

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia mengalami perubahan iklim yang mengakibatkan meningkatnya frekuensi kejadian bencana hidrometeorologi salah satunya adalah bencana banjir. Umumnya kejadian banjir di Indonesia disebabkan oleh curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan sistem pengaliran air mencakup sungai, anak sungai alami dan sistem saluran buatan tidak mampu menampung air hujan yang ada sehingga meluap dan menyebabkan banjir (Rakuasa et al., 2022).

Banjir adalah limpasan air yang melebihi tinggi muka air normal, sehingga meluap dari sungai dan menyebabkan genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Secara sederhana banjir merupakan suatu peristiwa atau keadaan tergenangnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat di musim hujan (Rakuasa & Latue, 2023). Banjir merupakan bencana alam paling sering terjadi, baik dilihat dari intensitasnya pada suatu tempat maupun jumlah lokasi kejadian dalam setahun yaitu sekitar 40% di antara bencana alam yang lain. Bahkan pada lokasi tertentu, banjir adalah rutinitas tahunan. Lokasi kejadiannya bisa perkotaan atau pedesaan, negara sedang berkembang atau negara maju sekalipun. Karakteristik daerah aliran sungai (DAS) yang dapat memicu banjir dapat berupa bentuk lahan, elevasi, jenis tanah, dan kemiringan lereng. Peningkatan jumlah penduduk akan mendorong peningkatan kebutuhan akan penggunaan lahan, namun luas lahan yang dapat digunakan untuk mendukung kehidupan relatif tetap dan bersifat terbatas (Latif et al., 2020).

Penyebab banjir dibedakan menjadi dua, yaitu faktor alam dan non alam. Faktor alam dapat terjadi karena adanya intensitas curah hujan yang tinggi, kemiringan lereng, dan berbagai jenis perubahan penggunaan/tutupan lahan sangat mempengaruhi besarnya dan intensitas banjir. Sedangkan faktor non alam diakibatkan oleh perilaku manusia seperti membuang sampah sembarangan dan perubahan pada tata guna lahan (Nurmalasari et al., 2023).

Sub DAS Minraleng menjadi lokasi dalam penelitian ini karena penutupan lahan dengan berbagai pola penggunaan lahan yang kurang bagus berdampak pada terjadinya banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Berdasarkan informasi dari Sekretariat Camba, banjir yang terjadi di kawasan Sub DAS Minraleng menutup akses jalan, merobohkan waduk, merusak komunitas pertanian, dan menghancurkan beberapa rumah di dekat sungai serta terdapat korban yang terperangkap di rumah sehingga harus dievakuasi menggunakan perahu karet (Fadhil et al., 2020).

Beberapa metode yang digunakan untuk membuat peta kerawanan banjir seperti skoring, metode frekuensi rasio, *modeling* dan berdasarkan faktor kejadian. Faktor kejadian banjir memberikan informasi terkait penyebab banjir yang ada dalam suatu DAS sehingga pemerintah dapat melakukan penanganan sesuai faktor penyebab banjir. Faktor penentu kerawanan banjir di suatu daerah menggunakan

faktor yang sama akan tetapi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor penentu kerawanan banjir di Sub DAS Minraleng yaitu curah hujan, penggunaan lahan, kemiringan lereng, ketinggian tempat, jenis tanah dan *buffer* sungai (Fadhil et al., 2020). Faktor-faktor ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di suatu daerah sehingga nilai prioritas pada masing-masing faktor berbeda. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu kajian mengenai faktor prioritas daerah rawan banjir di Sub DAS Minraleng dengan menggunakan sistem informasi geografis (SIG). SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisis objek dan fenomena serta lokasi geografis merupakan fitur penting atau kunci untuk dianalisis. Pemanfaatan teknologi SIG telah banyak digunakan dalam penelitian, seperti Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Suhardiman, 2012), Analisis Pemetaan Tingkat Rawan Banjir di Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang Berbasis Sistem Informasi Geografis (Aziza et al., 2021) dan Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan di DAS Marikurubu, Kota Ternate (Manakane et al., 2023). Peneliti menggunakan metode SIG dengan penerapan lokasi dan topik penelitian yang berbeda dari peneliti sebelumnya. Metode dalam SIG yang digunakan adalah *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk penentuan nilai prioritas faktor penyebab banjir.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan penelitian ini untuk menganalisis tingkat kerawanan potensi bencana banjir di Sub DAS Minraleng dengan menggunakan metode *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang diharapkan dapat mempermudah penyajian informasi spasial khususnya dalam mengidentifikasi daerah - daerah yang sering menjadi sasaran banjir, membantu instansi terkait dalam rangka meningkatkan mitigasi bencana.

## 1.2 Tujuan dan manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

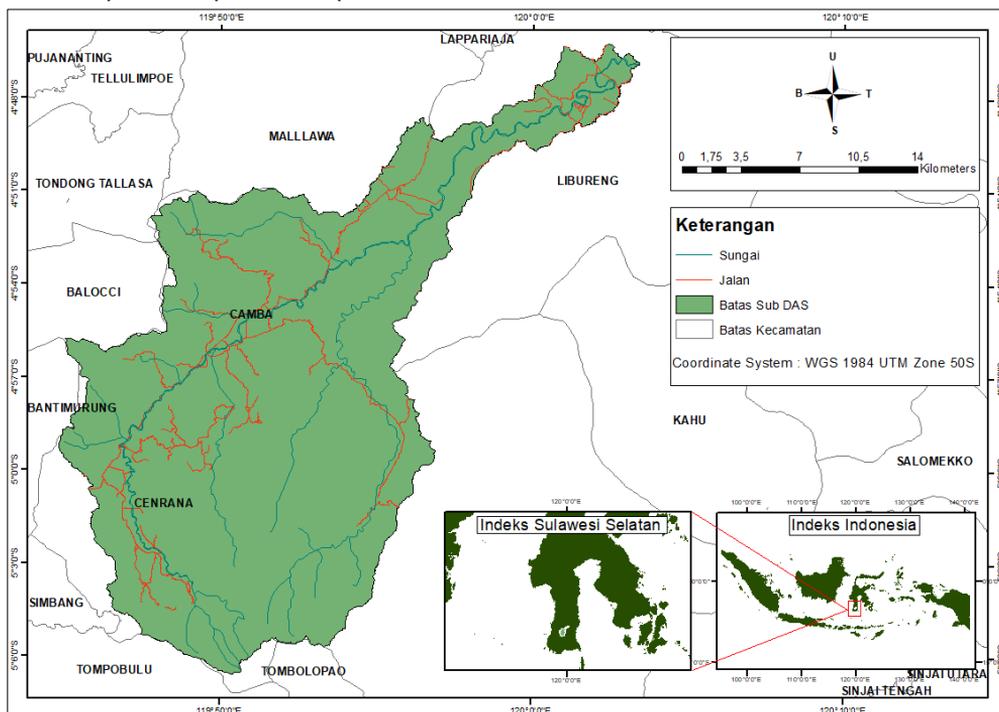
1. Mengidentifikasi kejadian banjir periode 2019-2023 di Sub DAS Minraleng
2. Mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap potensi terjadinya banjir di Sub DAS Minraleng
3. Membuat peta tingkat kerawanan banjir yang terjadi di Sub DAS Minraleng.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi terkait daerah rawan bencana banjir serta digunakan sebagai acuan dalam upaya perencanaan pembangunan dan peringatan dini bencana banjir.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2024 sampai Januari 2025. Lokasi penelitian ini berada di Sub DAS Minraleng hulu DAS Bila Walanae yang secara administrasi terletak di Kabupaten Maros dan Bone Sulawesi Selatan dengan luas 52.336,51 ha. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Lokasi Penelitian secara spasial dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Alat	Kegunaan
1.	Komputer/Laptop	Perangkat keras dalam menganalisis data
2.	Software ArcGIS (ArcMAP) versi 10.4	Analisis Data Spasial
3.	Software SNAP (Sentinel Application Platform)	Identifikasi kejadian banjir
4.	Software SPSS (Statistical Product and Service Solutions)	Uji validasi model

Lanjutan tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Alat	Kegunaan
5.	Alat Tulis Menulis	Mencatat segala hal yang penting selama penelitian
6.	Kamera/Smartphone	Dokumentasi selama kegiatan penelitian

Bahan yang digunakan merupakan beberapa kriteria-kriteria yang digunakan dalam menyusun data penelitian. Bahan yang digunakan diuraikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian**

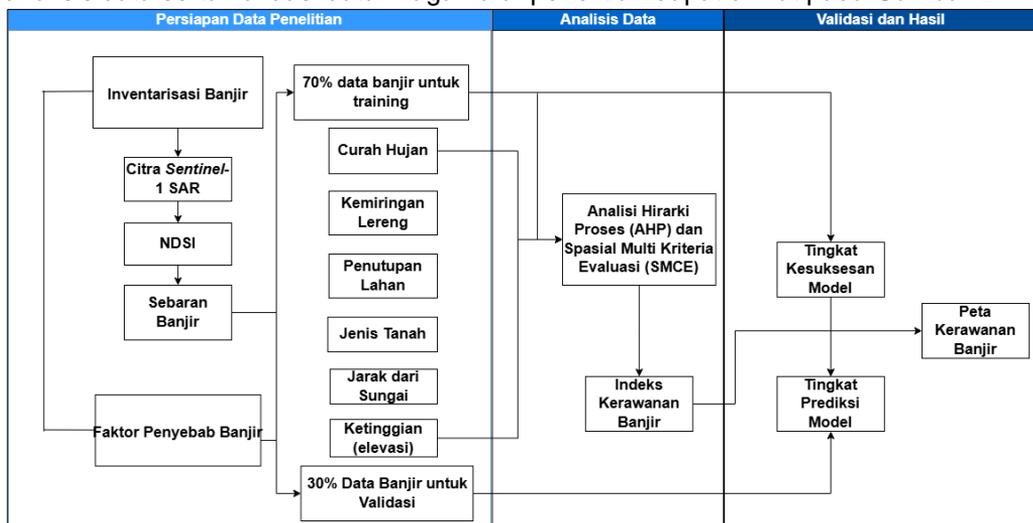
No.	Bahan	Sumber	Kegunaan
1.	Peta batas Sub DAS Minraleng	Batas DAS sesuai SK.304/MENLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018 tentang penetapan peta daerah aliran sungai	Batas kajian penelitian
2.	Citra <i>Sentinel-1 A</i> SAR Sebelum Banjir (5 Maret 2019, 19 Agustus 2020, 25 Oktober 2021, 21 Agustus 2022, dan 4 Agustus 2023) dan Kejadian Banjir (20 Agustus 2019, 17 Desember 2020, 12 Desember 2021, 26 Desember 2022, 16 Agustus 2023)	ESA ( <i>European Space Agency</i> ) <a href="http://scihub.copernicus.eu/">http://scihub.copernicus.eu/</a>	Menginventarisasi kejadian banjir
3.	Data curah hujan (5 tahun terakhir) 2019 – 2023	<i>Website</i> <a href="http://chrsdata.eng.uci.edu">chrsdata.eng.uci.edu</a>	Digunakan sebagai salah satu kriteria dalam penelitian ini
4.	Data peta penutupan lahan	Hasil interpretasi citra <i>Sentinel-2</i> tahun 2023 yang diperoleh dari <i>website</i> <a href="http://scihub.copernicus.eu">scihub.copernicus.eu</a>	Digunakan sebagai salah satu kriteria dalam penelitian ini
5.	Data peta kemiringan lereng	Hasil analisis spasial data <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) yang diperoleh dari <i>website</i> <a href="http://tanahair.indonesia.go.id">tanahair.indonesia.go.id</a>	Digunakan sebagai salah satu kriteria dalam penelitian ini

Lanjutan Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Sumber	Kegunaan
6.	Data peta elevasi (ketinggian)	Hasil analisis spasial data <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) yang diperoleh dari <i>website</i> Badan Informasi Geospasial <a href="http://tanahair.indonesia.go.id">tanahair.indonesia.go.id</a>	Digunakan sebagai salah satu kriteria dalam penelitian ini
7.	Data peta jenis tanah	Data sistem lahan ( <i>landsystem</i> ) RePPPProT	Digunakan sebagai salah satu kriteria dalam penelitian ini
8.	Data peta <i>buffer</i> sungai	Data SHP Sungai RBI yang diperoleh dari <i>website</i> Badan Informasi Geospasial <a href="http://tanahair.indonesia.go.id">tanahair.indonesia.go.id</a>	Digunakan sebagai salah satu kriteria dalam penelitian ini
9.	Kuesioner	Data yang dibuat oleh penulis disesuaikan dengan metode AHP	Digunakan sebagai bahan untuk mengumpulkan informasi responden

### 2.3 Prosedur Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data sekunder baik berupa peta dan tabel. Peta-peta penunjang yang akan digunakan untuk keperluan analisis faktor penentu kerawanan banjir pada *software* ArcGIS 10.4. Selanjutnya untuk data primer dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada para pakar yang ahli dibidang kebencanaan atau yang terkait, kemudian hasilnya akan digunakan sebagai bobot tiap kriteria dalam menentukan kerawanan banjir nantinya. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi persiapan data, pengolahan data, analisis data serta validasi data. Bagan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alur penelitian

## 2.4 Analisis Data

### 2.4.1 Inventarisasi Kejadian Banjir

Analisis kerawanan banjir dengan menggunakan metode AHP memerlukan data kejadian banjir dan faktor penyebab banjir, data ini diperoleh berdasarkan hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Data peristiwa banjir yang dikumpulkan pada penelitian ini berdasarkan pada kejadian yang bersumber pada berita dan sumber literatur lainnya dengan rentan waktu dari Tahun 2019 sampai Tahun 2023 menggunakan Citra *Sentinel-1A* SAR.

#### Proses Pengolahan Citra *Sentinel-1A* SAR

Pengolahan data citra yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan informasi sebaran banjir dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) SNAP (*Sentinel Application Platform*) (Fernandes et al., 2018).

##### 1) *Subset*

*Subset* (pemotongan citra) dilakukan untuk memotong Citra *Sentinel-1A* SAR sesuai dengan area lokasi penelitian sehingga citra tidak perlu memproses seluruh citra dan tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pengolahannya.

##### 2) *Apply Orbit File*

Proses *Apply Orbit File* dilakukan untuk memperbarui orbit pada citra yang telah di unduh karena pada status orbit citra yang tersedia dalam *Sentinel-1* ini umumnya tidak akurat, sehingga perlu disempurnakan melalui file orbit yang tepat dan tersedia. File orbit juga menyediakan informasi lokasi dan kecepatan satelit yang akurat.

##### 3) *Thermal Noise Removal*

Proses *Thermal Noise Removal* dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi dampak noise pada tekstur di antara sub petak, serta menormalkan sinyal hamburan balik diseluruh *Sentinel-1* SAR. Produk *Sentinel-1* Level-1 menyediakan table *look-up noise* (LUT) untuk setiap data pengukuran, yang diberikan dalam bentuk linier. Tabel ini digunakan untuk mendapatkan noise produk yang telah dikalibrasi sesuai dengan data *Ground Range Detected* (GRD).

##### 4) *Calibrate*

Kalibrasi pada penelitian ini dilakukan untuk memproses komponen citra agar lebih jelas, sehingga dapat menghasilkan nilai Sigma-nought (dB). Sigma-nought dianggap sebagai pemisah yang efektif antara badan air dan permukaan tanah.

##### 5) *Speckle Filtering*

Data pada citra SAR mengandung *speckle* akibat variasi pantulan radar dalam tiap piksel, yang disebabkan oleh beberapa sumber hamburan, seperti vegetasi. Untuk mengatasi *speckle*, filter dapat diterapkan guna menghasilkan citra yang lebih halus dan lebih akurat untuk pemrosesan selanjutnya.

#### 6) *Terrain Correction*

Koreksi geometrik yang dilakukan pada software SNAP yaitu *Range Doppler Terrain Correction* yang menggunakan metode ortorektifikasi untuk geocoding SAR dari geometri radar sehingga menghasilkan citra yang dapat diproyeksikan. Proses ini melibatkan penggunaan *Digital Elevation Model* (DEM) untuk mengoreksi efek-efek geometri bawaan SAR seperti *foreshortening*, *layover*, dan *shadow*.

#### 7) *Coregistration*

Proses coregistration merupakan penggabungan dua citra, yaitu citra sebelum banjir dan citra setelah banjir, menjadi satu yang kemudian akan diidentifikasi sebaran banjirnya dengan rumus *Normalized Difference Sigma Index* (NDSI).

### Identifikasi Kejadian Banjir

Proses selanjutnya yaitu melakukan NDSI Untuk mengidentifikasi sebaran banjir dengan rumus menggunakan data sebelum banjir (*master*) dan sesudah banjir (*slave*) berikut (Bioresita et al., 2022).

$$NDSI = \frac{\sigma_0^m (\text{sigma nought master}) - \sigma_0^s (\text{sigma nought slave})}{\sigma_0^m (\text{sigma nought master}) + \sigma_0^s (\text{sigma nought slave})} \quad (1)$$

Rumus tersebut diaplikasikan di *software* SNAP dengan *toolbox band maths*. Selantuk memperoleh sebaran banjir dilakukan dengan menggunakan *expression* (*Change index >Minimum pixel*)\*255. Nilai minimum pixel dapat diperoleh melalui tools Pixel info. Data hasil pengolahan banjir ini selanjutnya diolah menggunakan *software* ArcGIS untuk dilakukan proses *vektorisasi* dan *generalisasi* agar mendapatkan data sebaran banjir. Setelah proses vektorisasi dilanjutkan dengan melakukan eliminasi pada luasan <2 ha untuk setiap tahun kejadian banjir. Hasil dari seluruh data kemudian digabung untuk membentuk peta kejadian banjir.

#### 2.4.2 Faktor Penyebab Banjir

Dalam menganalisis tingkat kerawanan banjir digunakan analisis spasial dan skoring menggunakan *software* ArcGIS 10.4. Data yang diperoleh dilakukan skoring dengan menggunakan faktor terjadinya banjir.

Kriteria yang digunakan dalam penelitian berupa faktor-faktor penyebab terjadinya banjir yaitu curah hujan, penutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, elevasi dan Jarak dari sungai. Setiap kriteria memiliki bobot dan skor yang berbeda sehingga memberikan tingkatan pengaruh yang berbeda pula terhadap banjir.

- a. Curah Hujan. Data curah hujan diperoleh dari situs CHRS yang kemudian dilakukan perhitungan curah hujan rata-rata harian 5 (lima) tahun terakhir dari 2019 hingga 2023. Setelah itu, dilakukan pengolahan di aplikasi GIS untuk memperoleh curah hujan per tahun dengan menggunakan metode *isohyet* (Nurhijriah et al., 2022).
- b. Penutupan Lahan. Penutupan lahan merupakan kriteria penting karena penutupan lahan berperan dalam penyerapan air di permukaan. Penutupan lahan yang ditanami oleh vegetasi memiliki penyerapan yang baik dibandingkan

- dengan daerah yang tidak ditanami oleh vegetasi. Data penutupan lahan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil interpretasi citra Sentinel-2 tahun 2023 yang diperoleh dari situs *Esa Copernicus*. Hasil dari digitasi tersebut selanjutnya dilakukan uji akurasi untuk melihat perbandingan antara data hasil interpretasi citra dengan kondisi lapangan. Uji akurasi dalam penelitian ini adalah uji akurasi kappa dengan bantuan *confusion matrix*, membandingkan antara nilai hubungan antara data referensi, basis kategori, serta hasil klasifikasi (Safitriyani, 2023).
- c. Kemiringan lereng. Kemiringan lereng termasuk kriteria cukup penting karena semakin landai lereng suatu tempat maka semakin berpotensi terjadi banjir, begitu pula sebaliknya. Semakin curam lerengnya, maka semakin aman akan bencana banjir. Data kemiringan lereng pada penelitian ini diperoleh dari data DEMNAS yang selanjutnya diolah di aplikasi GIS menggunakan *tools slope* untuk klasifikasi kelas lereng. Hasil dari klasifikasi kelas diperoleh 5 (lima) kelas kemiringan lereng yaitu 0 - 8 % (datar), 8 - 15 % (landai), 15 - 25 % (agak curam), 25 - 45 % (curam) dan >45% (sangat curam) (Latif et al., 2020).
  - d. Jenis Tanah. Jenis tanah pada suatu daerah sangat berpengaruh dalam proses penyerapan air. Data jenis tanah pada penelitian ini diperoleh dari sistem lahan RePPProT (*Regional Physical Planning Program for Transmigration*) (Mukhlisa et al., 2023).
  - e. Elevasi. Ketinggian (elevasi) diperoleh dari pengolahan data DEMNAS menggunakan *software ArcGIS tools natural breaks* untuk memperoleh klasifikasi kelas ketinggian. Hasil yang diperoleh terdapat 5 (lima) kelas ketinggian yaitu 0 - 250 m, 250 - 500 m, 500 - 750 m, 750 - 1000 m, 1000 - 1500 m dan >1500 m (Latif et al., 2020).
  - f. *Buffer* Sungai. Jarak dari sungai (*buffer* sungai) digunakan sebagai salah satu kriteria karena bangunan atau daerah yang berada jauh dari sungai akan memiliki kerawanan yang rendah terhadap kejadian banjir yang terjadi. *Buffer* sungai diperoleh dari data DEMNAS dan selanjutnya diolah di *software ArcGIS* menggunakan *tools hydrology* yang akan menghasilkan aliran sungai. Selanjutnya digunakan *tools Euclidean Distance* untuk memperoleh jarak dari jaring-jaring sungai dengan satuan m (meter) kemudian dilakukan klasifikasi kelas menjadi 5 (lima) kelas yaitu 0 - 25 m, 25 - 50 m, 50 - 75 m, 75 - 100 m dan >100 m (Rakuasa & Latue, 2023).

### 2.4.3 Pengolahan Data

#### **Analisis metode *Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE)***

Proses *Metode Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE)* diawali dengan skoring kerentanan dengan angka 1-5 yang mana semakin mendekati angka 1 berarti semakin rendah pengaruhnya terhadap tingkat kerentanan dan sebaliknya semakin mendekati angka 5 maka semakin besar pengaruhnya. Skor yang telah diberikan kemudian dikalikan dengan hasil bobot atau nilai dari tiap kriteria yang mempengaruhi bencana banjir melalui AHP (Mayrina, 2021).

### **Analisis metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)**

Proses AHP dimulai dengan penyusunan kuesioner yang akan diisi oleh responden terpilih. Kuesioner penelitian ini berisi pengantar kepada responden, formulir identitas responden, petunjuk pengisian kuesioner dan tabel skala penilaian bobot kriteria oleh responden. Kuesioner penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1. Dalam penelitian ini, pemilihan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *Purposive Sampling*, yaitu teknik pengambilan yang difokuskan pada responden yang terkait dengan variabel penelitian. Penelitian ini melibatkan stakeholder atau informan yang dianggap ahli dan memiliki pemahaman terkait kebencanaan. Berdasarkan dengan hal tersebut, sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- 1) 2 orang dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Maros
- 2) 2 orang dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kabupaten Maros
- 3) 2 orang dari Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar
- 4) 2 orang dari Dosen Departemen Ilmu Tanah Universitas Hasanuddin Makassar

Hasil pengisian kuesioner selanjutnya diolah menggunakan perbandingan berpasangan pada Matriks *pairwise comparison* yang nantinya akan digunakan untuk menghitung bobot dari kriteria penelitian. Matriks *pairwise comparison* merupakan metode perbandingan berpasangan yang berfungsi untuk menentukan besar kecilnya keterkaitan antara faktor satu dengan yang lainnya (Wibowo, 2021). Nilai pada matriks perbandingan berpasangan dimulai dari nilai 1 yang merupakan nilai terendah dan nilai 9 merupakan nilai tertinggi yang menunjukkan kriteria-kriteria penentu kerawanan banjir dari kurang penting hingga jauh lebih penting. Tingkat kepentingan masing-masing kriteria dapat dilihat skala perbandingannya pada Tabel 3.

**Tabel 3. Skala Matriks Perbandingan Berpasangan**

<b>Intensitas Kepentingan</b>	<b>Definisi</b>	<b>Penjelasan</b>
1	Sama Pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama.
3	Sedikit Lebih Penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	Lebih Penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan

Lanjutan Tabel 3. Skala Matriks Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
7	Sangat Penting	Elemen pasangannya Satu elemen terbukti sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat, dibandingkan dengan elemen pasangannya.
9	Mutlak Sangat Penting	Pengalaman menunjukkan satu elemen sangat jelas lebih penting
2,4,6,8	Nilai-nilai tengah diantara dua pendapat yang berdampingan	Nilai ini diberikan bila diperlukan kompromi

Skala perbandingan diatas diisi dengan cara menentukan kriteria mana yang lebih penting. Pada setiap kotak akan dibandingkan kriteria satu dengan kriteria lainnya dan diberikan nilai bobot kepentingan dari 1 sampai 9. Sebagai contoh penyusunan sistematis perbandingan berpasangan yang membentuk matriks, misalnya kriteria A memiliki beberapa kriteria di bawahnya yaitu B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, ..., B<sub>n</sub>, tabel matriks berpasangan berdasarkan kriteria A pada Tabel 4 (Muttaqin et al., 2023).

**Tabel 4. Matriks Perbandingan Berpasangan**

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	...	B <sub>n</sub>
B <sub>1</sub>	1	$\alpha_{12}$	...	$\alpha_{1n}$
B <sub>2</sub>	$\alpha_{21} = 1/\alpha_{12}$	1	...	$\alpha_{2n}$
...	...	...	1	...
B <sub>n</sub>	$\alpha_{n1} = 1/\alpha_{1n}$	$\alpha_{n2} = 1/\alpha_{2n}$	...	1

Sebagaimana pada tabel di atas, bahwa kriteria kolom sebelah kiri selalu dibandingkan dengan partikel baris dengan demikian ketika kriteria baris tampil sebagai faktor kolom maka diberi nilai kebalikannya dan juga sebaliknya. Matriks perbandingan yang telah disusun kemudian dinormalisasikan dengan membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan.

Dalam proses pengambilan keputusan, penting untuk memahami sejauh mana konsistensi keputusan yang ada. Perhitungan rasio konsistensi dalam AHP merupakan salah satu poin penting. Konsistensi matriks dapat diterima apabila rasio konsistensi (CR) kurang dari 0,1. Persamaan rasio konsistensi ditunjukkan berikut ini (Rahmanizah et al., 2023).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

dengan RI merupakan nilai rata-rata dari indeks konsistensi random, dan CI merupakan indeks konsistensi menggunakan persamaan berikut, dengan nilai indeks random yang ditampilkan pada Tabel 5.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (3)$$

**Tabel 5. Random Consistency Index (RI)**

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Jika  $CR < 0,1$  (10%) maka derajat konsistensi memuaskan sehingga dapat digunakan untuk proses selanjutnya dan jika  $CR > 0,10$  berarti ada ketidakkonsistenan saat menetapkan skala perbandingan sepasang kriteria. Pada penelitian ini digunakan nilai RI 1,24 yang didasarkan pada parameter yang digunakan yaitu 6 parameter terjadinya banjir.

#### 2.4.4 Analisis Peta Kerawanan Banjir

##### Peta Tingkat Kerawanan Bencana Banjir

Penentuan kerawanan banjir diawali dengan proses delinasi dan perhitungan bobot data antar parameter sehingga menghasilkan peta kerentanan banjir dengan menggunakan analisis spasial. Seluruh peta tematik yang telah dihasilkan dianalisis melalui teknik analisis spasial (*raster calculate*) berdasarkan persamaan. Untuk klasifikasi tingkat kerentanan banjir (IKB) ditunjukkan pada persamaan 4. Sedangkan untuk Penentuan kelas rawan banjir didasarkan pada total nilai bobot yang dihasilkan dari penjumlahan hasil perkalian antara skor variabel dan bobot dari setiap parameter yang digunakan (Sharir et al., 2022).

$$IKB = (\sum(\text{Bobot CH} \times \text{CH}) + (\text{Bobot PL} \times \text{PL}) + (\text{Bobot KL} \times \text{KL}) + (\text{Bobot EL} \times \text{EL}) + (\text{Bobot JS} \times \text{JS}) + (\text{Bobot JT} \times \text{JT})) \quad (4)$$

Keterangan:

IKB	= Indeks Kerawanan Banjir	EL	= Elevasi
CH	= Curah Hujan	JS	= Jarak dari Sungai
PL	= Penutupan Lahan	JT	= Jenis Tanah
KL	= Kemiringan Lereng		

Penetapan klasifikasi setiap kriteria dapat menggunakan rumus (5) berikut (Purnomo et al., 2018):

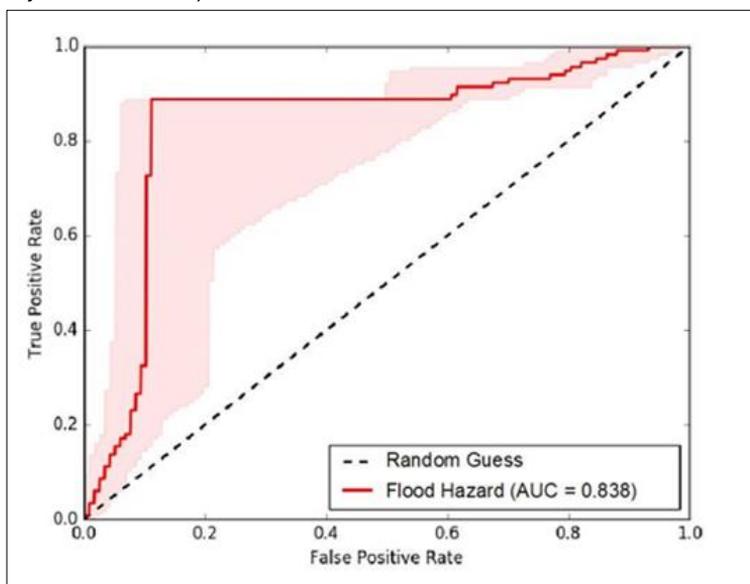
$$Ki = \frac{X_t - X_r}{k} \quad (5)$$

Keterangan:

Ki	= Kelas interval	K	= Kelas interval yang diinginkan
Xt	= Data tertinggi		
Xr	= Data terendah		

### Uji Validasi Peta Tingkat Rawan Bencana

Evaluasi validitas dan akurasi hasil analisis multi kriteria, terutama pada model pendekatan analisis AHP, merupakan bagian penting. Penggunaan *Area Under Curve* (AUC) berdasarkan data kejadian banjir di lapangan dan catatan sejarah menjadi alat validasi yang efektif untuk model AHP karena kesederhanaan, kelengkapan, dan efisiensinya. AUC dengan nilai 1 menunjukkan tingkat akurasi maksimal tanpa bias, meskipun AUC di atas 0,5 umumnya dianggap sebagai model yang sangat akurat dan dapat diterima. Dalam penelitian ini, peta kerentanan banjir yang dihasilkan oleh metode AHP dibagi menjadi lima kelas. Titik-titik hasil observasi dan wawancara terkait banjir dipetakan dalam koordinat X dan Y, serta jumlah kejadian banjir di setiap kelas dibandingkan dengan peta hasil analisis kerentanan banjir. Persentase kejadian banjir dan persentase piksel di setiap kelas dihitung berdasarkan data tersebut. Keakuratan model kerentanan banjir dapat diuji secara kuantitatif dengan menggunakan kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) yang membandingkan akurasi peta kerentanan dengan data lokasi kejadian banjir di lapangan. Tingkat prediksi model menunjukkan kemampuannya untuk memprediksi area tertentu dengan mengukur luas area di bawah kurva prediksi, yang dikenal sebagai *Area Under Curve* (AUC). Berikut adalah contoh kurva hasil validasi (Mujib et al., 2021).



**Gambar 3. Kurva *Area Under Curve* (AUC) untuk Peta Kerawanan Banjir**