

BAB I

PENDAHULUAN

A. 1.1 Latar Belakang

Kurun waktu periode 5 sampai 10 tahun terakhir, efek dari perubahan iklim semakin sulit untuk diprediksi. Mulai dari semakin memanasnya suhu bumi, polusi yang semakin padat hingga ke persoalan bencana alam, seperti banjir. Banjir merupakan fenomena alam, yang proses terjadinya kadang disebabkan oleh meluapnya air di Sungai maupun kiriman dari daerah lain yang berada di tempat lebih tinggi, hingga curah hujan yang tinggi.

Faktor yang menjadi penyebab banjir tidak hanya terjadi karena kondisi alam, banjir juga kerap terjadi karena perbuatan atau sikap manusia itu sendiri, seperti kebiasaan membuang sampah sembarangan yang mengakibatkan tersumbatnya saluran air, menjadikan daerah dan tempat resapan air menjadi lokasi perumahan atau tempat tinggal, yang tentu secara langsung berarti air yang seharusnya terkumpul di daerah tersebut sebelumnya, kini bermuara di tempat yang cenderung rendah maupun jalanan di sebelahnya.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyatakan bahwa dari Tahun 2012 hingga tahun 2022 bencana banjir menempati posisi ke 2 (dua) dalam urutan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Hal ini tentu menjadi persoalan serius yang harus ditanggulangi kejadiannya, terutama banjir yang sering terjadi di wilayah perkotaan. Sudah menjadi informasi umum bahwa wilayah perkotaan merupakan wilayah yang padat akan penduduk dan bangunan. Hampir semua wilayah perkotaan di Indonesia menghadapi persoalan banjir dengan faktor –faktor penyebab banjir yang berbeda beda, tak terkecuali kota pare pare yang di aliri Daerah Aliran Sungai (DAS) karajae, yang beberapa tahun terakhir menjadikan banjir sebagai bencana tahunan.

DAS Karajae memiliki luas 17.529,40 ha yang meliputi 4 Kabupaten/Kota, yaitu Kabupaten Pinrang, Kabupaten Sidenreng Rappang, Kabupaten Barru, dan Kota Pare-pare. Akibat tingginya intensitas hujan, beberapa daerah pinggiran Sungai Karajae sering terdampak banjir akibat meluapnya air Sungai. Selain kerugian materil yang dialami oleh Masyarakat terdampak, banjir DAS Karajae juga mengakibatkan bendungan Sungai hancur parah pada kejadian banjir yang terjadi malam Rabu 1 Februari 2023. Hancurnya bendungan tersebut tentu menjadi refleksi pemerintah mengenai mitigasi akibat dari derasnya debit air yang mengalir di DAS Karajae saat banjir.

Mitigasi bencana adalah usaha yang dilakukan untuk meminimalisir akibat dari bencana yang terjadi. Salah satu bentuk usaha mitigasi adalah membuat peta kerawanan banjir pada daerah tersebut. Penelitian kerawanan banjir yang dilakukan ini, mengolah lokasi kejadian banjir dan faktor-faktor penyebab banjir dengan menggunakan salah satu metode Sistem Informasi Geografis (SIG), yaitu Frekuensi Rasio (FR). Beberapa peneliti sebelumnya telah mengkaji tingkat kerawanan banjir

dengan menggunakan metode FR. Menurut Munir dkk., (2022) FR merupakan metode yang efektif dalam menilai bahaya banjir. FR mampu mengidentifikasi zona kerawanan banjir dari sangat tinggi hingga sangat rendah dengan melibatkan berbagai faktor yang relevan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang analisis tingkat kerawanan banjir di DAS karajae dengan menggunakan metode FR sebagai bentuk mitigasi, perencanaan dan informasi dalam pengelolaan DAS.

B. 1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengidentifikasi kejadian banjir periode Tahun 2019 sampai Tahun 2023 di DAS Karajae
2. Menganalisis faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian banjir di DAS Karajae
3. Membuat peta kerawanan banjir di DAS Karajae

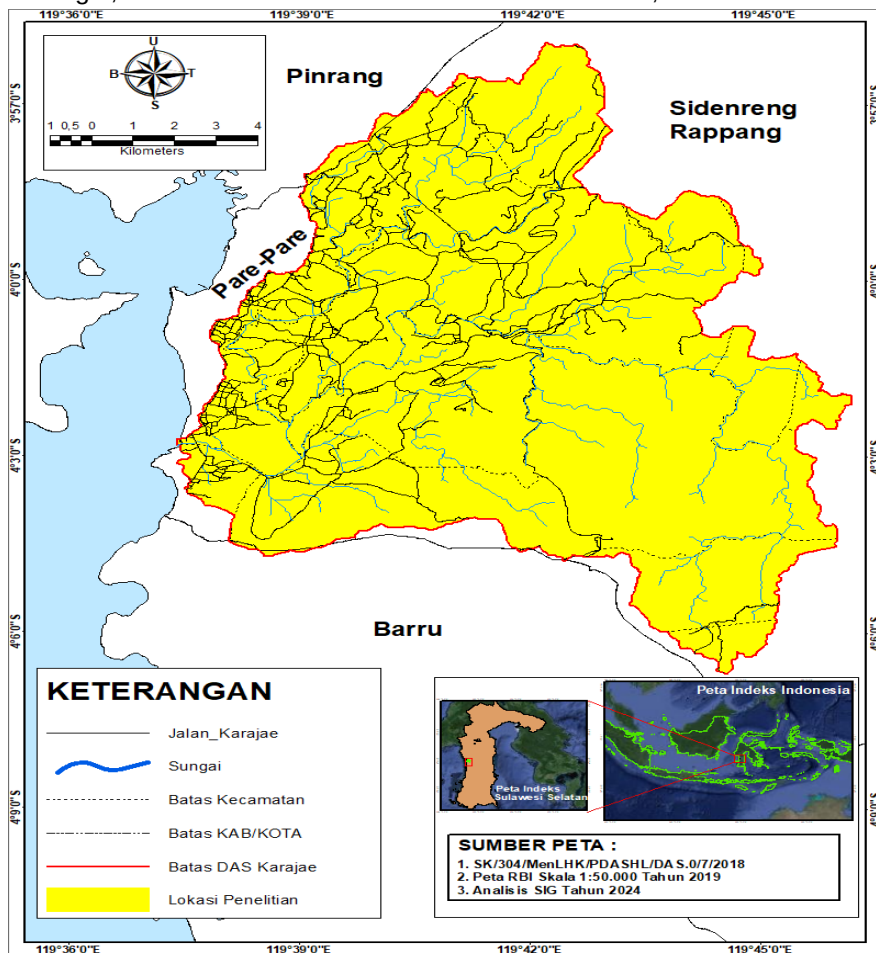
Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi bagi instansi terkait dalam upaya melakukan tindakan-tindakan respon tanggap bencana banjir serta dapat menjadi modal untuk meminimalisir terjadinya perluasan kejadian banjir di DAS Karajae.

BAB II

METODE PENELITIAN

C. 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November Tahun 2023 sampai Bulan Oktober Tahun 2024, yang meliputi kegiatan lapangan pada Bulan Agustus 2024 di DAS Karajae. Sedangkan untuk olah data dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

D. 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Laptop untuk menjalankan program/aplikasi yang memiliki Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Perangkat lunak statistik, jenis *Statistical*

Package for the Social Sciences (SPSS) digunakan untuk memvalidasi hasil dengan kurva AUC.

2. *Smartphone* digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan.

3. Alat tulis menulis digunakan untuk mencatat hasil kegiatan.

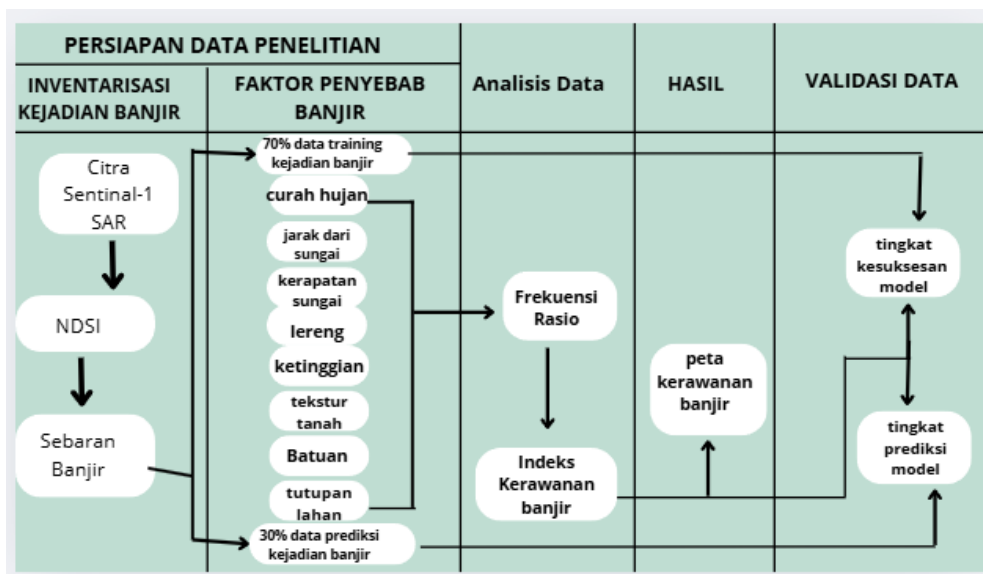
Bahan yang digunakan untuk keberhasilan penelitian dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Bahan penelitian yang dijadikan sebagai data input dalam analisis kerawanan banjir

NO	BAHAN	KEGUNAAN	SUMBER DATA
1.	Citra Sentinel-1A dan Sentinel-1B	Inventarisasi kejadian banjir	ESA <i>Copernicus</i> https://scihub.copernicus.eu/dhus/
2.	Citra Sentinel-2 L2A/B	Analisis tutupan lahan	ESA (<i>European Space Agency</i>). https://www.esa.int/
3.	Citra DEMNAS (<i>Digital Elevation Model Nasional</i>)	Data pembangun faktor jarak dari sungai, elevasi, kelerengan, dan kerapatan sungai	DEM-NAS https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/
4.	Data spasial curah hujan satelit CSIRO MERRA Tahun 2019-2023	Data pembangun faktor curah hujan	Satelit CHIRPS https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/
5.	Peta Geologi	Data pembangun faktor litologi	Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Indonesia Tahun 2016
6.	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)	Data pendukung analisis	Rupa Bumi Indonesia (RBI) https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/
7.	Peta jenis tanah RePPProt	Data pembangun faktor tekstur tanah	<i>Land System Soil RePPProt (Regional Physical for Transmigration)</i> Tahun 1984

E. 2.3 Prosedur Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam menganalisis tingkat kerawanan Banjir menggunakan metode frekuensi rasio adalah data kejadian banjir dan faktor penyebab banjir yang diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Data tersebut menjadi data yang penting dalam proses penelitian ini dalam menghasilkan peta kerawanan banjir dan dapat diketahui faktor yang paling mempengaruhi terjadinya banjir di DAS Karajae yang analisi dan perhitungan dilakukan di *software Microsoft office*, SPSS, dan ArcGIS. Penelitian ini terdapat tiga tahapan utama yaitu persiapan data, analisis data, validasi hasil penelitian yang termuat dalam bagan alur penelitian ini pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

2.3.1 Inventarisasi Kejadian Banjir

Untuk memperkirakan kerawanan banjir peristiwa di suatu lokasi, catatan peristiwa banjir sebelumnya di daerah itu harus tersedia karena menurut Manandhar(2010) untuk menganalisis terjadinya banjir historis peristiwa untuk memperkirakan banjir di masa depan. Catatan tanggal peristiwa banjir pada penelitian ini dari Tahun 2019 hingga Tahun 2023 bersumber dari berita yang dan survei lapangan (*ground check*). Sedangkan untuk mendapatkan data inventarisasi banjir dalam penelitian ini menggunakan Citra Sentinel-1B dan Sentinel-1A SAR yang diperoleh dari ESA (*european Space Agency*).

a. Pengolahan Citra Sentinel-1 SAR Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini menjelaskan proses pengolahan data untuk menghasilkan informasi sebaran banjir. Proses pengolahan ini dilakukan pada perangkat lunak (Software) SNAP.

1) Subset

Subset digunakan untuk memotong Citra Sentinel-1, proses pemotongan citra ini dilakukan dengan memilih area sesuai dengan area penelitian. Tujuan proses ini untuk mempercepat proses pengolahan, karena dengan area yang lebih kecil maka proses pengolahan akan lebih cepat.

2) Apply Orbit File

Fungsi perintah *Apply Orbit File* menerapkan orbit yang tepat tersedia pada Software SNAP memungkinkan mengunduh otomatis dan *update* dari vektor status orbit untuk setiap adegan SAR di metadata produk dan memberikan informasi posisi dan kecepatan informasi satelit yang akurat (Filipponi, 2019).

3) Thermal Noise Removal

Produk Sentinel-1 level-1 menyediakan *look-up noise* (LUT), untuk setiap set data pengukuran, yang disediakan dalam daya linier yang digunakan untuk mendapatkan *noise* produk yang dikalibrasi sesuai dengan data GRID (Filipponi, 2019).

4) *Calibrate*

Agar mendapatkan data yang baik, data SAR perlu dilakukan proses kalibrasi. Kalibrasi yaitu prosedur yang digunakan untuk koreksi radiometrik citra Sentinel-1, dengan mengkoreksi nilai-nilai pixel yang benar – benar mewakili penghamburan balik radar dari permukaan yang dipantulkan (Putro et al., 2020).

5) *Speckle Filtering*

Informasi data SAR masih memiliki gangguan, yaitu *speckle* atau yang biasa dianggap sebagai *noise*. Gangguan tersebut biasanya berupa bercakbercak hitam putih, hal ini disebabkan oleh gangguan gelombang yang dipantulkan dari banyaknya sebaran elemen. *Speckle Filtering* adalah proses untuk meningkatkan kualitas gambar dengan cara menghilangkan *speckle* (Putro et al., 2020).

6) *Terrain Correction*

Citra Sentinel-1 masih dalam geometri radar, dikarenakan variasi topografi dari suatu scene dan kemiringan dari sensor satelit, jarak dapat terdistorsi dalam citra. Oleh karena itu, harus dilakukan koreksi geometrik. *Terrain Correction* melibatkan *Digital Elevation Model* (DEM) dan orbit file untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan dari Citra Sentinel-1 seperti efek rebah ke dalam atau *Layover*, efek pendekatan lereng depan atau *foreshortening*, dan efek bayangan atau *shadow* atau dimaksudkan untuk mereduksi kesalahan-kesalahan tersebut sehingga representasi geometrik pada citra sesuai dengan koordinat lapangan (Braun & Veci, 2021).

7) *Coregistration*

Proses ini, citra sebelum banjir dan setelah banjir harus digabung menjadi satu.

- b. Identifikasi Sebaran Banjir Setelah proses pengolahan citra sentinel-1 untuk mengidentifikasi sebaran banjir selanjutnya digunakan rumus *Normalized Difference Sigma Index* (NDSI) (Manalili, 2018). NDSI merupakan identifikasi perbedaan fenomena, dengan waktu yang berbeda. Rumus ini menggunakan data sebelum banjir (*master*) dan sesudah banjir (*slave*).

$$\frac{\sigma_0^M - \sigma_0^S}{\sigma_0^M + \sigma_0^S} \quad (1)$$

σ_0 merupakan sigma nought, m merupakan *master* dan s merupakan *slaves*. Setelah itu rumus tersebut diaplikasikan menggunakan *software* SNAP dengan *toolbox band maths*. Setelah proses tersebut selesai selanjutnya pengelolaan data banjir di lanjutkan di *software* ArcGIS untuk dilakukan proses vektorisasi dan generalisasi untuk mendapatkan data sebaran banjir.

2.3.2 Faktor Penyebab Banjir

Penting untuk memilih faktor yang efektif dalam memetakan kerawanan banjir berdasarkan lokasi penelitian. Oleh karena itu, proses pemilihan faktor penyebab banjir didasarkan pada studi literatur, ketersediaan data dan kondisi lokasi penelitian. Berdasarkan literatur penelitian ini menggunakan 8 (delapan) faktor yang digunakan untuk menganalisis faktor yang memiliki pengaruh paling tinggi terjadi banjir di DAS Karajae yaitu : (1) curah hujan; (2) jarak dari sungai; (3) kerapatan sungai; (4) kemiringan lereng; (5) ketinggian; (6) tekstur tanah; (7) litologi; dan (8) tutupan lahan.

1) Curah Hujan

Data curah hujan di dapatkan dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata harian dari tahun 2019 hingga tahun 2023, didapatkan melalui satelit yang diunduh melalui laman situs <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Data ini selanjutnya akan diolah menggunakan aplikasi ArcGIS menggunakan metode *poligon Thiessen*. Curah hujan sangat berkaitan dengan terjadinya banjir, jika hujan turun terus-menerus dengan intensitas yang tinggi dan kurangnya daerah resapan air maka akan terjadi banjir. Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan volume air yang masuk ke dalam sistem drainase seperti sungai melebihi kapasitas yang seharusnya sehingga menimbulkan banjir (Nugroho & Handayani, 2021).

2) Jarak Dari Sungai

Data jarak sungai, diperoleh dari data DEMNAS dan selanjutnya diolah di *software* ArcGIS dengan menggunakan *tools hydrology* yang akan menghasilkan aliran sungai dan selanjutnya dilakukan setelah itu untuk memperoleh data jarak dari sungai terdapat *tools Euclidean Distance* untuk menghasilkan jarak dari jaring-jaring sungai dengan satuan m (meter). Jarak dari sungai relevan dengan kejadian banjir sebab banjir umumnya terjadi di daerah yang dekat dengan aliran sungai. Saat air mengalir dari elevasi yang lebih tinggi dan terakumulasi pada ketinggian yang lebih rendah saat hujan lebat, wilayah yang berdekatan dengan tubuh air menjadi tergenang, seperti bendungan, sungai, kolam, tambak, rawa, dan tambak (Samanta et al., 2018).

3) Kerapatan Sungai

Dari hasil pengolahan data DEMNAS menggunakan *tools hydrology* untuk memperoleh jaringan – jaringan sungai selanjutnya di gunakan *tools drainage density* yang terdapat di dalam *software* ArcGIS untuk mendapatkan nilai kerapatan sungai yang selanjutnya direklasifikasi menjadi 5 (lima) kelas. Kerapatan sungai sangat berpengaruh terhadap potensi terjadinya banjir karena dengan tingkat kerapatan sungai yang semakin rapat dapat mempengaruhi luapan yang terjadi apabila terjadi banjir akibat luapan sungai yang tinggi (Latif et al, 2020).

4) Kemiringan Lereng

Data Kemiringan Lereng didapatkan dari data pengelolaan citra DEM Nasional. Dalam pembuatan petanya terdapat beberapa *tools* yang digunakan yang terdapat dalam *software* ArcGIS menggunakan data citra DEMNAS tersebut diubah menjadi garis kontur dahulu lalu data tersebut dirasterkan menggunakan *tools topo to raster* yang kemudian hasil tersebut dapat dianalisis kelerengannya menggunakan

tools slope yang kemudian hasilnya dapat dijadikan peta kemiringan lereng dengan pengklasifikasian kelasnya di jadikan 5 (lima) kelas. Kemiringan lereng berpengaruh terhadap jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, drainase, penggunaan lahan dan erosi. Semakin landai kemiringan lereng maka aliran permukaannya juga akan semakin lambat dan kemungkinan terjadi banjir akan semakin besar. Sedangkan semakin curam lereng, maka aliran limpasan juga semakin cepat sehingga risiko banjir di daerah tersebut semakin kecil (Suhardiman, 2012).

5) Ketinggian

Peta ketinggian atau *elevasi* pada DAS Karajae yang dianalisis dari citra DEMNAS, kemudian hasilnya terbagi dalam beberapa klasifikasi. Elevasi atau ketinggian memiliki korelasi dengan banjir karna Kecenderungan akumulasi air dari elevasi yang lebih tinggi ke elevasi yang lebih rendah. Informasi ketinggian menunjukkan bagaimana perawakan tanah berubah di suatu wilayah. Daerah dengan elevasi yang lebih rendah sebagian besar rentan terhadap banjir karena air hujan secara bersamaan terakumulasi ke daerah yang lebih rendah (Waqas et al, 2021).

6) Tekstur Tanah

Peta tekstur tanah didapatkan dari pengolahan data jenis tanah. Peta tekstur tanah ini didapatkan dari hasil *clip* Peta Jenis Tanah dengan Peta Batas DAS Karajae yang kemudian diklasifikasikan kembali berdasarkan jenis tanah dan tekstur tanah sehingga hasilnya terdapat beberapa sandi tanah. Tekstur tanah juga dapat mempengaruhi banjir, karena air cepat terkuras oleh tanah berpasir dan hanya sedikit terjadi aliran limpasan. Ini berarti bahwa daerah yang ditandai oleh tanah liat lebih mempengaruhi banjir (Waqas et al, 2021).

7) Litologi

Peta litologi diperoleh dari hasil ekstraksi data dari peta geologi yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Indonesia yang selanjutnya *diclip* berdasarkan batas DAS Karajae. Litologi adalah parameter pengkondisian yang juga penting dalam banjir karena memiliki pengaruh langsung pada aliran permukaan, sehingga daerah yang memiliki nilai aliran permukaan buruk dapat menyebabkan terjadinya banjir (Haghizadeh et al., 2017).

8) Tutupan Lahan

Penggunaan lahan merupakan faktor penting karena penggunaan lahan erat hubungannya dengan penyerapan air di permukaan. Penggunaan lahan yang banyak tertutup vegetasi akan memiliki penyerapan yang baik dibandingkan daerah yang ditutupi oleh bangunan. Data penutupan lahan dalam penelitian ini diperoleh dari data penutupan lahan melalui data citra Sentinel-2 dengan resolusi 10 m. Kelas penutupan lahan yang terbentuk terdiri dari 9 (sembilan) Kelas. Penggunaan lahan merupakan wujud dari aktivitas manusia di permukaan bumi. Penggunaan lahan akan berperan terhadap besar kecilnya laju infiltrasi. Daerah dengan dominasi tutupan lahan berupa pepohonan akan semakin sulit mengalirkan air dibandingkan dengan daerah lahan terbuka. Lahan yang ditanami banyak pepohonan akan

memiliki banyak daerah infiltrasi sehingga waktu untuk sampai ke sungai atau pengaruhnya terhadap banjir relatif kecil (Suhardiman, 2012).

Dalam melihat akurasi tutupan lahan yang telah diklasifikasikan digunakan metode *kappa accuracy* dengan bantuan tabel *confusion matrix*. Matriks kesalahan (*confusion matrix*) adalah perhitungan kesalahan dari setiap kelas tutupan lahan yang telah diklasifikasikan dengan citra (Muhammad, et al. 2015). Menurut Lilesand dan Kieffer (1997) bahwa nilai >85% mengartikan uji akurasi interpretasi citra dapat diterima.

2.3.3 Validasi Titik Kejadian Banjir

Titik kejadian banjir didapatkan dari hasil analisis citra *sentinel-1* SAR yang kemudian diolah di ArGIS. Hasil analisis yang sebelumnya berupa data raster, kemudian dilakukan vektorisasi untuk melihat polygon lokasi kejadian banjir. Data lokasi kejadian banjir kemudian diekstrak untuk di *input* ke dalam *offline maps*, kemudian dilakukan validasi secara langsung (*Ground Check*) lokasi kejadian banjir. Selain melakukan identifikasi banjir secara visual, dilakukan juga wawancara sederhana dengan warga yang berada disekitar lokasi banjir untuk mengetahui riwayat banjir serta proses terjadinya.

2.3.4 Analisis Data

Analisis data menggunakan metode kuantitatif, yaitu metode frekuensi rasio. Jika nilai rasio lebih besar dari 1,0 maka hubungan antara kejadian banjir dan factor penyebabnya lebih tinggi dengan menunjukkan korelasi yang lebih kuat, dan jika rasio kurang dari nilai 1,0 maka hubungan antara kejadian banjir dan faktor penyebabnya rendah dengan menunjukkan korelasi yang lemah. (Tehrany et al., 2017). Metode frekuensi rasio dapat dinyatakan sebagai indeks frekuensi rasio yang dapat mewakili hubungan kuantitatif antara kejadian banjir dan perbedaan faktor pengkondisian. Hal ini dapat dinyatakan berdasarkan Persamaan:

$$FSI = \sum FR \quad (2)$$

FSI adalah indeks kerawanan banjir dan FR adalah frekuensi rasio untuk setiap parameter penyebab banjir. FR dapat didefinisikan sebagai perbandingan luas daerah yang terjadi banjir secara total pada daerah pengamatan. FR merupakan rasio peluang terjadinya banjir dengan tidak terjadinya banjir untuk atribut tertentu dapat ditentukan dengan persamaan (Bonham Carter, 1994) : Bonham-Carter GF. 1994.

$$FR = \frac{E/F}{M/L} \quad (3)$$

Simbol E adalah jumlah piksel dengan banjir untuk setiap faktor; F adalah jumlah total banjir di wilayah studi; M adalah jumlah piksel dalam area kelas faktor; dan L adalah jumlah total piksel di daerah penelitian. Dalam piksel tertentu, indeks

kerentanan banjir dapat dihitung dengan penjumlahan nilai piksel menurut persamaan :

$$FSI = \sum_{R=1}^{R=n} FR \quad (4)$$

Penanda FSI dan FR adalah indeks kerawanan banjir dan bobot akhir untuk model FR masing-masing.

2.3.5 Pembuatan Peta Tingkat Kerawanan Banjir

Analisis tingkat kerawanan banjir diperoleh dari hasil analisis faktor-faktor penyebab terjadinya banjir dengan nilai FR, yang mana semua faktor tersebut digabung untuk membuat peta kerawanan banjir pada DAS Karajae dengan menggunakan *software* ArcGIS. Nilai indeks kerawanan banjir (*Flood Susceptibility Index*) didapatkan dari hasil analisis menggunakan model *natural break (Jenks)*. model *natural break (Jenks)* berusaha untuk mengurangi variansi dalam kelas dan memaksimalkan variansi antar kelas (ESRI,2010).

F. 2.4 Validasi Data

Analisis kerawanan banjir tujuan utamanya adalah menemukan daerah yang mungkin terkena dampak oleh banjir di masa yang akan datang, sehingga apapun metodologi integrasi yang digunakan, sangat penting untuk memvalidasi peta kerawanan banjir yang akan dihasilkan. Data kejadian banjir yang diperoleh selanjutnya dibagi menjadi dua, yakni data training dilakukan sebanyak 70% kejadian banjir sebagai kumpulan data pelatihan untuk menyiapkan model kerawanan banjir, sementara itu 30% sisanya digunakan untuk prediksi hasil pengujian model (Sarkar and Mondal, 2020).

Penilaian akurasi dan kualitas model yang dihasilkan dengan data nyata menggunakan *Area Under the Curve (AUC)* melalui analisis ROC (*Receiver Operating Characteristic*). AUC merupakan ukuran statistik untuk menilai kemampuan model pengklasifikasi untuk membedakan antar kelas dan dapat diterapkan sebagai ringkasan grafik ROC. Area yang berada di bawah kurva merupakan wilayah yang menunjukkan tingkat keakuratan dari model pengujian (Gorunescu, 2011).