Analisis data (Data analysis), 2021

#### IV. KESIMPULAN

Hasil analisis data DEM dihasilkan parameter morphometric sub DAS Air Mulak (peta ketinggian, *stream density*, jarak terhadap sungai, *flow accumulation*, lereng, dan *topographic wetness index*). Parameter iklim (peta curah hujan tahunan) hasil dari interpolasi nilai curah hujan tahunan setiap stasiun curah hujan, parameter geologi (*permeabilitas* tanah) dan parameter dari aspek lingkungan (*Land use-land cover* dan NDVI) hasil dari analisis image processing. Dari parameter tersebut diketahui bahwa, pemetaan kerentanan banjir bandang di sub DAS Air Mulak menggunakan metode AHP dapat dilakukan secara rasional dan konsisten didasarkan dari nilai  $CR = 9,7\% < 10\%$ .

Hasil analisis menunjukkan bahwa, luas daerah kerentanan banjir bandang dengan kelas sangat rendah dengan persentase sebesar 35,77%, rendah 43,59%, sedang 15,79%, tinggi 4,75%, dan sangat tinggi

0,20%. Kerentanan banjir bandang dengan kelas tinggi sampai sangat tinggi banyak terjadi di daerah dengan kemiringan lereng  $>5\%$  -  $5\%$ , kerapatan drainase  $>1,44 - 1,08$ , ketinggian sampai 500 mdpl, dan parameter jarak dari sungai. Karena pada daerah tersebut merupakan tempat akumulasi air dari hulu sungai saat terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi sehingga menjadi ancaman yang serius saat terjadi banjir bandang. Sedangkan parameter yang lainnya berdasarkan hasil pembobotan dengan metode AHP menjadi faktor pendukung. Daerah yang rentan terhadap banjir bandang untuk kelas sangat tinggi meliputi Kecamatan Pagar Gunung dengan desa yang paling rentan berada di desa (Bandar Agung, Muara Dua, Pagar Agung, Siring Agung, Tanjung Agung) dengan total luas sebesar 71,60 ha. Selanjutnya di Kecamatan Mulak Sebingkai desa yang rentan adalah Danau Belidang, Padang Bindu, Talang Berangin, Talang

Padang dengan luas total sebesar 6,21 ha. Kecamatan Mulak ulu desa yang rentan banjir bandang dengan luas total sebesar 2,15 ha meliputi desa Geramat dan Lesung Batu. Sedangkan pada Kecamatan terdapat di desa Tanjung Menang dengan luas kerentanan sebesar 0,28 ha.

Kerentanan banjir bandang dengan kelas tinggi terdapat di Kecamatan Pagar Gunung dengan desa yang rentan terdiri dari desa Bandu Agung, Batu Rusa, Garmidar Ilir, Garmidar Ulu, Kupang, Muara Dua, Pagar Agung, Pagar Alam, Rimba Sujud, Sawah Darat, Siring Agung, dan Tanjung Agung dengan luas total sebesar 1.168,12 ha. Pada Kecamatan Mulak Ulu desa yang rentan meliputi Air Puar, Babatan, Geramat, Lawang Agung Mulak, Lesung Batu, Mengkenang, Muara Tiga, Pajar Bulan, Pengentaan, Penindaian, Sengkuang, Sukananti, dan Talang Padang dengan total seluas 335,96 ha. Selanjutnya Kecamatan Mulak Sebingkai dengan luas total desa yang rentan sebesar 316,96 ha meliputi desa Danau Belindang, Durian Dangkal, Jadian Baru, Jadian Lama, Keban Agung, Padang Bindu, Penandingan, Talang Berangin, dan Talang Padang. Pada Kecamatan Tanjung Tebat desa yang rentan hanya terdapat di desa Tanjung Menang seluas 95,99 ha, Kecamatan Pulau Pinang dengan desa yang rentan hanya Tanjung Mulak seluas 17,40 ha. Dan wilayah selanjutnya terdapat sedikit di Kecamatan Kota Agung dengan desa yang rentan seluas 4,21 ha. Sedangkan di Kecamatan Semende Darat Tengah Kabupaten Muara Muara Enim hanya seluas 0,1 ha berada di desa Kota Padang. Untuk kerentanan sedang, rendah, dan sangat rendah

tersebar di seluruh Kecamatan yang masuk sub DAS Air Mulak.

Dalam mendukung pengelolaan DAS khususnya dari aspek daya rusak air, maka dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai kajian risiko bencana banjir bandang yang diharapkan berguna untuk kegiatan mitigasi di sub DAS Air Mulak.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengapresiasi setinggi-tinggi kepada ketua Sekolah Tinggi Teknologi Pagaralam atas semua sarana dan prasarana yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Asriningrum, W., Harsanugraha, W.K., Prasasti, I., 2015. Bunga Rampai Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana Banjir. p. 218+30 halaman romawi.
- Bajabaa, S., Masoud, M., Al-Amri, N., 2014. Flash flood hazard mapping based on quantitative hydrology, geomorphology and GIS techniques (case study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia). *Arabian Journal of Geosciences* 7, 2469–2481. <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0941-2>
- BNPB, 2021. Statistik Bencana Menurut Waktu [WWW Document]. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. URL <https://dibi.bnpb.go.id/kwaktu/index> (accessed 10.20.21).
- BNPB, 2012a. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 07 Tahun 2012 Tentang



- Pedoman Pengelolaan Data Dan Informasi Bencana Indonesia. Indonesia.
- BNPB, 2012b. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta, Indonesia.
- Dinata, A., Dhiniati, F., Diansari, L.E., 2021. Delineation of flash flood hazard zones based on morphometric parameters using GIS technique in upper Lematang sub-watershed, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/708/1/012051>
- Doswell, C.A., 2015. Hydrology, Floods and Droughts: Flooding. Encyclopedia of Atmospheric Sciences: Second Edition 3, 201–208. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382225-3.00151-1>
- Ekmekcioğlu, Ö., Koc, K., Özger, M., 2021. District based flood risk assessment in Istanbul using fuzzy analytical hierarchy process. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 35, 617–637. <https://doi.org/10.1007/s00477-020-01924-8>
- Hong, Y., Adhikari, P., Gourley, J.J., 2013. Flash Flood, in: Bobrowsky, P.T. (Ed.), Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 324–325. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4\\_136](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_136)
- Indrayani, Buchari, E., Putranto, D.D.A., Saleh, E., 2017. Analysis of land use in the Banyuasin district using the image Landsat 8 by NDVI method. AIP Conference Proceedings 1903. <https://doi.org/10.1063/1.5011514>
- Jaya, R., Fitria, E., Ardiansyah, R., 2020. IMPLEMENTASI MULTI CRITERIA DECISION MAKING (MCDM) PADA AGROINDUSTRI: SUATU TELAAH LITERATUR. Journal of Agroindustrial Technology 30.
- Lee, B.J., Kim, S., 2019. Gridded flash flood risk index coupling statistical approaches and TOPLATS land surface model for mountainous areas. Water (Switzerland) 11. <https://doi.org/10.3390/w11030504>
- Mubarok, Z., Murti Laksono, K., Wahjunie, E.D., 2015. Response of Landuse Change on Hydrological Characteristics of Way Betung Watershed - Lampung. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea 4, 1. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2015.vol4iss1pp1-10>
- Pourali, S.H., Arrowsmith, C., Chrisman, N., Matkan, A.A., Mitchell, D., 2016. Topography Wetness Index Application in Flood-Risk-Based Land Use Planning. Applied Spatial Analysis and Policy 9, 39–54. <https://doi.org/10.1007/s12061-014-9130-2>
- Pramono, I.B., Putra, P.B., 2017. Tipologi Daerah Aliran Sungai Untuk Mitigasi Bencana Banjir Di Daerah Aliran Sungai Musi. Jurnal penelitian pengelolaan Daerah Aliran Sungai 1, 143–165.

- <https://doi.org/10.20886/jppdas.2017.1.2.143-165>
- Saputra, N.A., Tarigan, A.P.M., Nusa, A.B., 2020. Penggunaan Metode AHP dan GIS Untuk Zonasi Daerah Rawan Banjir Rob di Wilayah Medan Utara. *Media Komunikasi Teknik Sipil* 26, 73–82.
- Suryo Haryani, N., Zubaidah, A., Dirgahayu, D., Fajar Yulianto, H., Junita Pasaribu Peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh -LAPAN, dan, 2012. Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Kabupaten Sampang (Flood Hazard Model Using Remote Sensing Data in Sampang District). *Jurnal Penginderaan Jauh* 9, 52–66.
- Tauhid, C.D.L., Fathani, T.F., Legono, D., 2017. Multi-Disaster Risk Analysis of Klaten Regency, Central Java, Indonesia. *Journal of the Civil Engineering Forum* 3, 135. <https://doi.org/10.22146/jcef.26743>
- Tschakert, P., Zimmerer, K., King, B., Baum, S., Wang, C., Kunches, D., 2011. Vulnerability to natural hazards [WWW Document]. The Pennsylvania State University. URL <https://www.e-education.psu.edu/geog030/node/379> (accessed 6.25.22).
- Vojtek, M., Vojteková, J., Costache, R., Pham, Q.B., Lee, S., Arshad, A., Sahoo, S., Linh, N.T.T., Anh, D.T., 2021. Comparison of multi-criteria-analytical hierarchy process and machine learning-boosted tree models for regional flood susceptibility mapping: a case study from Slovakia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 12, 1153–1180. <https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1912835>
- Wątróbski, J., Jankowski, J., Ziemia, P., Karczmarczyk, A., Ziolo, M., 2019. Generalised framework for multi-criteria method selection. *Omega (United Kingdom)* 86, 107–124. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.07.004>