

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR TERHADAP PERUBAHAN  
TUTUPAN LAHAN SECARA TIME SERIES MENGGUNAKAN SISTEM  
INFORMASI GEOGRAFIS DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**FABIL AL BARRU ROMADHON MU'AN  
(1915013027)**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR TERHADAP PERUBAHAN  
TUTUPAN LAHAN SECARA TIME SERIES MENGGUNAKAN SISTEM  
INFORMASI GEOGRAFIS DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

**Oleh**

**FABIL AL BARRU ROMADHON MU'AN  
(1915013027)**

**Skripsi**

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

**Pada**

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



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR TERHADAP PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN SECARA TIME SERIES MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

FABIL AL BARRU ROMADHON MU'AN

Bandar Lampung merupakan kota yang sering kali mengalami bencana banjir, seiring berjalannya waktu dengan meningkatnya jumlah penduduk hal ini tentu saja mempengaruhi aktifitas masyarakat dalam kehidupan sosial. Dengan meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal, hal ini bila terus terjadi akan berdampak pada daerah resapan air atau lahan terbuka hijau yang ada, sehingga meningkatkan tingkat resiko bencana di Kota Bandar Lampung khususnya banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerawanan banjir terhadap perubahan tutupan lahan beserta luasan areanya di Kota Bandar Lampung.

Adapula 5 variabel yang digunakan dalam penentuan kerawanan banjir ini diantara lain, data citra satelit Sentinel 2 tahun 2021 hingga tahun 2025, data DEMNAS, data curah dan data jenis tanah. Analisis perubahan tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing *support vector machine* (SVM) dan metode pengolahan curah hujan dengan menggunakan metode *inverse distance weight* (IDW), kemudian dilakukan *scoring* dan pembobotan dari seluruh 5 variabel yang ada kemudian digabungkan menggunakan metode *overlay*.

Hasil dari penelitian ini diperoleh korelasi antara perubahan tutupan lahan dari tahun 2021 hingga 2025 yang menunjukkan adanya tren perubahan yang terus meningkat, hal tersebut sejalan dengan luas kelas kerawanan banjir pada kelas tinggi atau sangat rawan yang semakin meluas. vegetasi menurun sebanyak 2045 Ha, lahan terbuka meningkat sebanyak 838 Ha dan lahan terbangun meningkat sebanyak 1207 Ha. Mengakibatkan dampak luasan kerawanan banjir yang semakin meningkat di Kota Bandar Lampung dengan kelas kerawanan sangat rawan seluas 7764,45 Ha (43%).

Kata kunci: Kota Bandar Lampung, Kerawanan Banjir, Jenis Tanah, DEMNAS, CHIRPS, Support Vector Machine, Inverse Distance Weight, Scoring, Overlay.

## **ABSTRACT**

### **FLOOD VULNERABILITY LEVEL ANALYSIS TOWARDS LAND COVER CHANGES IN A TIME SERIES USING A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN BANDAR LAMPUNG CITY**

**By**

**FABIL AL BARRU ROMADHON MU'AN**

Bandar Lampung is a city frequently affected by flooding. As the population increases, this naturally impacts social activities. The increasing demand for housing will continue to impact water catchment areas and existing green spaces, increasing the risk of disasters in Bandar Lampung, particularly flooding. This study aims to analyze the current conditions and extent of flood-prone areas in Bandar Lampung. The data used are Sentinel 2 satellite imagery from 2021 to 2025, DEMNAS, daily rainfall data for 5 years based on CHIRPS, and soil type data. Land use change analysis uses the support vector machine (SVM) supervised classification method and rainfall processing using the inverse distance weight (IDW) method. Then, weighted scoring is performed on the data and then combined using the overlay method. The results of this study obtained a correlation between changes in land cover from 2021 to 2025 which shows a trend of increasing change, this is in line with the area of flood vulnerability classes in the high or very vulnerable class which is increasingly expanding. Vegetation decreased by 2045 Ha, open land increased by 838 Ha and built-up land increased by 1207 Ha. Resulting in the impact of the area of flood vulnerability that is increasingly increasing in Bandar Lampung City with a very vulnerable class of 7764.45 Ha (43%).

**Keywords:** Bandar Lampung City, flood vulnerability, soil type, DEMNAS, CHIRPS, Support Vector Machine, Inverse Distance Weight, Scoring, Overlay.

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR  
TERHADAP PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN  
SECARA TIME SERIES MENGGUNAKAN  
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KOTA  
BANDAR LAMPUNG

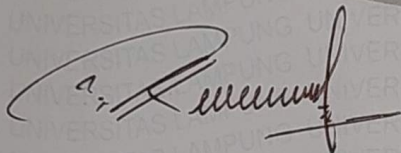
Nama : Fabil Al Barru Romadhon Mu'an  
Nomor Pokok Mahasiswa : 1915013027  
Program Studi : S1 Teknik Geodesi  
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas : Teknik

### MENYETUJUI

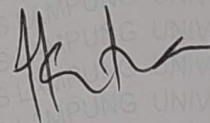
#### 1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

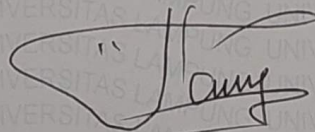


**Romi Fadly, S.T., M. Eng.**  
NIP 197708242008121001



**Citra Dewi, S.T., M. Eng.**  
NIP198201122008122001

#### 2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

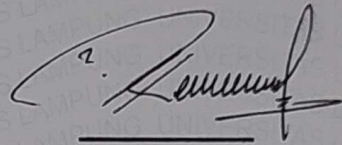


**Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.**  
NIP 196410121992031002

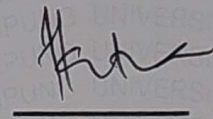
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

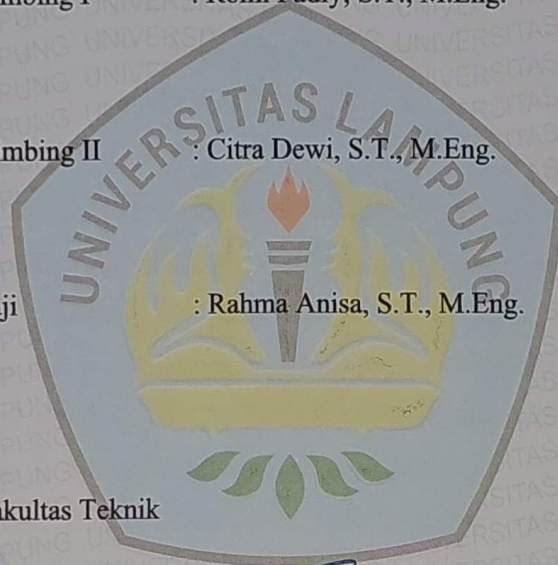
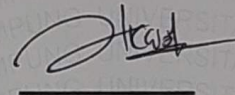
Dosen Pembimbing I : Romi Fadly, S.T., M.Eng.



Dosen Pembimbing II : Citra Dewi, S.T., M.Eng.



Dosen Penguji : Rahma Anisa, S.T., M.Eng.



2. Dekan Fakultas Teknik



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

NIP 196910302000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 09 Juni 2026

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fabil Al Barru Romadhon Mu'an  
NPM : 1915013027  
Program Studi : Teknik Geodesi  
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika  
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi berjudul **“Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Terhadap Perubahan Tutupan Lahan Secara Time Series Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kota Bandar Lampung”** merupakan hasil penyusunan tugas akhir yang di bombing oleh Dosen Pembimbing I Bapak Romi Fadly, S.T., M. Eng. Dan Dosen Pembimbing II Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. Skripsi ini dibuat berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah penulis dapatkan. Skripsi ini bersumber dari pemikiran sendiri dengan kata lain bukanlah hasil plagiat orang lain yang didukung oleh referensi ilmiah secara relevan, seperti jurnal, buku dan sumber terpublikasi lainnya, dengan tetap mematuhi kaidah akademik dan etika penulisan.

Bandar Lampung, Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Fabil Al Barru Romadhon Mu'an

1915013027

## RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Fabil Al Barru Romadhon Mu'an. Penulis lahir di Pringsewu pada tanggal 23 Oktober 2001, sebagai anak pertama dari 2 bersaudara, dari Bapak Abi Hasan Mu'an dan Ibu Suprapti.

Jenjang Akademis Penulis telah ditempuh mulai pada Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di Tunas Mekar Indonesia Way Halim dan lulus pada tahun 2007, kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Kartika II-5, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Ar-Raihan dan lulus pada tahun 2015 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di Ar-Raihan dan lulus pada tahun 2019. Penulis melanjutkan Pendidikan tinggi di prodi S1 Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur masuk SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa Teknik Geodesi di Universitas Lampung, Penulis aktif mengikuti organisasi internal kampus seperti menjadi bagian dari Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Lampung (HIMAGES) sebagai anggota divisi Pendidikan pada tahun 2021, dan ikut pula aktif sebagai bagian dari anggota Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) periode 2020-2021. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari hingga bulan Februari tahun 2022 selama 40 hari di Desa Batu Putu, Kecamatan Teluk Betung Selatan Bandar Lampung. Penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Pertanahan Nasional (BPN) pada proyek PLTU pada Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung selama 2 bulan yaitu pada bulan Juni Hingga Agustus tahun 2022 dengan judul laporan **“Pemetaan Tematik Pertanahan dan Ruang (PTPR) Di Desa Margoyoso Pada Instansi ATR/BPN Tanggamus”**. Pada akhir masa studi sebagai mahasiswa di perguruan tinggi, penulis melaksanakan penelitian skripsi dengan judul **“Analisis**

**Tingkat Kerawanan Banjir Terhadap Perubahan Tutupan Lahan Secara Time Series Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kota Bandar Lampung” Pada tahun 2025.**

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatNya lah saya dapat menyelesaikan sebuah skripsi ini yang telah dibuat dengan penuh perjuangan dan pengorbanan. Saya persembahkan karya ini dengan tulus kepada:

Kedua orang hebat dalam hidup saya, Bapak dan Ibu. Keduanya lah yang selalu memberikan kasih sayang yang tak terhingga, doa yang tak pernah henti di setiap shalat dan sujudnya demi keberhasilan anaknya yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya mampu sampai pada tahap skripsi ini selesai. dan adik saya yang teramat saya sayangi yang telah memberikan dukungan serta doa.

Bapak/Ibu Dosen yang telah mengajarkan saya arti penting dari ilmu pengetahuan dan membantu saya mengembangkan perspektif dan pola pikir.

## **MOTTO**

*“Tuhan tidak akan menguji hambanya melebihi kapasitas dari hambanya”  
(QS. Al-Baqarah ayat 286)*

*“Maka Sesungguhnya Bersama Kesulitan itu ada Kemudahan”  
(QS. Al-Insyirah ayat 5)*

*“Apapun yang terjadi biarlah terjadi mau itu sesuai dengan kemauan ataupun tidak, bersabar dan teruslah berusaha, percaya dengan apa yang kau tekuni dan yakinlah bahwa itu tidak akan sia-sia, dan percayalah bahwa Allah akan memberikan jalan yang terbaik walaupun mungkin menurutmu tidak baik”  
(Fabil Al Barru Romadhon Mu'an)*

## SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul **“ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR TERHADAP PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN SECARA TIME SERIES MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KOTA BANDAR LAMPUNG”**. Proposal Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Geodesi di Universitas Lampung.

Skripsi ini disusun sebagai prasyarat untuk meraih gelar sarjana di Jurusan Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung. Skripsi ini tidak terlepas dari dukungan secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak atas dukungan, doa, dan bantuan dalam penyusunan Skripsi ini:

1. Bapak Dr. H. 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 dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I, terima kasih telah dengan sabar dan ikhlas membimbing penulis, memberikan banyak saran, dan arahan yang membangun penulis.
4. Citra Dewi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membimbing, mendukung, memberikan saran, arahan, dan motivasi kepada penulis terkait penelitian ini.
5. Rahma Anisa, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah memberi masukan dan saran terkait penelitian ini.
6. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis.

7. Orang tua dan adik serta keluarga yang senantiasa mendukung, memberikan doa, motivasi, dan selalu ada untuk penulis.
8. Serta rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika lainnya yang telah memberikan dukungan dan semangat selama penyusunan Skripsi ini.

Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan ataupun kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini. Penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembacanya, khususnya sebagai referensi dan menambah wawasan para pembacanya. Demikian yang dapat penulis sampaikan, atas perhatian dan segala kesempatan yang telah diberikan oleh semua pihak penulis mengucapkan terima kasih.

Bandar Lampung, Juni 2026

Fabil Al Barru Romadhon Mu'an  
NPM 1915013027

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.6. Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Bencana dan Banjir.....	12
2.3. Perubahan Lahan .....	13
2.4. Parameter Kerawanan Banjir.....	13
2.4.1. Curah Hujan .....	14
2.4.2. Kemiringan Lereng .....	15
2.4.3. Elevasi / Ketinggian Lahan .....	15
2.4.4. Jenis Tanah.....	16
2.4.5. Tutupan Lahan .....	17
2.5. Kerawanan Banjir .....	17
2.5.1. Rumus Kerawanan Banjir .....	18
2.5.2. Rumus Penentuan Kelas Kerawanan (Interval) .....	19
2.6. Sistem Informasi Geografis .....	19
2.7. Penginderaan Jauh .....	20
2.8. Citra Satelit Sentinel 2.....	22
2.9. <i>Support Vector Machine</i> (SVM).....	24
2.10. <i>Digital Elevation Model</i> (DEM).....	25
2.11. <i>Overlay</i> .....	26
2.12. Pembobotan dan <i>Scoring</i> .....	26
2.13. <i>Inverse Distance Weigth</i> (IDW).....	28
2.14. Model <i>Time Series</i> (Deret Waktu).....	28
2.15. Uji Akurasi .....	28

<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1. Alat Dan Data Yang Digunakan Dalam Penelitian .....	35
3.1.1. Alat Yang Digunakan.....	35
3.1.2. Data Yang Digunakan .....	36
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	36
3.3. Tahap Persiapan.....	38
3.4. Pra-Pengolahan.....	39
3.4.1. <i>Cropping</i> Area Penelitian.....	39
3.4.2. Proses Koreksi Atmosferik Citra Satelit Sentinel 2 .....	41
3.5. <i>Cropping</i> Variabel Kerawanan Banjir .....	41
3.6. Pengolahan Data .....	42
3.6.1. Pengolahan Variabel Kerawanan Banjir .....	42
3.6.2. Perhitungan Skor dan Bobot Tiap Variabel .....	49
3.6.3. <i>Overlay</i> dan Perhitungan Kelas Kerawanan Banjir .....	50
3.7. Analisis Data.....	52
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>54</b>
4.1. Parameter Kerawanan Banjir.....	54
4.1.1. Variabel Tutupan Lahan Tahun 2021, 2022, 2023, 2024 dan 2025	54
4.1.2. Uji Akurasi .....	60
4.1.3. Variabel Kemiringan Lereng.....	63
4.1.4. Variabel Curah Hujan .....	64
4.1.5. Variabel Jenis Tanah .....	68
4.1.6. Variabel Ketinggian Lahan / Elevasi .....	69
4.1.7. <i>Overlay</i> .....	70
4.2. Kerawanan Banjir .....	78
<b>V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>85</b>
5.1. Simpulan.....	85
5.2. Saran .....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>88</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>96</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>	<b>129</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Ilustrasi garis regresi linier (Yuliara, 2016) .....	31
Gambar 2. Lokasi Penelitian .....	34
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 4. Select by Attributes .....	40
Gambar 5. Clip Shapefile Kota Bandar Lampung .....	40
Gambar 6. Tampilan Tools Composite Band.....	41
Gambar 7. (a) Kemiringan Lereng, (b) Curah Hujan, (c) Jenis Tanah, (d) Ketinggian/Elevasi dan (e) Tutupan Lahan.....	41
Gambar 8. Training Sample Manager .....	43
Gambar 9. Classify Raster .....	43
Gambar 10. Create Accuracy Assessment Points .....	44
Gambar 11. Editing Groung Truth .....	44
Gambar 12. Slope.....	45
Gambar 13. Reclassify Slope .....	45
Gambar 14. Atribute Tabel Kemiringan Lereng .....	46
Gambar 15. Cell Statistics.....	46
Gambar 16. Proses Interpolasi IDW .....	47
Gambar 17. Reclassify Curah Hujan.....	47
Gambar 18. Elevasi .....	48
Gambar 19. Reclassify Elevasi .....	48
Gambar 20. Atribute Table Elevasi.....	48
Gambar 21. Jenis Tanah.....	49
Gambar 22. Perhitungan Nilai Bobot.....	50

Gambar 23. Intersect 5 Variabel .....	50
Gambar 24. Perhitungan Skor Total Kerawanan Banjir .....	51
Gambar 25. Perhitungan Rumus Interval Sturgess .....	51
Gambar 26 Luas Kelas Kerawanan Banjir.....	52
Gambar 27. Grafik Luas Kerawanan Banjir .....	52
Gambar 28. Peta Tutupan Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2021.....	54
Gambar 29. Peta Tutupan Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2022.....	55
Gambar 30. Peta Tutupan Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2023.....	55
Gambar 31. Peta Tutupan Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2024.....	56
Gambar 32. Peta Tutupan Lahan Kota Bandar Lampung Tahun 2025.....	56
Gambar 33. Tren Perubahan tutupan Lahan .....	58
Gambar 34 Grafik tutupan Lahan Tahun 2021-2025.....	60
Gambar 35. Peta Kemiringan Lereng Kota Bandar Lampung.....	63
Gambar 36. Grafik Luas Kemiringan Lereng .....	64
Gambar 37. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2021.....	65
Gambar 38. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2022.....	65
Gambar 39. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2023.....	66
Gambar 40. Peta Curah Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2024.....	66
Gambar 41. Curah Peta Hujan Kota Bandar Lampung Tahun 2025.....	67
Gambar 42. Grafik Rata-Rata Curah Hujan.....	68
Gambar 43. Peta Jenis Tanah Kota Bandar Lampung .....	68
Gambar 44. Grafik Jenis Tanah .....	69
Gambar 45. Peta Elevasi Kota Bandar Lampung.....	69
Gambar 46. Grafik Elevasi / Ketinggian Lahan.....	70
Gambar 47. Interval Sturgess Dalam Penentuan Kelas Kerawanan Banjir .....	70
Gambar 48. Data Attribute Hasil Skor Akhir Kerawanan Banjir dari Nilai Terendah.....	71
Gambar 49. Data Attribute Hasil Skor Akhir Kerawanan Banjir dari Nilai Tertinggi.....	71
Gambar 50. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2021 .....	72
Gambar 51. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2022.....	73
Gambar 52. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2023.....	74

Gambar 53. Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2024.....	75
Gambar 54 Peta Kerawanan Banjir Kota Bandar Lampung Tahun 2025 .....	76
Gambar 55. Tren Kerawanan Banjir Tahun 2021-2025.....	77
Gambar 56. Grafik Kerawanan Banjir Tahun 2021-2025.....	78
Gambar 57. Sebaran Titik Banjir Kota Bandar Lampung.....	79
Gambar 58. Peta Perubahan Tutupan Lahan dari Tahun 2021-2025 .....	81
Gambar 59. Plot Regresi Perubahan Lahan Terhadap Kerawanan Banjir Tidak Rawan.....	83
Gambar 60. Plot Regresi Perubahan Lahan Terhadap Kerawanan Banjir Cukup Rawan.....	84
Gambar 61. Plot Regresi Perubahan Lahan Terhadap Kerawanan Banjir Sangat Rawan.....	84

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Penelitian Terdahulu .....	8
Tabel 2. Klasifikasi Curah Hujan.....	14
Tabel 3. Klasifikasi Kemiringan Lereng.....	15
Tabel 4. Klasifikasi Ketinggian.....	16
Tabel 5. Klasifikasi Jenis Tanah .....	16
Tabel 6. Klasifikasi Tutupan Lahan .....	17
Tabel 7. Spesifikasi Citra Sentinel 2 .....	23
Tabel 8. Karakteristik Spektral dan Spasial Citra Sentinel 2 .....	24
Tabel 9. Faktor Pembobotan Setiap Parameter Kerawanan Banjir.....	27
Tabel 10. Uji Akurasi.....	29
Tabel 11. Kategori Korelasi .....	32
Tabel 12. Data yang digunakan dalam penelitian .....	36
Tabel 13. Data yang digunakan dalam penelitian .....	39
Tabel 14. Klasifikasi Tiap Kelas Tutupan Lahan.....	42
Tabel 15. Perubahan Tutupan Lahan .....	57
Tabel 16. Presentase Perubahan Tutupan Lahan.....	57
Tabel 17. Matrik Konfusi Tutupan Lahan Tahun 2021 .....	60
Tabel 18. Matrik Konfusi Tutupan Lahan Tahun 2022 .....	61
Tabel 19. Matrik Konfusi Tutupan Lahan Tahun 2023 .....	61
Tabel 20. Matrik Konfusi Tutupan Lahan Tahun 2024 .....	61
Tabel 21. Matrik Konfusi Tutupan Lahan Tahun 2025 .....	62
Tabel 22. Kemiringan Lereng .....	63
Tabel 23. Curah Hujan .....	67
Tabel 24. Kerawanan Banjir Tahun 2021 .....	72
Tabel 25. Kerawanan Banjir Tahun 2022 .....	73

Tabel 26. Kerawanan Banjir Tahun 2023 .....	74
Tabel 27. Kerawanan Banjir Tahun 2024 .....	75
Tabel 28. Kerawanan Banjir Tahun 2025 .....	76
Tabel 29. Tren Kerawanan Banjir Tahun 2021-2025 .....	77
Tabel 30. Data Sebaran Kawasan Rawan Banjir .....	80
Tabel 31. Perubahan Tutupan Lahan dari Tahun 2021-2025.....	82
Tabel 32. Data Validasi Tutupan Lahan Tahun 2021 .....	97
Tabel 33. Data Validasi Tutupan Lahan Tahun 2022 .....	102
Tabel 34. Data Validasi Tutupan Lahan Tahun 2023 .....	108
Tabel 35. Data Validasi Tutupan Lahan Tahun 2024 .....	113
Tabel 36. Data Validasi Tutupan Lahan Tahun 2025 .....	119
Tabel 37. Data Validasi Titik Banjir Kota Bandar Lampung .....	124

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bencana banjir merupakan salah satu fenomena hidrometeorologi yang paling sering terjadi dan memberikan dampak destruktif yang signifikan di Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat bahwa banjir mendominasi kejadian bencana alam setiap tahunnya, yang tidak hanya menyebabkan kerugian materiil berupa kerusakan infrastruktur, tetapi juga mengancam keselamatan aktivitas masyarakat (BNPB, 2024). Peningkatan frekuensi dan intensitas banjir ini sangat erat kaitannya dengan dua faktor utama: tingginya curah hujan serta masifnya laju urbanisasi. Urbanisasi yang tidak terkendali mendorong terjadinya alih fungsi lahan secara drastis, di mana kawasan yang secara alami berfungsi sebagai daerah resapan air dan ruang terbuka hijau diubah menjadi kawasan terbangun yang kedap air. Akibatnya, volume limpasan permukaan meningkat tajam karena hilangnya kemampuan tanah untuk menginfiltrasi air hujan (Kodoatie 2002; Tamburaka, E., 2021).

Sebagai ibu kota Provinsi Lampung dan pusat pertumbuhan ekonomi, Kota Bandar Lampung mengalami laju perkembangan wilayah dan peningkatan populasi yang sangat pesat. Pertumbuhan ini secara langsung memicu ekspansi kawasan pemukiman, perdagangan, dan infrastruktur yang seringkali mengorbankan fungsi ekologis lahan. Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), Kota Bandar Lampung merupakan wilayah dengan tingkat risiko banjir genangan yang cukup tinggi. Hampir setiap tahun, terutama pada puncak musim penghujan, belasan kecamatan di wilayah ini dilaporkan terdampak banjir akibat sistem drainase yang kewalahan dan meluapnya air permukaan ke pemukiman warga

(BPBD Provinsi Lampung, 2025). Banjir yang terjadi bukan lagi sekadar siklus alamiah akibat topografi semata, melainkan indikator kuat telah terjadinya degradasi daya dukung lingkungan perkotaan akibat perubahan tata guna lahan yang tidak seimbang (Cahyono, H., 2016; Priyana dkk., 2015).

Melihat tingginya intensitas banjir tersebut, terdapat kebutuhan mendesak untuk memahami korelasi spasial antara dinamika tutupan lahan dengan tingkat kerentanan wilayah. Perubahan tutupan lahan tidak terjadi secara instan, melainkan berlangsung secara bertahap dalam kurun waktu tertentu (*time series*) (Irsan dkk., 2024). Oleh karena itu, analisis kerawanan banjir tidak dapat hanya mengandalkan data statis dalam satu waktu, melainkan harus memantau tren perubahan lahan secara historis. Tantangan utamanya adalah pemantauan tren lahan wilayah perkotaan secara konvensional seringkali tidak efisien, memakan waktu, dan kurang merepresentasikan dinamika spasial wilayah yang sangat luas secara komprehensif.

Untuk menjawab tantangan tersebut, pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dipadukan dengan teknologi penginderaan jauh menawarkan solusi analitis yang efektif. Penelitian ini menggunakan citra satelit Sentinel-2 yang memiliki resolusi temporal dan spektral yang ideal untuk pemetaan tutupan lahan. Mengingat luasnya cakupan lokasi penelitian yang mencakup keseluruhan Kota Bandar Lampung, penggunaan citra Sentinel-2 memungkinkan pemantauan tren tata guna lahan selama kurun waktu 5 tahun terakhir secara efisien. Fokus penelitian dititikberatkan pada integrasi data spasial berskala besar guna melihat pola perubahan, Penentuan tingkat kerawanan banjir dilakukan menggunakan metode overlay (tumpang susun). Metode ini secara hierarkis akan menggabungkan berbagai parameter pembentuk banjir seperti peta perubahan lahan time series, curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian lahan dan jenis tanah sehingga menghasilkan peta kerawanan banjir yang jelas dan terukur. (Kusumo dan Nursari, 2016).

Berdasarkan urgensi permasalahan dan keunggulan pendekatan teknologi di atas, maka penelitian ini sangat penting untuk dilakukan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi geospasial yang akurat untuk menjadi landasan strategis bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam mengevaluasi tata ruang serta merumuskan kebijakan mitigasi bencana banjir di Kota Bandar Lampung.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya maka rumusan masalah yang ingin dianalisis pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tren perubahan tutupan lahan di Kota Bandar Lampung dalam rentang waktu 5 tahun terakhir?
2. Bagaimana tingkat kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung?
3. Bagaimana korelasi antara alih fungsi tutupan lahan terhadap sebaran wilayah rawan banjir di Kota Bandar Lampung?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan memetakan tren perubahan lahan dalam 5 tahun terakhir secara time series.
2. Memetakan tingkat kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung dengan metode overlay.
3. Menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bermakna bagi pengembangan literatur dan wawasan keilmuan, khususnya terkait pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh (remote sensing) dalam kajian mitigasi bencana. Hasil analisis dinamika perubahan tutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 dan pemetaan kerawanan banjir. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang tertarik untuk mendalami isu serupa.

Secara praktis hasil penelitian ini diharapkan mampu diaplikasikan untuk mendukung pengambilan kebijakan di Kota Bandar Lampung. Pemetaan spasial ini akan menyediakan informasi yang berguna bagi Pemerintah Daerah, khususnya Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan Bappeda, sebagai instrumen evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), pengendalian pemanfaatan ruang, serta perumusan strategi mitigasi bencana yang lebih terarah. Lebih jauh lagi, informasi zonasi kerawanan ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana edukasi spasial bagi masyarakat setempat guna meningkatkan kewaspadaan, dan kesiapsiagaan terhadap ancaman banjir di lingkungan tempat tinggal mereka.

#### **1.5. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup dalam penelitian ini dijelaskan agar penelitian tetap berada pada pokok bahasan, yaitu:

1. Wilayah penelitian ini terbatas di Kota Bandar Lampung, yang merupakan wilayah yang sering kali terdampak bencana banjir dari tahun 2021-2025.
2. Data yang akan digunakan adalah data *time series* yang mencakup perubahan tutupan lahan dalam rentang waktu selama 5 (lima) tahun, yaitu dari tahun 2021 hingga tahun 2025. Data yang digunakan untuk penentuan tingkat kerawanan banjir meliputi lima parameter utama, yaitu: tutupan lahan, kemiringan lereng, ketinggian lahan (elevasi), tekstur tanah, dan curah hujan.

3. Penelitian ini akan menganalisis perubahan tutupan lahan antara periode tahun 2021 hingga tahun 2025, dengan penekanan pada perubahan yang terjadi dalam rentang waktu tersebut. Penelitian ini menghasilkan peta yang menunjukkan sebaran dan distribusi spasial perubahan tutupan lahan.
4. Penelitian ini akan berfokus pada pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap tingkat kerawanan banjir di kota bandar lampung tanpa menghitung factor-faktor lain dan hanya menggunakan parameter utama yaitu, tutupan lahan, kemiringan lereng, ketinggian lahan (elevasi), tekstur tanah dan curah hujan.
5. Penelitian ini menghasilkan informasi spasial tentang perubahan penggunaan lahan di Kota Bandar Lampung tahun 2021-2025, Tingkat Kerawanan Banjir tahun 2021-2025 serta peta lain yang menjadi parameter seperti Curah Hujan, Jenis Tanah, Kemiringan Lereng dan Ketinggian (Elevasi).
6. Pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG), khususnya perangkat lunak *ArcGIS*, dengan menitikberatkan pada metode tumpang susun (*overlay*) untuk penentuan kelas kerawanan banjir dan analisis time series untuk memantau tren perubahan lahan.

## **1.6. Hipotesis**

1. Terkait Dinamika Lahan: Terdapat perubahan tutupan lahan di Kota Bandar Lampung pada periode 2021 hingga 2025, yang diasumsikan didominasi oleh peningkatan luas area terbangun (permukiman dan infrastruktur) dan penurunan luasan daerah ruang terbuka hijau atau lahan vegetasi.
2. Terkait Dampak terhadap Banjir: Perubahan tutupan lahan, khususnya alih fungsi lahan dari ruang terbuka hijau atau lahan vegetasi menjadi kawasan terbangun, dapat memberikan pengaruh yang negatif dan berdampak terhadap perluasan wilayah peningkatan tingkat kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung.

3. Terkait Sebaran Spasial: Tingkat kerawanan banjir dengan klasifikasi "Rawan" terkonsentrasi pada wilayah dengan karakteristik topografi datar (kemiringan lereng rendah), elevasi rendah, dekat dengan badan sungai, serta didominasi oleh tutupan lahan berupa kawasan terbangun yang padat.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini, penelitian terdahulu digunakan untuk mencari perbandingan dan menunjukkan *gap* atau orisinalitas dari penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, penelitian terdahulu juga dijadikan sebagai bahan referensi dalam segi tulisan maupun ide untuk membantu penulis dalam pengambilan keputusan. Berikut merupakan jurnal penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dalam penelitian ini.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	<p>(Septian dkk., 2020)</p> <p>Identifikasi Zona Potensi Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode <i>Overlay</i> dengan <i>Scoring</i> di Kabupaten Agam, Sumatera.</p>	<p>Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode analisis spasial, dimana metode ini digunakan dalam pengolahan data-data sistem informasi Geografi untuk meneliti dan mengeksplorasi dari sudut pandang ke ruangan. Analisis spasial data SIG yang digunakan menggunakan pendekatan secara kualitatif maupun kuantitatif.</p>	<p>Daerah ini merupakan daerah yang dapat dikategorikan sebagai daerah yang rawan banjir dikarenakan memiliki intensitas rata-rata hujan yang cukup tinggi pada wilayah timur dan wilayah tersebut memiliki bentuk lahan dan penutupan lahan yang tidak mendukung, hal ini juga didukung dengan topografi daerah yang didominasi oleh daratan yang curam, dan lebih dari 50% wilayah memiliki drainase yang sangat buruk sehingga jika hujan turun dengan debit yang besar dan penyaluran air kurang baik atau tidak ada, hal ini dapat menyebabkan banjir.</p>
2	<p>(Doda, 2013)</p> <p>Analisis Daerah Rawan banjir Kota Gorontalo Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)</p>	<p>Metode yang digunakan dalam penentuan daerah rawan banjir adalah metode <i>overlay</i> (tumpang susun peta) dengan pembobotan dan <i>scoring</i> terhadap parameter penyebab terjadinya banjir yaitu debit limpasan permukaan rencana, topografi, tekstur tanah, dan ketebalan permukaan tanah. Dengan proses analisis menggunakan perangkat lunak <i>ArcGIS</i> 9,3. Sumber-sumber data diperoleh dari instansi terkait. Peta citra digital untuk wilayah Kota Gorontalo diperoleh dari <i>Google Earth</i> pada bulan Mei tahun 2011.</p>	<p>Hasil penelitian dengan pembobotan untuk debit limpasan permukaan 45%, topografi 25%, tekstur tanah 20% dan ketebalan permukaan tanah 10%, menunjukkan bahwa daerah rawan banjir dengan potensi sangat tinggi terjadi di sebagian Kecamatan Kota Tengah dan Kota Selatan, banjir dengan potensi tinggi terjadi di sebagian Kecamatan Kota Selatan dan Duingingi, banjir dengan potensi sedang terjadi di sebagian Kecamatan Kota Utara dan Kota Tengah. Sedangkan banjir dengan potensi rendah dan sangat rendah di sebagian Kecamatan Kota Utara, Kota Barat, dan Selatan.</p>

Tabel 1 Lanjutan

No.	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil Penelitian
3	(Imansyah dkk., 2019)  Identifikasi Tingkat Kerawanan Bencana Banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Dodokan Kab. Lombok Barat	Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan menggunakan alat analisis spasial dan teknik <i>scoring</i> . Temuan dalam penelitian ini diperoleh bahwa Tingkat Kerawanan Bencana Banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Dodokan Kab. Lombok Barat, dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) tingkatan kerawanan, antara lain tingkat kerawanan rendah, tingkat kerawanan sedang, dan tingkat kerawanan tinggi.	Kawasan DAS Dodokan masih dominan berada dalam klasifikasi kerawanan sedang yaitu sekitar 8344,26 ha atau 78,37% dari total luas kawasan. Klasifikasi kerawanan rendah terdapat sekitar 1946,9 ha atau 18,29% dari total luas wilayah. Sedangkan klasifikasi kerawanan tinggi memiliki luasan paling kecil yaitu sekitar 356,29 ha atau 3,35% dari total luas wilayah.
4	(Agustina, 2017)  Analisis Banjir Dengan Menggunakan Citra Satelit Multi-level Di Kecamatan Rengkel Kabupaten Tuban	Penelitian ini menggunakan dua citra satelit yang memiliki resolusi spasial berbeda yaitu citra resolusi menengah yaitu Landsat-8, citra resolusi tinggi Quickbird untuk pembuatan Informasi Geospasial Rawan Bencana Banjir.	Terdapat 4 kelas kerawanan banjir meliputi sangat rawan, rawan, tidak rawan, dan aman. Kabupaten Tuban didominasi dengan kelas rawan dengan luas sebesar 102,582 ha dengan persentase 52%. Kecamatan Rengkel didominasi dengan kelas sangat rawan dengan persentase 67% dan luas 8,693 ha. Parameter yang berpengaruh lebih besar yaitu tekstur tanah dan kemiringan lereng.

Tabel 1 Lanjutan

No.	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil Penelitian
5	(Darmawan dkk., 2017)  Analisis Tingkat kerawanan Banjir di kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis	Penelitian ini menggunakan metode overlay dengan scoring antara parameter-parameter yang ada, dimana setiap parameter dilakukan proses scoring dengan pemberian bobot dan nilai yang sesuai dengan pengklasifikasiannya masing-masing yang kemudian dilakukan overlay menggunakan software ArcGIS 10.2.1. Penggunaan software ini memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dapat menjelaskan dan mempresentasikan objek daerah rawan banjir dalam bentuk digital.	Hasil yang diperoleh berupa peta rawan banjir dimana lokasi yang sangat rawan tersebar di hampir seluruh bagian selatan dengan rincian 359.266 km <sup>2</sup> (29.3%) berkategori sangat rawan, 803.250 km <sup>2</sup> (65.52%) cukup rawan, dan 63.497 km <sup>2</sup> (5.18%) tidak rawan. Sementara itu, kemiringan lereng menjadi faktor utama penyebab terjadinya banjir. Selain memiliki bobot yang besar, sebaran kemiringan 0-8% di hampir seluruh wilayah bagian selatan mempunyai kategori sangat rawan akan bencana banjir. Hal ini disebabkan oleh wilayah yang cenderung datar dan rendah sehingga berpotensi menjadi tampungan air ketika hujan yang mengakibatkan terjadi banjir.
6	(Sawitri dkk., 2021)  Aplikasi Citra Landsat Untuk Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Kabupaten Bandung	Pemetaan zonasi area rawan longsor di Kabupaten Bandung menggunakan metode pembobotan dan <i>scoring</i> . Dilakukan pada semua parameter yang menyebabkan longsor yaitu struktur geologi, jenis batuan, curah hujan, kemiringan lereng, infrastruktur, dan tutupan lahan hasil pengolahan citra satelit.	Hasil yang didapat menunjukkan potensi tanah longsor di Kabupaten Bandung didominasi kategori sedang sampai tinggi. Pemetaan kawasan rawan longsor sangat diperlukan sebagai langkah mitigasi untuk mengurangi dampak yang diakibatkan oleh bencana tanah longsor.

Tabel 1. Lanjutan

No.	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil Penelitian
7	(Fabil Al Barru 2026) Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Berdasarkan Perubahan Tutupan Lahan Secara Time Series Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kota Bandar Lampung	Penelitian ini menggunakan 5 Variabel yaitu, tutupan lahan, kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah dan elevasi/ ketinggian lahan data yang digunakan yaitu citra satelit sentinel 2 tahun 2021-2025 yang diolah menggunakan metode klasifikasi <i>Support Vector Machine (SVM)</i> , penggunaan <i>Inverse Distance Weight (IDW)</i> pada data curah hujan, <i>Slope</i> dan <i>Reclassify</i> pada data kemiringan lereng dan elevasi. Serta <i>Clip Vector</i> pada data jenis tanah. Kemudian dilakukan skoring, pembobotan dan <i>overlay</i> menggunakan aplikasi ArcGIS	Hasil yang diperoleh berupa peta rawan banjir dimana lokasi yang sangat rawan tersebar di hampir setengah wilayah di Kota Bandar Lampung dengan rincian 7764,45 Ha (43%), Cukup Rawan seluas 6111,54 Ha (34%) dan Tidak Rawan seluas 4250,66 Ha (23%). Dan perubahan tutupan lahan yang terjadi dari tahun 2021 hingga 2025 adalah , kelas Vegetasi seluas 8330 (Ha) berkurang menjadi 6285 (Ha) pada tahun 2025, kelas Lahan Terbuka pada tahun 2021 seluas 4007 (Ha) meningkat menjadi 5056 (Ha) pada tahun 2025 dan Lahan Terbangun pada tahun 2021 seluas 5972 (Ha), menjadi seluas 6979 (Ha).

## **2.2. Bencana dan Banjir**

Bencana adalah suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang menyebabkan gangguan signifikan terhadap kehidupan dan penghidupan masyarakat, baik yang disebabkan oleh faktor alam, non-alam, maupun faktor manusia. Peristiwa ini dapat mengakibatkan kerugian material, korban jiwa, kerusakan lingkungan, dan gangguan terhadap fungsi-fungsi sosial serta ekonomi. Bencana alam mencakup kejadian-kejadian seperti gempa bumi, banjir, dan letusan gunung berapi, sementara bencana non-alam meliputi peristiwa seperti kebakaran hutan yang dipicu oleh aktivitas manusia, kecelakaan industri, atau wabah penyakit. Selain itu, bencana sosial yang disebabkan oleh konflik, seperti kerusuhan atau perang, juga termasuk dalam kategori bencana yang berpotensi menimbulkan dampak besar bagi masyarakat. Dalam konteks penanggulangan, pemahaman tentang bencana sangat penting untuk mengembangkan strategi mitigasi dan respons yang efektif guna meminimalkan dampak negatif terhadap manusia dan lingkungan (BNPB, 2007; UU No. 24/2007).

Secara umum, banjir dapat didefinisikan sebagai tergenangnya suatu area akibat meluapnya air dari saluran yang ada. Hal ini sering disebabkan oleh curah hujan yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah, drainase atau sungai (Balahanti dkk., 2023) Selain itu, banjir juga dapat disebabkan oleh faktor-faktor lain seperti pencairan salju yang cepat, gelombang pasang, dan aktivitas manusia seperti pengelolaan lahan yang tidak tepat, di daerah perkotaan banjir menjadi semakin parah karena alih fungsi lahan resapan menjadi area pemukiman dan infrastruktur, yang mengurangi daya serap air dan mempercepat aliran permukaan (Kodoatie, 2002).

### **2.3. Perubahan Lahan**

Perubahan lahan adalah proses di mana penggunaan dan penutupan suatu lahan mengalami transformasi dari satu jenis penggunaan atau penutupan ke jenis lain. Perubahan ini bisa terjadi karena faktor alamiah seperti erosi atau perubahan iklim, tetapi lebih sering disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti urbanisasi, pertanian, pembangunan infrastruktur, dan deforestasi. Perubahan lahan berdampak signifikan terhadap lingkungan, termasuk perubahan pola hidrologi, degradasi tanah, penurunan kualitas air, dan hilangnya habitat alami (Fajarini dkk., 2015). Dalam konteks perkotaan, perubahan lahan sering kali melibatkan alih fungsi lahan resapan atau lahan hijau menjadi area pemukiman atau industri, yang dapat mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air, meningkatkan aliran permukaan, dan berkontribusi pada risiko banjir (Mubarok dkk., 2022).

### **2.4. Parameter Kerawanan Banjir**

Kerawanan banjir adalah keadaan yang menggambarkan mudah atau tidaknya suatu daerah terkena banjir dengan didasarkan pada faktor-faktor alam yang mempengaruhi banjir antara lain faktor meteorologi (intensitas curah hujan, distribusi curah hujan, frekuensi, dan lamanya hujan berlangsung) dan karakteristik daerah aliran sungai (kemiringan lahan/kelerengan, ketinggian lahan, tekstur tanah dan tutupan lahan) (Darmawan dkk., 2017). Berdasarkan faktor-faktor di atas, yang dapat digunakan sebagai parameter penelitian, yaitu :

Variabel yang mempengaruhi daerah rawan banjir:

### 2.4.1. Curah Hujan

Curah hujan merupakan fenomena alam yang menggambarkan banyaknya air yang terkondensasi di atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi dalam berbagai bentuk. Intensitasnya dipengaruhi oleh berbagai faktor iklim seperti arah dan kecepatan angin, suhu udara, dan tekanan atmosfer, sehingga hujan menjadi salah satu unsur penting dalam bidang hidrologi. Sementara itu, data curah hujan aktual merupakan kumpulan informasi yang diperoleh dari stasiun pengamatan curah hujan pada kurun waktu tertentu. (Susilowati dan Sadad, 2015). Rumus menghitung infiltrasi curah hujan:

$$RD = 0,01 \times P \times Hh \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

RD = Faktor Hujan Infiltrasi

P = Curah Hujan Tahunan (mm)

Hh = Jumlah hari hujan tiap tahun

Sumber: (Wibowo, 2006)

Tabel 2. Klasifikasi Curah Hujan

No.	Rata-Rata Curah Hujan (mm/tahun)	Klasifikasi	Nilai/Skor	Bobot
1.	> 400	Sangat Lebat	5	0.25
2.	250-400	Lebat	4	0.25
3	100-250	Sedang	3	0.25
4	20-100	Ringan	2	0.25
5.	<20	Sangat Ringan	1	0.25

Sumber: Theml, S. 2008

### 2.4.2. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng adalah fenomena di alam yang terjadi karena perbedaan tinggi antara dua. Semakin curam kemiringannya maka semakin sedikit pula air yang meresap ke dalam tanah, dan begitu pula sebaliknya. Bentuk dari adanya kemiringan ini mempengaruhi bagaimana air meresap ke dalam tanah. Daerah yang memiliki lereng curam biasanya memiliki penyerapan air yang baik, sedangkan untuk area dengan lereng yang landai biasanya mempunyai penyerapan air yang rendah. (Matondang dkk., 2013).

Tabel 3. Klasifikasi Kemiringan Lereng

No.	Kemiringan Lereng (%)	Klasifikasi	Nilai/Skor	Bobot
1.	<8	Datar	5	0.15
2.	8-15	Landai	4	0.15
3.	15-25	Bergelombang	3	0.15
4.	25-45	Curam	2	0.15
5.	>45	Sangat Curam	1	0.15

Sumber: Matondang, J.P, 2013; Theml, S. 2008

### 2.4.3. Elevasi / Ketinggian Lahan

Ketinggian (elevasi) lahan adalah ukuran ketinggian lokasi di atas permukaan laut. Ketinggian mempunyai pengaruh terhadap terjadinya banjir. Semakin rendah suatu daerah maka semakin berpotensi terjadi banjir, begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi suatu daerah, maka semakin aman akan bencana banjir (Matondang dkk., 2013).

Tabel 4. Klasifikasi Ketinggian

No.	Elevasi (m)	Nilai/Skor	Bobot
1.	<10	5	0.10
2.	10-50	4	0.10
3.	50-100	3	0.10
4.	100-200	2	0.10
5.	>200	1	0.10

Sumber: Theml, S. 2008

#### 2.4.4. Jenis Tanah

Jenis tanah pada suatu daerah sangat berpengaruh dalam proses penyerapan air atau yang biasa kita sebut sebagai proses infiltrasi. Infiltrasi adalah proses aliran air di dalam tanah secara vertikal akibat adanya potensial gravitasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi infiltrasi diantaranya jenis tanah, kepadatan tanah, kelembaban tanah, dan tanaman di atasnya. Semakin besar daya serap atau infiltrasinya terhadap air maka tingkat kerawanan banjirnya akan semakin kecil. Semakin kecil daya serap atau infiltrasinya terhadap air maka semakin besar potensi kerawanan banjirnya (Matondang dkk., 2013).

Tabel 5. Klasifikasi Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	Infiltrasi	Nilai/Skor	Bobot
1.	Grumusol	Kecil	5	0.15
2.	Litosol mediteran	Agak Kecil	4	0.15
3.	Latosol	Sedang	3	0.15
4.	Alluvial dan andosol	Agak Besar	2	0.15
5.	Regosol	Besar	1	0.15

Sumber: Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (1998); Theml, S. 2008

### 2.4.5. Tutupan Lahan

Tutupan lahan akan mempengaruhi kerawanan banjir suatu daerah, tutupan 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 (Jusfarida, 2021).

Tabel 6. Klasifikasi Tutupan Lahan

No.	Klasifikasi	Nilai/Skor	Bobot
1.	Pemukiman/Lahan Terbangun	5	0.25
2.	Sawah	4	0.25
3	Lahan Terbuka/Ladang	3	0.25
4	Kebun/Semak Belukar	2	0.25
5.	Hutan	1	0.25

Sumber: Theml, S. 2008

### 2.5. Kerawanan Banjir

Peta kerawanan banjir dihasilkan melalui skoring dan *overlay* peta-peta tematik, seperti peta Tutupan lahan, jenis tanah, curah hujan, ketinggian dan kemiringan lereng. Penentuan kriteria kondisi rawan banjir dilakukan dengan metode pembobotan dimana nilai bobot dikalikan dengan tingkat harkat dari tiap variabel yang mempengaruhinya, kemudian hasilnya dijumlahkan (Wibowo, 2006).

### 2.5.1. Rumus Kerawanan Banjir

$$\text{Kerawanan Banjir} = T_b.T_p+H_b.H_p+P_b+P_p+L_b+L_p+E_b+E_p\dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- b : Nilai Bobot
- p : Skor kelas Variabel
- T : Jenis Tanah
- H : Infiltrasi Hujan
- P : Tutupan Lahan
- L : Kemiringan Lereng
- E : Ketinggian

Sumber: Kurniawan, A., & Suryadi, I. 2020.

Mengingat bobotnya adalah Jenis Tanah (0.15), Curah Hujan (0.25) Tutupan Lahan (0.25), Kemiringan Lereng (0.15), dan Elevasi (0.10) maka nilai maksimum yang bisa didapat jika sebuah wilayah mendapat skor 5 di semua parameter adalah 4.5, dan nilai minimumnya adalah 0.9.

### 2.5.2. Rumus Penentuan Kelas Kerawanan (Interval)

Setelah mendapatkan Nilai Total Kerawanan untuk seluruh wilayah Kota Bandar Lampung, nilai-nilai acak tersebut harus dikelompokkan menjadi kelas kerawanan banjir (3 kelas: tidak rawan, cukup rawan dan sangat rawan).

Untuk menentukan batas rentang angka pada tiap kelas, digunakan rumus Interval Kelas (*Sturges*):

$$I = \frac{N_{max} - N_{min}}{K}$$

Keterangan:

$I$  = Besar interval (Rentang nilai per kelas)

$N_{max}$  = Nilai Kerawanan total tertinggi (Maksimal 500)

$N_{min}$  = Nilai Kerawanan total terendah (Minimal 100)

$K$  = Jumlah Kelas yang di inginkan (3 Kelas)

Sumber: (Baja, 2012; Perka BNPB No. 2, 2012)

## 2.6. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu cara dalam proses pemetaan, termasuk pembuatan peta kerawanan banjir yang menjadi fokus penelitian ini. Kerawanan banjir dapat diidentifikasi secara cepat, mudah dan akurat melalui Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan metode tumpang susun/*overlay* terhadap parameter-parameter banjir, seperti kemiringan lereng, ketinggian lahan, jenis tanah, curah hujan dan Tutupan lahan. Melalui Sistem Informasi Geografis diharapkan akan mempermudah penyajian informasi spasial khususnya yang terkait dengan penentuan tingkat kerentanan banjir serta dapat menganalisis dan memperoleh informasi baru dalam mengidentifikasi daerah-daerah yang sering menjadi sasaran banjir (Darmawan dkk., 2017).

## 2.7. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh dalam bahasa Inggris disebut *remote sensing*, menurut (Lillesand dkk. 2015) penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi tentang objek, wilayah, atau fenomena dengan menganalisis data yang diperoleh dari alat tanpa harus bersentuhan langsung dengan objek, wilayah, atau fenomena yang diteliti. Penginderaan jauh dikembangkan untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi tentang Bumi melalui radiasi elektromagnetik yang dipancarkan dan atmosfer dari lokasi tertentu pada permukaan bumi (Mather dan Koch, 2011). Dari pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa penginderaan jauh menggunakan media seperti satelit atau pesawat terbang, dan jenis data yang dipakai adalah citra (Sutanto,1986).

Saat ini, teknologi penginderaan jauh berbasis satelit semakin terkenal dan banyak digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk memantau perubahan tutupan lahan. Teknologi ini memiliki beberapa keunggulan, seperti biaya yang terjangkau, kemudahan akses, kemampuan menyediakan data secara berkala yang sangat cocok untuk pemantauan, cakupan luas hingga daerah terpencil, dan format data digital yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna (Suwargana, 2010). Menurut (Somantri, 2009) terdapat beberapa unsur kunci dalam interpretasi yang bisa digunakan sebagai acuan untuk mengenali kelas objek, di antaranya adalah warna rona, ukuran, bentuk, tekstur, bayangan, pola, lokasi, dan hubungan antar objek, untuk penjelasan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Rona dan warna (*tone and color*) memegang peranan penting dalam identifikasi objek pada citra penginderaan jauh. Rona merujuk pada tingkat kegelapan atau kecerahan objek dalam citra yang dapat dilihat dari tingkat warna dari hitam sampai putih. Terdapat lima tingkat rona, yaitu putih, kelabu putih, kelabu, kelabu hitam dan hitam. Permukaan yang kasar, warna, dan kelembapan objek cenderung menciptakan rona yang lebih

gelap, sebagai contoh, air akan tampak gelap sedangkan atap seng dan asbes yang baru akan tampak berwarna putih. Warna adalah ciri visual yang dapat dilihat oleh mata, dengan tingkat kegelapan yang beragam, seperti biru, hijau, merah, kuning, dan jingga.

2. Bentuk (*shape*) merupakan atribut yang jelas dan detail sehingga banyak objek yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya saja, contohnya seperti bentuk pemukiman yang berbentuk kotak untuk setiap rumahnya.
3. Ukuran (*size*) merupakan bentuk objek berupa jarak, luas, tinggi lereng, dan volume dan selalu berkaitan dengan ukuran skalanya.
4. Kekasaran atau tekstur adalah bentuk perubahan rona pada citra yang dinyatakan dengan kasar, sedang, dan halus pada suatu objek. Contohnya seperti hutan dan tanaman pekarangan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang, Semak, tanaman padi, permukaan air bertekstur halus.
5. Pola (*pattern*) merupakan ciri yang menandai objek tersebut terbentuk oleh manusia atau alami. Contohnya aliran sungai merupakan contoh pola alami, kebun karet, kelapa sawit, kelapa dan lainnya memiliki pola yang teratur sehingga dapat dibedakan dengan hutan yang memiliki pola berantakan.
6. Bayangan (*shadow*) biasa digunakan faktor utama dalam mengenali bagi beberapa objek. Bayangan biasanya terdapat pada objek yang tinggi seperti gedung bertingkat, bukit, patahan dan lainnya.
7. Situs (*site*) merujuk pada lokasi suatu objek dalam hubungannya dengan objek lain di sekitarnya, bukan sekadar ciri langsung dari objek itu sendiri melainkan terkait dengan faktor lingkungan. Misalnya, bentuk tajuk pohon yang berbentuk bintang bisa menandakan keberadaan pohon palma yang dapat berupa kelapa, kelapa sawit, atau jenis palma lainnya.
8. Asosiasi (*Association*) adalah hubungan antara satu objek dengan objek lainnya karena adanya keterkaitan yang terlihat. Ketika suatu objek muncul dalam citra, seringkali itu menjadi petunjuk adanya objek lain.

## 2.8. Citra Satelit Sentinel 2

Sentinel-2 adalah misi penginderaan jauh yang dikembangkan oleh *European Space Agency* (ESA) sebagai bagian dari program *Copernicus*. Misi ini terdiri dari dua satelit kembar, Sentinel-2A dan Sentinel-2B, yang mengorbit Bumi untuk memantau perubahan permukaan lahan dengan detail yang luar biasa. (Bolton dkk. 2020).

Berikut adalah beberapa spesifikasi teknis utama yang membuat citra ini sangat populer bagi para peneliti dan praktisi:

- *Multispectral Instrument* (MSI): Satelit ini membawa sensor yang menangkap 13 saluran (*band*) spektral, mulai dari cahaya tampak (*Visible*), inframerah dekat (*Near-Infrared*), hingga inframerah gelombang pendek (*Short-Wave Infrared*).
- Resolusi Spasial: Tingkat detailnya bervariasi tergantung salurannya:
- 10 meter: Untuk saluran warna dasar (Merah, Hijau, Biru) dan Inframerah Dekat.
- 20 meter & 60 meter: Untuk saluran yang lebih spesifik seperti vegetasi (Red Edge) dan uap air.
- Resolusi Temporal: Karena ada dua satelit yang bekerja bersama, mereka bisa memotret lokasi yang sama di khatulistiwa setiap 5 hari sekali.
- Akses Terbuka: Data Sentinel-2 tersedia secara gratis untuk siapa saja, yang menjadikannya standar industri dalam pemetaan tutupan lahan.
- Spesifikasi 13 Saluran (Band) Sentinel-2  
Setiap band memiliki panjang gelombang dan kegunaan yang berbeda. Kita bisa membaginya berdasarkan Resolusi Spasial (tingkat ketajaman gambar)

Tabel 7. Spesifikasi Citra Sentinel 2

Resolusi	Band	Nama Saluran	Kegunaan Utama
10 Meter	B2, B3, B4, B8	Blue, Green, Red, Near-Infrared (NIR)	Pemetaan dasar, indeks vegetasi (NDVI), pemetaan jalan/bangunan.
20 Meter	B5, B6, B7, B8a, B11, B12	Red Edge & SWIR	Klasifikasi tanaman, deteksi kadar air, dan menembus asap/awan tipis.
60 Meter	B1, B9, B10	Coastal Aerosol, Water Vapour, Cirrus	Koreksi atmosfer, deteksi awan cirrus, dan studi kualitas air laut.

Tabel 8. Karakteristik Spektral dan Spasial Citra Sentinel 2

Band	Sentinel-2 Bands	Central Wavelength ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi Spasial (m)
Band 1	Coastal Aerosol	0.443	60
Band 2	Biru ( <i>Blue</i> )	0.490	10
Band 3	Hijau ( <i>Green</i> )	0.560	10
Band 4	Merah ( <i>Red</i> )	0.665	10
Band 5	<i>Vegetation Red Edge</i>	0.705	20
Band 6	<i>Vegetation Red Edge</i>	0.740	20
Band 7	<i>Vegetation Red Edge</i>	0.783	20
Band 8	NIR	0.842	10
Band 8A	<i>Vegetation Red Edge</i>	0.865	20
Band 9	<i>Water Vapour</i>	0.945	60
Band 10	SWIR Cirrus	1.342	60
Band 11	SWIR	1.610	20

### 2.9. Support Vector Machine (SVM)

Klasifikasi terbimbing adalah metode klasifikasi yang mengubah data citra multispektral menjadi beberapa kelas tertentu sesuai dengan kelas yang diinginkan berdasarkan statistik sampel piksel atau *region of interest* yang ditentukan sebagai acuan yang dilakukan menggunakan komputer kemudian menggunakan informasi tersebut sebagai dasar untuk melakukan klasifikasi. Sampel tutupan lahan yang baik ditandai dengan rerata keterpisahan yang tinggi antar kelas dan tercermin dalam nilai indeks separabilitas (Richardson dan Welsh, 1995).

*Support Vector Machine (SVM)* merupakan sebuah metode yang berlandaskan pada prinsip klasifikasi linear, dimana *SVM* termasuk dalam kategori learning machine yang dapat mengenali pola dari contoh atau masukan yang diberikan. *SVM* juga termasuk dalam kategori *supervised learning* dan diperkenalkan pertama kali oleh Vapnik pada tahun 1992 sebagai serangkaian gagasan unggulan dalam bidang pengenalan pola (Widiyanto dkk. 2018).

*SVM* memiliki cara kerja dengan memanfaatkan teknik pencarian hyperplane secara efisien dengan meminimalkan area pelatihan, sehingga prosesnya lebih cepat. Metode yang digunakan ialah nonparametric tetapi mampu menghasilkan batasan keputusan secara efisien yang dapat membantu mengurangi kesalahan klasifikasi. *SVM* bekerja dengan mencari hyperplane optimal untuk membagi data ke dalam dua kelas. Terdapat banyak

## **2.10. Digital Elevation Model (DEM)**

*Digital elevation model (DEM)* adalah kenampakan tiga dimensi yang menggunakan data ketinggian untuk menggambarkan permukaan bumi secara kuantitatif. DEM ini adalah bentuk statistik digital dari permukaan bumi yang didefinisikan oleh titik-titik dengan koordinat X, Y, dan Z yang dikelompokkan pada sistem koordinat UTM. Untuk membentuk model permukaan tanah, area permukaan dibagi menjadi beberapa bidang yang terhubung dan ditentukan oleh titik-titik sampel dengan algoritma tertentu. Titik-titik sampel yang dipilih harus mencerminkan secara akurat topografi keseluruhan sesuai dengan keperluan aplikasi (Mukherjee dkk. 2012).

*Digital elevation model (DEM)* adalah salah satu cara untuk visualisasikan topografi permukaan bumi dalam bentuk 3D yang memiliki nilai-nilai digital mewakili spasial pada keadaan sebenarnya. DEM dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemetaan, model hidrologi, dan analisis topografi. Dalam pemrosesan gambar ortofoto, DEM memiliki peran penting dalam menampilkan dimensi vertikal dari permukaan bumi (Sauda dkk. 2019).

### **2.11. Overlay**

*Overlay* atau tumpang tindih adalah prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). *Overlay* yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta di atas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, *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. *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan *layer* yang berbeda. Secara sederhana *overlay* disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu *layer* untuk digabungkan secara fisik (Mahyunis dkk., 2021).

### **2.12. Pembobotan dan Scoring**

Pembobotan merupakan proses penetapan nilai bobot pada peta digital dari setiap parameter yang berkontribusi terhadap rawan banjir. Proses ini dilakukan dengan mempertimbangkan sejauh mana masing-masing parameter memengaruhi banjir. Tujuannya adalah untuk memberikan nilai relatif pada setiap peta tematik yang merepresentasikan parameter tertentu. Penentuan bobot ini didasarkan pada tingkat pengaruh setiap unsur geografis terhadap kemungkinan terjadinya banjir dalam analisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Suhardiman, 2012).

*Scoring* merupakan proses pemberian nilai pada setiap kelas dalam masing-masing parameter. Nilai ini diberikan berdasarkan tingkat pengaruh kelas tersebut terhadap kejadian yang dianalisis. Semakin besar pengaruhnya, maka skor yang diberikan juga semakin tinggi. Untuk memperoleh skor total, diperlukan pemberian nilai dan bobot sehingga pengalihan keduanya menghasilkan nilai akhir yang disebut skor. Pemberian nilai untuk setiap parameter menggunakan skala yang sama, yaitu antara 1 hingga 5, sedangkan bobot diberikan sesuai dengan tingkat pengaruh setiap parameter yang dianggap paling berperan dalam menentukan tingkat kerawanan banjir (Matondang, J.P., 2013).

Skoring telah diperlihatkan di paragraph sebelumnya di setiap kelas klasifikasi mulai dari tutupan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan ketinggian (elevasi). Maka berikut ini adalah pembobotan tiap parameter yang digunakan untuk Kerawanan Banjir.

Tabel 9. Faktor Pembobotan Setiap Parameter Kerawanan Banjir

<b>No.</b>	<b>Parameter</b>	<b>Bobot</b>
1.	Kemiringan Lereng	0.15
2.	Ketinggian	0.10
3	Jenis Tanah	0.15
4	Curah Hujan	0.25
5.	Tutupan Lahan	0.25

Sumber: Primayuda (2006) dalam Purnama, A. (2008); Theml, S. 2008 dan modifikasi penulis

### **2.13. Inverse Distance Weigth (IDW)**

Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan teknik sederhana yang menggunakan titik-titik di sekitarnya untuk melakukan perhitungan. Prinsip dasar metode ini adalah bahwa nilai interpolasi cenderung lebih mirip dengan data sampel yang lokasinya lebih dekat dibandingkan dengan data yang letaknya lebih jauh. Dalam perhitungan, bobot yang diberikan akan berubah secara linear berdasarkan jarak antara titik interpolasi dan data sampel, namun posisi data sampel itu sendiri tidak mempengaruhi bobot tersebut (Rafsanjani, 2016).

### **2.14. Model Time Series (Deret Waktu)**

*Time series* atau runtun waktu adalah suatu deret data yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu dengan interval yang sama. Analisis deret waktu termasuk prosedur statistika yang digunakan untuk meramalkan keadaan yang akan terjadi di masa mendatang dalam pengambilan keputusan. Analisis *time series* yaitu analisis terhadap pengamatan, pencatatan, dan penyusunan peristiwa yang di ambil berdasarkan jangka waktu tertentu (Wahyuni dan Oktriani, 2023)

### **2.15. Uji Akurasi**

Uji akurasi merupakan metode yang dipakai dalam menghitung akurasi klasifikasi dengan menggunakan matriks kesalahan atau confusion matrix/error matrix kemudian dapat dilakukan perhitungan *producer's accuracy*, *user's accuracy*, dan nilai indeks kappa (Arison dang dkk. 2015). Dalam pelaksanaan menguji akurasi terhadap peta, sampel dipilih secara acak di seluruh area pemetaan dengan metode penentuan sampel yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Jumlah sampel yang diambil harus sebanding dengan luas area tutupan lahan yang sedang diteliti. Uji

akurasi peta menghasilkan dua statistik utama yaitu akurasi pembuat (*producer's accuracy*) dan akurasi pengguna (*user's accuracy*). *Producer's accuracy* mengindikasikan seberapa sering piksel yang diklasifikasikan sebagai suatu kelas benar-benar termasuk dalam kelas tersebut, sementara akurasi pengguna menunjukkan seberapa sering suatu kelas yang diklasifikasikan mewakili kelas tersebut dari perspektif pengguna peta (Sampurno dan Thoriq, 2016).

Tabel 10. Uji Akurasi

Data Klasifikasi	Data Referensi				Total Baris	User's Accuracy
	A	B	C	D		
A	A	X <sub>ii</sub>	X <sub>ii</sub>	X <sub>ii</sub>	X <sub>+i</sub>	X <sub>ii</sub> /X <sub>+i</sub> * 100%
B	X <sub>ii</sub>	B	X <sub>ii</sub>	X <sub>ii</sub>	X <sub>+i</sub>	X <sub>ii</sub> /X <sub>+i</sub> * 100%
C	X <sub>ii</sub>	X <sub>ii</sub>	C	X <sub>ii</sub>	X <sub>+i</sub>	X <sub>ii</sub> /X <sub>+i</sub> * 100%
D	X <sub>ii</sub>	X <sub>ii</sub>	X <sub>ii</sub>	D	X <sub>+i</sub>	X <sub>ii</sub> /X <sub>+i</sub> * 100%
Total Kolom	X <sub>i+</sub>	X <sub>i+</sub>	X <sub>i+</sub>	X <sub>i+</sub>	N	
<i>Producer's Accuracy</i>	$\frac{A}{X_{ii}} \times 100\%$	$\frac{B}{X_{ii}} \times 100\%$	$\frac{C}{X_{ii}} \times 100\%$	$\frac{D}{X_{ii}} \times 100\%$		$\frac{A + B + C + D}{N} \times 100\%$

Sumber: (Badan Informasi Geospasial, 2014)

Secara matematis akurasi dari table diatas adalah sebagai berikut:

$$User's Accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

$$Producer's Accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

$$Overall Accuracy = \sum_i^r \frac{X_{ii}}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

$$Kappa (k) = \frac{N \sum_i^r X_{ii} - \sum_i^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_i^r X_{i+} X_{+i}} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

X<sub>ii</sub> atau X = Nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-I dan kolom ke-i

X<sub>i+</sub> atau X<sub>ii</sub> = Jumlah piksel dalam kolom ke-i

X<sub>+i</sub> atau X<sub>ii</sub> = Jumlah piksel dalam baris ke-i

N = Banyaknya piksel dalam contoh

$\sum_i^r X_{ii}$  = Jumlah nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-I dan kolom ke-i

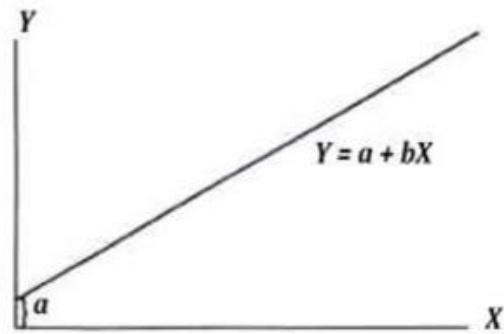
$\sum_i^r X_{i+} X_{+i}$  = Jumlah perkalian X<sub>i+</sub> dan X<sub>+i</sub>

Pada penelitian ini, pengujian akurasi dilakukan untuk mengevaluasi keakuratan hasil tutupan lahan yang diamati. Metode pengujian akurasi yang digunakan adalah uji akurasi kappa dengan menggunakan matriks konfusi. Jika hasil akurasi melebihi 85% maka analisis akan dilakukan, dan dinyatakan sudah layak.

## **2.16. Analisis Regresi dan Korelasi**

Penggunaan statistika dalam mengolah data penelitian berpengaruh terhadap tingkat analisis hasil penelitian. Penelitian dalam bidang ini menggunakan perhitungan – perhitungan statistika, dan menghasilkan data yang mendekati benar. Dalam, memprediksi dan mengukur nilai dari pengaruh satu variabel (bebas/*independent/predictor*) terhadap variabel lain (tak bebas/*dependent/response*) dapat digunakan uji regresi.

Analisis atau uji regresi merupakan suatu kajian dari hubungan satu variabel, yaitu variabel yang diterangkan (*the explained variabel*) dengan satu atau lebih variabel, dan variabel yang menerangkan (*the explanatory*). Apabila hanya terdiri hanya satu variabel bebas maka disebut sebagai regresi sederhana, apabila variabel bebasnya terdiri lebih dari satu, maka analisis regresinya dikenal dengan regresi linier berganda (Yuliara, 2016). Berikut merupakan rumus dalam melakukan analisis regresi.



Gambar 1. Ilustrasi garis regresi linier (Yuliara, 2016)

Persamaan regresi linier sederhana secara matematik dirumuskan oleh

$$Y = a + bX \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

$Y$  = garis regresi / variable *response*

$a$  = konstanta (*intercept*), perpotongan dengan sumbu vertical

$b$  = konstanta regresi

$X$  = variable bebas / *predictor*

Besarnya konstanta  $a$  dan  $b$  dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$a = \frac{(\sum Yi)(\sum Xi^2) - (\sum Xi)(\sum XiYi)}{n \sum Xi^2 - \sum (Xi)^2} \dots \dots \dots (10)$$

$$b = \frac{n(\sum XiYi) - (\sum Xi)(\sum Yi)}{n \sum Xi^2 - \sum (Xi)^2} \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan:

$n$  = jumlah data

Kemudian untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel *predictor*  $X$  dan *response*  $Y$ , dilakukan analisis korelasi yang hasilnya dinyatakan oleh suatu bilangan yang dikenal dengan koefisien korelasi. Sehingga, analisis regresi sering dilakukan bersama-sama dengan analisis korelasi. Persamaan koefisien korelasi ( $r$ ) dirumuskan sebagai berikut.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}} \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

r= koefisien korelasi

Tabel 11. Kategori Korelasi

Kategori Korelasi	
0.00 - 0.199	Sangat Rendah
0.20 - 0.399	Rendah
0.40 - 0.599	Sedang
0.60 - 0.799	Kuat
0.80 - 1.00	Sangat Kuat

(sumber: Yuliara, 2016)

Selanjutnya analisis regresi linier berganda. Regresi berganda terjadi apabila terdapat hubungan antara lebih dari satu variabel bebas ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ) dan variable terikat ( $Y$ ) (Basri, 2019). Analisis regresi berganda digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara variable bebas dan variable terikat, dan untuk memprediksi nilai dari variable terikat apabila variable bebas mengalami perubahan. Persamaan regresi linier berganda sebagai berikut.

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \dots\dots\dots(13)$$

$$b_1 = \frac{(\sum X^2)(X_1 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_2 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \dots\dots\dots(14)$$

$$b_2 = \frac{(\sum X_1^2)(X_2 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_1 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \dots\dots\dots(15)$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b_1 \left( \frac{\sum X_1}{n} \right) - b_2 \left( \frac{\sum X_2}{n} \right) \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan:

$\hat{Y}$  = Variabel dependen ( nilai yang diprediksikan)

$X_1, X_2, \dots, X_n$  = Variabel independent

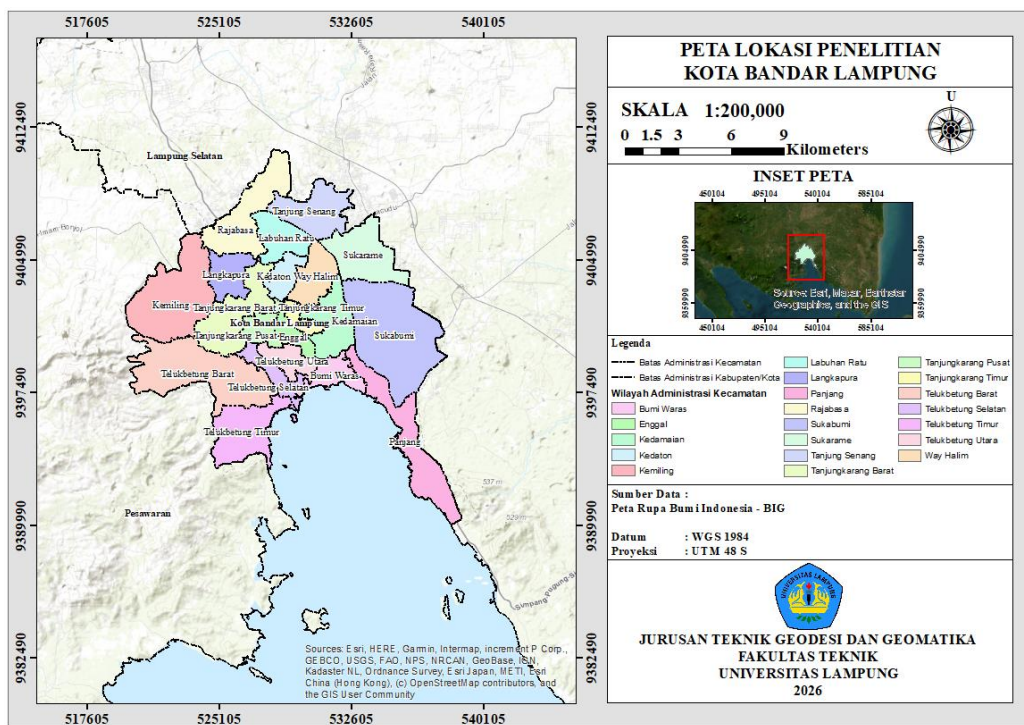
a = Konstanta (Nilai  $\hat{Y}$  apabila  $X_1, X_2, \dots, X_n = 0$ )

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

Sehingga hasil untuk mengetahui hubungan diketahui dengan kriteria pengujian P-*value*  $< 0.05$  terdapat pengaruh signifikan dan P- *value*  $> 0.05$  yang diartikan tidak ada pengaruh signifikan.

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Secara geografis kota ini terletak antara 5°20'– 5°30' Lintang Selatan dan 105°28'– 105°37' Bujur Timur. Kota Bandar Lampung memiliki luas wilayah 197,22 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 20 kecamatan dan 126 kelurahan (17 kelurahan daerah pantai dan 109 kelurahan bukan daerah pantai) dan juga memiliki kepadatan penduduk sekitar 5.913 jiwa/km<sup>2</sup>. Penelitian ini dilakukan pada Kota Bandar Lampung mulai dari tahun 2020 sampai 2025.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

### 3.1. Alat Dan Data Yang Digunakan Dalam Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang keberhasilan dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

#### 3.1.1. Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Adapun perangkat keras yang digunakan berupa Laptop Asus dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tipe	: Asus A442U
Sistem Operasi	: Windows 10 64-bit
Memori Sistem	: 8 GB
<i>Processor</i>	: 8 <sup>th</sup> Gen Intel(R) Core (TM) i5-8250

Sedangkan perangkat lunak atau *software* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa *software* yang memiliki kegunaannya masing-masing. Berikut *software* yang digunakan dalam penelitian ini:

1. ArcGIS 10.6, digunakan untuk pengolahan peta rawan bencana.
2. Microsoft Word 2020, digunakan untuk penulisan laporan.
3. Microsoft Excel 2020, digunakan untuk pengolahan data curah hujan.
4. Google Earth Pro, digunakan untuk mendapatkan perbandingan DEM dan pengecekan data.

### 3.1.2. Data Yang Digunakan

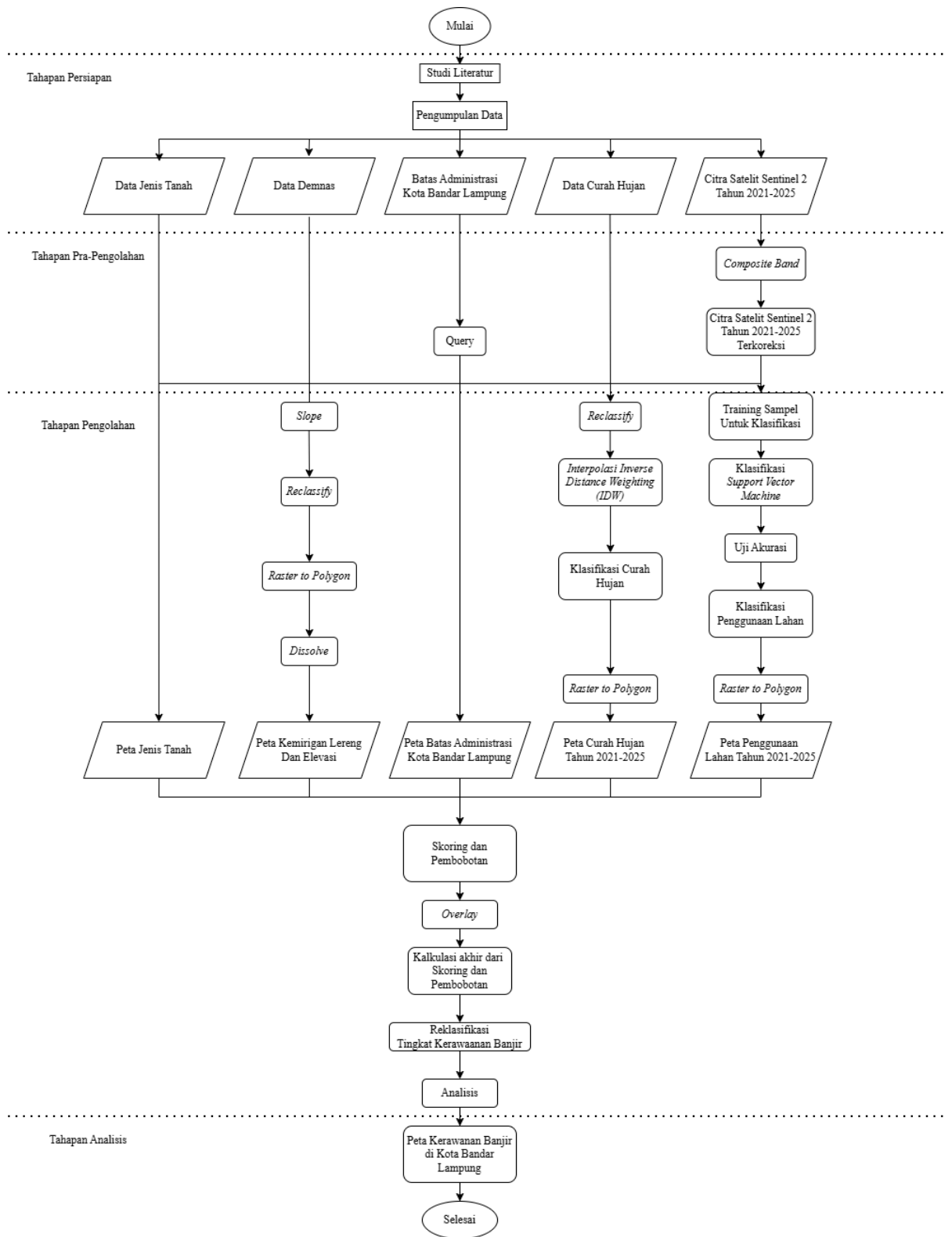
Berikut merupakan data yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini, diantaranya adalah sebagai berikut.

Tabel 12. Data yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama	Jenis	Sumber
1.	Data Jenis Tanah	<i>Vector</i>	<a href="https://www.inageospasial.com/">https://www.inageospasial.com/</a>
2.	Data Jenis Batuan	<i>Vector</i>	<a href="https://geologi.esdm.go.id/geomap/index.php/">https://geologi.esdm.go.id/geomap/index.php/</a>
3.	Data DEMNAS	<i>Raster</i>	<a href="https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/">https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/</a>
4.	Data Batas Administrasi Kecamatan dan Kabupaten Kota Bandar Lampung	<i>Vector</i>	<a href="https://www.inageospasial.com/">https://www.inageospasial.com/</a>
5.	Citra Satelit Sentinel 2 Tahun 2021-2025	<i>Raster</i>	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
6.	Data Curah Hujan Tahun 2021-2025	<i>Text</i>	<a href="https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/">https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/</a>

### 3.2. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah representasi visual yang menggambarkan alur tahapan dalam suatu penelitian. Diagram ini secara umum mencakup tahap persiapan, pengolahan, dan analisis data. Dengan adanya diagram alir, langkah-langkah penelitian dapat disajikan secara sistematis dan lebih mudah dipahami. Ilustrasi dari diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

### **3.3. Tahap Persiapan**

Adapun tahapan pertama yang harus dilakukan dalam melakukan penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, studi literatur dan pengumpulan data.

#### **1. Identifikasi Masalah**

Tahapan identifikasi masalah dilakukan dengan menganalisa permasalahan atau fenomena apa yang sedang terjadi sekarang contohnya adalah semakin banyak hilangnya ruang terbuka hijau (RTH). Hilangnya ruang terbuka hijau disebabkan karena peralihan perubahan tutupan lahan secara besar-besaran tanpa memperhatikan kondisi lingkungan pada area vegetasi menjadi area pemukiman atau lahan terbangun Hal tersebut membuat terjadinya bencana banjir pada daerah resapan air bahkan hilangnya fungsi resapan air pada suatu wilayah. Maka dari itu pada penelitian ini penulis memilih kasus sebaran zona rawan banjir di Kota Bandar Lampung.

#### **2. Studi Literatur**

Studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini oleh penulis yaitu dengan mengumpulkan dan mempelajari penelitian yang sejenis dari berbagai macam sumber seperti jurnal, buku, artikel, skripsi, website serta sumber yang relevan lainnya sebagai acuan dan pengetahuan penulis dalam meneliti.

#### **3. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada tahapan ini didapat dari berbagai sumber website dan instansi. citra satelit Sentinel 2 sebanyak 6 citra yaitu masing-masing pada tahun, 2021, 2022, 2023, 2024 dan 2025. didapat dari website usgs earth explorer, data curah hujan tahun 2021-2025 didapat dari website data online, data kemiringan lereng dan ketinggian (elevasi) hasil pengolahan dari data Digital Elevation Model, dan data jenis tanah dari website fao unesco soil map.

Tabel 13. Data yang digunakan dalam penelitian

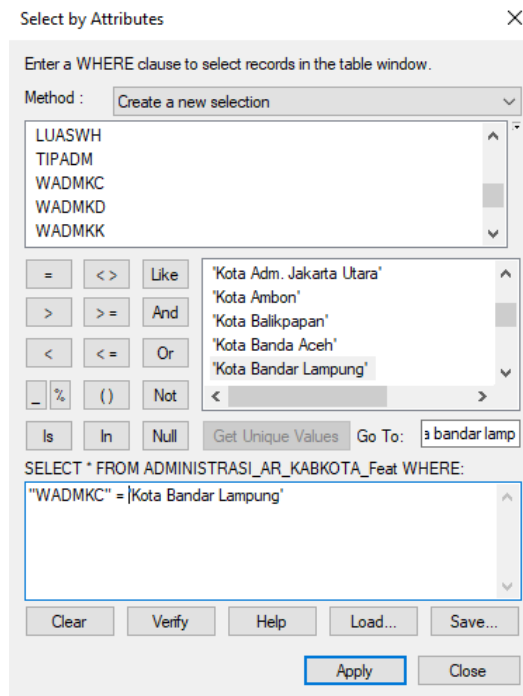
<b>Data</b>	<b>Format</b>	<b>Sumber Data</b>
Peta Administrasi Kota Bandar Lampung	<i>Vector</i>	Tanah Air Indonesia
Data Digital Elevation Model (DEM) Kota Bandar Lampung	<i>Raster</i>	USGS atau Demnas
Data Curah Hujan	<i>Text</i>	CHIRPS
Data Jenis Tanah	<i>Vector</i>	Indonesia Geospasial
Data Kemiringan Lahan/ Kelerengan	<i>Vector</i>	Data DEM (Referensi Elevasi Topografi)
Data Ketinggian Lahan/ Elevasi	<i>Vector</i>	Data DEM (Referensi Elevasi Topografi)
Data Tutupan Lahan	<i>Vector</i>	Indonesia Geospasial

### 3.4. Pra-Pengolahan

Pada tahapan pra pengolahan data ini dilakukan *Query* pada data *Vector* batas Administrasi Kabupaten dan Kecamatan Kota Bandar Lampung, dan *Clip* terhadap 5 variabel, untuk lebih lengkapnya sebagai berikut.

#### 3.4.1. *Cropping Area Penelitian*

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan input *shapefile* batas administrasi Kabupaten/Kota seluruh Indonesia Kemudian buka data *attribute layer shapefile* tersebut kemudian klik *select by attributes* -> WADMKC -> *get unique values* -> Kota Bandar Lampung seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. *Select by Attributes*

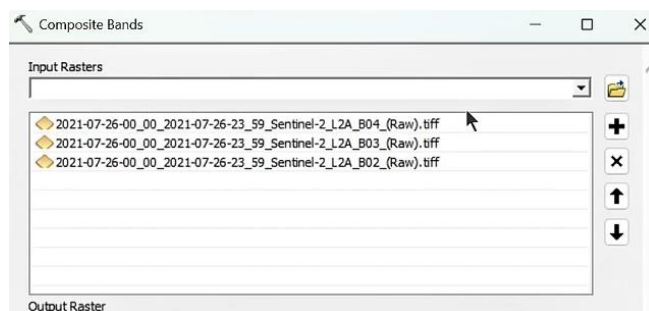
Kemudian klik *switch selection -> delete field* maka secara otomatis data *shapefile* yang bukan bagian dari Kota Bandar Lampung akan terhapus seperti gambar dibawah ini.



Gambar 5. *Clip Shapefile Kota Bandar Lampung*

### 3.4.2. Proses Koreksi Atmosferik Citra Satelit Sentinel 2

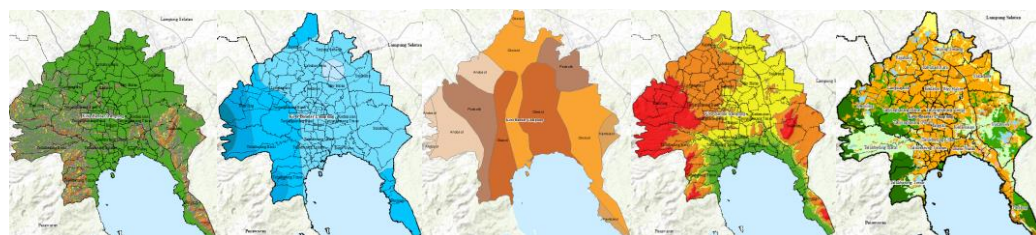
Tahapan awal yang harus dilakukan adalah melakukan Koreksi Band dan Atmosferik pada citra Sentinel 2, namun karena citra sentinel yang saya gunakan sudah terkoreksi saat saya unduh jadi yang perlu dilakukan hanyalah *Composite Band* saja agar data citra yang digunakan dapat menghasilkan warna yang baik. Cara mengolahnya dengan cara membuka aplikasi *ArcGIS*-> *Composite Band* -> input citra satelit Sentinel 2 seperti gambar dibawah ini.



Gambar 6. Tampilan *Tools Composite Band*

### 3.5. Cropping Variabel Kerawanan Banjir

Sebelum dilakukan tahapan pengolahan data hal yang harus dilakukan adalah melakukan pemotongan agar saat pengolahan terfokus hanya pada wilayah penelitian saja yaitu Kecamatan Kemiling, pemotongan dilakukan terhadap data raster citra satelit Sentinel 2 terkoreksi, data raster demnas dan data vector curah hujan, jenis tanah dan Ketinggian. dengan cara klik data management tools -> raster -> clip, dibawah ini merupakan hasil proses clip.



(a) (b) (c) (d) (e)  
Gambar 7. (a) Kemiringan Lereng, (b) Curah Hujan, (c) Jenis Tanah, (d) Ketinggian/Elevasi dan (e) Tutupan Lahan

### 3.6. Pengolahan Data

Pada tahapan pengolahan data ini dilakukan menjadi beberapa tahapan yaitu dimulai dengan melakukan pemotongan batas administrasi sesuai lokasi penelitian, melakukan pengolahan terhadap variabel tutupan lahan, kemiringan lereng dan infiltrasi curah hujan, melakukan uji akurasi klasifikasi tutupan lahan, melakukan perhitungan skoring dan bobot, melakukan overlay dan tahapan terakhir melakukan analisis perhitungan tiap kelas kerawanan banjirnya antara lain sebagai berikut.

#### 3.6.1. Pengolahan Variabel Kerawanan Banjir

##### 1. Pengolahan Variabel Tutupan Lahan Tahun 2021-2025

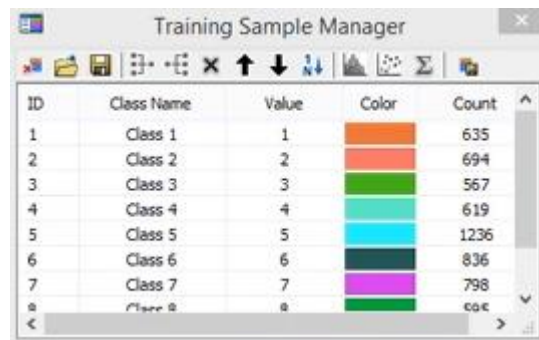
Jika sudah selesai melakukan tahapan sebelumnya maka selanjutnya melakukan proses klasifikasi terbimbing diawali dengan menentukan sampel dari tiap kelas tutupan lahan yang ada di Kota Bandar Lampung dengan cara create polygon. Dalam melakukan klasifikasi sampel tiap tutupan lahannya perlu memperhatikan komposisi RGB dan ciri-ciri dari tiap bentuk tutupan lahannya menurut ketentuan dari (Indonesia, 2010). Dibawah ini merupakan tabel hasil dari pengamatan tiap objek yang ada dilapangan.

Tabel 14. Klasifikasi Tiap Kelas Tutupan Lahan

No	Tutupan Lahan	Tekstual
1	Vegetasi	Warna hijau tua dan muda, berbentuk tidak teratur, berukuran besar, tekstur kasar, pola tidak teratur.
2	Lahan Terbuka	Warna coklat hingga kuning ke oranye, berbentuk persegi hingga tidak teratur, berukuran kecil hingga besar, tekstur sedikit halus, pola tidak teratur.
3	Lahan Terbangun	Warna merah muda, putih hingga ungu, berbentuk persegi, berukuran kecil hingga besar, tekstur kasar, pola tidak teratur.

Sumber: (Somantri, 2009)

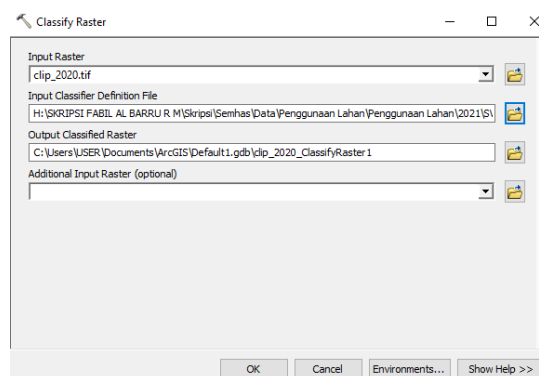
Jika sudah mengelompokkan sampel sesuai kelas tutupan lahan yang diinginkan kemudian gabungkan dengan cara klik training sample manager -> block semua sampel tersebut -> klik merge training samples agar menjadi satu kelompok kemudian lakukan save agar data tersebut tidak hilang.



ID	Class Name	Value	Color	Count
1	Class 1	1	Orange	635
2	Class 2	2	Red	694
3	Class 3	3	Green	567
4	Class 4	4	Cyan	619
5	Class 5	5	Light Blue	1236
6	Class 6	6	Dark Blue	836
7	Class 7	7	Purple	798
8	Class 8	8	Dark Green	604

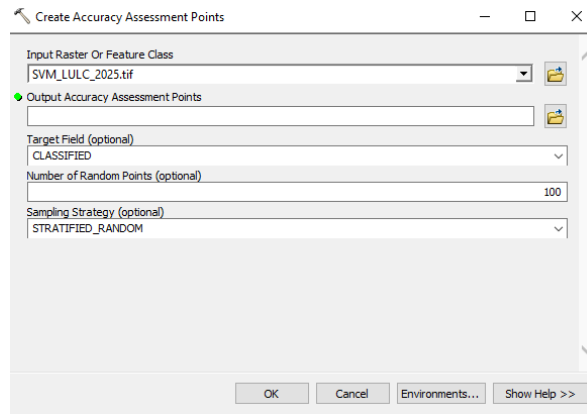
Gambar 8. *Training Sample Manager*

Jika sudah melakukan analisis training sample pada tiap kelas tutupan lahan selanjutnya melakukan *train support vector machine classifier*. Pada tahapan akhir lakukan pemrosesan dari klasifikasi *SVM* yaitu dengan *input* data *raster* yang telah diperoleh dari tahapan *train support vector machine*.



Gambar 9. *Classify Raster*

Maka Langkah Selanjutnya adalah melakukan uji validasi terhadap data yang telah dilakukan klasifikasi terbimbing dengan menggunakan metode *stratified random sampling* dengan total 75% dari jumlah sampel ketentuan sebagai berikut.



Gambar 10. *Create Accuracy Assessment Points*

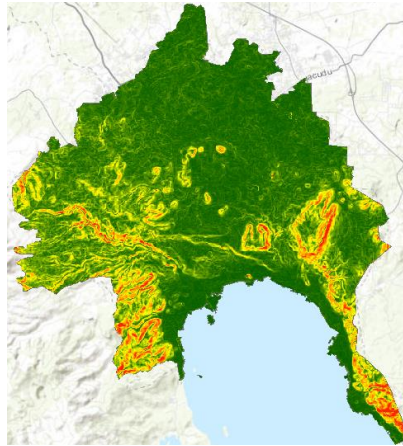
Uji validasi yang dilakukan untuk tutupan lahan menggunakan bantuan aplikasi *google earth pro* menggunakan koordinat titik uji yang telah didapat pada aplikasi *ArcGIS*. Kemudian isi kolom *ground truth* pada data *attribute* dengan urutan angka tiap kelas tutupan lahannya dengan menyesuaikan keadaan dilapangan dengan mengubah angka pada kolom *ground truth*. Jika sudah selesai dilakukan validasi menggunakan aplikasi *google earth* selanjutnya lakukan perhitungan *confusion matrix*.

ID	Shape	Classified	Ground Truth	Koordinat (X)	Koordinat (Y)
0	Point	4	4	105,218225	-5,374106
1	Point	4	4	105,212299	-5,378298
2	Point	4	4	105,201079	-5,390566
3	Point	4	4	105,2079	-5,40051
4	Point	4	-1	105,210042	-5,392067
5	Point	4	-1	105,193518	-5,412759
6	Point	4	-1	105,200629	-5,414625
7	Point	5	-1	105,20677	-5,401072
8	Point	7	-1	105,213059	-5,393952
9	Point	2	-1	105,196836	-5,37388
10	Point	2	-1	105,219096	-5,378419
11	Point	2	-1	105,220899	-5,397147
12	Point	2	-1	105,208723	-5,379106
13	Point	2	-1	105,190968	-5,403385
14	Point	2	-1	105,213742	-5,40736
15	Point	2	-1	105,196448	-5,408999
16	Point	2	-1	105,209035	-5,374006
17	Point	2	-1	105,202731	-5,413324
18	Point	3	-1	105,219197	-5,382671
19	Point	2	-1	105,192543	-5,399668
20	Point	3	-1	105,194449	-5,397353
21	Point	3	-1	105,210635	-5,398257
22	Point	3	-1	105,204171	-5,389962

Gambar 11. *Editing Groung Truth*

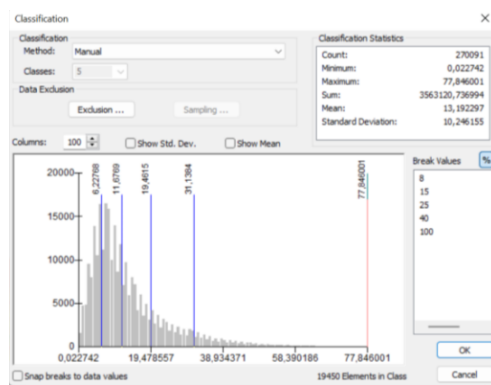
## 2. Pengolahan Variabel Kemiringan Lereng

Lakukan pemrosesan slope dengan data clip DEM, dibawah ini merupakan hasil dari pemrosesan slope.



Gambar 12. *Slope*

Selanjutnya lakukan *reclassify* untuk melakukan proses pemilihan kelas kemiringan lereng sesuai yang diinginkan dengan ketentuan sebagai berikut.



Gambar 13. *Reclassify Slope*

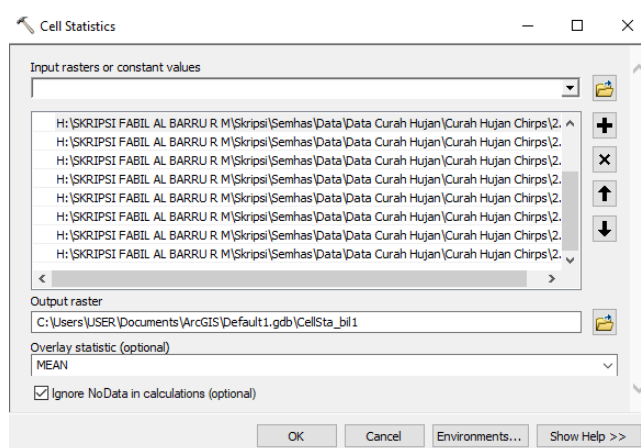
Setelah itu ubah format data *raster* ke *vector* kemudian lakukan *dissolve* agar data atributnya menjadi sederhana dengan cara mengelompokkan data yang sama. Langkah terakhir adalah melakukan input kelas lereng pada atribut table yaitu; kemiringan lereng, klasifikasi, luas, kemudian isi dan hitung luas kemiringan lereng menggunakan *calculate geometry* seperti dibawah ini.

FID	Shape	Kelas	Kemiringan Lereng (%)	Klasifikasi	Luas (Ha)
0	Polygon	1	0 - 8	Datar	448,135253
1	Polygon	2	8 - 15	Landai	612,132485
2	Polygon	3	15 - 25	Bergelombang	426,941939
3	Polygon	4	25 - 40	Curam	284,628111
4	Polygon	5	> 40	Sangat Curam	90,036086

Gambar 14. *Attribute* Tabel Kemiringan Lereng

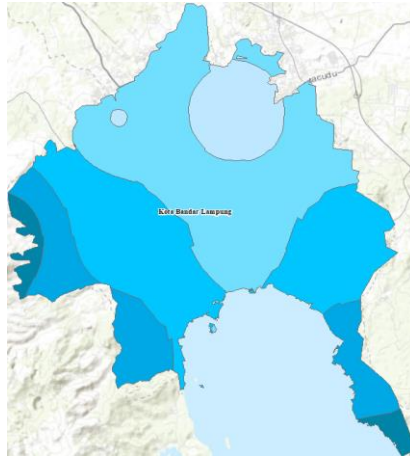
### 3. Pengolahan Variabel Curah Hujan

Hal pertama yang harus dilakukan adalah penggabungan data CHIRPS tiap bulannya menjadi satu kesatuan dengan menggunakan *Cell Statistics*, lalu menyetel *Overlay Statisticnya* menjadi *Mean* karena yang saya gunakan adalah rata-rata curah hujan Pertahun.



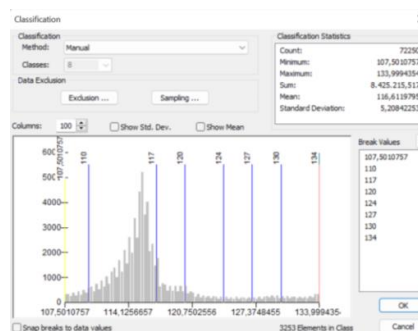
Gambar 15. *Cell Statistics*

Lalu setelah data nya sudah menjadi satu, kemudian proyeksikan data tersebut ke dalam bentuk *Point* lalu di proyeksikan ke UTM agar sesuai dengan lokasi yang diinginkan, lalu lakukan *Clip* terhadap daerah tujuan. Setelahnya lakukan interpolasi *IDW*.



Gambar 16. Proses Interpolasi *IDW*

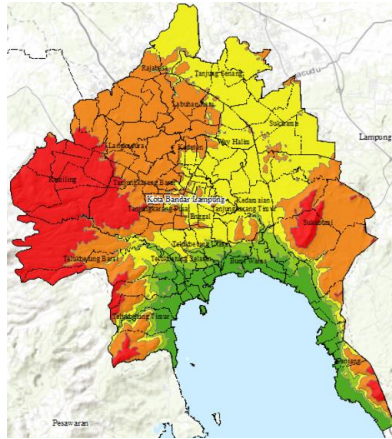
Lalu lakukan reclassify data interpolasi tersebut dengan cara klik *reclass-> reclassify* kemudian atur kelas menjadi lima dengan ketentuan sebagai berikut, setelah itu ubah data *raster* menjadi data *vector*.



Gambar 17. *Reclassify* Curah Hujan

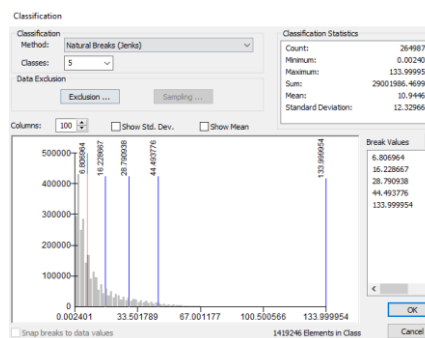
#### 4. Pengolahan Variabel Jenis Tanah

Sama halnya dengan memproses variabel kemiringan lereng atau *Slope*. dengan data *Clip DEM*. Dibawah merupakan hasil dari pemrosesan Elevasi.



Gambar 18. Elevasi

Selanjutnya lakukan *reclassify* untuk melakukan proses pemilihan kelas Elevasi / Ketinggian sesuai yang diinginkan.



Gambar 19. *Reclassify* Elevasi

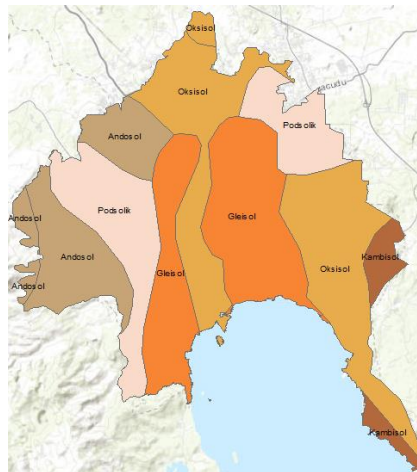
Setelah itu ubah format data *raster* ke *vector* kemudian lakukan *dissolve* agar data atributnya menjadi sederhana dengan cara mengelompokkan data yang sama. Langkah terakhir adalah melakukan input kelas lereng pada atribut table yaitu; kemiringan lereng, klasifikasi, luas, kemudian isi dan hitung luas kemiringan lereng menggunakan *calculate geometry* seperti dibawah ini

Diss_Elevasi2						
FID	Shape	gridcode	ELEVASI	Bobot_Elev	Skor_Elev	SkorT_Elev
0	Polygon	1	<50	0.10	5	0.5
1	Polygon	2	50-100	0.10	4	0.4
2	Polygon	3	100-200	0.10	3	0.3
3	Polygon	4	200-500	0.10	2	0.2
4	Polygon	5	>500	0.10	1	0.1

Gambar 20. *Attribute* Table Elevasi

## 5. Pengolahan Variabel Jenis Tanah

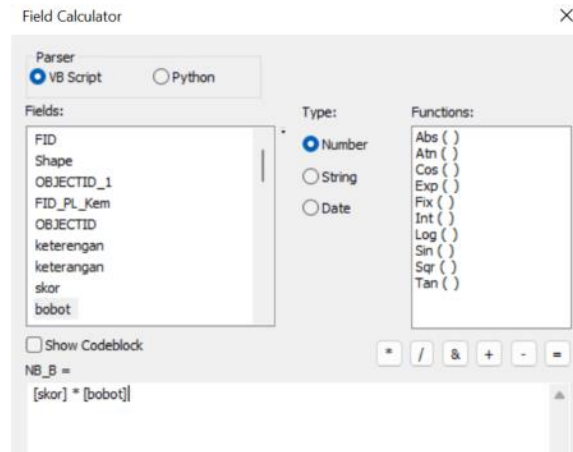
Lalu yang terakhir ada data Variabel Jenis Tanah, dimana yang perlu dilakukan ialah meng *Clip* data Jenis tanah yang sudah ada dengan data lokasi penelitian kita, selanjutnya menentukan Jenis tanahnya seperti dibawah ini.



Gambar 21. Jenis Tanah

### 3.6.2. Perhitungan Skor dan Bobot Tiap Variabel

Jika sudah melakukan pengolahan terhadap 5 variabel maka langkah selanjutnya melakukan perhitungan skoring dan pembobotan dengan cara membuat field baru dengan nama skor, bobot dan nilai bobot pada data attribute 5 variabelnya. Setelah itu lakukan pengisian nilai skor dan bobot sesuai dengan nilai yang telah ada kemudian lakukan perkalian pada field calculator pada kolom nilai bobot sebagai berikut.



Gambar 22. Perhitungan Nilai Bobot

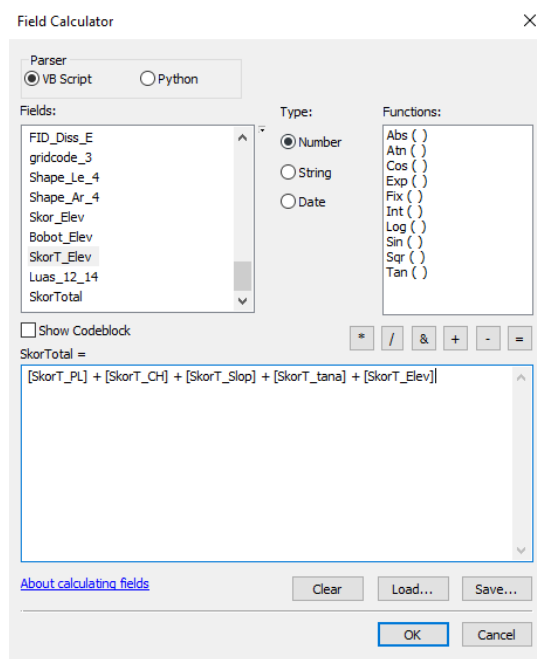
### 3.6.3. *Overlay* dan Perhitungan Kelas Kerawanan Banjir

Langkah selanjutnya melakukan penggabungan 5 Variabel peta tersebut menjadi satu dengan cara *intersect* yaitu klik *analyst tools* -> *union* -> *intersect*. Jika sudah tergabung data-data tersebut maka langkah selanjutnya membuat kolom baru pada data attribute dengan nama total dan lakukan penjumlahan nilai bobot 5 tersebut.



Gambar 23. *Intersect* 5 Variabel

Setelah dilakukan *overlay* dari 5 variabel kerawanan banjir yakni, tutupan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan elevasi. Dilakukan skoring total dari kelima variable tersebut untuk selanjutnya dilakukan penentuan kelas untuk kerawanan banjir.



Gambar 24. Perhitungan Skor Total Kerawanan Banjir

Kemudian menentukan tingkatan Kerawanan Banjir dengan cara melakukan perhitungan menggunakan rumus sturges pada aplikasi ms.excel. Kemudian tambah kolom pada data attribute layer Kerawanan Banjir dengan nama kolom kerawanan lalu lakukan pengisian pada kolom kerawanan sesuai nilai dibawah ini.

Interval Sturges =	$\frac{\text{Nilai Tertinggi}-\text{Nilai Terendah}}{\text{Jumlah Kelas}}$	Nilai Terendah = 1.55	tidak rawan	1.55-2.45
		Nilai Tertinggi = 4.25	cukup rawan	2.45-3.35
		Interval Kelas = 0.9	sangat rawan	3.35-4.25
=	$\frac{4.25-1.55}{3} = 2.7$			

Gambar 25. Perhitungan Rumus Interval Sturges

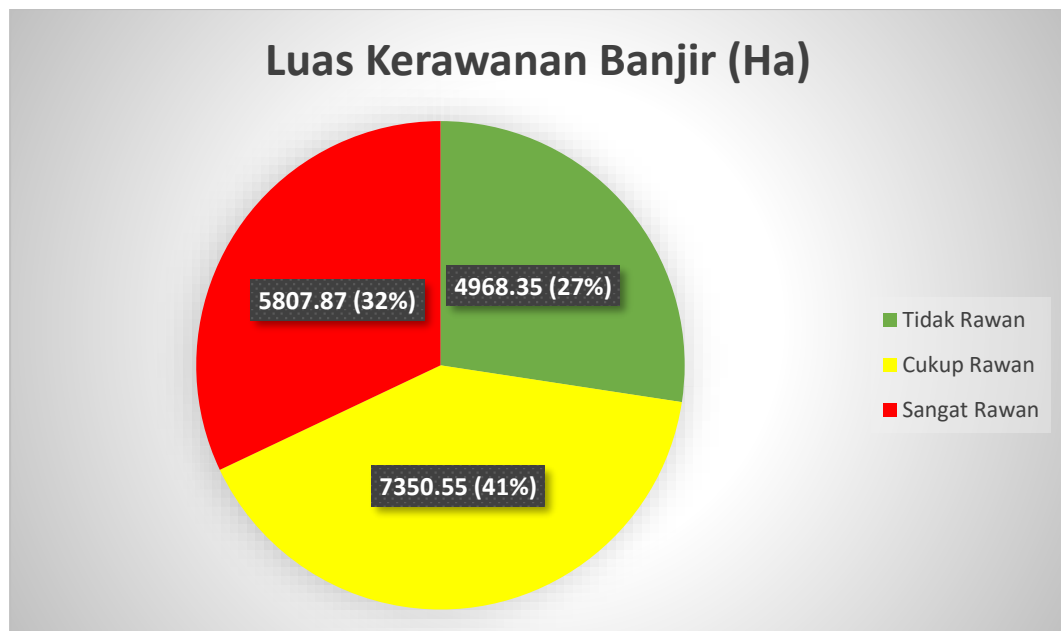
### 3.7. Analisis Data

Pada tahapan analisis data yang dilakukan adalah melakukan perhitungan luas dan persen dari tiap kelas kerawanan yang ada. Dalam perhitungan luas dan persen kelas Kerawanan yaitu dengan cara membuat *field* baru pada *layer* data *attribute* kemudian dilakukan perhitungan luas menggunakan *calculate geometry*. Setelah itu *export* menjadi data *text* dan *export* Kembali data *text* tersebut menjadi data *excel* dengan memanfaatkan *conversion tools to excel*.

FID *	Shape *	kerawana_1	Shape_Length	Shape_Area	Luas_Ha
1	Polygon ZM	Cukup Rawan	5359069.053516	73505542.388423	7350.55 Ha
2	Polygon ZM	Sangat Rawan	4046060.675541	58078770.214965	5807.87 Ha
3	Polygon ZM	Tidak Rawan	1554893.663194	49683582.608147	4968.35 Ha

Gambar 26 Luas Kelas Kerawanan Banjir

Pada *ms.excel* lakukan perhitungan kekritisitas tersebut dalam persen kemudian hitung Kembali luasnya menjadi per-Kecamatan Bandar Lampung selanjutnya buat data luas tersebut dalam grafik batang 3D seperti gambar dibawah ini.



Gambar 27. Grafik Luas Kerawanan Banjir

### 3.8. Uji Regresi dan Korelasi

Pengolahan berikutnya dengan melakukan analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui hubungan perubahan tutupan lahan dengan tingkat kerawanan banjir. Berikut merupakan perhitungan uji regresi dan korelasi.

- a. Perhitungan uji regresi dan korelasi dipergunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variabel independen dengan variabel dependen. Pada uji ini variabel dependen atau variabel terikatnya adalah kerawanan banjir, dan variabel bebasnya yaitu tutupan lahan.
- b. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai korelasi yang memberikan informasi tentang besar dan kuat tidaknya hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Selanjutnya, dilakukan analisis regresi linier sederhana untuk menguji pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap tingkat kerawanan banjir.
- c. Kemudian, hal yang dilakukan setelah melakukan analisis regresi yaitu menginterpretasi hasilnya, Jika nilai korelasi positif dan signifikan, maka variabel tersebut memiliki pengaruh yang positif terhadap tingkat kerawanan banjir. Dalam analisis regresi dapat dilihat dari besarnya koefisien regresi untuk variabel tutupan lahan, yang menunjukkan seberapa besar pengaruh variabel tersebut terhadap kerawanan banjir. Dengan melakukan pengujian korelasi dan regresi linier, dapat memperoleh informasi yang lebih rinci dan akurat mengenai hubungan antara tutupan lahan dengan kerawanan banjir.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan Tutupan Lahan yang terjadi seiring dengan waktu dari tahun 2021-2025 di Kota Bandar Lampung dapat dilihat dari kelas klasifikasi yang ada. Dimana terdapat 3 kelas yakni, Vegetasi, Lahan Terbuka dan Lahan Terbangun. Dan untuk perubahan yang terjadi pada tahun 2021, kelas Vegetasi seluas 8330 (Ha) berkurang menjadi 6285 (Ha) pada tahun 2025, kelas Lahan Terbuka pada tahun 2021 seluas 4218 (Ha) meningkat menjadi 5056 (Ha) pada tahun 2025 dan Lahan Terbangun pada tahun 2021 seluas 5772 (Ha), menjadi seluas 6979 (Ha). Dimana kelas Lahan Terbangun dan Lahan Terbuka Meningkatkan signifikan sedangkan kelas Vegetasi menurun.
2. Distribusi tingkat Kerawanan Banjir di Kota Bandar Lampung tahun 2025 terdiri dari tingkat Sangat Rawan seluas 7764,45 Ha (43%), Cukup Rawan seluas 6111,54 Ha (34%) dan Tidak Rawan seluas 4444,01 Ha (23%). Dimana Persebaran lokasi rawan banjir terjadi di hampir seluruh bagian Kota Bandar Lampung, Dengan sebagian besar lokasi yang sangat rawan terletak di Kecamatan Bumi Waras sejumlah 3 Kelurahan, Enggal 4 Kelurahan, Kedamaian 5 Kelurahan, Kedaton 3 Kelurahan, Labuhan Ratu 3 Kelurahan, Tanjungkarang Barat 4 Kelurahan, Tanjungkarang Timur 4 Kelurahan, Telukbetung Selatan 3 Kelurahan, Telukbetung Utara 3 Kelurahan dan Way Halim 3 Kelurahan. Dari total 126 Kelurahan yang ada, terdapat 45 Kelurahan yang terindikasi sangat rawan, 59 kelurahan cukup rawan, dan tidak rawan 22 kelurahan.

3. Korelasi antara dampak perubahan lahan terhadap kerawanan banjir adalah sangat berkaitan dari tahun 2021 hingga tahun 2025. Dimana tingkat perubahan vegetasi yang semakin menurun dan lahan terbangun serta lahan terbuka yang semakin meningkat, yang pada tahun 2025 vegetasi menurun sebanyak 2045 Ha, lahan terbuka meningkat sebanyak 838 Ha dan lahan terbangun meningkat sebanyak 1207 Ha. Mengakibatkan dampak luasan kerawanan banjir yang semakin meningkat, dimana tingkat kerawanan tidak rawan menurun sebanyak 2440,57 Ha, cukup rawan menurun sebanyak 1288,1 Ha dan sangat rawan meningkat sebanyak 3728,67 Ha sebanyak. Selain dari pada faktor lain seperti curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng dan elevasi. Perubahan lahan memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan banjir di Kota Bandar Lampung.

## 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variable yang akan digunakan dalam menentukan daerah persebaran daerah rawan banjir agar hasil yang diperoleh lebih baik dan akurat lagi.
2. Pada penelitian ini menggunakan citra satelit sentinel 2 dalam klasifikasi pengolahan tutupan lahannya. Namun masih memiliki beberapa kekurangan selain dari pada cakupannya yang cukup luas, adapula citra pada tahun tertentu yang memiliki rona warna yang tidak begitu baik seperti pewarnaan untuk vegetasi dan pemukiman yang terlihat serupa. Disarankan agar menggunakan citra beresolusi lebih tinggi dan lebih baik.
3. Pada penelitian ini menggunakan metode *support vector machine* dalam klasifikasi terbimbing penggunaan lahan dan *interpolation inverse distance weight* dalam pengolahan data curah hujan. Disarankan untuk penelitian berikutnya menggunakan metode yang berbeda sehingga dapat dilihat variasi metode lain sebagai pembandingnya.

4. Disarankan kepada instansi pemerintah terkait yang mempunyai kewajiban dan wewenang dalam menangani daerah rawan banjir agar dapat lebih mengawasi daerah yang sering kali terkena dan juga yang berpotensi banjir agar dapat ditanggulangi dan memiliki pencegahan bencana yang lebih baik lagi, karna selain dari pada banjir yang terjadi di Kota Bandar Lampung ini terbilang intens atau sering, seringkali penanganan dari pemerintah tidak cepat dan efektif dalam menanggulangi banjir. Disarankan agar pemerintah dapat melakukan mitigasi bencana banjir yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adibah, Niswatul.(2013). Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Analisis Daerah Resapan Air. *Jurnal Geodesi*. Semarang : UNDIP.
- Agustin, D. 2017. Analisis banjir dengan menggunakan citra satelit multilevel di Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban. *Fak. Tek. Sipil dan Perenc. Inst. Teknol. Sepuluh Nop*, 27-28.
- Arison dang, V., Sudarsono, B., dan Prasetyo, Y. 2015. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(1), 9-19. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2025.7462>
- Badan Informasi Geospasial. 2014. *Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan data Geospasial Mangrove* (hal. No 3).
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2007. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*. Jakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2012. Peraturan Kepala (Perka) BNPB Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta: BNPB.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2025. *Kota Bandar Lampung Dalam Angka 2025*. Bandar Lampung. 67-141.
- Baja, S. 2012. *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah: Pendekatan Spasial dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

- Balahanti, R., Mononimbar, W., dan Gosal, P. H. 2023. Analisis tingkat kerentanan banjir di kecamatan singkil kota manado. *Spasial*, 11(1), 69-79.
- Bolton, D. K. 2020. *Continental-scale land surface phenology from harmonized Landsat 8 and Sentinel-2 imagery, Remote Sensing of Environment. Elsevier Inc., 240.* doi: 10.1016/j.rse.2020.111685.
- Cahyono, H. 2016. Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Berbasis Sistem Informasi Geografis Untuk Sosialisasi Kesiapsiagaan Stakeholder Dalam Menghadapi Bencana Banjir. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 13(2), 136-149.
- 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.
- Fajarini, R., Barus, B., dan Panuju, D. R. 2015. Dinamika perubahan penggunaan lahan dan prediksinya untuk tahun 2025 serta keterkaitannya dengan perencanaan tata ruang 2005-2025 di Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 17(1), 8-15. <https://doi.org/10.29244/jitl.17.1.8-15>.
- Hoirisky, C., Rahmadi, R., dan Harahap, T. 2018. Pengaruh Perubahan Pola Penggunaan Lahan Terhadap Banjir di DAS Buah Kota Palembang. *In Seminar Nasional Hari Air Sedunia*. 1(1), 14-25.
- Indonesia, S. N. 2010. Klasifikasi penutup Lahan. *Jakarta. Indonesia*.
- Imansyah, N. H., Yuniarman, A., dan Mahendra, Y. I. 2019. Identifikasi Tingkat Kerawanan Bencana Banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Dodokan Kab. Lombok Barat. *Jurnal Planoearth*, 4(1), 1-5. <https://doi.org/10.31764/jpe.v4i1.693>.
- Irsan, L. M., Hasanah, N., Musyawarah, R., Garusu, E. H., dan Aldiansyah, S. 2024. Analisis transformasi lahan menggunakan citra satelit landsat multi temporal. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 9(1), 34-43.

- Jusfarida, J. 2021. Analisis Zona Rawan Banjir Berbasis Pemetaan Geologi Pada Wilayah DAS Rejoso dan Sekitarnya di Kabupaten Pasuruan. *In Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 9(1), 515-521.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 1990-2016. 2020. *Akurasi Data penutup Lahan Nasional*. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kota Bandar Lampung Dalam Angka. 2023. In *Kota Bandar Lampung Dalam Angka* (Hal.105).
- Kenranto, R. A., Hidayat, H., dan Bioresita, F. 2024. Analisis Genangan Banjir Terhadap Penutup Lahan di Wilayah Tangerang Menggunakan Data Citra Sentinel-1 dan Sentinel-2. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 7(1), 14-22. <https://doi.org/10.22146/jgise.87579>.
- Kodoatie, Robert J., Suharyanto., Sangkawati,Sri., dan Edhisono, Sutarto. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Air dalam Otonomi Daerah*. Yogyakarta: CV Andi.
- Kurniawan, A., & Suryadi, I. 2020. Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis dengan Metode Weighted Overlay di Kota Semarang. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 22(1), 45-56.
- Kusumo, P., dan Nursari, E. 2016. Zonasi tingkat kerawanan banjir dengan sistem informasi geografis pada DAS Cidurian Kab. Serang, Banten. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 1(1). <https://doi.org/10.30998/string.v1i1.966>.
- Kuswadi, D., Zulkarnain, I., dan Suprpto, S. 2014. Identifikasi Wilayah Rawan Banjir Kota Bandar Lampung Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*, 6(1), 22-33.
- Lantzanakis, G., Mitraka, Z., dan Chrysoulakis, N. 2017. *Comparison of physically and image based atmospheric correction methods for Sentinel-2 satellite imagery. Perspectives on atmospheric sciences*, 255-261. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-35095-0\\_36](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-35095-0_36)

- Lillesand, T., Kiefer, R. W., dan Chipman, J. 2015. *Remote sensing and image interpretation*.
- Lucyana, M. T., dan Azwar, M. T. 2022. Analisa perubahan tata guna lahan terhadap resapan air di Desa Kemilau Baru Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Deformasi*, 7(1), 74-81. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i1.7880>.
- Mahyunis, R. V., Sayuti, S. F., Hermastuti, G. A., Baladiah, D. S. P., & Rahmayani, I. 2021. Pemetaan daerah potensi rawan banjir dengan sistem informasi geografi metode weighted overlay di kelurahan keteguhan. *Buguh: jurnal pengabdian kepada masyarakat*, 1(3). <https://doi.org/10.23960/buguh.v1n3.138>.
- Mather, P. M., dan Koch, M. 2011. *Computer processing of remotely-sensed images: an introduction*. John Wiley dan Sons.
- Matondang, J. P., Kahar, S., dan Sasmito, B. 2013. Analisis zonasi daerah rentan banjir dengan pemanfaatan sistem informasi geografis (Studi kasus: Kota Kendal dan Sekitarnya). *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2).
- Mubarok, R., Widyasamratri, H., dan Budi, S. P. 2022. Analisis Perubahan Lahan Studi Kasus: Kecamatan Mijen Kota Semarang, Kota Malang, dan Bali. *Jurnal Kajian Ruang*, 2(2), 204-213. <https://doi.org/10.30659/jkr.v2i2.26533>.
- Muda, S. A., Sunarti, S., dan Endriani, E. 2019. Sebaran area dan tingkat kekeringan di DAS Kenali Besar. Universitas Jambi.
- Mukherjee, S., Mukhopadhyay, A., Bhardwaj, A., Mondal, A., Kundu, S., dan Hazra, S. 2012. *Digital elevation model generation and retrieval of terrain attributes using CARTOSAT-1 stereo data*. *International Journal of Science and Technology*, 2(5), 265-271.
- Nurwidyaningrum, D., Sari, T. W., Wulandari, L. S., Wajih, A., dan Damianto, B. 2023. Penerapan Rain Water Harvesting pada Sumur Resapan untuk Kawasan Rawan Banjir. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 123-127.

- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia. 2009. Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH-DAS) Nomor: P.32/Menhut-II.
- Permatasari, R., Arwin, A., dan Natakusumah, D. K. 2017. Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap rezim hidrologi DAS (studi kasus: DAS Komering). *Jurnal Teknik Sipil*, 24(1), 91-98.
- Pertiwi, P. C., Hisyam, E. S., dan Yofianti, D. 2019. Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Jumlah Aliran Permukaan Pada Das Pompong Di Kabupaten Bangka. In *Proceedings Of National Colloquium Research And Community Service*. 3, 45-49.
- Primayuda, A. 2006. Pemetaan Daerah Rawan dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis : studi kasus Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Skripsi Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Purboyo, A. A., Ramadhan, A. H., Safitri, E., Ridwana, R., dan Himayah, S. 2021. Identifikasi Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Metode *Normalized Difference Vegetation Index* di Kota Depok (*Identification of Green Open Spaces Using the Normalized Difference Vegetation Index in Depok City*). *J SIG (Jurnal Sains Informasi Geografi)*, 4(1), 12-21.
- Purnama, A. 2008. Pemetaan Kawasan Rawan Banjir di Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Institut Pertanian Bogor.
- Purwanto, A. D., Ibrahim, A., Ulfa, A., Parwati, E., dan Supriyono, A. 2022. Pengembangan Model Identifikasi Habitat Bentik Menggunakan Pendekatan Segmentasi *Object-Based Image Analysis (OBIA)* dan Algoritma *Machine Learning* (Studi Kasus: Pulau Pari, Kepulauan Seribu). *Jurnal Kelautan Nasional*, 17(2), 131. <https://doi.org/https://doi.org/10.15578/jkn.v17i2.10377>

- Priyana, Y., Anna, A. N., dan Sigit, A. A. 2015. Pembuatan Jalur Evakuasi Alternatif Berdasarkan Model Simulasi Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo di Kota Surakarta Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Sig). *In Prosiding Seminar Nasional & Internasional*.
- Rafsanjani, M. R. 2016. Estimasi Sumberdaya Bijih Nikel Laterit Dengan Menggunakan Metode IDW Di Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 4(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.33536/jg.v4i1.39>
- Reboisasi, D. 1998. Keputusan Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan Nomor: 041/Kpts/V/1998. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Reyhan, I. C., Satriyo, P., dan Chairani, S. 2020. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Luas Daerah Resapan Air Di Sub DAS Laut Tawar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 361-370. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v5i1.13750>.
- Sampurno, R. M., dan Thoriq, A. 2016. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra landast 8 *operational land imager (OLI)* di Kabupaten Sumedang (*Land Cover classification using landsat 8 operational land imager (OLI) data in Sumedang Regency*). *Jurnal Teknotan*, 10(2), 1067-1978. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.9>
- Sauda, R. H., Nugraha, A. L., dan others. 2019. Kajian pemetaan kerentanan banjir rob di kabupaten pekalongan. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 466-474. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jgundip.2019.22777>
- Sawitri, R., Baco, D., Ulfiyana, R., dan Karo-karo, T. 2021. Aplikasi citra landsat untuk pemetaan daerah rawan longsor di kabupaten bandung. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 2(2), 65-73. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i2.42>.
- Septian, A., Elvarani, A. Y., Putri, A. S., Maulia, I., Damayanti, L., Pahlevi, M. Z., dan Aswad, F. H. 2020. Identifikasi zona potensi banjir berbasis sistem informasi geografis menggunakan metode overlay dengan scoring di kabupaten agam, sumatera barat. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 1(1), 11-22. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.25>.

- Somantri, L. 2009. Teknologi Penginderaan jauh (*Remote Sensing*). *Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Sugianto, S. 2022. Analisis Risiko Bencana Banjir Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang. *Prosiding FTSP Series*, 383-390.
- Suhardiman, 2012. Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Sub DAS Walanae Hilir. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Susilowati, S., dan Sadad, I. 2015. Analisa karakteristik curah hujan di Kota Bandar Lampung. *Konstruksia*, 7(1)<https://doi.org/https://doi.org/10.24853/jk.7.1.%25p>
- Sutanto. 1986. Penginderaan Jauh. *Gadjah Mada University Press, jilid I*, 1986.
- Tamburaka, E. 2021. ANALISIS spasial titik dan jalur evakuasi dalam mitigasi pengurangan risiko bencana banjir di kecamatan mandonga kota kendari. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 13(2), 16-23. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v13i2.121>.
- Theml, S. 2008. Katalog Methodologi Penyusunan Peta Geo Hazard dengan GIS. Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias. Banda Aceh.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. (2007). Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- USGS. 2015. *Using the USGS Sentinel-2 Data Product*. <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2>
- Wahyuni, D., dan Oktriani, Z. 2023. A Prediksi Bencana Banjir Dengan Menggunakan Single Moving Average Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung: Flood Disaster Prediction Using Single Moving Average in the Province of Bangka Belitung Island. *Fraction: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 3(1), 23-28. <https://doi.org/10.33019/fraction.v3i1.42>.

Wibowo, M. 2006. Model Penentuan Kawasan Resapan Air untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 1(1).

Yuliara, I. M. (2016). Regresi Linier Sederhana. In *Universitas Udayana* (Vol. 62, Issue 4). Available at : <https://doi.org/10.1093/bja/62.4.429>