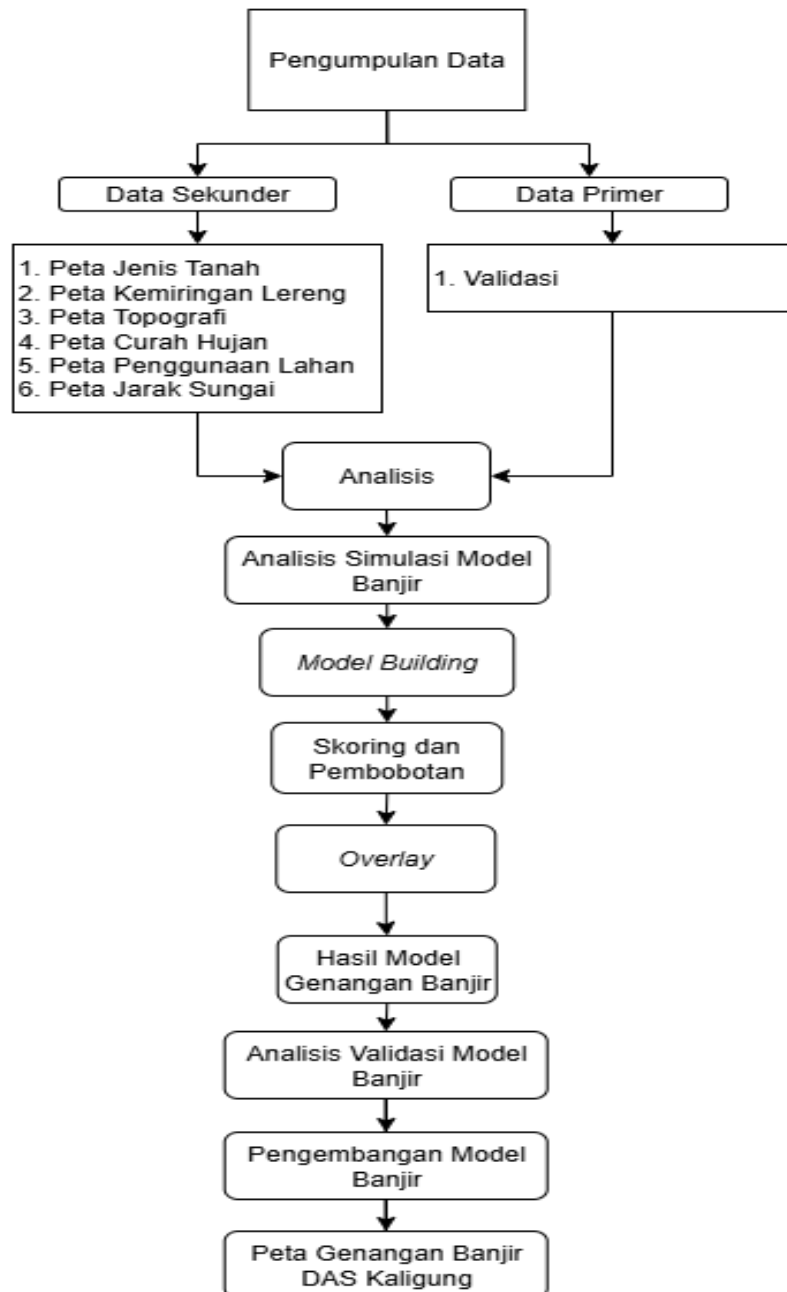


BAB 2

KONSEP PERENCANAAN

2.1 Kerangka Perencanaan

Adapun diagram alir penelitian yang merupakan konsep dari penelitian Pemodelan Genangan Banjir DAS Kaligung di Kota Tegal Dan Kabupaten sebagai berikut.



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 2. 1. Kerangka Berfikir

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Pengertian Banjir

Salah satu bencana yang terjadi akibat ulah manusia adalah banjir, bencana ini tidak terjadi di daerah perkotaan ataupun daerah padat penduduk, akan tetapi juga terjadi di beberapa wilayah terpencil. Menurut Asdak, (2010) membagi 3 faktor yang mempengaruhi banjir, yaitu elemen meteorologi, karakteristik fisik DAS, dan manusia. Elemen meteorologi mempengaruhi timbulnya banjir seperti intensitas, distribusi, frekuensi lamanya hujan. Karakteristik DAS mempengaruhi pada luasan DAS, kemiringan lahan, ketinggian air.

Manusia mempengaruhi percepatan perubahan karakteristik DAS seperti peralihan penggunaan lahan untuk permukiman dan prasarana yang akan mengurangi penggunaan lahan seperti hutan, semak belukar, dan daerah resapan lainnya. Faktor yang menyebabkan banjir menurut (Asdak 2010), terbagi menjadi tiga yaitu elemen meteorologi, karakteristik DAS, dan manusia. Elemen meteorologi berpengaruh terhadap banjir seperti intensitas, distribusi, frekuensi lamanya hujan.

Karakteristik DAS memiliki pengaruh penting terhadap terjadinya banjir, misalnya dari aspek luasan, kemiringan lahan, dan ketinggian muka air yang menentukan besarnya limpasan permukaan. Selain faktor alamiah tersebut, aktivitas manusia juga berperan besar dalam meningkatkan terjadi banjir, terutama melalui perubahan karakteristik fisik DAS. Alih fungsi lahan menjadi kawasan permukiman mengakibatkan berkurangnya area resapan alami seperti hutan dan semak belukar, sehingga kapasitas infiltrasi menurun dan limpasan permukaan meningkat, yang pada akhirnya memperbesar potensi terjadinya banjir.

2.2.2 Jenis Banjir

Menurut Balahanti dkk., (2023) banjir dapat dikategorikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan proses terbentuknya, lokasi kejadian, maupun faktor penyebabnya. Setiap jenis banjir memiliki karakteristik tersendiri, baik dari segi kecepatan datangnya air, durasi genangan, maupun luas area yang terdampak, berikut merupakan jenis-jenis banjir yang secara umum sering terjadi :

1) Banjir Genangan (*Surface Flooding*)

Banjir genangan merupakan jenis banjir yang paling sering ditemui di kawasan perkotaan maupun dataran rendah, banjir ini terjadi ketika intensitas curah hujan tinggi tidak diimbangi dengan kapasitas sistem drainase yang memadai, sehingga air menggenang dan bertahan dalam waktu lama (Dhiniati, Diansari, dan Yuriansyah 2023). Banjir genangan umumnya bersifat lokal, melanda jalan raya, permukiman padat, serta kawasan dengan tata guna lahan yang telah banyak berubah menjadi lahan terbangun.

2) Banjir Sungai (*River Flood*)

Banjir sungai merupakan banjir yang paling umum, terjadi akibat meluapnya debit air sungai yang melebihi kapasitas alur sungainya. Umumnya disebabkan oleh curah hujan tinggi yang terjadi terus-menerus di daerah hulu sungai atau wilayah tangkapan air (*catchment area*), sehingga menyebabkan peningkatan volume aliran di bagian hilir (Ridwan dkk., 2024). Banjir sungai biasanya terjadi secara bertahap, memberikan waktu tertentu untuk peringatan dini, namun dapat meluas ke daerah bantaran sungai dan dataran banjir.

3) Banjir Bandang (*Flash Flood*)

Banjir bandang merupakan banjir yang terjadi secara tiba-tiba dengan debit air yang besar dan aliran yang sangat kuat. Banjir ini biasanya terjadi di wilayah dengan kemiringan lereng curam, tanah yang tidak stabil, serta tutupan lahan yang minim, seperti daerah pegunungan atau perbukitan (Firnanda, Dewi, dan Rahayuningsih 2024). Selain membawa air, banjir bandang seringkali membawa material lumpur, batu, dan kayu sehingga dampaknya jauh lebih destruktif. Waktu kejadian banjir bandang sangat singkat, namun sangat berbahaya dan sulit diprediksi.

4) Banjir Rob (*Coastal Flood*)

Banjir rob terjadi akibat naiknya permukaan air laut yang menggenangi wilayah daratan, terutama kawasan pesisir. Fenomena ini biasanya disebabkan oleh pasang laut tinggi (*high tide*) dan dapat diperparah oleh angin kencang, badai, maupun kondisi ketinggian yang relatif rendah (Indahsari dkk., 2023) Kota Tegal dan Kabupaten Tegal sebagai wilayah pesisir sangat rentan terhadap banjir jenis ini, terutama ketika rob bersamaan dengan curah hujan tinggi dan aliran sungai tidak lancar, menyebabkan air tidak dapat mengalir keluar ke laut.

5) Banjir Perkotaan (*Urban Flood*)

Banjir perkotaan merupakan jenis banjir yang terjadi di lingkungan perkotaan yang padat bangunan dan minim ruang resapan air. Permukaan lahan yang didominasi oleh beton dan aspal menyebabkan hujan yang turun tidak dapat meresap, sehingga langsung menjadi limpasan permukaan (Rahardjo 2014). Ditambah dengan sistem drainase yang tidak memadai atau tersumbat, air mudah menggenangi jalan, permukiman, dan fasilitas umum. Banjir perkotaan dapat terjadi bahkan dengan intensitas hujan sedang jika kapasitas saluran tidak cukup.

2.2.3 Faktor penyebab Banjir

Banjir di Indonesia umumnya dipengaruhi oleh kombinasi faktor alamiah dan aktivitas manusia. Penelitian (Haezer, Herawati, dan Nurhayati 2023) di hilir DAS Sekadau menunjukkan bahwa banjir sering terjadi akibat curah hujan tinggi yang meningkatkan debit aliran, kondisi topografi datar yang memudahkan akumulasi air, serta adanya alih fungsi lahan dan permukiman di bantaran sungai. Selain itu, penumpukan sampah yang menyumbat aliran air turut memperparah genangan, sedangkan menurut Rahmawati, (2022) menyatakan bahwa penyebab banjir tidak hanya berasal dari curah hujan, tetapi juga dipengaruhi oleh keterbatasan kapasitas sungai, erosi, kondisi fisiografi, serta sistem drainase yang kurang memadai, di mana persepsi masyarakat menilai buruknya infrastruktur drainase sebagai faktor dominan yang memperbesar genangan di wilayah perkotaan.

Sementara itu, Nugroho & Handayani, (2021) menambahkan bahwa faktor penyebab banjir juga meliputi alih fungsi lahan, intensitas curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, serta sistem drainase yang tidak memadai. Secara umum, terjadinya banjir memang dipengaruhi oleh faktor alami dan faktor antropogenik yang saling berkaitan, dan apabila tidak dikendalikan akan memperbesar terjadi genangan di suatu wilayah. Dari sisi alami, curah hujan dengan intensitas tinggi menjadi penyebab utama karena meningkatkan debit aliran permukaan hingga melampaui kapasitas sungai.

Kondisi topografi dan kemiringan lereng juga berpengaruh, di mana wilayah dengan elevasi rendah cenderung menjadi tempat akumulasi air, sedangkan lereng curam mempercepat aliran menuju hilir. Jenis tanah dengan tekstur halus seperti lempung menurunkan kemampuan infiltrasi sehingga genangan lebih mudah terbentuk. Selain itu, kapasitas sungai yang terbatas akibat penyempitan alur dan sedimentasi membuat sungai tidak mampu menampung debit besar. Faktor alami lain adalah pasang surut laut, terutama di kawasan hilir pesisir, yang dapat memperparah banjir bila terjadi bersamaan dengan hujan deras.

2.2.4 Pengertian DAS (Daerah Aliran Sungai)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu hamparan wilayah yang dibatasi topografi yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara yang dialirkan kepada anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau. Menurut Undang-Undang RI No 7, (2004) tentang Sumber Daya Air, Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan kesatuan sungai dan anak-anak sungainya, yang memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari hujan ke danau ataupun ke laut secara alami, sedangkan sub DAS merupakan bagian dari

DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Menurut Sosrodarsono & Takeda, (2003), DAS memiliki pola yang memiliki variasi bentuk dan dapat mempengaruhi tingkat potensi banjir. Pola DAS dibedakan menurut coraknya. Corak DAS terdiri dari corak bulu burung, corak radial, dan corak paralel :

1. Corak bulu burung, corak ini memiliki bentuk aliran anak sungai yang menyerupai ruasan tulang dari bulu burung. Anak-anak sungai akan langsung mengalir menuju sungai utama, pada corak ini memiliki tingkat potensi banjir relatif kecil karena air anak sungai mengalir ke sungai utama pada waktu yang berbeda-beda.
2. Corak radial, pola ini sering disebut pola menyebar, karena memiliki pola aliran anak sungai menyebar dari satu titik dan berkumpul Kembali ke beberapa titik. Bentuk pola ini menyerupai kipas atau lingkaran, corak ini memiliki potensi banjir yang tinggi karena menjadi titik temu aliran-aliran sungai.
3. Corak paralel, memiliki dua jalur sub-DAS yang mengalir sejajar yang menyatu di bagian hilir, pola ini memiliki tingkat potensi banjir yang cukup tinggi pada hilir.

2.2.5 Pemodelan

Menurut Star dan Estes (2007), model merupakan bentuk dari penyajian suatu sistem atau proses yang ditransformasikan ke dalam bentuk simbolik atau fisik, yang memungkinkan seseorang untuk mengevaluasi atau memprediksi perilaku sistem tersebut. Model dapat bersifat deskriptif maupun prediktif. Model diskriptif yaitu penggambaran kondisi nyata secara statis ataupun dinamis, sedangkan model prediktif digunakan sebagai perkiraan kondisi masa depan yang didasarkan input dan asumsi tertentu.

Pemodelan merupakan gambaran penyederhanaan dari suatu objek, proses, maupun fenomena secara nyata yang dibuat ke dalam bentuk lebih sederhana, agar lebih mudah di pahami, dianalisis, dan diprediksi. Model digunakan untuk memvisualisasikan suatu kondisi atau sistem tertentu dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya, model berfungsi juga untuk alat bantu yang digunakan untuk menyampaikan suatu informasi, penyusunan kerangka berpikir, ataupun melakukan simulasi dan prediksi terhadap suatu kejadian.

2.2.6 ModelBuilder

ModelBuilder merupakan salah satu alat yang ada dalam Arcgis yang dikembangkan oleh Environmental Systems Research Institute (ESRI). *ModelBuilder* memiliki fungsi membangun, memvisualisasikan, dan mengelola alur *geoprocessing* ke dalam alur diagram alir dengan berbasis grafis. *ModelBuilder* juga memiliki kemampuan dalam mengotomatisasi analisis geospasial, dimana pengguna dapat menyusun serangkaian proses analisis secara berurutan, tanpa harus menulis skrip pemrograman, pembuatan model dapat

disimpan, digunakan kembali, pemodifikasian, hingga dapat dibagikan kepada pengguna lainnya (Jian Lange 2024).

Pada penelitian ini, *ModelBuilder* digunakan untuk merancang proses pengolahan data dari berbagai parameter seperti curah hujan, penggunaan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, topografi, serta jarak terhadap sungai. Masing-masing parameter dapat diolah, kemudian diberi bobot menggunakan metode skoring, dan ditumpangtindihkan (*overlay*).

ModelBuilder juga dapat digunakan secara terus menerus (*looping*) dan penggunaan parameter yang dinamis, memungkinkan model berjalan secara otomatis untuk berbagai kebutuhan. Hal ini menjadikan *ModelBuilder* dapat digunakan sebagai alat yang fleksibel dan sangat sesuai untuk analisis dalam lingkup Daerah Aliran Sungai (DAS).

2.2.7 Skoring

Parameter penyebab banjir yang sudah ditentukan dan diberikan skor sesuai pengaruh terhadap kejadian banjir. Skoring merupakan proses pemberian nilai pada setiap parameter penyebab banjir yang terbagi menjadi beberapa kelas (Agustina, Supartono, dan Prasita 2023).

Tabel 2. 1. Skoring dan Bobot Variabel

No	Variabel	Indikator	Nilai	Bobot	Nilai x Bobot/ 100%
1	Topografi	<500 Meter	5	20	10
2		500-1000 Meter	4		8
3		1000-1500 Meter	3		6
4		1500-2000 Meter	2		4
5		>2000 Meter	1		2
1	Kemiringan Lereng	0-8%	5	10	5
2		8-15%	4		4
3		15-25%	3		3
4		25-45%	2		2
5		>45%	1		1
1	Jenis Tanah	Aluvial, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik Air Tanah	5	10	5
2		Latosol	4		4
3		Tanah Hutan Coklat, Tanah Mediterran	3		3
4		Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsolik	2		2

No	Variabel	Indikator	Nilai	Bobot	Nilai x Bobot/ 100%
5		Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	1		1
1	Jarak Sungai	0-25 Meter	5	20	10
2		25-50 Meter	4		8
3		50-75 Meter	3		6
4		75-100 Meter	2		4
5		>100 Meter	1		2
1	Curah Hujan	>3000 mm	5	15	7,5
2		2000-3000 mm	4		6
3		1000-2000 mm	3		4,5
4		500-1000 mm	2		3
5		<500 mm	1		1,5
1	Penggunaan Lahan	Perairan	5	25	1,25
2		Lahan Pertanian	4		10
3		Lahan Terbangun	3		7,5
4		Lahan Kosong	2		5
5		Vegetasi	1		2,5

Sumber: (Rakuasa, Helwend, dan Sihasale 2022)

Hasil perhitungan dari nilai dan bobot enam parameter penyebab banjir menghasilkan suatu skor total yang menjadi dasar dalam menentukan tingkat potensi banjir pada wilayah. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai tertinggi dan nilai terendah dari seluruh skor yang telah dihitung. Nilai tertinggi menggambarkan kondisi paling berpotensi banjir berdasarkan kombinasi enam parameter, sedangkan nilai terendah menunjukkan kondisi paling aman atau paling rendah potensinya. Kedua nilai ini berperan penting dalam proses klasifikasi, karena menjadi acuan dalam menetapkan rentang kelas. Penentuan jumlah kelas, digunakan aturan Sturges. Aturan ini banyak digunakan dalam analisis statistik karena mampu memberikan jumlah kelas yang proporsional terhadap jumlah data, sehingga distribusi kelas menjadi lebih representative, berikut merupakan perhitungan dengan rumus sturges.

$$I = \frac{R}{K}$$

$$I = \frac{4.90 - 1.15}{5}$$

$$= 6.8$$

- I : Lebar interval
- R : Range atau rentang beda nilai data tertinggi dikurangi data terendah
- K : Jumlah interval kelas

Hasil perhitungan menggunakan rumus sturges didapatkan range nilai sebesar 6.8. Nilai ini digunakan sebagai rentang nilai dari setiap kelas, berikut merupakan hasil range dari setiap kelas.

Tabel 3. 2. Hasil Total Nilai Kelas

Range Nilai	Kelas
1.15 – 1.90	Sangat Rendah
1.90 – 2.65	Rendah
2.65 – 3.40	Sedang
3.40 – 4.15	Tinggi
4.15 – 4.90	Sangat Tinggi

Sumber: Hasil Analisis, 2025

2.2.8. Validasi Model

Validasi model genangan banjir dilakukan dengan cara observasi titik genangan sesuai dengan kelas, pembagian titik validasi didasarkan dengan luasan setiap kelas yang ada. Pengujian validasi model genangan banjir dilakukan dengan koefisien kappa. Koefisien Kappa (*Cohen's Kappa*) adalah ukuran statistik yang digunakan untuk menilai tingkat kesepakatan (*agreement*) antara dua data kategorikal, yang pada penelitian ini digunakan untuk mengukur kesesuaian antara hasil pemodelan peta genangan banjir dan data titik observasi lapangan. Nilai Kappa mempertimbangkan kemungkinan kesepakatan yang terjadi secara kebetulan (*agreement by chance*), sehingga lebih akurat dibandingkan *overall accuracy* biasa.