

**ANALISIS SPASIAL TINGKAT KERAWANAN BENCANA BANJIR
TAHUN 2024 BERBASIS *MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS*
(Studi Kasus: Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan)**

(Skripsi)

Oleh

SHOFFANA AULIA YAZNI

NPM 2015071016



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG**

2026

**ANALISIS SPASIAL TINGKAT KERAWANAN BENCANA BANJIR
TAHUN 2024 BERBASIS *MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS*
(Studi Kasus: Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan)**

**Oleh
Shoffana Aulia Yazni**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK GEODESI DAN GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

ANALISIS SPASIAL TINGKAT KERAWANAN BENCANA BANJIR TAHUN 2024 BERBASIS *MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS* (Studi Kasus: Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan)

Oleh

SHOFFANA AULIA YAZNI

Kecamatan Natar merupakan wilayah penyangga Kota Bandarlampung yang mengalami perkembangan penduduk dan alih fungsi lahan secara pesat, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap bencana banjir. Kejadian banjir pada Februari 2024 yang merendam 1.032 rumah serta merusak infrastruktur menunjukkan pentingnya dilakukan analisis spasial untuk mengetahui tingkat kerawanan banjir secara akurat. Penelitian ini bertujuan menganalisis parameter yang memiliki kontribusi dominan terhadap banjir serta memetakan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Natar tahun 2024.

Penelitian ini menggunakan tujuh parameter fisik yang berpengaruh terhadap banjir, yaitu curah hujan, penggunaan lahan, kemiringan lereng, ketinggian lahan, jenis tanah, *buffer* sungai, dan kerapatan sungai. Seluruh data dianalisis menggunakan pendekatan *Multi-Criteria Decision Analysis* melalui tahapan *scoring*, pembobotan kriteria menggunakan metode *Rank Sum*, serta proses *overlay* untuk menghasilkan peta tingkat kerawanan banjir tahun 2024. Klasifikasi penggunaan lahan diperoleh dari pengolahan Citra Sentinel-2A menggunakan metode *Support Vector Machine*.

Berdasarkan hasil pembobotan *Rank Sum*, parameter dominan yang berkontribusi terhadap kerawanan banjir adalah curah hujan (25%), *buffer* sungai (21,43%), dan penggunaan lahan (17,86%). Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Natar tahun 2024 terbagi menjadi tiga kelas, yaitu Tidak Rawan seluas 4.743,59 Ha (18,18%), Rawan seluas 18.637,94 Ha (71,45%), dan Sangat Rawan seluas 2.705,50 Ha (10,37%). Zona sangat rawan terkonsentrasi di sektor selatan, terutama pada Desa Hajimena, Pemanggilan, Natar, dan Sidosari.

Kata Kunci: Banjir, *Multi-Criteria Decision Analysis*, *Rank Sum*, *Overlay*, *Support Vector Machine*

ABSTRACT

SPATIAL ANALYSIS OF FLOOD SUSCEPTIBILITY LEVEL IN 2024 BASED ON MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS (Case Study: Natar District, South Lampung Regency)

By

SHOFFANA AULIA YAZNI

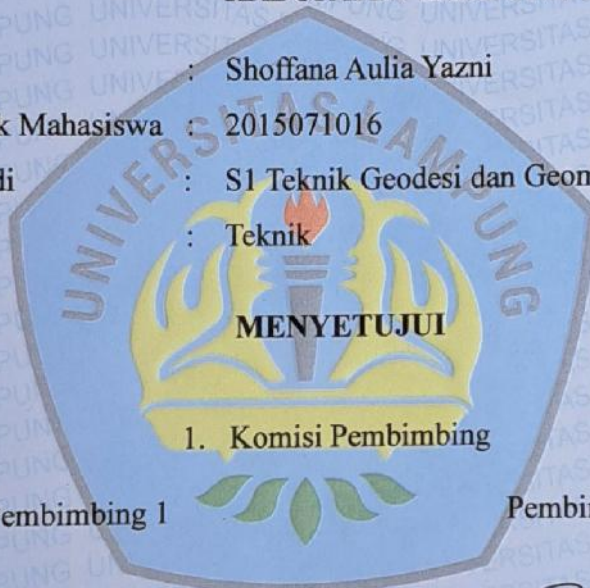
Natar District is a buffer area for Bandarlampung City that has experienced rapid population growth and land-use conversion, thereby increasing its vulnerability to flooding. The flood event in February 2024, which inundated 1,032 houses and damaged infrastructure, highlights the importance of spatial analysis to accurately determine flood susceptibility levels. This study aims to map flood susceptibility and identify the parameters that make the most dominant contribution to flooding in Natar District in 2024. This research employs seven physical parameters that influence flooding: rainfall, land use, slope, elevation, soil type, river buffer, and river density. All datasets were analyzed using a Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) approach through scoring, criteria weighting using the Rank Sum method, and an overlay process to produce a 2024 flood susceptibility map. Land-use classification was derived from Sentinel-2A imagery processed using the Support Vector Machine method. The results show that flood susceptibility in Natar District in 2024 is classified into three categories: Not Susceptible covering 4,743.59 ha (18.18%), Susceptible covering 18,637.94 ha (71.45%), and Highly Susceptible covering 2,705.50 ha (10.37%). Highly susceptible zones are concentrated in the southern part of the district, particularly in Hajimena, Pemanggilan, Natar, and Sidosari villages. Based on Rank Sum weighting, the dominant contributing parameters are rainfall (25.00%), river buffer (21.43%), and land use (17.86%).

Keywords: Flood, *Multi-Criteria Decision Analysis*, *Rank Sum*, *Overlay*, *Support Vector Machine*

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ANALISIS SPASIAL TINGKAT KERAWANAN
BENCANA BANJIR TAHUN 2024 BERBASIS
MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS
(STUDI KASUS: KECAMATAN NATAR,
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN)

Nama : Shoffana Aulia Yazni
Nomor Pokok Mahasiswa : 2015071016
Program Studi : S1 Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.
NIP 197203022006041002

Anggun Tridawati, S.T., M.T.
NIP 199501302022032016

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 19641012992031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Fajriyanto, S.T., M.T

Sekretaris

: Anggun Tridawati, S.T., M.T

Penguji Utama Bukan Pembimbing : Tika Christy Novianti, S.T., M.Eng

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.

NIP. 196910302000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 29 Januari 2026

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Shoffana Aulia Yazni
Nomor Pokok Mahasiswa : 2015071016
Program Studi : S1 Teknik Geodesi
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul "Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Bencana Banjir Tahun 2024 Berbasis *Multi-Criteria Decision Analysis* (Studi Kasus: Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan)" adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak berisi tentang karya yang telah dipublikasikan atau ditulis, kecuali sebagai kutipan atau acuan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah pada umumnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku, apabila pernyataan ini tidak benar.

Bandar Lampung, 28 Februari 2026



Shoffana Aulia Yazni
2015071016

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Shoffana Aulia Yazni, lahir di Bandarlampung pada tanggal 21 Februari 2003. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak M. Yajid, S.Ag dan Ibu Kartini, S.E. Riwayat pendidikan penulis dimulai pada tahun 2007 di Taman Kanak – Kanak Aisyiyah Bustanul Athfal Panjang, kemudian melanjutkan ke Sekolah Dasar di SD Al-Azhar 2 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2014. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMP Negeri 4 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2017. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Bandar Lampung hingga lulus pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, penulis diterima melalui jalur SNMPTN sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Geodesi, Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti beberapa organisasi intra kampus yaitu Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Universitas Lampung menjadi anggota Legislatif Muda Komisi 4 Administrasi Keuangan periode 2021/2022. Selanjutnya penulis mengikuti organisasi tingkat jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Geodesi (HIMAGES) sebagai sekretaris Departemen Kesekretariatan periode 2022/2023. Pada bulan Januari tahun 2023, penulis melaksanakan Kemah Kerja di Dusun Sukarame, Desa Natar, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Kemudian penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) tahun 2023 di Tanjung Agung, Kecamatan Way Lima, Kabupaten Pesawaran dengan program kerja khusus membuat “Peta Desa Tanjung Agung”. Selanjutnya pada pertengahan bulan Agustus sampai November tahun 2023 penulis melaksanakan Kerja Praktik di Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah XX Bandar Lampung (BPKHTL).

PERSEMBAHAN



Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya lah Saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

Karya tulis sederhana ini, kupersembahkan untuk :

Diri sendiri yang telah mampu berusaha dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri walaupun banyak tekanan dari luar keadaan dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses penyusunan Skripsi ini.

Kedua orang tua saya tercinta Bapak Yajid dan Bunda Kartini yang selalu melangitkan doa-doa baik dan dukungan yang tidak pernah putus. Terima kasih telah memberikan cinta, kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang mengiringi setiap langkah untuk menyelesaikan pendidikan ini. Terima kasih untuk selalu berada di sisi penulis dan menjadi alasan bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini hingga memperoleh gelar sarjana.

Keluarga besar *Anwar's Family* yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis menyelesaikan Skripsi ini. Dukungan moral maupun material, doa, perhatian, dan motivasi yang diberikan membantu penulis melewati setiap tahap penyusunan, terutama saat penulis merasa lelah atau kehilangan arah.

MOTTO

“Allah memang tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tapi dua kali
Allah berjanji bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(Qs. Al – Insyirah: 5-6)

“Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri”
(Hindia)

“Progress, not perfection”

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyusun penelitian ini dengan judul **“Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Bencana Banjir Tahun 2024 Berbasis *Multi-Criteria Decision Analysis* (Studi Kasus: Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan)”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Universitas Lampung. Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik tentunya tidak lepas dari bantuan serta dukungan beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

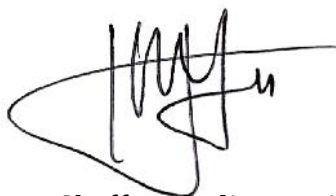
1. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika Universitas Lampung.
3. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng., selaku koordinator Skripsi program studi Teknik Geodesi Universitas Lampung.
4. Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan masukan dan arahan akademik selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T., selaku pembimbing utama atas kesediannya untuk membimbing, saran dan kritik dalam proses penyelesaian Skripsi ini.

6. Ibu Anggun Tridawati, S.T., M.T. selaku pembimbing kedua atas kesediannya untuk membimbing, saran dan kritik dalam proses penyelesaian Skripsi ini.
7. Ibu Tika Christy Novianti, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji atas kesediannya untuk membimbing, saran dan kritik dalam proses penyelesaian Skripsi ini.
8. Orang Tua dan Saudara yang senantiasa mendukung dan mendoakan kelancaran dalam penyusunan Skripsi.
9. Nisrina Amanda Rizky, Devy Achnasya Putri, Nabila Dita Cahyani, Ayesha Raqia Tarifa, Aulia Rahmawati, Shella Sabrina selaku teman terdekat penulis yang senantiasa mendukung dan membantu penulis dalam proses penyusunan Skripsi.
10. Chanif , Naufal, Diran, Risa, Ersu, dan teman-teman seperjuangan Teknik Geodesi angkatan 2020 atas dukungan, dorongan dan kebersamaannya dari awal semester hingga sekarang.

Penulis menyadari dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini tentunya terdapat kesalahan maupun kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Demikian yang dapat penulis sampaikan, atas perhatian semua pihak penulis ucapkan terima kasih.

Bandarlampung, Februari 2026

Penulis



Shoffana Aulia Yazni

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Banjir	10
2.3 Mitigasi Bencana	11
2.4 Curah Hujan.....	12
2.5 Penggunaan Lahan.....	13
2.6 Ketinggian Lahan.....	14
2.7 Kemiringan Lereng	14
2.8 Jenis Tanah	15
2.9 <i>Buffer</i> Sungai	16
2.10 Kerapatan Sungai.....	16
2.11 Sistem Informasi Geografis	17
2.12 Penginderaan Jauh	18
2.13 Citra Satelit Sentinel 2A	18
2.14 Algoritma <i>Support Vector Machine</i>	19
2.15 Matriks Konfusi	20
2.16 Penentuan <i>Sample</i>	21
2.17 <i>Multi-Criteria Decision Analysis</i>	23
2.18 <i>Scoring</i> dan Pembobotan	23
2.19 Metode <i>Rank Sum</i>	24
2.20 <i>Overlay</i>	25
2.21 Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir	25
2.22 Mitigasi Bencana Banjir	26
III. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Lokasi Penelitian.....	27

3.2	Alat dan Data	29
3.2.1	Alat.....	29
3.2.2	Data	30
3.3	Diagram Alir	31
3.4	Tahapan Persiapan	32
3.4.1	Studi Literatur	32
3.4.2	Tahapan Pengumpulan Data	32
3.5	Tahapan Pengolahan Data	32
3.5.1	Peta Curah Hujan	32
3.5.2	Peta Penggunaan Lahan	34
3.5.3	Peta Ketinggian Lahan	36
3.5.4	Peta Kemiringan Lereng	37
3.5.5	Peta Jenis Tanah.....	37
3.5.6	Peta <i>Buffer</i> Sungai.....	37
3.5.7	Peta Kerapatan Sungai	38
3.5.8	Peta Rawan Banjir.....	39
3.5.9	Tahapan Analisis.....	40
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Analisis Parameter Tingkat Kerawanan Banjir	41
4.1.1	Analisis Parameter Curah Hujan.....	41
4.1.2	Analisis Parameter Penggunaan Lahan.....	44
4.1.3	Analisis Parameter Ketinggian Lahan.....	50
4.1.4	Analisis Parameter Kemiringan Lereng.....	53
4.1.5	Analisis Parameter Jenis Tanah	57
4.1.6	Analisis Parameter <i>Buffer</i> Sungai	60
4.1.7	Analisis Parameter Kerapatan Sungai.....	64
4.2	Analisis Parameter yang Berpengaruh Terhadap Banjir.....	67
4.3	Hasil Analisis Peta Tingkat Kerawanan Banjir	73
4.4	Validasi Banjir	79
4.5	Upaya Mitigasi.....	82
4.5.1	Mitigasi Struktural (Intervensi Fisik Prioritas)	83
4.5.2	Mitigasi Non Struktural (Konservasi dan Kebijakan).....	84
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1	Simpulan.....	85
5.2	Saran	86
	DAFTAR PUSTAKA	87
	LAMPIRAN A.....	83
	LAMPIRAN B	100
	LAMPIRAN C.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu	6
2. Klasifikasi Skor Curah Hujan	12
3. Klasifikasi Skor Penggunaan Lahan	13
4. Klasifikasi Skor Ketinggian Lahan	14
5. Klasifikasi Skor Kemiringan Lereng	15
6. Klasifikasi Skor Jenis Tanah	15
7. Klasifikasi Skor <i>Buffer</i> Sungai	16
8. Klasifikasi Skor Kerapatan Sungai	17
9. Spesifikasi Sentinel 2	18
10. Bentuk Matriks Konfusi	21
11. Jumlah <i>Training Sample</i> Minimum (TSM)	22
12. Alat Penelitian	29
13. Data Penelitian	30
14. Luasan Curah Hujan	42
15. <i>Confusion Matrix</i> Penggunaan Lahan	45
16. Luasan Penggunaan Lahan Tahun 2024	47
17. Luasan Ketinggian	52
18. Luasan Kemiringan Lereng	55
19. Luasan Jenis Tanah	58
20. Luasan <i>Buffer</i> Sungai	61
21. Luasan Kerapatan Sungai	65
22. Perhitungan Bobot	68

23. Interval Kerawanan Banjir	74
24. Luasan Daerah Rawan Banjir.....	75
25. Validasi Banjir	79
26. <i>Confusion Matrix</i> Banjir	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Banjir di Desa Hajimena, Kecamatan Natar	2
2. Peta Lokasi Penelitian	29
3. Diagram Alir Penelitian	31
4. Hasil Interpolasi Curah Hujan.....	33
5. Titik Uji Validasi	36
6. Hasil Proses <i>Line Density</i>	38
7. Scoring dan Pembobotan	39
8. Proses <i>Union</i>	40
9. Perhitungan Skor Akhir Seluruh Parameter	40
10. Peta Curah Hujan Tahun 2024	41
11. Peta Parameter Penggunaan Lahan Tahun 2024.....	46
12. Peta Ketinggian Lahan	51
13. Peta Kemiringan Lereng	54
14. Peta Jenis Tanah.....	57
15. Peta <i>Buffer</i> Sungai.....	61
16. Peta Kerapatan Sungai	64
17. Peta Kerawanan Bencana Banjir Kecamatan Natar	74

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi apabila ditinjau dari aspek geografis, demografis, dan klimatologis (BNPB, 2012). Salah satu bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di Indonesia adalah banjir. Banjir merupakan fenomena dimana air meluap dan menggenangi wilayah yang secara normal tidak tergenang karena debit air melebihi kapasitas aliran, umumnya dipengaruhi oleh faktor meteorologis dan kondisi fisik wilayah (BMKG, 2025). Kejadian banjir disebabkan oleh kombinasi faktor alam dan aktivitas manusia, dimana faktor alam meliputi topografi, jenis tanah, penggunaan lahan, dan curah hujan, sedangkan faktor manusia berkaitan dengan penataan ruang dan aktivitas yang memengaruhi kapasitas saluran drainase (Fauzi, 2022). Dampak yang ditimbulkan meliputi kerugian materil, kerusakan infrastruktur, gangguan transportasi, serta permasalahan sosial dan kesehatan seperti kekurangan air bersih dan potensi wabah penyakit (Saragih dan Ginting, 2024).

Kabupaten Lampung Selatan merupakan salah satu wilayah yang menghadapi ancaman rutin bencana banjir, khususnya pada musim penghujan (BPBD, 2024). Ditinjau dari aspek geospasial dan kerawanan, Kecamatan Natar sebagai kecamatan terluas di Kabupaten Lampung Selatan memiliki urgensi khusus untuk diteliti. Wilayah ini mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat karena posisinya yang strategis sebagai daerah penyangga (*buffer zone*) bagi Kota Bandarlampung, sehingga peningkatan aktivitas pembangunan dan kepadatan penduduk tidak dapat dihindari (Oktaria dkk., 2021). Wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi cenderung memiliki kerentanan yang lebih besar terhadap dampak banjir (Rakuasa dan Latue, 2023). Pertumbuhan penduduk dan pembangunan pada umumnya

mendorong peningkatan luas permukaan kedap air yang dapat menurunkan infiltrasi dan meningkatkan limpasan permukaan. Kondisi tersebut tidak selalu berujung banjir apabila kapasitas jaringan drainase memadai dan pemeliharaan saluran berjalan baik. Namun, ketika peningkatan limpasan tidak diimbangi oleh kapasitas jaringan drainase serta pemeliharaan yang baik, maka potensi genangan dan banjir cenderung meningkat.

Berdasarkan data BPBD Lampung Selatan, insiden banjir melanda Kecamatan Natar pada bulan Februari tahun 2024 yang mengakibatkan 1.032 rumah warga terendam, tanggul jebol sepanjang 17 meter, jembatan rusak sepanjang 15 meter, dan puskesmas mengalami kerusakan sedang. Banjir yang terjadi akibat tingginya intensitas hujan, adanya penyempitan badan sungai Way Kandis, serta buruknya saluran air yang dipenuhi sampah menyebabkan air tidak dapat tertampung lagi di aliran sungai dan meluap sehingga menggenangi area permukiman dengan ketinggian air bervariasi, mulai dari 30 cm sampai dengan 3 meter (BPBD, 2024).



Gambar 1. Banjir di Desa Hajimena, Kecamatan Natar
(Gunawan, 2024)

Berdasarkan fenomena tersebut, Kecamatan Natar memerlukan kajian kerawanan banjir yang lebih aktual sebagai landasan dalam perumusan strategi mitigasi bencana yang tepat sasaran. Meskipun pemetaan kerawanan banjir telah banyak dilakukan pada berbagai wilayah, masih terdapat *research gap* yang berkaitan dengan kelengkapan parameter analisis serta ketelitian sumber data yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan tujuh parameter fisik, yaitu kemiringan lereng, ketinggian lahan,

jenis tanah, curah hujan, penggunaan lahan, *buffer* sungai, dan kerapatan sungai. Sejumlah penelitian sebelumnya, seperti Rakuasa dkk., (2022) tentang analisis spasial tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Teluk Ambon dan Seprianto dkk., (2024) tentang pemetaan daerah potensi rawan banjir menggunakan metode *overlay*, belum memasukkan parameter kerapatan sungai. Oleh karena itu, penelitian ini menambahkan parameter tersebut untuk meningkatkan sensitivitas analisis kerawanan banjir. Perbedaan penelitian ini juga terletak pada metode pembobotan. Anastasya dan Wilantika, (2023) serta Calvin dkk., (2022) menggunakan metode pembobotan seperti AHP dan CMA, sedangkan penelitian ini menerapkan metode *Rank Sum* yang lebih sederhana dan bersifat matematis. Selain itu, dari sisi data penggunaan lahan, Sagarmatha, (2020) memanfaatkan citra *Landsat 7* dan *8* dengan metode klasifikasi *Maximum Likelihood*. Penelitian ini menggunakan citra *Sentinel-2A* yang memiliki resolusi spasial lebih tinggi dan menerapkan metode klasifikasi *Support Vector Machine*. Dengan pendekatan tersebut, hasil penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan informasi sebaran dan tingkat kerawanan banjir yang lebih akurat di Kecamatan Natar melalui identifikasi parameter yang paling berkontribusi terhadap tingkat kerawanan banjir.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Parameter apa yang paling dominan memengaruhi tingkat kerawanan banjir berdasarkan hasil pembobotan di Kecamatan Natar?
2. Bagaimana sebaran dan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Natar tahun 2024?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis parameter yang paling dominan memengaruhi tingkat kerawanan banjir berdasarkan hasil pembobotan.

2. Menganalisis sebaran dan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Natar tahun 2024.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Bagi Universitas Lampung.

Manfaat untuk Universitas Lampung khususnya Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, adalah sebagai bahan referensi untuk menambah kepustakaan mengenai tingkat kerawanan banjir.

2. Bagi Masyarakat.

Manfaat bagi masyarakat dapat memberikan pengetahuan tentang pemetaan daerah yang rawan akan banjir dan upaya penanggulangannya sebagai antisipasi bencana banjir di masa mendatang.

3. Bagi Pemerintah.

Manfaat bagi pemerintah, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan pedoman kepada pihak pemerintah mengenai pengambilan kebijakan dan menentukan arah perencanaan pembangunan di masa mendatang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

1. Wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah wilayah Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.
2. Parameter yang digunakan untuk menganalisis banjir yaitu data curah hujan, penggunaan lahan, kemiringan lereng, ketinggian lahan, jenis tanah, *buffer* sungai, dan kerapatan sungai.
3. Metode yang digunakan dalam menentukan skor pada tiap parameter berdasarkan penelitian terdahulu sedangkan perhitungan bobot menggunakan

metode *rank sum* yang selanjutnya menggunakan metode *overlay* untuk mengetahui tingkat kerawanan banjir.

4. Data yang dianalisis difokuskan pada kondisi tahun 2024.
5. Jenis banjir yang diteliti pada penelitian ini bukan banjir rob akibat pasang surut dari air laut karena Kecamatan Natar jauh dari laut, melainkan jenis banjir lokal, banjir kiriman dan banjir lintasan.

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diajukan yaitu curah hujan dan *buffer* sungai menjadi parameter yang paling dominan dalam menentukan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Natar, sesuai dengan gambaran kejadian banjir yang dilaporkan BPBD Lampung Selatan. Selain itu, tingkat kerawanan banjir tahun 2024 di Kecamatan Natar diperkirakan didominasi kelas rawan hingga sangat rawan, dengan risiko yang lebih tinggi pada wilayah yang dekat aliran sungai dan berada di kawasan padat penduduk terutama di sektor selatan, sehingga pola sebarannya sejalan dengan lokasi kejadian banjir menurut BPBD Lampung Selatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan referensi dan perbandingan metodologi dan hasil. Adapun penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan judul penelitian yaitu “ Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Bencana Banjir Tahun 2024 Berbasis *Multi-Criteria Decision Analysis* (Studi Kasus: Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan)”. sebagai berikut.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Penulis				
No	dan Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	(Rakuasa dkk., 2022)	Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon	Metode yang digunakan yaitu <i>scoring</i> dan pembobotan yang bersifat <i>expertise judgment</i> serta <i>overlay</i> untuk analisis spasial daerah rawan banjir.	Wilayah didominasi tingkat kerawanan rendah seluas 3.667,01 ha (60,36%), kerawanan sedang yang memiliki luas 1.609,75 ha (26,50%), dan kerawanan tinggi seluas 798,35 ha (13,14%) yang terpusat di area pesisir datar, dekat sungai, dan bertanah aluvial.

2.	(Anastasya dan Wilantika, 2023)	Pemetaan Kerawanan Banjir DAS Barito Tahun 2020 Berdasarkan Analisis Regresi Logistik Biner	Metode yang digunakan yaitu <i>scoring, CMA (Composite Mapping Analysis)</i> untuk pembobotan, dan <i>overlay</i> .	Hasil penelitian menunjukkan kerapatan sungai memberikan pengaruh terbesar terhadap banjir karena memperoleh bobot tertinggi dalam metode <i>CMA</i> . Terdapat 3 tingkat kerawanan yaitu kerawanan rendah mendominasi dengan luas 3.290.453,19 ha (52,93%) yang tersebar di bagian hulu DAS, kerawanan sedang memiliki luas 1.458.193,41 ha (23,46%), dan kerawanan tinggi memiliki luas 1.468.219,04 ha (23,62%).
3.	(Seprianto dkk., 2024)	Pemetaan Daerah Potensi Rawan Banjir Menggunakan Metode <i>Overlay</i>	Metode yang digunakan yaitu <i>scoring, pembobotan yang bersifat expertise judgment, dan overlay</i> .	Hasil penelitian menunjukkan wilayah ini didominasi kategori rawan dengan luas sebesar 5.128,54 Ha (52%) dengan zona aman tercatat 0%. Validasi lapangan menunjukkan lima desa terdampak nyata, yaitu Alangga, Andoolo, Punggapu, Lalobao, dan Potoro.
4.	(Calvin dkk., 2022)	Analisis Spasial Kerawanan Banjir Menggunakan Metode <i>Overlay AHP Multi Criteria Decision Making</i> di DAS Keureuto	Metode yang digunakan yaitu <i>scoring, AHP (Analythic Hierarchy Process)</i> untuk pembobotan, dan <i>overlay</i>	Hasil analisis metode <i>AHP</i> , parameter jenis tanah memiliki bobot tertinggi (0,196) dibandingkan faktor lainnya. Hasil akhir pemetaan didapatkan tingkat sangat rawan dengan luas rata rata sebesar 99,83 km ² dan kategori tidak rawan dengan luas 182.83 km ² .

5.	(Sagarmat ha, 2020)	Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai Brantas Terhadap Potensi Banjir Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal	Metode yang digunakan yaitu <i>scoring</i> , pembobotan, <i>overlay</i> , dan metode rasional untuk menghitung debit puncak.	Hasil analisis menunjukkan pada tahun 2003 hanya Kecamatan Sutojayan yang berpotensi banjir (selisih debit -3,01 m ³ /s). Pada tahun 2014, wilayah terdampak bertambah dengan masuknya Kecamatan Udanawu (selisih debit -1,04 m ³ /s), sementara risiko di Sutojayan meningkat menjadi -3,79 m ³ /s. Namun, pada tahun 2019, Kecamatan Udanawu dinyatakan tidak lagi berpotensi banjir.
----	------------------------	--	---	--

Berdasarkan tinjauan terhadap beberapa penelitian terdahulu yang disajikan pada Tabel 1, terdapat beberapa perbedaan mendasar yang menjadi kebaruan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan Rakuasa dkk., (2022) menganalisis tingkat kerawanan banjir menggunakan metode *scoring* dan pembobotan berbasis *expertise judgment* yang mengacu pada penelitian terdahulu, dengan jumlah parameter yang digunakan sebanyak enam parameter. Selain itu, data penggunaan lahan pada penelitian tersebut diperoleh dari data sekunder dan tidak melalui proses pengolahan citra secara mandiri. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan tujuh parameter fisik wilayah dan menerapkan metode pembobotan *Rank Sum* yang bersifat lebih sistematis. Data penggunaan lahan pada penelitian ini diperoleh melalui hasil klasifikasi Citra Sentinel-2A menggunakan metode *Support Vector Machine* sehingga mampu merepresentasikan kondisi penggunaan lahan aktual di wilayah penelitian.
2. Penelitian yang dilakukan Anastasya dan Wilantika, (2023) memetakan tingkat kerawanan banjir dengan menggunakan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) untuk menentukan nilai bobot, dengan jumlah parameter sebanyak enam parameter. Data penggunaan lahan yang digunakan dalam penelitian

tersebut juga merupakan data sekunder dan tidak diolah secara mandiri. Penelitian ini memiliki perbedaan pada metode pembobotan yang digunakan, yaitu metode *Rank Sum*, serta pada penambahan jumlah parameter menjadi tujuh parameter, sehingga analisis yang dihasilkan diharapkan lebih komprehensif dan sesuai dengan karakteristik fisik wilayah penelitian.

3. Penelitian yang dilakukan Seprianto dkk., (2024) menganalisis kerawanan banjir dengan menggunakan lima parameter penentu kerawanan. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian tersebut bersumber dari CHIRPS yang memanfaatkan data satelit. Pada penelitian ini, penulis menggunakan jumlah parameter yang lebih lengkap serta memanfaatkan data curah hujan yang bersumber dari BMKG yang merupakan data hasil pengamatan langsung. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini lebih menekankan pada penggunaan data curah hujan terestris yang merepresentasikan kondisi aktual wilayah penelitian.
4. Penelitian yang dilakukan Calvin dkk., (2022) menganalisis kerawanan banjir dengan menggunakan metode pembobotan AHP dalam pendekatan *Multi Criteria Decision Making*. Pada penelitian tersebut, data penggunaan lahan yang digunakan diperoleh dalam bentuk *shapefile* dan tidak melalui proses pengolahan citra secara mandiri. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan metode pembobotan *Rank Sum* serta mengolah data penggunaan lahan melalui klasifikasi Citra Sentinel-2A menggunakan metode *Support Vector Machine*, sehingga diharapkan mampu menghasilkan informasi penggunaan lahan yang lebih aktual dan sesuai dengan kondisi wilayah penelitian.
5. Penelitian yang dilakukan Sagarmatha, (2020) menganalisis potensi banjir dengan menggunakan metode *scoring*, pembobotan, dan *overlay*, serta pendekatan hidrologi melalui perhitungan debit puncak. Pada penelitian tersebut, data penggunaan lahan diperoleh dari Citra Landsat 7 dan Landsat 8 yang diklasifikasikan menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan Citra Sentinel-2A yang memiliki resolusi spasial lebih tinggi, sehingga mampu menghasilkan informasi penggunaan lahan yang lebih detail. Selain itu, klasifikasi

penggunaan lahan pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Support Vector Machine* yang dinilai lebih optimal dalam memetakan kompleksitas penggunaan lahan di wilayah penelitian.

Berdasarkan tabel penelitian terdahulu, masih terdapat kesenjangan penelitian pada aspek wilayah kajian, kelengkapan parameter, metode pembobotan, dan sumber data. Penelitian ini berfokus di Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, dengan mengintegrasikan tujuh parameter fisik serta menggunakan metode pembobotan *Rank Sum*. Penelitian ini juga menggunakan data hasil pengolahan, termasuk citra Sentinel-2A dengan klasifikasi *Support Vector Machine*, untuk mendukung hasil pemetaan kerawanan banjir yang lebih akurat.

2.2 Banjir

Bagi Indonesia, banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi, terutama pada saat musim hujan. Banjir adalah meluapnya aliran sungai akibat air melebihi kapasitas tampungan sungai sehingga meluap dan menggenangi dataran atau daerah yang lebih rendah di sekitarnya (Yulaelawati, 2008). Sumber lain menjelaskan banjir merupakan suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang (Suripin, 2004). Banjir dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, permukiman, pusat kota. Banjir dapat juga terjadi karena debit/volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya. Selama musim hujan seperti bulan Januari-Februari, semua pihak (baik pemerintah maupun masyarakat) biasanya khawatir datangnya bencana banjir. Curah hujan pada periode tersebut biasanya lebih tinggi dari bulan lainnya (BMKG, 2019).

Ditinjau dari karakteristik geografis dan geologis, wilayah Indonesia merupakan salah satu kawasan rawan bencana banjir. Sekitar 30% dari 5.000 sungai besar yang ada di Indonesia melintasi kawasan penduduk padat. Adanya faktor perubahan iklim, tata guna lahan dan kenaikan permukaan air laut seringkali meningkatkan

kemungkinan terjadinya banjir pada saat musim penghujan. Banjir pada umumnya terjadi karena faktor kondisi dan peristiwa alam maupun pengaruh kegiatan manusia (Dewi, 2010).

2.3 Mitigasi Bencana

Menurut UU Nomor 24 Tahun 2007, mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi adalah merupakan tindakan-tindakan untuk mengurangi atau meminimalkan potensi dampak negatif dari suatu bencana (Jokowinarno, 2011). Mitigasi bencana pada umumnya bertujuan untuk melakukan penanggulangan atau mengurangi kerugian akibat kemungkinan terjadinya bencana, baik itu korban jiwa atau kerugian harta benda yang akan berpengaruh pada kehidupan dan kegiatan manusia (Wekke, 2021). Untuk mendefinisikan rencana atau strategi mitigasi yang tepat dan akurat, perlu dilakukan pemetaan tingkat kerawanan banjir.

Upaya mitigasi ini dapat berupa langkah prefentif maupun tindakan yang dilakukan ketika dan setelah terjadinya bencana. Langkah prefentif dapat berupa penyuluhan daerah rawan bencana, sedangkan tindakan ketika terjadi bencana seperti penyediaan jalur evakuasi. Tindakan setelah atau pasca bencana dapat berupa pemberian sandang, pangan, dan obat-obatan untuk korban bencana. Upaya mitigasi dapat disesuaikan berdasarkan tingkat kerawanan suatu wilayah. Mitigasi bencana banjir terbagi menjadi 2 bagian yaitu mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Mitigasi struktural merupakan upaya untuk meminimalkan bencana yang dilakukan melalui pembangunan berbagai prasarana fisik dan menggunakan pendekatan teknologi. Bentuk mitigasi bencana banjir dalam meminimalisir potensi luapan air. Sedangkan mitigasi non-struktural merupakan upaya pengurangan dampak bencana melalui pembuatan kebijakan, peraturan, maupun penguatan kapasitas masyarakat.

2.4 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan yang bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter. Sifat hujan yang berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi adalah jumlah, intensitas, dan lamanya hujan. Dari hal-hal tersebut yang paling erat hubungannya dengan energi kinetik adalah intensitas. Kekuatan dan daya rusak hujan terhadap tanah ditentukan oleh besar kecilnya curah hujan. Bila jumlah dan intensitas hujan tinggi maka aliran permukaan dan erosi yang akan terjadi lebih besar dan demikian juga sebaliknya (Utomo, 2004).

Informasi spasial curah hujan dibutuhkan oleh berbagai sektor namun karena keterbatasan pengamatan, proses interpolasi harus dilakukan. Metode interpolasi mengasumsikan bahwa semakin dekat suatu titik ke titik yang nilainya tidak diketahui, semakin besar efeknya. Dalam konteks pemetaan, interpolasi sebuah proses pendugaan nilai di wilayah yang belum diambil sampelnya atau diukur untuk membuat peta atau mendistribusikan nilai ke seluruh wilayah yang dipetakan (Darmawan dkk., 2023). Salah satu metode interpolasi yang paling banyak digunakan adalah metode *Inverse Distance Weight*. Metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* merupakan metode interpolasi konvensional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi. (Bahtiar dkk., 2022).

Tabel 2. Klasifikasi Skor Curah Hujan

Klasifikasi (mm/tahun)	Deskripsi	Skor
< 1.500	Sangat Kering	1
1.501 – 2.000	Kering	2
2.001 – 2.500	Sedang	3

Lanjutan Tabel 2. Klasifikasi Skor Curah Hujan

2.501 – 3.000	Basah	4
> 3000 mm	Sangat Basah	5

Sumber : Fauzi, 2022

2.5 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan lahan yang terkena campur tangan manusia secara permanen atau periodik yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan, baik secara kebutuhan kebendaan, spiritual ataupun gabungan keduanya (Siswanto, 2006). Secara umum, penggunaan lahan tergantung pada kemampuan lahan dan lokasi lahan tersebut. Jika pemanfaatan area dilakukan sesuai dengan hukum yang berlaku, maka pemanfaatan area akan mencapai hasil yang optimal. Kebijakan penggunaan lahan dalam hubungannya dengan optimalisasi lahan adalah serangkaian dari kegiatan dalam melakukan tindakan yang terorganisir secara sistematis dalam menyediakan lahan dengan tujuan yang tepat.

Dalam kaitannya dengan kerawanan banjir, penggunaan lahan akan berperan pada besarnya air limpasan hasil dari hujan yang telah melebihi laju infiltrasi. Lahan yang banyak ditanami oleh vegetasi maka air hujan akan banyak diinfiltrasi dan lebih banyak waktu yang ditempuh oleh limpasan untuk sampai ke sungai sehingga kemungkinan banjir lebih kecil daripada daerah yang tidak ditanami oleh vegetasi.

Tabel 3. Klasifikasi Skor Penggunaan Lahan

Klasifikasi	Deskripsi	Skor
Hutan	Rendah	1
Ladang, Tegalan, Kebun Campuran	Agak Rendah	2
Lahan Terbuka	Sedang	3
Permukiman	Agak Tinggi	4
Badan Air	Tinggi	5

Sumber : Rakuasa, 2023

2.6 Ketinggian Lahan

Ketinggian (elevasi) lahan adalah ukuran ketinggian lokasi di atas permukaan laut. Ketinggian mempunyai pengaruh terhadap terjadinya banjir didasarkan pada sifat air yang mengalir mengikuti gaya gravitasi yaitu mengalir dari daerah tinggi ke daerah rendah. Lahan yang mempunyai ketinggian besar berpotensi kecil untuk terjadi banjir. Sedangkan daerah dengan ketinggian rendah berpotensi besar untuk terjadinya banjir karena gravitasi yang lebih rendah tidak cukup untuk mengalirkan air keluar dari daerah tersebut dengan cepat.

Tabel 4. Klasifikasi Skor Ketinggian Lahan

Klasifikasi	Deskripsi	Skor
> 200 mdpl	Tinggi	1
200 - 100 mdpl	Agak Tinggi	2
100 - 50 mdpl	Sedang	3
50 - 100 mdpl	Agak Rendah	4
< 10 mdpl	Rendah	5

Sumber : Theml, S. (2008) dalam Darmawan dkk., 2017

2.7 Kemiringan Lereng

Kelerengan atau kemiringan lahan merupakan perbandingan presentasi antara jarak vertikal (ketinggian lahan) dengan jarak horizontal (panjang jarak datar) (Suherlan, 2001). Kemiringan lereng umumnya akan dinyatakan dalam satuan *percent-rise* (%), nilai kemiringan lereng terpengaruh pada tinggi sebuah dataran dengan menghitung perubahan minimum hingga maksimum ketinggiannya (Tomak dkk., 2024). Kemiringan merupakan parameter yang berpengaruh secara tidak langsung terhadap besar kecilnya banjir. Kemiringan lahan semakin tinggi air maka air yang diteruskan semakin tinggi. Air yang berada pada lahan tersebut akan diteruskan ketempat yang lebih rendah semakin cepat jika dibandingkan dengan lahan yang kemiringannya rendah (landai), sehingga kemungkinan terjadi bahaya atau banjir pada daerah yang derajat kemiringan lahannya tinggi semakin kecil.

Tabel 5. Klasifikasi Skor Kemiringan Lereng

Klasifikasi	Deskripsi	Skor
> 40 %	Sangat Curam	1
25 – 40 %	Curam	2
15 – 25 %	Agak Curam	3
8 – 15 %	Landai	4
0 – 8 %	Datar	5

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2022

2.8 Jenis Tanah

Jenis tanah pada suatu daerah sangat berpengaruh dalam proses penyerapan air atau yang biasa disebut sebagai proses infiltrasi. Infiltrasi adalah proses aliran air di dalam tanah secara vertikal akibat adanya potensial gravitasi. Secara fisik terdapat beberapa faktor yang memengaruhi infiltrasi diantaranya jenis tanah, kepadatan tanah, kelembaban tanah dan tanaman di atasnya, laju infiltrasi pada tanah semakin lama semakin kecil karena kelembaban tanah juga mengalami peningkatan (Harto, 1993). Semakin besar daya serap atau infiltrasinya terhadap air maka tingkat kerawanan banjirnya akan semakin kecil. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil daya serap atau infiltrasinya terhadap air maka semakin besar potensi kerawanan banjirnya (Matondang., 2013).

Tabel 6. Klasifikasi Skor Jenis Tanah

Klasifikasi	Deskripsi	Skor
Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	Sangat Peka	1
Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsollic	Peka	2
Tanah Hutan Coklat, Tanah Mediteran	Sedang	3
Latosol	Agak Peka	4
Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik Air Tanah	Tidak Peka	5

Sumber: Asdak (1995) dalam Darmawan dkk., 2017

2.9 Buffer Sungai

Buffer merupakan batas dengan jarak-jarak tertentu yang dibuat mengelilingi suatu titik poligon atau garis. *Buffer* sungai adalah suatu daerah yang memiliki luasan dengan jarak tertentu dari lokasi sungai, serta tujuannya adalah untuk mengetahui luapan sungai ketika terjadi banjir. Dalam hal ini pembuatan peta *buffer* sungai dapat menunjukkan daerah-daerah yang berbatasan atau berdekatan dengan sungai, dimana semakin dekat suatu daerah dengan sungai maka semakin besar peluang suatu daerah untuk terjadinya banjir.

Tabel 7. Klasifikasi Skor *Buffer* Sungai

Klasifikasi	Deskripsi	Skor
> 100 m	Sangat Jauh	1
75 – 100 m	Jauh	2
50 – 75 m	Sedang	3
25 – 50 m	Dekat	4
0 – 25 m	Sangat Dekat	5

Sumber : Rakuasa, 2023

2.10 Kerapatan Sungai

Kepadatan drainase adalah panjang total aliran sungai per kilometer persegi luas daerah aliran sungai. Semakin tinggi nilai kepadatan drainase, semakin baik sistem drainase di wilayah tersebut dan semakin banyak jaringan sungai atau saluran drainase. Artinya, semakin banyak air permukaan yang mengalir dan semakin sedikit air yang meresap ke dalam tanah, sehingga jumlah air tanah yang tersimpan di daerah tersebut juga lebih sedikit. Dalam konteks analisis banjir, kepadatan drainase digunakan untuk menilai kemampuan suatu wilayah dalam mengalirkan air hujan melalui sistem drainase alami (sungai) atau buatan (kanal, parit).

Tabel 8. Klasifikasi Skor Kerapatan Sungai

Klasifikasi	Deskripsi	Skor
0,45	Sangat Jarang	1
0,45 – 1,35	Jarang	2
1,35 – 2,61	Sedang	3
2,61 – 2,93	Rapat	4
> 2,93	Sangat Rapat	5

Sumber : Damara dkk., 2023

2.11 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis sebagai suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir. Hasil akhir dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi. Dalam sistem ini dilengkapi dengan Informasi pengenalan tempat, jarak lokasi, kondisi alam dan tampilan peta lokasi (Putra dan Afri, 2020).

Manfaat Sistem Informasi Geografis tersebut adalah sebagai berikut :

1. Memudahkan dalam melihat fenomena kebumian dengan perspektif lebih baik.
2. Mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta bahkan data statistik.
3. Mampu memproses data dengan cepat dan akurat dan menampilkannya. Informasi yang dihasilkan Sistem Informasi Geografis merupakan informasi keruangan dan kewilayahan untuk inventarisasi data keruangan yang berkaitan dengan sumber daya alam.

2.12 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh umumnya mengacu pada kegiatan pencatatan, mengamati atau memahami (*sensing*) objek atau peristiwa di tempat jauh (*remote*). Dalam penginderaan jauh, sensor tidak bersentuhan langsung dengan objek atau peristiwa yang diamati. Informasi yang ada membutuhkan pembawa fisik untuk melakukan perjalanan dari benda/peristiwa pada sensor melalui media intervensi. Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Penginderaan jauh sangat bergantung dari energi Gelombang Elektromagnetik. Gelombang Elektromagnetik dapat berasal dari banyak hal, akan tetapi Gelombang Elektromagnetik yang terpenting pada penginderaan jauh adalah sinar matahari (Syah, 2010).

2.13 Citra Satelit Sentinel 2A

Citra sentinel-2A merupakan citra multispektral yang memiliki 13 *band* yang memiliki resolusi spasial yang berbeda. Karakteristik citra sentinel-2 meliputi resolusi spasial, resolusi spektral, dan akurasi radiometrik. Resolusi spasial citra sentinel-2A berkisar antara 10 hingga 60 meter, tergantung pada mode operasi dan kanal citra, akurasi radiometrik citra sentinel-2A sangat penting dalam memastikan citra yang dihasilkan dapat digunakan untuk analisis yang akurat, pada citra sentinel-2A telah melalui proses koreksi atmosferik dan geometrik sebelumnya (Rahmi dkk, 2021).

Tabel 9. Spesifikasi Sentinel 2

Nama Band	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi (m)
<i>Band 1 - Coastal Aerosol</i>	0,443-0,453	60
<i>Band 2 - Blue</i>	0,458-0,523	10
<i>Band 3 - Green</i>	0,543-0,578	10
<i>Band 4 - Red</i>	0,650- 0,680	10

Lanjutan Tabel 9. Spesifikasi Sentinel 2

<i>Band 5 - Vegetation Red Edge</i>	0,698- 0,713	20
<i>Band 6 - Vegetation Red Edge</i>	0,733-0,748	20
<i>Band 7 - Vegetation Red Edge</i>	0,765- 0,785	20
<i>Band 8 - Near Infrared (NIR)</i>	0,785- 0,900	10
<i>Band 8A - Near Infrared (NIR)</i>	0,855- 0,875	20
<i>Vegetation Red Edge</i>		
<i>Band 9 - Water Vapour</i>	0,930- 0,950	60
<i>Band 10 - Shortwave infrared</i> <i>(SWIR) – Cirrus</i>	1,365- 1,385	20
<i>Band 11 – SWIR 1</i>	1,565- 1,655	20
<i>Band 12 – SWIR 2</i>	2,100- 2,280	20

Sumber : Putri dkk., 2021

2.14 Algoritma Support Vector Machine

Support Vector Machine adalah salah satu metode *supervised machine learning* nonparametrik yang dapat mengidentifikasi dan memprediksi pola berdasarkan data latih yang digunakan (Firmansyah dkk., 2019). Metode *Support Vector Machine* mempunyai keunggulan jika dibandingkan dengan metode *supervised machine learning* lainnya karena dapat mengurangi kesalahan pada data latih dan dimensi *Vapnik-Chervokinesis*, dapat mencari solusi dengan data latih yang terbatas, dapat dijabarkan dan diterapkan dengan mudah (Koman dkk., 2021). *Support Vector Machine* bekerja dengan cara mencari *hyperplane* optimal yang mampu memisahkan data ke dalam kelas-kelas berbeda, sehingga setiap kelas berada di sisi yang berbeda dari *hyperplane* tersebut. Tujuan utama *Support Vector Machine* adalah memaksimalkan margin, yaitu jarak antara *hyperplane* dengan titik-titik data terdekat dari masing-masing kelas, agar model dapat melakukan generalisasi yang baik terhadap data baru.

Proses kerja *Support Vector Machine* dimulai dengan memetakan data latih ke dalam ruang fitur berdimensi tinggi. Titik-titik data yang paling dekat dengan

hyperplane disebut *support vectors*, karena secara langsung menentukan posisi dan orientasi *hyperplane*. Untuk data yang tidak dapat dipisahkan secara linear, *Support Vector Machine* menggunakan *kernel trick*, yaitu fungsi yang memetakan data ke ruang berdimensi lebih tinggi sehingga pemisahan secara linear dapat dilakukan. Fungsi *kernel* yang umum digunakan antara lain *linear kernel*, *polynomial kernel*, dan *radial basis function*. Selain itu, *Support Vector Machine* menerapkan konsep *soft margin* ketika data tidak sepenuhnya terpisah, yang memungkinkan beberapa titik data melanggar margin tanpa mengurangi kemampuan model dalam memaksimalkan margin secara keseluruhan. Pendekatan ini membuat *Support Vector Machine* lebih fleksibel terhadap *noise* dan tumpang tindih kelas dalam data. Dengan prinsip *hyperplane* optimal, *support vectors* yang menentukan, serta kemampuan *kernel* menangani data non-linear, *Support Vector Machine* terbukti efektif dalam berbagai aplikasi klasifikasi, seperti pengenalan pola, klasifikasi citra, teks, maupun analisis data multidimensional.

2.15 Matriks Konfusi

Pengujian ketelitian klasifikasi bertujuan untuk melihat kesalahan-kesalahan klasifikasi sehingga dapat diketahui persentase ketepatannya (akurasi). Akurasi hasil klasifikasi diuji dengan cara membuat matrik kontingensi yang sering disebut dengan matriks konfusi. Matriks konfusi adalah sebuah matriks dalam bentuk tabel yang menunjukkan hubungan antara hasil klasifikasi berdasarkan interpretasi dengan sampel data referensi yang di dapat sesuai kondisi sebenarnya di lapangan. Melalui matriks konfusi dapat menguji nilai akurasi dari interpretasi misal, penggunaan lahan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Matriks konfusi menghitung besaran dari *producer's accuracy*, *user's accuracy*, *overall accuracy*, dan *kappa accuracy* (Lillesand and Kiefer, 1994). Bentuk matriks konfusi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Bentuk Matriks Konfusi

Kelas Referensi		Data Interpretasi			Jumlah Sampel	<i>User's Accuracy</i>
		A	B	C		
Data Referensi	A	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{+1}	X_{11}/X_{+1}
	B	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{+2}	X_{22}/X_{+2}
	C	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{+3}	X_{33}/X_{+3}
Total Sample		X_{1+}	X_{2+}	X_{3+}	N	
<i>Producer's Accuracy</i>		X_{11}/X_{1+}	X_{22}/X_{2+}	X_{33}/X_{3+}		

Beberapa fungsi persamaan yang digunakan ialah sebagai berikut (Jaya, 2007)

$$User's Accuracy = \frac{X_{11}}{X_{+1}} \times 100\% \text{ -----(1)}$$

$$Producer's Accuracy = \frac{X_{11}}{X_{+1}} \times 100\% \text{ -----(2)}$$

$$Overall Accuracy = \left(\frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \right) \times 100\% \text{ -----(3)}$$

$$Kappa Accuracy = \left[\frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \right] \times 100\% \text{ -----(4)}$$

2.16 Penentuan Sample

Pengujian penentuan *sample* dilakukan agar memperoleh gambaran parameter populasi di area tersebut. Secara umum, proses klasifikasi melibatkan pembuatan titik *training* dan *testing*. *Training sample* adalah data yang digunakan untuk melakukan proses klasifikasi. Sedangkan *Testing* merupakan titik uji yang digunakan untuk menguji model yang telah dibuat. Penentuan jumlah titik *sample* ditentukan secara representatif dan proporsional berdasarkan luasan area yang dipetakan. Metode penentuan jumlah *sample* berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2014 penentuan jumlah titik *sample* menggunakan rumusan berikut ini:

$$A = TSM + \left(\frac{\text{Luas Wilayah}}{1.500} \right) \text{-----}(5)$$

Keterangan :

A = Jumlah Titik *Sample*

TSM = *Training Sample* Minimum

Berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 8 Tahun 2014 *Training Sample* Minimum diperoleh berdasarkan skala peta, dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 11. Jumlah *Training Sample* Minimum

No	Skala Peta	TSM
1	1 : 25.000	50
2	1 : 50.000	30
3	1 : 250.000	20

Sumber : BIG, 2014

Metode lain dalam penentuan *sample* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Slovin*. Rumus *Slovin* dapat digunakan untuk menentukan jumlah *sample* pada penelitian yang menduga proporsi populasi. *Slovin* mengasumsikan bahwa tingkat keandalannya 95% (Setiawan, 2007). Berikut ini rumus penentuan *sample* menggunakan *Slovin* :

$$n = \frac{N}{(N \times d^2) + 1} \text{-----}(6)$$

Keterangan :

n = *Sample*

N = Populasi

d = Galat pendugaan/kekeliruan

Penelitian ini menggunakan dua metode dalam penentuan titik *sample*. Penentuan titik *training sample* menggunakan metode berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial dengan jumlah 47 *sample*. Sedangkan titik *testing* menggunakan metode *Slovin* dengan tingkat kekeliruan 0,1 dengan jumlah 100 *sample*.

2.17 *Multi-Criteria Decision Analysis*

Multi-Criteria Decision Analysis merupakan pendekatan pengambilan keputusan yang digunakan ketika suatu kajian dipengaruhi oleh lebih dari satu kriteria, sehingga diperlukan cara untuk menggabungkan seluruh kriteria tersebut menjadi satu dasar penilaian (Hulu dkk., 2025). Dalam pemetaan kerawanan banjir berbasis Sistem Informasi Geografis, *Multi-Criteria Decision Analysis* lazim diterapkan dengan mengintegrasikan beberapa *layer* parameter fisik untuk menghasilkan peta zonasi kerawanan banjir yang lebih sistematis.

Secara umum, implementasi *Multi-Criteria Decision Analysis* pada kerawanan banjir dilakukan melalui *scoring* untuk menyeragamkan nilai/kelas pada tiap parameter, kemudian pembobotan untuk merepresentasikan tingkat kepentingan relatif antar parameter sebelum digabungkan (*overlay*) menjadi indeks/peta kerawanan (Septian dkk., 2023). Secara umum, tahapan *Multi-Criteria Decision Analysis* dalam Sistem Informasi Geografis meliputi penentuan tujuan analisis, penentuan kriteria/parameter, standarisasi nilai kriteria, penentuan bobot kriteria, serta agregasi kriteria melalui operasi *overlay*. Metode *scoring*, pembobotan dan *overlay* berbasis Sistem Informasi Geografis banyak digunakan dalam penelitian kerawanan banjir. Salah satu metode penentuan bobot yang dapat digunakan adalah *Rank Sum*, yaitu pembobotan berbasis peringkat yang mengonversi urutan prioritas kriteria menjadi bobot terstandar, sehingga dapat dipakai dalam penggabungan berbobot pada tahap analisis spasial.

2.18 *Scoring dan Pembobotan*

Scoring adalah pemberian skor terhadap tiap kelas di masing-masing parameter. Pemberian skor didasarkan pada pengaruh kelas tersebut terhadap kejadian. Semakin besar pengaruhnya terhadap kejadian, maka semakin tinggi nilai skornya. Untuk mendapatkan skor/nilai total, perlu adanya pemberian nilai dan bobot sehingga perkalian antara keduanya dapat menghasilkan nilai total yang biasa disebut skor. Pemberian nilai pada setiap parameter adalah sama yaitu 1 sampai

dengan 5, sedangkan pemberian bobot tergantung pada pengaruh dari setiap parameter yang memiliki faktor paling besar dalam tingkat kerawanan banjir (Matondang dkk., 2013).

Pembobotan adalah proses penentuan dan pemberian bobot pada peta digital tiap parameter, yang dilakukan berdasarkan pertimbangan tingkat kontribusi masing-masing parameter terhadap kerawanan banjir. Pembobotan dimaksudkan sebagai pemberian bobot pada masing-masing peta tematik (parameter). Penentuan bobot untuk masing-masing peta tematik didasarkan atas pertimbangan, seberapa besar kemungkinan terjadi banjir dipengaruhi oleh setiap parameter geografis yang akan digunakan dalam analisis Sistem Informasi Geografis (Suhardiman, 2012).

2.19 Metode Rank Sum

Metode *Rank Sum* adalah salah satu teknik dalam *Multi-Criteria Decision Analysis* yang digunakan untuk mengestimasi bobot parameter berdasarkan peringkat kepentingannya (Hairah dan Budiman, 2022). Metode ini dikembangkan sebagai alternatif yang lebih efisien dibandingkan metode estimasi rasio yang kompleks, namun tetap menghasilkan distribusi bobot yang valid secara matematis.

Pendekatan *Rank Sum* bekerja dengan prinsip linier, yaitu bobot didistribusikan sesuai urutan peringkat parameter. Prosedur ini mengharuskan parameter diurutkan dari yang paling dominan (peringkat 1) hingga yang paling kecil pengaruhnya (peringkat n). Rumus penentuan *Rank Sum* (Roszkowska, 2013) dapat dinyatakan dalam persamaan (7) sebagai berikut :

$$W_i = \frac{n-r_j+1}{\sum_{k=1}^n (n-r_k+1)} \text{-----}(7)$$

Keterangan:

W_j : Bobot ternormalisasi parameter ke-j.

n : Jumlah total parameter.

r_j : Posisi peringkat parameter ke-j.

2.20 Overlay

Metode *overlay* adalah adalah suatu proses dalam Sistem Informasi Geografis untuk perolehan informasi baru dengan menumpuk atau menumpang-susunkan informasi dari dua peta atau dua data spasial atau lebih (Larasati dkk., 2017). Prinsip *overlay* adalah untuk membandingkan karakter dari suatu lokasi yang sama pada tiap *layer*, serta untuk menghasilkan informasi yang diperlukan. *Overlay* menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. Hasil spesifiknya ditentukan oleh pembuat yang dapat memuat perhitungan, ataupun keperluan lainnya yang dapat diterapkan pada area atau lokasi. Secara singkat proses *overlay* bertujuan untuk memperlihatkan daerah / wilayah kesesuaian antara dua data atau lebih. Secara umum *overlay* dapat dilakukan melalui beberapa teknik, seperti *union*, *intersect*, *merge*, *buffer*, *dissolve*, *clip*, dan *identity*. Teknik *overlay* yang digunakan adalah *intersect*, karena teknik ini hanya mempertahankan area yang saling tumpang tindih/beririsan antar *layer* serta menggabungkan atributnya sehingga menghasilkan *layer* baru (Ningrum dan Ginting, 2020).

2.21 Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir

Klasifikasi kerawanan banjir merupakan tahap penting dalam pemetaan kerawanan, karena hasil dari *overlay* masih perlu diubah menjadi kelas-kelas yang lebih mudah dibaca dan ditafsirkan, misalnya tidak rawan, rawan, dan sangat rawan. Kelas kerawanan yang dihasilkan pada dasarnya menunjukkan tingkat potensi wilayah untuk mengalami banjir berdasarkan gabungan beberapa parameter. Kelas tidak rawan menunjukkan nilai skor akhir yang rendah, sehingga faktor-faktor pemicu banjir relatif kecil. Kelas rawan menunjukkan nilai skor akhir sedang, yaitu wilayah yang memiliki beberapa faktor pemicu yang cukup signifikan sehingga dapat mengalami genangan terutama pada hujan intensitas tinggi. Kelas sangat rawan menunjukkan skor akhir tinggi, yaitu wilayah yang memiliki akumulasi faktor pemicu paling kuat sehingga berpotensi mengalami genangan atau luapan lebih

sering dan berdampak lebih besar. Klasifikasi tingkat kerawanan banjir ditentukan oleh nilai akhir hasil *scoring* dan pembobotan dengan menghitung nilai minimum dan maksimum, maka didapatkan interval untuk membedakan tingkat kerawanan banjir. Interval kelas dihasilkan dengan menghitung selisih antara data tertinggi dan data terendah, kemudian dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan interval klasifikasi tingkat kerawanan banjir mengacu pada rumus Kingma (Wismarini dkk., 2014)

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k} \text{ -----(8)}$$

Ket :

Ki = Kelas Interval

Xt = Data Tertinggi

Xr = Data Terendah

k = Jumlah Kelas yang diinginkan

2.22 Mitigasi Bencana Banjir

Mitigasi bencana banjir dilakukan melalui dua pendekatan utama yaitu mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Mitigasi struktural meliputi pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur fisik yang bertujuan mengendalikan dan mengurangi dampak banjir. Contohnya adalah pembangunan dan perbaikan tanggul, bendungan, normalisasi sungai, serta sistem drainase yang efektif. Inisiatif ini dilakukan untuk mencegah air meluap ke wilayah permukiman, pertanian, dan infrastruktur vital lainnya. Kerja sama lintas lembaga, seperti Dinas Pengairan dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah, sangat krusial untuk memastikan efektivitas tindakan struktural tersebut (Hidayatul dkk., 2025).

Selain itu, mitigasi non-struktural menitikberatkan pada perubahan perilaku dan kesadaran masyarakat, pengembangan kebijakan dan peraturan, edukasi, dan penerapan sistem peringatan dini. Edukasi dan pelatihan masyarakat merupakan bagian penting untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan respon bencana. Contoh

nyata antaranya adalah program sosialisasi bahaya banjir, simulasi evakuasi, dan penguatan komunitas untuk menjaga lingkungan seperti reboisasi bantaran sungai.

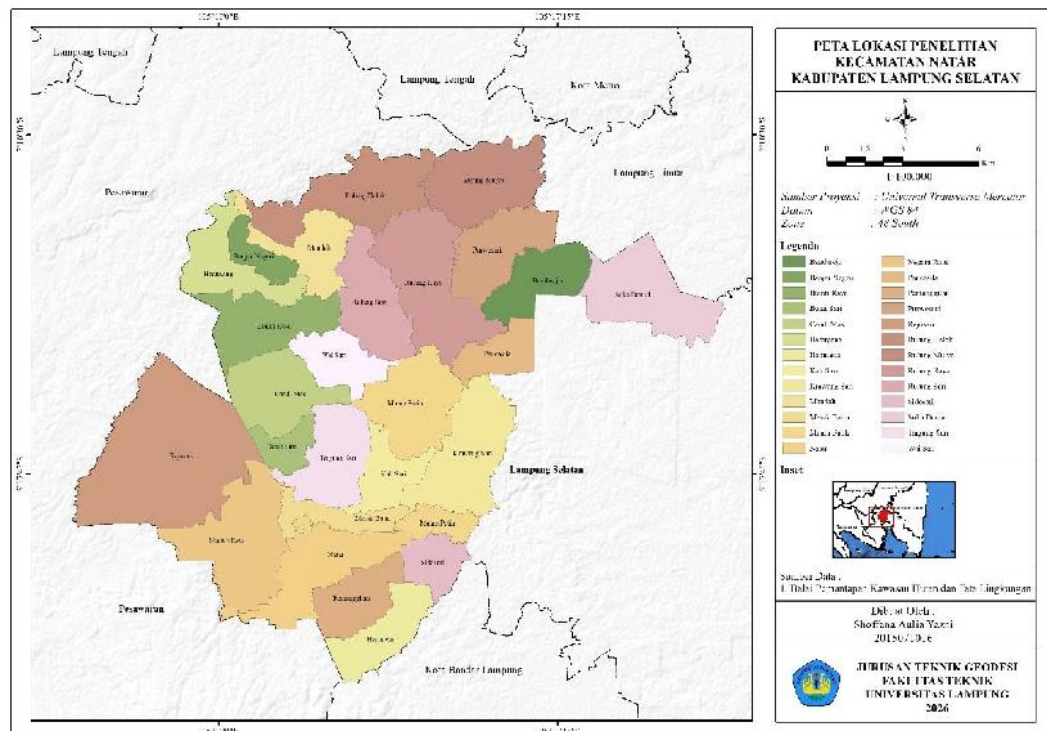
Mitigasi non-struktural juga meliputi pengembangan dan pemanfaatan teknologi seperti Sistem Informasi Geografis untuk memetakan wilayah rawan dan melakukan monitoring *real-time*. Hal ini memungkinkan deteksi dini dan pengambilan keputusan cepat saat terjadi potensi banjir, yang secara signifikan dapat mengurangi risiko dan kerugian masyarakat (Yuniartanti dkk., 2017). Penerapan kedua pendekatan ini secara simultan dan berkesinambungan sangat dianjurkan agar penanggulangan bencana banjir lebih komprehensif dan efektif dalam jangka panjang.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini berada di Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Kecamatan Natar terletak di sebelah bagian barat dari Kabupaten Lampung Selatan dengan koordinat geografis $5^{\circ}18'28''$ LS dan $105^{\circ}11'33''$ BT. Wilayah ini memiliki luas sekitar 26.087,03 Ha dan terdiri dari 26 desa. Secara administratif, wilayah Kecamatan Natar memiliki batas-batas wilayah yang bersinggungan langsung dengan beberapa daerah di sekitarnya. Pada sisi Utara, Kecamatan Natar berbatasan langsung dengan Kabupaten Lampung Tengah, sedangkan pada sisi Selatan wilayah ini berbatasan dengan Kota Bandarlampung. Untuk batas wilayah di sebelah Timur, Kecamatan Natar bersinggungan dengan Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, sementara di sebelah Barat wilayah ini berbatasan dengan Kabupaten Pesawaran.

Pemilihan Kecamatan Natar sebagai lokasi penelitian didasarkan pada perubahan penggunaan lahan yang semakin intensif seiring fungsinya sebagai wilayah penyangga Kota Bandarlampung. Perkembangan permukiman dan aktivitas ekonomi mendorong peningkatan lahan terbangun yang berpotensi mengurangi kapasitas infiltrasi dan meningkatkan limpasan permukaan. Di sisi lain, secara fisik Natar memiliki variasi topografi dan dilalui beberapa aliran sungai utama, sehingga pada area tertentu berpotensi menjadi zona akumulasi aliran saat intensitas hujan tinggi. Dampak banjir terlihat dari terganggunya aktivitas masyarakat, kerusakan fasilitas dan akses jalan, serta kerugian ekonomi. Kondisi ini semakin penting karena Natar merupakan jalur utama menuju Bandarlampung sehingga genangan dapat menghambat arus lalu lintas harian warga maupun pengguna jalan yang melintas.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Data

Adapun alat dan data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

3.2.1 Alat

Perangkat keras yang digunakan adalah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 12. Alat Penelitian

No	Data Penelitian	Tipe Data
1.	Laptop Asus X441B RAM 4 GB	Perangkat Keras
2.	Mouse	Perangkat Keras
3.	Software Pengolah Data Spasial	Perangkat Lunak
4.	Google Earth Pro	Perangkat Lunak
5.	Microsoft Word	Perangkat Lunak
6.	Microsoft Excel	Perangkat Lunak

3.2.2 Data

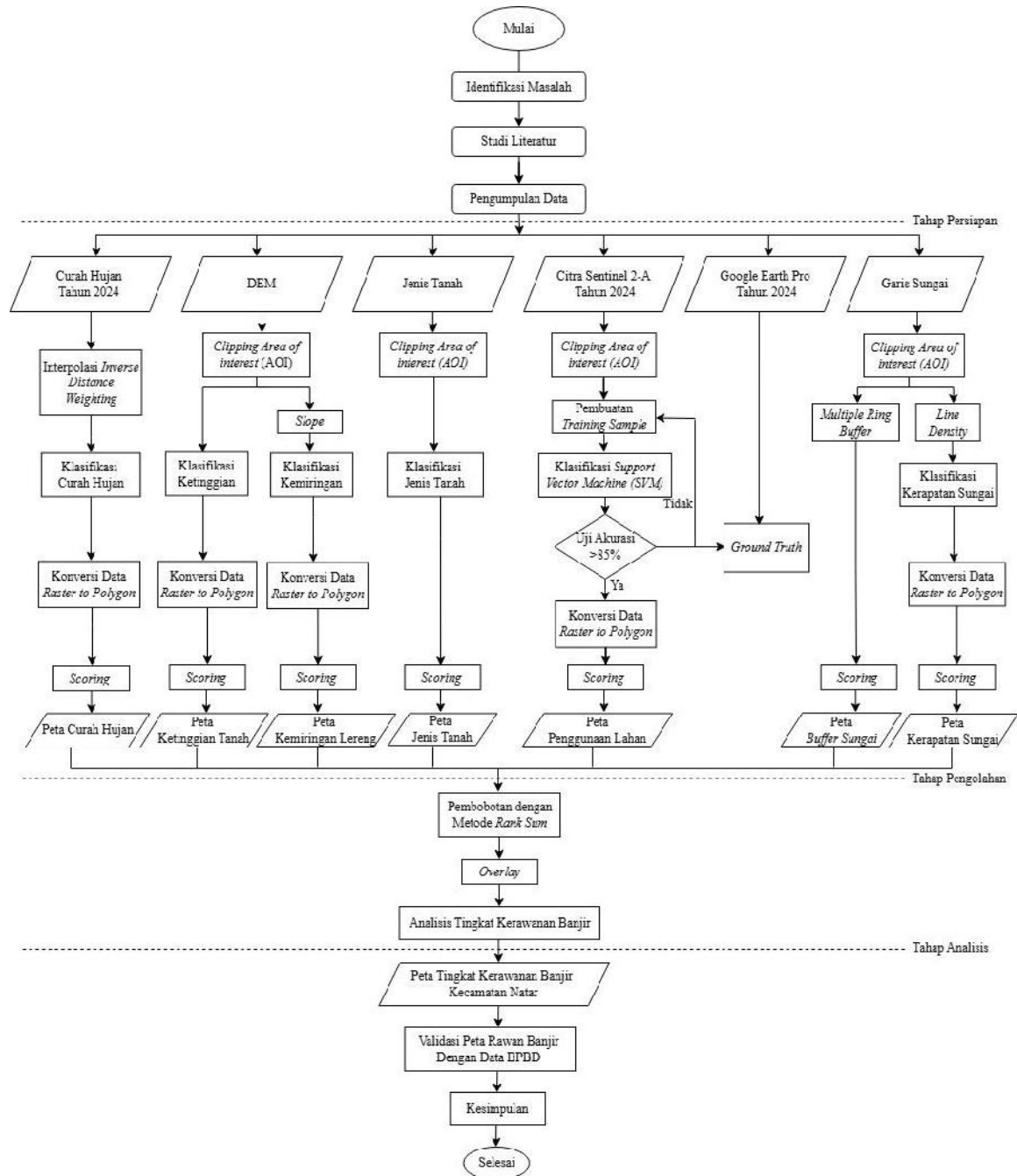
Dalam kegiatan penelitian ini menggunakan bahan sebagai berikut :

Tabel 13. Data Penelitian

No	Data Penelitian	Tipe Data	Sumber
1.	Citra Sentinel-2A Tahun 2024	<i>Raster</i>	https://dataspace.copernicus.eu
2.	DEM Nasional Kecamatan Natar	<i>Raster</i>	https://tanahair.indonesia.go.id/
3.	Jenis Tanah	<i>Vektor</i>	BAPPEDA Provinsi Lampung
4.	Curah Hujan Tahun 2024	Tabular	BMKG Stasiun Klimatologi Kabupaten Pesawaran
5.	Jaringan Sungai	<i>Vektor</i>	BPDAS WSS Provinsi Lampung
6.	Data Kejadian Banjir	Tabular	BPBD Kabupaten Lampung Selatan
7.	Batas Administrasi Provinsi Lampung Tahun 2023	<i>Vektor</i>	BPKHTL Wilayah XX Bandarlampung
8.	<i>Citra Google Earth</i> Tahun 2024	<i>Raster</i>	<i>Google Earth Pro</i>

3.3 Diagram Alir

Tahap penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.4 Tahapan Persiapan

3.4.1 Studi Literatur

Pada tahap persiapan kegiatan yang dilakukan berupa identifikasi dan perumusan masalah. Pada tahap ini juga dilakukan studi literatur berupa artikel, buku, dan jurnal terkait yang sesuai dengan topik penelitian ini sebagai referensi dan materi tambahan pada penelitian ini.

3.4.2 Tahapan Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data sekunder, yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung melalui pihak ketiga. Data sekunder diperoleh dari berbagai instansi yang memiliki relevansi dengan fokus kajian penelitian, serta melalui akses terhadap informasi yang tersedia di situs *web* resmi penyedia data *online*. Dalam proses pengumpulan data dari kantor instansi terkait, peneliti terlebih dahulu mempersiapkan dokumen pendukung administratif, yaitu surat pengantar resmi yang dikeluarkan oleh pihak universitas. Surat tersebut menjadi prasyarat untuk memperoleh izin akses data di instansi terkait dan menunjukkan legalitas serta maksud penelitian yang dilakukan.

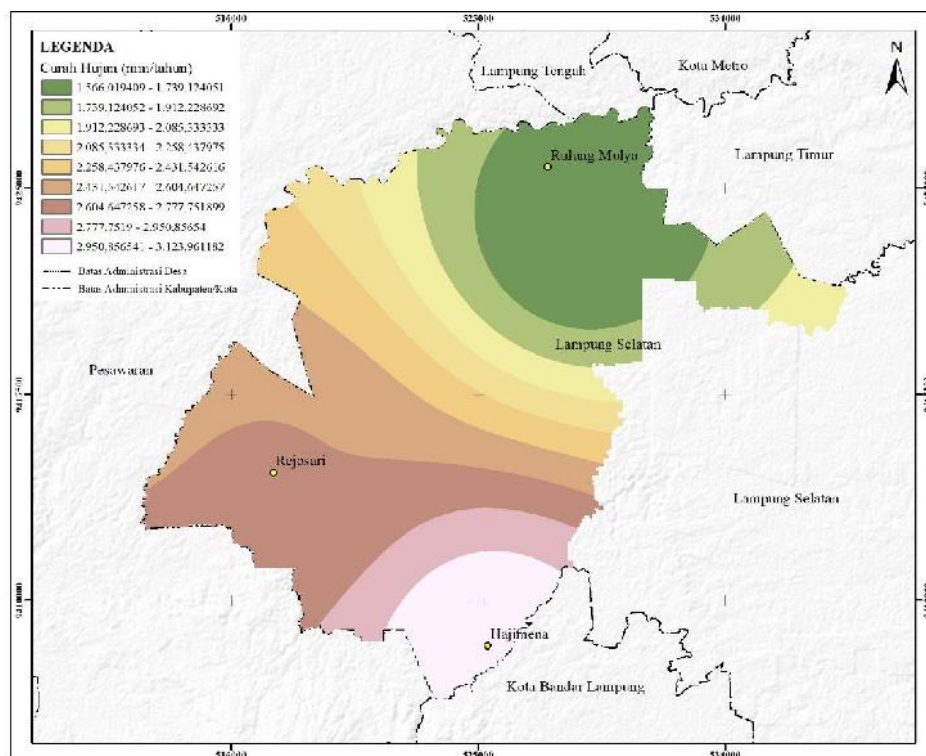
3.5 Tahapan Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahap dimana seluruh data yang telah diperoleh kemudian diolah sesuai dengan tujuan penelitian. Pada tahap pengolahan data dilakukan pada *software* pengolah data spasial.

3.5.1 Peta Curah Hujan

Dalam penelitian ini, peta curah hujan dibuat untuk menunjukkan pola sebaran intensitas hujan pada wilayah studi selama tahun 2024. Data curah hujan yang digunakan bersumber dari tiga stasiun pengamatan milik BMKG, berupa data tabular yang berisi data curah hujan bulanan dan titik koordinat masing-masing stasiun. Karena data tersebut berupa titik, diperlukan interpolasi untuk memperkirakan nilai curah hujan di lokasi lain yang tidak memiliki stasiun hujan. Metode interpolasi yang digunakan adalah *Inverse Distance Weighted*, karena

sesuai untuk kondisi jumlah titik pengamatan yang terbatas dan didasarkan pada asumsi bahwa lokasi yang berdekatan cenderung memiliki karakteristik curah hujan yang lebih mirip dibandingkan lokasi yang berjauhan. Metode ini dipilih dibandingkan *Kriging* karena memerlukan jumlah titik yang lebih banyak untuk membangun pola hubungan antar lokasi secara memadai, sehingga pada data yang sangat terbatas hasilnya berpotensi kurang stabil. Sementara itu, metode *Spline* tidak digunakan karena dapat menghasilkan nilai yang terlalu tinggi atau terlalu rendah pada beberapa bagian wilayah akibat proses pembentukan permukaan yang sangat dipengaruhi oleh keterbatasan titik pengamatan. Tahap awal dalam pengolahan data curah hujan yaitu memasukkan data hasil pengamatan yang berisi nama stasiun, koordinat geografis, serta nilai curah hujan ke dalam *software* pengolah data spasial dalam format *csv*. Selanjutnya dilakukan proses interpolasi spasial menggunakan *tools* “*IDW*”.



Gambar 4. Hasil Interpolasi Curah Hujan

Hasil dari proses interpolasi berupa data spasial dalam format raster yang merepresentasikan sebaran nilai curah hujan pada wilayah studi. Selanjutnya hasil dari interpolasi diklasifikasikan menjadi 5 kelas sesuai yang telah ditentukan sebelumnya menggunakan *tools* “*Reclassify*”. Setelah proses *reclassify* selesai,

data raster tersebut diubah menjadi format poligon menggunakan tool “*Raster to Polygon*”. Konversi ini dilakukan agar data curah hujan yang semula dalam format raster dapat digunakan dalam analisis spasial lanjutan.

3.5.2 Peta Penggunaan Lahan

Peta Penggunaan Lahan diperoleh dari hasil pengolahan menggunakan Citra Sentinel-2A yang diperoleh melalui *platform* resmi *Copernicus Open Access Hub*. Citra ini memiliki resolusi spasial 10 meter serta telah terkoreksi secara radiometrik dan geometrik. Ada beberapa tahapan dalam melakukan pengolahan peta penggunaan lahan sebagai berikut.

a. Pra-Pemrosesan Citra

Pada penelitian ini *band* yang digunakan yaitu 4,3,2 (*true color*) sehingga perlu dilakukan proses komposit *band* dengan tools “*Composite Bands*”. Selanjutnya dilakukan pemotongan citra sesuai dengan *Area of Interest (AOI)*. Proses *cropping* dilakukan dengan memanfaatkan *layer* batas administratif dengan menggunakan tools “*Clip*”.

b. Training Sample

Sebelum proses klasifikasi dilakukan, langkah awal yang perlu dilakukan adalah pembuatan *training sample*. Pembuatan *training sample* yang digunakan sesuai dengan klasifikasi penggunaan lahan yang digunakan yaitu hutan, kebun, lahan terbuka, permukiman, dan badan air. Untuk menentukan jumlah *training sample* menggunakan persamaan 5.

Diketahui :

A = Jumlah Titik *Sample*

TSM = 30

Luas = 26.087,03 Ha

Maka,

$$A = TSM + \left(\frac{\text{Luas}}{1.500} \right)$$

$$A = 30 + \left(\frac{26.087,03}{1.500} \right)$$

$$A = 47,39 = 47$$

Berdasarkan hasil tersebut, jumlah minimal *training sample* yang digunakan adalah 47 *sample*. Pembuatan *training sample* dilakukan dengan tetap memperhatikan sebaran sampel agar tidak menumpuk di satu lokasi, serta memastikan setiap kelas penggunaan lahan memiliki sampel yang cukup agar setiap kelas penggunaan lahan dapat terwakili secara proporsional. Pembuatan *training sample* ini dengan mengaktifkan menu “*Image Classification*” pada *toolbars*.

c. Klasifikasi *Support Vector Machine*

Klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan metode *Support Vector Machine*, yang merupakan metode *supervised classification* berbasis *machine learning*. *Support Vector Machine* bekerja dengan mencari batas optimal (*hyperplane*) yang memisahkan kelas-kelas data dalam ruang fitur berdasarkan data latih (*training sample*) yang diberikan. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan tools “*Train Support Vector Machine Classifier*” pada *software* pengolah data spasial, yang menghasilkan keluaran berupa data raster. Data raster tersebut kemudian diubah kembali menjadi bentuk poligon dengan tools “*Raster to Polygon*” agar dapat digunakan dalam analisis spasial lanjutan.

d. Uji Akurasi

Hasil klasifikasi citra selanjutnya divalidasi dengan memanfaatkan *Google Earth Pro*. Validasi dilakukan melalui perhitungan matriks kesalahan (*confusion matrix*) yang menghasilkan nilai *Overall Accuracy* dan koefisien Kappa. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 mengenai klasifikasi penutup lahan, ditetapkan bahwa tingkat akurasi minimal yang dapat diterima adalah 85%. Dengan demikian, hasil klasifikasi dalam penelitian ini dinyatakan valid untuk digunakan. Adapun jumlah titik uji yang digunakan dalam proses validasi ditentukan berdasarkan persamaan 6.

Diketahui :

$n = \text{Sample}$

$N = \text{Populasi/Ukuran Piksel} = 5.618.548$

$d = \text{Galat pendugaan/kekeliruan} = 0,1$

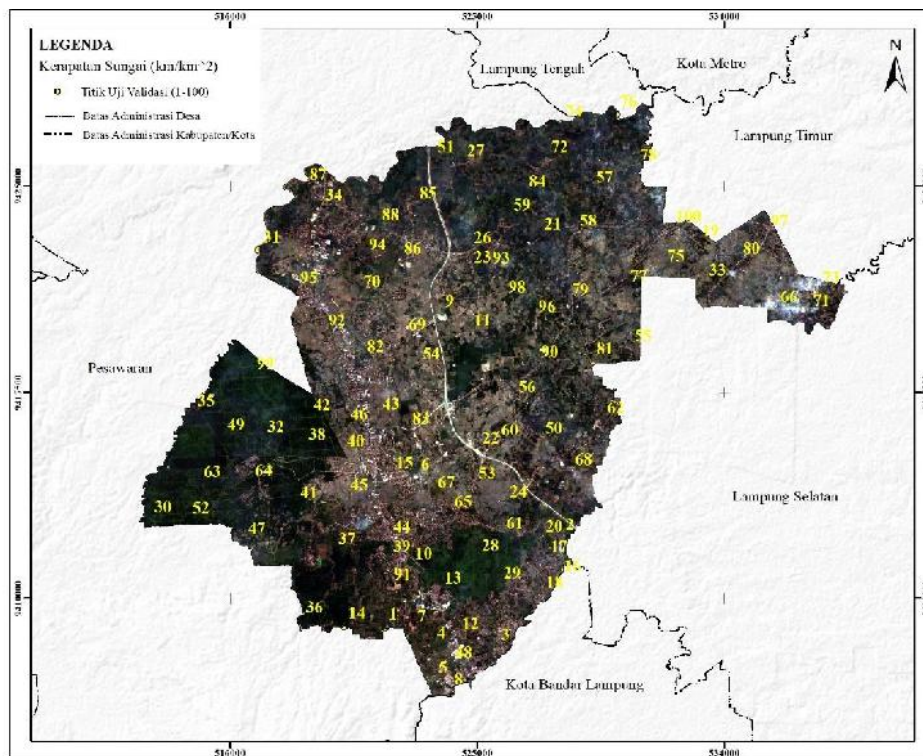
maka,

$$n = \frac{N}{(N \times d^2) + 1}$$

$$n = \frac{5.618.548}{(5.618.548 \times 0,1^2) + 1}$$

$$n = \frac{5.618.548}{56.186,48}$$

$$n = 99,99 = 100 \text{ titik uji}$$



Gambar 5. Titik Uji Validasi

3.5.3 Peta Ketinggian Lahan

Peta Ketinggian didapatkan dari hasil pengolahan data DEM Nasional. Data DEM yang diperoleh masih berupa *grid* terpisah, sehingga terlebih dahulu dilakukan proses *mosaic* dengan tools “*Mosaic to New Raster*” untuk menyatukan seluruh *grid* menjadi satu kesatuan data yang utuh sesuai dengan cakupan wilayah penelitian. Setelah itu, dilakukan penyesuaian sistem koordinat dengan cara mengonversi data ke dalam proyeksi UTM serta pemotongan (*clip*) berdasarkan area wilayah studi. Data DEM yang telah memiliki nilai elevasi kemudian diklasifikasikan berdasarkan kategori ketinggian yang telah ditentukan dengan

menggunakan tools “*Reclassify*”. Hasil klasifikasi tersebut masih berupa data *raster*, sehingga perlu diubah menjadi bentuk poligon dengan tools “*Raster to Polygon*” agar dapat digunakan dalam analisis spasial lanjutan.

3.5.4 Peta Kemiringan Lereng

Peta kemiringan lereng diperoleh dari pengolahan data DEM Nasional yang awalnya masih berupa *grid* terpisah. Data tersebut digabungkan melalui proses *mosaic* menggunakan tools “*Mosaic to New Raster*”, kemudian disesuaikan ke proyeksi UTM dan dipotong (*clip*) berdasarkan batas wilayah studi agar sesuai dengan area penelitian. Setelah data DEM siap digunakan, tahap berikutnya adalah pengolahan nilai elevasi untuk menghasilkan peta kemiringan lereng. Proses ini dilakukan dengan menggunakan tools “*Slope*” untuk mengubah data elevasi menjadi informasi derajat kemiringan lereng. Hasil pengolahan ini kemudian dapat diklasifikasikan berdasarkan kategori kemiringan lereng yang telah ditentukan dengan menggunakan tools “*Reclassify*”. Hasil klasifikasi tersebut masih berupa data *raster*, sehingga perlu diubah menjadi bentuk poligon dengan tools “*Raster to Polygon*” agar dapat digunakan dalam analisis spasial lanjutan.

3.5.5 Peta Jenis Tanah

Peta jenis tanah dalam penelitian ini diperoleh dari data sekunder yang bersumber dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Lampung dalam format *vektor*. Data spasial tersebut dipotong (*clip*) sesuai batas administrasi wilayah penelitian dan disesuaikan dengan sistem proyeksi UTM sesuai wilayah studi. Selanjutnya, dilakukan pengolahan atribut dengan menyesuaikan klasifikasi jenis tanah yang telah ditentukan.

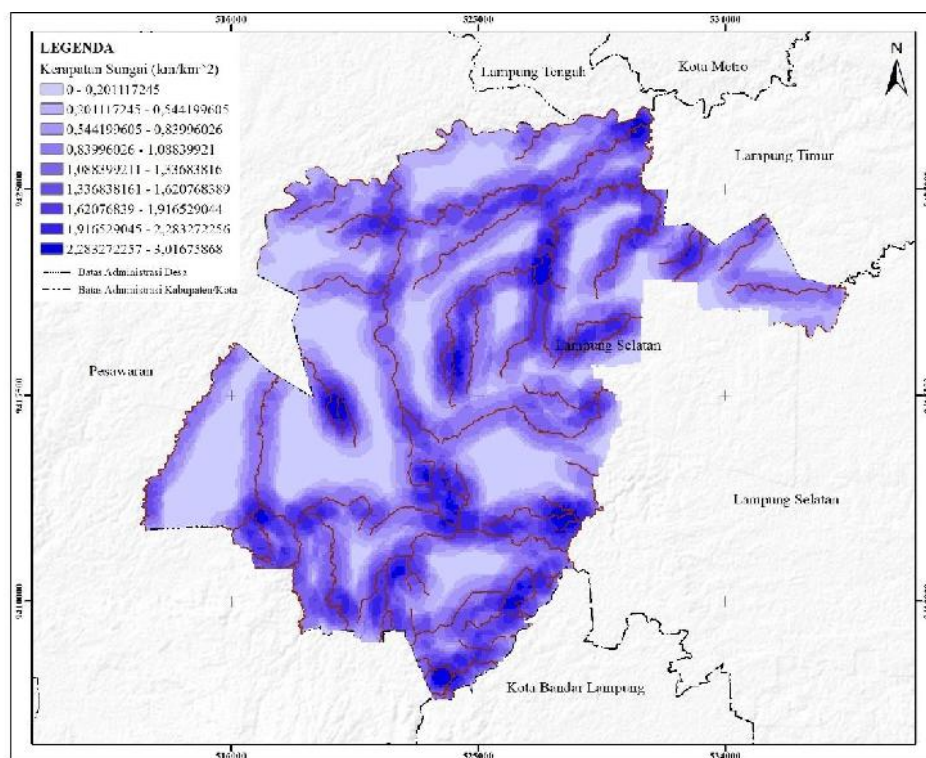
3.5.6 Peta Buffer Sungai

Peta *buffer* sungai diperoleh dari pengolahan data spasial jaringan sungai dalam format *vektor*, yang kemudian disesuaikan dengan sistem proyeksi UTM agar konsisten dengan data spasial lainnya. Proses pembuatan *buffer* dilakukan dengan menggunakan tools “*Multiple Ring Buffer*” untuk membentuk beberapa radius daerah sekitar aliran sungai dengan klasifikasi yang telah ditentukan. Hasil

pemodelan *buffer* tersebut menggambarkan tingkat kedekatan suatu wilayah terhadap sungai yang secara spasial berkorelasi dengan potensi kerawanan terhadap banjir. Selanjutnya, hasil *buffer* tersebut dipotong (*clip*) sesuai batas administrasi wilayah penelitian.

3.5.7 Peta Kerapatan Sungai

Peta kerapatan sungai diperoleh dari pengolahan data spasial jaringan sungai dalam format *vektor*, yang kemudian disesuaikan ke proyeksi UTM dan dipotong (*clip*) berdasarkan batas wilayah studi agar sesuai dengan area penelitian. Proses pembuatan peta kerapatan sungai dilakukan dengan menggunakan *tools* “*Line Density*” untuk menghitung tingkat kepadatan aliran sungai, hasilnya berupa data raster yang menampilkan nilai kerapatan sungai dalam satuan km/km^2 . Selanjutnya hasil dari pengolahan tersebut diklasifikasikan berdasarkan kategori kerapatan sungai yang telah ditentukan dengan menggunakan *tools* “*Reclassify*”. Hasil klasifikasi tersebut masih berupa data *raster*, sehingga perlu diubah menjadi bentuk poligon dengan *tools* “*Raster to Polygon*” agar dapat digunakan dalam analisis spasial lanjutan.



Gambar 6. Hasil Proses *Line Density*

3.5.8 Peta Rawan Banjir

Tahapan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan peta tingkat kerawanan banjir, dengan urutan proses sebagai berikut:

a. *Scoring* dan Pembobotan

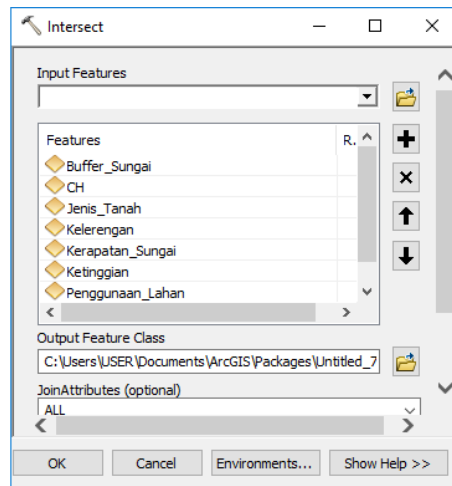
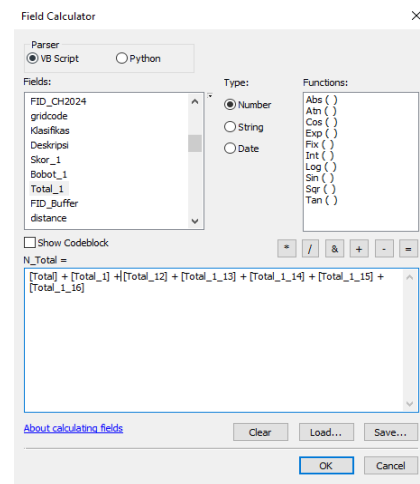
Pada tahap *scoring*, setiap parameter diberikan skor dengan rentang 1 sampai 5 sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan. Sedangkan penentuan bobot pada masing-masing parameter dilakukan dengan menggunakan metode *rank sum* untuk menentukan seberapa besar pengaruh masing-masing parameter terhadap potensi terjadinya banjir. Selanjutnya, setiap parameter yang telah memiliki skor dan bobot dikalikan untuk memperoleh nilai total yang akan digunakan pada tahap proses *overlay*.

CH2024								
	FI	Shape *	grid	Klasifikas	Deskripsi	Skor	Bobot	Total
	0	Polygon	1	1501-2000 mm	Kering	2	25	50
	1	Polygon	2	2001-2500 mm	Sedang	3	25	75
	2	Polygon	3	2501-3000 mm	Basah	4	25	100
	3	Polygon	4	>3000 mm	Sangat Basah	5	25	125

Gambar 7. *Scoring* dan Pembobotan

b. *Overlay*

Setiap parameter yang telah memiliki nilai total kemudian di *overlay* menggunakan *tools "Intersect"*. Melalui proses ini, setiap poligon pada peta hasil *overlay* akan memuat kombinasi nilai dari seluruh parameter yang digunakan. Selanjutnya, nilai-nilai tersebut dijumlahkan untuk memperoleh skor akhir yang merepresentasikan tingkat kerawanan banjir.

Gambar 8. Proses *Union*

Gambar 9. Perhitungan Skor Akhir Seluruh Parameter

c. Penentuan Interval Kelas Kerawanan Banjir

Penentuan interval kelas dilakukan untuk mengelompokkan nilai total hasil *overlay* ke dalam beberapa kategori tingkat kerawanan banjir. Melalui perhitungan interval kelas, diperoleh rentang nilai untuk masing-masing kategori tingkat kerawanan banjir. Setiap nilai total hasil *overlay* kemudian dikelompokkan ke dalam kelasnya sesuai dengan batas interval yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, tingkat kerawanan banjir dibagi menjadi tiga kelas, yaitu tidak rawan, rawan, dan sangat rawan.

3.5.9 Tahapan Analisis

Tahapan analisis tingkat kerawanan banjir dilakukan untuk mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi bencana yang sesuai dengan tingkat risiko pada masing-masing kategori, yaitu tidak rawan, rawan, dan sangat rawan. Pendekatan ini bertujuan untuk menentukan prioritas penanganan dan strategi pengelolaan wilayah berdasarkan tingkat ancaman yang dimiliki setiap wilayah, sehingga upaya mitigasi dapat dilakukan secara efektif dan berkelanjutan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pembobotan kriteria menggunakan metode *Rank Sum*, parameter yang memiliki kontribusi dominan terhadap tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Natar adalah curah hujan (25%), *buffer* sungai (21,43%), dan penggunaan lahan (17,86%). Tiga parameter ini menjadi yang paling berpengaruh karena curah hujan berperan sebagai pemicu utama meningkatnya limpasan dan debit aliran, sedangkan *buffer* sungai dan penggunaan lahan memperbesar peluang luapan dan genangan. Sementara itu, parameter lain seperti kemiringan lereng, jenis tanah, ketinggian lahan, dan kerapatan sungai tetap berpengaruh, namun kontribusinya relatif lebih kecil sehingga berperan sebagai faktor pendukung.
2. Hasil analisis spasial berbasis *Multi-Criteria Decision Analysis* melalui tahapan *scoring*, pembobotan dan *overlay* menunjukkan bahwa tingkat kerawanan banjir tahun 2024 di Kecamatan Natar terbagi menjadi tiga kelas, yaitu Tidak Rawan seluas 4.743,59 Ha (18,18%), Rawan seluas 18.637,94 Ha (71,45%), dan Sangat Rawan seluas 2.705,503 Ha (10,37%). Secara spasial, pola sebaran menunjukkan dari utara ke selatan: kelas Sangat Rawan terkonsentrasi di sektor selatan, terutama pada Desa Hajimena, Pemanggilan, Natar, dan Sidosari, sedangkan kelas Tidak Rawan umumnya berada di bagian utara dan didukung oleh dominasi vegetasi/tutupan lahan yang lebih baik.

Adapun kelas Rawan menjadi kategori yang paling mendominasi dan tersebar luas di hampir seluruh desa, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar wilayah Kecamatan Natar memiliki potensi kerawanan menengah dan memerlukan perhatian dalam pengelolaan ruang serta pengendalian limpasan permukaan.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan dan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, adapun saran yang penulis dapat sampaikan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas variabel analisis dengan menambahkan parameter non-fisik seperti aspek sosial-ekonomi (kepadatan penduduk dan kerentanan sosial) untuk mendapatkan gambaran risiko yang lebih menyeluruh.
2. Pemerintah Daerah Kabupaten Lampung Selatan diharapkan dapat menjadikan Peta Tingkat Kerawanan Banjir hasil penelitian ini sebagai acuan data spasial dalam evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), serta memprioritaskan perbaikan infrastruktur drainase di zona merah (Sangat Rawan) seperti Desa Hajimena dan Natar, sekaligus memperketat perizinan pembangunan baru di kawasan resapan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastasya, F., dan Wilantika, N. 2023. Pemetaan Kerawanan Banjir DAS Barito Tahun 2020 Berdasarkan Analisis Regresi Logistik Biner. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 11(3), 245–263.
- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., dan Witmer, R. E. 1976. A Land Use and Land Cover Classification System For Use with Remote Sensor Data (U.S. Geological Survey Professional Paper 964). United States Government Printing Office.
- Bahtiar, R., Wijayanto, Y., Budiman, S. A., dan Saputra, T. W. 2022. Perbedaan Karakteristik Sebaran Spasial Hujan di Kabupaten Jember Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dan Poligon Thiessen. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5(1), 1–5.
- BIG. 2014. Peraturan Big Nomor 8 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan Dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal, 8(33), 44.
- BMKG. 2019. Analisis Hujan Bulan Januari 2019.
- BMKG. 2025. Banjir, Rob, dan Genangan (Penyebab, Dampak, dan Upaya Penanggulangan). BMKG Knowledge Management System.
- BNBP. 2012. Peraturan Kepala BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana.
- Calvin, A. F., Rizalihadi, M., Yulianur, A., dan Shaskia, N. 2024. Analisis Spasial Kerawanan Banjir Menggunakan Metode Overlay AHP Multi Criteria Decision Making di DAS Keureuto. *Journal of The Civil Engineering Student*, 6(1), 29–36.
- Darmawan, K., Hani'ah, H. A., dan Suprayogi, A. 2017. Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40.

- Darmawan, N., Muliadi, dan Adriat, R. 2023. Perbandingan Metode Interpolasi Menggunakan Data CHIRPS Untuk Sebaran Curah Hujan Di Kabupaten Kubu Raya. *Prisma Fisika*, 11(2), 42–50.
- Dewi, R. N. W. 2010. Kesiapsiagaan Sumber Daya Manusia Kesehatan Dalam Penanggulangan Masalah Kesehatan Akibat Bencana Banjir di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2010. Universitas Indonesia.
- Fauzi, R. Al. 2022. Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Kota Bogor Menggunakan Metode Overlay dan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Geomedia : Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 20(2), 96–107. <https://journal.uny.ac.id/index.php/geomedia/index>.
- Firmansyah, S., Gaol, J., dan Susilo, S. B. 2019. Perbandingan Klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk Pemetaan Mangrove Berbasis Objek Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 9(3), 746–757.
- Gunawan, R. 2024. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Evakuasi Warga Terdampak Banjir di Lampung Selatan. *Antara News*. February 25.
- Hulu, A. E., Alexis, M., Arianingsih, I., Hamka, H., Purnama, R., dan Maiwa, A. 2025. Pemodelan Spasial Kerawanan Banjir di Kepulauan Nias dan sekitarnya berbasis Sistem Informasi Geografis dan Multi-Criteria Decision Analysis. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(5), 1243-1252.
- Jaya, B., Rustiadi, E., Fauzi, A., dan Pravitasari, A. E. 2021. Sistem Pengendalian Tata Ruang Berbasis Daya Dukung Lahan Di Kawasan Puncak Kabupaten Bogor. IPB University.
- Jokowinarno, D. 2011. Mitigasi Bencana Tsunami di Wilayah Pesisir Lampung. *Rekayasa*, 15(1), 13–20.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2022. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2022 Tentang Penyusunan Rencana Umum Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai dan Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. *Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 687*.
- Larasati, N. M., Subiyanto, S., dan Sukmono, A. 2017. Analisis Penggunaan dan Pemanfaatan Tanah Menggunakan Sistem Informasi Geografis Kecamatan Banyumanik Tahun 2016. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Mapilata, E. 2013. Analisis Daerah Rawan Kebakaran Hutan Dan Lahan Dalam Penataan Ruang (Studi Kasus: Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah).

- Matondang, J. P., Kahar, S., dan Sasmito, B. 2013. Analisis Zonasi Daerah Rentan Banjir Dengan Memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kota Kendal dan Sekitarnya). *Geodesi Undip*103, 2(2), 103–113.
- Ningrum, A. S., dan Ginting, K. B. 2020. Strategi Penanganan Banjir Berbasis Mitigasi Bencana Pada Kawasan Rawan Bencana Banjir di Daerah Aliran Sungai Seulalah Kota Langsa. *Geography Science Education Journal (GEOSEE)*, 1(1), 6–13.
- Nurmalasari, C., Awaluddin, M., dan Nugraha, A. L. 2023. Pemetaan Ancaman Bencana Banjir Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi kasus: Kecamatan Siwalan, Kabupaten Pekalongan). *Jurnal Geodesi Undip Juli*, 12(3).
- Oktaria, D. Y., Armijon, A., dan Rahmadi, E. 2021. Analisis Kesesuaian Penggunaan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Di Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. *DATUM Journal of Geodesy and Geomatics*, 1(01), 48-54.
- Putra, S. H., dan Afri, E. 2020. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Dalam Pengembangan Pariwisata Di Kawasan Wisata Kabupaten Langkat. *Prosiding Seminar Nasional Riset Dan Information Science (SENARIS)*, 2, 271–277.
- Putri, E. S., Widiyari, A., Karim, R. A., Somantri, L., dan Ridwana, R. 2021. Pemanfaatan Citra Sentinel-2 Untuk Analisis Kerapatan Vegetasi Di Wilayah Gunung Manglayang. *Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2), 133–143.
- Rakuasa, H., dan Latue, P. C. 2023. Analisis Spasial Daerah Rawan Banjir di DAS Wae Heru, Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 75–82. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.8>.
- Rakuasa, H., Sihasale, D. A., Mehdila, M. C., dan Wlary, A. P. 2022. Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(2), 60–69.
- Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 66; Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4723.
- Sagarmatha, M. 2020. Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai Brantas Terhadap Potensi Banjir Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal (Studi kasus: Kabupaten Blitar).
- Seprianto, M., Anggo, M., Surdin, H., Harudu, L., dan Aldiansyah, S. 2024. Pemetaan Daerah Potensi Rawan Banjir Menggunakan Metode Overlay. 9(4).

- Septian, A., Sabri, L., dan Hadi, F. 2023. Implementasi metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process Dalam Pembuatan Peta Ancaman Banjir (Studi kasus: Kota Bekasi, Jawa Barat). Jurnal Geodesi Undip Juli.
- Suhardiman. 2012. Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Sub DAS Walanae Hilir. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Suherlan, E. 2001. Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir Kabupaten Bandung Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Skripsi Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor.
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Penerbit Andi.
- Syah, A. F. 2010. Penginderaan jauh dan aplikasinya di wilayah pesisir dan lautan. Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology, 3(1), 18-28.
- Wekke, I. S. 2021. Mitigasi Bencana. Penerbit Adab.
- Yulaelawati, E. 2008. Mencerdasi Bencana: Banjir, Tanah Longsor, Tsunami, Gempa Bumi, Gunung Api, Kebakaran. Penerbit Grasindo.