

**SKRIPSI**

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR  
MENGUNAKAN METODE FREKUENSI  
RASIO DI DAERAH ALIRAN  
SUNGAI TANGKA**

**Disusun dan diajukan oleh**

**AUDREY JENTRY TANGKO**

**M011191045**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

**ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR  
MENGUNAKAN METODE FREKUENSI  
RASIO DI DAERAH ALIRAN  
SUNGAI TANGKA**

AUDREY JENTRY TANGKO

M011191045

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Kehutanan

pada

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASSANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

### Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Metode Frekuensi Rasio di Daerah Aliran Sungai Tangka

Disusun dan diajukan oleh

**Audrey Jentry Tangko**  
**M011191045**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan  
Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 05 Februari 2024

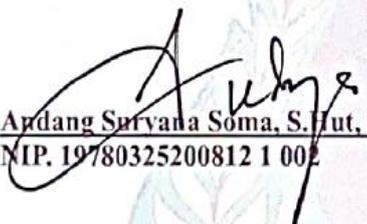
dan menyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

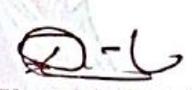
Menyetujui :

**Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

  
Andang Suryana Soma, S.T, M.P, PhD.  
NIP. 19780325200812 1 002

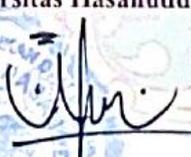
  
Dr. Ir. Usman Arsyad, M.P., IPU  
NIP. 19540107201901 5 001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Kehutanan**

**Fakultas Kehutanan**

**Universitas Hasanuddin**

  
Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.  
NIP. 19680410199512 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Audrey Jentry Tangko  
NIM : M011191045  
Program Studi : Kehutanan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

### **ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BANJIR MENGGUNAKAN METODE FREKUENSI RASIO DI DAERAH ALIRAN SUNGAI TANGKA**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karta saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 05 Februari 2024



Yang Menyatakan

Audrey Jentry Tangko

## **ABSTRAK**

**Audrey Jentry Tangko (M011191045). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Metode Frekuensi Rasio di Daerah Aliran Sungai Tangka di bawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Usman Arsyad**

Penelitian ini berfokus di daerah aliran sungai Tangka karena banjir sering terjadi di setiap musim penghujan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan upaya dalam meminimalkan dampak negatif banjir seperti dengan tersedianya peta kerawanan banjir. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kejadian banjir periode 2018-2022 di DAS Tangka, menganalisis faktor berpengaruh terhadap terjadinya banjir di DAS Tangka, serta membuat peta kerawanan banjir di DAS Tangka. Penelitian ini dilakukan dengan metode frekuensi rasio dengan melihat hubungan kejadian banjir dan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesuksesan model memiliki nilai sebesar 0,986 dan tingkat prediksi model memiliki nilai sebesar 0,985. Luas total banjir yang diidentifikasi dari Tahun 2018-2022 adalah 403,45 ha dari luas keseluruhan DAS Tangka yang memiliki luas sebesar 47.790,61 ha dengan faktor litologi menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap banjir dengan nilai FR yang dihasilkan sebesar 25,55 serta hasil sebaran spasial kelas kerawanan banjir secara berturut-turut yaitu kelas sangat rendah dengan luas 28.207,88 ha, kelas rendah dengan luas 11.650,98 ha, kelas sedang dengan luas 6.301,97 ha, kelas tinggi dengan luas 464,61 ha, dan kelas sangat tinggi dengan luas 1.165,17 ha.

**Kata kunci: Bencana Banjir, Peta Kerawanan Banjir, Frekuensi Rasio, DAS Tangka**

## **ABSTRACT**

**Audrey Jentry Tangko (M011191045). Flood Vulnerability Analysis Using the Frequency Ratio Method in the Tangka Watershed under guidance Andang Suryana Soma and Usman Arsyad**

This research focuses on the Tangka watershed because floods often occur during each rainy season. Based on this, efforts are needed to minimize the negative impacts of floods, such as the availability of flood vulnerability maps. The purpose of this research is to identify flood events during the period 2018-2022 in the Tangka watershed, analyze influential factors on flood occurrences in the Tangka watershed, and create a flood vulnerability map in the Tangka watershed. This research was conducted using the frequency ratio method by examining the relationship between flood events and contributing factors. The research results indicate that the model's success rate has a value of 0,986 and the model's prediction rate has a value of 0,985. The total area of floods identified from 2018 to 2022 is 403,45 hectares out of the total area of the Tangka watershed, which has an area of 47,790.61 hectares, with lithology being the most influential factor on floods with an FR value of 25,55. The results also show the spatial distribution of flood vulnerability classes sequentially, namely very low class with an area of 28.207,88 hectares, low class with an area of 11.650,98 hectares, moderate class with an area of 6.301,97 hectares, high class with an area of 464,61 hectares, and very high class with an area of 1.165,17 hectares.

**Keyword: Flood Disaster, Flood Vulnerability Map, Frequency Ratio, Tangka Watershed**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “**Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Metode Frekuensi Rasio di Daerah Aliran Sungai Tangka**”

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan berbagai macam kendala dan banyak kekurangan. Tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan dan selesai dengan baik. Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada bapak **Benyamin Sangpali** dan Ibu **Yesti Tangka** yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang, doa, pengorbanan, dukungan dan nasihat yang tentu tak akan bisa penulis balas, serta saudara(i) terkasih **Eka Rensy Astari, A.Md. RMIK** dan **Adward Jendry Tangka** atas segala dukungannya dalam bentuk materi maupun non materi menuju kesuksesan. Penulis mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormatnya kepada:

1. Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut, M.P, Ph.D.** dan Bapak **Dr. Ir. Usman Arsyad, M.P., IPU** selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 atas segala bantuannya yang tak henti-hentinya mengarahkan, memberikan arahan, dan membantu penulis mulai dari pemilihan tema, judul, metode hingga selesainya skripsi ini.
2. Ibu **Wahyuni, S.Hut., M.Hut** dan Bapak **Dr. Ir. A. Sadapotto, M.P** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
3. Ketua Program Studi Kehutanan Ibu **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.** serta Bapak/Ibu Dosen dan Seluruh staf Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya selama berada di lingkungan Fakultas Kehutanan.
4. Segenap keluarga besar **Laboratorium Pengeloaan Daerah Aliran Sungai** dan **Leonidas19**, terkhususnya, **Syaeful Rahmat, S.Hut., M.Hut, Muh Dandy Rachmat Ramadhan, S.Hut, Muh. Yusuf Fadhel Marwiji, S.Hut, Nur Intan Wiswati, S.Hut, Kezia Grace Talia, Arif Latin, Vresilia Jelsy,**

**Ayub Aril, Nurveni, S.Hut, Nur'aqilah, Nur Afifah Mardhikasuri, Anisa Fitri Damayanti, Dewi Ervina Mandasari** yang telah membantu selama penelitian hingga terselesainya skripsi ini.

5. Teruntuk sahabat-sahabatku **Misrawati, S.Hut, Musfirah, Nurul Insani Qalbi, Jumasnah, S.Hut** yang telah membantu penelitian hingga terselesainya skripsi ini.
6. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah tulus dan ikhlas memberikan doa, motivasi, membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.

Semoga kebaikan yang diberikan menjadi amal jariah dan dibalas dengan kebaikan yang lebih oleh Tuhan Yang Maha Esa. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi rekan-rekan yang membacanya.

Makassar, 05 Februari 2024

Audrey Jentry Tangko

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Daur Hidrologi.....	3
2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	5
2.2.1 Pengertian DAS.....	5
2.2.2 Fungsi DAS .....	6
2.2.3 Ekosistem DAS .....	7
2.2.4 Pengelolaan DAS.....	7
2.3 Banjir.....	9
2.4 Frekuensi Rasio.....	13
2.5 Sistem Informasi Geografis .....	14
2.6 Citra <i>Sentinel-1</i> SAR.....	15
III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.3 Alur Penelitian .....	20
3.4 Prosedur Penelitian .....	20
3.4.1 Persiapan Data Penelitian .....	20

3.4.2	Faktor Kejadian Banjir .....	22
3.4.3	Analisis Data .....	26
3.4.3.1	Analisis Identifikasi Kejadian Banjir.....	26
3.4.3.2	Analisis Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Banjir .....	27
3.4.3.3	Analisis Peta Kerawanan Banjir .....	28
3.4.4	Validasi Data.....	28
3.4.4.1	Validasi Banjir .....	28
3.4.4.2	Validasi Tingkat Kesuksesan dan Prediksi Frekuensi Rasio .....	28
3.4.5	Hasil Penelitian.....	29
IV.	KEADAAN UMUM LOKASI .....	30
4.1	Letak dan Luas Wilayah.....	30
4.2	Keadaan Geografis dan Curah Hujan .....	31
4.2.1	Kelas Lereng.....	31
4.2.2	Ketinggian (Elevasi).....	33
4.2.3	Curah Hujan.....	34
4.3	Keadaan Litologi dan Tanah .....	36
4.3.1	Litologi .....	36
4.3.2	Jenis Tanah .....	37
4.4	Penutupan Lahan.....	39
V.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
5.1	Inventarisasi Kejadian Banjir.....	41
5.1.1	Hasil Analisis Citra <i>Sentinel-1</i> SAR.....	41
5.1.2	Hasil Identifikasi Banjir .....	42
5.2	Faktor-Faktor Penyebab Banjir di DAS Tangka .....	46
5.3	Frekuensi Rasio.....	46
5.3.1	Curah Hujan.....	50
5.3.2	Jarak dari Sungai .....	51
5.3.3	Kerapatan Sungai.....	52
5.3.4	Kelas Lereng.....	53
5.3.5	Ketinggian (Elevasi).....	54

5.3.6	Tekstur Tanah.....	55
5.3.7	Permeabilitas Tanah.....	56
5.3.8	Litologi .....	57
5.3.9	Penutupan Lahan .....	58
5.4	Validasi Tingkat Kesuksesan dan Prediksi Frekuensi Rasio.....	59
5.5	Tingkat Kerawanan Banjir .....	60
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
6.1	Kesimpulan .....	64
6.2	Saran .....	64
	DAFTAR PUSTAKA .....	65
	LAMPIRAN.....	74

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Alat yang digunakan dalam proses penelitian .....	18
Tabel 2.	Bahan yang diperlukan dalam penelitian analisis analisis kerawanan banjir .....	18
Tabel 3.	Klasifikasi curah hujan.....	23
Tabel 4.	Klasifikasi permeabilitas tanah .....	25
Tabel 5.	<i>Confusion matrix</i> .....	26
Tabel 6.	Luas DAS Tangka berdasarkan administrasi kecamatan setiap kabupaten.....	31
Tabel 7.	Kelas lereng di DAS Tangka .....	32
Tabel 8.	Kelas elevasi di DAS Tangka .....	33
Tabel 9.	Sebaran curah hujan di DAS Tangka .....	34
Tabel 10.	Keadaan Litologi di DAS Tangka .....	35
Tabel 11.	Jenis tanah, data uji tekstur dan permeabilitas sampel tanah, serta sebaran luas DAS Tangka.....	37
Tabel 12.	Penutupan lahan DAS Tangka.....	39
Tabel 13.	Identifikasi banjir di DAS Tangka dari Tahun 2018 sampai Tahun 2022 .....	44
Tabel 14.	Hasil perhitungan frekuensi rasio dari faktor-faktor penyebab banjir....	47
Tabel 15.	Nilai AUC dari hasil analisis ROC pada tingkat kesuksesan dan prediksi metode frekuensi rasio terhadap kejadian banjir .....	62
Tabel 16.	Karakteristik kelas kerentanan terhadap peta kerawanan banjir di DAS Tangka .....	64

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Siklus hidrologi (Kezia dkk., 2017) .....	5
Gambar 2.	Peta lokasi penelitian.....	17
Gambar 3.	Bagan alur penelitian.....	20
Gambar 4.	Segitiga tekstur tanah .....	24
Gambar 5.	Peta batas administrasi di DAS Tangka .....	30
Gambar 6.	Peta kelas lereng DAS Tangka .....	32
Gambar 7.	Peta ketinggian DAS Tangka .....	33
Gambar 8.	Peta curah hujan DAS Tangka.....	35
Gambar 9.	Peta litologi DAS Tangka.....	36
Gambar 10.	Peta jenis tanah DAS Tangka .....	38
Gambar 11.	Peta penutupan lahan DAS Tangka .....	40
Gambar 12.	Hasil pengolahan citra sentinel-1 SAR sebelum banjir dan kejadian banjir Tahun 2018 sampai Tahun 2022 .....	42
Gambar 13.	Hasil proses NDSI dari Tahun 2018 sampai Tahun 2022.....	43
Gambar 14.	Peta sebaran titik banjir di DAS Tangka .....	45
Gambar 15.	Peta faktor penyebab kejadian banjir (curah hujan (1), jarak dari sungai (2), kerapatan sungai (3), kelas lereng (4), ketinggian (elevasi) (5), tekstur tanah (6), permeabilitas tanah (7), litologi (8), dan penutupan lahan (9)) .....	46
Gambar 16.	Grafik nilai FR pada setiap kelas curah hujan.....	50
Gambar 17.	Grafik nilai FR pada setiap kelas jarak dari sungai.....	51
Gambar 18.	Grafik nilai FR pada setiap kelas kerapatan sungai .....	52
Gambar 19.	Grafik nilai FR pada setiap kelas lereng .....	53
Gambar 20.	Grafik nilai FR pada setiap kelas ketinggian tempat.....	54
Gambar 21.	Grafik nilai FR pada setiap kelas tekstur tanah.....	55
Gambar 22.	Grafik nilai FR pada setiap kelas permeabilitas tanah.....	56
Gambar 23.	Grafik nilai FR pada setiap kelas litologi.....	57
Gambar 24.	Grafik nilai FR pada setiap kelas penutupan lahan .....	58

Gambar 25. Kurva AUC hasil validasi ROC pemodelan kerawanan banjir: (a) kurva hasil kesuksesan model; (b) kurva tingkat prediksi model....	59
Gambar 26. Persentase luas area kerawanan banjir .....	61
Gambar 27. Peta kerawanan banjir di DAS Tangka.....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Tabel waktu pengambilan data kejadian banjir dan sebelum banjir di DAS Tangka.....	75
Lampiran 2.	Dokumentasi hasil validasi lapangan di DAS Tangka.....	76
Lampiran 3.	Dokumentasi penutupan lahan DAS Tangka .....	77
Lampiran 4.	Dokumentasi spasial banjir DAS Tangka .....	79
Lampiran 5.	Dokumentasi pengambilan sampel tanah .....	80
Lampiran 6.	Dokumentasi pengujian sampel tanah .....	81
Lampiran 7.	Data curah hujan stasiun 1 DAS Tangka .....	82
Lampiran 8.	Data curah hujan stasiun 2 DAS Tangka .....	83
Lampiran 9.	Data curah hujan stasiun 3 DAS Tangka .....	84
Lampiran 10.	Data curah hujan stasiun 4 DAS Tangka .....	85
Lampiran 11.	Data curah hujan stasiun 5 DAS Tangka .....	86
Lampiran 12.	Data curah hujan stasiun 6 DAS Tangka .....	87
Lampiran 13.	Data curah hujan stasiun 7 DAS Tangka .....	88
Lampiran 14.	Data curah hujan stasiun 8 DAS Tangka .....	89
Lampiran 15.	Data curah hujan stasiun 9 DAS Tangka .....	90
Lampiran 16.	<i>Confussion matrix</i> penutupan lahan DAS Tangka.....	91
Lampiran 17.	Sebaran luas kelas kerawanan banjir di DAS Tangka berdasarkan wilayah administrasi.....	92
Lampiran 18.	Peta titik pengambilan sampel di DAS Tangka .....	95
Lampiran 19.	Peta jenis tanah DAS Tangka .....	96
Lampiran 20.	Peta curah hujan DAS Tangka .....	97
Lampiran 21.	Peta jarak dari Sungai DAS Tangka .....	98
Lampiran 22.	Peta kerapatan Sungai DAS Tangka .....	99
Lampiran 23.	Peta kelas lereng DAS Tangka .....	100
Lampiran 24.	Peta ketinggian (elevasi) DAS Tangka .....	101
Lampiran 25.	Peta tekstur tanah DAS Tangka .....	102
Lampiran 26.	Peta permeabilitas tanah DAS Tangka .....	103
Lampiran 27.	Peta Litologi DAS Tangka.....	104

Lampiran 28. Peta penutupan lahan DAS Tangka .....	105
Lampiran 29. Peta faktor penyebab kejadian banjir.....	106
Lampiran 30. Peta kerawanan banjir di DAS Tangka .....	107

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Bencana banjir hampir setiap musim penghujan melanda Indonesia. Berdasarkan nilai kerugian dan frekuensi kejadian bencana banjir terlihat adanya peningkatan yang cukup berarti (Razikin dkk., 2017). Historis data bencana Indonesia yang bersumber pada Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menjelaskan bahwa sepanjang tahun 2022 kejadian bencana alam yang mendominasi di Indonesia adalah bencana banjir sebanyak 1.531 kejadian. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis Kajian Resiko Bencana (KRB) Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022-2026 oleh BNPB menjelaskan bahwa total luas bahaya banjir di Provinsi Sulawesi Selatan secara keseluruhan adalah 912.938 hektar (ha).

Berdasarkan kejadian banjir yang terjadi, maka diperlukan upaya dalam meminimalkan dampak negatif banjir pada suatu wilayah. Salah satu upaya tersebut ialah dengan tersedianya peta indeks rawan bencana. Peta tersebut dapat digunakan oleh berbagai pihak untuk perencanaan pengendalian atau sistem kewaspadaan dini (*Early Warning System*) (Rosa dkk., 2013). Hal ini dikaitkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2022 tentang Penyusunan Rencana Umum Rehabilitas Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai dan Rencana Tahunan Rehabilitas Hutan dan Lahan yang menjelaskan bahwa penyusunan RURHL-DAS juga mengacu pada peta rawan bencana banjir dan longsor. Hal tersebut menjadikan peta spasial indeks rawan bencana sangat penting untuk disajikan khususnya bagi wilayah-wilayah yang memiliki kerentanan bencana yang besar.

DAS Tangka menjadi lokasi dalam penelitian ini karena di setiap musim penghujan, banjir menjadi bencana alam yang sering terjadi. Menurut Nisarto (2016) banjir terjadi di DAS Tangka disebabkan karena lokasi yang seharusnya berfungsi sebagai daerah tangkapan air, tetapi kenyataannya dijadikan sebagai lahan pertanian oleh penduduk setempat. Selain itu, kurangnya perhatian pemerintah dalam pengelolaan DAS Tangka di beberapa daerah menjadi potensi

terjadinya banjir. Oleh karena itu, untuk lebih meminimalisir kerugian yang disebabkan oleh bencana banjir, maka diperlukan suatu peta kerawanan banjir.

Beberapa metode yang digunakan untuk membuat peta kerawanan banjir seperti skoring, modeling dan berdasarkan faktor kejadian. Metode faktor kejadian berguna untuk mengetahui penyebab banjir yang ada dalam lingkup suatu DAS, sehingga pemerintah dapat melakukan penanganan sesuai dengan faktor penyebab banjir yang terjadi. Beberapa penelitian yang telah menggunakan analisis berdasarkan faktor kejadian seperti Aprilia dkk. (2021) di daerah Jawa Barat dengan tingkat keberhasilan 93%, Seejata dkk. (2019) di Thailand dengan tingkat keberhasilan 64,94% serta Waqas dkk. (2021) di Pakistan dengan tingkat keberhasilan 84%. Metode ini menggunakan frekuensi rasio untuk menganalisis kerawanan banjir di suatu daerah. Frekuensi rasio menjadi metode yang efektif dalam menilai bahaya banjir. Frekuensi rasio mampu mengidentifikasi zona kerentanan banjir dari sangat tinggi hingga sangat rendah dengan melibatkan berbagai faktor yang relevan (Munir dkk., 2022). Menurut Waqas dkk. (2021) Frekuensi rasio bermanfaat untuk mengevaluasi kemungkinan daerah yang rawan banjir. Hasil ini akan bermanfaat bagi perencana, peneliti, dan pemerintah daerah untuk penilaian dampak untuk memprediksi zona banjir di masa depan dan mengurangi risiko banjir dengan mengembangkan strategi yang berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang peta kerawanan banjir dengan metode frekuensi rasio pada DAS Tangka. Hal ini dilakukan untuk menjadi bahan informasi dan pertimbangan dalam membantu pemerintah dan masyarakat dalam meminimalisir terjadinya kerugian-kerugian dari bencana banjir di wilayah ini.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi kejadian banjir periode 2018-2022 di DAS Tangka.
2. Menganalisis faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya banjir di DAS Tangka
3. Membuat peta kerawanan banjir di DAS Tangka

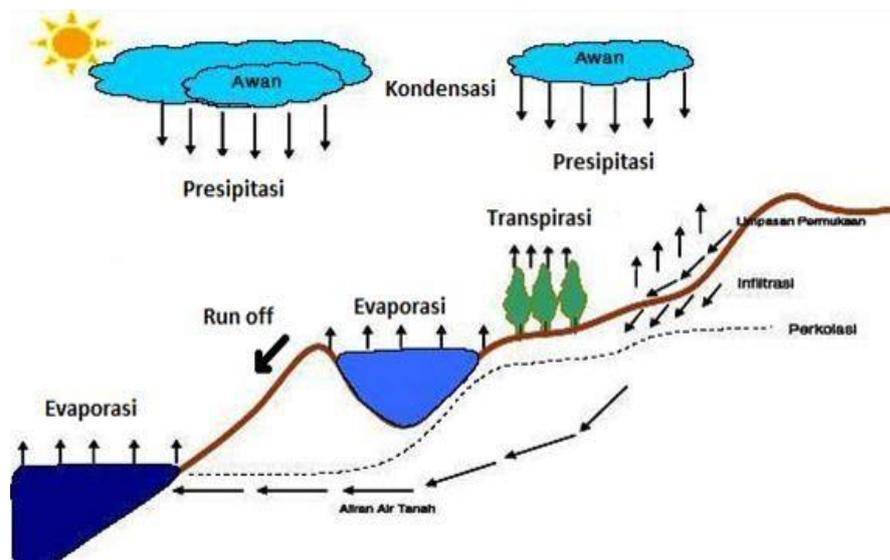
Kegunaan dari penelitian ini yaitu mampu memberikan informasi bagi instansi tentang tingkat kerawanan banjir yang terjadi di DAS Tangka dengan melihat faktor penyebabnya, serta dapat dijadikan acuan dalam penanggulangan bencana banjir di DAS Tangka.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daur Hidrologi

Daur hidrologi atau daur air merupakan proses sirkulasi air yang berasal dari bumi kemudian menuju ke atmosfer lalu kembali lagi ke bumi dan kejadiannya berlangsung secara terus-menerus (Sondak dkk., 2019). Karena daur hidrologi terjadi secara berputar serta berlangsung secara berkelanjutan maka hal ini menyebabkan air seperti tidak pernah habis (Kopalit dkk., 2020). Air tersebut tertahan sementara di sungai, danau dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup lainnya (Badaruddin dkk., 2021). Meskipun jumlah air di bumi (relatif) tidak berubah dari tahun ke tahun, namun ketersediaan air pada suatu area merupakan bagian dari pendistribusian air dalam siklus hidrologi ini, yang dapat mempengaruhi terjadinya siklus hidrologi (Tiwery dkk., 2022).

Menurut Makal dkk. (2020) proses daur hidrologi dimulai dari air di permukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface run off*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir ke dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Seluruh proses daur tersebut telah terjadi dan akan berulang kembali. Ilustrasi daur hidrologi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus hidrologi (Kezia dkk., 2017)

Konsep daur hidrologi ini kemudian diperluas dengan memasukkan gerakan perjalanan sedimen, unsur hara, biota yang terlarut di dalam air. Konsep daur hidrologi yang luas ini lalu digunakan sebagai konsep kerja untuk menganalisis berbagai masalah misalnya dalam melakukan perencanaan dan evaluasi pengelolaan hutan dan DAS (Badaruddin dkk., 2021).

## 2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

### 2.2.1 Pengertian DAS

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, dijelaskan bahwa Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Syaferi dkk. (2019) menyatakan bahwa DAS didefinisikan sebagai kesatuan ruang yang terdiri atas unsur abiotik (tanah, air, udara), biotik (vegetasi, binatang, dan organisme hidup lainnya) dan kegiatan manusia yang saling berinteraksi dan saling membutuhkan satu sama lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa DAS sebagai

satu kesatuan ekosistem. Hal ini berarti apabila keterkaitan sudah terselenggara maka pengelolaan hutan, tanah, air, masyarakat dan lain-lain harus memperhatikan peranan dari fungsi-fungsi ekosistem tersebut.

DAS merupakan suatu kesatuan dari siklus hidrologi. DAS dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan berkumpul ke sungai dan menjadi aliran sungai. Faktor yang mempengaruhi karakteristik suatu DAS yaitu faktor morfometri dan aspek biofisik DAS. Morfometri DAS merupakan ukuran kuantitatif karakteristik alami DAS yakni aspek geomorfologi suatu daerah. Karakteristik ini terkait dengan proses pengaliran (drainase) air hujan yang jatuh di dalam wilayah DAS diantaranya bentuk DAS, luas DAS, kerapatan sungai (drainase), dan pola aliran. Biofisik DAS merupakan faktor yang dapat mempengaruhi output dalam proses terjadinya siklus hidrologi suatu DAS sehingga aliran sungai sangat dipengaruhi oleh kondisi biofisik DAS. Kondisi biofisik DAS diantaranya analisis jenis tanah, tata guna lahan, kondisi topografi yang mencakup kemiringan lereng dan kontur, serta kualitas air sungai (Harisagustinawati dkk., 2020).

### **2.2.2 Fungsi DAS**

Keluaran (outlet) dari suatu DAS yaitu muara sungai, laut, danau maupun waduk. Wilayah yang dilalui suatu aliran sungai dimulai dari hulu, tengah dan hilir dimana dalam alirannya melewati beberapa desa, kabupaten hingga provinsi (Staddal, 2019). Fungsi dari masing-masing batasan suatu DAS, yaitu (Soegiyanto, 2014):

1. DAS bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS sehingga tidak mengalami degradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan.
2. DAS bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola sehingga dapat bermanfaat untuk kepentingan sosial dan ekonomi, yang dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air,

kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau.

3. DAS bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat bermanfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan dengan kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan juga terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah.

### **2.2.3 Ekosistem DAS**

Ekosistem DAS merupakan sistem yang kompleks dan melibatkan berbagai komponen biogeofisik, sosial ekonomi dan budaya yang saling berinteraksi satu dan lainnya (Tresnadi, 2008). Ekosistem DAS akan stabil jika hubungan antar komponen DAS berjalan dengan baik dan optimal. Gangguan ekologis dan biofisik DAS sangat berkaitan dengan terganggunya komponen ekosistemnya (Fitri dkk., 2020). Kualitas interaksi antar ekosistem dapat dilihat dari kualitas *output* dari DAS tersebut (Valiant, 2014).

Ekosistem DAS menjadi bagian yang sangat penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian daerah aliran sungai, salah satunya sebagai fungsi tata air (Susanawati dkk., 2018). Keberlanjutan fungsi ekosistem DAS dalam mengatur tata air dapat tercapai apabila pola pemanfaatan kawasannya sesuai dengan kaidah-kaidah konservasi. Penurunan kuantitas dan kualitas air sungai dapat menjadi indikator bahwa kondisi DAS telah mengalami kerusakan. Rusaknya ekosistem DAS akibat dari berbagai sebab akan mengancam penyediaan sumberdaya air berkelanjutan (Sudarma dan Widyantara, 2016). Oleh karena itu perlu adanya suatu penanganan atau pengelolaan DAS yang terencana pemanfaatannya dengan baik (Susanawati dkk., 2018).

### **2.2.4 Pengelolaan DAS**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, dijelaskan bahwa pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud

kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan.

Selanjutnya menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air bahwa konservasi tanah dan air adalah upaya perlindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan Fungsi Tanah pada lahan sesuai dengan kemampuan dan peruntukan lahan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan kehidupan yang lestari.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air menjelaskan bahwa konservasi sumber daya air adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi Sumber Daya Air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang.

Menurut sudut pandang pengelolaan, DAS merupakan satu kesatuan ekosistem dimana unsur-unsur yang terkait adalah sumber daya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumber daya manusia yang menjadi pelaku pemanfaat dan pengelola sumber daya alam tersebut. Penduduk yang tinggal dalam DAS serta menggunakan sumber daya alam di dalamnya merupakan bagian penting dari program pengelolaan DAS karena mereka dapat menginvestasikan dananya demi kemajuan pengelolaan DAS sehingga tercipta hubungan saling menguntungkan antara manusia dengan DAS itu sendiri (Astomo, 2021).

Dalam pelaksanaannya, pengelolaan DAS berpusat pada aktivitas-aktivitas yang berdimensi biofisik, seperti pengendalian erosi, penghutanan kembali lahan-lahan kritis. Dimensi regulasi/kelembagaan seperti insentif dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan bidang ekonomi. Dimensi sosial dalam pengelolaan DAS diarahkan pada pemahaman kondisi sosial-budaya setempat, kemudian menggunakan kondisi tersebut sebagai bahan pertimbangan untuk menyusun strategi aktivitas pengelolaan DAS yang efektif. Keseluruhan rangkaian kegiatan-kegiatan tersebut masih dalam bentuk kerangka kerja yang kemudian diarahkan pada usaha-usaha tercapainya keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan manusia dengan kemampuan sumberdaya alam dalam mendukung kebutuhan manusia secara berkelanjutan (Setiawan dkk., 2015).

Pengelolaan DAS merupakan upaya manusia dalam hal mengatur hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia yang ada di dalam DAS serta segala aktivitasnya, sehingga dapat mewujudkan kelestarian dan keserasian ekosistem dan juga meningkatnya kemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan (Ariyani dkk., 2020). Dalam melakukan perencanaan pengelolaan DAS, penting untuk mengetahui terlebih dahulu kondisi hidrologi setempat (Pramono dan Adi, 2017). Dengan mengetahui sifat atau karakteristik suatu DAS, maka pengelolaan DAS akan lebih terarah, efektif, dan efisien (Pramono dan Putra, 2017). Oleh karena itu, adanya pengelolaan DAS dapat menjadi suatu bentuk pengelolaan wilayah yang menempatkan DAS sebagai unit pengelolaan (Komarawidjaja, 2017). Dengan adanya perencanaan secara terpadu, menyeluruh, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan, dapat dilakukan penanggulangan secara menyeluruh mulai dari daerah hulu sampai hilir pada DAS tersebut bila terjadi bencana banjir dan tanah longsor (Santoso, 2012).

### **2.3 Banjir**

Salah satu proses daur hidrologi adalah adanya air hujan yang jatuh di daratan, sungai akan menampung dan menyalurkannya ke danau atau langsung ke laut. Namun apabila intensitas curah hujan meningkat, sungai dan saluran-saluran tersebut bisa saja tidak mampu menampung volume air yang besar sehingga meluap keluar dari penampang sungai dan menyebabkan banjir. Apabila debit banjir tidak begitu besar maka kerugian terhadap manusia tidak terlalu dirasakan, tetapi bila debit banjir yang terjadi cukup besar maka dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem di daerah aliran sungai (DAS) dan juga dapat mengancam nyawa manusia (Kopalit dkk., 2020).

Banjir merupakan peristiwa yang terjadi dimana debit air yang berlebihan merendam daratan yang diakibatkan oleh intensitas hujan yang sangat tinggi sehingga debit air yang dihasilkan melebihi kapasitas penampang sungai yang tersedia. Apabila debit air tidak begitu besar maka kerugian bagi masyarakat yang ada di sekitar sungai tidak dirasakan namun sebaliknya bila debit air begitu besar sehingga menimbulkan banjir maka terjadi kerugian materi yang besar di kalangan

masyarakat, kerusakan infrastruktur seperti jalan raya dan dapat pula menimbulkan wabah penyakit bagi masyarakat di sekitar daerah aliran sungai (DAS). DAS mempunyai karakteristik yang dapat mempengaruhi besarnya debit air pada sungai tersebut (Lumentut, 2019).

Banjir menjadi permasalahan umum yang terjadi di sebagian wilayah Indonesia, khususnya pada wilayah dengan jumlah penduduk yang padat seperti di wilayah perkotaan. Banjir bisa disebabkan oleh berbagai hal baik dari alam maupun manusia. Banjir yang disebabkan oleh peristiwa alam seperti curah hujan dalam jangka waktu yang lama, terjadinya banjir tanah hingga menysisakan batuan, dan tidak ada resapan air (Santosa dkk., 2015). Pada daerah yang berdekatan dengan wilayah perairan, banjir akan mudah terjadi karena volume air yang terlalu banyak mengakibatkan sungai tidak mampu mengalirkan air sampai ke arah hilir (Ramadhan dan Chernovita, 2021).

Bencana banjir salah satu kejadian alam yang sulit diduga karena dapat terjadi secara tiba-tiba dengan perioditas yang tidak menentu, kecuali daerah-daerah yang memang sudah menjadi langganan peristiwa banjir. Beberapa faktor penting yang dapat menjadi penyebab peristiwa banjir terjadi di Indonesia seperti faktor kemiringan lereng dan ketinggian lahan suatu daerah, faktor jenis tanah dan penggunaan lahannya, faktor kerapatan sungai serta curah hujan yang tinggi dapat membuat suatu daerah rawan terhadap bencana banjir (Darmawan dkk., 2017).

Beberapa faktor pemicu peristiwa bencana banjir yang paling relevan terjadi adalah sebagai berikut:

1. Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun di suatu wilayah dalam waktu tertentu (Darmawan dkk., 2017). Daerah yang memiliki curah hujan tinggi maka daerah tersebut akan lebih berpengaruh terhadap kejadian banjir (Septianingsih dan Iskarni, 2022).

2. Jarak dari Sungai

Daerah yang dekat dengan sungai akan lebih rentan terhadap bencana banjir baik dalam kasus banjir yang normal maupun banjir bandang dalam suatu DAS karena air mengalir dari elevasi yang lebih tinggi lalu menumpuk pada elevasi yang lebih rendah. Sebagian besar saat hujan lebat, daerah yang dekat

dengan tempat air terestrial dapat menjadi banjir, seperti bendungan, kolam dan danau (Waqas dkk., 2021).

### 3. Kerapatan Sungai

Kerapatan sungai yaitu kapasitas penyimpanan air permukaan dalam cekungan-cekungan seperti danau, rawa dan badan sungai yang mengalir pada suatu DAS. Kerapatan aliran menjadi faktor penting dalam menentukan kecepatan air larian. Kerapatan sungai memiliki hubungan dengan sifat drainase DAS dimana semakin kecil (rapat) kerapatan aliran dapat mengakibatkan sistem drainase yang kurang baik sehingga memicu genangan dan begitu juga sebaliknya (Utama dkk., 2016).

### 4. Kelas Lereng

Kelas lereng atau kemiringan lahan yaitu perbedaan antara jarak vertical atau tinggi lahan terhadap jarak horisontal atau panjang lahan datar. Semakin panjang lahan datar terhadap jarak tinggi lahannya maka semakin besar potensi terjadinya banjir ataupun sebaliknya. Semakin besar tinggi jarak lahannya terhadap panjang lahan datar maka akan semakin aman atau semakin kecil potensi terjadinya banjir (Ramadhan dan Chernovita, 2021).

### 5. Ketinggian (Elevasi)

Ketinggian (elevasi) yaitu ukuran ketinggian tempat di atas permukaan laut. Ketinggian memiliki pengaruh terhadap terjadinya banjir (Darmawan dkk., 2017). Berdasarkan sifat air yang mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, maka daerah yang memiliki kategori ketinggian yang rendah maka akan berpotensi mengalami bencana banjir di daerah tersebut (Putra dkk., 2021).

### 6. Tekstur Tanah

Jenis tanah memiliki tekstur yang dapat mempengaruhi terjadinya banjir berdasarkan tingkat daerah resapan air di suatu wilayah (Akhbar, 2019). Jenis tanah yang tidak peka terhadap air dapat menyebabkan air yang jatuh atau mengalir baik dari hujan maupun luapan sungai sulit untuk meresap ke dalam tanah, sehingga terjadi penggenangan (Sebayang dan Rosanti, 2022).

## 7. Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Tanah dengan permeabilitas tinggi menaikkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju air larian (Mansyur dan Nurpleli, 2019). Sebaliknya jenis tanah dengan tekstur halus dan permeabilitas kecil/lambat menyebabkan laju infiltrasi semakin kecil sehingga potensi terjadi genangan/banjir semakin tinggi (Budiarti dkk., 2018).

## 8. Batuan/Litologi

Litologi memiliki pengaruh yang penting terhadap limpasan permukaan karena faktor ini mengontrol laju infiltrasi air (Costache dkk., 2020). Pengaruh permeabilitas batuan, ketebalan lapisan serta ukuran singkapannya, membuat litologi menjadi faktor penting yang mempengaruhi proses hidrologi di suatu DAS (Vojtek dan Vojteková, 2019).

## 9. Penutupan Lahan

Penggunaan/tutupan lahan mempengaruhi kerawanan banjir suatu daerah karena penggunaan lahan berperan pada besarnya air limpasan hasil dari hujan yang telah melebihi laju infiltrasi. Daerah yang banyak ditumbuhi oleh pepohonan akan sulit mengalirkan air limpasan. Hal tersebut disebabkan karena besarnya kapasitas serapan air oleh pepohonan serta lambatnya air limpasan mengalir karena tertahan oleh akar dan batang pohon, sehingga kemungkinan banjir lebih kecil daripada daerah yang tidak ditanami oleh vegetasi (Akhbar, 2019).

Banjir dalam cakupan yang luas merupakan suatu bagian dari siklus hidrologi, khususnya pada bagian air di permukaan bumi yang bergerak ke laut. Terdapat beberapa jenis banjir diantaranya yaitu (Putra dkk., 2019):

### 1) Banjir air

Penyebab banjir air adalah meluapnya air sungai, danau, atau selokan sehingga air akan meluber lalu menggenangi daratan. Umumnya banjir ini disebabkan oleh aktivitas hujan yang turun terus-menerus sehingga sungai atau danau tidak mampu lagi menampung air.

## 2) Banjir bandang

Banjir yang satu ini mengangkut material air berupa lumpur. Banjir bandang jelas lebih berbahaya daripada banjir air karena seseorang tidak akan mampu berenang ditengah-tengah banjir seperti ini untuk menyelamatkan diri. Banjir bandang mampu menghanyutkan apapun, karena itu daya rusaknya sangat tinggi. Banjir ini dapat terjadi pada area yang berada di dekat pegunungan, dimana tanah pegunungan seolah longsor karena air hujan kemudian ikut terbawa air ke daratan yang lebih rendah. Biasanya banjir bandang ini akan menghanyutkan sejumlah pohon-pohon hutan ataupun batu-batu berukuran besar. Material-material ini dapat merusak pemukiman warga yang berada di wilayah sekitar pegunungan.

## 3) Banjir rob (laut pasang)

Banjir rob merupakan banjir yang disebabkan oleh pasangannya air laut. Air laut yang pasang ini umumnya akan menahan air sungai yang telah menumpuk, yang pada akhirnya mampu menjebol tanggul dan menggenangi daratan.

Permasalahan banjir perlu diatasi secara tanggap. Hal yang penting dilakukan yaitu mengetahui penyebab terjadinya banjir dan daerah sasaran banjir yang tergantung pada karakteristik klimatologi, hidrologi, dan kondisi fisik suatu daerah (Putra dkk., 2021). Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam memodelkan tingkat kerawanan banjir adalah Frekuensi Rasio (FR) (Aprilia dkk., 2021).

## 2.4 Frekuensi Rasio

Frekuensi rasio (FR) adalah metode analisis statistik bivariat (BSA), di mana setiap kelas parameter diberi nilai, dan pengaruhnya terhadap kejadian banjir dinilai. Pendekatan Frekuensi rasio digunakan bersama dengan teknik *Geographic Information System* (GIS) atau Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk melakukan studi kerentanan banjir. Untuk analisis statistik bivariat, metode frekuensi rasio menjadi metode yang sangat andal karena mempertimbangkan pengaruh setiap faktor pengkondisian pada banjir dan memberikan bobot dengan sangat akurat.

(Munir dkk., 2022). Perangkat lunak canggih seperti remote sensing (RS) dan GIS menyediakan cara mudah untuk menyiapkan pemetaan kerentanan banjir dengan metode frekuensi rasio (Sarkar dan Mondal, 2020). Hubungan spasial antara variabel dependen dan independen adalah dasar dari frekuensi rasio sebagai studi statistik bivariat. Hubungan spasial antara faktor-faktor dependen didasarkan pada titik-titik pelatihan yang dipilih untuk determinan penyebab banjir, termasuk faktor klimatologi, topografi, dan lokal, yang ditambahkan sebagai faktor independen yang dianalisis (Waqas dkk., 2021).

Frekuensi Rasio menjadi metode yang sangat handal karena dapat mempertimbangkan pengaruh setiap faktor pengkondisian pada banjir dan memberikan bobot dengan sangat akurat. Frekuensi rasio ditentukan dengan melihat hubungan antara kejadian banjir dan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya. Hasilnya, Frekuensi rasio dari masing-masing kelas dari masing-masing faktor pengkondisian ditentukan mengenai kejadian banjir sebelumnya. Jika nilai Frekuensi rasio lebih besar dari 1, persentase banjir lebih besar dari wilayah, menunjukkan korelasi yang lebih kuat; namun, nilai kurang dari 1 menunjukkan korelasi yang lebih lemah (Munir dkk., 2022).

Beberapa keberhasilan FR untuk memetakan bahaya banjir telah dilakukan. Berdasarkan pengukuran kinerja *Area Under Curve* (AUC) dalam pemetaan kerawanan banjir, pendekatan FR lebih baik dari WOE (*Weight of Evidence*). Dengan adanya kejadian banjir, dapat dilakukan pengkajian untuk mengidentifikasi resiko bencana banjir melalui pembobotan faktor-faktor yang mempengaruhi banjir dengan menggunakan metode FR dengan bantuan *Geographic Information System* (GIS) (Aprilia dkk., 2021).

## **2.5 Sistem Informasi Geografis**

Sistem Informasi Geografis yang disingkat SIG dalam bahasa Inggris *Geographic Information System* (GIS) merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer yang dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem ini mengambil, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, serta menampilkan data yang secara spasial mereferensikan terhadap kondisi yang ada di bumi. Teknologi

SIG mengintegrasikan operasi-operasi umum database, seperti *query* dan analisa statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan (Sihotang, 2021).

Secara garis besar, SIG terdiri atas 4 tahapan utama, yaitu (Sekeon dkk., 2016):

- 1) **Tahap Input Data**, meliputi proses perencanaan, penentuan tujuan, pengumpulan data, kemudian dimasukkan kedalam komputer.
- 2) **Tahap Pengolahan Data**, meliputi kegiatan klasifikasi dan stratifikasi data, komplisi, serta *geoprosesing (clip, merge, dissolve)*.
- 3) **Tahap Analisis Data**, yang mencakup berbagai macam Analisa keruangan seperti *buffer, overlay*, dan lain-lain.
- 4) **Tahap Output**, merupakan tahap akhir yang berkaitan dengan penyajian hasil analisa yang telah dilakukan, baik disajikan dalam bentuk peta *hardcopy*, tabulasi data, CD sistem informasi, ataupun dalam bentuk situs website.

## 2.6 Citra Sentinel-1 SAR

Seri konstelasi satelit Sentinel, yang dikembangkan oleh *European Space Agency (ESA)*, mewakili komponen ruang angkasa khusus dari program *Copernicus Eropa* (sebelumnya disebut *Global Monitoring for Environmental Security (GMES)*). *Copernicus*, yang dipimpin oleh Uni Eropa, adalah program pengamatan bumi operasional yang menyediakan informasi global, tepat waktu dan mudah diakses dalam domain aplikasi seperti daratan, kelautan, atmosfer, tanggap darurat, perubahan iklim, dan keamanan (Nagler dkk., 2015). Penginderaan jauh SAR (*Synthetic Aperture Radar*) telah secara efektif digunakan dan memberikan akurasi keseluruhan sebesar 59% hingga 86% (Kaplan dan Advan, 2018).

Sentinel-1 adalah satelit radar pencitraan di C-band (Panjang gelombang 5,7 cm) terdiri dari konstelasi dua satelit, Sentinel-1A dan Sentinel-1B, juga bagian dari program *Copernicus Eropa* yang dibuat oleh ESA (Kaplan dan Advan, 2018). Sentinel-1 didasarkan pada konstelasi dua satelit yang dilengkapi sensor C-band SAR. Sentinel-1A, diluncurkan pada 3 April 2014, merupakan satelit khusus pertama dari program Copernicus di orbit. Peluncuran satelit Sentinel-1 kedua,

Sentinel-1B, dijadwalkan pada awal tahun 2016. Siklus pengulangan satu satelit adalah 12 hari, turun menjadi 6 hari pengulangan orbit untuk konstelasi dua satelit (Nagler dkk., 2015). Citra SAR yang tidak dipengaruhi oleh kondisi cuaca, sebab gelombang yang dipancarkan dapat menembus awan, sehingga tetap dapat merekam kondisi objek dipermukaan dalam kondisi cuaca apapun (Fadlin dkk., 2021).