

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS) Tayu yang berada di Kabupaten Pati Jawa Tengah dengan luas $\pm 81,9 \text{ km}^2$. Secara administrasi, DAS Tayu meliputi Kecamatan Tayu, Kecamatan Gunungwungkal, Kecamatan Cluwak, dan Kecamatan Gembong. Objek penelitian berfokus pada penilaian tingkat kerawanan banjir di DAS Tayu menggunakan pendekatan spasial dan analisis melalui metode *weighted overlay*.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Tayu dipilih sebagai lokasi penelitian karena kondisi wilayahnya yang rutin mengalami banjir tahunan. Keputusan tersebut diperkuat oleh informasi dari InaRISK sebagai daerah rawan banjir dan banjir bandang tingkat sedang hingga tinggi. Selain itu, adanya degradasi lingkungan di wilayah hulu serta perubahan penggunaan lahan menyebabkan peningkatan limpasan permukaan, sehingga daerah tersebut mengalami banjir berulang setiap tahunnya.

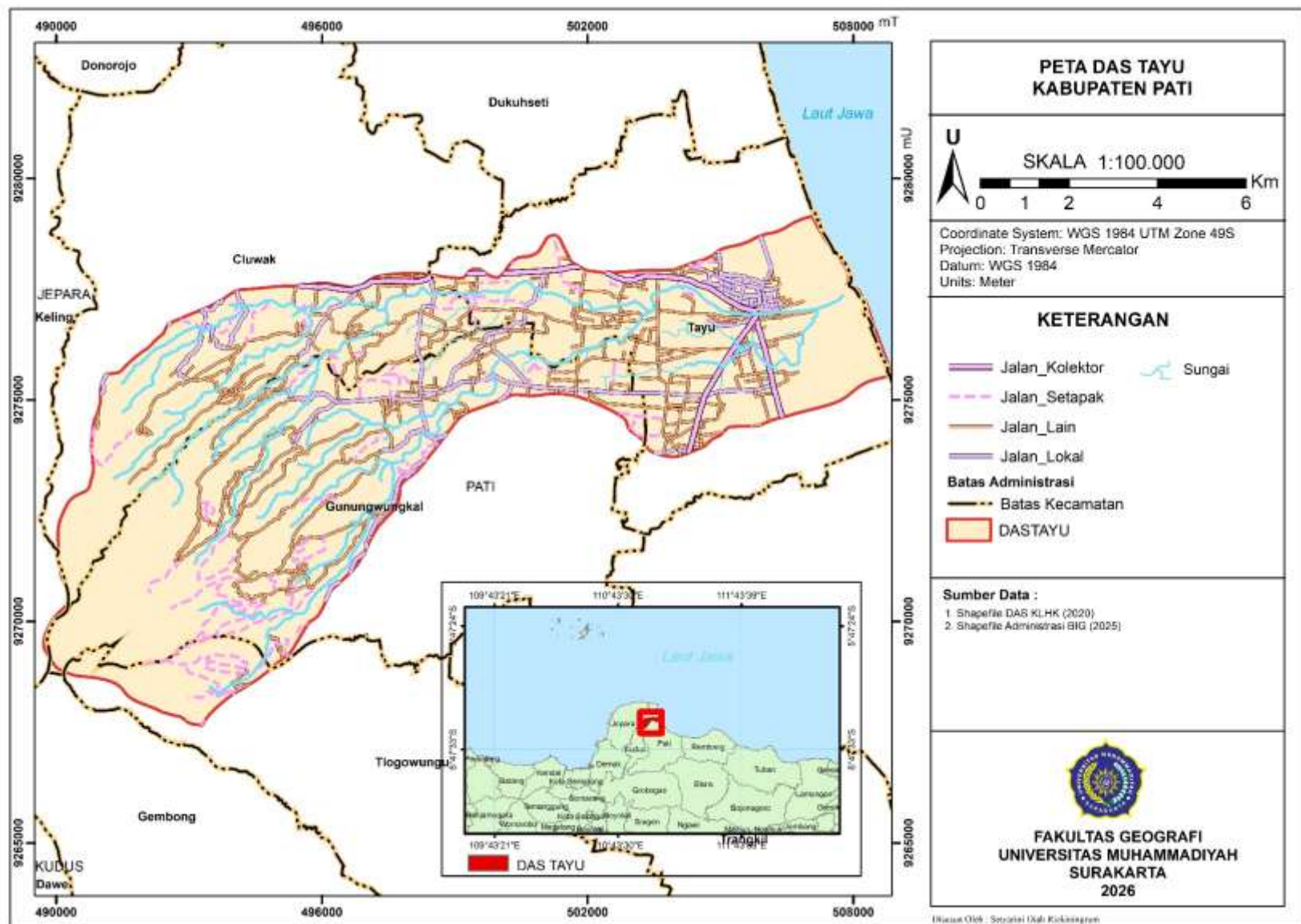
2.2 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *probability sampling* dengan pendekatan *stratified random sampling*. Teknik ini digunakan dengan membagi wilayah DAS Tayu ke dalam beberapa strata berdasarkan tingkat kerawanan banjir yang dihasilkan melalui metode *Weighted Overlay*, yaitu kelas kerawanan rendah, sedang, dan tinggi. Pembagian strata tersebut dilakukan agar setiap kelas tingkat kerawanan banjir dapat terwakili dalam proses pengambilan sampel.

Selanjutnya, jumlah sampel ditentukan secara proporsional berdasarkan luas masing-masing strata. Titik sampel pada setiap strata

dipilih secara acak sehingga setiap bagian wilayah dalam strata memiliki peluang yang sama untuk terpilih sebagai sampel. Sampel yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai unit analisis untuk mengevaluasi kesesuaian hasil pemetaan tingkat kerawanan banjir dengan kondisi genangan dan kejadian banjir tahun 2025 di DAS Tayu. Data kejadian banjir tahun 2025 yang diperoleh berdasarkan studi literatur digunakan sebagai data pembandingan dalam analisis kesesuaian tersebut.

Secara administratif, DAS Tayu meliputi beberapa kecamatan di Kabupaten Pati, terutama Kecamatan Tayu dan Gunungwungkal, serta sebagian wilayah Kecamatan Cluwak dan Kecamatan Tlogowungu. Peta wilayah penelitian yang memuat batas DAS Tayu, batas administrasi, jaringan sungai, dan jaringan jalan ditampilkan pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Peta DAS Tayu

2.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung atau data yang sudah tersedia dari instansi. Data sekunder didapatkan dari instansi pemerintah seperti Badan Informasi Geospasial (BIG) yang menyediakan data vektor berupa *shapefile* batas administrasi wilayah dan data demnas. Terdapat lembaga selain instansi, seperti data penggunaan lahan yang diperoleh dari Sentinel-2 *Land Cover Explorer* yang dikembangkan oleh Esri. Data curah hujan merupakan data sekunder yang bersumber dari CHIRPS yang tersedia dalam skala temporal. Dan data jenis tanah yang diperoleh secara sekunder dari *World Soil Map* yang diterbitkan oleh FAO-UNESCO.

Data genangan banjir dan titik kejadian banjir tahun 2025 merupakan data sekunder, data genangan banjir diperoleh melalui pengolahan citra Sentinel-1 *Ground Range Detected* (GRD) menggunakan platform GEE dan data ESA *WorldCover* v200 dengan resolusi spasial 10 meter sebagai data tutupan lahan untuk mendukung proses identifikasi wilayah genangan banjir. Sedangkan, data titik kejadian banjir diperoleh melalui studi literatur dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti laporan BPBD Kabupaten Pati dan berita daring.

2.4 Instrumen dan Bahan Penelitian

a. Instrumen penelitian meliputi :

Laptop dan Google *Earth Engine*

b. Bahan penelitian :

Bahan penelitian ini ditunjukkan tabel 2.1

Tabel 2. 1 bahan penelitian

No	Bahan	Jenis data	Sumber data	Kegunaan
1	Curah hujan	Sekunder	Data CHIRPS	Sebagai parameter

2	DEM	Sekunder	DEMNAS dari BIG	Sebagai parameter
3	Penggunaan lahan dan tutupan lahan	Sekunder	Sentinel-2 <i>Land Cover Explorer</i>	Sebagai parameter
4	Jenis tanah	Sekunder	FAO-Unesco	Sebagai parameter
5	<i>Shapefile</i> administrasi	Sekunder	BIG	Sebagai parameter
6	Citra Sentinel1-GRD	Sekunder	<i>Copernicus</i> ESA melalui Google <i>Earth Engine</i>	Memetakan genangan banjir tahun 2025
7	ESA <i>WorldCover</i> v200	Sekunder	<i>European Space Agency</i> melalui Google <i>Earth Engine</i>	Mendukung indentifikasi genangan banjir
8	Titik kejadian banjir 2025	Sekunder	Studi literatur (berita online, publikasi pemerintah, dan lainnya)	Mengetahui titik kejadian banjir

2.5 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dilakukan secara bertahap sesuai diagram alir penelitian. Proses pengolahan dimulai dari penyiapan data mentah dari berbagai sumber, kemudian data akan melalui tahap *pre-processing* berupa pemotongan wilayah (*clip*) ke batas DAS Tayu dan penyamaan koordinat. Setelah itu jenis data akan diolah menjadi beberapa parameter yang digunakan untuk pengolahan kerawanan banjir.

2.5.1 Pengolahan digital elevation model

Digital elevation model (DEM) merupakan data ketinggian permukaan bumi dalam bentuk raster. Informasi topografi yang dihasilkan dari DEM digunakan untuk menurunkan berbagai parameter yang berkaitan dengan pola aliran permukaan, akumulasi limpasan, dan potensi genangan banjir.

- c. Parameter kemiringan lereng

Kemiringan lereng merupakan turunan dari DEM yang menunjukkan tingkat perubahan elevasi terhadap jarak horizontal, parameter kemiringan lereng memiliki peran dalam kecepatan aliran permukaan dan kapasitas infiltrasi.

Perhitungan kemiringan lereng menggunakan *tools slope*, hasil raster kemudian diklasifikasikan kedalam beberapa kelas untuk merubah nilai kontinu menjadi kategori diskrit yang lebih mudah dianalisis (Marbun dkk., 2025), klasifikasi kemiringan lereng dibagi menjadi lima kelas sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Klasifikasi kemiringan lereng

No	Kelas lereng	Unit Relief	Skor	Bobot
1	0-8 %	Datar	9	10
2	8-15%	Landai	7	
3	15-25%	Bergelombang	5	
4	25-40%	Curam	3	
5	>40%	Sangat Curam	1	

Sumber : (Saputra dkk., 2020)

d. Parameter jaringan sungai

Parameter jarak ke sungai merupakan salah satu indikator dalam analisis kerawanan banjir, karena berkaitan dengan kemungkinannya luapan air, semakin dekat suatu lokasi dengan jaringan sungai, semakin tinggi potensi terdampak banjir.

Ekstraksi jaringan sungai dilakukan melalui analisis hidrologi dengan menghitung *Flow Direction* dan *Flow Accumulation*. *Flow Direction* menunjukkan arah aliran air dari setiap piksel, sedangkan *Flow Accumulation* merepresentasikan jumlah akumulasi aliran yang melewati suatu piksel. Setelah jaringan sungai terbentuk, proses *buffer* dilakukan dengan menggunakan *tools multiplering buffer* dengan mengatur jarak berdasarkan kelas *buffer* sungai yang sudah ditentukan sebelumnya (Harefa dkk., 2024). Zona

tersebut diklasifikasikan menjadi beberapa kelas dengan skor tertentu sebagai berikut :

Tabel 2. 3 klasifikasi buffer jaringan sungai

No	<i>Buffer</i>	Skor	Bobot
1	0-25 m	9	20
2	25-50 m	7	
3	50-75 m	5	
4	75-100 m	3	
5	>100 m	1	

Sumber : (Saputra dkk., 2020)

e. Parameter ketinggian lahan

Ketinggian lahan merupakan parameter topografi yang mempengaruhi distribusi aliran air dan potensi akumulasi genangan, wilayah dengan elevasi rendah memiliki kecenderungan lebih besar untuk genangan banjir dibandingkan dengan wilayah yang lebih tinggi.

Pengolahan parameter ketinggian menggunakan *tools reclassify*, dalam proses ini nilai elevasi diklasifikasikan kedalam interval tertentu dengan metode klasifikasi manual agar nilai batas (*break values*) dapat disesuaikan (Yulaichah dkk., 2025), klasifikasi ketinggian lahan sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Klasifikasi ketinggian lahan

No	Elevasi	Skor	Bobot
1	0-20 mdpl	9	20
2	21-50 mdpl	7	
3	51-100 mdpl	5	
4	101-300 mdpl	3	
5	> 300 mdpl	1	

Sumber : (Saputra dkk., 2020)

2.5.2 Parameter penggunaan lahan

Parameter penggunaan lahan diperoleh dari data Sentinel 2 *Land Use / Land Cover (LULC)* yang merepresentasikan kondisi

tutupan dan pemanfaatan permukaan lahan. Penggunaan lahan memiliki pengaruh kerawanan banjir, karena berkaitan dengan kemampuan infiltrasi tanah, limpasan permukaan, serta tingkat lapisan kedap air.

Pengolahan data diawali dengan proses pemotongan (*clip*) menggunakan *tools Extract by mask* berdasarkan batas wilayah DAS Tayu. Selanjutnya, dilakukan proses pengelompokan jenis penggunaan lahan, proses tersebut disertai pemberian skor pada masing – masing kelas (Yulaichah dkk., 2025). Klasifikasi penggunaan lahan sebagai berikut:

Tabel 2. 5Klasifikasi penggunaan lahan

No	Penggunaan Lahan	Skor	Bobot
1	Lahan terbuka, badan air, tambak	9	25
2	Permukiman, sawah	7	
3	Pekebunan, tegalan	5	
4	Kebun campur, semak belukar	3	
5	Hutan	1	

Sumber : (Saputra dkk., 2020)

2.5.3 Parameter curah hujan

Data curah hujan CHIRPS terlebih dahulu diunduh dalam bentuk bulanan, kemudian seluruh layer digabungkan menggunakan *Cell Statistics* dengan memilih metode *Mean* untuk memperoleh rata-rata curah hujan tahunan. Hasil penggabungan tersebut dipotong mengikuti batas DAS melalui proses *Extract by Mask*, lalu raster yang sudah ter klip dikonversi menjadi titik menggunakan *Raster to Point* sebagai dasar interpolasi. Titik-titik curah hujan tersebut kemudian di interpolasi menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighting*) untuk menghasilkan permukaan curah hujan yang lebih kontinu. Selanjutnya, hasil interpolasi di reklasifikasi dengan *Reclassify* untuk menentukan kelas dan skornya (Tarkono dkk., 2021). Klasifikasi curah hujan sebagai berikut:

Tabel 2. 6 Klasifikasi curah hujan

No	Kelas (mm)	Skor	Bobot
1	>2500	9	15
2	2001 - 2500	7	
3	1501 - 2000	5	
4	1000 - 1500	3	
5	<1000	1	

Sumber : (Saputra dkk., 2020)

2.5.4 Parameter jenis tanah

Pengolahan parameter jenis tanah diawali dengan proses pemotongan (*clip*) data *shapefile* jenis tanah menggunakan batas wilayah DAS Tayu. Selanjutnya, dilakukan penentuan tingkat kepekaan masing – masing jenis tanah terhadap banjir atau erosi, langkah terakhir memberikan skoring sesuai jenis tanah (Yulaichah dkk., 2025). Klasifikasi jenis tanah sebagai berikut :

Tabel 2. 7 Klasifikasi jenis tanah

No	Penggunaan Lahan	Skor	Bobot
1	Lahan terbuka, badan air, tambak	9	25
2	Permukiman, sawah	7	
3	Pekebunan, tegalan	5	
4	Kebun campur, semak belukar	3	
5	Hutan	1	

Sumber : (Saputra dkk., 2020)

2.5.5 Weighted Overlay

Menggabungkan beberapa parameter yang sudah diberi skor menggunakan *tools weighted overlay*, kemudian memberikan bobot sesuai kepentingan semua parameter. Perhitungan pembobotan daerah rawan banjir menggunakan rumus yang diadaptasi penelitian Saputra dkk. (2020) sebagai berikut :

$$KB = (20* BF) + (20*KEL) + (10* KL) + (25* PL) + (15* CH) + (10* JT) \quad (2)$$

Keterangan :

KB = kerawanan banjir

BF = *buffer sungai*

KEL = kemiringan lereng

KL = ketinggian lahan

PL = penggunaan lahan

CH = curah hujan JT= jenis tanah

Kemudian penentuan interval daerah rawan banjir diklasifikasikan menggunakan rumus dari Saputra (2013, dalam Saputra dkk. 2020) sebagai berikut :

$$I = \frac{R}{K} \quad (3)$$

Keterangan :

I = Lebar interval kelas

R = Range / beda nilai tertinggi dengan nilai terendah

K = jumlah interval kelas

2.5.6 Genangan banjir menggunakan GEE

Pemanfaatan platform GEE digunakan untuk menentukan area yang terkena dampak banjir dengan memanfaatkan analisis perubahan pantulan (*blackcatter*) pada radar Sentinel-1 . *Synthetic Aperatuer Radar* (SAR) memiliki keunggulan dalam pengangkap data tanpa terpengaruh oleh waktu, baik siang maupun malam, serta kondisi cuaca seperti awan, hujan, dan kabut. Keunggulan tersebut memungkinkan SAR mendeteksi dan merekam informasi penting dari objek yang tertutup oleh atmosfer (Utomo dkk., 2020). Dengan memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari data satelit dan repositori global dapat diakses secara umum melalui platform GEE seperti Sentinel-1 GRD, *Global Surface Water*, *HydroSHEDS DEM*, dan *Mosil Land Cover*.

Menentukan area penelitian adalah langkah awal dalam pengolahan, terdapat tiga metode dalam menentukan area penelitian yaitu : *hand – draw polygons*, *shapefile*, & *in bluit country* (Pratama dkk., 2024), area penelitian ini menggunakan metode *shapefile* yang

dianggap paling akurat dalam menentukan area kajian. Kejadian banjir dilakukan dalam periode 1 tahun, Januari 2025 hingga Desember 2025. Deteksi genangan banjir dapat menghitung rasio nilai *backscatter*, jika rasio >1.25 dianggap sebagai wilayah tergenang, untuk mencegah kesalahan dalam klasifikasi, air permanen dan kemiringan lebih dari 5% ditutup, filter focal mean digunakan untuk mengurangi *noise sepckle*.

2.5.7 Titik kejadian banjir

Pengolahan data titik kejadian banjir tahun 2025 diawali dengan mengumpulkan kejadian banjir melalui studio literatur yang bersumber dari beberapa instansi dan berita daring yang membuat lokasi dan waktu kejadian banjir. Selanjutnya, setiap lokasi kejadian diidentifikasi berdasarkan nama desa, kecamatan atau informasi yang tercantum, lokasi tersebut ditentukan koordinatnya menggunakan Google Earth kemudian dikonversikan dalam titik, data titik kejadian kemudian *dioverlay* dengan peta tingkat kerawanan banjir.

2.6 Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik *weighted overlay* yang terintegrasi dengan sistem informasi Geografis (SIG) dengan pendekatan keruangan. Pendekatan tersebut digunakan untuk menganalisis distribusi dan hubungan spasial antar parameter dalam menentukan tingkat kerawanan banjir di DAS Tayu.

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, klasifikasi parameter kemudian diberikan skor berdasarkan tingkat pengaruh parameter terhadap banjir. Selanjutnya, setiap parameter diberi bobot sesuai kebutuhan yang diadaptasi dari penelitian Saputra dkk. (2020). Proses *weighted overlay* dilakukan dengan menggabungkan parameter yang telah diberi skor dan bobot untuk menghasilkan peta kerawanan banjir. Selanjutnya, menentukan interval kelas kerawanan banjir untuk mengelompokkan nilai

indeks menjadi beberapa tingkat kerawanan yang mengacu rumus dari Saputra (2013, dalam Saputra dkk. 2020).

Melakukan analisis kesesuaian antara peta tingkat kerawanan banjir dengan titik – titik kejadian banjir tahun 2025 yang diperoleh melalui studi literatur. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil pemetaan dengan kejadian aktual. Selain itu, melakukan analisis distribusi genangan banjir yang dihasilkan pengolahan citra Sentinel-1 GRD menggunakan GEE dengan peta tingkat kerawanna banjir.

2.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir berikut menjelaskan tahapan penelitian, mulai dari pengolahan hingga penyusunan peta kerawanan banjir.



Gambar 2. 2 Diagram alir