

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah pembahasan mengenai konsep teoritik berbagai metode, kelebihan dan kekurangan yang dalam karya ilmiah dilanjutkan dengan pemilihan metode yang digunakan. Sedangkan pengertian metode penelitian adalah mengemukakan secara teknis tentang metode - metode yang digunakan dalam penelitiannya. Perbedaan antara metodologi dan metode yaitu metodologi adalah metode ilmiah yaitu langkah - langkah yang sistematis untuk memperoleh ilmu, sedangkan metode adalah prosedur atau cara mengetahui sesuatu dengan langkah - langkah sistematis tersebut. (Hidayat dan Sedarmayanti 2002).

Pada penelitian ini menggunakan teknologi Penginderaan Jauh dengan metode analisis keruangan, dan pendekatan *fuzzy logic*. Dijabarkan bahwa pendekatan *fuzzy logic* pada teknologi Penginderaan Jauh dilakukan untuk melakukan penentuan nilai yang bertujuan untuk mendapatkan klasifikasi pada lahan kritis. *Output* atau hasil berupa analisis peta lahan kritis di Kecamatan Kertasari menggunakan *fuzzy logic*.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di wilayah Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Secara geografi letak Kecamatan Kertasari berada pada posisi koordinat 107°37'12" BT - 107°44'24" BT dan 07°8'31,2"LS - 07°39'12" LS (Peta Rupa Bumi Indonesia lembar 1208-614 Negla, lembar 1208-613 Cibungur dan lembar 1208-632 Lebaksari). Berikut merupakan kecamatan yang terletak di sebelah selatan Kecamatan Kertasari yang berbatasan dengan wilayah-wilayah:

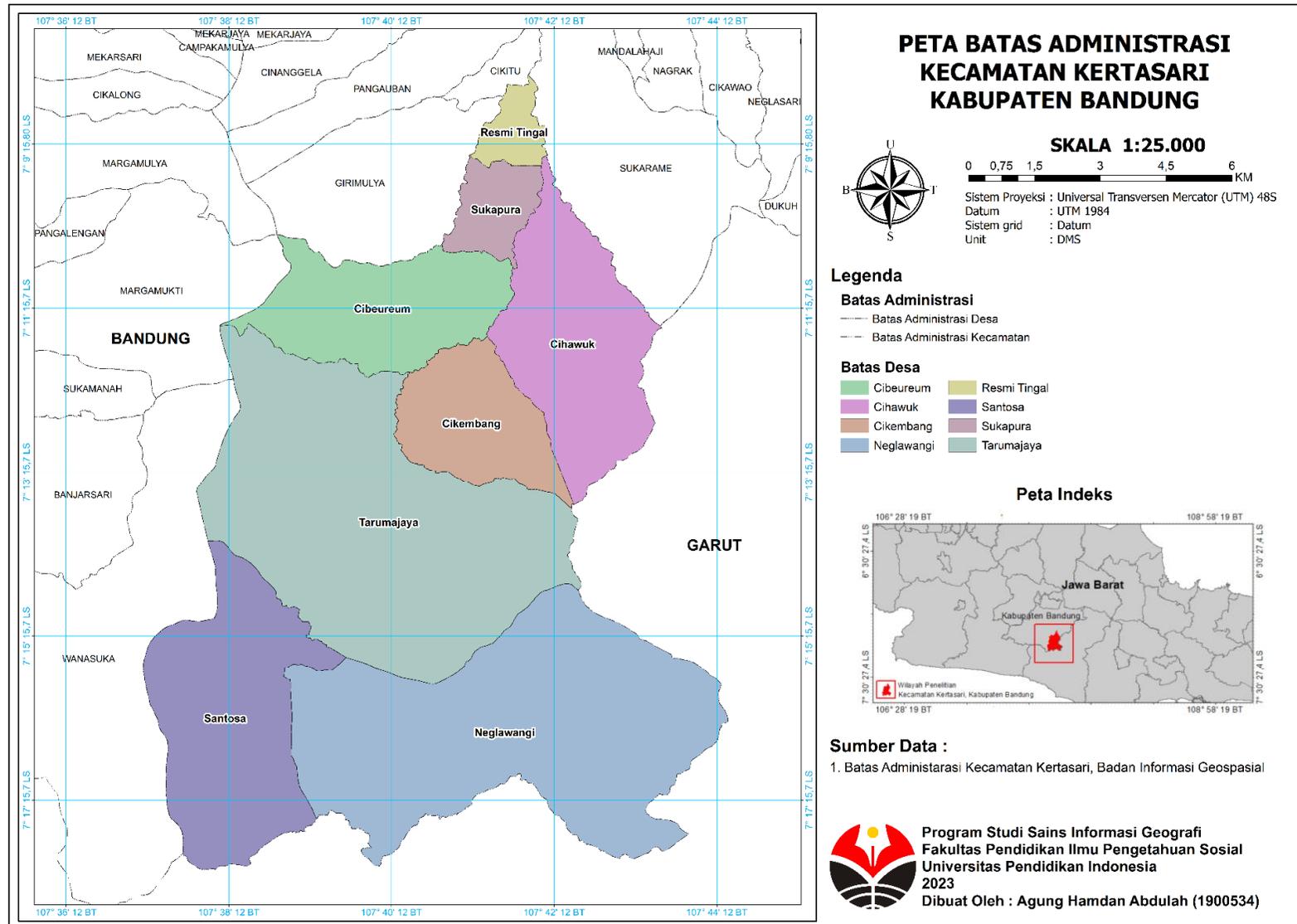
- a. Sebelah Utara : berbatasan dengan Kecamatan Pacet
- b. Sebelah Barat : berbatasan dengan Kecamatan Pangalengan
- c. Sebelah Timur : berbatasan dengan Kabupaten Garut
- d. Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kabupaten Garut

Tabel 3.1 Luas Wilayah Tiap Desa Di Kecamatan Kertasari

No	Desa	Luas Wilayah (ha)
1	Neglawangi	4.447
2	Santosa	2.279
3	Tarumaja	2.743
4	Cikembang	1.370
5	Cibeureum	2.603
6	Cihawuk	931
7	Sukapura	597
8	Resmitinggal	328
Total		15.299

Sumber : BPS Kabupaten Bandung, 2021

Berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia tersebut, Kecamatan Kertasari berada pada ketinggian 1.100 – 2600 meter diatas permukaan laut. Luas wilayah Kecamatan Kertasari adalah 15.299 ha, dengan luas terluas pada Desa Neglawangi dengan luas 4.447 ha dan luas terkecil pada Desa Resmitinggal dengan luas 328 ha. Kecamatan Kertasari ini memiliki 8 Desa, 37 Dusun, 126 RW dan 412 RT. Jumlah penduduknya sekitar 71.992 jiwa, yang terdiri atas laki-laki 36.754 jiwa dan perempuan 35.238 jiwa. Sebagian besar penduduk bermata pencaharian sebagai petani dan buruh tani. (BPS Kabupaten Bandung, 2021).



Gambar 3.1 Peta Batas Administrasi Kecamatan Kertasari

Agung Hamdan Abdulah, 2023

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A UNTUK ANALISIS LAHAN KRITIS MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC DI KECAMATAN KERTASARI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Pra Penelitian																													
	Menentukan tema permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian (identifikasi masalah)																													
	Menentukan judul penelitian																													
	Mencari sumber literatur																													
	Mendeskripsikan usulan penelitian dalam bentuk tulisan ilmiah (menyusun proposal)																													
2	Pelaksanaan Penelitian																													
		Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari				
	Tahap pengumpulan data, data sekunder dan data primer																													
		Februari				Maret				April				Mei				Juni												
	Pengolahan Data dan Pembuatan Peta																													
	Analisis data																													
Validasi lapangan																														
3	Pasca Penelitian																													
	Penyusunan Laporan																													

Sumber: Hasil analisis peneliti, 2023

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan dari kelompok atau objek penelitian yang memiliki karakteristik umum, terdiri dari bidang – bidang untuk diteliti, populasi ini akan menjadi pusat perhatian, sumber data penelitian dan akan dipelajari kemudian ditarik kesimpulan. Berdasarkan pengertian tersebut maka populasi dalam penelitian ini adalah desa di wilayah Kecamatan Kertasari yang menjadi lokasi penelitian dan menjadi calon dari alternatif lokasi lahan kritis di Kecamatan Kertasari (Harneny U, 2021).

3.3.2 Sampel

Sampel adalah sebagian dari populasi yang memiliki karakter yang sama dengan populasi. Sampel juga didefinisikan sebagai suatu sub kelompok dari populasi yang dipilih untuk digunakan dalam penelitian. Sampel penelitian ini menggunakan kelas lahan kritis yang berada pada Kecamatan Kertasari, kelas lahan kritis yang diambil yaitu kawasan hutan dan luar kawasan hutan. Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan beberapa titik kelas lahan kritis yang akan diteliti dan dilakukan survey untuk validasi data (Harneny U, 2021).

Teknik untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah menggunakan teknik *random sampling*, metode ini merupakan metode pengambilan sampel dimana tiap anggota populasi diberikan kesempatan yang sama untuk terpilih menjadi sampel. *Random sampling* merupakan jenis sampling dasar yang ering digunakan untuk pengembangan metode sampling yang lebih kompleks. Sampling yang digunakan adalah kelas pada lahan kritis di tiap desa pada Kecamatan Kertasari dengan total titik yaitu 22 titik dengan rincian pada Desa Resmi Tingal 3 titik, Desa Sukapura 2 titik, Desa Cihawuk 3 titik, Desa Cibeureum 4 titik, Desa Tarumajaya 4 titik, Desa Cikembang 2 titik, Desa Santosa 2 titik, dan Desa Neglawangi 2 titik. Pengambilan sampel ini bertujuan untuk melaksanakan validasi lapangan dari hasil pengolahan (Faiqotul U dkk., 2018; Arieska, P. K., & Herdiani, N., 2018).

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah objek utama yang menjadi pusat perhatian penelitian. Variabel telah ditetapkan oleh peneliti untuk mendapatkan jawaban yang telah dirumuskan dan ditarik kesimpulannya. Pada penelitian ini, variabel yang digunakan adalah variabel tunggal artinya variabel yang hanya menjelaskan satu variabel untuk dideskripsikan, variabel yang akan dijelaskan adalah citra sentinel-2A (Hafni S, 2021).

Tabel 3.3 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	Penelitian	Indikator Penelitian
Citra Sentinel-2A	Lahan Kritis	Penutupan Lahan
		Kemiringan Lereng
		Tingkat Bahaya Erosi
		Manajemen Lahan

Sumber : Hasil Analisis, 2023

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Pra Penelitian

Tahap ini merupakan tahap awal sebagai gambaran dalam langkah penelitian. Pada tahap ini, peneliti melakukan persiapan sebagai berikut:

1. Menentukan objek penelitian data analisis isu
2. Menentukan tema permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian
3. Mencari sumber literatur
4. Mendeskripsikan usulan penelitian dalam bentuk tulisan ilmiah secara sistematis

3.5.2 Penelitian

Pada tahapan ini peneliti melakukan pengumpulan data yang selanjutnya akan dilakukan pengolahan serta analisis data. Adapun penjabaran tiap tahap yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Tahap pengumpulan data

Tahap ini data primer dikumpulkan melalui studi literatur jurnal, buku terkait, dan juga peraturan perundang-undangan yang berlaku agar relevan dengan penelitian. Data sekunder untuk kriteria penentuan lahan kritis juga diambil dari laman *Copernicus*.

b. Tahap pengolahan data

Setelah data terkumpul peneliti melakukan tabulasi data untuk memastikan data yang dikumpulkan telah sesuai dengan kebutuhan penelitian. Tabulasi ini salah satunya berupa perhitungan bobot kriteria dari data yang telah didapatkan, selanjutnya diintegrasikan beberapa peta yang telah diolah menggunakan *software* ArcGIS 10.4 melalui proses pengolahan menggunakan metode *fuzzy logic*, metode ini membantu peneliti dalam mendapatkan nilai klasifikasi kelas lahan kritis, kemudian data disajikan dalam peta lahan kritis.

c. Tahap analisis data

Setelah mendapatkan peta lahan kritis selanjutnya dilakukan analisis mengenai identifikasi persebaran dan klasifikasi lahan kritis, Selanjutnya dilakukan validasi lapangan untuk mendapatkan data *real* yang akan dilakukan uji akurasi data dengan menggunakan metode *confusion matrix*, metode ini untuk menguji data yang telah dibuat dengan data yang telah diambil di lapangan, kemudian dianalisis sehingga mendapatkan analisis hasil uji akurasi data lahan kritis.

3.5.3 Pasca Penelitian

Setelah penelitian selesai, hasil dari penelitian yaitu berupa analisis lahan kritis yang akan digunakan untuk kajian rehabilitasi lahan kritis dengan memanfaatkan pola agroforestri sebagai rekomendasi rehabilitasi dan memanfaatkan metode analisis deskriptif sehingga kemudian diberikan penarikan kesimpulan.

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1 Alat

Tabel 3. 4 Alat Penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Perangkat Keras	Laptop dengan minimal spesifikasi Intel(R) Core(TM) i3-8130U CPU @ 2.20GHz 2.21 GHz 4 GB, Windows 10 64-bit	Untuk mengumpulkan data, mengolah data, menganalisis data, dan membuat laporan penelitian
		ArcGIS 10.8	Untuk pengolahan data, analisis data, dan proses <i>layout</i> peta
2	Perangkat Lunak	Envi 5.3	Untuk pengolahan data sekunder.
		Microsoft Office	Untuk proses pengolahan data statistik dan pembuatan laporan
		GPS Essential	Untuk pengambilan data pada uji validasi lapangan

Sumber : Hasil analisis, 2023

3.6.2 Data Penelitian

Tabel 3.5 Data Penelitian

No	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan	Sumber
1	Data Citra Sentinel-2A	Akuisisi 2022	Membuat peta penutupan lahan	Copernicus
2	DEM Nasional	DEM SRTM Kecamatan Kertasari	Membuat peta ketinggian dan kemiringan lereng	Badan Informasi Geospasial
3	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)	Skala 1:25.000	Membuat peta dasar dan batas wilayah administrasi lokasi penelitian	Badan Informasi Geospasial
4	Data Tingkat Bahaya Erosi	Tahun 2022	Membuat peta Tingkat Bahaya Erosi	PPID Kabupaten Bandung
5	Data Manajemen Lahan		Membuat peta Manajemen Lahan	PPID Kabupaten Bandung
6	Data Uji Lahan Hasil Pemetaan Lahan Kritis		Menghitung akurasi data hasil pengolahan dengan data di lapangan	Survey Lapangan

Sumber : Hasil analisis, 2023

Agung Hamdan Abdulah, 2023

PEMANFAATAN CITRA SENTINEL-2A UNTUK ANALISIS LAHAN KRITIS MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC DI KECAMATAN KERTASARI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, jenis data yang digunakan meliputi data spasial dan data atribut. Data spasial merupakan data grafis yang mengidentifikasi kenampakan lokasi geografi berupa titik, garis, dan poligon yang disimpan dalam bentuk digital digambarkan dalam bentuk peta, sedangkan data atribut merupakan data informasi atau berupa tulisan ataupun angka – angka dari setiap fenomena yang terdapat di permukaan bumi. Data ini disajikan dalam bentuk tabel atau laporan. Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini, sebagai berikut:

3.7.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan cara yang digunakan untuk menghimpun data – data atau sumber – sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian. Studi literatur bisa didapatkan dari berbagai sumber, jurnal, buku dokumentasi, internet dan pustaka. Studi literatur merupakan penelitian yang dilakukan dengan menggali dari referensi teori yang sesuai persoalan yang akan ditelaah. Peneliti memanfaatkan studi ini dengan mempelajari jurnal dan buku – buku untuk membantu dalam proses penelitian (Estikhamah & Rumintang, 2020).

3.7.2 Studi Observasi

Observasi merupakan sarana untuk mengumpulkan data atau keterangan yang dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat secara sistematis gejala – gejala secara langsung ke tempat yang diteliti. Penelitian ini melakukan observasi langsung di Kecamatan Kertasari untuk melihat dan mendapatkan gambaran detail mengenai hal yang akan diteliti.

3.7.3 Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi merupakan suatu teknik mengumpulkan data dengan cara mempelajari dokumen untuk mendapatkan data atau informasi yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Metode ini membantu peneliti dalam menemukan data – data berupa gambar yang mendukung dan memperkuat penelitian.

3.8 Teknik Analisis Data

Menurut Muhadjir (1998) dalam (Uin & Banjarmasin, 2018) analisis data adalah proses mengatur urutan data, mengorganisasikannya ke dalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar. Metode identifikasi lahan kritis mengacu pada definisi lahan kritis yaitu lahan yang telah mengalami kerusakan, sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai pada batas yang ditentukan. Parameter penentu kekritisian lahan yang mengacu pada Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial No : P.4/V-SET/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis.

3.8.1 Pemanfaatan Sentinel-2A Untuk Mendapatkan Penutupan Lahan

Langkah awal merupakan penyiapan data citra sentinel-2A yang diunduh dari laman *copernicus* dan pemotongan citra sesuai wilayah kajian yaitu Kecamatan Kertasari. ESA telah melaksanakan program untuk meningkatkan kualitas dan kesesuaian yang memadai, oleh karena itu salah satu data citra sentinel-2A merupakan citra dari bagian citra sentinel MPC (*Mission Performance Clusters*) yang merupakan program yang dilaksanakan oleh ESA, program ini memiliki tanggung jawab pada lima dominan seperti kalibrasi dan karakterisasi, validasi, evolusi algoritma produk inti, prosesor dan pemeliharaan alat yang sempurna dan penilaian produk ahli dan kontrol kualitas (ESA, 2020).

Kemudian dilakukan proses data citra satelit sentinel-2A menggunakan analisis indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), untuk mengetahui sebaran serta kerapatan vegetasi untuk salah satu parameter lahan kritis yaitu penutupan lahan. NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan yang sangat baik sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. Algoritma NDVI dihasilkan dari band NIR dan Red pada citra sentinel-2A dalam perhitungannya, dimana NIR (band 8) adalah nilai band inframerah dekat dan Red (band 4) adalah nilai band merah (Awaliyan, R., & Sulistyoadi, Y. B., 2018; Putri, D. R., dkk., 2018). Band tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index* (nilai indeks area vegetasi)

Band *NIR* = band *Near Infrared* (kanal inframerah dekat) pada citra terkoreksi radiometrik

Band *Red* = kanal merah pada citra terkoreksi radiometrik

3.8.2 Penentuan Klasifikasi Lahan Kritis

a. Penutupan Lahan

Parameter penutupan lahan didapatkan berdasarkan kerapatan vegetasi yang diolah dengan memanfaatkan citra sentinel-2A dan memanfaatkan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), NDVI memiliki klasifikasi lima kelas, Tiap kelas penutupan lahan diberi skor untuk keperluan lahan kritis (Kubangun, S. H. dkk, 2014; Ramayanti, L. A., 2015; Kartika dkk., 2019). Berikut merupakan nilai kelas parameter Penutupan Lahan:

Tabel 3.6 Kelas Parameter Penutupan Lahan

Kelas	Persentase (%)	Skor	Bobot (50)
Sangat Baik	>80	5	250
Baik	60 – 80	4	200
Sedang	40 – 60	3	150
Buruk	20 – 40	2	100
Sangat Buruk	<20	1	50

Sumber : Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial No : P.4/V-SET/2013

b. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan perbandingan antara beda tinggi suatu lahan dengan jarak mendatarnya. Besar kemiringan lereng dapat dinyatakan dengan persen (%) dan derajat (°). Data spasial kemiringan lereng dapat disusun dari hasil pengolahan dengan menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) dengan jenis DEM Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), dengan melakukan klasifikasi terhadap DEM dalam bentuk raster (Bashit, N., 2019). Klasifikasi kemiringan lereng memiliki lima kelas, sebagai berikut:

Tabel 3.7 Kelas Parameter Kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan Lereng (%)	Skor	Bobot (20)
Datar	≤ 15	5	100
Landai	15 – 25	4	80
Agak Curam	25 – 40	3	60
Curam	40 – 60	2	40
Sangat Curam	≥ 60	1	20

Sumber : Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial No : P.4/V-SET/2013

c. Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat Bahaya Erosi (TBE) merupakan parameter yang penilaiannya bertujuan untuk mengetahui potensi terjadinya proses erosi dari suatu daerah. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dapat dihitung dengan cara membandingkan tingkat erosi di suatu satuan lahan (*land unit*) dan kedalaman tanah efektif pada satuan lahan tersebut (Indrihastuti, D. Dkk, 2016). TBE diklasifikasikan menjadi lima kelas. Sebagai berikut:

Tabel 3.8 Kelas Parameter Tingkat Bahaya Erosi

Kelas	Deskripsi	Skor	Bobot (20)
Sangat Ringan	< 15	5	100
Ringan	15 – 60	4	80
Sedang	60 – 180	3	60
Berat	180 – 480	2	40
Sangat Berat	> 480	1	20

Sumber : Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial No : P.4/V-SET/2013

d. Manajemen Lahan

Manajemen lahan merupakan salah satu kriteria yang dipergunakan untuk menilai lahan kritis yang dinilai berdasarkan kelengkapan aspek pengelolaan yang meliputi keberadaan tata batas Kawasan, pengamanan dan pengawasan serta dilaksanakan atau tidaknya penyuluhan. Manajemen pada prinsipnya merupakan data atribut yang berisi informasi mengenai aspek manajemen. Klasifikasi manajemen dalam penentuan lahan kritis dibagi menjadi 3 kelas yaitu baik, sedang dan buruk. (Anom S dkk., 2019; Dimyanti M dkk., 2019; PermenLHK RI, 2022). Adapun kelas beserta skor dan bobot untuk pramater manajemen, sebagai berikut:

Tabel 3.9 Kelas Parameter Manajemen Lahan

Kelas	Deskripsi	Skor	Bobot (10)
Baik	Lengkap	5	50
Sedang	Tidak Lengkap	3	30
Buruk	Tidak Ada	1	10

Sumber : Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial No : P.4/V-SET/2013

Sasaran penilaian lahan kritis dianalisis sesuai dengan fungsi lahan yaitu pada fungsi kawasan dalam dan luar hutan. memiliki parameter yang digunakan yaitu, penutupan lahan, kemiringan lereng, erosi, dan manajemen lahan. Parameter-parameter yang mendukung pembuatan peta lahan kritis menggunakan metode Sistem Informasi Geografi (SIG) dengan memanfaatkan teknik pengolahan *scoring* dengan formulasi sebagai berikut:

$$Lahan\ Kritis = (PL \times 50) + (KL \times 20) + (TBE \times 20) + (ML \times 10) \dots (3.2)$$

Setelah melakukan pengolahan *scoring* didapatkan nilai minimum dan maksimum pada lahan kritis, pada lahan kritis kawasan hutan lindung mendapatkan nilai minimum mencapai 110 dan nilai maximum mencapai 470 dan pada lahan kritis di luar kawasan hutan lindung mendapatkan nilai mencapai 210 dan nilai maximum mencapai 480, dengan kelas klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.10 Klasifikasi Lahan Kritis

Kelas Lahan Kritis	Kawasan Hutan Lindung	Kawasan Lindung Di Luar Kawasan Hutan
	Total Skor	
Sangat Kritis	120 - 180	110 - 200
Kritis	180 - 270	200 - 275
Agak Kritis	270 - 360	275 - 350
Potensial Kritis	360 - 450	350 - 425
Tidak Kritis	450 - 500	425 - 500

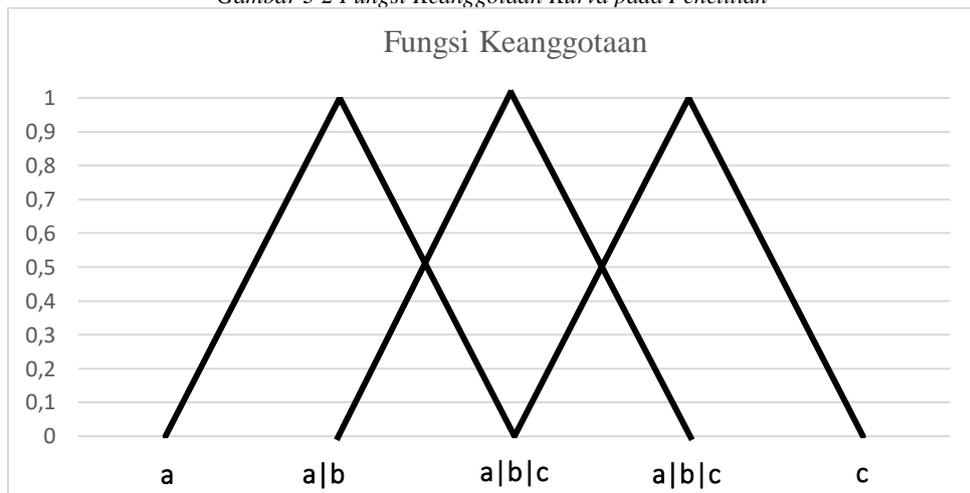
Sumber : Perdirjen Bina Pengelolaan DAS Dan Perhutanan Sosial

3.8.3 Metode Fuzzy Logic

a. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan pengolahan untuk penentuan nilai tiap parameter dengan memanfaatkan fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan merupakan grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing – masing variabel input yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$, fungsi keanggotaan divisualisasikan dengan bentuk kurva, berikut fungsi keanggotaan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

Gambar 3 2 Fungsi Keanggotaan Kurva pada Penelitian



Sumber : Hasil analisis, 2023

Untuk mendapatkan nilai tengah dari tiap kelas, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{c+a}{2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

a = nilai kelas terendah

b = nilai kelas tengah

c = nilai kelas tertinggi

b. Inferensi

Inferensi merupakan pengolahan nilai yang menggunakan notasi himpunan dan rumus atau aturan, didapatkan dari konversi yang fungsi keanggotaan ke dalam aturan untuk mendapatkan nilai 0 hingga 1. Berikut merupakan bentuk rumus yang digunakan untuk mengkonversi bentuk fungsi keanggotaan menjadi sebuah notasi himpunan dan aturan agar mendapatkan data spasial, sebagai berikut:

1. Notasi Himpunan

$$(x, a, b, c) = \begin{cases} a > x < c, 0 \\ a < x < c, \frac{x-a}{c-a} \\ a < x < c, \frac{c-x}{c-a} \\ a < x < c, \frac{x-a}{c-a} \\ a < x < c, \frac{c-x}{c-a} \\ a < x < c, \frac{c-x}{c-a} \\ x = b, 1 \end{cases}$$

2. Rumus atau Aturan

IF("x" < a,0, IF(("x" > a) & ("x" < c),("x" - a) / (c - a), IF(("x" > a) & ("x" < c), (c - "x") / (c - a), IF(("x" > a) & ("x" < c), ("x" - a) / (c - a), IF(("x" > a) & ("x" < c), (c - "x") / (c - a), IF("x" > b,1,1000))))))

Keterangan:

x = data hasil pengolahan lahan kritis

a = nilai kelas terendah

c = nilai kelas tertinggi

c. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan pengolahan dengan mengkonversi hasil nilai lahan kritis yang bersifat numerik menjadi nilai linguistik, contohnya apabila mendapatkan nilai pada salah satu kelas lahan kritis, nilai tersebut merupakan nilai numerik dan kelas pada lahan kritis merupakan nilai linguistik. Nilai ini kemudian dianalisis kekritisannya lahan berdasarkan interval skor akhir, sehingga diperoleh klasifikasi kekritisannya lahan.

3.8.4 Uji Akurasi Metode *Confusion Matrix*

Hasil validasi lapangan pada klasifikasi lahan kritis kemudian perlu dilakukan pengujian akurasi dengan menggunakan metode matrik kesalahan (*confusion matrix*) untuk mengetahui tingkat kesalahan dan menguji tingkat akurasi dari hasil yang diperoleh. Menurut foody (2001), metode *confusion matrix* tetap menjadi inti dalam berbagai literatur perhitungan akurasi, metode ini merupakan sebuah tabel yang menyatakan klasifikasi data uji yang benar dan jumlah data uji yang salah, dengan *confusion matrix* persentase kebenaran atau kekurangan data secara umum dapat dihitung dengan mudah berdasarkan jumlah sampel. (Ciptaningtyas & Suhardiyanto, 2016; Tosiani A, 2020). Berikut merupakan formulasi tabel untuk klasifikasi:

Gambar 3.3 Tabel *confusion matrix*

		Actual Class				Σ
		A	B	C	D	
Predicted Class	A	n_{AA}	n_{AB}	n_{AC}	n_{AD}	n_{A+}
	B	n_{BA}	n_{BB}	n_{BC}	n_{BD}	n_{B+}
	C	n_{CA}	n_{CB}	n_{CC}	n_{CD}	n_{C+}
	D	n_{DA}	n_{DB}	n_{DC}	n_{DD}	n_{D+}
	Σ	n_{+A}	n_{+B}	n_{+C}	n_{+D}	n

Sumber: Tosiani Anna, 2020

Tabulasi matriks kemudian akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan beberapa perhitungan (Ciptaningtyas & Suhardiyanto, 2016; Tosiani A, 2020), sebagai berikut:

- Overall Accuracy* adalah nilai yang memberikan informasi proposi area dalam peta referensi yang diklasifikasikan dengan benar. Nilai ini biasanya dalam bentuk persentase, dengan akurasi 100% artinya semua area dalam peta telah diklasifikasikan dengan benar tanpa kesalahan. Perhitungan *overall accuracy* dihitung dengan membagi rasio jumlah nilai yang benar (posisi diagonal) diagonal dengan jumlah total sel dalam matriks.

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_i^r n_{ii}}{k}$$

- b. *Producer's Accuracy* adalah tingkat keakuratan peta dari sudut pandang pembuat peta (produser), yang menunjukkan bahwa kondisi sebenarnya sesuai dengan peta referensi. Parameter ini dihitung dari proporsi area yang diklasifikasikan dengan benar pada kelas/strata tertentu dibagi dengan total proporsi area pada semua kelas/strata. Berikut merupakan formulasi untuk perhitungan *producer's accuracy*:

$$\text{Producer's Accuracy} = \frac{n_i}{n_{i+}}$$

- c. *User's Accuracy* adalah tingkat keakuratan peta dari sudut pandang pengguna peta, yang dihitung dari probabilitas proporsi area yang diklasifikasikan dengan kelas tertentu yang mewakili kelas tersebut pada peta referensi. Dengan kata lain merupakan selisih antara kelas hasil klasifikasi dengan kelas sebenarnya pada peta referensi. Berikut merupakan formulasi untuk perhitungan *user's accuracy*:

$$\text{User's Accuracy} = \frac{n_i}{n_{+i}}$$

Keterangan:

n_i = nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

n_{i+} = jumlah kelas dalam baris ke-i

n_{+i} = jumlah kelas dalam kolom ke-i

- d. *The Kappa Coefficient of Agreement* digunakan untuk menunjukkan kesesuaian antara peta hasil klasifikasi dengan peta referensi yang dihitung berdasarkan matriks *error*. Semakin tinggi nilai koefisien *kappa*, menunjukkan hasil pengklasifikasian yang dilakukan semakin baik. Berikut merupakan formulasi untuk perhitungan *kappa*:

$$\text{Kappa Coefficient} = \frac{n \sum_{k=1}^q n_{kk} - \sum_{k=1}^q n_{k+} n_{+k}}{n^2 - \sum_{k=1}^q n_{k+} n_{+k}}$$

Keterangan:

n = banyaknya kelas dalam contoh

k = nilai diagonal matriks kontingensi baris ke- i dan kolom ke- i

k_{ii} = jumlah kelas dalam baris ke- i

k_{i+} = jumlah kelas dalam kolom ke- i

Menurut Jaya (2010), saat ini akurasi yang dianjurkan adalah akurasi kappa, karena penggunaan akurasi *overall accuracy* masih *over estimate* atau perkiraan yang berlebihan. Menurut Cohen (1968) terdapat 6 kelas klasifikasi nilai akurasi berdasarkan koefisien kappa, berikut merupakan tabel interpretasi nilai akurasi kappa (koefisien kappa):

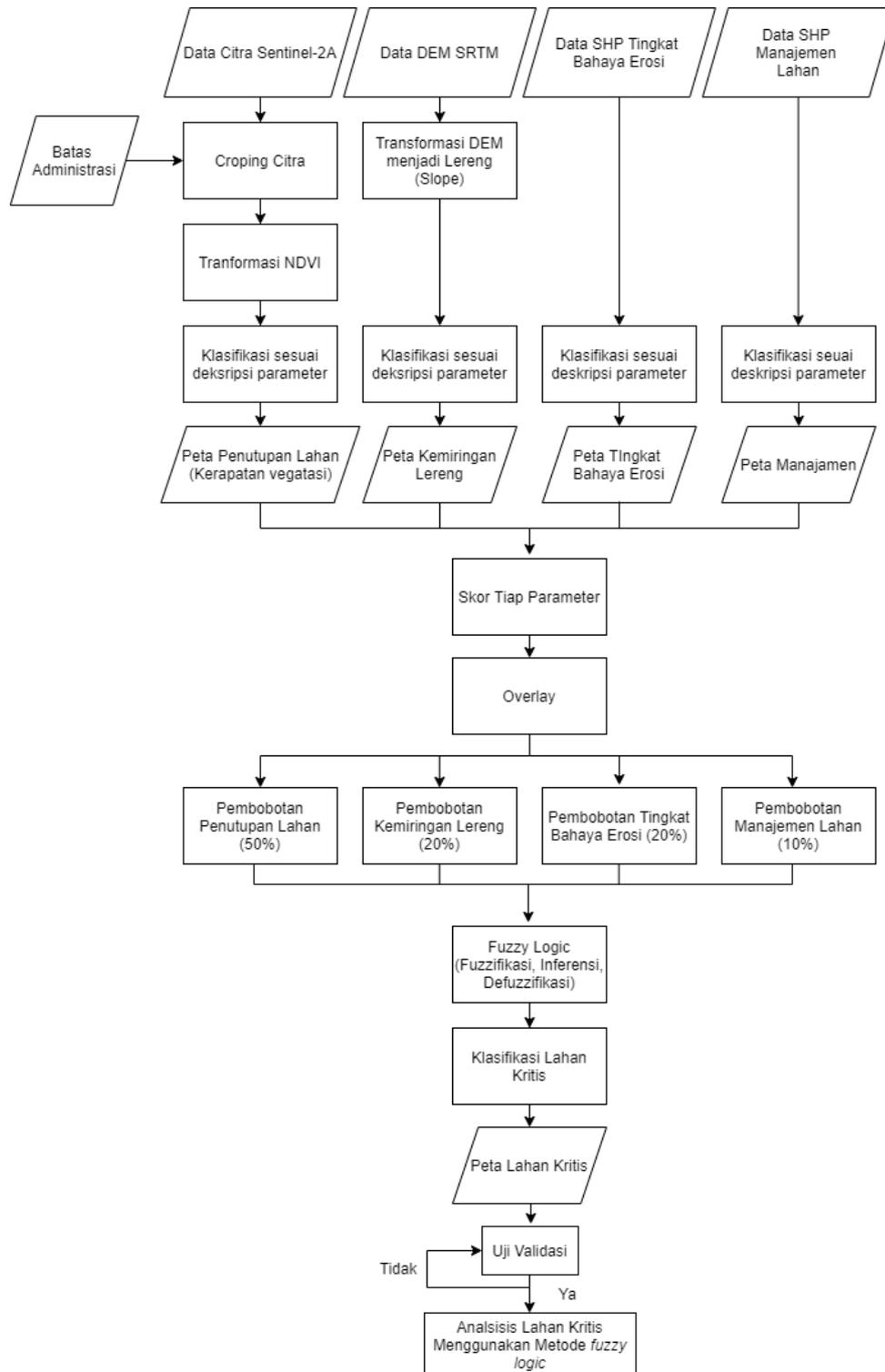
Tabel 3.11 Tabel Interpretasi Nilai Kappa

Nilai Koefisien Kappa	Interpretasi Nilai Kappa
>0	Peluang akurasi buruk
0,01 – 0,20	Peluang akurasi kecil
0,21 – 0,40	Peluang akurasi cukup
0,41 – 0,60	Peluang akurasi sedang
0,61 – 0,80	Peluang akurasi baik
0,81 – 0,99	Peluang akurasi sangat baik

Sumber: Tosiani Anna, 2020

3.9 Bagan Alur Penelitian

Gambar 3.4 Bagan Alur Penelitian



Sumber: Hasil analisis, 2023