

**ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS ANAK  
DENGAN PEMODELAN SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*)  
MENGUNAKAN GIS (*Geographic Information System*)**

(Skripsi)

Septia Azizah Irsa  
2014181011



**JURUSAN ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

**ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS ANAK  
DENGAN PEMODELAN SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*)  
MENGUNAKAN GIS (*Geographic Information System*)**

Oleh

Septia Azizah Irsa  
2014181011

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Ilmu Tanah  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**JURUSAN ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### **Analisis Karakteristik Hidrologi DAS Anak Dengan Pemodelan SWAT (*Soil And Water Assessment Tool*) Menggunakan GIS (*Geographic Information System*)**

Oleh

**Septia Azizah Irsa**

Daerah Aliran Sungai (DAS) sendiri memiliki arti suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya. DAS Besai sebagian besar dari luasannya merupakan kawasan lindung, sehingga memiliki kontribusi yang besar bagi kawasan penyangga hidrologis. Rusaknya kondisi hulu DAS Besai pada saat ini PLTA DAS Besai mengalami penurunan. Maka dari itu perlu dilakukan analisis karakteristik hidrologis dari Sub-DAS Anak. Pengumpulan data dilakukan dengan yang didapatkan dari hasil observasi di lapangan (Groundcheck) dan data yang didapatkan dari beberapa instansi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik hidrologi DAS. Data yang terkumpul kemudian di analisis menggunakan pemodelan SWAT (*Soil Water Assesment Tool*) untuk menganalisis karakteristik hidrologi DAS anak meliputi: Aliran Permukaan (*surface runoff*) dan Aliran Bawah Permukaan (*subsurface runoff*), Koefisien Regim Aliran (KRA), Koefisien Aliran Tahunan (KAT) dan Aliran Dasar (*baseflow*). Hasil penelitian menunjukkan karakteristik hidrologi DAS Anak; Aliran Permukaan (*surface runoff*) sebesar 287,36 mm, Aliran Bawah Permukaan (*subsurface runoff*) sebesar 662,82, Koefisien Regim Aliran (KRA) sebesar 88,39, Koefisien Aliran Tahunan (KAT) sebesar 0,3229, dan Aliran Dasar (*baseflow*) sebesar 1682, 74. Setelah dilakukan skenario tutupan lahan berdasarkan Pasal 18 Nomor 41 Tahun 1999 tentang kehutanan, karakteristik DAS berubah meliputi: : Aliran Permukaan (*surface runoff*) menurun menjadi 267,5; Aliran Bawah Permukaan (*subsurface runoff*) meningkat menjadi 678,87; Koefisien Regim Aliran (KRA) membaik yaitu menjadi 79,98, Koefisien Aliran Tahunan (KAT) membaik yaitu menjadi 0,3216, dan aliran dasar (*baseflow*) meningkat menjadi 1697,78.

Kata kunci : DAS Anak, Koefisien Aliran Tahunan (KAT), Koefisien Regim Aliran (KRA), Aliran Permukaan (*surface runoff*), Aliran Bawah Permukaan (*subsurface runoff*), aliran dasar (*baseflow*), SWAT (*Soil and Water Assesment Tool*).

## **ABSTRACT**

### **Analysis Of The Hydrological Characteristics Of Anak Sub-Watershed Using SWAT (*Soil And Water Assessment Tool*) Modeling With GIS (*Geographic Information System*)**

**By**

**Septia Azizah Irsa**

A watershed (DAS) refers to an area of land unified by its river and tributaries. The Besai Watershed, with a significant portion of its area designated as a protected zone, plays a critical role as a hydrological buffer area. The deterioration of the upstream conditions of the Besai Watershed has led to a decline in the performance of the Besai Watershed Hydroelectric Power Plant. Therefore, it is essential to analyze the hydrological characteristics of the Anak Sub-watershed. Data collection was conducted through field observations (ground checks) and data obtained from various institutions. This study aims to analyze the hydrological characteristics of the watershed. The collected data were analyzed using the SWAT (Soil Water Assessment Tool) model to assess the hydrological characteristics of the Anak watershed, including: surface runoff, subsurface runoff, Flow Regime Coefficient (KRA), Annual Flow Coefficient (KAT), and baseflow. The results indicate the hydrological characteristics of the Anak Watershed are: surface runoff of 287.36 mm, subsurface runoff of 662.82 mm, KRA of 88.39, KAT of 0.3229, and baseflow of 1682.74 mm. After implementing land cover scenarios based on Article 18 Number 41 of the 1999 Forestry Law, the watershed characteristics changed as follows: surface runoff decreased to 267.5 mm, subsurface runoff increased to 678.87 mm, KRA improved to 79.98, KAT improved to 0.3216, and baseflow increased to 1697.78 mm.

**Keywords :** Anak Watershed, Annual Flow Coefficient (KAT), Flow Regime Coefficient (KRA), Surface Runoff, Subsurface Runoff, Baseflow, SWAT (Soil and Water Assessment Tool).

Judul Skripsi : **ANALISIS KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS ANAK DENGAN PEMODELAN SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) Menggunakan GIS (*Geographic Information System*)**

Nama Mahasiswa : **Septia Agizah Irsa**

NPM : **2014181011**

Jurusan : **Ilmu Tanah**

Fakultas : **Pertanian**



**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing pertama

Pembimbing kedua

**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

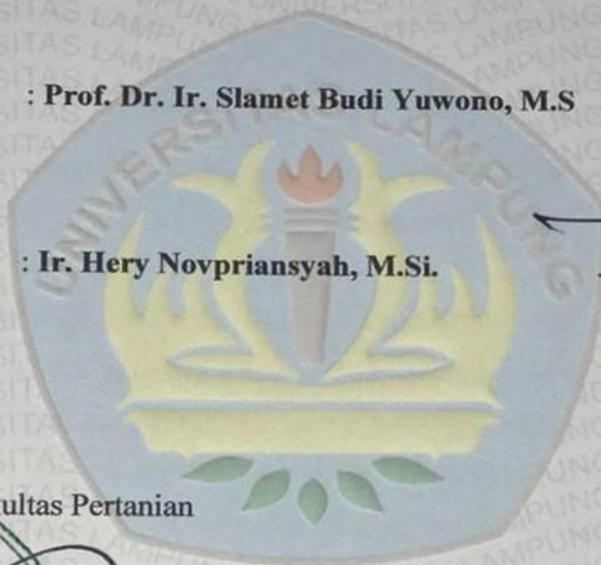
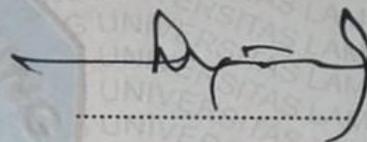
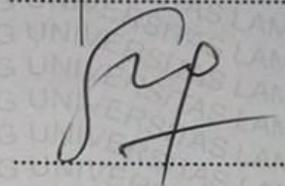
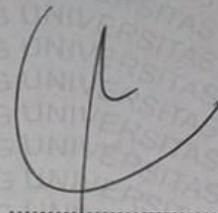
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Dr. Ir. Afandi, M.P.**

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

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



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. Ir. Kaswanta Futas Hidayat, M.P.**  
NIP 196411181989021002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 24 Juli 2024**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Analisis Karakteristik Hidrologi DAS Anak Dengan Pemodelan SWAT (Soil and Water Assessment Tools) Menggunakan GIS "Geographic Information System"**" merupakan hasil karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dosen atas nama bapak Dr. Ir. Afandi, M. P dengan menggunakan dana mandiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai kaidah, norma dan etika penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Jika di kemudian hari terbukti skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 Juli 2024  
Penulis,



**Septia Azizah Irsa**  
**NPM 2014181011**

## RIWAYAT HIDUP



**Septia Azizah Irsa.** Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada 17 September 2002. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Irsanuddin, S.Ag dan Ibu Arapah, S.Pd.I. Penulis memulai pendidikan formal di TK Al-Azhar 16 Bandar Lampung pada tahun 2007-2008, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 3 Kemilin Permai pada tahun 2008-2014, penulis meneruskan pendidikan di SMPN 2 Bandar Lampung pada tahun 2014-2017, dan kemudian melanjutkan pendidikan di SMAN 7 Bandar Lampung pada tahun 2017-2020.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur masuk Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pada bulan Januari sampai dengan Februari 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sukabanjar, Kecamatan Lumbok Seminung, Kabupaten Lampung Barat. Penulis melakukan Praktik Umum di Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih-Sekampung (BPDAS WSS) pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2023.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi internal kampus, yaitu Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Universitas Lampung (Gamatala) sebagai anggota Bidang Pengabdian Masyarakat, dan memiliki pengalaman menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah.

## MOTTO

*"Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku dan matiku  
hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam"*  
(QS: Al-An'am : 162)

*"Karena sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan.  
Sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan"*  
(QS: Al-Insyirah : 5-6)

*"La Tahzan Innallaha Ma'ana"*

*"Berlian akan tetap indah meski di kubangan lumpur.  
Just be your self and enjoy it."*  
(Septia Azizah Irsa)

Karya tulis ini, penulis persembahkan kepada  
Bapak Irsanuddin, S.Ag dan Ibu Arapah, S.Pd.I tercinta

## SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT atas segala kenikmatan dan anugerah-Nya yang tidak terbatas, sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Analisis Karakteristik Hidrologi DAS Anak Dengan Pemodelan SWAT (*Soil And Water Assessment Tool*) Menggunakan GIS (*Geographic Information System*)”. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi sebagian syarat utama dalam mencapai gelar Sarjana Pertanian, pada Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dan membantu dalam proses penelitian maupun dalam penyelesaian skripsi, yaitu kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si. selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, sekaligus penguji yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasihat, masukan, kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Ir. Afandi, M.P selaku dosen pembimbing pertama (pengganti) dari Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si (Alm) yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan ilmu yang bermanfaat, saran, nasihat, motivasi dan kesabaran dalam membimbing penulis selama melaksanakan penelitian sampai dengan skripsi ini selesai dengan baik.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan ilmu yang bermanfaat, semangat, saran, nasihat, motivasi dan kesabaran

dalam memberikan bimbingannya kepada penulis dari awal penelitian ini dimulai, selama melaksanakan penelitian hingga skripsi ini selesai dengan baik.

5. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran, arahan, dan motivasi kepada penulis dalam rangkaian proses perkuliahan dari awal perkuliahan, penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Bapak Apriadi, S.Hut., M.Hut selaku pembimbing lapang penulis yang telah sangat banyak membantu penulis, meluangkan banyak waktu dalam memberikan ilmu yang bermanfaat, saran, nasihat, semangat, motivasi dan membimbing penulis dengan ikhlas dan penuh kesabaran dalam melaksanakan rangkaian proses penelitian hingga penulisan skripsi.
7. Bapak dan Ibu dosen Universitas Lampung, dan secara khusus Jurusan Ilmu Tanah yang telah memberi begitu banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
8. Karyawan dan karyawan di Jurusan Ilmu Tanah atas semua bantuan dan kerjasama yang telah diberikan.
9. Kedua orang tuaku tercinta, papiku Irsanuddin dan terkhusus mamiku yang paling kucintai Arapah yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi dan membantu menghibur penulis dan menenangkan penulis saat sedih sampai penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan selesai, serta memenuhi segala kebutuhan penulis dalam finansial maupun fisik yang segala jasa dan kasih sayangnya tidak bernilai dengan apapun.
10. Kedua adikku tersayang Ahmad Zaini Irsa dan Ahmad Zuber Irsa yang telah membantu menghibur dan memberikan penulis semangat, serta menemani penulis ketika penulis merasa sedih.
11. Saudara seperjuangan penelitian, Luhur Nanda Gandhi, Fazryan Ade Priambudy, M. Revanza Akbar Perdana, Rega Bimantara, dan Hafizh Qolbi Ramadhan, yang selalu ada dalam suka maupun duka, yang selalu kompak memberikan dukungan, bantuan, doa, dan semangat yang luar biasa sejak awal mencari tempat magang, mencari judul penelitian, mencari dosen pembimbing, hingga penulis menyelesaikan skripsi.

12. Teman-temanku tersayang Arsy Adiarini, Tharisya Salsabila, Inke Putri Rianti, Annisa Ajmala Luthfia, Destiana Arabel, Salsabila Dwi Saputri, Maira Hasanah, Jihan, Khoirunnisa Manda, Shinta Afrilia, Keisha Cherylla, Akifah Khairunnisa, Annisa Fitri, Muthia Azzahra yang selalu menemani dan membantu menghibur penulis sampai penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan selesai.
13. Abang NPM 1914181030, yang selalu meberikan semangat, memberikan doa, memberikan motivasi serta menemani dan membantu segala rangkaian proses yang telah dilalui penulis untuk menyelesaikan masa studi-nya.
14. Rekan-rekan seperjuangan Ilmu Tanah 2020 dan semua pihak yang telah berjasa dan terlibat dalam penulisan skripsi ini.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas atas segala kebaikan Bapak, Ibu, dan rekan-rekan semua. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini dan jauh dari kata sempurna. Penulis akan sangat senang jika menerima berbagai masukan, saran, nasihat, dan kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun dan menyempurnakan agar lebih baik lagi dimasa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. Terimakasih.

Bandar Lampung, 28 Juli 2024

Penulis,

Septia Azizah Irsa  
NPM 2014181011

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1. 1 Latar Belakang .....	1
1. 2 Rumusan Masalah .....	3
1. 3 Tujuan.....	4
1. 4 Kerangka Pemikiran .....	4
1. 5 Hipotesis .....	8
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2. 1 Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	9
2. 2 Karakteristik Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	11
2. 2. 1 Limpasan Permukaan ( <i>Surface runoff</i> ) .....	11
2. 2. 2 Limpasan Bawah Permukaan ( <i>Subsurface runoff</i> ).....	11
2. 2. 3 Koefisien Aliaran Tahunan (KAT) .....	11
2. 2. 4 Koefisien Regim Aliran (KRA) .....	12
2. 2. 5 Aliran Dasar ( <i>Baseflow</i> ) .....	13
2. 3 <i>Geographic Information System (GIS)</i> .....	14
2. 4 <i>Soil and Water Assesment Tools (SWAT)</i> .....	15
<b>III. METODELOGI PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	17
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Pengumpulan Data .....	18
3. 3. 1 Data Primer .....	18

3. 3. 2 Data Sekunder .....	18
3.4 Metode Penelitian .....	19
3. 4. 1 Parameter Input SWAT .....	19
3. 4. 2 Analisis Model SWAT .....	22
3. 4. 3 Akurasi Model (Kalibrasi dan Validasi) .....	25
3. 4. 4 Skenario Tutupan Lahan .....	26
3. 4. 5 Analisis Skenario Tutupan Lahan .....	27
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4. 1 Kondisi Umum DAS Anak .....	28
4. 2 Parameter Masukan Model .....	28
4. 2. 1 Kondisi Topografi .....	28
4. 2. 2 Tanah .....	33
4. 2. 3 Iklim .....	37
4. 2. 4 Tutupan Lahan .....	39
4. 3 Akurasi Model (Kalibrasi dan Validasi) .....	42
4. 4 Analisis Model SWAT .....	45
4. 4. 1 Deliniasi DAS dan Sub-DAS Anak .....	45
4. 4. 2 Kondisi Eksisting Hidrologi DAS Anak .....	47
a. Koefisien Regim Aliran (KRA) DAS Anak .....	48
b. Koefisien Aliran Tahunan (KAT) DAS Anak .....	51
c. Aliran Dasar ( <i>Baseflow</i> ) DAS Anak .....	53
4. 4. 3 Analisis Hidrologi dengan Skenario .....	54
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
5. 1 Simpulan .....	61
5. 2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Koefisien Aliran Tahunann (KAT).....	12
Tabel 2. Klasifikasi Koefisien Regim Aliran (KRA).....	13
Tabel 3. Nilai kalibrasi NSE ( <i>Nash-Sutcliffe Efficiency</i> ).....	26
Tabel 4. Kelas lereng pada DAS Anak .....	29
Tabel 5. Karakteristik tanah pada DAS Anak Lapisan 1 .....	35
Tabel 7. Karakteristik tanah pada DAS Anak Lapisan 2 .....	36
Tabel 8. Karakteristik tanah pada DAS Anak Lapisan 3 .....	36
Tabel 9. Pembangkit Iklim Pada DAS Anak Periode 2015-2022.....	38
Tabel 10. Karakteristik tutupan Lahan Pada DAS Anak .....	39
Tabel 11. Luas sub-DAS pada DAS Anak tahun 2022 .....	45
Tabel 12. Karakteristik eksisting hidrologi pada DAS Anak tahun 2022.....	48
Tabel 13. Koefisien Regim Aliran (KRA) pada DAS Anak tahun 2022 .....	49
Tabel 14. Koefisien Aliran Tahunan (KAT) pada DAS Anak tahun 2022.....	52
Tabel 15. Aliran Dasar ( <i>Baseflow</i> ) pada DAS Anak tahun 2022.....	53
Tabel 16. Perubahan Tutupan Lahan dengan Skenario pada DAS Anak Tahun 2022 .....	57
Tabel 17. Neraca air dengan skenario pada DAS Anak Tahun 2022.....	59
Tabel 18. Perubahan Karakteristik Hidrologi pada Kondisi Eksisting dan Skenario pada DAS Anak Tahun 2022.....	59
Tabel 19. Uji akurasi berdasarkan debit actual harian dan debit simulasi harian menggunakan metode <i>Nash-Sutchliffe Efficiency</i> (NSE) dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) .....	73

Tabel 20. Kandungan Air Dalam Tanah DAS Anak.....	84
Tabel 21. Nilai <i>Curve Number</i> (CN) pada setiap kondisi pada DAS Anak.....	84
Tabel 22. Kondisi <i>Curve Number</i> (CN) pada setiap tutupan lahan dan komposit pada DAS Anak .....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian.....	7
Gambar 2. Peta Situasi DAS Anak .....	17
Gambar 3. Peta DEM 5m x 5m DAS Anak .....	30
Gambar 4. Peta Kontur DAS Anak .....	31
Gambar 5. Peta Kelas Lereng DAS Anak.....	32
Gambar 6. Peta Satuan Pengelolaan Lahan DAS Anak.....	34
Gambar 7. Peta Tutupan Lahan DAS Anak.....	41
Gambar 8. Akurasi model debit aktual dan debit simulasi nilai NSE sebelum kalibrasi .....	42
Gambar 9. Hubungan debit aktual dan debit simulasi sebelum kalibrasi .....	43
Gambar 10. Akurasi model debit aktual dan debit simulasi nilai NSE setelah kalibrasi .....	44
Gambar 11. Hubungan debit aktual dan debit simulasi setelah kalibrasi .....	44
Gambar 12. Peta DAS Anak dan Sub-Basin Anak .....	46
Gambar 13. Kondisi eksisting hidrologi pada DAS Anak berdasarkan hasil simulasi SWAT.....	47
Gambar 14. Respon debit simulasi dengan curah hujan di DAS Anak tahun 2022 .....	51
Gambar 15. Peta Rekayasa Tutupan lahan DAS Anak Tahun 2022 .....	56
Gambar 16. Respon debit eksisting DAS Anak dan debit simulasi hasil skenario tutupan hutan minimal 30% .....	58
Gambar 17. Karakteristik hidrologi DAS Anak setelah skenario tutupan hutan minimal 30%.....	58
Gambar 18. Kondisi sawah di DAS Anak .....	69
Gambar 19. Kondisi pertanian kering lahan campuran di DAS Anak.....	69

Gambar 20. Kondisi pemukiman di DAS Anak.....	70
Gambar 21. Kondisi umum hutan di DAS Anak .....	70
Gambar 22. Dokumentasi DAS Anak.....	71
Gambar 23. Dokumentasi DAS Anak.....	71
Gambar 24. Dokumentasi DAS Anak.....	72
Gambar 25. Dokumentasi DAS Anak.....	72

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan iklim, topografi, dan hidrologi yang beragam sehingga memiliki banyak Daerah Aliran Sungai (DAS) di seluruh wilayahnya. Daerah Aliran Sungai (DAS) sendiri memiliki arti suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, serta memiliki fungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau kelaut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Pemerintah RI, No. 37 Tahun 2012).

Daerah Aliran Sungai (DAS) terbagi atas dua atau lebih Sub DAS di dalamnya. Sub-DAS merupakan suatu daerah kesatuan ekosistem yang tercipta secara alamiah, dimana air hujan menyerap ataupun mengalir lewat ranting aliran sungai yang membentuk bagian dari DAS. Daerah Aliran Sungai (DAS) Besai memiliki luas kurang lebih 97.671,92 Ha. Sub DAS Anak termasuk dalam Sub-DAS Besai dan DAS Tulang Bawang yang memiliki luas yaitu kurang lebih 856,40 Ha. Sub-DAS Anak terletak pada bagian hulu sungai dari DAS Besai. Sungai Anak merupakan salah satu penyuplai air untuk PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) pada DAS Besai.

DAS Besai sebagian besar dari luasannya merupakan kawasan lindung, sehingga memiliki kontribusi yang besar bagi kawasan penyangga hidrologis. Selain itu, DAS Besai juga dimanfaatkan untuk saluran irigasi yang mengalir 2.766,68 Ha persawahan, pariwisata, dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Namun

akibat rusaknya kondisi hulu DAS Besai pada saat ini PLTA DAS Besai mengalami penurunan energi listrik. Maka dari itu perlu dilakukan analisis karakteristik hidrologis dari Sub-DAS Anak. Selain itu, mayoritas penduduk pada DAS Anak menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian. Irigasi yang efektif dan efisien bergantung pada ketersediaan dan distribusi air yang diatur oleh sistem hidrologi DAS Anak. Dengan melakukan analisis hidrologi, dapat dipastikan bahwa air tersedia dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan irigasi, yang digunakan untuk mendukung ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat setempat karena analisis hidrologi dapat memberikan informasi kritis mengenai curah hujan, debit sungai, dan pola aliran air (Arsyad, 1997).

Menurut Supatmanto dan Yusuf (2015), analisis karakteristik hidrologi salah satunya dapat dilakukan dengan metode pemodelan. Karakteristik hidrologi DAS dapat dianalisis menggunakan model hidrologi salah satunya yaitu menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*). Pemodelan SWAT merupakan suatu pemodelan hidrologi yang dapat mensimulasikan interaksi antara air, tanah, vegetasi, dan manajemen lahan di DAS Anak dengan menggunakan data hidrologi seperti curah hujan, suhu udara, jenis tanah, penggunaan lahan, dan topografi secara menyeluruh dengan waktu yang efisien (Arnold *et al*, 2012 dalam Apriadi 2022). Karakteristik hidrologi DAS yang dianalisis yaitu limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), dan aliran dasar (*baseflow*). Hal ini sejalan dengan penelitian Yusuf (2010) dalam Setiawan 2022, bahwa model hidrologi dapat digunakan untuk mengkaji perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi.

Permodelan SWAT dapat digunakan GIS (*Geographic Information System*) untuk membantu dalam analisis spasial dan visualisasi data. Sistem Informasi Geografis (*Geographic information system*) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Pengertian informasi geografis adalah informasi mengenai tempat atau lokasi, dimana suatu objek terletak di permukaan bumi dan informasi mengenai objek dimana lokasi geografis itu berada untuk dianalisa dalam pengambilan suatu keputusan (Masnur,

2022). Penggunaan GIS dapat dilakukan untuk pemetaan dan *overlay* berbagai data spasial yang dibutuhkan untuk menganalisa karakteristik hidrologi seperti peta topografi, citra satelit, dan data lainnya yang relevan dengan karakteristik hidrologi pada DAS Anak. Hal ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pola dan distribusi karakteristik hidrologi di DAS tersebut. Beberapa yang akan dilakukan yaitu melibatkan pengumpulan data hidrologi, penggunaan perangkat lunak pemodelan SWAT, serta analisis spasial menggunakan GIS.

Analisis karakteristik hidrologi DAS Anak menggunakan pemodelan SWAT dan GIS diperlukan untuk memperoleh informasi yang berguna untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air yang kemudian hasil dari analisis ini dapat digunakan sebagai dasar atau pedoman dalam mengambil keputusan terkait upaya perbaikan hidrologi pada DAS Anak. Penerapan rekayasa tutupan lahan dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan strategi yang penting untuk mengendalikan aliran air, mencegah erosi, dan mempertahankan kualitas air. Hal tersebut dikarenakan skenario tutupan lahan memungkinkan dapat diterapkan pada DAS Anak karena mengacu pada Undang-Undang Republik Indonesia Pasal 18 Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Skenario perubahan tutupan lahan pada DAS Anak akan berpengaruh terhadap karakteristik hidrologi pada DAS tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan di DAS Anak?
2. Bagaimana kondisi Koefisien Regim Aliran (KRA) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan di DAS Anak?
3. Bagaimana kondisi Koefisien Aliran Tahunan (KAT) sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan di DAS Anak?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menganalisis dan menghitung aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) di DAS Anak menggunakan permodelan SWAT sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan
2. Untuk menganalisis dan menghitung nilai Koefisien Regim Aliran (KRA) di DAS Anak menggunakan permodelan SWAT sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan
3. Untuk menganalisis dan menghitung nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT) di DAS Anak menggunakan permodelan SWAT sebelum dan sesudah rekayasa tutupan lahan

### 1.4 Kerangka Pemikiran

Kondisi hidrologi pada DAS dapat di pengaruhi oleh berbagai faktor, seperti perubahan penggunaan lahan, alih fungsi lahan, dan perubahan iklim. Untuk menganalisis karakteristik hidrologi DAS Anak dengan lebih baik dan mengelola sumber daya air yang ada secara efektif, maka di perlukan analisis yang menyeluruh dan sistematis dengan permodelan hidrologi. Salah satu permodelan hidrologi yang digunakan yaitu permodelan SWAT. SWAT merupakan model yang dikembangkan untuk memprediksi pengaruh pengelolaan lahan terhadap Koefisien Regim Aliran (KRA), Koefisien Aliran Tahunan (KAT), aliran permukaan (*surface run off*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), aliran dasar (*baseflow*), aliran badan sungai (*water yield*), sedimentasi dan erosi yang masuk ke sungai atau badan air pada suatu DAS yang kompleks dengan tanah, penggunaan tanah dan pengelolaannya yang bermacam-macam sepanjang waktu yang lama (Neitsch *et al.*, 2005 dalam Darmawan 2015).

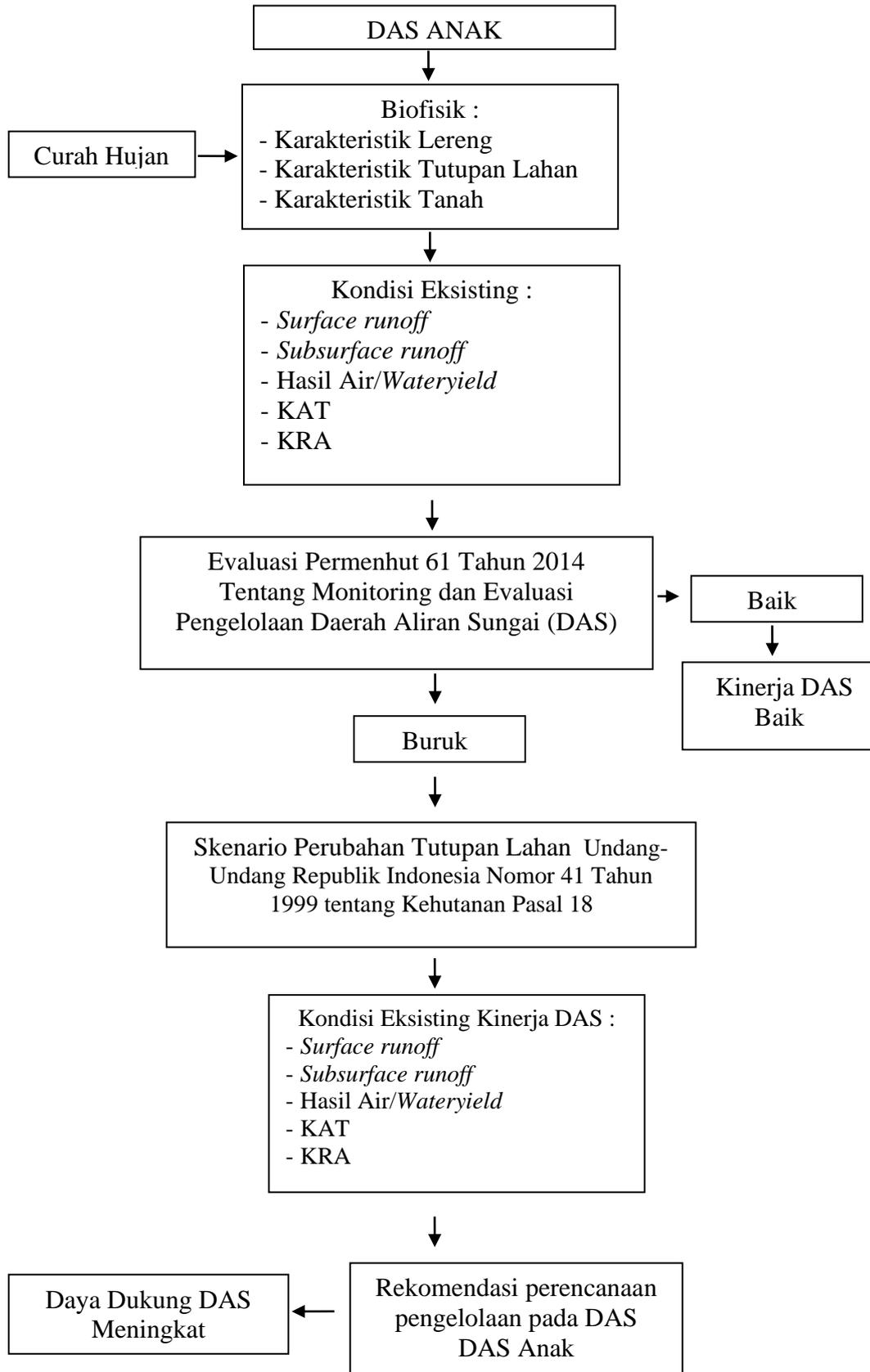
Dalam hubungannya dengan sistem hidrologi, DAS mempunyai karakteristik yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur utamanya seperti jenis tanah, tata guna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Karakteristik

biofisik pada suatu DAS dalam merespon curah hujan yang jatuh di dalam wilayah DAS tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, air larian, aliran permukaan, kandungan air tanah, dan aliran sungai (Asdak, 2014).

Berdasarkan permenhut 61/Menhut-II/2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS. Terdapat kriteria mengenai Koefisien Regim Aliran (KRA) dan Koefisien Aliran Tahunan (KAT), kriteria tersebut di mulai dari kelas rendah sampai kelas tinggi. Semakin tinggi kelas kriteria tersebut maka Koefisien Regim Aliran (KRA) dan Koefisien Aliran Tahunan (KAT) semakin baik. Sebaliknya apabila kriteria tersebut semakin rendah maka semakin buruk dan berpengaruh terhadap penurunan kualitas hidrologi. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik hidrologi yaitu dengan menggunakan skenario tutupan lahan. Skenario tutupan lahan dari penelitian ini merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk menerapkan strategi pada pengelolaan lahan guna meningkatkan karakteristik hidrologi pada DAS Anak.

Pada penelitian ini, skenario yang digunakan yaitu perubahan tutupan lahan berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Berdasarkan Pasal 18 Ayat 2 diketahui bahwa Indonesia adalah negara tropis yang memiliki curah dan intensitas hujan yang tinggi, dan memiliki daratan yang bergelombang, berbukit dan bergunung yang peka pada gangguan keseimbangan tata air seperti banjir, erosi dan sedimentasi, maka ditetapkan luas kawasan hutan dalam setiap daerah aliran sungai minimal 30% (tiga puluh persen) dari luas daratan. Oleh karena itu, bagi kabupaten/kota yang luas kawasan hutannya, di atas 30% (tiga puluh persen), tidak boleh secara bebas mengurangi luas kawasan hutannya dari luas yang telah ditetapkan. Oleh sebab itu luas minimal tidak boleh dijadikan dalih untuk mengkonservasi hutan yang ada, melainkan sebagai peringatan kewaspadaan akan pentingnya hutan bagi kualitas hidup masyarakat. Sebaiknya, bagi kabupaten/kota yang luas kawasan hutannya kurang dari 30% (tiga puluh persen), perlu menambah luas hutannya (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999).

Pembuatan skenario tutupan lahan bertujuan untuk memprediksi dampak dari skenario perubahan tutupan lahan tersebut terhadap karakteristik hidrologi DAS Anak yang mencakup berbagai parameter seperti curah hujan, Koefisien Regim Aliran (KRA), aliran permukaan (*surface runoff*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), Koefisien Aliran Tahunan (KAT), aliran dasar(*baseflow*), hasil air (*wateryield*)(Apriadi, 2022). Kemudian, dari hasil yang diketahui dari dampak skenario perubahan tutupan lahan yang telah dilakukan dapat diberikan rekomendasi perencanaan pengelolaan yang tepat pada DAS Anak agar dapat meningkatkan daya dukung pada DAS Anak.



**Gambar 1.** Kerangka Pemikiran Penelitian

## 1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Rekayasa perubahan tutupan lahan (skenario) yang dilakukan pada DAS Anak berpengaruh terhadap nilai aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) pada DAS Anak
2. Rekayasa perubahan tutupan lahan (skenario) yang dilakukan pada DAS Anak berpengaruh terhadap nilai Koefisien Regim Aliran (KRA)
3. Rekayasa perubahan tutupan lahan (skenario) yang dilakukan berpengaruh terhadap nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT) pada DAS Anak

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh pembatas topografi, punggung bukit maupun pegunungan yang berfungsi untuk menerima dan mengumpulkan air hujan serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai ke sungai utama dan selanjutnya dialirkan ke laut atau ke danau. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu ekosistem, dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik berinteraksi dan saling berhubungan. Oleh karena itu, penanggulangan pencemaran sungai dapat disebut sebagai pengembangan serta pelestarian wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan sumber daya alam yang secara umum dilakukan untuk menjaga maupun meningkatkan ekosistem yang ada didalamnya agar dapat terus berfungsi sebagaimana semestinya (Setijono, 2015).

Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS), 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 di dalam 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 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*) (Suripin, 2002). Adanya titik kontrol (*outlet*) yaitu untuk mengetahui dimana air akan terakumulasi, sehingga aliran air dapat ditelusuri. Apabila fungsi pada suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi pada DAS tersebut akan terganggu, penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya akan berkurang, atau memiliki aliran permukaan (*run off*) yang tinggi. Vegetasi penutup lahan sangat berpengaruh terhadap aliran sungai. Apabila terdapat 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. Indikator kerusakan DAS dapat ditandai oleh perubahan perilaku hidrologi, seperti tingginya frekuensi kejadian banjir (puncak aliran) dan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi serta menurunnya kualitas air (Mawardi, 2010).

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, memiliki kerapatan drainase yang tinggi, memiliki 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, memiliki kerapatan drainase rendah, memiliki 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. Sedangkan pada daerah tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS pada daerah hulu dan hilir (Asdak, 2014).

## **2.2 Karakteristik Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS)**

### **2.2.1 Limpasan Permukaan (*surface runoff*)**

Limpasan permukaan (*surface runoff*) adalah aliran air yang mengalir di atas permukaan karena penuhnya kapasitas infiltrasi tanah. Limpasan ini terjadi ketika intensitas curah hujan pada suatu daerah aliran sungai melebihi kapasitasnya. Setelah cekungan-cekungan penuh, air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah (Selfia, 2021).

Limpasan permukaan (*surface runoff*) merupakan air hujan yang tidak dapat ditampung dalam tanah, vegetasi, atau daerah aliran sungai dan pada akhirnya mengalir langsung ke sungai dan laut. Limpasan permukaan terjadi karena intensitas curah hujan di suatu daerah melebihi kapasitas daya tampungnya. Mekanisme terjadinya limpasan permukaan dimulai dari adanya pengikisan tanah yang disebabkan oleh air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sehingga mengikis lapisan top soil ataupun lapisan tanah. Koefisien limpasan merupakan jumlah limpasan yang terjadi pada saat air hujan turun (Ropiyanto dkk, 2022).

### **2.2.2 Limpasan Bawah Permukaan (*subsurface runoff*)**

Limpasan bawah permukaan (*subsurface runoff*) merupakan penyumbang debit yang cukup besar di daerah yang berhutan. Aliran bawah permukaan pada profil tanah (0 – 2 m) dihitung secara bersamaan dengan redistribusi. Model simpanan kinematik digunakan untuk memperdiksi aliran bawah permukaan pada masing-masing lapisan tanah dan memperhitungkan variasi konduktivitas, lereng dan kadar air kelembapan tanah (BPDASPS, 2015).

### **2.2.3 Koefisien Aliaran Tahunan (KAT)**

Koefisien Aliran Tahunan (KAT) adalah perbandingan antara tebal aliran tahunan ( $Q$ , mm) dengan tebal hujan tahunan ( $P$ , mm) di DAS atau dapat di katakan berapa persen curah hujan yang menjadi aliran (*runoff*) 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<sup>2</sup>) yang kemudian dikonversi ke satuan mm. Sedangkan tebal hujan tahunan (P) diperoleh dari hasil pencatatan *Rainfall Recorder (ARR)* dan atau ombrometer. Menurut Permenhut nomor P. 61/Menhut-II/2014, klasifikasi KAT dibagi menjadi lima yaitu sebagai berikut.

**Tabel 1.** Klasifikasi Koefisien Aliran Tahunan (KAT)

No	Nilai	Kelas	Keterangan
1	$KAT \leq 0,2$	Sangat rendah	Sangat Baik
2	$0,2 < KAT \leq 0,3$	Rendah	Baik
3	$0,3 < KAT \leq 0,4$	Sedang	Sedang
4	$0,4 < KAT \leq 0,5$	Tinggi	Buruk
5	$KAT > 0,5$	Sangat tinggi	Sangat buruk

Sumber : Permenhut nomor P. 61/Menhut-II/2014

#### 2.2.4 Koefisien Regim Aliran (KRA)

Koefisien Regim Aliran (KRA) merupakan parameter karakteristik hidrologi DAS yang diperoleh dari perbandingan antara debit maksimum (Qmaks) dan debit minimum (Qmin) atau sering disingkat dengan parameter Qmaks/Qmin merupakan indikator besaran hidrologi untuk menyatakan apakah DAS itu berfungsi dengan baik atau tidak, dapat dilihat dari sudut pandang nilai perbandingan pada nilai KRA. Nilai KRA yang tinggi menunjukkan bahwa kisaran nilai limpasan pada musim penghujan (air banjir) yang terjadi besar, sedangkan pada musim kemarau aliran air yang terjadi sangat kecil atau menunjukkan kekeringan. Secara tidak langsung kondisi tersebut menunjukkan bahwa daya resap lahan di DAS tersebut kurang mampu menahan dan menyimpan air hujan yang jatuh dan menyebabkan air limpasannya banyak yang masuk ke sungai dan terbuang ke laut sehingga ketersediaan air di DAS pada saat musim kemarau sedikit. Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014, klasifikasi KRA dibagi menjadi lima yaitu sebagai berikut.

**Tabel 2.** Klasifikasi Koefisien Regim Aliran (KRA)

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

Sumber : Permenhut nomor P. 61/Menhut-II/2014

### 2.2.5 Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar (*Baseflow*) dapat didefinisikan sebagai bagian dari aliran sungai yang berasal dari sumber-sumber air di dalam tanah, seperti air tanah dangkal atau air yang tersimpan di lapisan akuifer dangkal. Aliran dasar ini memberikan kontribusi yang berkelanjutan terhadap debit sungai di periode kering atau saat hujan berkurang, dan umumnya memiliki karakteristik perubahan yang lambat dan bertahap dalam periode waktu yang panjang. Karakteristik resesi aliran dasar, yaitu penurunan bertahap debit aliran dasar setelah puncak banjir, sering digunakan untuk mengidentifikasi dan memahami sifat aliran dasar di berbagai cekungan sungai. Faktor-faktor yang mempengaruhi aliran dasar termasuk litologi, topografi, iklim, vegetasi, dan pengelolaan lahan. Definisi ini mencerminkan pentingnya aliran dasar dalam siklus air dan hidrologi cekungan sungai (Jiang, 2019).

Aliran dasar atau *baseflow* adalah bagian dari debit sungai yang berasal dari air bawah tanah yang secara perlahan-lahan mengalir ke sungai atau saluran air. Aliran dasar atau *baseflow* bersumber dari curah hujan yang meresap melalui lapisan tanah dan batuan di bawah permukaan tanah (Wulandari, 2015). Ketika air hujan turun ke permukaan tanah, Sebagian air dapat langsung mengalir ke sungai dan menjadi aliran permukaan. Namun, Sebagian air juga dapat meresap ke dalam tanah dan batuan di bawah permukaan. Selanjutnya air mengalir perlahan melalui

pori-pori tanah atau retakan batuan menuju sungai atau saluran air, hal inilah yang dikatakan dengan aliran dasar atau *baseflow*.

### **2.3 *Geographic Information System (GIS)***

*Geographic Information System (GIS)* adalah satuan/unit komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Prahasta, 2014).

*Geographic Information System (GIS)* merupakan suatu sistem komputer yang terintegrasi di tingkat fungsional dan jaringan. Konsep *Geographic Information System (GIS)* itu sendiri dapat dilakukan secara manual, melalui *overlay* peta-peta dan menganalisis data yang terkait dengan peta-peta tersebut (Arbina, 2019).

*Geographic Information System (GIS)* adalah suatu sistem yang digunakan untuk menganalisa bermacam data yang berkaitan dengan permukaan bumi. *Geographic Information System (GIS)* dapat diartikan menjadi 3 bagian, yaitu sistem, informasi, dan geografis. Dengan melihat bagian-bagian *Geographic Information System (GIS)* tersebut dapat diartikan bahwa data mengenai informasi spasial ataupun keruangan mengenai permukaan bumi, sehingga penggunaannya dapat digunakan untuk menganalisa data mengenai tempat yang terletak dipermukaan bumi, serta dapat menganalisa atribut yang ada di dalam permukaan bumi. Dengan adanya *Geographic Information System (GIS)* dapat memudahkan untuk melihat posisi sesuatu objek yang lengkap beserta keterangannya (Wibowo, 2015).

Menurut Wibowo (2015), secara umum model data dalam *Geographic Information System (GIS)* dibagi menjadi dua yaitu sebagai berikut.

#### **1. Informasi Spasial**

Informasi spasial adalah informasi yang menyimpan berbagai data berupa peta maupun rupa bumi. Contoh informasi spasial yaitu peta jalan, peta sungai, peta

tata guna lahan, dan lain-lain. Secara umum informasi spasial dibedakan menjadi dua, yaitu informasi raster dan informasi vektor. Informasi raster adalah informasi yang didapatkan dari citra satelit digital. Informasi raster sendiri memiliki bentuk grid dan pixel. Sedangkan informasi vektor adalah informasi yang berisi simbol-simbol semacam titik, garis, area atau poligon.

## 2. Informasi Non-Spasial atau Informasi Atribut

Informasi non-spasial atau informasi atribut adalah informasi yang menyimpan atribut dari data spasial. Informasi non-spasial atau informasi atribut umumnya berbentuk suatu tabel, kata, maupun angka yang biasanya mendeskripsikan suatu data spasial.

### 2.4 *Soil and Water Assessment Tools (SWAT)*

*Soil and Water Assessment Tools (SWAT)* adalah suatu permodelan hidrologi pada skala DAS yang dikembangkan untuk memprediksi pengaruh pengelolaan lahan terhadap Koefisien Aliran Tahunan (KAT), Koefisien Rezim Aliran (KRA), hasil air, erosi, sedimentasi, pestisida, dan kimia dari lahan pertanian. Penggunaan permodelan SWAT dapat mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi tingkat permasalahan yang ada pada suatu DAS dan sebagai alat untuk memilih tindakan pengelolaan dalam mengendalikan permasalahan pada suatu DAS tersebut. Proses hidrologi DAS yang disimulasikan dalam SWAT terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu proses di lahan dan di sungai, dengan demikian diharapkan dengan penggunaan model SWAT dapat dikembangkan beberapa perencanaan guna menentukan kondisi pengelolaan DAS terbaik (Elvida, 2023).

Keunggulan permodelan SWAT dibandingkan dengan permodelan hidrologi lainnya yaitu SWAT merupakan model yang mampu mensimulasikan berbagai proses hidrologi serta kualitas air, seperti aliran permukaan, aliran bawah tanah, evapotranspirasi, dan siklus nutrisi. Kemampuan ini menjadikan SWAT sangat fleksibel dan cocok untuk diaplikasikan pada berbagai jenis DAS, dari yang kecil hingga besar. Selain itu permodelan SWAT juga dapat digunakan berbagai

analisis, termasuk mempelajari dampak perubahan penggunaan lahan dan manajemen sumber daya air (USDA, 2020).

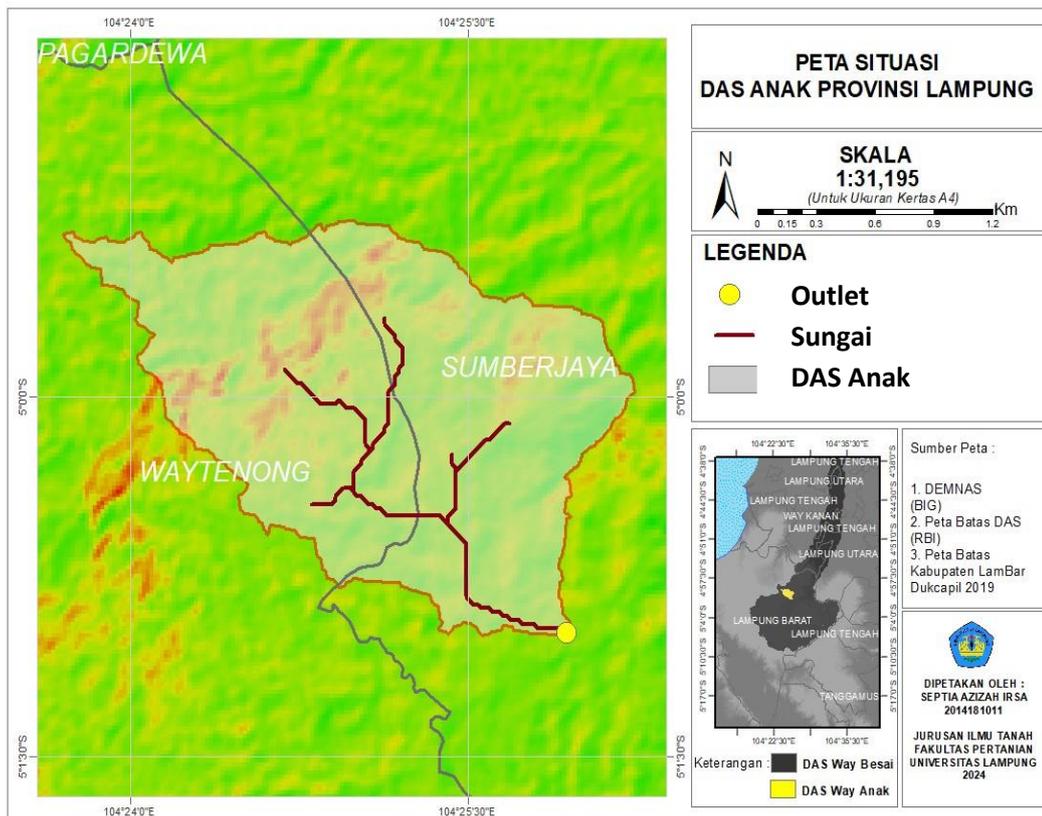
Model hidrologi SWAT adalah model matematik yang biasa digunakan untuk mensimulasikan *water balance* dalam suatu DAS. Keluaran dari model hidrologi SWAT ini yaitu berupa ketersediaan air, sedimentasi, dan polutan (Walingford, 2003). Beberapa model untuk simulasi hidrologi yang bersumber pada proses hidrologi, yaitu sebagai berikut.

1. *Lump/Tank*, yaitu perhitungan tunggal untuk seluruh DAS yang biasanya digunakan untuk merata-ratakan debit maupun total volume air pada DAS.
2. *Distributed*, yaitu perhitungan proses hidrologi untuk setiap informasi grid dan untuk memastikan aliran air.
3. *Semi-distributed*, yaitu suatu aplikasi penyederhanaan distribusi dengan cara membuat unit selaku *Hydrologic Respon Unit* (HRU) yang memiliki parameter unik yang terdiri dari sebagian grid dengan parameter yang sama.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 sampai dengan Januari 2024. Lokasi penelitian yaitu pada DAS Anak yang berada di Desa Sindang Pagar, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat (Gambar 2).



**Gambar 2.** Peta Situasi DAS Anak

(Sumber : BPDAS WSS)

## **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop dengan software ArcGIS 10.3, ArcSWAT versi 10.3, Microsoft Office (Excel dan Access), kamera berkoordinat (Aplikasi *Spotline*), dan alat tulis. Sedangkan, bahan yang 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**

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### **3.3.1 Data Primer**

Data primer yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data yang didapatkan dari hasil observasi di lapangan (*Groundcheck*). Kegiatan *Groundcheck* tersebut yaitu meliputi kondisi aktual tutupan lahan pada DAS Anak. Untuk menentukan kondisi aktual tutupan lahan pada penelitian ini dilakukan analisis berdasarkan peta penggunaan lahan tahun 2022 dan citra spot 2022. Pada masing-masing tutupan lahan yang didapatkan dilakukan *Groundcheck* yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi tutupan lahan aktual yang ada di lapangan. Pada kegiatan *Groundcheck* kondisi aktual tutupan lahan pada penelitian ini digunakan aplikasi *avenza*, dan aplikasi *spotline*.

### **3.3.2 Data Sekunder**

Data sekunder yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data yang didapatkan dari beberapa instansi untuk melengkapi input SWAT yang dibutuhkan dalam menjalankan *running* model SWAT. Data sekunder yang dikumpulkan tersebut yaitu meliputi beberapa data sebagai berikut.

1. Data iklim yang meliputi kelembaban udara, penyinaran matahari, temperatur, suhu udara, kecepatan angin tahun 2015 sampai dengan 2022 (Sumber data : BMKG)
2. Peta *Digitasi Elevation Model* (DEM), citra spot tahun 2022 (Sumber data : DEMNAS)
3. Peta jenis tanah DAS Anak (Sumber data : Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (Pusat Penelitian Tanah)).
4. Peta tutupan lahan DAS Anak (Sumber data : Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI)
5. Data data debit harian pada DAS Anak tahun 2015 sampai dengan 2022 (Sumber data : Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sekampung-Seputih (BPDAS)).
6. Data curah hujan harian pada DAS Anak tahun 2015 sampai dengan 2022 (Sumber data : BBWS)

### **3.4 Metode Penelitian**

#### **3.4.1 Parameter Input SWAT**

Parameter input model SWAT pada penelitian ini yaitu karakteristik tanah, tutupan lahan, iklim dan lereng. Penentuan parameter input model SWAT yang digunakan berdasarkan dengan data sekunder dan hasil pengamatan yang telah dilaksanakan di lapangan. Beberapa parameter input model SWAT tersebut adalah sebagai berikut.

##### **a. Karakteristik Tanah**

Karakteristik tanah digunakan sebagai parameter input SWAT untuk melakukan identifikasi pada karakter hidrologi di wilayah DAS Anak. Data tanah yang digunakan terdiri dari peta tanah dan data karakteristik tanah. Peta tanah yang digunakan berasal dari peta hasil overlay antara peta jenis tanah, tutupan lahan dan kelerangan. Sumber peta tanah yang digunakan pada penelitian ini yaitu peta tanah dari Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (Pusat Penelitian Tanah).

Sedangkan data karakteristik tanah yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sekampung-Seputih (BPDAS WSS).

Penentuan karakteristik tanah sendiri dikelompokkan berdasarkan *Hydrology Soil Group* (HSG). *Hydrology Soil Group* (HSG) sendiri adalah suatu sistem karakteristik tanah yang digunakan dalam bidang hidrologi untuk mengelompokkan jenis-jenis tanah berdasarkan kemampuan tanah dalam menahan air dan mengalirkan air. *Hydrology Soil Group* (HSG) ditentukan berdasarkan tekstur tanah, infiltrasi dan permeabilitas. United States Department of Agriculture (USDA, 2017), mengklasifikasikan tanah ke dalam empat grup hidrologi utama berdasarkan kemampuan tanah untuk mengalirkan air. Empat kelompok HSG tersebut yaitu sebagai berikut.

1. HSG A : Tanah dengan laju infiltrasi tinggi, bahkan ketika sangat basah. Tanah ini memiliki permeabilitas tinggi dan risiko erosi yang rendah.  
Contoh: pasir, tanah lempung berpasir.
2. HSG B : Tanah dengan laju infiltrasi sedang. Tanah ini memiliki permeabilitas sedang dan risiko erosi yang sedang.  
Contoh: lempung berpasir.
3. HSG C : Tanah dengan laju infiltrasi rendah. Tanah ini memiliki permeabilitas rendah dan risiko erosi yang tinggi.  
Contoh: tanah liat lempung.
4. HSG D : Tanah dengan laju infiltrasi sangat rendah. Tanah ini memiliki permeabilitas sangat rendah dan risiko erosi yang sangat tinggi.  
Contoh: tanah liat.

#### b. Karakteristik Tutupan Lahan

Karakteristik tutupan lahan memiliki peran yang sangat signifikan dalam parameter input SWAT karena karakteristik tutupan lahan sangat berpengaruh dalam proses hidrologi untuk menggambarkan karakteristik DAS Anak. Data tutupan lahan pada penelitian ini menggunakan citra satelit dan peta tutupan lahan terbaru dari Ditjen Planologi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI yang divalidasi dengan *groundcheck*.

Hal tersebut dapat dilihat dari nilai bilangan kurva pada aliran permukaan (*runoff curve number*). Nilai CN (*Curve Number*) adalah parameter yang digunakan dalam hidrologi untuk mengukur potensi *runoff* atau aliran permukaan air hujan pada suatu DAS. Selain itu, CN (*Curve Number*) juga salah satu variabel penentuan perubahan pada suatu DAS (Febriana, 2015). CN (*Curve Number*) mencerminkan fungsi dari karakteristik DAS seperti jenis tanah, tutupan lahan, tata guna lahan, dan dapat digunakan untuk memperkirakan berapa banyak air hujan yang dapat menjadi aliran permukaan.

### c. Karakteristik Iklim

Karakteristik iklim digunakan sebagai parameter input SWAT digunakan dalam simulasi dan analisis untuk mengetahui bagaimana interaksi antara iklim, tanah, penggunaan lahan dan hidrologi dapat mempengaruhi aliran air, erosi dan manajemen sumber daya air pada DAS Anak. Pada proses analisis dalam permodelan SWAT ini hasil analisis sangat dipengaruhi oleh data iklim yang terdapat di sekitar DAS tersebut. Perubahan terhadap unsur klimatologi bisa berdampak pada skema hidrologi yang berarti pergantian suatu iklim berpengaruh kompleks terhadap neraca, kebutuhan, ketersediaan serta mutu air di DAS tersebut (Setiawan, 2022). Periode data iklim yang digunakan pada DAS Anak mencakup tahun 2015 hingga 2022. Data iklim yang digunakan pada penelitian ini yaitu yaitu radiasi matahari ( $Mj/m^2/hari$ ), temperatur udara maksimum dan minimum ( $^{\circ}C$ ), kelembaban udara relatif (%), dan kecepatan angin (m/s) dan data iklim tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Lampung Utara, Provinsi Lampung.

Selain itu, data curah hujan harian yang digunakan sebagai masukan *pcp.text* dalam model SWAT mencakup periode tahun 2015-2022. Data iklim dan curah hujan ini dimasukkan ke dalam model SWAT dalam format file *txt*. Data iklim selama enam tahun ini dihitung rata-ratanya untuk digunakan sebagai sumber data iklim yang diintegrasikan dengan *weather generator* dalam database SWAT menggunakan Microsoft Access 2012.

#### d. Karakteristik Lereng

Karakteristik lereng digunakan sebagai parameter input SWAT untuk untuk mengetahui erosi yang dapat mengakibatkan sedimentasi pada daerah aliran sungai serta aliran permukaan pada suatu daerah aliran sungai. Data kelas lereng digunakan untuk mengidentifikasi daerah-daerah dimana erosi tanah mungkin dapat menjadi suatu masalah yang signifikan pada DAS Anak. Data lereng pada DAS Anak dianalisis menggunakan ArcGIS 10.3 berdasarkan dengan data DEM (*Digital Elevation Model*). Pengelompokan lereng dilakukan dalam lima kelas berdasarkan klasifikasi Departemen Kehutanan tahun 1998, yang mencakup kelas dengan kemiringan yang bervariasi, yaitu kelas datar (0-8%), kelas landai (8-15%), kelas agak curam (15-25%), kelas curam (25-40%), dan kelas sangat curam (>40%).

### 3.4.2 Analisis Model SWAT

Analisis model SWAT pada penelitian ini yaitu deliniasi DAS, pembentukan HRU, analisis data iklim dan data input tabel, perbaikan data pada inputan model, *setup dan run* SWAT dan *output* model. Beberapa analisis model SWAT tersebut adalah sebagai berikut.

#### a. Deliniasi DAS

Proses deliniasi DAS (Daerah Aliran Sungai) dalam model SWAT adalah tahap awal yang penting dalam pemodelan hidrologi. Beberapa tahapan proses yang dilakukan pada tahap deliniasi model SWAT yaitu dengan memasukkan data DEM dengan cara mengimpor data DEM dari lokasi penelitian ke dalam model SWAT (*add DEM grid*), menentukan *mask* atau batasan DAS dengan cara menentukan batasan DAS yang akan diteliti (*input batasan DAS*), menentukan jaringan sungai (*klik stream definition*) untuk menentukan jaringan sungai dalam model SWAT yang berfungsi untuk mengidentifikasi aliran air yang ada di dalam DAS, *DEM-Based* untuk mengetahui Luas DAS atau wilayah total yang akan dianalisis dalam model SWAT, *outlet and inlet Definition* untuk membuat dan

menentukan lokasi outlet DAS, seleksi dan *outlet* DAS yang diteliti (klik *watershed outlet selection and definition*) dilakukan pemilihan outlet DAS yang akan menjadi fokus penelitian, dan terakhir penghitungan parameter DAS (*calculate subbasin parameter*) untuk mulai menghitung parameter hidrologis DAS, seperti limpasan (*runoff*), aliran sungai, infiltrasi, dan lainnya.

#### b. Isi Sub-DAS

Proses pembentukan isi Sub-DAS dalam model SWAT adalah langkah penting dalam menggabungkan data tutupan lahan, jenis tanah, dan kemiringan lereng menjadi unit respon hidrologi tunggal (*single response unit*). Beberapa tahapan proses yang dilakukan pada tahap deliniasi model SWAT yaitu menginput data tutupan lahan dengan cara memasukkan data yang diperlukan ke dalam model SWAT. Ini termasuk data tutupan lahan (*land use*), jenis tanah (*soil type*), dan peta kemiringan lereng (*slope map*), selanjutnya data tersebut akan di-*overlay* untuk membentuk HRU, setelah *overlay* data dilakukan pendefinisian HRU (*HRU Definition*) dengan menetapkan kriteria spesifik menggunakan metode *threshold by percentage*, yang digunakan untuk menentukan seberapa besar batas (*threshold*) untuk jenis tanah, tutupan lahan, dan kemiringan lereng dalam *subbasin* yang akan diabaikan oleh model dalam pembentukan HRU, setelah dilakukan pembentukan HRU selanjutnya dilakukan *running* SWAT.

#### c. Analisis data iklim dan data input tabel

Pendefinisian data iklim dalam model SWAT melibatkan penggunaan database, weather generator (*WGN User*), dan data tabel lainnya untuk mengatur parameter seperti curah hujan, temperatur, kelembaban udara, radiasi matahari, dan kecepatan angin. Data iklim ini disimpan dalam format file teks (*file txt*) dan diterapkan setelah pembentukan HRU. Setelah pembentukan HRU, data iklim yang dihasilkan dari generator digunakan sebagai input dalam *weather data definition*, yang akan digunakan dalam model SWAT untuk simulasi hidrologi. Data curah hujan, kelembaban udara, suhu maksimum dan minimum, radiasi matahari, dan kecepatan angin dimasukkan ke dalam model, lalu model SWAT

dijalankan untuk menghasilkan hasil simulasi. Hasil simulasi dan seluruh informasi data input, termasuk data iklim, dikumpulkan dan disimpan dalam basis data model SWAT untuk kemudian dapat diakses dan dikelola. Seluruh proses ini dapat dipermudah dengan menggunakan opsi *Write All* saat membuat input data, dan jika diperlukan, Anda dapat mengedit data input default melalui menu *Edit SWAT Input*. *Weather generator* yang digunakan dalam model ini didasarkan pada data iklim selama 8 tahun yang dikumpulkan dari BMKG Lampung Utara untuk memastikan keakuratan simulasi sesuai dengan kondisi iklim di wilayah penelitian.

#### d. Perbaikan data pada inputan model

Perbaikan data pada inputan model SWAT digunakan untuk melakukan perbaikan dan penyesuaian data masukan dalam model SWAT. Perbaikan data ini dilakukan melalui menu yang ada pada permodelan SWAT yaitu pada menu *Edit Swat Input* termasuk subbasin data (*subbasins data*), *groundwater, management*, HRU data, parameter penelusuran aliran/*routing*, parameter aliran dasar, parameter pengelolaan tanaman, parameter sampel tanah dan pengolahan tanah, serta *watershed* data, sehingga hasil simulasi hidrologi dapat mencerminkan kondisi lapangan yang lebih akurat.

#### e. *Setup dan run* SWAT

Setelah membentuk satuan analisis dalam model SWAT, langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi dengan menggabungkan HRU yang telah terbentuk dengan data iklim. Proses ini dimulai dengan mengisi kolom tanggal mulai dan tanggal akhir simulasi, memilih distribusi curah hujan yang mencakup data dari tahun 2015 hingga 2022 dengan periode pemanasan selama 7 tahun, kemudian memilih menu *Setup SWAT Run* sebelum akhirnya menjalankan simulasi SWAT (*Running*). Simulasi ini memberikan hasil yang mencakup informasi penting tentang aliran air, limpasan, infiltrasi, dan parameter hidrologi lainnya yang relevan pada DAS Anak.

#### f. *Output* model

Model SWAT menghasilkan beberapa file output terpisah, termasuk file *subbasin* (output.sub) dan HRU (output.hru). Dalam file output Subbasin (output.sub), informasi penting seperti curah hujan, aliran permukaan, aliran bawah tanah, hasil air, dan sedimentasi tersedia untuk setiap *subbasin* dalam wilayah penelitian. Sementara itu, file output HRU menyajikan informasi yang sama dan memberikan pemahaman yang lebih rinci tentang variasi dalam proses hidrologi di seluruh wilayah yang meliputi informasi jumlah aliran air yang masuk dan keluar (FLOW\_IN) dan (FLOW\_OUT).

### 3.4.3 Akurasi Model (Kalibrasi dan Validasi)

Akurasi model mencakup kalibrasi dan juga validasi untuk mengevaluasi seberapa akurat kinerja pada permodelan SWAT. Simulasi hidrologi DAS dapat diterima apabila telah dikalibrasi dan validasi secara statistik. Dalam kalibrasi model umumnya menggunakan data debit observasi. Kalibrasi dan validasi model menggunakan regresi dan nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE). NSE menggambarkan seberapa jauh hasil pengamatan dan output model yang dapat diterima. Kalibrasi dapat dilakukan secara manual maupun otomatis menggunakan SWAT-CUP. Pada tahap kalibrasi serta validasi dilakukan analisis yang dilakukan untuk mengetahui baik atau tidaknya permodelan yang digunakan menggunakan metode statistik *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE). Persamaan NSE ini dapat dirumuskan sebagai berikut (Apriadi, 2022).

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

Keterangan :

$Y_i^{obs}$  = Data observasi ke-I,

$Y_i^{sin}$  = Data simulasi ke-I,

$Y_i^{obs}$  = Data observasi rata-rata,

N = Jumlah observasi

Nilai NSE (*Nash-Sutcliffe Efficiency*) digunakan dalam hidrologi dan model-model hidrologi untuk mengukur sejauh mana model memprediksi data observasi dengan baik. Rentang nilai NSE yaitu antara 0 hingga 1, dimana nilai NSE = 1 merupakan nilai optimal yang menunjukkan bahwa model secara sempurna memprediksi data observasi. Rentan nilai NSE antara 0.0 hingga 1.0 secara umum dianggap sebagai level performa model yang dapat diterima, dengan semakin mendekati 1.0 menunjukkan performa yang semakin baik. Pada nilai  $NSE \leq 0.36$  mengindikasikan bahwa model cenderung memberikan prediksi yang mendekati nilai data simulasi dan rentang nilai tersebut termasuk ke dalam level performa yang dapat ditoleransi dan diterima (Motovilov *et al.*, 1999 dalam Apriadi 2022). Menurut Motovilov *et al.* (1999), nilai efisiensi NSE dapat dikelompokkan menjadi tiga kelas yaitu sebagai berikut.

**Tabel 4.** Nilai kalibrasi NSE (*Nash-Sutcliffe Efficiency*)

No	Nilai NSE	Kategori
1	$NSE > 0.75$	Baik
2	$0.75 > NSE > 0.36$	Memuaskan
3	$0.36 < NSE$	Tidak Memuaskan

Sumber : Motovilov *et al.* 1999 dalam Apriadi 2022

#### 3.4.4 Skenario Tutupan Lahan

Skenario tutupan lahan dari penelitian ini merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk menerapkan strategi pada pengelolaan guna meningkatkan karakteristik hidrologi pada DAS Anak yang dimana kemudian dapat diberikan perencanaan pengelolaan yang baik pada DAS Anak. Pada penelitian ini, terdapat skenario yang digunakan yang untuk memahami dampak dari rencana pengelolaan yang berbeda terhadap karakteristik hidrologi DAS Anak. Tujuan dilakukannya pembuatan skenario tutupan lahan ini adalah untuk memprediksi dampak dari

skenario tersebut terhadap karakteristik hidrologi DAS Anak yang mencakup berbagai parameter seperti curah hujan, Koefisien Regim Aliran (KRA), aliran permukaan (*surface runoff*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), Koefisien Aliran Tahunan (KAT), aliran dasar (*baseflow*), hasil air (*wateryield*), sedimentasi, dan erosi (Apriadi, 2022). Skenario yang digunakan yaitu perubahan tutupan lahan berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan Pasal 18. Pada skenario ini perubahan tutupan lahan pada DAS Anak harus memenuhi luas hutan minimal sebesar 30% dari luas daerah aliran sungai (DAS), sehingga penetapan luas kawasan hutan pada skenario ini melibatkan perubahan tutupan lahan pada DAS Anak agar kawasan hutan pada DAS Anak mencakup hingga 30% dari total tutupan lahan.

#### **3.4.5 Analisis Skenario Tutupan Lahan**

Analisis skenario tutupan lahan yang dilakukan yaitu dengan cara mendigitasi ulang tutupan lahan dan membuat peta perubahan tutupan lahan pada kawasan hutan menjadi minimal 30% agar sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Pasal 18 Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan bahwa setiap wilayah DAS harus memiliki hutan minimal 30%. Mengingat pada DAS Anak, masyarakat sekitar rata-rata banyak mengelola lahan perkebunan pertanian dan juga sawah.

Digitasi ulang tutupan lahan pada DAS Anak dilakukan dengan cara mengkonversi jenis tutupan lain yang ada pada DAS Anak dan kemudian dilakukan *running* SWAT kembali menggunakan peta perubahan tutupan lahan DAS Anak yang telah direkayasa sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan bahwa setiap wilayah DAS tutupan hutan minimal 30% dari luas DAS.

## IV. SIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis hidrologi DAS Anak yang telah dilakukan maka didapatkan simpulan sebagai berikut.

1. Aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) pada DAS Anak termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan aliran dasar rendah yang menunjukkan bahwa hidrologi pada DAS Anak buruk sehingga berpotensi banjir pada musim hujan dan kurangnya ketersediaan air atau kekeringan pada musim kemarau.
2. Koefisien Regim Aliran (KRA) pada DAS Anak termasuk ke dalam kategori tinggi yang menunjukkan bahwa DAS Anak tidak mampu menyerap dan menyimpan air hujan dengan baik, sedangkan Koefisien Aliran Tahunan (KAT) pada DAS Anak termasuk ke dalam kelas sedang yang menunjukkan DAS Anak masih mampu menyerap air hujan selama satu tahun.
3. Skenario perubahan tutupan lahan hutan menjadi 33,72% yang dilakukan mempengaruhi karakteristik hidrologi DAS Anak yaitu sebagai berikut.
  - a. Aliran permukaan (*surface runoff*) menurun, aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*) dan aliran dasar (*baseflow*) meningkat yang menunjukkan bahwa hidrologi pada DAS Anak mengalami peningkatan infiltrasi yang menyebabkan pada musim kemarau ada ketersediaan air.
  - b. Koefisien Regim Aliran (KRA) membaik menjadi kategori sedang yang menunjukkan bahwa pada DAS Anak mampu meresapkan air hujan yang jatuh masuk ke dalam permukaan dengan baik sehingga debit air pada musim kemarau ada ketersediaan air.

- c. Koefisien Aliran Tahunan (KAT) pada DAS Anak termasuk ke dalam kategori sedang yang menunjukkan DAS Anak masih mampu menyerap air hujan selama satu tahun.

## **6.2 Saran**

Berdasarkan analisis karakteristik hidrologi DAS Anak yang telah dilakukan dengan menggunakan permodelan SWAT yang mengacu pada skenario perubahan tutupan lahan sesuai dengan Pasal 18 Undang Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan yaitu dengan DAS Anak memiliki minimal tutupan hutan minimal sebesar 30% dari luas DAS didapatkan hasil bahwa DAS Anak memiliki karakteristik hidrologi yang kurang baik dan belum optimal. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan pengelolaan yang lebih efektif untuk meningkatkan kualitas karakteristik hidrologi pada DAS Anak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrisa, H., Basri, H. Rusdi, M. 2021. Evaluasi Pengaruh Rehabilitasilahan dan Hutan Terhadap Koefisien Aliran Tahunan Di Sub DAS Krueng Meuleusong. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. Vol 14 (2): 2528-2654.
- Arbina, M. 2019. Sistem infomasi geografis pemetaan daerah perkebunan dan komoditas hasil panen provinsi kalimantan tengah. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. 3(1): 165-172.
- Apriadi. 2022. Karakteristik Hidrologi DAS Ilahan Menggunakan Permodelan SWAT. *Tesis*. Universitas Lampung. Lampung.
- Arnold J.G., Kiniry J.G., Srinivasan R., William J.R., Haney E.B, Neitsch S.L. 2012. *Soil and Water Assesstment Tool Input/Output Documentation Version 2012*. Texas Water Resources Institute TR-439.
- Arsyad, S. Arwindrasti B., Sinukaban, N., Pawitan, H. 1997. *Kajian Karakteristik Hidrologi Daerah Aliran Sungai Cisadane*. Buku. Serial Pustaka IPB Press. Bogor.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Buku. Serial Pustaka IPB Press. Bogor.
- Asdak, C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Banuwa, I. S. 2008. Pengembangan Alternatif Usaha Tani Berbasis Kopi untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di DAS Sekampung Hulu. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Banuwa, I. S., Sinukaban, N., Tarigan, D. S., & Darusman, D. 2008. Evaluasi kemampuan lahan DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Tanah Tropika*. Vol 13. No1: 145–153.

- Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia. 2015-2019. Peta Rupa Bumi Digital Indonesia. Bogor, Jawa Barat. Diakses dari : <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>
- BPDAS WSS. 2015. *Statistik 2019*. Badan Pengolahan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung (BPDAS WSS). Bandar Lampung.
- Cahya, K., Aji, A., Budi, T. 2019. *Model Penyajian Unit Geomorfologi Gunung Ungaran Dan Sekitarnya Menggunakan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web*. Univesitas Negeri Semarang. Semarang.
- Darmawan, B., Malahayati, S. 2015. Studi Hidrologi Berdasarkan Climate Changes menggunakan Model Swat Di Daerah Tangkapan Air Waduk Jatiluhur. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*. 16(2): 55-60.
- Elvida, P., Zuhdi, M., Amadi, S. 2023. Analisis Debit Aliran Sungai Batang Merao Dengan Menggunakan Model SWAT (Soil And Water Assessment Tools). *Thesis*. Universitas Lampung. Lampung.
- Febriana, L., Montarcih, L., Andawayanti, U. 2015. Analisis Perubahan Bilangan Kurva Aliran Permukaan (Runoff Curve Number) Terhadap Debit Banjir di DAS Lesti. *Jurnal Teknik Pengairan*. 6(1): 37-45.
- Gandri, L., dkk. 2023. Analisis Daya Dukung Tata Air Untuk Monitoring Kinerja Pengelolaan DAS Poleang, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 8 (2): 91-100.
- Junaidi, E. 2013. Peranan Penerapan Agroforestry Terhadap Hasilair Daerah Aliran Sungai (Das) Cisadane. *Jurnal Penelitian Agroforestry*. 1(!): 41-53.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. *Peta Batas DAS Indonesia*. Direktorat Jenderal Bina Pengendalian DAS dan Hutan Lindung. Jakarta.
- Marhaento, H., Booij, M. J., Rientjes, T. H. M., dan Hoekstra, A. Y. (2017). Attribution of changes in the water balance of a tropical catchment to land use change using the SWAT model. *Hydrological Processes*. Vol 31 (11): 2029-2040.
- Masnur., dkk. 2022. Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Lahan Pertanian dan Komoditas Hasil Panen di Kabupaten Sidrap Berbasis WEB. *Jurnal Sintaks Logika*. 2(1): 229-235.

- Mawardi, I., 2010, Kerusakan DAS dan Penurunan Daya Dukung Sumberdaya Air di Pulau Jawa serta Upaya Penanganannya. *Jurnal Hidrosfer Indonesia*. 5 (2).
- Munandar, F., and A. Baeda. 2014. Kajian Laju Transport Sedimen di Pantai Akkarena. *Jurnal Lingkar Widyaiswara*. 1(1): 10-18.
- Nasir, S., Akhtar, I., Iqbal, Ali, Z., Shahzad, A. 2015. Accuracy Assessment of Digital Elevation Model Generated from Pleiades Tri stereo-pair. *7th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST)*.
- Naufal, M., Widyastuti, M., dkk. 2019. Variasi Temporal Kontribusi Aliran Dasar pada Mata Air Epikarst di Kawasan Karst Gunungsewu, Indonesia. *Jurnal ICENIS*. 1(5): 1-7.
- Neitsch, S.L, J.G Arnold, J.R. Kiniry, J.R. Williams,. 2005. *Soil And Water Assesment Tool Theoretical Documentation*. Grassland, Soil and Water Research Laboratory. USDA Agricultural Research Service. Temple, Texas.
- Pangestu, H., & Haki, H. 2013. Analisis angkutan sedimen total pada sungai dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 1(1): 103-109.
- Puji, N. 2017. Estimasi Hasil Air Dari Daerah Tangkapan Air Danau Rawa Pening Dengan Menggunakan Model Invest. *Jurnal Ilmiah Globe*. 19(2): 157-166.
- Prahasta, E. 2014. Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif geodesi & geomatika). *Jurnal Informatika*. 1(2): 34-42.
- Rahmawati, F., Joko, D., Indriana, D. 2018. Analisis Sedimen Pada Daerah Aliran Sungai PLTA DAS Besai Dengan Metode USLE (*United Soil Loss Equation*). *Jurnal JRSDD*. 6(4): 457-470.
- Ropiyanto, A., Banuwa, I. S., & Nurul, S. 2022. Pengaruh Guludan dan Pupuk Organonitrofos Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi pada Pertanian Singkong (*Manihot esculenta Crantz*). *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(2): 279–287.
- Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. Jakarta.

- Republik Indonesia. 2014. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air*. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2014 Tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. Jakarta.
- Sarah, S., Umar, S., Alam, S. 2015. Nilai Ekonomi Manfaat Hidrologis Hutan di Sub-DAS Sombe Untuk Kebutuhan Konsumsi Air Rumah Tangga di Kelurahan Palupi Kecamatan Tatanga Kota Palu. *Jurnal Warta Rimba*. 3(2): 31-38.
- Selfia, Z. A. 2021. Potensi Banjir Limpasan Permukaan di Sub DAS Merangin Tembesi DAS Batanghari Akibat Alih Fungsi Lahan. *Jurnal Buana*. 5(2), 202– 295.
- Sunandar, A.D., Suhendang. E., Hendrayanto, Jaya.I.N.S., Marimin. 2016. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap respon Hidrologis Di DAS Asahan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Vol. 13(1): 49-60.
- Supatmanto, B. D., & Yusuf, S. M. (2015). Studi Hidrologi Berdasarkan Climate Changes Menggunakan Model SWAT di Daerah Tangkapan Air Waduk Jatiluhur. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*. 16(2) :55-60.
- Setiawan, A. 2022. Analisis Debit DAS Way Seputih Hulu Dengan Permodelan Soil And Water Assesment Tool (SWAT). *Skripsi*. Institut Teknologi Sumatera. Lampung.
- Setijono, H. dkk., 2015. *Kajian Kelembagaan Pengelolaan DAS Lintas Provinsi: DAS Singkil*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Medan.
- Sunardi. 2016. Analisis Koefisien Aliran Dan Koefisien Regim Sungai Sebagai Parameter Penilaian Kekritisitas DAS. *Skripsi*. Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Usman, K. O. 2014. Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komering Kota Palembang. *Jurnal Doctoral Dissertation*. Sriwijaya University. Palembang.

Wallingford, S. M. (2003). *The Ecology of Soil Decomposition*. CABI. United Kingdom (UK).

Wibowo, K. Indra, and J. Jumadi. 2015. Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama*.11(1): 51–60.

Widiarti, A., Prajadinata, S. 2008. Karakteristik Hutan Rakyat Pola Kebun Campuran. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5(2): 145-156.

Wulandari. 2015. Studi Analisis Aliran Dasar (Baseflow) Perbandingan Metode Grafis dan Metode Recursive Digital Filter (RDF) Di Wilayah UPT PSDA Lumajang. *Skripsi*. Universitas Jember. Jember.

Yusuf, S.M. 2010. Kajian Respon Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi Pada DAS Cirasea Menggunakan Model SWAT. *Tesis*. IPB. Bogor.