

**ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS WAY RATAI
KAB.PESAWARAN MENGGUNAKAN METODE SWAT (*Soil Water Assesment
Tool*) BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*)**

(Skripsi)

Oleh

Hafizh Qolbi Ramadhan

2054181005



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2026

**ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS WAY RATAI
KAB.PESAWARAN MENGGUNAKAN METODE SWAT (*Soil Water Assesment
Tool*) BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*)**

Oleh

Hafizh Qolbi Ramadhan

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian, Universitas Lampung**



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2026

ABSTRAK

ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS WAY RATAI KAB.PESAWARAN MENGGUNAKAN METODE SWAT (*Soil Water Assessment Tool*) BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*)

Oleh

HAFIZH QOLBI RAMADHAN

DAS adalah suatu sungai yang bersatu dengan daratan yang mempunyai banyak aliran aliran Sungai yang disebut dengan anak Sungai yang memiliki fungsi menyimpan, menampung, dan mengalirkan air yang di maksud berasal dari curah hujan yang dimana air tersebut menuju ke danau/kelaut. Untuk menganalisis nilai aliran permukaan, bawah permukaan, aliran dasar, erosi dan sedimentasi, Koefisien Regim Aliran, Koefisien Aliran Tahunan. Nilai aliran permukaan 281,62 (mm) dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan (skenario) nilainya 242,06 (mm). Nilai aliran bawah permukaan 601,56 (mm) dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan (skenario) 645,88 (mm). Nilai aliran dasar 147.60 (mm) dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan skenario 275,00 (mm). Nilai Koefisien Regim Aliran 139,65 (mm) dan sesudah rekayasa tutupan lahan 107,41(mm).

Kata kunci : Daerah Aliran Sungai, SWAT, Hidrologi, Berbasis GIS.

ABSTRAK

ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS WAY RATAI KAB.PESAWARAN MENGGUNAKAN METODE SWAT (*Soil Water Assessment Tool*) BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*)

by

HAFIZH QOLBI RAMADHAN

Watershed is a river that is united with land that has many river flows called tributaries that have the function of storing, accommodating, and flowing water that is intended to come from rainfall where the water goes to the lake/sea. To analyze the value of surface flow, subsurface, base flow, erosion and sedimentation, Flow Regime Coefficient, Annual Flow Coefficient. The surface flow value is 281.62 (mm) and after land cover engineering (scenario) the value is 242.06 (mm). The subsurface flow value is 601.56 (mm) and after land cover engineering (scenario) 645.88 (mm). The base flow value is 147.60 (mm) and after land cover engineering scenario 275.00 (mm). The Flow Regime Coefficient value is 139.65 (mm) and after land cover engineering 107.41 (mm).

Keywords: Watershed, SWAT, Hydrology, GIS-based.

Judul Skripsi

**ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS
WAY RATAI KAB.PESAWARAN MENGGUNAKAN
METODE SWAT (Soil Water Assesment Tool)
BERBASIS GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION
SYSTEM)**

Nama Mahasiswa

Hafizh Qolbi Ramadhan

Nomer Pokok Mahasiswa : **2054181005**

Program Studi

Ilmu Tanah

Fakultas

Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Afandi, M.P.

NIP.196404021988031019

Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.

NIP.196412231994031003

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si

NIP.196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim penguji

Pembimbing utama : **Dr. Ir. Afandi, M.P.**

Pembimbing

: **Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.**

Penguji Bukan
Pembimbing

: **Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**

2. Dekan fakultas pertanian



Dr. M. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 90411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Februari 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul
**“ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS WAY RATAI
KAB.PESAWARAN MENGGUNAKAN METODE SWAT (*Soil Water Assesment
Tool*) BERBASIS GIS (*GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM*)”**

Merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Penelitian ini merupakan penelitian Bersama dosen Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yaitu Dr. Ir. Afandi, M.P. dan Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 7 Juni 2026

Penulis



Hafizh Qolbi Ramadhan

2054181005

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Agung, Lampung Tengah pada 28 November 2001 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Las Eko Bronto Pras Ojo dan Ibu Purwati Ningsih. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan di TK AISYIYAH BUSTANUL ATHFAL, SDN 3 Bandar agung, SMPN 3 Terusan Nunyai, SMKN 2 Terbanggi Besar, Pada tahun 2020 penulis melanjutkan studi ke perguruan tinggi sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas melalui jalur seleksi mandiri masuk perguruan tinggi (SMMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi anggota bidang komunikasi dan informasi himpunan mahasiswa Ilmu Tanah Unila pada tahun 2022 hingga 2023. Penulis aktif dalam kegiatan kepanitiaan acara. Pada tahun 2023 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata(KKN) di Desa Kandang Besi, Kota Agung Barat, Tanggamus, dan pada tahun 2023 penulis melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS), Rajabasa, Bandar Lampung

"Tinggalkanlah sesuatu yang meragukanmu kepada sesuatu yang tidak meragukanmu".

(HR. Tirmidzi dan Nasai)

"Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain".

(HR. Ahmad, Thabrani, dan Daruqutni)

"Barang siapa yang mempersulit urusan orang lain, maka Allah akan mempersulitnya di hari kiamat".

(HR. Muslim).

"Barangsiapa yang berusaha bersabar, maka Allah akan menjadikannya bisa bersabar dan tidak ada seorang pun yang dianugerahi sesuatu yang melebihi kesabaran".

(HR Bukhari).

SANWACANA

Pada kesempatan ini penulis banyak mengucapkan banyak rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M. P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.S., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P. selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing dan meluangkan waktunya dalam memberikan saran, arahan, etika dan nasihat serta motivasi dalam menyelesaikan penelitian dalam penulisan Skripsi.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan banyak arahan serta memberikan kritik, saran dan motivasi dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan Skripsi.
5. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku penguji yang telah berperan dalam perbaikan penulisan skripsi melalui saran, kritik dan dukungan kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Universitas Lampung, dan secara khusus dosen Jurusan Ilmu Tanah, yang selama ini telah banyak membimbing dan memberi begitu banyak ilmu yang di ajarkan kepada penulis.
7. Untuk keluarga di rumah yang saya sayangi. Bapak Las Eko Bronto Pras Ojo, Ibu Purwati Ningsih, adik saya Fitriana puspita dan nenek saya Sarinem yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis.

8. Fazryan Ade Priambudy S.P., Luhur Nanda Gandhi S.P., sebagai sahabat yang selalu membantu memberikan masukan, perhatian serta mengkritik sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi.
9. Sahabat kosan saya yang ada ketika saya sakit Fazryan Ade Priambudy, Luhur Nanda Gandhi, Rega bimantara, Iqbal suhandi, Dicky budi setiawan, Faizal hasan mubarok, ala saad, Fadhil Azmi Nasution.
10. Teman- teman seperjuangan penelitian pemetaan Fazryan Ade Priambudy, Luhur Nanda Gandhi, Rega bimantara, Revanza akbar perdana, Septia Azizah irsa.
11. Seluruh staf dan karyawan Gedung Ilmu Tanah atas bantuannya dan kemudahan-kemudahan yang diberikan, semoga semua itu bernilai ibadah dan dapat menjadi amal jariyah.
12. Teman Seperjuangan Jurusan Ilmu Tanah 2020.

Bandar Lampung



HAFIZH QOLBI RAMADHAN

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Karakteristik Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)	11
2.2.1 Aliran Permukaan (<i>Surface Runoff</i>).....	11
2.2.2 Aliran Bawah Permukaan (<i>Subsurface Runoff</i>)	11
2.2.3 Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>).....	12
2.2.4 Koefisien Rezim Aliran (KRA)	13
2.2.5 Koefisien Aliran Tahunan (KAT).....	14
2.3 Sistem Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)	15
2.4 Geographic Information System (GIS)	16
2.5 Model Soil and Water Assessment Tool (SWAT)	17
2.5.1 Karakteristik DAS.....	18
2.5.2 Iklim.....	19
2.5.3 Tanah	19
2.5.3 Tutupan dan Penggunaan Lahan.....	20

BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Pengumpulan Data	23
3.3.1 Data Primer	23
3.3.2 Data Sekunder.....	23
3.4 Metode Penelitian.....	24
3.5 Parameter Input Model SWAT.....	24
3.5.1 Karakteristik Tutupan Lahan Way Ratai	24
3.5.2 Karakteristik lereng Way Ratai.....	25
3.5.3 Karakteristik Tanah Way Ratai.....	25
3.5.4 Karakteristik Iklim Way Ratai.....	25
3.6 Menjalankan Model SWAT	26
3.6.1 Definisi Data Iklim dan Data Input Tabel.....	26
3.6.2 Perbaikan Data Masukan Model.....	27
3.6.3 Setup dan Run SWAT.....	27
3.6.4 Output Model.....	27
3.6.5 Kalibrasi dan Validasi.....	28
3.6.6 Skenario Tutupan Lahan.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Kondisi umum	30
4.2 Topografi	
4.3 Tutupan Lahan.....	30
4.4 Kondisi Iklim DAS Ratai	34
4.5 Karakteristik Tanah.....	36
4.6 Akurasi Model (Kalibrasi dan Validasi)	41
4.7 Analisis DAS Ratai	44
4.7.1 Deliniasi DAS Ratai.....	44
4.8 Analisis Eksisting Hidrologi DAS Ratai	46
4.8.1 Koefisien Aliran Tahunan (KRA).....	47
4.8.2 Koefisien Aliran Tahunan (KAT).....	49

4.8.3 Aliran Dasar (<i>Baseflow</i>).....	51
4.8.4 Analisis Hidrologi dengan Skenario Tutupan Lahan	54
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Simpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR TABEL

No Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Koefisien Rezim Aliran	14
2. Klasifikasi Koefisien Aliran Tahunan (KAT).....	15
3. Data Sekunder Parameter Input SWAT	24
4. Data iklim yang digunakan pemodelan.....	26
5. Nilai NSE Kalibrasi.....	29
6. tutupan lahan Das ratai.....	34
7. Pembangkit Iklim Stasiun BMKG Kecamatan Beranti Periode 2015-2022	37
8. Karakteristik Tanah DAS Ratai Lapisan 1	38
9. Karakteristik Tanah DAS Ratai Lapisan 2	39
10. Karakteristik Tanah DAS Ratai Lapisan 3	40
11. Luas DAS dan Sub DAS Ratai berdasarkan Hasil Deliniasi SWAT	44
12. Karakteristik Eksisting Hidrologi DAS Ratai Tahun 2022	47
13. Koefisien Aliran Tahunan (KRA).....	48
14. Karakteristik Eksisting KAT DAS dan Sub DAS Ratai Tahun 2022	50
15. Aliran dasar (<i>Baseflow</i>) pada DAS Ratai 2022	53
16. Perubahan Tutupan Lahan Setelah dilakukan Skenario	54

DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Halaman
1. Peta Situasi	22
2. Peta Dem	31
3. Peta Kontur	32
4. Peta Lokasi Iklim	33
5. Stasiun Iklim Branti	35
6. Kalibrasi sebelum Hubungan Debit Aktual (m^3/s).....	42
7. Kalibrasi sesudah hubungan Debit Aktual (m^3/s)	43
8. Peta Sub Basin	45
9. Hidrologi Eksiting DAS Ratai.....	46

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas keseharian yang dapat mempengaruhi alam yang dapat merubah alam tersebut menjadi terganggu. Banjir dan kekeringan merupakan salah satu dampak yang dihasilkan dari aktivitas penduduk seperti pembukaan lahan untuk aktivitas dan untuk tempat tinggal. Pengertian daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu sungai yang bersatu dengan daratan yang mempunyai banyak aliran aliran Sungai yang disebut dengan anak Sungai yang memiliki fungsi menyimpan, menampung, dan mengalirkan air yang di maksud berasal dari curah hujan yang dimana air tersebut menuju ke danau/kelaut. Pengertian das juga dapat di artikan dalam Bahasa Inggris dengan sebutan *drainage basin, river basin, atau drainage area*. Pengertian lain das suatu garis bayangan yang memisahkan aliran satu dengan yang lain di antara punggung gunung atau tebing (Yumansyah dkk., 2021).

Hidrologi pada suatu das dapat mengalami penurunan akibat aktivitas keseharian penduduk yang dapat mempengaruhi tutupan lahan karena yang awalnya vegetasi yang sebelumnya rapat menjadi tidak rapat terutama di way ratai yang sekarang banyak pembukaan lahan untuk perkebunan Yusuf dkk.(2021).

Pada DAS Way Ratai pasti muncul masalah di DAS tersebut penting untuk mengatasi permasalahan dengan cara melakukan Analisa mengenai kondisi hidrologi di DAS tersebut dan cara menangani permasalahan DAS tersebut.

Salah satu metode yang terbilang akurat dan dapat digunakan untuk menganalisis hidrologi adalah *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT).

SWAT adalah sebuah pemodelan yang dikembangkan dengan tujuan untuk memprediksi dampak lahan terhadap aliran air, sedimen, dan residu kimia pertanian di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang kompleks. Pada metode SWAT ini mempertimbangkan input hujan, karakteristik lereng, tutupan lahan, dan *Hydrology Soil Group* (HSG) yang ada dalam suatu waktu tertentu. Dengan menggunakan metode SWAT, dapat dilakukan evaluasi dan pemodelan terhadap pengaruh interaksi manajemen lahan dan kualitas air di DAS Way Ratai (Arnold *et al.* 2012).

Menganalisa Karakteristik hidrologi dengan metode SWAT meliputi limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), dan aliran dasar (*baseflow*). Pendekatan ini menunjukkan bahwa model hidrologi dapat digunakan untuk mempelajari bagaimana perubahan penggunaan lahan mempengaruhi karakteristik hidrologi. Hasil dari simulasi SWAT ini diharapkan dapat memberikan data, informasi, dan bahan pertimbangan yang berguna dalam perencanaan pengelolaan DAS Way Ratai (Febrianti dkk, 2018).

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian di atas rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana nilai aliran permukaan (*surface runoff*) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) pada DAS Way Ratai?
2. Bagaimana nilai aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) pada DAS Way Ratai?

3. Bagaimana nilai aliran dasar (*baseflow*) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) pada DAS Way Ratai ?
4. Bagaimana nilai Koefisien Regim Aliran (KRA) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) pada DAS Way Ratai?
5. Bagaimana nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) pada DAS Way Ratai?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis nilai aliran permukaan (*surface runoff*) DAS Way Ratai sebelum dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan (skenario)
2. Untuk menganalisis nilai aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) DAS Way Ratai sebelum dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan (skenario)
3. Untuk menganalisis nilai aliran dasar (*baseflow*) DAS Way Ratai sebelum dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan (skenario)
4. Untuk menganalisis nilai Koefisien Regim Aliran (KRA) DAS Way Ratai sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario)
5. Untuk menganalisis nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT) DAS Way Ratai sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario)

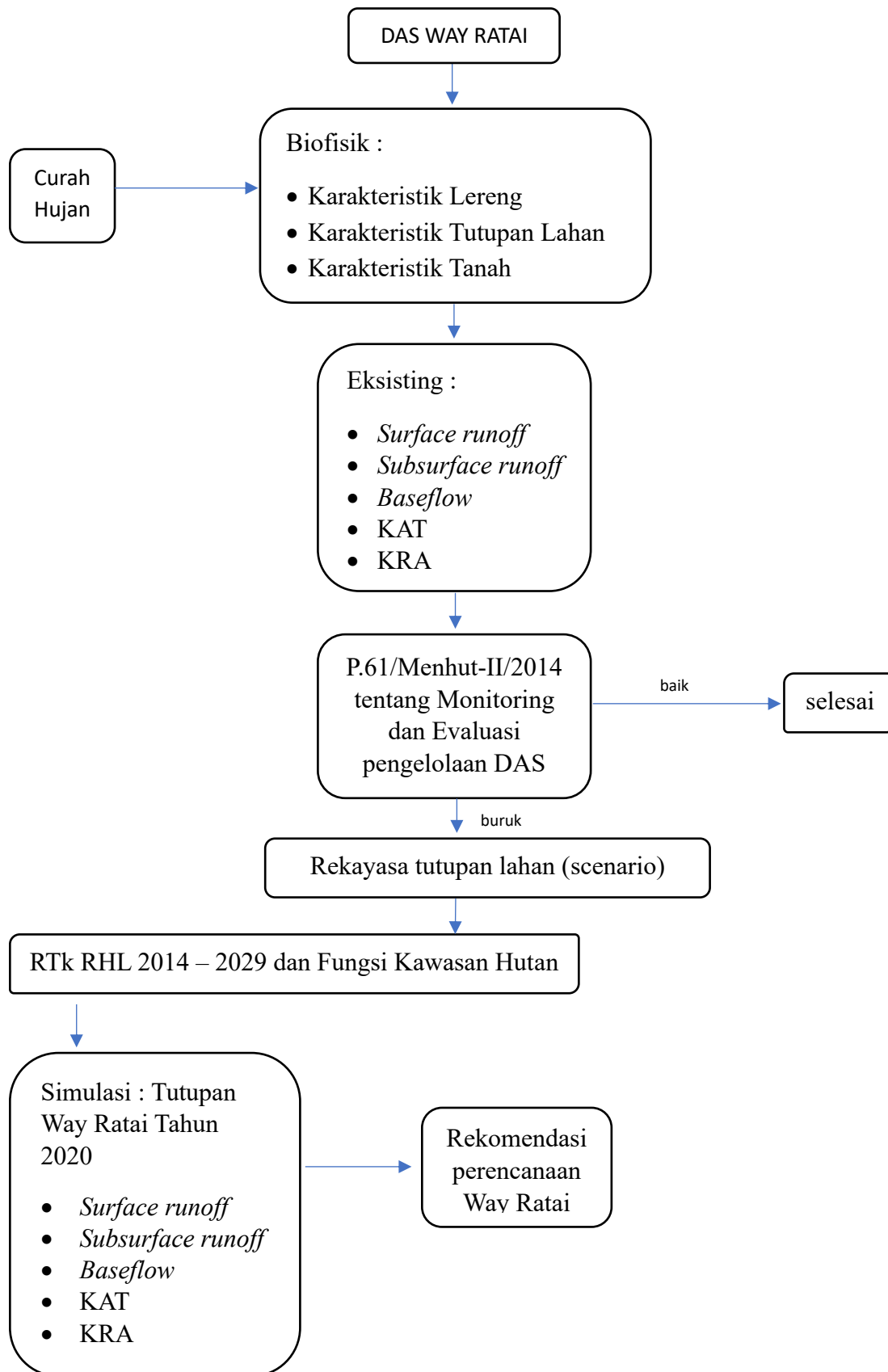
1.4 Kerangka Pemikiran

Pada faktor yang mempengaruhi DAS ada karakteristik iklim dan biofisik. pertumbuhan populasi yang meningkat akan membutuhkan tempat tinggal sehingga terjadi alih fungsi lahan hutan menjadi pemukiman serta lahan produktif. Dengan perubahan penggunaan lahan akan mengakibatkan dampak negatif terlebih berkurangnya daerah resapan air yang mengaruhi DAS dan lahan hutan akan terjadi kelangkaan keaneragaman hayati. Karakteristik iklim ini meliputi: curah hujan, temperatur udara, radiasi matahari, kelembapan udara dan kecepatan angin. Karakteristik Biofisik meliputi karakteristik lereng (kemiringan lereng dan panjang lereng), karakteristik tutupan lahan dan karakteristik tanah (Arsyad 2010 ; Apriadi *et al* 2022).

Pada tutupan lahan dengan vegetasi rapat memiliki strata tajuk yang rapat, sehingga dapat mengintersepsi air hujan dan mengurangi energi kinetik dari air hujan yang jatuh. Hal tersebut membuat air hujan tertahan sementara pada tajuk, batang, ranting bahkan serasah di bawahnya. Air hujan yang tertahan, selanjutnya akan masuk ke dalam pori-pori tanah atau menjadi aliran permukaan. Lalu, air hujan tersebut akan diserap oleh tanah sesuai dengan kapasitas infiltrasinya. Faktor yang dapat mempengaruhi infiltrasi, yaitu porositas tanah. Tanah yang memiliki porositas rendah, akan memiliki kapasitas infiltrasi rendah, sedangkan transisi tutupan lahan dengan bertambahnya populasi penduduk dan vegetasi rapat menjadi pemukiman mengakibatkan air hujan yang jatuh tidak dapat diintersepsi oleh tajuk vegetasi, sehingga meningkatkan energi kinetik dari tumbukan air hujan. (Yunagardasari dkk., 2017).

Cara yang paling mudah untuk mencari penyelesaian permasalahan di DAS Way Ratai dengan cara melakukan konservasi. Dan salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melakukan kajian analisis karakteristik hidrologi DAS dengan

pemodelan *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) sesuai dengan Peraturan Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial Nomor: P.2/V-SET/2015 tentang Petunjuk Teknis Pemanfaatan Model Hidrologi dalam Pengelolaan DAS.



1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Nilai aliran permukaan (surface runoff) sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) lebih rendah dibandingkan sebelum dilakukan scenario.
2. Nilai aliran bawah permukaan (subsurface runoff) sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) lebih tinggi dibandingkan sebelum dilakukan skenario
3. Nilai aliran dasar (baseflow) sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) lebih tinggi dibandingkan sebelum dilakukan scenario.
4. Nilai Koefisien Regim Aliran sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) lebih rendah dibandingkan sebelum dilakukan scenario.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sistem alam yang vital, karena berfungsi sebagai penopang bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. DAS memiliki peran dalam berlangsungnya siklus hidrologi, menyuplai pasokan air ke sektor pertanian, dan mendukung ekosistem keanekaragaman hayati. Berdasarkan peranannya dalam kehidupan, kualitas DAS wajib dipertahankan agar tidak mengalami kerusakan dan stabilitas ekosistem air dapat terjaga.

Undang-undang nomor 37 tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air, bahwa Daerah Aliran Sungai menyatakan bahwa Daerah Aliran Sungai 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 pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. DAS bukan hanya merupakan badan sungai, tetapi satu kesatuan seluruh ekosistem yang ada didalam pemisah topografis. Pemisah topografis di darat berupa daerah yang paling tinggi biasanya punggung bukit yang merupakan batas antara satu DAS dengan DAS lainnya.

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kompleksitas ekosistem yang di dalamnya terdapat unsur-unsur sumber daya alam, tanah, air, vegetasi, dan sumber daya manusia yang berperan sebagai pelaku pemanfaat sumber daya alam tersebut. Fungsi hidrologi DAS sangat dipengaruhi oleh aktivitas-aktivitas yang terdapat di dalamnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi fungsi hidrologi DAS adalah meningkatnya

populasi penduduk bersamaan dengan pemanfaatan sumber daya alam yang tidak optimal. Hal ini mengakibatkan potensi terjadinya erosi, banjir, hingga tanah longsor sehingga berdampak pada kualitas hidrologi pada DAS tersebut (Upadani, 2017).

Menurut Halim (2014) DAS merupakan suatu ekosistem alam yang di batasi oleh punggung bukit. DAS penampung air, mendistribusikan air yang tertampung di sekitar DAS dari hulu ke hilir yang akan berakhir di suatu tubuh air berupa danau ataupun laut. Dari pengertian ini dapat diketahui bahwa suatu DAS terdiri atas dua bagian utama area tangkapan air (*catchment area*) yang membentuk daerah hulu dan daerah penyaluran air yang berada di bawah area tangkapan air sehingga DAS menjadi tempat keberlangsungan daur hidrologi.

Menurut Suripin (2002) dalam Saifudin, I (2017) Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit atau gunung, batas batuan (jalan atau tanggul) yang dimana air hujan turun di wilayah tersebut dan mengalirkannya ke titik kontrol (*outlet*). Dari titik control (*outlet*) dapat diketahui air akan terakumulasi, sehingga aliran air dapat ditelusuri. Perubahan tutupan lahan karena penggunaan tutupan lahan tanpa memperhatikan kelestariannya mengakibatkan kekritisian lahan yang terus menerus berlangsung. Hal tersebut menyebabkan lahan kritis yang mengakibatkan dampak buruk seperti penurunan kesuburan tanah dan produktivitas tanah di suatu DAS (Auliana *et al.*, 2017). Apabila terjadi perubahan pada penggunaan lahan maka akan berdampak pada aliran sungai. Fluktuasi debit sungai yang sangat berbeda antara musim hujan dan kemarau, menandakan fungsi DAS yang tidak bekerja dengan baik Apabila fungsi pada suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi pada suatu DAS akan terganggu, berkurangnya penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya, serta memiliki aliran permukaan (*run off*) yang tinggi.

Definisi Daerah Aliran Sungai (DAS) menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang pengelolaan Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya. DAS memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami. Pengelolaan DAS merupakan upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan.

Daerah aliran sungai (DAS) memiliki tiga bagian daerah yaitu hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu DAS memiliki ciri-ciri yaitu merupakan daerah konservasi, kerapatan drainase yang tinggi, kemiringan lereng $>15\%$, tidak termasuk daerah banjir, pengelolaan pemakaian air ditentukan dengan pola drainase dan jenis vegetasi yang ada disekitarnya yaitu tegakan hutan. Pada daerah hilir DAS memiliki ciri-ciri yaitu merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase rendah, kemiringan lereng rendah sampai dengan sangat kecil ($<8\%$), di beberapa tempat merupakan daerah banjir (ada genangan), pengelolaan pemakaian air ditentukan dengan bangunan irigasi dan jenis vegetasi yang ada disekitarnya didominasi dengan tanaman pertanian kecuali pada daerah estuaria biasanya didominasi dengan hutan bakau/gambut. Perubahan tutupan lahan akan mengaruhi keadaan hulu dan hilir pada suatu DAS. Menurut Sinukaban (2007) dalam Yuwono, S. B., *et al* (2011) menyatakan bahwa penebangan hutan secara besar-besaran di bagian hulu DAS dapat mengganggu distribusi aliran sungai di bagian hilir. Selain itu, perubahan penggunaan lahan atau Agroteknologi yang kurang memadai akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas air yang mengalir di hilir. Sedangkan pada daerah tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS pada daerah hulu dan hilir.

2.1 Karakteristik Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Pada Karakteristik hidrologi DAS di Way Ratai meliputi aliran permukaan (*surface runoff*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), aliran dasar (*baseflow*), Koefisien Rezim Aliran (KRA), dan Koefisien Aliran Tahunan (KAT).

2.2.1 Aliran Permukaan (*Surface Runoff*)

Aliran permukaan (*surface runoff*) adalah kondisi di mana presipitasi (air hujan) yang jatuh mengalir di permukaan tanah dan langsung menuju ke sungai (Muharomah, 2014). Aliran permukaan dapat terjadi karena kapasitas infiltrasi tanah tidak mampu lagi menampung intensitas curah hujan yang jatuh di permukaan tanah. Sehingga hal tersebut mengakibatkan terjadinya banjir dan genangan di permukaan tanah (Yasa dkk., 2020).

Menurut Asdak (2014) aliran permukaan adalah curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah dan langsung menuju ke sungai, danau, dan lautan yang disebabkan karena air tidak dapat lagi diserap oleh tanah. Kondisi tidak dapat terserapnya air hujan oleh tanah disebabkan karena kondisi tanah yang telah jenuh dan kapasitas infiltrasi yang sudah tidak memadai. Faktor utama penyebab terjadinya aliran permukaan adalah tutupan lahan. Pada tutupan lahan dengan vegetasi rapat aliran permukaan relatif rendah, sedangkan pada tutupan lahan vegetasi jarang aliran permukaan relatif tinggi (Gitika dan Ranjan, 2014).

2.2.2 Aliran Bawah Permukaan (*Subsurface Runoff*)

Aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) merupakan bagian dari aliran permukaan yang berhasil meresap ke dalam tanah dan bergerak secara lateral (horizontal) melalui horizon-horizon bagian atas. Dengan kata lain,

subsurface runoff adalah bagian dari curah hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah, kemudian mengalir dan bergabung dengan aliran debit (Apriadi, 2022).

Berdasarkan Perdirjen BPDASPS No. P2/V-SET/2015 Tentang Petunjuk Teknis Pemanfaatan Model Hidrologi dalam Pengelolaan DAS, aliran bawah permukaan yang berada di daerah berhutan merupakan penyumbang debit yang cukup besar. Aliran permukaan pada profil tanah (0-2 m) dihitung secara bersamaan dengan redistribusi. Model simpanan kinematik digunakan untuk memprediksi aliran bawah permukaan pada masing-masing lapisan tanah dan memperhitungkan variasi konduktivitas, lereng dan kadar air kelembaban tanah.

2.2.3 Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar (*baseflow*) merupakan volume aliran sungai yang berasal dari air bawah tanah atau sumber lain yang tertunda. Aliran dasar memiliki sifat yang cenderung stabil dan lambat, serta sangat berhubungan dengan karakteristik DAS (Brognia *et al.*, 2017). Menurut Zhang *et al.*, (2019) aliran dasar merupakan salah satu karakteristik hidrologi paling penting, karena pada saat terjadinya musim kemarau aliran dasar berperan sebagai penyuplai air di saat tidak terjadi hujan.

Menurut Arsyad (2010) air bawah tanah (*groundwater*) merupakan aliran air yang masuk dan terpekolasi jauh ke dalam tanah. Air bawah tanah mengalir secara lambat dan perlahan-lahan masuk ke dalam sungai dan danau. Ciri-ciri air bawah tanah, yaitu terlihat jernih karena tidak mengandung bahan tersuspensi atau kapur. Dalam pemodelan SWAT, air bawah tanah terbagi menjadi 2 sistem akuifer, yaitu akuifer dangkal (akuifer tidak tertekan yang

memberikan kontribusi aliran dasar ke sungai di dalam DAS) dan akuifer dalam (akuifer di luar DAS), (Neitsch *et al.*, 2011).

2.2.4 Koefisien Rezim Aliran (KRA)

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P61/Menhut- II/2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS, mendefinisikan Koefisien Rezim Aliran (KRA) adalah perbandingan antara debit maksimum (Q_{maks}) dengan debit minimum (Q_{min}) dalam suatu DAS. Nilai KRA adalah perbandingan Q_{maks} dengan Q_{min} , yang merupakan debit (Q) absolut dari hasil pengamatan SPAS atau perhitungan rumus. Berikut adalah perhitungan KRA.

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

Keterangan	:
KRA	: Koefisien Rezim Aliran
Q_{maks} (m^3/det)	: Debit harian rata-rata (Q) tahunan tertinggi
Q_{min} (m^3/det)	: Debit harian rata-rata (Q) tahunan terendah

Pada nilai KRA yang tinggi menunjukkan bahwa kisaran nilai limpasan pada musim kemarau aliran air yang terjadi sangat kecil atau menunjukkan kekeringan. Sedangkan pada musim penghujan (air banjir) yang terjadi besar, Secara tidak langsung kondisi ini menunjukkan bahwa daya resap lahan di DAS kurang mampu menahan dan menyimpan air hujan yang jatuh dan air limpasannya banyak yang terus masuk ke sungai dan terbuang ke laut sehingga ketersediaan air di DAS saat musim kemarau sedikit. Klasifikasi Koefisien Rezim Aliran (KRA) disajikan pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Koefisien Rezim Aliran

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

Sumber: Permenhut No. P61/Menhut-II/2014

2.2.5 Koefisien Aliran Tahunan (KAT)

Menurut Peraturan Menteri Kehutanan No. 61/Menhut-II/2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS mendefinisikan KAT atau nilai Koefisien Aliran Tahunan adalah perbandingan antara tebal aliran tahunan (Q, mm) dengan tebal hujan tahunan (P, mm) di DAS atau dapat dikatakan berapa persen curah hujan yang menjadi aliran (*run off*) di DAS tersebut. Tebal aliran (Q) diperoleh dari volume debit (Q, dalam satuan m^3) dari hasil pengamatan SPAS di DAS selama satu tahun atau perhitungan rumus dibagi dengan luas DAS (ha atau m^3) yang kemudian dikonversi ke satuan mm. Sedangkan, tebal hujan tahunan (P) diperoleh dari hasil pencatatan *Automatic Rainfall Recoreder* (ARR) dan atau Ombrometer. Untuk mengetahui nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$KAT = \frac{Q \text{ tahunan}}{P \text{ tahunan}}$$

Keterangan :

KAT : Koefisien Aliran Tahunan

Q tahunan : Debit tahunan (m^3 /tahun)

P tahunan : Tebal curah hujan tahunan (m/tahun)

Setelah mendapatkan nilai KAT, selanjutnya dapat dilakukan klasifikasi Koefisien Aliran Tahunan (KAT) sesuai pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Koefisien Aliran Tahunan (KAT)

No	Nilai	Kelas
1	$KAT \leq 0,2$	Sangat Rendah
2	$0,2 < KAT \leq 0,3$	Rendah
3	$0,3 < KAT \leq 0,4$	Sedang
4	$0,4 < KAT \leq 0,5$	Tinggi
5	$KAT > 0,5$	Sangat Tinggi

Sumber: Permenhut No. P61/Menhut-II/2014

2.3 Sistem Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Unsur utama yang berkaitan erat dengan sistem hidrologi suatu DAS adalah karakteristik biofisik, yang meliputi jenis tanah, penggunaan lahan, kemiringan, dan panjang lereng. Karakteristik tersebut menentukan seberapa berpengaruhnya curah hujan sebagai bentuk respon DAS terhadap curah hujan yang terlibat dalam proses hidrologi seperti aliran permukaan, evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, kandungan air tanah, dan aliran sungai (Asdak, 2010 dalam Apriadi, 2022)

Konsep siklus hidrologi (*hydrology cycle*) dapat dijadikan sebagai dasar logika untuk memahami siklus hidrologi DAS dalam skala luas. Sebagai sistem alam yang vital, DAS menjadi tempat berlangsungnya proses fisik hidrologis dan berperan sebagai sarana untuk mempelajari respon hidrologi yang terjadi. Adanya pengetahuan terkait proses-proses hidrologi di dalam suatu DAS dapat bermanfaat bagi pengembangan sumber daya air dalam skala DAS (Mubarok, 2014).

Menurut Asdak (2010) sistem hidrologi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti penggunaan lahan, kecuraman lereng, panjang lereng, dan jenis tanah. Namun, faktor yang dapat diubah oleh manusia (*manageable*) seperti penggunaan lahan, memungkinkan manusia untuk memperbaiki sistem hidrologi melalui rekayasa

penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan dari pemukiman menjadi vegetasi rapat, serta pengaturan kemiringan dan panjang lereng menjadi fokus utama dalam aktivitas perencanaan pengelolaan DAS.

2.4 Geographic Information System (GIS)

Semakin berkembangnya teknologi membuat kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh manusia lebih efisien waktu dan tenaga. Salah satunya adalah perkembangan sistem informasi yang sangat populer, yaitu *Geographic Information System* (GIS). Sistem informasi ini telah dimanfaatkan oleh berbagai instansi pemerintah dan swasta dalam melakukan perencanaan, pemantauan, dan evaluasi hasil-hasil pembangunan (Kharistiani dkk., 2013).

Menurut Wibowo dkk., (2015) *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi berbasis komputer yang dapat memberikan informasi spasial berdasarkan kondisi geografis suatu wilayah. Adanya GIS memungkinkan manusia untuk menyimpan, mengelola, dan menganalisis data spasial dalam waktu singkat. Selain itu, dengan diterapkannya GIS ini memudahkan manusia dalam melakukan survei dan pemetaan lahan, salah satunya adalah pertambangan.

Menurut Gozal dkk., (2020) *Geographic Information System* (GIS) adalah sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi spasial. GIS juga dapat digunakan dalam melakukan penggabungan data, mengatur, dan analisis data yang menghasilkan output untuk dijadikan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan.

Aplikasi GIS dalam menganalisis karakteristik hidrologi dapat dilakukan dengan menggunakan *software* ArcMap yang terdapat di dalam *software* ArcGIS. Fungsi

ArcMap dalam analisis karakteristik hidrologi, yaitu menghitung luas DAS melalui *attribute table*, memotong (*clip*) peta jenis tanah sesuai dengan deliniasi DAS, mencari titik koordinat SPAS sesuai lokasi DAS, dan *layouting*. Sedangkan, untuk analisis karakteristik hidrologi lebih lanjut menggunakan ekstensi tambahan, yaitu ArcSWAT.

2.5 Model Soil and Water Assessment Tool (SWAT)

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) adalah perkembangan dari metode USLE dalam analisis hidrologi suatu DAS. SWAT dapat digunakan untuk memprediksi pengaruh penggunaan lahan terhadap debit, erosi, sedimen, residu pestisida yang masuk ke sungai atau badan air. Pengaplikasian model SWAT memungkinkan manusia untuk membuat simulasi dengan skala terkecil (*Hydrological Response Unit*) dalam rentang waktu yang panjang dalam waktu singkat (Neitsch *et al.*, 2011). Model SWAT merupakan ekstensi tambahan berbasis ArcGIS, sehingga untuk menjalankannya diperlukan *software* ArcGIS. Pemodelan ini memiliki beberapa fitur yang sangat bermanfaat, seperti deliniasi DAS otomatis, *report analysis* (berisi informasi terkait karakteristik DAS), SWAT Editor, SWATCheck, dan lain-lain.

Menurut Jain *et al.*, (2010) siklus hidrologi yang disimulasikan oleh SWAT menggunakan persamaan berikut.

$$SW_t = SW_o + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw})$$

Keterangan:

SW_t : Kandungan air tanah akhir

SW_o : Kandungan tanah permulaan pada hari ke-1

t : Waktu dalam skala harian

R_{day} : Jumlah curah hujan pada hari ke-i

Q_{surf} : Jumlah aliran permukaan pada hari ke-i

Wsepp : Jumlah air yang masuk dalam zona aquifer tanah pada hari ke-i
 Qgw : Aliran kembali (*return flow*)

Berdasarkan Perdirjen BPDASPS No. P2/V-SET/2015 Tentang Petunjuk Teknis Pemanfaatan Model Hidrologi dalam Pengelolaan DAS, proses running SWAT terdiri dari 3 tahapan utama sebagai berikut.

1. Membuat batas DAS dan Sub DAS
2. Pembentukan HRU (*Hydrology Response Unit*)
3. Setup dan Run SWAT

Model ArcSWAT menyediakan fitur SWAT Editor yang berfungsi untuk mengedit beberapa data input agar sesuai dengan lokasi studi penelitian. Fitur tersebut dapat membantu pengguna dalam merencanakan simulasi pengelolaan daerah aliran sungai (DAS). Untuk menjalankan model SWAT diperlukan beberapa parameter yang terdiri dari karakteristik DAS (saluran sungai), iklim, tanah, kemiringan lereng (DEM), dan tutupan lahan atau penggunaan lahan. Masing-masing input peta (peta tanah, kemiringan lereng (DEM), dan peta tutupan lahan) harus memiliki data spasial yang terproyeksi dengan UTM (Universal Transverse Mercator).

2.5.1 Karakteristik DAS

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial (2013) karakteristik DAS adalah deskripsi khusus terkait DAS yang dicirikan oleh parameter morfometri, topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia. Menurut Zahri dkk., (2017) karakteristik morfometri DAS terdiri dari luas sungai, lebar sungai, panjang sungai, kedalaman sungai, kemiringan lereng, dan panjang lereng. Untuk mendapatkan data-data tersebut diperlukan olah data Digital Elevation Model (DEM). Sumber peta DEM yang dapat digunakan, yaitu SRTM (Shuttle Radar Thematic Mapper), peta ASTER, ataupun dari peta

kontur. Walaupun data-data tersebut dapat diperoleh melalui olah peta DEM, namun perlu dilakukan *groundcheck* seperti lebar dan kedalaman sungai. Hal ini sangat diperlukan untuk memvalidasi kesesuaian data DEM dengan data aktual di lapangan.

2.5.2 Iklim

Iklim adalah hasil statistik dari berbagai kondisi atmosfer seperti suhu, tekanan, arah angin, dan kelembaban yang terjadi di suatu wilayah selama periode yang panjang, umumnya minimal 30 tahun, dan mencakup area yang luas (Winarno dkk., 2019). Menurut Sun *et al.*, (2016) perubahan iklim sangat mempengaruhi karakteristik hidrologi dan kualitas air suatu DAS dalam skala luas.

Data iklim yang diperlukan dalam menjalankan ArcSWAT terdiri dari data harian curah hujan (mm), temperature udara maksimum dan minimum ($^{\circ}\text{C}$), radiasi matahari ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{hari}$), kelembaban udara (%), dan kecepatan angin (m/dtk). Data harian yang wajib ada untuk menjalankan ArcSWAT, yaitu curah hujan, temperature maksimum dan minimum. Hal ini dikarenakan ketiga input tersebut sangat berpengaruh terhadap simulasi debit yang dihasilkan oleh ArcSWAT (Apriadi, 2022).

2.5.3 Tanah

Tanah merupakan sistem tiga dimensi yang terbentuk karena interaksi proses fisika, kimia, dan biologi yang dipengaruhi oleh iklim, vegetasi, topografi, bahan induk, dan waktu sehingga menciptakan jenis tanah dengan sifat dan ciri khusus di berbagai wilayah (Fiantis, 2017). Parameter input tanah yang diperlukan dalam menjalankan model SWAT harus memiliki karakteristik morfologi yang terdiri dari jumlah horizon, kedalaman perakaran, ketebalan

horizon, kandungan bahan kasar dan struktur tanah. Untuk menganalisis karakteristik tersebut dilakukan dengan cara mengamati penampang profil tanah lalu diamati karakteristik morfologinya, setelah itu mengambil sampel tanah terganggu menggunakan plastik sampel dan sampel tanah tidak terganggu menggunakan ring sample. Sampel tanah terganggu dan tidak terganggu selanjutnya dianalisis di laboratorium. Analisis sampel tanah terganggu untuk mengetahui tekstur dan C-organik tanah. Sedangkan, sampel tanah tidak terganggu untuk mengetahui bobot isi, kadar air tersedia, dan permeabilitas (Apriadi, 2022).

2.5.3 Tutupan dan Penggunaan Lahan

Pada penggunaan lahan mencakup semua intervensi manusia, baik yang bersifat permanen maupun sementara terhadap beragam sumber daya alam dan buatan yang dikenal sebagai lahan. Tujuan dari penggunaan lahan ini adalah untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik yang bersifat material maupun spiritual, atau keduanya sekaligus (Kusumaningrat dkk., 2017). Pada tutupan lahan merujuk pada cakupan fisik dan aspek biologis dari permukaan bumi, yang dapat terjadi secara alami seperti rawa, sungai, perbukitan, atau hasil dari aktivitas manusia seperti sawah, kebun, hutan, dan bangunan (Yulianto, 2023).

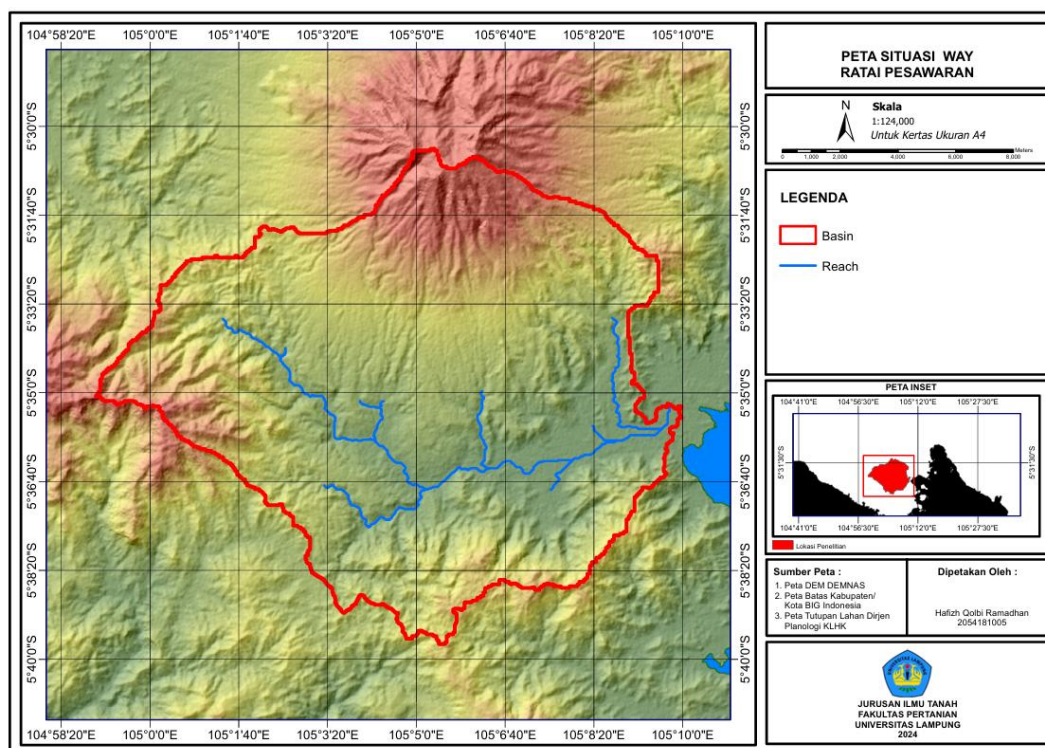
Tutupan lahan pada suatu DAS berpengaruh terhadap nilai CN (Curve Number) yang secara tidak langsung juga mempengaruhi fluktuasi debit di DAS tersebut. Berdasarkan penelitian Farid dkk., (2021) peningkatan luas lahan pemukiman yang diikuti berkurangnya tutupan lahan hutan menyebabkan naiknya nilai CN. Kenaikan nilai CN yang disebabkan perubahan tutupan lahan dapat meningkatkan debit yang dapat mengakibatkan kejadian banjir. Dengan kata lain, semakin tinggi nilai CN maka semakin besar persentase presipitasi yang langsung menjadi aliran permukaan (*surface*

runoff), sehingga air langsung menuju ke sungai dan tidak dapat terinfiltrasi oleh tanah.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pada penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 sampai dengan Januari 2024. Lokasi penelitian di padang cermin di timur dari kecamatan way ratai, kabupaten Pesawaran,



Gambar 1. Peta Situasi

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah device atau laptop, software ArcGIS versi 10.3, ArcSWAT versi 10.3, Avenza, Spotlens (kamera timestamp), Microsoft Office (Excel dan Access) 2021 dan alat tulis. Sedangkan,

bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah peta DEM, peta jenis tanah, peta tutupan lahan, iklim tahun 2015-2022, serta data debit tahun 2015-2022.

3.3 Pengumpulan Data

Pada data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut :

3.3.1 Data Primer

Data primer pada penelitian ini adalah data nyata yang ada di lapang yang di dapatkan pada hasil observasi di lapangan. Kegiatan turun lapang pada kondisi actual tutupan lapang menentukan kondisi tutupan lahan di DAS Way Ratai dengan aktual pada penelitian ini dilakukan analisis berdasarkan peta penggunaan lahan tahun 2020 dan citra spot 2020. Di lakukan pengecekan pada masing-masing tutupan lahan yang didapatkan yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi tutupan lahan aktual yang ada di lapangan. Pengecekan pada kondisi aktual tutupan lahan pada penelitian ini digunakan aplikasi avenza, GPS, dan aplikasi spotline (*time stamp*).

3.3.2 Data Sekunder

Model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) digunakan untuk menganalisis dan mempermudah pengelolaan pada daerah aliran sungai (DAS). Parameter input model SWAT mencakup data iklim, karakteristik tanah, tutupan lahan, dan lereng. Komponen data yang digunakan sebagai parameter masukan meliputi:

Tabel 3. Data Sekunder Parameter Input SWAT

Data Sekunder	Sumber
Data Iklim (curah hujan, kelembaban udara, suhu maksimum dan minimum, Data Sekunder radiasi matahari, kelembaban udara, dan kecepatan angin)	BMKG Branti Lampung Selatan
Peta Digital Elevation Model (DEM) Resolusi 5 M	DEMNAS
Peta Jenis Tanah DAS Way Ratai	Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (Pusat Penelitian Tanah)
Peta Tutupan Lahan DAS Way Ratai	Direktorat Jenderal Planologi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI
Peta Batas DAS Way Ratai	BPDAS Way Seputih Way Sekampung
Data Debit Harian DAS Way Ratai	BBWS Mesuji Sekampung

3.4 Metode Penelitian

Metode SWAT ini digunakan untuk memodelkan kondisi hidrologi dan manajemen pengelolaan daerah aliran Sungai. Parameter input SWAT antara lain karakteristik tutupan lahan, karakteristik tanah, karakteristik lereng, dan karakteristik iklim. Nilai-nilai parameter input model SWAT ditentukan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan data sekunder.

3.5 Parameter Input Model SWAT

3.5.1 Karakteristik Tutupan Lahan Way Ratai

Identifikasi pada peta tutupan lahan yang di diperoleh dari KLHK RI. Peta tutupan lahan tersebut di validasi menggunakan citra satelit (SAS Planet) dengan mendigitasi ulang pada peta tutupan lahan. Setelah di validasi dengan digitasi ulang, lalu dilakukan *groundcheck*, hal yang harus di perhatikan dalam kegiatan *groundcheck* ini memastikan validasi tutupan lahan yang telah kita

buat sebelumnya di Das Way Ratai dengan memperlihatkan kanopi (tajuk tanaman) di setiap penggunaan lahan.

3.5.2 Karakteristik lereng Way Ratai

Karakteristik lereng di DAS Way Ratai dibuat dengan menggunakan data DEM (*Digital Elevation Model*) dengan resolusi 5 m x 5 m dengan *cell size* 8,30.

Kelas lereng di DAS Way ratai dibagi menjadi lima kelas berdasarkan klasifikasi Departemen Kehutanan tahun 1998 yaitu kelas datar (0-8%), kelas landai (8-15%), kelas agak curam (15-25%), kelas curam (25-40%), dan kelas sangat curam (>40%).

3.5.3 Karakteristik Tanah Way Ratai

Pada data karakteristik tanah didasarkan pada peta overlay antara jenis tanah, tutupan lahan, dan kelerengan sesuai dengan deliniasi DAS Way Ratai untuk mengidentifikasi karakteristik hidrologi DAS. Karakteristik tanah yang dibutuhkan dalam menjalankan SWAT, yaitu jumlah lapisan, *hydrology soil group* (HSG), kedalaman lapisan, tekstur tanah, permeabilitas tanah, C-Organik, dan K USLE.

Data karakteristik tanah yang di dapatkan pada pengamatan di lapang yang telah di lakukan Balai Pengelolaan Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung. Dan diolah menggunakan Microsoft Excel, kemudian dimasukkan ke dalam database SWAT dengan menggunakan Microsoft Acces.

3.5.4 Karakteristik Iklim Way Ratai

Data iklim yang digunakan di DAS Way ratai adalah periode tahun 2015- 2022. Data iklim yang digunakan sebagai input model SWAT untuk DAS Way ratai diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Gedong

Tataan di Provinsi Lampung. Data iklim digunakan sebagai input pembangkit dalam model SWAT pada tabel 4.

Tabel 4. Data iklim yang digunakan pemodelan

No	Parameter	Satuan
1	Radiasi matahari	Mj/m ² /hari
2	Temperatur udara maksimum dan minimum	°C
3	Kelembaban udara relatif	%
4	Kecepatan angin	m/s

Curah hujan meliputi periode 2015-2022 dari satu stasiun curah hujan, gedong tanaan digunakan sebagai input pcp.text dalam SWAT. Pada inputnya ke swat berupa file txt.

3.6 Menjalankan Model SWAT

3.6.1 Definisi Data Iklim dan Data Input Tabel

Data iklim dalam SWAT berupa database, melalui weather generator (WGN User) dan data tabel lainnya untuk mendefinisikan data curah hujan, temperatur, kelembaban udara, radiasi matahari dan kecepatan angin yang akan digunakan (file.txt). Input Data Iklim setelah pembentukan HRU. Data generator Data generator iklim yang telah dibuat digunakan untuk input data dalam weather data definition. Setelah itu, dilakukan pemasukan input data curah hujan, kelembaban udara, suhu maksimum dan minimum, radiasi matahari, serta kecepatan angin. Setelah data iklim dimasukkan dan berhasil running, selanjutnya memasukkan informasi data input ke dalam basis data. Data input terbentuk berdasarkan hasil deliniasi DAS dan karakterisasi dari penggunaan lahan, tanah, dan lereng. Lalu di lanjutkan dengan memilih opsi *write all*.

3.6.2 Perbaikan Data Masukan Model

Tahapan ini merupakan upaya melakukan perbaikan data masukan model SWAT melalui menu Edit SWAT Input. Database yang dapat diperbaiki terdiri dari: sub basin data (*Sub basins Data*), *groundwater, management*, HRU data, parameter penelusuran aliran/routing, parameter aliran dasar, parameter pengelolaan tanaman, parameter sampel tanah dan pengolahan tanah, serta *watershed* data.

3.6.3 Setup dan Run SWAT

Pada tahapan *running* SWAT penggabungan HRU dengan data iklim. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama melakukan pengisian kolom tanggal mulai dan tanggal akhir simulasi yang akan dilakukan.
2. Langkah kedua memilih distribusi curah hujan yang digunakan dari tahun 2015-2022 dengan *warming up* 7 tahun.
3. Langkah ketiga memilih menu *Setup SWAT Run*.
4. Langkah terakhir, yaitu *Run* SWAT. Proses simulasi SWAT dilakukan setelah proses penggabungan HRU data iklim selesai.

3.6.4 Output Model

Pada Model SWAT menghasilkan output file yang terpisah untuk Subbasin, HRU, Sungai utama beserta alirannya. Informasi yang terdapat dalam file Subbasin (output.sub) dan HRU (output.hru) terdiri dari jumlah curah hujan (PRECIP), *surface runoff* (SURQ), *subsurface runoff* (LATQ), aliran bawah tanah (GW_Q), hasil air (WYLD) dan Sedimentasi. Data dan Informasi pada masing-masing sungai atau saluran utama (output.rch) terdiri dari FLOW_IN dan FLOW_OUT. Pada penelitian ini output file yang akan digunakan adalah

jumlah aliran air sungai yang keluar (FLOW_OUT).

3.6.5 Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi dan juga validasi untuk mengevaluasi seberapa akurat kinerja pada permodelan SWAT. Pada tahap kalibrasi serta validasi dilakukan analisis untuk mengetahui baik atau tidaknya permodelan yang digunakan menggunakan metode statistik *Nash-Sutcliffe Efisiensi* (NSE). Persamaan NSE ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - \bar{Y}^{obs})^2} \right]$$

Keterangan:

Y_1^{obs} = Data observasi ke- i ,

Y_1^{sim} = Data simulasi ke- i ,

\bar{Y}_1^{obs} = Data observasi rata-rata,

n = Jumlah observasi.

Pada Rentang nilai NSE terletak antara 0 sampai 1, dengan NSE = 1 merupakan nilai optimal. Nilai NSE antara 0.0 sampai 1.0 secara umum dilihat sebagai level performa model yang dapat diterima, sedangkan nilai NSE ≤ 0.36 mengindikasikan bahwa rata-rata nilai data observasi merupakan alat prediksi yang mendekati nilai data simulasi, maka rentang nilai tersebut menunjukkan level performa yang dapat diterima (Motovilov et al., 1999). Nilai efisiensi NSE dikelompokkan menjadi 3 kelas yang terdapat dalam Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Nilai NSE Kalibrasi

No	Nilai NSE	Kategori
1	$NSE > 0,75$	Baik
2	$0,75 > NSE > 0,36$	Memuaskan
3	$0,36 < NSE$	Tidak memuaskan

3.6.6 Skenario Tutupan Lahan

Pada pembahasan yang di lakukan pada Das Way Ratai dengan tujuan untuk memperbaiki kondisi hidrologi di Das tersebut yang meliputi aliran permukaan (surface runoff), aliran bawah permukaan (subsurface runoff), aliran dasar (baseflow), koefisien regim aliran (KRA), koefisien aliran tahunan (KAT), erosi dan sedimentasi.

Scenario di lakukan untuk mengubah lahan yang awalnya rusak/tidak produktif menjadi tutupan hutan yang produktif dengan minimum luas sebesar 30% dari luas DAS. (UU 41/1999 Pasal 18)

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Nilai aliran permukaan (*surface runoff*) DAS Way Ratai kondisi eksisting 281,62 (mm) dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan (skenario) nilainya 242.06 (mm).
2. Nilai aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) DAS Way Ratai kondisi eksisting 601,56 (mm) dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan (skenario) 645,88 (mm).
3. Nilai aliran dasar (*baseflow*) DAS Way Ratai kondisi eksisting 147.60 (mm) dan sesudah dilakukan rekayasa tutupan lahan skenario 275,00 (mm).
4. Nilai Koefisien Regim Aliran (KRA) DAS Way Ratai kondisi eksisting 139,65 (mm) dan sesudah rekayasa tutupan lahan (skenario) 107,41(mm).

5.2 Saran

Pada saat skenario harus memperhatikan pada lahan yang akan di skenario apakah lahan tersebut bisa di lakukan skenario atau tidak dan mempertimbangkan mana yang lebih minim resiko/kerugian. Di Das Ratai di lakukan skenario kebun, ini sangat baik karena di daerah ini banyak kebun dan menjadi salah satu pilihan yang baik jika menggunakan skenario kebun.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriadi. 2022. Karakteristik Hidrologi DAS Ilahan menggunakan Pemodelan SWAT (Soil and Water Assessment Tool). *Tesis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Apriadi., Banuwa, I.S., Yuwono, B.S., Wulandari, C., Winarno, G.D., Fitriana, Y.R., Gumay I.F. 2023. Karakteristik Hidrologi di DAS Ilahan Menggunakan Pemodelan SWAT (Soil and Water Assesment Tools). *Jurnal Hutan Tropis*. 11 (1): 45–53.
- Banuwa, I.S. 2018. Pengaruh Perubahan Tutupan Hutan Terhadap Debit Way Seputih Hulu. 197. *Jurnal Hutan Tropis Volume*. Vol 6 No. 2: 198-199
- Fiantis, D. 2017. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas. Padang.
- BPDAS, 2015. *Monitoring dan Evaluasi DAS Sekampung*. BPDAS Way Seputih Way Sekampung Press. Lampung.
- Kusumaningrat, M.D., Subiyanto, S., & Yuwono B.A. 2017. Analisis Perubahan Penggunaan dan Pemanfaatan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2009 dan 2017. *Jurnal Geodesi Undip*. 6 (4): 443-452.
- Yumansyah, A., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. 2021. Strategi Konservasi Daerah Tangkapan Air Bendung Ciliman Banten. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. 11 (1): 152–164.
- Yunagardasari, C., Paloloang, A. K., & Monde, A. 2017. Model infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan di Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi. *Agrotekbis*. 5 (3): 315–323.
- Upadani, I.G.A.W. 2017. Model Pemanfaatan Modal Sosial Dalam Pemberdayaan Masyarakat Pedesaan Mengelola Daerah Aliran Sungai (Das) Di Bali. *Jurnal Lingkungan & Pembangunan*. 1 (1) 11–22.
- Yuwono, S.B., Sinukaban, N., Murti Laksono, K., Sanim, B. 2011. Land Use Planning of Way Betung Watershed for Sustainable Water Resources Development of Bandar Lampung City. *J Trop Soils*. 16 (1): 77-84.

- Kharistiani, E., & Ariwibowo, E. 2013. Sistem Informasi Geografis Pemetaan Potensi SMA/SMK Berbasis Web. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*. 1 (1): 712–720.
- Wibowo, K.M., Kanedi, I., Jumadi, J.. 2015. Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama*. 11 (1): 51–60.