

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lahan merupakan sumber daya yang sangat terbatas sehingga peluang terjadinya perubahan tutupan lahan akan meningkat untuk mendukung aktifitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya. Perubahan tutupan lahan yang tidak tepat akan memberikan dampak negatif terhadap daerah aliran sungai pada wilayah tersebut dan membuat keseimbangan dalam aktifitas daerah aliran sungai menjadi terganggu.

Informasi yang diperoleh dari Direktorat Jendral Planologi Kehutanan dan Lingkungan terhadap penggunaan lahan berupa pemukiman di Kabupaten Toraja Utara berdasarkan pada tahun 2011 berkisar 170 Ha yang meningkat pada tahun 2020 menjadi 1.864 Ha, sehingga dapat diketahui pertumbuhan yang terjadi setiap tahun berkisar 186 Ha/tahun, sedangkan untuk penggunaan lahan berupa sawah pada tahun 2011 berkisar 9.693 Ha yang meningkat pada tahun 2020 menjadi 27.388 Ha, sehingga pertumbuhan setiap tahun berkisar 2.378 Ha/Tahun (DPKTL, 2021).

Perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kabupaten Toraja Utara dari hasil monitoring dari tim KPH SADDANG II disebabkan oleh aktivitas manusia yang melakukan illegal logging, pembakaran lahan untuk aktivitas perladangan masing-masing komponen masyarakat sekitar hutan (Engel, 2014). Kabupaten Toraja Utara merupakan wilayah Hulu dari Das Saddang yang dikelompokkan dalam Das lintas provinsi, sehingga sangat perlu mendapat pemantauan secara berkala terhadap kondisi perubahan penggunaan lahan yang merupakan upaya preventif terhadap penurunan kualitas Das yang disebabkan meningkatnya nilai erosi.

Pemantauan penggunaan lahan dapat dilakukan melalui sistem informasi geografis (SIG) untuk mempercepat upaya pengendalian agar keseimbangan ekosistem DAS tetap terjaga dengan menganalisa citra satelit, tingkat keterlerangan, jenis tanah agar dapat memproyeksikan secara tepat penggunaan lahan yang harus dipertahankan dan penggunaan lahan yang harus mendapat upaya perbaikan dalam bentuk arahan pengelolaan lahan agar menurunnya nilai erosi dalam suatu unit lahan sebagai upaya menjaga atau memulihkan keseimbangan ekosistem DAS. Berdasarkan hal tersebut, maka perlunya dilaksanakan kegiatan penelitian berupa "Analisis Tutupan Lahan Terhadap Laju Erosi Pada Catchment Area Matting DAS Saddang Tahun 2031".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

- a. Bagaimana perubahan tutupan lahan di Catchment Area Matting DAS Saddang Tahun 2011, 2020, dan Proyeksi 2030 ?
- b. Bagaimana laju erosi di Catchment Area Matting DAS Saddang Tahun 2011, 2020, dan proyeksi 2030?
- c. Bagaimana arahan terhadap penurunan nilai erosi di Catchment Area Matting DAS Saddang?

1.3 Tujuan Penelitian

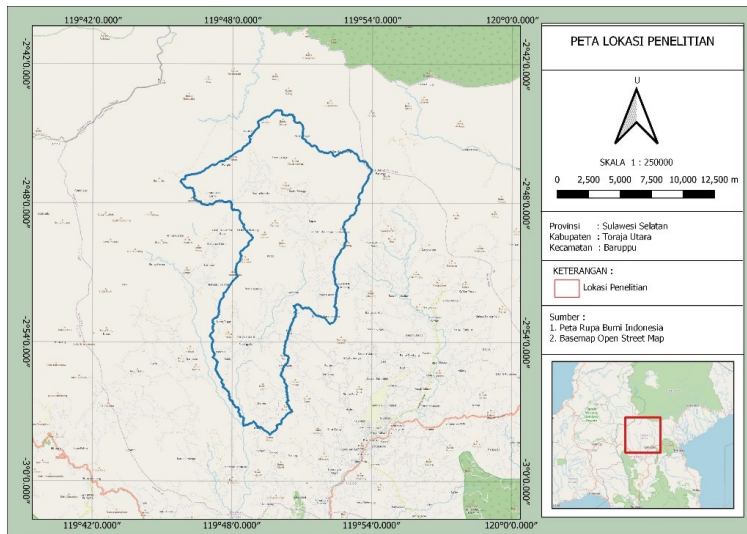
Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah :

- a. Menganalisis perubahan tutupan lahan di Catchment Area Matting DAS Saddang Tahun 2011, 2020, dan Proyeksi 2030.
- b. Menganalisis laju erosi di Catchment Area Matting DAS Saddang Tahun 2011, 2020,2030.
- c. Merumuskan arahan pengolahan lahan terhadap penurunan nilai erosi di Catchment Area Matting DAS Saddang.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Wilayah Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Catchment Area Matting DAS Saddang Provinsi Sulawesi Selatan, Kabupaten Toraja Utara, Untuk lebih jelas dapat di lihat pada peta lokasi penelitian berikut ini :



Gambar 1. Wilayah Administrasi Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- Perangkat keras (Hardware) : pc desktop atau Laptop.
- Perangkat lunak (Software): ArcMap 10.8 untuk pengolahan data citra satelit, perhitungan luas dan pembuatan layout, Softawre Quantum Gis untuk proyeksi tutupan lahan, Software Soil and Water Assessment Tool (SWAT) untuk memprediksi ancaman erosi yang akan terjadi terhadap suatu unit lahan akibat perubahan yang terjadi di atas lahan tersebut. Software Microsoft Word 2010 dan Microsoft Excel 2010 untuk pengolahan data lanjutan.
- Gps Garmin dan Avenza Map untuk survey lapangan

- d. Kendaraan Roda 2 untuk transportasi survey lapangan
- e. Alat tulis menulis

2.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 1. Kebutuhan Data Penelitian

DATA	SUMBER
Citra Landsat 7 dan 8	United States Geological Survey https://earthexplorer.usgs.gov/
Data Iklim Tahun 2011 sampai dengan Tahun 2020	https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/
Data Jenis Tanah	data sistem lahan (landsystem) Regional Physical Project for Transmigration(RePPPProt) Badan Kordinasi Survey dan Pemetaan Nasional Tahun 1987
Data Digital Elevation Model	United States Geological Survei https://earthexplorer.usgs.gov/

Penelitian ini akan dilakukan Analisis Tutupan Lahan Terhadap Laju Erosi Catchment Area Matting DAS Saddang Kabupaten Toraja Utara. Terdapat beberapa data yang dipersiapkan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu data citra landsat 8 yang akan digunakan dalam analisis dan proyeksi tutupan lahan sedangkan data hasil interpretasi dan proyeksi tutupan lahan, data jenis tanah, data digital elevation model, data iklim yang digunakan dalam analisis.

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi beberapa teknik berdasarkan jenis data, yaitu sebagai berikut :

- a. Data Primer diperoleh dari observasi langsung dengan pengambilan titik koordinat dan dokumentasi pada areal yang akan dikaji.
- b. Data sekunder diperoleh dari beberapa Lembaga terkait yang diakses melalui masing-masing situs internet yang meliputi kebutuhan data citra landsat 8, data iklim, data jenis tanah, data digital elevation model.

2.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian analisis tutupan lahan terhadap laju erosi dan proyeksi tutupan lahan tahun 2031 di Catchment Area Matting DAS Saddang Kabupaten Toraja Utara, dimulai dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Mendownload citra landsat 8 tahun 2011, 2020 melalui situs (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).
- b. Hasil citra yang telah diperoleh dilanjutkan pada proses cropping dengan batas sub daerah aliran sungai yang akan dikaji menggunakan tools SIG.
- c. Setelah melalui tahapan sebelumnya maka dilanjutkan tahapan klasifikasi citra untuk menentukan kategori tutupan lahan secara klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised classification*) dengan mengacu pada dasar kelas penutupan lahan Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Menurut Siregar et al.,2015 klasifikasi penutup lahan pada skala menengah ini, tidak dilakukan hingga tingkat detil (misalnya membedakan antara permukiman padat dan permukiman campuran), melainkan lebih bersifat generalisasi. Hal ini disesuaikan dengan keterbatasan resolusi data serta tujuan analisis yang bersifat makro atau regional. Berikut klasifikasi tutupan lahan dengan skala menengah yaitu 1: 250.000 menurut Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSN, 2010) :

Tabel 2. Klasifikasi tutupan lahan standar nasional indonesia

No.	Nama Kelas Citra (hasil klasifikasi)	Kelas Tutupan Lahan SNI	Kode SNI	Keterangan
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	Hutan Sekunder	1	Tutupan hutan dengan gangguan manusia
2	Hutan Lahan Basah	Hutan Rawa / Hutan Primer	1	Hutan dengan tanah jenuh air
3	Belukar	Belukar / Semak	2	Vegetasi sekunder, tidak tertutup rapat
4	Lahan Terbuka	Lahan Terbuka	7	Tanah kosong, bekas tambang, tidak produktif
5	Sawah	Sawah	4	Lahan padi irigasi atau tadah hujan
6	Perkebunan	Perkebunan	5	Komoditas tahunan:

No.	Nama Kelas Citra (hasil klasifikasi)	Kelas Tutupan Lahan SNI	Kode SNI	Keterangan
				sawit, karet, kopi, dsb
7	Permukiman	Permukiman	8	Wilayah terbangun, desa, kota
8	Air	Tubuh Air	9	Sungai, danau, waduk
9	Savana / Rumput	Padang Rumput / Savana	6	Rumput alami, savana
10	PertanianCampuran	Pertanian	3	Campuran tanaman pangan, hortikultura, dsb
11	Awan / Bayangan Awan	Awan / Bayangan Awan	10	Area tertutup awan, tidak dapat diklasifikasi

Sumber : Badan Standart Nasional Indonesia

- d. Menentukan Ground Check Point (GCP) dengan *purposive sampling* yaitu memilih lokasi setiap kelas penutupan/penggunaan lahan dengan mempertimbangkan faktor aksesibilitas dari setiap penggunaan lahan yang dipilih dan melakukan pengambilan gambar, luasan dari masing-masing kelas penutupan/penggunaan lahan (Congalton & Green, 2009).
- e. Validasi hasil klasifikasi dilakukan dengan metode confusion matrix, yang membandingkan antara hasil klasifikasi dengan data referensi (Congalton, R. G., & Green, K. 2019), seperti format tabel dibawah ini:

Tabel 3. Confusion matrix

Referensi / Prediksi	Tutupan Lahan A	Tutupan Lahan B	Tutupan Lahan C	Total Referensi
Tutupan Lahan A				
Tutupan Lahan B				
Tutupan Lahan C				
Total Prediksi				

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari table confudsiion matrix maka dilanjutkan pengolahan statistik terkait kesesuaian antara hasil klasifikasi dan data referensi melalui koefisien kappa dengan persamaan berikut (Congalton, 1991) :

$$K = \frac{P_0 - P_E}{1 - P_E}$$

Keterangan :

P_0 = Jumlah klasifikasi benar dibagi total semua data

P_E = Penjumlahkan hasil kali jumlah prediksi dan referensi per kelas,
dibagi total kuadrat

Koefisien kappa merupakan ukuran statistik yang digunakan untuk menilai tingkat kesepakatan antara hasil klasifikasi dengan data referensi (ground truth), dengan memperhitungkan Nilai Kappa kurang dari 0 menunjukkan tidak ada kesesuaian, nilai Kappa antara 0,00 hingga 0,20 menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat rendah, nilai Kappa antara 0,21 hingga 0,40 menunjukkan tingkat kesesuaian yang rendah, nilai Kappa antara 0,41 hingga 0,60 menunjukkan tingkat kesesuaian yang sedang. nilai Kappa antara 0,61 hingga 0,80 menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi. nilai Kappa antara 0,81 hingga 1,00 menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat tinggi (Landis dan Koch, 1977). Semakin tinggi nilai kappa, maka semakin tinggi pula kesesuaian hasil klasifikasi terhadap data referensi yang sebenarnya (Foody, G. M. 2020).

- f. Citra yang telah memperoleh akurasi yang sesuai dengan standard yang digunakan dalam penelitian ini, akan dilanjutkan ke tahapan proyeksi tutupan lahan pada tahun 2031 dengan inputan tutupan lahan 2011 dan tutupan lahan 2020 dengan menggunakan tools Molusce pada Software Quantum GIS.
- g. Hasil interpretasi tutupan lahan melalui citra dan hasil proyeksi tutupan lahan akan dibentuk matriks perubahan tutupan lahan yang telah terjadi dengan tambahan data visual hasil layout.
- h. Citra satelit yang telah diklasifikasi akan menjadi inputan dalam tools SWAT bersama data digital elevation model, data Iklim, data jenis tanah untuk digunakan dalam analisis laju erosi pada masing-masing-masing unit pengamatan.
- i. Unit yang menghasilkan nilai yang cukup tinggi sehingga dapat memberikan ancaman pada unit lahan disekitarnya, akan memperoleh arahan untuk menurunkan nilai laju erosi pada unit

lahan tersebut. Arahan yang terbentuk dari klasifikasi kelas bahaya erosi merupakan langkah strategis dalam menetapkan kebijakan konservasi tanah dan pengelolaan lahan secara efektif berdasarkan tingkat keparahan erosi di suatu wilayah. Setiap kelas bahaya mencerminkan tingkat kerentanan lahan terhadap kehilangan tanah, sehingga perlu dirumuskan arahan atau tindakan pengelolaan yang sesuai. Tujuannya adalah untuk menjaga produktivitas lahan, mencegah degradasi lingkungan, serta mempertahankan keseimbangan hidrologi dalam suatu daerah aliran sungai (DAS) (Utomo & Arsyad, 2020).

Tabel 4. Arahan pengolahan lahan berdasarkan kelas bahaya erosi

Kelas Bahaya Erosi	Nilai Laju Erosi (ton/ha/tahun)	Kondisi Lahan	Arahan Konservasi dan Pengelolaan
I – Sangat Ringan	< 15	Stabil, tidak terjadi degradasi	Mempertahankan vegetasi alami, mencegah konversi lahan, menjaga fungsi lindung DAS
II – Ringan	15 – 60	Gejala degradasi awal	Sistem tanam kontur, vegetasi penutup tanah, rotasi tanaman, mulsa, konservasi vegetatif ringan
III – Sedang	60 – 180	Kehilangan tanah cukup tinggi	Terasing, guludan, rorak, agroforestri, pengendalian aliran permukaan, sistem pertanian konservasi
IV – Berat	180 – 480	Degradasi tinggi, berisiko kritis	Teras bangku, dam penahan, revegetasi lereng, konservasi mekanik dan vegetatif terpadu
V – Sangat Berat	> 480	Lahan kritis dan tidak produktif	Penghentian budidaya, Reboisasi total, vegetasi permanen, struktur biofisik (check dam, bronjong)

Sumber : Utomo & Arsyad, 2020

2.5 Analisis Data

Hasil pengumpulan data yang telah diperoleh dilanjutkan dalam tahapan ini dengan beberapa bantuan analisis, yaitu sebagai berikut :

2.5.1 Analisis Tutupan Lahan

Analisis tutupan lahan yang dilaksanakan dengan menginterpretasikan citra serta pengelompokan digital number yang sama dengan membandingkan terhadap kondisi aktual serta perubahan tutupan lahan yang terjadi melalui system informasi geografis dengan tools Molusce.

2.5.2 Analisis Laju erosi

Pada analisis ini menggunakan Sistem Informasi Geografis dengan dukungan Soil Water Assesment Tools, menurut Abbaspour, Vaghefi, dan Srinivasan (2018) Soil Water Assesment Tools adalah model simulasi fisik berbasis proses yang banyak digunakan untuk memprediksi dan memperhitungkan proses hidrologi, dan laju erosi, dalam cakupan spasial yang luas dengan pengembangan model persamaan seperti berikut ini :

- **Persamaan nilai aliran permukaan (Mishra dan Singh,2003)**

$$Q_{surf} = \frac{(R - 0.2S)^2}{(R + 0.8S)}$$

Keterangan :

Q_{surf} : Aliran permukaan (mm)

R : Curah hujan harian (mm)

CN : Curve Number – tergantung jenis tanah dan tutupan lahan

S : Potensial retensi air tanah maksimum (mm)

- **Persamaan Nilai laju erosi (Neitsch et al., 2011)**

$$Sed = 11.8 \times (Q_{surf} \times q_{peak} \times area_{HRU})^{0.56} \times K \times C \times P \times LS$$

Keterangan :

Sed : Muatan sedimen (ton)

Q_{surf} : Aliran permukaan (mm)

q_{peak} : Debit puncak aliran (m³/s)

area_{HRU} : Luas HRU (ha)

K : Faktor erodibilitas tanah

LS : Faktor panjang dan kemiringan lereng

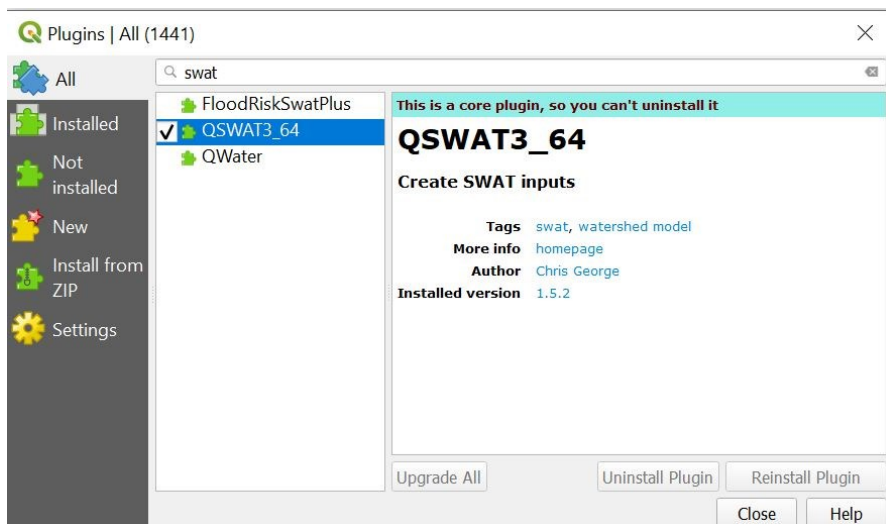
C : Faktor penutup lahan

P : Faktor konservasi

Analisis hidrologi dan erosi menggunakan model SWAT (Soil and Water Assessment Tool) saat ini dapat dilakukan secara efektif melalui antarmuka QSWAT+ yang terintegrasi dengan QGIS. Berikut tahapan dan proses yang dilakukan dalam analisis SWAT menggunakan QSWAT

- **Instalasi QGIS dan Plugin QSWAT+**

Langkah awal adalah memastikan QGIS telah terinstal (disarankan versi stabil seperti QGIS 3.22). Selanjutnya, plugin QSWAT+ diaktifkan melalui menu Plugins > Manage and Install Plugins. Setelah plugin terinstal, ikon QSWAT+ akan muncul pada toolbar.



Gambar 2. Plugin Qswat

- **Persiapan Data Input**

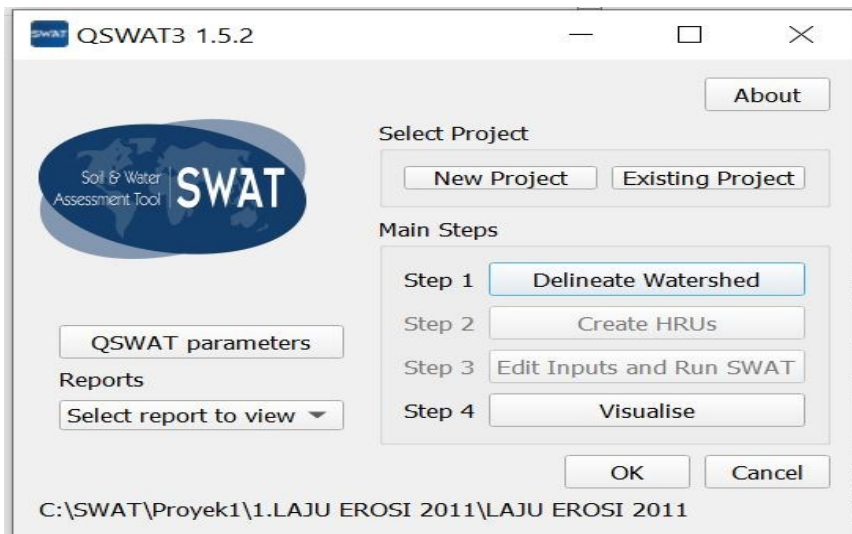
Data masukan utama yang dibutuhkan dalam pemodelan SWAT antara lain:

- Digital Elevation Model (DEM): digunakan untuk deliniasi DAS.
- Land Use / Land Cover (LULC): data tutupan lahan format raster atau vektor.

- Soil Map: data jenis tanah, biasanya dalam format shapefile dan dilengkapi database soil.
- Data Iklim Harian: mencakup curah hujan, suhu maksimum dan minimum, kelembaban, radiasi, dan kecepatan angin.

- **Pembuatan Proyek Baru di QSWAT+**

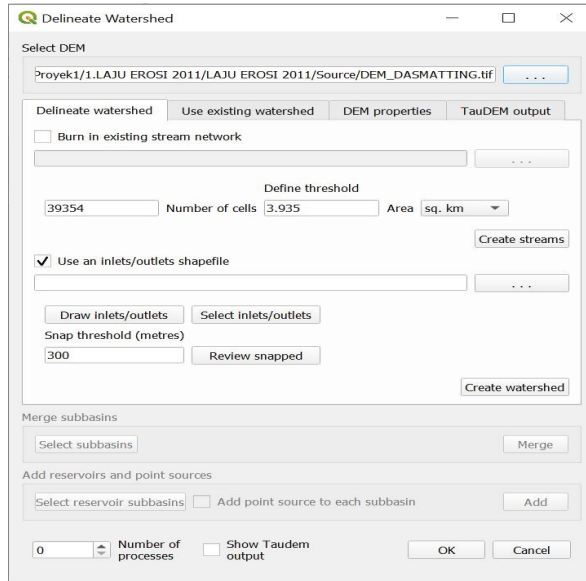
Langkah ini dilakukan dengan membuka QSWAT+ lalu memilih direktori kerja dan file DEM. Sistem akan mengonversi DEM ke raster ASCII dan memroyeksikannya sesuai sistem koordinat yang digunakan (misalnya UTM zona wilayah studi). Proyek selanjutnya akan menyimpan semua file konfigurasi QSWAT+.



Gambar 2. Pembuatan proyek analisis

- **Delineasi Daerah Aliran Sungai (DAS)**

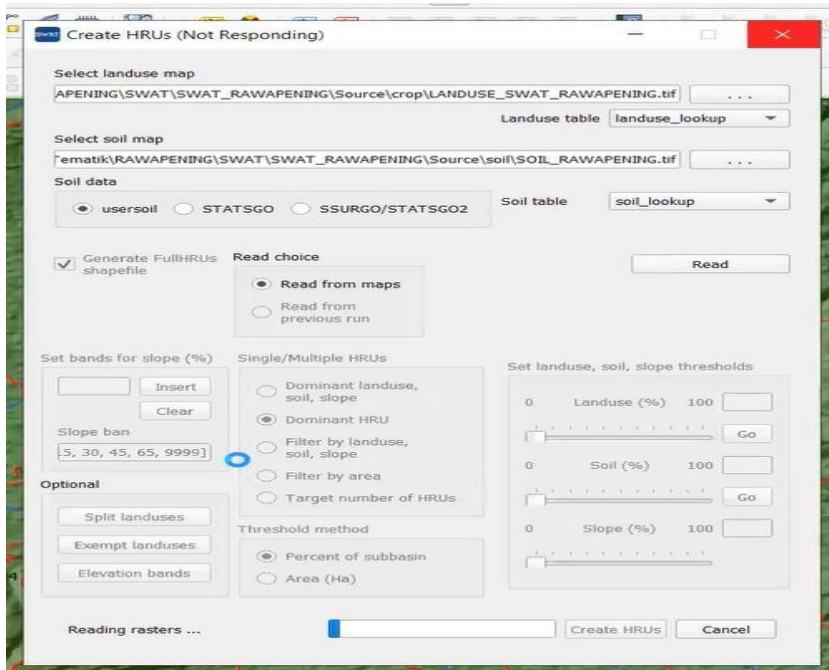
Delineasi dilakukan berdasarkan DEM untuk menentukan batas DAS, jaringan sungai, outlet, dan subdas. Proses ini penting untuk menentukan wilayah kerja SWAT. Titik outlet dapat ditentukan manual atau otomatis oleh sistem berdasarkan topografi.



Gambar 3. Delinasi watershed

- **Pembentukan HRU (Hydrologic Response Unit)**

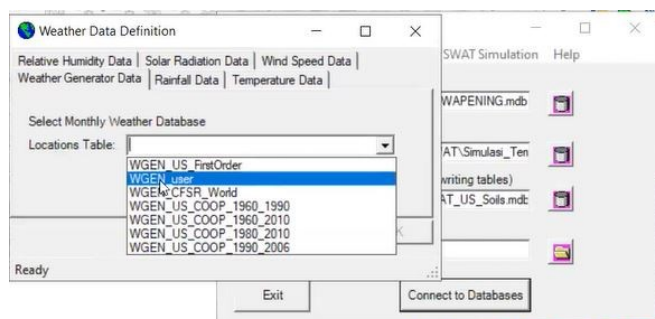
HRU dibentuk berdasarkan kombinasi tutupan lahan, jenis tanah, dan kelas kemiringan lereng. SWAT memperhitungkan kombinasi ini untuk mensimulasikan proses hidrologi dan erosi secara detail. Terdapat fitur threshold untuk menyaring HRU berdasarkan persentase luas minimum.



Gambar 4. Create HRU

- **Input Data Iklim**

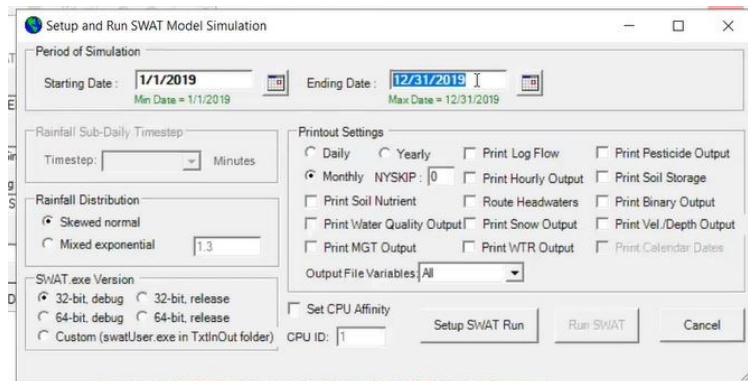
Data iklim dapat diperoleh dari stasiun lokal atau database eksternal (seperti WGEN, CLIGEN). Format yang digunakan umumnya .txt atau .dbf, dan perlu dimasukkan ke dalam sistem QSWAT+ agar proses simulasi berjalan dengan akurat.



Gambar 5. Input data iklim

- **Simulasi Model**

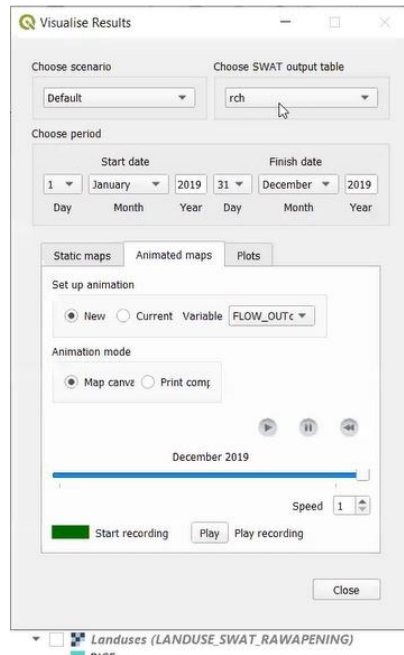
Setelah seluruh input lengkap dan valid, proses penulisan file input dilakukan dengan klik **“Write Input”**, lalu dijalankan dengan memilih **“Run SWAT”**. Proses ini akan menghasilkan file output berupa tabel aliran permukaan, sedimentasi, laju erosi, dll.



Gambar 6. Simulasi model SWAT

- **Analisis dan Visualisasi Output**

Output dari simulasi berupa file teks (.txt), shapefile, dan .dbf yang dapat divisualisasikan di QGIS atau diolah menggunakan Excel untuk membuat grafik neraca air, laju erosi per subdas, dan lain-lain.



Gambar 7. Simulasi model SWAT

Output dari simulasi berupa file teks (.txt), shapefile, dan .dbf yang dapat divisualisasikan di QGIS atau diolah menggunakan Excel untuk membuat grafik neraca air, laju erosi per subdas, dan lain-lain.

Menampilkan nilai laju erosi bersamaan dengan klasifikasi kelas bahaya erosi dalam suatu analisis spasial DAS memiliki tujuan yang sangat penting, terutama dalam konteks perencanaan dan pengelolaan sumber daya lahan dan air. Nilai laju erosi yang diperoleh dari model seperti SWAT merupakan informasi kuantitatif yang menunjukkan besarnya kehilangan tanah (dalam satuan ton/ha/tahun) akibat proses erosi pada suatu wilayah tertentu. Namun, angka tersebut tidak cukup informatif apabila tidak diinterpretasikan lebih lanjut dalam bentuk kategori atau kelas bahaya. Oleh karena itu, klasifikasi nilai laju erosi ke dalam kelas bahaya erosi menjadi penting agar hasil analisis lebih mudah dipahami, dikomunikasikan, dan dijadikan dasar pengambilan keputusan oleh para pemangku kepentingan (Utomo & Arsyad, 2020). klasifikasi kelas bahaya erosi umumnya mengikuti standar berdasarkan nilai laju erosi tahunan, yang terbagi ke dalam lima kelas utama (Departemen Kehutanan, 2009), yaitu:

- **Kelas I (Sangat Ringan):** < 15 ton/ha/tahun
- **Kelas II (Ringan):** 15 – 60 ton/ha/tahun
- **Kelas III (Sedang):** 60 – 180 ton/ha/tahun
- **Kelas IV (Berat):** 180 – 480 ton/ha/tahun
- **Kelas V (Sangat Berat):** > 480 ton/ha/tahun