

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan secara besar-besaran. Hal ini menyebabkan sebagian besar air hujan yang turun ke bumi tidak dapat meresap ke dalam tanah sehingga limpasan (*run off*) atau yang sering disebut dengan aliran air permukaan akan menjadi besar. Limpasan air hujan yang tidak tertangani dengan baik akan menimbulkan berbagai masalah bagi masyarakat, terutama adalah banjir dan erosi (Rohyanti, dkk, 2015).

Daerah Aliran Sungai (DAS) berperan penting dalam menjaga kelestarian air dan lingkungan. DAS merupakan kesatuan ruang yang terdiri atas unsur abiotik dan biotik yang saling berinteraksi dan bergantung satu sama lain sehingga merupakan satu kesatuan ekosistem (Sudaryono, 2002). Aktivitas manusia yang terjadi di sekitar daerah aliran sungai memberikan dua jenis dampak, yaitu dampak positif berupa perbaikan kondisi sosial ekonomi dan dampak negatif berupa penurunan fungsi daerah aliran sungai, yang ditunjukkan dengan laju erosi tanah yang terus meningkat.

Erosi termasuk salah satu masalah yang ditimbulkan dari perubahan penggunaan lahan dan pengelolaan DAS yang kurang baik. Erosi adalah proses terkikisnya tanah atau sebagian tanah dari suatu tempat yang terendapkan ke tempat lain. Tanah yang terkikis oleh limpasan permukaan (*run off*) akan terendap pada tempat yang aliran airnya lambat seperti sungai, saluran irigasi, waduk, danau, yang disebut sedimentasi. Hal ini mempengaruhi kuantitas dan kualitas tata air pada daerah aliran sungai, terutama bagi masyarakat di daerah hilir (Farida dan Noordwijk, 2004).

Potensi DAS di seluruh Indonesia, termasuk di Sulawesi Selatan mengalami penurunan dalam sepuluh tahun terakhir, didukung oleh data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2022 menyatakan bahwa terjadi penurunan kualitas air pada ekoregion Sulawesi-Maluku. Menurunnya kondisi DAS ditandai dengan terjadinya bencana banjir dan longsor di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau. Penyebab terjadinya penurunan kualitas DAS adalah hasil interaksi antara faktor iklim (terutama curah hujan), kondisi geomorfologi (geologi, tanah, dan topografi) serta aktivitas manusia yang menyebabkan penurunan kualitas (degradasi) sumberdaya hutan dan lahan berupa lahan kritis (Ningkeula, 2016). Luas lahan kritis di Sulawesi Selatan mencapai 516.398 hektare, yaitu terdiri dari 419.823 hektare lahan kritis dan 96.575 hektare lahan yang sangat kritis (Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Selatan, 2017).

DAS Karajae merupakan Kawasan Pertumbuhan Ekonomi Terpadu (Kapet) Pare- pare yang menjadi pusat industri, perdagangan, pertanian, peternakan, energi, dan transportasi laut. Sungai Karajae juga sebagai penyedia sumber air bagi masyarakat yang dikelola oleh PDAM Kota Pare-pare yang kini telah mengalami defisit air. Banyaknya aktivitas yang terjadi di pinggir sungai Karajae seperti perkebunan, pembangunan perumahan, dan pertambangan mengakibatkan debit air sungai Karajae

mulai menurun (Mulyadi, 2019). Hal ini berpengaruh terhadap tingkat bahaya erosi pada DAS Karajae. Tingkat bahaya erosi merupakan perkiraan jumlah maksimum tanah yang akan hilang pada suatu lahan jika pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah tidak sesuai dengan penggunaan lahan. Jumlah maksimum tanah hilang harus lebih kecil atau sama dengan jumlah tanah yang terbentuk melalui proses pembentukan tanah agar produktivitas lahan tetap tinggi (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007).

DAS Karajae memiliki luas sebesar 18.065 ha dan terletak pada koordinat 119°36'130" - 119°46'30" BT dan 3°56'30" - 4°07'00" LS. Luas DAS Karajae secara administratif mencakup 8 kecamatan yang berada pada Kota Pare-Pare dan Kabupaten Sidenreng Rappang. Hal ini menyebabkan DAS Karajae menjadi pusat industri, perdagangan, pertanian, peternakan, energi dan transportasi laut (Mulyadi, 2019; Sofian dan Hajriani, 2021).

Kota Pare-pare dan Kabupaten Sidrap merupakan daerah yang telah mengalami pertumbuhan penduduk dan berkurangnya daya dukung lahan sehingga tidak banyak menyerap air ketika hujan turun serta penurunan kuantitas serta kualitas air yang merupakan salah satu dampak dari erosi. Terjadinya erosi menyebabkan kualitas tanah menurun, degradasi lahan sehingga daya serap tanah terhadap air berkurang. Tidak hanya itu, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) setempat tahun 2022 mencatat banjir dan tanah longsor merupakan bencana yang sering terjadi terutama pada musim hujan. Peristiwa bencana alam ini menyebabkan suatu hambatan untuk beraktivitas dan kerugian bagi Masyarakat di sekitar DAS Karajae.

Seiring berkembangnya teknologi, banyak metode yang dapat digunakan untuk memprediksi ataupun mengidentifikasi terjadinya erosi. Berbagai metode tersebut memanfaatkan teknologi sistem informasi geografis), yaitu seperti USLE, MUSLE, WEPP, RUSLE, CREAMS, dan SWAT. SWAT (Soil and Water Assessment Tool) merupakan salah satu model hidrologi yang dikembangkan untuk melakukan prediksi dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi, dan jumlah bahan kimia pada suatu area DAS dengan mempertimbangkan variasi jenis tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama (Neitsch, dkk., 2005).

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan identifikasi tingkat erosi yang terjadi di DAS Karajae untuk meminimalisir bahaya erosi yang ditimbulkan. Bahaya erosi dapat diketahui dengan melakukan pemetaan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode SWAT. Selain itu, penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pemanfaatan lahan dan pengelolaan DAS Karajae.

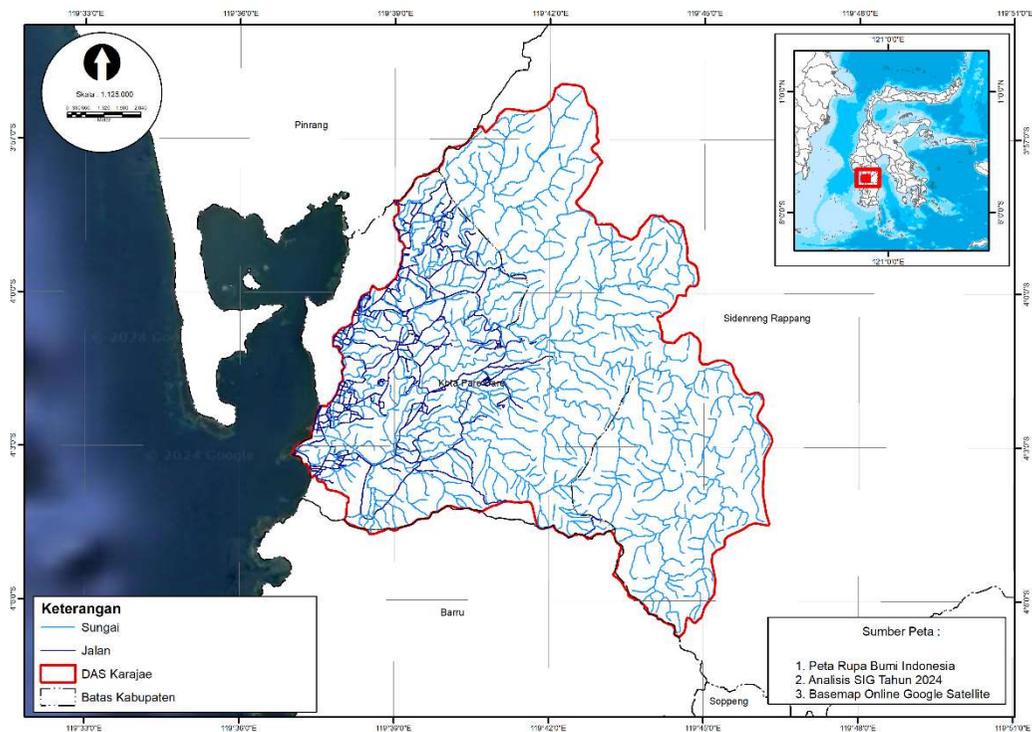
## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan jumlah dan tingkat bahaya erosi di DAS Karajae. Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi terkait jumlah erosi di DAS Karajae sebagai bahan evaluasi dalam mengatasi ancaman erosi di Daerah Aliran Sungai Karajae.

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Maret hingga bulan Agustus 2024 melalui dua tahapan kegiatan, yaitu kegiatan lapangan dan analisis data. Kegiatan lapangan berupa pengambilan sampel tanah di wilayah DAS Karajae yang berada di wilayah administrasi Kabupaten Sidenreng Rappang dan Kota Pare-pare. Analisis data tanah dilaksanakan di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin serta analisis SWAT di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Adapun lokasi tempat dilakukannya penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

### 2.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Alat yang digunakan beserta kegunaannya

<b>NO.</b>	<b>ALAT</b>	<b>KEGUNAAN</b>
1.	Laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak Microsoft Office Word, Excel, Acces, ArcGIS dan Arc SWAT	Untuk membantu pengolahan data numerik, analisis data spasial dan SWAT
2.	<i>Reciver Global Positioning System (GPS)</i>	Untuk mengambil titik koordinat lokasi penelitian.
3.	Alat tulis menulis	Untuk mencatat hasil pengamatan.
4.	Kamera digital	Untuk mendokumentasikan hasil penelitian.
5.	Cangkul	Untuk menggali tanah.
6.	Ring sampel	Untuk mengambil sampel tanah tidak terusik.
7.	Label	Untuk melabeli sampel tanah yang diambil.
8.	Plasik sampel	Untuk menyimpan sampel tanah.
9.	Oven	Untuk mengeringkan sampel tanah yang akan diamati tekstur, porositas, bulk density, bahan organic dan permeabilitas
10.	Pipet tetes	Untuk meneteskan bahan kimia pada tanah.
11.	Botol <i>roll film</i>	Untuk menghomogenkan tanah.
12.	Gelas ukur	Untuk mengukur jumlah air pada pengukuran permeabilitas sampel tanah
13.	Timbangan digital	Untuk menimbang tanah.
14.	Buret	Untuk meneteskan larutan indikator.
15.	Pipa paralon	Untuk mengukur permeabilitas tanah.
16.	Palu	Untuk menekan ring sampel.

**Tabel 2.** Bahan yang digunakan beserta kegunaannya

No.	Jenis Data	Sumber Data	Kegunaan
1.	Data DEM Nasional	INAGEOPORTAL (tanahair.indonesia.go.id)	Digunakan untuk menghasilkan kemiringan lereng
2.	Citra Sentinel- 2A tahun 2022	United States Geological Survey (USGS)	Digunakan untuk menginterpretasi penutupan lahan
3.	Peta Administrasi	INAGEOPORTAL (tanahair.indonesia.go.id)	Digunakan untuk menentukan batas administrasi lokasi penelitian
4.	Data Jenis Tanah	Data Sistem Lahan ( <i>Landsystem</i> ) RePPPProT, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional Tahun 1987	Digunakan untuk analisis Model SWAT
5.	Data iklim harian dengan periode 10 tahun dimulai dari tahun 2013-2022	<a href="http://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/">http://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/</a>	Digunakan untuk analisis Model SWAT

### 2.3 Prosedur Penelitian

Mekanisme penelitian dalam analisis erosi di DAS Karajae menggunakan model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) yang mampu menggambarkan serta memprediksi fenomena dan karakteristik hidrologi DAS dengan memperhatikan aspek iklim, tanah, lereng, dan tutupan lahan.

#### 2.3.1 Pengambilan Data Lapangan

Data yang diperlukan untuk menentukan batas lokasi penelitian yaitu data digital elevation model (DEM). Penelitian ini menggunakan data DEM Nasional (DEMNAS) dengan resolusi 8 m × 8 m yang terlebih dahulu dilakukan proses topology menjadi 30 m × 30 m untuk menyamakan ukuran pixelnya dengan data raster yang lain. Penentuan batas lokasi penelitian diperoleh dari hasil ekstraksi data DEM Nasional pada SWAT yang penentuan batasnya dengan melihat outlet DAS pada tahapan *watershed delineation*.

#### 2.3.2 Penyiapan Data Input

##### Peta penutupan lahan

Peta penutupan lahan yang diperoleh dari interpretasi citra *Sentinel 2A* tahun 2022. Perhitungan akurasi klasifikasi citra dilakukan dengan metode *confusion matrix*. Data hasil klasifikasi citra dan hasil pengecekan di *Google Earth* disusun dalam sebuah tabel perbandingan persentase. Tabel confusion matriks dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** *Confusion matrix* (Lillesand dan Kiefer, 1994)

	Data Acuan (Pengecekan Lapangan)			Total
	A	B	C	
Data hasil klasifikasi citra	A'	Xn		$\sum X_n$
	B'			
	C'			
		$\sum X_n$		N

Keterangan:

- A,B,C : Data acuan
- A', B', C' : Data hasil klasifikasi citra
- Xii : Data yang diuji
- X<sub>+i</sub>/ X<sub>i+</sub> : Jumlah masing-masing data acuan/klasifikasi citra
- N : Total data yang diuji

Uji akurasi klasifikasi citra digunakan untuk mengetahui sejauh mana keakuratan interpretasi citra yang telah dilakukan. Nilai Kappa terdiri atas 3 (tiga) kategori, yaitu akurasi pengguna (*user accuracy*), akurasi pembuat (*producer accuracy*), dan akurasi keseluruhan (*overall accuracy*). *User accuracy* mengacu pada sampel (data penutupan lahan) yang diklasifikasikan dengan benar terhadap data referensi dalam kategori tertentu, sedangkan *producer accuracy* mewakili kategori pada data referensi tertentu yang diklasifikasikan dengan benar (Muhammad, dkk, 2015). Proses tersebut disebut dengan overal accuracy dan kappa accuracy dengan persamaan sebagai berikut:

$$Kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \quad (1)$$

Keterangan :

- Xii : Nilai diagonal dari matrix kontingensi baris ke – i dan kolom ke – i
- X<sub>+i</sub> : Jumlah piksel dalam kolom ke-i
- X<sub>i+</sub> : Jumlah piksel baris ke-i
- N : Banyaknya piksel dalam contoh

Tingkat keakuratan interpretasi citra dapat diterima jika memperoleh nilai 85% (Lillesand and Kiefar, 1997). Hasil interpretasi citra yang telah memenuhi kemudian diubah database penamaannya sesuai dengan penamaan pada penutupan lahan model SWAT. Klasifikasi penamaan penutupan lahan tahun 2022 untuk model SWAT dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Klasifikasi penutupan lahan SWAT (Mandy, 2018)

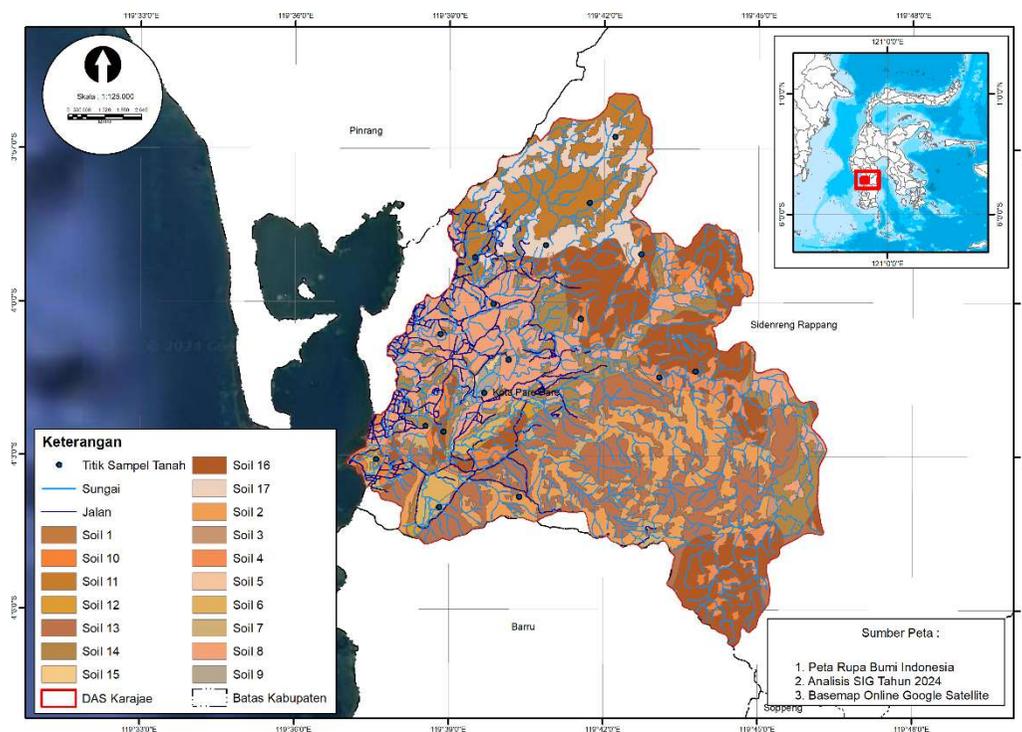
No.	Penutupan Lahan	Klasifikasi SWAT	Kode SWAT
1.	Hutan Lahan Kering Sekunder	<i>Forest-Mixed</i>	FRST
2.	Pertanian Lahan Kering	<i>Agriculture Land Generic</i>	AGRL
3.	Pertanian Lahan Kering Campur	<i>Agriculture Land Generic</i>	AGRL
4.	Sawah	<i>Rice</i>	RICE
5.	Savana/Padang Rumput	<i>Orchard</i>	ORCD
6.	Semak Belukar	<i>Range-Brush</i>	RNGB
7.	Tambak	<i>Water</i>	WATR
8.	Tubuh Air	<i>Water</i>	WATR
9.	Permukiman	<i>Residential</i>	URBN

### Data Tanah

Data jenis tanah diperoleh dari hasil analisis laboratorium sampel tanah terusik dan tidak terusik di setiap jenis tanah, dimana dalam penentuan jumlah jenis tanah berdasarkan overlay peta jenis tanah RePPPProt tahun 1987 dan peta kelas lereng didapatkan 17 jenis tanah. Sampel tanah terusik lebih dikenal sebagai sampel tanah biasa (*disturbed soil sample*), digunakan untuk keperluan analisis kandungan air, tekstur tanah dan perkolasi, sedangkan sampel tanah tidak terusik merupakan contoh tanah yang diambil dari lapisan tanah tertentu dalam keadaan tidak terganggu, sehingga kondisinya hampir menyamai kondisi di lapangan. Sampel tanah tersebut digunakan untuk penetapan angka berat volume (berat isi, *bulk density*), porositas dan permeabilitas (Suganda dkk, 2006).

Penentuan titik sampel tanah di lapangan dilakukan dengan metode *purposive sampling*, dimana pengambilan sampel tanah ditetapkan dengan berdasarkan aksesibilitas di lapangan dan keterwakilan sampel.

Peta titik pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Titik Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah terusik dan tidak terusik dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Menentukan lokasi pengambilan sampel tanah.
- Membuat plot dengan panjang 1,50 m dan lebar 1,50 m.
- Membersihkan permukaan tanah dari tumbuhan, serasah, dan batu.
- Menggali lubang di dalam plot pengambilan sampel tanah menggunakan linggis dan cangkul hingga kedalaman 100 cm.
- Mengukur kedalaman tanah yang telah digali dengan jarak 30 cm, 60 cm, dan 90 cm menggunakan pita meter.
- Meletakkan masing-masing satu buah ring sampel pada kedalaman tanah 0-10 cm, 30 cm, dan 60 cm.
- Menempelkan papan kayu diatas ring sampel yang berguna melindungi ring sampel dari kerusakan.
- Memukul papan yang dibawahnya terdapat ring sampel agar ring sampel masuk kedalam tanah dan dilakukan pada setiap lapisan tanah yang dibuat.
- Mengambil sampel tanah pada setiap lapisan yang telah ada dalam ring sampel.
- Mengambil sampel tanah terusik pada setiap lapisan tanah.
- Memasukkan ring sampel berisi sampel tanah dan sampel tanah terusik pada setiap plastik sampel dan merekatkan menggunakan isolasi agar udara tidak masuk ke dalam plastik
- Menandai sampel tanah dengan merekatkan label dengan sampel tanah I, sampel tanah II, sampel tanah III dan begitupula pada tanah terusik.

Data sekunder jenis tanah yang diperoleh dari peta landsystem (sistem lahan) Region Physical Planning Programme for Transmigration (RePPProT) Badan koordinasi survei dan pemetaan nasional tahun 1987.

- Volume Retak Tanah (SOL\_CRK)
- Kapasitas Air Tersedia (SOL\_AWC)
- Konduktivitas Hidrolik Jenuh (SOL\_K)
- Kelompok hidrologi tanah (HYDGRP)
- Albedo Tanah (SOL\_ALB)

Sifat fisik dan kimia tanah diperoleh dari pengambilan sampel tanah di lapangan untuk mendetailkan karakteristik sifat tanah dan analisis sampel tanah di laboratorium silvikultur dan fisiologi pohon.

- Jumlah lapisan tanah (NLAYERS)

Jumlah lapisan tanah diperoleh dengan melakukan pengamatan profil tanah di lapangan.

- Kedalaman akar tanaman (SOL\_ZMX)

Kedalaman akar tanaman diperoleh dengan melakukan pengamatan profil tanah di lapangan kemudian mengukur perakaran maksimum pada profil tanah menggunakan pita meter.

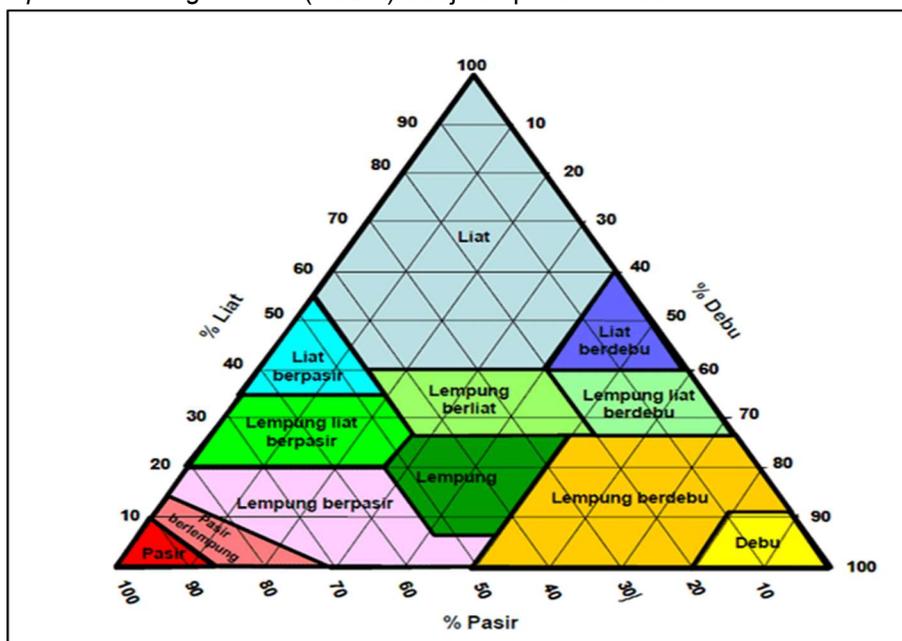
- Porositas tanah (ANION\_EXCL)

$$\text{Porositas} = 1 - \frac{\text{Bulk Density}}{\text{Partikel Density}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana, Partikel *Density* = 2,56 g/cm<sup>3</sup>

- Tekstur (*Texture*)

Hasil analisis sampel tanah didapatkan persentase debu, liat dan pasir. Penentuan kelas tekstur tanah menggunakan segitiga tekstur dari *United State Department of Agriculture* (USDA) disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Segitiga Tekstur Tanah

## e. Kedalaman Tanah (SOL\_Z)

Kedalaman tanah diukur setelah digali menggunakan pita meter

## f. Bulk Density (SOL\_BD)

Nilai bulk density (BD) dianalisis dengan mengambil sampel tanah tidak terusik. Sampel tanah dikeringkan di dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C, kemudian ditimbang dan didapatkan berat kering tanah atau berat volume tanah

$$\text{Berat Volume Tanah} = \frac{\text{Berat Tanah Kering (g)}}{\text{Volume Tanah (cc)}} \quad (3)$$

$$\text{Volume Tanah} = \text{Volume ring } (\pi r^2 t)$$

## g. Pemeabilitas

Sampel tanah tidak terusik direndam semalaman pada wadah perendaman. Setelah direndam sampel kemudian dialiri dengan air. Banyaknya volume yang lolos melewati ring merupakan total volume air yang dapat diloloskan oleh tanah.

$$\text{Permeabilitas} = \frac{x}{\frac{1}{4}\pi d^2}; x = \frac{\text{Vol. Tiap Lapisan}}{0,25} \quad (4)$$

## h. Bahan Organik (SOL\_CBN)

Kadar bahan organik dianalisis menggunakan metode titrasi. Hasil titrasi diolah kemudian didapatkan kadar bahan organik pada sampel tanah.

$$C\% = \frac{(B-T) \times 0,2 \times 3 \times 1,33}{\text{Berat Sampel Tanah}} 100\% \quad (5)$$

$$\text{Bahan Organik} = C\% \times 1,724$$

## i. Persentase Liat (Clay)

$$\%Liat = \frac{\text{Berat Pasir}}{BDL + \text{Berat Pasir}} \times 100\% \quad (6)$$

dimana,

$$\text{Berat Debu Liat Pasir (BDL)} = \frac{H + 0,3 \times (T - 19,8)}{2} - 0,5 \quad (7)$$

## j. Persentase Debu (Silt)

$$\%Debu = \frac{\text{Berat Debu}}{BDL + \text{Berat Pasir}} \times 100\% \quad (8)$$

dimana,

$$\text{Berat Debu} = BDL - BL$$

## k. Persentase Pasir (Sand)

$$\%Pasir = \frac{\text{Berat Liat}}{BDL - \text{Berat Pasir}} \times 100\% \quad (9)$$

dimana,

$$\text{Berat Liat} = \frac{H + 0,3 \times (T - 19,8)}{2} \times 100\% \quad (10)$$

## l. Erodibilitas Tanah (USLE\_K)

$$100K = 1,292 [2,1M^{1,14}(10^{-4})(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)] \quad (11)$$

- M = parameter ukuran partikel (% pasir sangat halus x (100 - %liat))
- a = bahan organik (%)
- b = kode struktur tanah
- c = kelas permeabilitas tanah (cm/jam)
- a = bahan organik (%)
- b = kode struktur tanah
- c = kelas permeabilitas tanah (cm/jam)
- m. pH (SOL\_pH)  
Setelah digali, pH tanah diukur menggunakan pH meter di setiap lapisan yang dilakukan pengambilan sampel.

Data tanah yang diperlukan untuk menjalankan model SWAT berupa jenis tanah serta parameter sifat fisik dan kimia tanah, dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Parameter Model SWAT (Arnold dkk, 2012)

No.	Parameter Tanah	Kode SWAT
1.	Jumlah Lapisan Tanah	NLAYERS
2.	Kelompok Hidrologi Tanah	HYDGRP
3.	Kedalaman Akar Tanaman (mm)	SOL_ZMX
4.	Porositas Tanah (fraction)	ANION_EXCL
5.	Volume Retak Tanah (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	SOL_CRK
6.	Tekstur	TEXTURE
7.	Kedalaman Tanah (mm)	SOL_Z
8.	Bulk Density (g/cm <sup>3</sup> )	SOL_BD
9.	Kapasitas air tersedia (mm/mm)	SOL_AWC
10.	Kadar C Organik (%)	SOL_CBN
11.	Konduktivitas Hidrolik Jenuh (mm/hari)	SOL_K
12.	Persentase Liat (%)	CLAY
13.	Persentase Debu (%)	SILT
14.	Persentase Pasir (%)	SAND
15.	Persentase Batu Permukaan (%)	ROCK
16.	Albedo Tanah (fraction)	SOL_ALB
17.	Erodibilitas Tanah	USLE_K
18.	Konduktivitas Listrik (ds/m)	SOL_EC
19.	Kalsium Karbonat (%)	SOL_CAL
20.	pH	SOL_PH

Pengelompokan hidrologi tanah dapat dilihat pada Tabel 7. Tanah dikelompokkan ke dalam *Hydrology Soil Group* (HSG), untuk melihat kemampuan tanah dalam melakukan infiltrasi.

**Tabel 6.** Kelompok hidrologi tanah (Triatmodjo, 2008)

Tekstur Tanah	Kelompok Hidrologi Tanah
Pasir, Lempung berpasir	A
Lempung berdebu, Lempung	B
Lempung liat berpasir	C
Lempung berliat, Lempung liat berdebu,	D
Liat berpasir, Liat berdebu, Liat	

## Data Kemiringan lereng

Data kelerengan diperoleh dari data DEM (*Digital Elevation Model*) yang dapat diunduh pada website INAGEOPORTAL ([tanahair.indonesia.go.id](http://tanahair.indonesia.go.id)). Klasifikasi kelas lereng terdiri dari 5 kelas yaitu:

**Tabel 7.** Kelas Kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan Lereng (%)
Datar	0-8
Landai	8-15
Agak curam	15-25
Curam	25-45
Sangat curam	>45

## Data Iklim

Data iklim diperoleh dari data global terkait yaitu NASA. Data iklim diperoleh dari <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Data iklim yang dibutuhkan terdiri atas curah hujan, temperature, radiasi matahari, kelembaban udara, dan kecepatan angin yang merupakan perhitungan harian selama 10 tahun.

## 2.4 Prosedur SWAT

Adapun langkah-langkah dalam melakukan analisis model SWAT, sebagai berikut:

a. Delineasi Batas Sub DAS

Tujuan delineasi DAS untuk menghasilkan data model DAS, sub DAS dan jaringan sungai. Metode yang digunakan dalam proses delineasi DAS adalah metode treshold. Besaran treshold menentukan pembentukan dan jumlah jaringan sungai utama dan anak sungai. Berdasarkan jaringan sungai yang terbentuk akan menentukan jumlah sub DAS yang terbentuk dalam DAS. Tahapan yang dilakukan pada proses delineasi DAS terdiri atas: input data DEM (*add DEM grid*), penentuan jaringan sungai (*stream definition*), penentuan outlet (*outlet and Inlet definition*), seleksi dan penentuan outlet DAS (*watersheed outlet selection and definition*), dan perhitungan parameter sub-DAS (*calculate subbasin parameter*).

b. Pembentukan HRU (*Hydrological Response Unit*)

*Hydrologic Response Unit* (HRU) merupakan unit analisis hidrologi yang dibentuk berdasarkan karakteristik tanah, penggunaan lahan, dan kelas lereng yang spesifik. Analisis HRU dilakukan dengan mendefinisikan data masukan melalui overlay peta penggunaan lahan, peta tanah, dan kelas lereng (*Landuse/Soil/Slope definition*).

c. Pengolahan Data Iklim

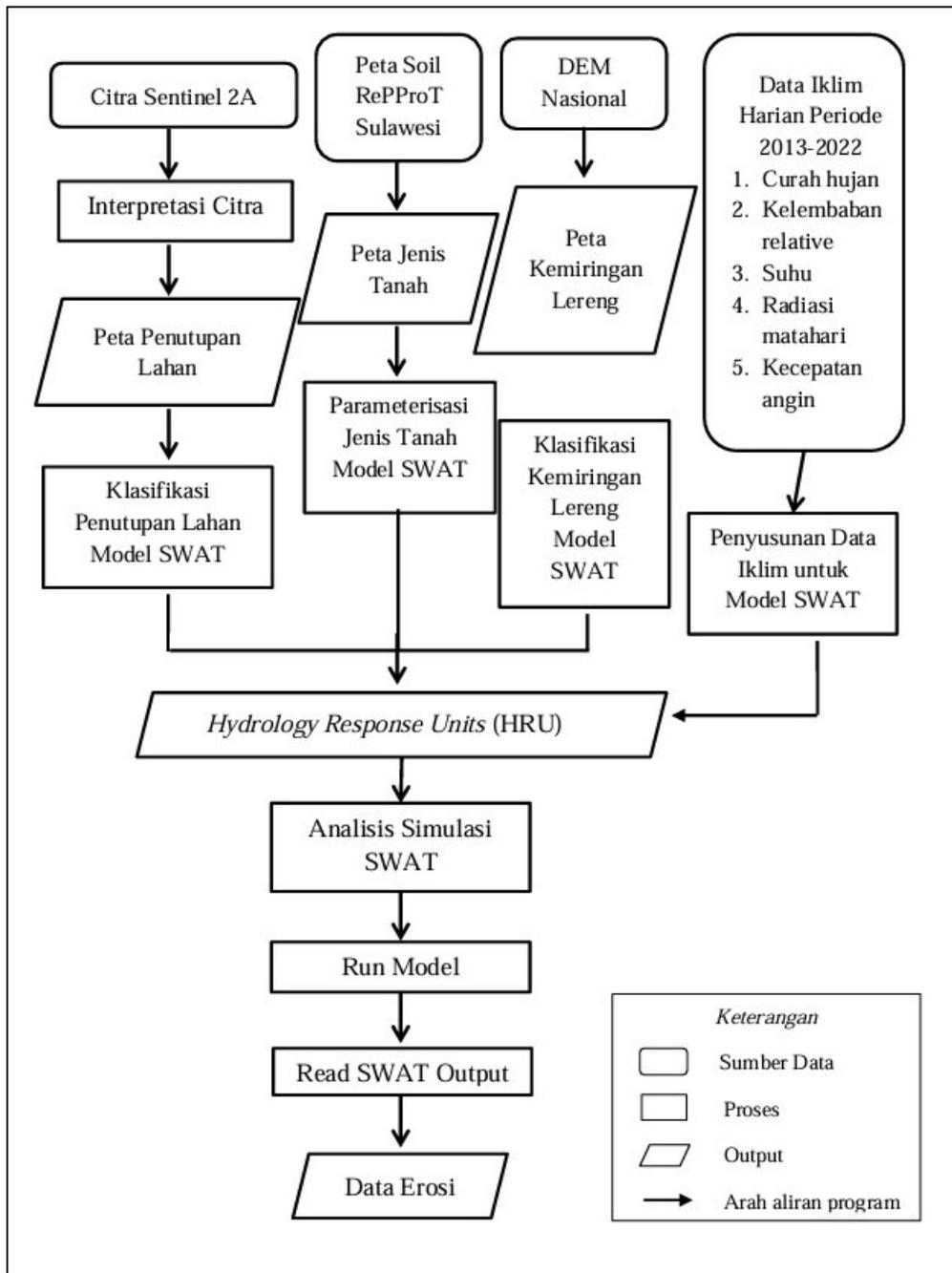
Data iklim dalam simulasi SWAT terdiri dari data curah hujan dan suhu pada stasiun yang mewakili daerah DAS, serta data *Weather Generator* berupa radiasi matahari, kecepatan angin, suhu, curah hujan, dan titik embun. Setelah penginputan data iklim, dilanjutkan dengan proses *running* yakni dengan memanfaatkan menu *SWAT Simulation*. Data iklim yang dibutuhkan berupa data harian curah hujan, suhu maksimum dan minimum, radiasi matahari dan kecepatan angin. Masing-masing data harian periode 10 tahun diolah pada basis data WGN yang membutuhkan 14 parameter diantaranya yaitu:

- a) TMPMX Rata-rata temperatur maksimum (°C).
- b) TMPMN, Rata-rata temperatur minimum (°C).
- c) TMPSTDMX Standar deviasi temperatur maksimum harian (°C).
- d) TMPSTDMN Standar deviasi temperatur minimum harian (°C).
- e) PCPMM Rata-rata curah hujan (mm).
- f) PCPSTD Standar deviasi curah hujan harian (mm/hari).
- g) PCPSKW Koefisien skew untuk curah hujan dalam satu bulan.
- h) PR\_W1 Perbandingan kemungkinan hari basah –hari kering dalam satu bulan
- i) PR\_W2 Perbandingan kemungkinan hari basah –hari basah dalam satu bulan.
- j) PCPD Rata-rata jumlah hari hujan dalam satu bulan.
- k) RAINHHMX Curah hujan maksimum 0,5 jam (mm).
- l) SOLARAV Rata-rata harian penyinaran matahari dalam satu bulan (MJ/m<sup>2</sup>/hari)
- m) DEWPT Rata-rata harian temperatur dew point dalam satu bulan (°C)
- n) WINDAV Rata-rata harian kecepatan angin dalam satu bulan (m/detik)

d. *Run Model SWAT*

Setelah deliniasi DAS, pembentukan HRU, dan pengolahan data iklim, tahapan terakhir adalah run model dan mensimulasikannya. Simulasi SWAT dilakukan setelah seluruh data masukan terisi lengkap. Pada mode *run SWAT* dapat dipilih disesuaikan rentang waktu yang akan disimulasikan. Kemudian dilanjutkan dengan *set up SWAT* dan *run SWAT*. Penyimpan data output hasil simulasi dilakukan dengan memilih *read SWAT output*.

Secara singkat prosedur SWAT bisa dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Prosedur Penelitian

## 2.5 Analisis Data

### 2.5.1 Analisis Kelas Bahaya Erosi

Prediksi erosi oleh hujan dan aliran permukaan, model SWAT menggunakan *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE), yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978). Hasil erosi dihitung menggunakan persamaan :

$$SY = R \times K \times LS \times CP \quad (12)$$

Dimana :

$$R = a (V_q \times Q_p)^b$$

Keterangan :

- SY : Jumlah tanah yang tererosi (ton/tahun)
- R : Aliran permukaan (*run off*)
- K : Faktor erodibilitas tanah
- LS : Faktor kemiringan lereng
- CP : Faktor penggunaan lahan dan penggunaan lahan
- $V_q$  : Volume aliran permukaan ( $m^3$ )
- $Q_p$  : Aliran puncak ( $m^3/s$ )
- a : 11.8
- b : 0.56

Kemudian untuk memberikan Gambaran tentang potensi erosi yang dihasilkan dilakukan pengklasifikasian nilai bahaya erosi. Pengklasifikasian nilai bahaya erosi didasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.3/V-SET/2013 tentang Pedoman Identifikasi karakteristik Daerah Aliran Sungai. Pengklasifikasian Kelas Bahaya Erosi (KBE) dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Klasifikasi Bahaya Erosi (Departemen Kehutanan, 2009)

Kelas Bahaya Erosi	Besaran Erosi (ton/ha/tahun)	Bahaya Erosi
I	<15	Sangat ringan
II	15-60	Ringan
III	60-180	Sedang
IV	180-480	Berat
V	>480	Sangat Berat

### 2.5.2 Analisis Tingkat Bahaya Erosi

Untuk mengetahui tingkat bahaya erosi dilakukan dengan menganalisis besarnya nilai erosi menggunakan model SWAT dengan melihat kedalaman solum pada unit lahan. Peraturan Menteri Kehutanan RI No. P.32/Menhut-II/2009 tentang Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRLH-DAS) dijadikan pedoman dalam menentukan tingkat bahaya erosi yang diklasifikasikan ke

dalam lima kelas. Adapun pengklasifikasian Tingkat Bahaya Erosi dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) (Departemen Kehutanan, 2009)

Solum Tanah (cm)	Kelas Erosi (ton/ha/tahun)				
	I (< 15)	II (15-60)	III (60-180)	IV (180-480)	V (> 480)
Dalam	SR	R	S	B	SB
> 90	0	I	II	III	III
Sedang	R	S	B	SB	SB
60-90	I	II	II	IV	IV
			I		
Dangkal	S	B	SB	SB	SB
30-60	II	II	IV	IV	IV
		I			
Sangat Dangkal	B	SB	SB	SB	SB
< 30	II	IV	IV	IV	IV
	I				

Keterangan:

0-SR : sangat ringan

I-R : ringan

II-S : sedang

III-B : berat

IV-SB : sangat berat