

**ANALISIS DEBIT SUNGAI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI  
MALLUSETASI TAHUN 2022 MENGGUNAKAN MODEL SWAT (SOIL  
AND WATER ASSESSMENT TOOL)**



**ZULKIFLI WAHDA**

**M011191299**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**ANALISIS DEBIT SUNGAI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI  
MALLUSETASI TAHUN 2022 MENGGUNAKAN MODEL SWAT (SOIL  
AND WATER ASSESSMENT TOOL)**

**ZULKIFLI WAHDA**

**M011 19 1299**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**ANALISIS DEBIT SUNGAI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI  
MALLUSETASI TAHUN 2022 MENGGUNAKAN MODEL SWAT (*SOIL  
AND WATER ASSESSMENT TOOL*)**

ZULKIFLI WAHDA

M011 19 1299

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Kehutanan

pada

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS DEBIT SUNGAI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI**  
**MALLUSETASI TAHUN 2022 MENGGUNAKAN MODEL SWAT (SOIL**  
**AND WATER ASSESSMENT TOOL)**

**ZULKIFLI WAHDA**  
**M011191299**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Sarjana S-1 Kehutanan pada 7 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

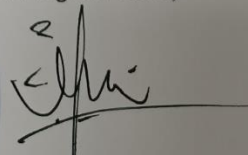
Program Studi Kehutanan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,



Wahyuni, S.Hut, M.Hut  
NIP 19851009201504 2 001

Mengetahui:  
Ketua Program studi,



Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M. P.  
NIP 19680410199512 2 001



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Debit Sungai Di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi Tahun 2022 Menggunakan Model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Ibu Wahyuni, S.Hut, M.Hut sebagai Pembimbing). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan peraturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 7 Agustus 2024



Zulkifli Wahda  
M011191299

## Ucapan Terima Kasih

Bismillahirrahmanirrahim, Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Alhamdulillahirabbil 'Alamin. Segala puji bagi Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul "**Analisis Debit Sungai di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi Tahun 2022 Menggunakan Model SWAT (Soil and Water Assessment Toll)**".

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini, masih terdapat banyak kekurangan. Begitu banyak suka dan duka yang penulis alami. Tekad, keinginan dan upaya yang begitu kuat, serta kesabaran dan keikhlasan, adalah hal yang tiada hentinya penulis lakukan selama penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormat dan setulus-tulusnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua, Bapak **Dr. Wahyuddin** dan ibu saya **Dahlia**, yang tiada hentinya memberikan doa, kasih sayang serta dukungan kepada penulis. Terimakasih banyak atas segala waktu, materi, tenaga serta pikiran yang dikorbankan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan sebaik mungkin. Menjadi alasan utama penulis sehingga penulis dapat berada di titik ini. Menjadi sumber kekuatan, inspirasi dan semangat tersendiri bagi penulis yang tidak dapat tergantikan oleh hal apapun. Skripsi ini menjadi bukti keberhasilan orang tua memberikan tanggung jawab kepada anaknya dengan sebaik mungkin. Terima kasih banyak atas segala doa yang terus dipanjatkan, semoga skripsi ini menjadi hadiah kecil kepada mereka. Kepada saudari saya tercinta **Wahdafiah** dan **Asyfiah Wahda**, terimakasih banyak atas segala bentuk dukungan, doa serta kebaikan yang terus diberikan kepada penulis. Semoga kelak engkau dapat meraih mimpi dan segala cita-cita yang senantiasa engkau panjatkan.
2. Kepada **Ibu Wahyuni, S.Hut, M.Hut**, selaku pembimbing atas segala waktu, tenaga dan bantuannya dalam mengarahkan, memberikan saran, dan membantu penulis mulai dari penentuan judul, metode hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.** dan Bapak **Ahmad Rifqi Makkasau, S.Hut, M.Hut.** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Kehutanan yang senantiasa memberikan ilmu dengan penuh rasa tanggung jawab serta seluruh staff Administrasi Fakultas Kehutanan yang selalu melayani pengurusan administrasi selama berada di lingkungan Fakultas Kehutanan.
5. Tim penelitian Barru Lagi yaitu **Stevanny Alfia Mongan, S.Hut, Annisa Fitri Damayanti, S.Hut, Sutomo Madani Armianto, S.Hut, Rafly, Rangga Ada' Rannuan**, yang telah membantu selama penelitian hingga selesainya skripsi ini.
6. Segenap keluarga besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**, khususnya kepada kawan-kawan **Leonidas 19** yang telah membantu selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Saudara- saudara saya Kontrakan 19, terkhusus **Andi Al Mudatsir, S.Hut., Egi Andery Tegurta Tarigan, S.Hut., Rico Vikraldo, S.Hut, Risaldi Marcel, S.Hut, Muhammad Iqbal, Fauzan Akbar, Ikram Hidayat, Sulkifli R, Andi Muh Syahrul Ramadhan, S.Hut., Edi Wahyudi**, dan Ketua Angkatan Olympus 19, **A Muh Fadly Rustam**, atas segala bantuan dan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
8. Kepada saudari **Nur'Aqila, S.Hut, Ade Sri Suryanti dan Ayu Silvia** atas segala bantuannya selama penulis melakukan proses pengolahan data dan penulisan skripsi, serta saran-saran yang membangun yang senantiasa diberikan.
9. Segenap keluarga besar **Olympus 19, BE Kemahut SI-Unhas periode 2022, HPMM Kom Unhas dan KKNT-PS 110 Posko 3 Rossoan**, atas segala bentuk pembelajaran yang sifatnya informal, dan rasa kekeluargaan yang begitu luar biasa.
10. Kepada salah satu mahasiswi Universitas Hasanuddin dengan NIM **R011201005** yang selalu menemani, membantu, dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Dan yang terakhir, kepada diri sendiri yang telah berjuang sejauh ini melewati segala proses yang tidak mudah, yang masih bertahan dan tidak menyerah serta mampu membuktikan bahwa semua ini bisa dilalui dengan begitu hebatnya.

Semoga setiap kebaikan yang diberikan menjadi berkah dan dibalas dengan kebaikan yang tak terhingga. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi rekan-rekan yang membacanya.

Penulis

Zakki Wahda

## ABSTRAK

ZULKIFLI WAHDA. **Analisis Debit Sungai di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi Tahun 2022 Menggunakan Model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*)** (dibimbing oleh Wahyuni).

Karakteristik debit air pada suatu DAS sangat dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu kondisi fisik suatu DAS dan curah hujan pada daerah tangkapan. Faktor tanah, kemiringan lereng, dan tutupan lahan merupakan kondisi fisik yang berperan penting terhadap karakteristik pada wilayah DAS, sehingga karakteristik debit pada DAS tersebut akan berubah ketika kedua faktor tersebut juga berubah. Akibat kondisi karakteristik DAS yang berubah menyebabkan kondisi pada DAS Mallusetasi memiliki berbagai kendala seperti terjadinya banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor yang mempengaruhi debit sungai dan Koefisien Rezim Aliran (KRA) di DAS Mallusetasi. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2023- Januari 2024 di DAS Mallusetasi. Pengumpulan data dilakukan dengan mendownload data DEM Nasional, Citra Sentinel – 2A tahun 2022, Data Iklim harian dengan periode 10 tahun dimulai dari tahun 2013-2022, Peta Administrasi dan Data Jenis Tanah kemudian observasi lapangan. Data diperoleh dianalisis menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment Toll*) kemudian dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi debit pada DAS Mallusetasi yaitu topografi dan tanah dimana DAS Mallusetasi didominasi oleh kelas lereng curam dengan total luas 4.422,51 ha dan tekstur tanah didominasi oleh tekstur lempung berliat. Hal ini menyebabkan nilai KRA pada DAS Mallusetasi memiliki nilai sangat tinggi. Pada Sub DAS 1 memiliki nilai KRA sebesar 155,40, pada Sub DAS 2 memiliki nilai KRA sebesar 133,24, dan pada Sub DAS 3 memiliki nilai KRA sebesar 180,82. Nilai KRA pada setiap Sub DAS memiliki nilai >110 yang artinya masuk dalam klasifikasi sangat tinggi.

Kata Kunci: DAS Mallusetasi, Debit Sungai, SWAT, KRA



## ABSTRACT

**ZULKIFLI WAHDA. River Discharge Analysis in the Mallusetasi Watershed in 2022 Using the SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) Model (supervised by Wahyuni).**

The characteristics of water discharge in a watershed are greatly influenced by two important factors, namely the physical condition of a watershed and rainfall in the catchment area. Soil factors, slope slopes, and land cover are physical conditions that play an important role in the characteristics of the watershed area, so that the discharge characteristics in the watershed will change when the two factors also change. Due to the changing condition of the watershed characteristics, the conditions in the Mallusetasi watershed have various obstacles such as flooding. This study aims to analyze the factors that affect river discharge and the Flow Regime Coefficient (KRA) in the Mallusetasi watershed. This research was conducted in September 2023-January 2024 in the Mallusetasi watershed. Data collection was carried out by downloading National DEM data, Sentinel Image – 2A in 2022, daily Climate Data with a period of 10 years starting from 2013-2022, Administrative Maps and Soil Type Data then field observation. The data obtained was analyzed using the SWAT (Soil and Water Assessment Toll) model and then analyzed using descriptive analysis. The results of the study show that the main factors that affect the discharge in the Mallusetasi watershed are topography and soil where the Mallusetasi watershed is dominated by a steep slope class with a total area of 4,422.51 ha and the soil texture is dominated by clay clay texture. This causes the KRA value in the Mallusetasi watershed to have a very high value. Sub Watershed 1 has a KRA value of 155.40, Sub Watershed 2 has a KRA value of 133.24, and Sub Watershed 3 has a KRA value of 180.82. The KRA value in each Sub Watershed has a value of >110 which means it is included in a very high classification.

Keywords: Watershed Mallusetasi, Discharge, SWAT, KRA

## DAFTAR ISI

### Halaman

HALAMAN JUDUL .....	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3 Teori .....	2
BAB II METODE PENELITIAN .....	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
2.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	4
2.3 Prosedur Penelitian.....	6
2.3.1 Delineasi Batas DAS .....	6
2.3.2 Penyiapan Data Input.....	6
2.3.3 Prosedur Aplikasi SWAT .....	12
2.4 Analisis Data.....	13
BAB III KEADAAN UMUM .....	15
3.1 Letak Geografis dan Luas Wilayah.....	15
3.2 Kondisi Iklim .....	15
3.3 Penutupan Lahan .....	19
3.4 Topografi .....	21
3.5 Tanah .....	22
3.6 Penduduk .....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Analisis SWAT .....	25

4.1.1	Deleniasi Batas DAS .....	25
4.1.2	Analisis HRU (Hydrologi Response Unit) .....	26
4.1.3	Input Data Iklim .....	27
4.1.4	Simulasi SWAT .....	27
4.2.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Debit.....	29
4.2.1	Curah Hujan .....	29
4.2.2	Penutupan Lahan .....	31
4.2.3	Topografi.....	32
4.2.4	Tanah.....	33
4.2.5	Geologi .....	35
4.3	Debit Sub DAS Mallusetasi .....	38
4.4	Koefisien Rezim Aliran .....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		41
5.1	Kesimpulan .....	41
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....		42
LAMPIRAN.....		44

## DAFTAR TABEL

<b>No Urut</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian .....	5
Tabel 2. Jenis dan sumber data bahan yang digunakan dalam penelitian .....	5
Tabel 3. Confusion Matriks .....	6
Tabel 4. Klasifikasi Penutupan Lahan SWAT (Neitsch, dkk., 2004) .....	7
Tabel 5. Klasifikasi keofisien rezim aliran (Kementrian Kehutanan RI, 2014) .....	14
Tabel 6. Data Curah Hujan Bulanan Stasiun 1- 4 DAS Mallusetasi .....	16
Tabel 7. Data Curah Hujan Stasiun 2 dan Stasiun 3 di Wilayah DAS Mallusetasi .....	17
Tabel 8. Klasifikasi Iklim Schimidt-Ferguson (Rahmanto, dkk., 2022) .....	18
Tabel 9. Confusion Matrix DAS Mallusetasi .....	19
Tabel 10. Luas dan Presentase Penutupan Lahan DAS Mallusetasi .....	20
Tabel 11. Luas dan presentase Kelas Lereng DAS Mallusetasi.....	21
Tabel 12. Sebaran luas Jenis Tanah di DAS Mallusetasi.....	22
Tabel 13. Jumlah penduduk secara periodik berdasarkan Batas Wilayah Desa Dalam Wilayah DAS Mallusetasi (BPS, 2023).....	23
Tabel 14. Luas Sub-sub DAS Pada DAS Mallusetasi .....	25
Tabel 15. Sebaran Jumlah HRU di Setiap Sub DAS .....	27
Tabel 16. Data Curah Hujan 2022 Berdasarkan Sub-DAS .....	30
Tabel 17. Penutupan Lahan Berdasarkan Sub DAS.....	31
Tabel 18. Kelas Lereng Berdasarkan Sub DAS Mallusetasi .....	32
Tabel 19. BD, Porositas, dan Tekstur Tanah Pada Sub DAS Mallusetasi .....	34
Tabel 20. Geologi DAS Mallusetasi.....	36
Tabel 21. Debit Maksimum dan Minimum Tahun 2022 Pada Sub DAS Mallusetasi ....	38
Tabel 22. Koefisien Rezim Aliran di Sub DAS Mallusetasi .....	39

## DAFTAR GAMBAR

<b>No Urut</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.....	4
Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel Tanah DAS Mallusetasi .....	8
Gambar 3. Segitiga Tekstur Tanah .....	10
Gambar 4. Prosedur Penelitian.....	13
Gambar 5. Peta Batas Kecamatan DAS Mallusetasi .....	15
Gambar 6. Peta Curah Hujan DAS Mallusetasi .....	18
Gambar 7. Peta Penutupan Lahan DAS Mallusetasi .....	20
Gambar 8. Peta Lereng DAS Mallusetasi.....	21
Gambar 9. Kepadatan Penduduk Wilayah Desa Yang Berada Dalam Wilayah DAS Mallusetasi tahun 2022 per km <sup>2</sup> (BPS, 2023) .....	24
Gambar 10. Peta Deleniasi DAS Mallusetasi. ....	26
Gambar 11. Kondisi Hidrologi Pada DAS Mallusetasi .....	28
Gambar 12. Peta Geologi DAS Mallusetasi.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>No Urut</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Dokumentasi Penutupan Lahan DAS Mallusetasi .....	45
Lampiran 2. Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah .....	48
Lampiran 3. Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Tanah DAS Mallusetasi .....	50
Lampiran 4. Debit Harian Tahun 2022 Pada Sub DAS Bijawang .....	56

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk mempengaruhi kondisi hutan, tanah dan sumber daya air di daerah aliran sungai (DAS). Kondisi hutan yang semakin menurun akibat deforestasi, kegiatan budidaya, erosi hutan, alih fungsi lahan menjadi pertanian, dan pemukiman. Kerusakan hutan dan tanah mengurangi luas vegetasi hutan yang efektif dan membuatnya tidak dapat berfungsi sebagai sistem perlindungan parsial untuk seluruh DAS. Perubahan vegetasi hutan akibat aktivitas tersebut menciptakan kawasan hutan terbuka yang diperparah dengan penggembalaan liar. Akibatnya, tanah menjadi lebih padat sehingga meningkatkan limpasan permukaan, mengurangi infiltrasi, mengurangi evapotranspirasi, dan menyebabkan banjir hampir di mana-mana, sehingga mempengaruhi kondisi hidrologis daerah tangkapan air dan mempengaruhi karakteristik fluktuasi aliran sungai yang besar (Muchtar, 2007).

Karakteristik debit air pada suatu DAS sangat dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu kondisi fisik suatu DAS dan curah hujan pada daerah tangkapan. Faktor tanah dan tutupan lahan merupakan kondisi fisik yang berperan penting terhadap karakteristik pada wilayah DAS, sehingga karakteristik debit pada DAS tersebut akan berubah ketika kedua faktor tersebut juga berubah (Asdak, 2010). Perubahan tutupan lahan yang terjadi pada suatu DAS berpengaruh terhadap kondisi kawasan atau catchment area dan dapat menyebabkan perubahan aliran permukaan. Hal ini dapat berpengaruh terhadap kondisi debit sungai pada outlet sub DAS dan DAS tersebut (Irsyad, 2011).

Volume debit air sungai mengalir persatuan waktu yang dihitung berdasarkan luas penampang dikali dengan tinggi air, besar ataupun kecilnya debit berpotensi mengganggu kestabilan kebutuhan air masyarakat sekitar DAS. Sumber air sungai terbesar berasal dari curah hujan, dibagian hulu memiliki curah hujan yang lebih tinggi, dibandingkan daerah tengah dan hilir. Debit puncak (banjir) diperlukan untuk merancang bangunan pengendali banjir. Sementara debit aliran kecil diperlukan untuk perencanaan lokasi (pemanfaatan air) untuk berbagai macam keperluan, terutama pada musim kemarau panjang. Data rata-rata debit aliran tahunan dapat memberikan gambaran potensi sumberdaya air yang dapat dimanfaatkan dari DAS (Staddal dkk, 2016).

DAS Mallusetasi secara administrasi terletak di Kabupaten Barru. Pada musim hujan, akhir-akhir ini DAS Mallusetasi kian melebar tergerus oleh hampasan air. Dikutip dari KOMPAS.com, menurut Muhiddin (personel polsek Malusetasi) pada tahun 2015 air pada DAS Mallusetasi meluap yang menyebabkan terjadinya banjir yang mengakibatkan puluhan ternak dan satu rumah hanyut (Syamsuddin, 2015). Hal ini disebabkan tingginya pertumbuhan penduduk yang menyebabkan tingkat penggunaan lahan untuk pemukiman semakin tinggi pula. Daerah sempadan sungai dijadikan pemukiman tanpa sistem pembuangan dan pengelolaan limbah domestik yang tepat. Selain itu, menurut kajian bencana yang dilakukan oleh Pemkab Barru pada tahun 2016 penggundulan hutan di daerah tangkapan air hujan juga menyebabkan meningkatnya pasokan air yang masuk kedalam sistem aliran menjadi tinggi sehingga melampaui

kapasitas pengaliran dan menjadi pemicu terjadinya erosi dan banjir. Peristiwa-peristiwa bencana alam ini menyebabkan kerugian besar terhadap masyarakat di DAS Mallusetasi.

Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan studi pada DAS Mallusetasi untuk mengetahui kuantitas air, dalam hal ini debit air melalui analisis yang mengacu pada beberapa faktor penting dalam menentukan besarnya debit aliran sungai. Faktor penting dalam penentuan debit air adalah curah hujan, infiltrasi, limpasan, evapotranspirasi, retensi permukaan, dan air tanah dengan tahapan analisis menggunakan model Soil and Water Assessment Tool (SWAT). Aplikasi model SWAT belakangan ini sering diandalkan sebagai metode evaluasi kualitas DAS. Salah satu keunggulan SWAT adalah model ini merupakan hasil integrasi SIG (Sistem Informasi Geografis) dan DSS (Decision Support System) sehingga dapat digunakan untuk menilai respon DAS secara spasial dan kuantitatif (Setiawan, dkk. 2014)

## 1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis faktor yang mempengaruhi debit sungai di DAS Mallusetasi.
2. Menganalisis Koefisien Rezim Aliran (KRA) di DAS Mallusetasi

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai referensi dalam perencanaan pengelolaan pada DAS, baik berupa program rehabilitasi, reboisasi, maupun program-program lainnya serta sebagai bahan pertimbangan pemerintah untuk mengatasi permasalahan pada DAS Mallusetasi.

## 1.3 Teori

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan batas pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruhi aktivitas daratan (Peraturan Menteri Kehutanan RI, 2009).

Data debit atau aliran sungai merupakan informasi yang paling penting bagi pengelola sumberdaya air. Debit puncak (banjir) diperlukan untuk merancang bangunan pengendali banjir. Sementara data debit aliran kecil diperlukan untuk perencanaan alokasi (pemanfaatan) air untuk berbagai macam keperluan, terutama pada musim kemarau panjang. Debit aliran rata-rata tahunan dapat memberikan gambaran potensi sumberdaya air yang dapat dimanfaatkan dari suatu daerah aliran sungai (Badaruddin, 2017).

Debit aliran adalah laju aliran air yang melewati penampang melintang per satuan waktu dalam bentuk volume air, dalam sistem satuan SI besaran debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ). Debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk kurva aliran. kurva aliran adalah perilaku debit sebagai respon adanya perubahan



biogeofisik yang berlangsung dalam suatu DAS (kegiatan pengeloaan DAS) dan adanya perubahan fluktuasi musiman atau tahunan iklim lokal (Asdak, 2010).

Karakteristik debit sangat dipengaruhi oleh faktor curah hujan dan sifat fisik DAS. Kondisi fisik DAS berperan penting terhadap karakteristik faktor tanah dan vegetasi pada wilayah DAS sehingga ketika terjadi perubahan pada kedua faktor tersebut maka karakteristik debit pada DAS akan berubah (Kondelembang, 2016).

Terdapat tiga kemungkinan perubahan debit air sungai yaitu Laju penambahan air bawah tanah lebih kecil dari penurunan aliran air bawah tanah normal, Laju penambahan air bawah tanah sama dengan laju penurunannya, sehingga debit aliran menjadi konstan untuk sementara, dan Laju penambahan air bawah tanah melebihi laju penurunan normal, sehingga terjadi kenaikan permukaan air tanah dan debit sungai (Arsyad, 2010).

Koefisien Rezim Aliran (KRA) adalah perbandingan antara nilai debit maksimum ( $Q_{maks}$ ) dengan nilai debit minimum ( $Q_{min}$ ) dalam suatu DAS. Nilai KRA merupakan debit ( $Q$ ) absolut dari hasil pengamatan SPAS (Stasiun Pengamat Arus Sungai) atau perhitungan rumus. Sedangkan untuk daerah pada masa kemarau tidak ada air di aliran sungai, maka nilai KRA adalah perbandingan  $Q_{maks}$  dengan  $Q_a$ .  $Q_{maks}$  merupakan debit maksimum absolute dan  $Q_a$  adalah debit andalan ( $Q_a = 0,25 \times Q$  rata-rata bulanan) (Kementrian Kehutanan, 2014).

SWAT adalah model yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold pada awal tahun 1990-an untuk pengembangan Agricultural Research Service (ARS) dari USDA. Model tersebut dikembangkan untuk melakukan prediksi dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi dan jumlah bahan kimia, pada suatu area DAS yang kompleks dengan mempertimbangkan variasi tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama. SWAT merupakan model terdistribusi yang terhubung dengan SIG dan mengintegrasikan Spasial DSS. Model SWAT dioperasikan pada interval waktu harian dan dirancang untuk memprediksi dampak jangka panjang dari praktek pengelolaan lahan terhadap sumberdaya air, sedimen, dan hasil agrochemical pada DAS besar dan kompleks dengan berbagai skenario tanah, penggunaan lahan dan pengelolaan berbeda (Pawitan, 2004).

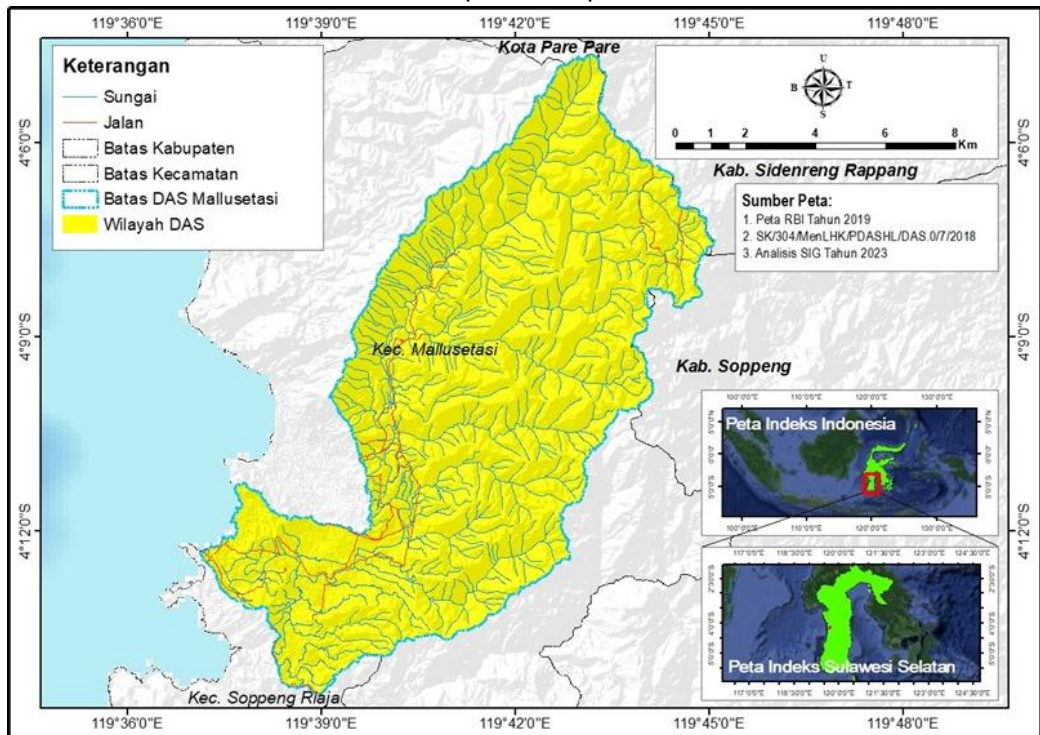
Proses hidrologi DAS yang di simulasi dalam SWAT terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu proses di lahan dan di sungai. Bagian pertama adalah fase lahan dari siklus hidrologi. Fase lahan siklus hidrologi mengontrol jumlah air, sedimen, unsur hara dan pestisida yang bergerak di lahan menuju sungai utama pada masing-masing Sub DAS. Bagian kedua adalah fase routing atau proses pergerakan air, sedimen, bahan pestisida dan bahan nutrient lainnya melalui jaringan sungai dalam DAS menuju ke outlet (Ditjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial, 2013).

## BAB II

### METODE PENELITIAN

#### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2023 sampai dengan Januari 2024. Pengambilan data dilakukan di DAS Malusetasi, Provinsi Sulawesi Selatan. Analisis data dilakukan di Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon serta analisis SWAT dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Peta Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

#### 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

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

Tabel 1. Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1.	Laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak Microsoft Office Word, Excel, Acces, ArcGIS 10.4 dan Arc SWAT	Untuk membantu pengolahan data numerik, analisis data spasial dan SWAT
2	Reciver Global Positioning System (GPS)	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 mengocok 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. Jenis dan sumber data bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data
1	Data DEM Nasional	INAGEOPORTAL (tanahair.indonesia.go.id)
2	Citra Sentinel- 2A tahun 2022	United States Geological Survey (USGS)
3	Data iklim harian dengan periode 10 tahun dimulai dari tahun 2013-2022	<a href="https://power.larc.nasa.gov/data-acces-viewer/">https://power.larc.nasa.gov/data-acces-viewer/</a>
4	Peta Administrasi	INAGEOPORTAL (tanahair.indonesia.go.id)
5.	Data Jenis Tanah	Data Sistem Lahan ( <i>Landsystem</i> ) RePPPProT, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional Tahun 1987

## 2.3 Prosedur Penelitian

Mekanisme penelitian dalam analisis debit sungai di DAS Mallusetasi ini, menggunakan model Soil and Water Assesment Tool (SWAT) yang mampu menggambarkan serta memprediksi fenomena dan karakteristik hidrologi DAS dengan memperhatikan aspek iklim, tanah, lereng, dan tutupan lahan.

### 2.3.1 Delineasi Batas DAS

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 x 8 m yang terlebih dahulu dilakukan proses topology menjadi 30 m x 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 Matriks*

		Data Acuan (Pengecekan Lapangan)			Total
		A	B	C	
Data hasil klasifikasi citra	A'	X <sub>n</sub>			∑X <sub>n</sub>
	B'				
	C'				
		∑X <sub>n</sub>			N

Keterangan :

$X_{ii}$ : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

$X_{+i}$ : Jumlah piksel dalam kolom ke-i

$X_{i+}$ : Jumlah piksel baris ke-i

N : banyaknya piksel dalam contoh

Tahapan evaluasi akurasi akan digunakan untuk melihat seberapa tinggi tingkat kesalahan (*error*) yang terjadi pada saat proses klasifikasi wilayah contoh, dengan dilakukannya kegiatan ini dapat ditentukan besarnya persentasi ketelitian pemetaan. Evaluasi yang dilakukan ini akan menguji tingkat akurasi secara visual dari klasifikasi terbimbing. Akurasi hasil klasifikasi diuji dengan menggunakan uji akurasi Kappa dengan

bantuan matriks kesalahan (*confusion matrix*). *Confusion matriks* adalah perhitungan setiap kesalahan yang terjadi pada setiap kelas penutupan/penggunaan lahan hasil dari proses klasifikasi citra (Muhammad, et all. 2015)

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

Keterangan :

$X_{ii}$  : Nilai diagonal dari matrix kontingensi baris ke – i dan kolom ke – i

$X_{+i}$  : Jumlah piksel dalam kolom ke-i

$X_{i+}$  : Jumlah piksel baris ke-i

$N$  : Banyaknya piksel dalam contoh

Tingkat keakuratan interpretasi citra dapat diterima jika memperoleh nilai 85% (Lillesand and Kieffer, 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 (Neitsch, dkk., 2004)

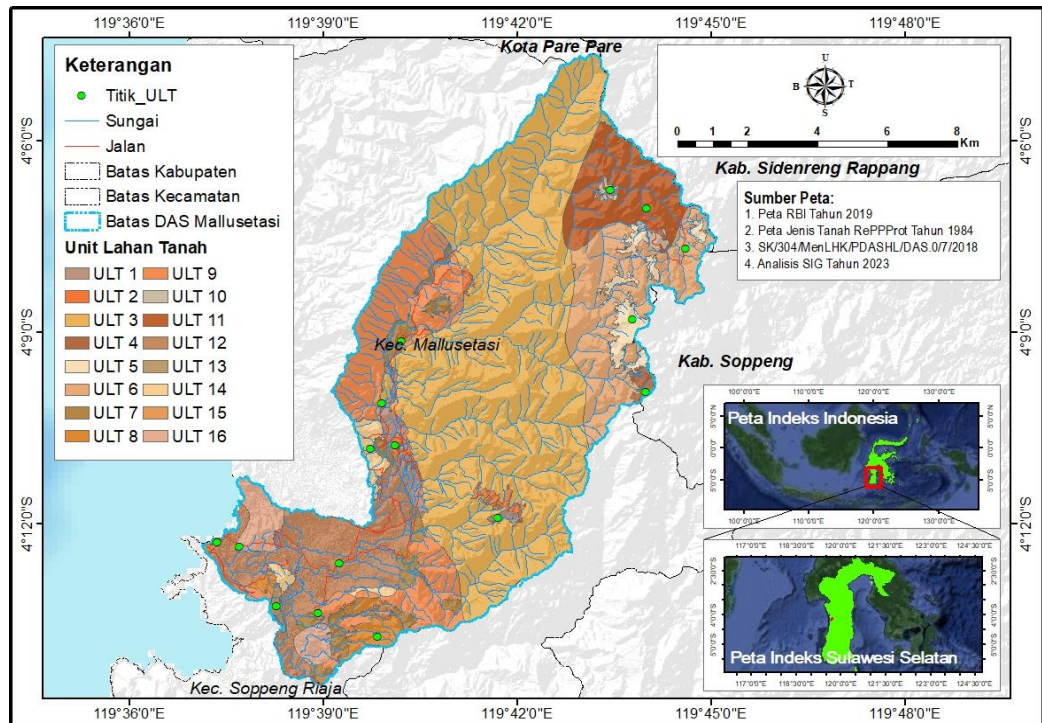
No.	Penutupan Lahan	Klasifikasi SWAT	Kode SWAT
1	Hutan Lahan Kering Primer	<i>Forest-Mixed</i>	FRST
2	Pemukiman	<i>Residential</i>	URMD
3	Pertanian Lahan Kering Campur	<i>Agriculture Land Generic</i>	AGRL
4	Hutan Lahan Kering Sekunder	<i>Forest-Mixed</i>	FRST
5	Pertanian Lahan Kering	<i>Agriculture Land Generic</i>	AGRL
6	Sawah	<i>Rice</i>	RICE
7	Tambak	<i>Water</i>	WATR

### **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 12 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. Peta titik pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel Tanah DAS Mallusetasi

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 yang ditentukan.
- Mengukur kedalaman tanah yang telah digali dengan masing- masing lapisan yaitu lapisan pertama 0-30 cm, lapisan kedua 30-60 cm dan lapisan ketiga 60-90 cm menggunakan pita meter.
- Meletakkan satu buah ring sampel pada masing- masing lapisan yaitu lapisan pertama 0-30 cm, lapisan kedua 30-60 cm dan lapisan ketiga 60-90 cm.

- g. Menempelkan papan kayu diatas ring sampel yang berguna melindungi ring sampel dari kerusakan.
- h. Memukul papan yang dibawahnya terdapat ring sampel agar ring sampel masuk kedalam tanah dan dilakukan pada setiap lapisan tanah yang dibuat.
- i. Mengambil sampel tanah pada setiap lapisan yang telah ada dalam ring sampel.
- j. Mengambil sampel tanah terusik pada setiap lapisan tanah.
- k. Memasukkan ring sampel berisi sampel tanah dan sampel tanah terusik pada setiap plastik sampel dan merekatkan menggunakan isolasi agar udara tidak masuk kedalam plastik
- l. 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* (RePPPProT) Badan koordinasi survei dan pemetaan nasional tahun 1987.

- a) Volume Retak Tanah (SOL\_CRK)
- b) Kapasitas Air Tersedia (SOL\_AWC)
- c) Konduktivitas Hidrolik Jenuh (SOL\_K)
- d) Kelompok hidrologi tanah (HYDGRP)
- e) 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.

- a. Jumlah lapisan tanah (NLAYERS)

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

- b. 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.

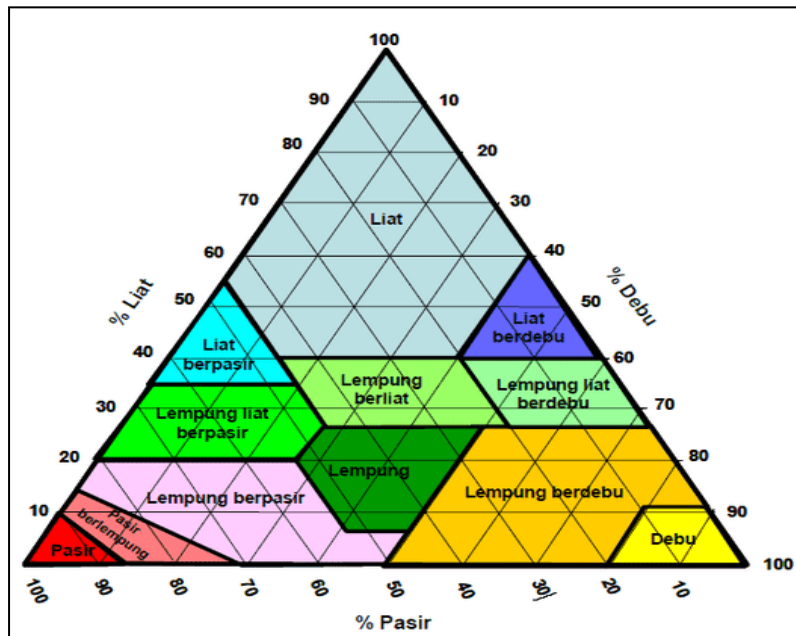
- c. Porositas tanah (ANION\_EXCL)

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

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

- d. 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.

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

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

- g. Permeabilitas  
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.

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

- h. Bahan Organik (SOL\_CBN)

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



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

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

Ket ;

B : Volume blangko (35)

T : Volume tiran

N : Normalitas (0,2)

3 : Berat equivalen

1,22 : Faktor koreksi

i. Persentase Liat (*Clay*)

$$\%Liat = \frac{\text{Berat Pasir}}{BDL + \text{Berat Pasir}} \times 100\%$$

dimana,

$$\text{Berat Debu Liat Pasir (BDL)} = \frac{H1 + 0,3 \times (T1 - 19,8)}{2} - 0,5$$

Keterangan :

H1 : Suhu

T1 : Tekanan

j. Persentase Debu (*Silt*)

$$\%Debu = \frac{\text{Berat Debu}}{BDL + \text{Berat Pasir}} \times 100\%$$

dimana,

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

k. Persentase Pasir (*Sand*)

$$\%Pasir = \frac{\text{Berat Liat}}{BDL - \text{Berat Pasir}} \times 100\%$$

dimana,

$$\text{Berat Liat} = \frac{H + 0,3 \times (T2 - 19,8)}{2} \times 100\%$$

l. Erodibilitas Tanah (USLE\_K)

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

M = parameter ukuran partikel (% pasir sangat halus x (100 - %liat))

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 disetiap lapisan yang dilakukan pengambilan sampel.

### **Data Kelerengan**

Data kelerengan diperoleh dari data DEM (*Digital Elevation Model*) yang dapat diunduh pada website INAGEOPORTAL (tanahair.indonesia.go.id). Klasifikasi kelas

lereng terdiri dari 5 kelas yaitu 0-8% (datar), 8-15% (landai), 15-25% (agak curam), 25-45% (curam), >45% (sangat curam).

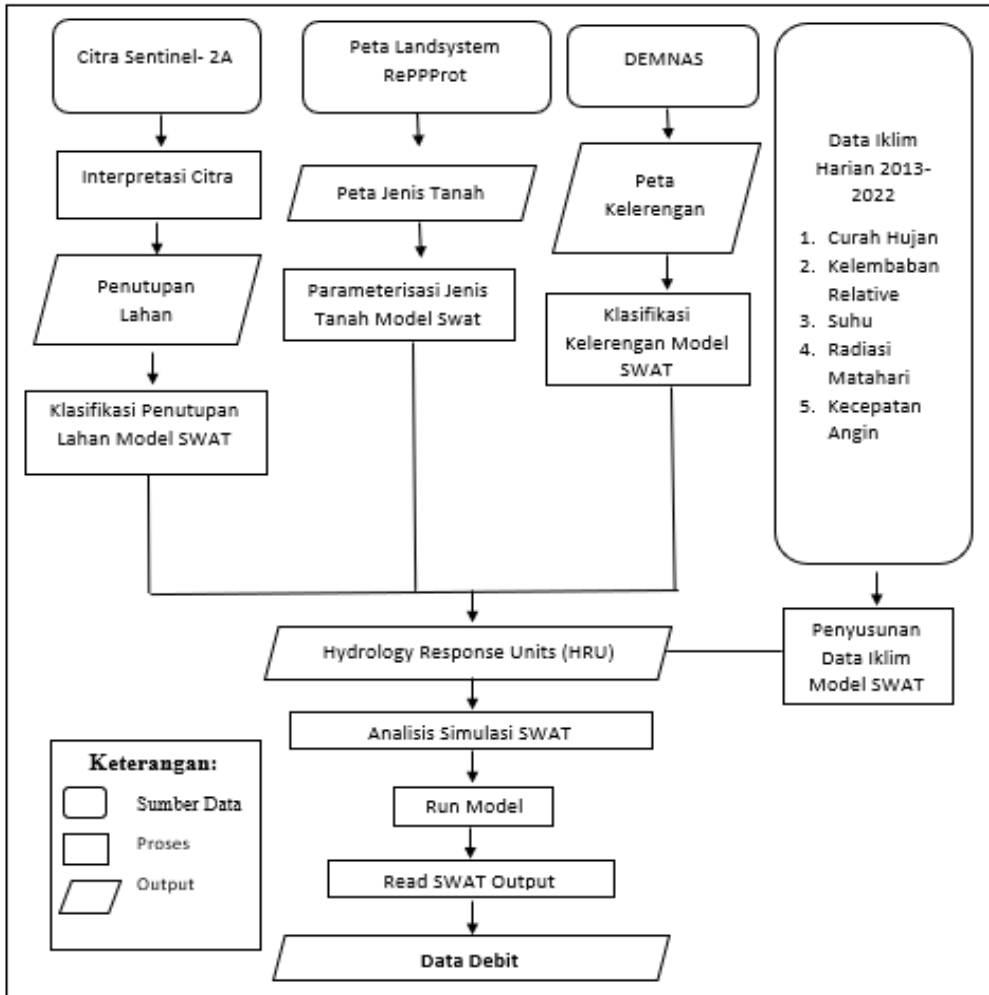
### **Data Iklim**

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 mulai 2013-2022.

### **2.3.3 Prosedur Aplikasi SWAT**

Adapun prosedur yang dilakukan dalam penggunaan aplikasi SWAT yaitu :

1. *Watershed delineation*, proses ini membentuk batasan atau mendefinisikan DAS yang dimodelkan. Prosesnya meliputi *set up* DEM, *stream* dan *watershed definition*.
2. Pembentukan HRU (*Hydrologic Response Unit*) dengan data input peta penggunaan lahan, peta topografi dan peta jenis tanah serta data sifat fisik tanah. Pada tahap ini juga dilakukan proses Reclassify yang merupakan kegiatan yang mengklasifikasikan kembali suatu data hingga pada akhirnya menjadi sebuah data spasial yang baru dan berdasarkan pada kriteria atau atribut tertentu.
3. Basis data iklim, dengan membuat data generator iklim (weather generator data) hasil perhitungan data curah hujan, suhu, radiasi matahari, kelembaban, dan kecepatan angin. Data tersebut diperoleh dari data satelit NASA. Data iklim yang telah diperoleh selanjutnya akan dibuat sebagai data pembangkit iklim yang disesuaikan dengan parameter yang diperlukan dalam permodelan SWAT. Untuk input master list data iklim pada *Rainfall* Data input pcp.txt, Temperature Data input temp.txt, Wind Speed Data input wind.txt, Solar Radiation Data input solar.txt, dan Relative Humidity Data input rh.txt. Output dari input data iklim dapat diperoleh dari write input tables kemudian creat tables.
4. Simulasi SWAT (*SWAT Simulation*) dilakukan dengan memilih waktu yang akan disimulasikan pada mode *Run SWAT*. Penyimpanan data *output* hasil simulasi dilakukan dengan memilih *Read SWAT Output*.  
Secara singkat prosedur penelitian dapat terlihat di Gambar 4.



Gambar 4. Prosedur Penelitian

## 2.4 Analisis Data

Perhitungan data debit dilakukan dengan menggunakan model SWAT. SWAT secara otomatis akan mensimulasikan besaran nilai debit sesuai dengan data yang telah dimasukkan. Prinsip perhitungan SWAT dalam menentukan nilai debit menggunakan persamaan Manning yaitu (Neitsch, dkk. 2005):

$$q_{ch} = \frac{A_{ch} \cdot R_{ch}^{\frac{2}{3}} \cdot slp_{ch}^{\frac{2}{3}}}{n}$$

**Keterangan:**

$A_{ch}$  : Luas penampang saluran ( $m^2$ )

$R_{ch}$  : Radius hidraulik saluran (m)

$slp_{ch}$  : Kemiringan sepanjang saluran

(m/m)n : Koefisien kekasaran Manning

Perhitungan koefisien rezim aliran (KRA) dilakukan setelah nilai debit maksimum dan minimum diketahui. Perhitungan KRA dirumuskan dengan (Kementrian Kehutanan RI, 2014)

$$KRA = \frac{Q_{maks}}{Q_{min}}$$

Keterangan:

KRA : Koefisien rezim aliran

Q maks : Debit maksimum

Q min : Debit minimum

Hasil perhitungan koefisien rezim aliran kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi koefisien rezim aliran (Kementrian Kehutanan RI, 2014)

No	Nilai	Kelas
1	$KRA \leq 20$	Sangat rendah
2	$20 < KRA \leq 50$	Rendah
3	$50 < KRA \leq 80$	Sedang
4	$80 < KRA \leq 110$	Tinggi
5	$KRA > 110$	Sangat tinggi