

# **SKRIPSI**

**ANALISIS DEBIT SUNGAI MENGGUNAKAN MODEL  
*SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* DI DAERAH  
ALIRAN SUNGAI BONTO SAILE KABUPATEN  
KEPULAUAN SELAYAR**

**Disusun dan diajukan oleh**

**SARIF AL QADRI**

**M011171546**



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

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Debit Sungai Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* di Daerah Aliran Sungai Bonto Saile Kabupaten Kepulauan Selayar  
Nama Mahasiswa : Sarif Al-Qadri  
Stambuk : M 011 17 1546

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

Menyetujui:

### Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Dr. Ir. Usman Arsyad, MP., IPU

NIP. 195401072019015 001

Pembimbing II



Wahyuni, S.Hut., M.Hut

NIP. 19851009201504 2 001

Mengetahui,

**Kepala Departemen Kehutanan**

**Fakultas Kehutanan**

**Universitas Hasanuddin**



Dr. Ir. Samsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU

NIP. 19770108200312 1 003

Tanggal Lulus: 13 Juli 2022

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Sarif Al Qadri  
NIM : M011 17 1546  
Program Studi : Kehutanan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Debit Sungai Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* di  
Daerah Aliran Sungai Bonto Saile Kabupaten Kepulauan Selayar

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, Juli 2022

Yang menyatakan



*Sarif*  
Sarif Al Qadri

## ABSTRAK

**Sarif Al Qadri (M011171546) Analisis Debit Sungai Menggunakan Model *Soil And Water Assessment Tools* di Daerah Aliran Sungai Bonto Saile Kabupaten Kepulauan Selayar di bawah bimbingan Usman Arsyad dan Wahyuni.**

Pada dasarnya kebutuhan air akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Permasalahan yang dialami di wilayah Benteng Utara yang termasuk dalam DAS Bonto Saile mengalami banjir yang disebabkan meluapnya air sungai di DAS Bonto Saile dan beberapa tempat terendam karena kurang berfungsinya jaringan drainase, sehingga diperlukan studi pada DAS Bonto Saile untuk mengetahui kuantitas air. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis debit pada DAS Bonto Saile tahun 2015 dan 2020. Metode yang digunakan untuk menganalisis debit adalah mengumpulkan data iklim, data sifat tanah, penutupan lahan, dan kelerengan. Data tersebut dianalisis menggunakan model SWAT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai debit tertinggi pada tahun 2015 adalah  $0,71 \text{ m}^3/\text{s}$  dan pada tahun 2020 adalah  $1,02 \text{ m}^3/\text{s}$ . Nilai minimum pada tahun 2015 sebesar  $0,00 \text{ m}^3/\text{s}$  pada bulan 9 dan 10 di semua Sub DAS dan pada tahun 2020 sebesar  $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$  pada bulan 8, 9, dan 10 di Sub DAS 2. Hal ini dikarenakan perbedaan curah hujan yang terjadi pada tahun 2015 dan 2020 serta terjadi beberapa perubahan penutupan lahan pada wilayah DAS Bonto Saile. Nilai KRA tahun 2015 di Sub DAS Bonto Saile terdapat dua kategori yaitu sedang dan sangat tinggi, sedangkan nilai KRA tahun 2020 di Sub DAS Bonto Saile memiliki kriteria sangat rendah.

**Kata Kunci: Debit Sungai, SWAT, DAS Bonto Saile**

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Debit Sungai Menggunakan Model Soil and Water Assessment Tool di Daerah Aloran Sungai Bonto Saile Kabupaten Kepulauan Selayar**”.

Atas selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara materi maupun non materi. Penulis mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormatnya kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. Usman Arsyad, MP., IPU** dan Ibu **Wahyuni, S.Hut., M.Hut** selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 atas segala bantuannya dalam memberikan saran, membantu dan mengarahkan penulis mulai dari pemilihan tema, judul, metode hingga selesainya skripsi ini.
2. Ibu **Rizky Amalia, S.Hut., M.Hut** dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Amran Achmad, M.Sc** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak/ibu **Dosen Fakultas Kehutanan** yang senantiasa memberikan ilmu dengan penuh rasa tanggung jawab tanpa mengenal lelah serta seluruh **Staf Fakultas Kehutanan** yang selalu melayani pengurusan administrasi selama berada di lingkungan Fakultas Kehutanan.
4. Teman penelitian **Fauziah Sulpa, S.Hut dan Ahmad Tahir** yang senantiasa membantu dalam hal pengambilan data lapangan.
5. Teman-teman yang membantu saya dilapangan dan membantu mengerjakan skripsi saya **A. Andri Yuliansyah H.P.N, S. Hut, Mutmainna Mujihah, S. Hut, Indri Ayu Yulastuti , Maha Rezky, S. Hut, Vivi Nuraeni. S.Hut**
6. Teman-teman **Falco Unhas** yang senantiasa membantu saya dalam segala hal selama perkuliahan sampai penyusunan skripsi saya.

7. Teman-teman **Born To Survive** yang telah kebersamai dari awal Pendidikan sampai di akhir studi
8. Teman-teman **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai** yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah membantu saya dalam segala hal.
9. Teman-teman **FRAXINUS 2017** atas segala suka dan dukanya, mulai dari maba, pengaderan, praktek lapangan, hingga sarjana satu persatu, terima kasih kawan-kawan.

Penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga saya persembahkan kepada Bapak dan Ibu tersayang **Agus Salim dan Nurlia** atas segala kasih sayang, pengorbanan, dukungan dalam suka dan duka, serta saudari saya terkasih **Sari Agusliana** yang selalu mendukung saya dalam melakukan segala hal menuju kesuksesan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan bagi kita semua.

Makassar, April 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| HALAMAN JUDUL.....  | i              |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                   | ii             |
| PERNYATAAN KEASLIAN.....                                  | iii            |
| ABSTRAK .....   | iv             |
| KATA PENGANTAR .....                                      | v              |
| DAFTAR ISI.....   | vii            |
| DAFTAR TABEL.....   | ix             |
| DAFTAR GAMBAR .....                                       | x              |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                      | xi             |
| <b>I. PENDAHULUAN</b>                                     |                |
| 1.1. Latar Belakang .....                                 | 1              |
| 1.2. Tujuan dan Kegunaan.....                             | 3              |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>                               |                |
| 2.1. Daerah Aliran Sungai .....                           | 4              |
| 2.2. Komponen-komponen Daerah Aliran Sungai .....         | 5              |
| 2.3. Siklus Hidrologi .....                               | 8              |
| 2.4. Debit sungai.....                                    | 9              |
| 2.5. Model SWAT .....                                     | 10             |
| <b>III. METODE PENELITIAN</b>                             |                |
| 3.1. Waktu dan Tempat .....                               | 12             |
| 3.2. Alat dan Bahan .....                                 | 13             |
| 3.2.1. Alat .....   | 13             |
| 3.2.2. Bahan .....  | 13             |
| 3.3. Prosedur Penelitian.....                             | 14             |
| 3.3.1. Penyiapan Data Input.....                          | 14             |
| 3.3.2. Tahapan Analisis Debit Air dengan Model SWAT ..... | 18             |
| 3.4. Analisis Data .....                                  | 20             |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                           |                |
| 4.1. Keadaan Umum Lokasi .....                            | 21             |

|  |    |
|--|----|
| 4.1.1. Kondisi Iklim.....                        | 21 |
| 4.1.2. Kelas Lereng.....                         | 23 |
| 4.1.3. Karakteristik Tanah .....                 | 23 |
| 4.1.4. Penutupan Lahan Tahun 2015 dan 2020 ..... | 24 |
| 4.2. Hasil Analisis SWAT .....                   | 25 |
| 4.2.1. Delineasi Batas DAS .....                 | 25 |
| 4.2.2. Analisis HRU .....                        | 26 |
| 4.2.3. Simulasi SWAT .....                       | 26 |
| 4.3. Faktor yang Mempengaruhi Debit .....        | 29 |
| 4.3.1. Curah Hujan .....                         | 29 |
| 4.3.2. Kelas Lereng .....                        | 30 |
| 4.3.3. Jenis Tanah .....                         | 30 |
| 4.3.4. Perubahan Penutupan Lahan .....           | 31 |
| 4.4. Karakteristik Debit .....                   | 31 |
| 4.5. Keofisien Regim Aliran.....                 | 34 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN                          |    |
| 5.1. Kesimpulan.....                             | 37 |
| 5.2. Saran.....                                  | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                             | 38 |
| LAMPIRAN .....                                   | 40 |



## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b> | <b>Judul</b>  | <b>Halaman</b> |
|--------------|---|----------------|
| Tabel 1.     | Perhitungan confusion matrix .....                                | 18             |
| Tabel 2.     | Klasifikasi keefisien rezim aliran .....                          | 20             |
| Tabel 3.     | Curah hujan Wilayah DAS Bonto Saile tahun 2006-2020 .....         | 23             |
| Tabel 4.     | Kelas Lereng DAS Bonto Saile .....                                | 24             |
| Tabel 5.     | Luas penutupan lahan tahun 2015 dan 2020 DAS Bonto Saile .....    | 26             |
| Tabel 6.     | Luas Sub DAS di DAS Bonto Saile.....                              | 26             |
| Tabel 7.     | Sebaran luas Sub DAS (ha) berdasarkan kelas kemiringan lereng.... | 25             |
| Tabel 8.     | Sebaran luas Sub DAS berdasarkan kelas kemiringan lereng .....    | 30             |
| Tabel 9.     | Data tutupan lahan tahun 2015 pada Sub DAS di DAS Bonto Saile.    | 33             |
| Tabel 10.    | Data tutupan lahan tahun 2020 pada Sub DAS di DAS Bonto Saile.    | 33             |
| Tabel 11.    | Nilai debit tahun 2015 pada Sub DAS Bonto Saile .....             | 34             |
| Tabel 12.    | Nilai debit tahun 2020 di setiap Sub DAS Bonto Saile .....        | 34             |
| Tabel 13.    | Nilai KRA tahun 2015 pada Sub DAS Bonto Saile.....                | 35             |
| Tabel 14.    | Nilai KRA tahun 2015 pada Sub DAS Bonto Saile.....                | 35             |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|---------------|--|----------------|
| Gambar 1.     | Peta Lokasi Penelitian .....                                       | 13             |
| Gambar 2.     | Segitiga Tekstur Tanah.....  | 16             |
| Gambar 3.     | Prosedur Penelitian.....   | 19             |
| Gambar 4.     | Siklus hidrologi di DAS Bonto Saile tahun 2015 .....               | 27             |
| Gambar 5.     | Siklus hidrologi di DAS Bonto Saile tahun 2020 .....               | 28             |
| Gambar 6.     | Diagram Curah Hujan di DAS Bonto Saile<br>Tahun 2015 dan 2020..... | 29             |

## DAFTAR LAMPIRAN

| <b>Lampiran</b> | <b>Judul</b>                                  | <b>Halaman</b> |
|-----------------|---|----------------|
| Lampiran 1.     | Pengambilan Sampel Tanah .....                | 41             |
| Lampiran 2.     | Pengujian Sampel Tanah di Laboratorium .....  | 41             |
| Lampiran 3.     | Peta Kelas Lereng DAS Bonto Saile .....       | 42             |
| Lampiran 4.     | Peta Karakteristik Tanah DAS Bonto Saile..... | 50             |
| Lampiran 5.     | Peta Penutupan Lahan Tahun 2015 .....         | 51             |
| Lampiran 6.     | Peta Penutupan Lahan Tahun 2020 .....         | 54             |
| Lampiran 7.     | Peta Batas Sub DAS Bonto Saile .....          | 46             |
| Lampiran 8.     | Peta HRU Sub DAS Tahun 2015 .....             | 47             |
| Lampiran 9.     | Peta HRU Sub DAS 2 Tahun 2015 .....           | 48             |
| Lampiran 10.    | Peta HRU Sub DAS 3 Tahun 2015 .....           | 49             |
| Lampiran 11.    | Peta HRU Sub DAS 4 Tahun 2015 .....           | 50             |
| Lampiran 12.    | Peta HRU Sub DAS 1 Tahun 2020 .....           | 51             |
| Lampiran 13.    | Peta HRU Sub DAS 2 Tahun 2020 .....           | 52             |
| Lampiran 14.    | Peta HRU Sub DAS 2 Tahun 2020 .....           | 53             |
| Lampiran 15.    | Peta HRU Sub DAS 4 Tahun 2020 .....           | 54             |
| Lampiran 16.    | Tabel Hasil Uji Laboratorium Jenis Tanah..... | 55             |
| Lampiran 17.    | Tabel confusion matriks Tahun 2015 .....      | 59             |
| Lampiran 18.    | Tabel confusion matriks Tahun 2020 .....      | 60             |

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu wilayah tangkapan air hujan yang memiliki pengaruh besar terhadap ketersediaan air pada suatu daerah. Pada dasarnya kebutuhan air akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Manusia akan mengeksploitasi sumber daya alam dalam hal ini tanah dan air secara maksimal untuk memenuhi kebutuhannya. Peningkatan tersebut diakibatkan karena meningkatnya kebutuhan dari berbagai sektor baik domestik, industri, pertanian, energi, dan lainnya. Namun hal tersebut tidak beriringan dengan ketersediaan air yang tidak dapat dipastikan untuk memenuhi kebutuhan tersebut secara berkelanjutan. Tidak hanya ketersediaan air yang berkurang, kualitas air juga terkadang kurang baik (Irsyad, 2011).

Karakteristik debit air pada suatu DAS sangat dipengaruhi oleh dua faktor penting yaitu kondisi fisik suatu DAS dan curah hujan pada daerah tangkapan. Faktor tanah dan tutupan lahan merupakan kondisi fisik yang berperan penting terhadap karakteristik pada wilayah DAS, sehingga karakteristik debit pada DAS tersebut akan berubah ketika kedua faktor tersebut juga berubah. Dengan demikian karakteristik suatu debit air dapat mengartikan kondisi fisik suatu DAS yang bersangkutan. Selain itu informasi tentang karakteristik debit air sangat penting untuk mengetahui potensi sumber daya air pada daerah tersebut sehingga rencana pengelolaan air dapat berlangsung dengan efektif (Asdak, 2010). Perubahan tutupan lahan yang terjadi pada suatu DAS berpengaruh terhadap kondisi kawasan atau *catchment area* dan dapat menyebabkan perubahan aliran permukaan. Hal ini berpengaruh terhadap kondisi debit sungai pada *outlet* Sub DAS dan DAS tersebut (Irsyad, 2011).

Berdasarkan Laporan IPCC (2007) dalam Risbar (2015) bahwa perubahan iklim ditandai dengan adanya perubahan beberapa parameter iklim atau kejadian, antara lain: (a) Perubahan suhu permukaan bumi, (b) Perubahan curah hujan, (c) Perubahan pada kejadian cuaca ekstrim, (d) Perubahan tutupan es/salju, dan (e) Perubahan tinggi muka laut. Analisis perubahan iklim (*climate change*) dilakukan

karena melihat besarnya dampak yang dihasilkan dari perubahan iklim ini terhadap ketersediaan sumber daya air (SDA). Sebagai contoh untuk wilayah Indonesia secara keseluruhan, studi yang dilakukan oleh WWF (World Wid Fund, 2012) menunjukkan bahwa dalam periode 100 tahun ini telah terjadi kenaikan suhu rata-rata tahunan hingga  $0.72-3,92^{\circ}\text{C}$  yang disertai dengan penurunan presipitasi hujan hingga 2-3%. Studi ini juga menunjukkan bahwa di wilayah Indonesia bagian selatan telah terjadi pergeseran musim hujan hingga satu bulan lebih lambat dengan terjadinya kenaikan intensitas curah hujan hingga 10% di musim hujan dan penurunan 75% intensitas curah hujan di musim kemarau.

Kabupaten Kepulauan Selayar merupakan wilayah Provinsi Sulawesi Selatan yang terletak di ujung selatan Pulau Sulawesi antara  $5^{\circ}42'$  dan  $7^{\circ}35'$  LS, dan  $120^{\circ}15'$  dan  $122^{\circ}30'$  BT dengan luas wilayah  $10.503,69\text{ km}^2$  dengan luas wilayah daratan  $1.357,03\text{ km}^2$  dan luas wilayah perairan  $9.146,66\text{ km}^2$ . Luas daratan yang kecil, berbanding lurus dengan luas daerah aliran sungai yang terdapat di kepulauan Selayar. Kondisi DAS di Kepulauan Selayar relatif berbeda dengan kebanyakan kondisi DAS pada daerah lainnya, seperti luas DAS yang kecil, pengaruh angin laut yang dominan serta rangkaian sungainya yang berasal dari barisan perbukitan yang lurus (Pokja Sanitasi Kepulauan Selayar, 2012). Kepulauan Selayar juga dipengaruhi oleh perubahan iklim yang sedang terjadi, sehingga mempengaruhi ketersediaan sumber daya air.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Bonto Saile mengalir dari Timur ke Barat yang mengalir Kecamatan Bontoharu dan sebagian Kota Benteng. Pada bulan Desember 2020 di wilayah Benteng Utara (masuk dalam DAS Bonto Saile) mengalami banjir yang disebabkan meluapnya air sungai di DAS Bonto Saile dan beberapa tempat terendam karena kurang berfungsinya jaringan drainase. Laju pertumbuhan penduduk yang setiap tahunnya terus meningkat dan kebutuhan akan lahan semakin banyak, diduga akan meningkatkan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan fungsinya terutama pada daerah aliran sungai.

Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan studi pada DAS Bonto Saile untuk mengetahui kuantitas air, dalam hal ini debit air melalui analisis yang mengacu pada beberapa faktor penting dalam menentukan besarnya debit aliran pada *outlet* sungai. Faktor penting dalam penentuan besarnya debit air adalah

curah hujan, infiltrasi, limpasan, evapotranspirasi, retensi permukaan, dan air tanah dengan tahapan analisis menggunakan model *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*. Selanjutnya faktor kemiringan lahan, jenis tanah dan vegetasi di atasnya sangat berperan dalam menentukan besarnya limpasan yang terjadi dan air yang dapat disimpan ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Jika limpasan yang terjadi saat hujan kecil dan infiltrasi air ke dalam tanah besar, maka air terlebih dahulu disimpan di dalam tanah sehingga akan meningkatkan ketersediaan air tanah (Irsyad, 2011).

## **1.2. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit sungai pada DAS Bonto Saile tahun 2015 dan 2020.

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

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Menteri Kehutanan RI, 2009). Menurut Rao (2000) dalam Rau (2015) Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu wilayah tangkapan air memberikan pengaruh yang besar terhadap ketersediaan air suatu daerah, sehingga dalam pengelolaannya dibutuhkan perencanaan yang sebaik mungkin. Ketersediaan air merupakan air yang dibutuhkan dalam proses produksi maupun air untuk kebutuhan sehari-hari yang pada umumnya berasal dari air hujan, air danau, air tanah, dan air sungai. Manajemen DAS merupakan pendekatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan manfaat dari tanah, air, dan vegetasi dalam meringankan kekeringan, banjir, pencegahan erosi tanah, meningkatkan produksi pertanian, serta meningkatkan ketersediaan air secara berkelanjutan.

Dalam mempelajari ekosistem DAS, dapat diklasifikasikan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. DAS bagian hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, DAS bagian hilir merupakan daerah pemanfaatan. DAS bagian hulu mempunyai arti penting terutama dari segi perlindungan fungsi tata air, karena itu setiap terjadinya kegiatan di daerah hulu akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya. Dengan perkataan lain ekosistem DAS, bagian hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, dan oleh karenanya pengelolaan DAS hulu seringkali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi (Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, 2008).

Dalam rangka memberikan gambaran keterkaitan secara menyeluruh dalam pengelolaan DAS, terlebih dahulu diperlukan batasan-batasan mengenai DAS berdasarkan fungsi, yaitu pertama DAS bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan. Kedua DAS bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau. Ketiga DAS bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah (Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, 2008).

Dalam suatu DAS berlangsung aktifitas interaktif yang dinamis dari sejumlah komponen penyusunnya, oleh karena itu DAS dapat dipandang sebagai suatu wilayah ekologis lainnya. Sebagai sistem ekologi, dimana jasad renik hidup dan lingkungan fisik kimia berinteraksi secara dinamik dan di dalamnya terjadi keseimbangan dinamis antar energi dan material yang keluar dalam keadaan alami, energi matahari, iklim di atas DAS, dan unsur-unsur endogenik di bawah DAS merupakan input atau masukan suatu DAS sedangkan air dan sedimen yang keluar dari muara serta air yang kembali ke udara melalui evapotranspirasi merupakan output atau keluaran dari suatu DAS (Arsyad, 2010).

## **2.2. Komponen-Komponen Daerah Aliran Sungai**

Komponen-komponen penyusun ekosistem DAS, baik vegetasi, tanah, air maupun manusia memegang peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Semua komponen harus berkesinambungan sehingga dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi manusia. Keseimbangan



ekosistem DAS dapat tercapai bila keseimbangan antara ekosistem daratan (termasuk di dalamnya vegetasi, tanah, dan manusia) dan ekosistem akuatik (termasuk di dalamnya yaitu air) dapat terpelihara dengan baik (Anonim, 2007)

#### a. Vegetasi

Vegetasi merupakan lapisan pelindung atau penyangga antara atmosfer dan tanah. Suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau rimba yang lebat akan menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi. Oleh karena kebutuhan manusia akan pangan, sandang, dan permukiman, maka semua tanah tidak dapat dibiarkan tertutup hutan dan padang rumput (Arsyad, 2010).

Styczen dan Morgan (1995) dalam Arsyad (2010) menyatakan bahwa vegetasi mempengaruhi siklus hidrologi melalui pengaruhnya terhadap air hujan yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi, ke tanah dan batuan di bawahnya. Oleh karena itu vegetasi mempengaruhi volume air yang masuk ke sungai dan danau, ke dalam tanah dan cadangan air bawah tanah. Bagian vegetasi yang ada di atas permukaan tanah, seperti daun dan batang, menyerap energi perusak hujan, sehingga mengurangi dampaknya terhadap tanah, sedangkan bagian vegetasi yang ada di dalam tanah, yang terdiri atas sistem perakaran, meningkatkan kekuatan mekanik tanah.

Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dibagi dalam (1) intersepsi air hujan, (2) mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak hujan dan aliran permukaan, (3) pengaruh akar, bahan organik sisa-sisa tumbuhan yang jatuh di permukaan tanah, dan kegiatan-kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif dan pengaruhnya terhadap stabilitas struktur porositas tanah, dan (4) transpirasi yang mengakibatkan berkurangnya kandungan air tanah (Arsyad, 2010).

#### b. Tanah

Tanah adalah suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen komponen padat, cair, dan gas yang mempunyai sifat dan perilaku yang dinamik. Ilmu tanah memandang tanah dari dua konsep utama, yaitu sebagai hasil pelapukan bahan induk melalui proses biofisika kimia dan sebagai habitat tumbuhan (Arsyad, 2010).

Tanah mempunyai sifat fisik sangat kompleks, terdiri atas komponen padatan yang berinteraksi dengan cairan, dan udara. Komponen pembentuk tanah yang berupa padatan, cair dan udara jarang berada dalam kondisi kesetimbangan, selalu berubah mengikuti perubahan yang terjadi di atas permukaan tanah yang dipengaruhi oleh suhu udara, angin, dan sinar matahari (Kurnia dkk. 2006).

Pengambilan contoh tanah merupakan tahapan penting untuk penetapan sifat-sifat fisik tanah di laboratorium. Prinsipnya, hasil analisis sifat-sifat fisik tanah di laboratorium harus dapat menggambarkan keadaan sesungguhnya sifat fisik tanah di lapangan. Sifat-sifat fisik tanah yang dapat ditetapkan di laboratorium mencakup berat volume (BV), berat jenis partikel ( $PD = \textit{particle density}$ ), tekstur tanah, permeabilitas tanah, stabilitas agregat tanah, distribusi ukuran pori tanah termasuk ruang pori total (RPT), pori drainase, pori air tersedia, kadar air tanah, kadar air tanah optimum untuk pengolahan, plastisitas tanah, pengembangan atau pengerutan tanah ( $COLE = \textit{coefficient of linier extensibility}$ ), dan ketahanan geser tanah (Kurnia dkk. 2006).

### c. Sungai

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (PP 38 tahun 2011).

Air sungai berasal dari hujan yang masuk ke dalam sungai dalam bentuk aliran permukaan, aliran air bawah permukaan, air bawah tanah dan butir-butir air hujan yang langsung jatuh di permukaan sungai. Debit aliran sungai akan naik setelah terjadi hujan yang cukup, kemudian akan turun kembali setelah hujan selesai (Arsyad, 2010).

Air sungai merupakan sumberdaya alam yang digunakan untuk memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilakukan perlindungan agar dapat bermanfaat bagi kehidupan makhluk hidup maupun manusia. Pelestarian dan pengendalian terhadap kualitas air sungai dilakukan untuk menjaga dan memelihara kualitas air sungai agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan. Pelestarian dan pengendalian tersebut merupakan salah satu upaya untuk memelihara fungsi air agar kualitasnya tetap terjaga secara alamiah (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia, 2017).

#### d. Manusia dan segala aktifitasnya

Manusia akan mengeksploitasi sumber daya alam dalam hal ini tanah dan air secara maksimal untuk memenuhi kebutuhannya. Peningkatan tersebut diakibatkan karena meningkatnya kebutuhan dari berbagai sektor baik domestik, industri, pertanian, energi, dan lainnya. Namun hal tersebut tidak beriringan dengan ketersediaan air yang tidak dapat dipastikan untuk memenuhi kebutuhan tersebut secara berkelanjutan. Tidak hanya ketersediaan air yang berkurang, kualitas air juga terkadang kurang baik (Irsyad, 2011).

Perambahan hutan untuk kegiatan pertanian telah meningkatkan koefisien air larian, yaitu meningkatkan jumlah air hujan menjadi air larian, dan dengan demikian, meningkatkan debit sungai. Perambahan hutan juga mengakibatkan hilangnya serasah dan humus yang dapat menyerap air hujan dalam skala besar, dampak kejadian tersebut adalah terjadi gangguan perilaku aliran sungai. Pada musim hujan debit air sungai meningkat tajam sementara pada musim kemarau debit air sangat rendah. Dengan demikian, resiko banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau meningkat (Asdak, 2010).

### **2.3. Siklus Hidrologi**

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari proses penambahan, penampungan dan kehilangan air di bumi. Air yang jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, embun, salju akan mengalami berbagai peristiwa kemudian akan menguap ke udara menjadi awan dalam bentuk hujan, salju dan embun yang kemudian akan kembali jatuh ke bumi (Arsyad, 2010).

Sebagian besar air hujan yang jatuh menguap sebelum sampai ke bumi (evaporasi). Pada tempat yang terdapat tumbuhan atau benda lain air hujan akan ditahan (intersepsi), air hujan yang tertahan sebagian akan menguap ke udara, sebagian lagi jatuh ke permukaan tanah (*through fall*) sedangkan sebagian yang lain akan mengalir di permukaan tumbuhan kemudian sampai ke permukaan tanah (*stem flow*). Bagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan mengalir di permukaan tanah disebut aliran permukaan (*run off*) atau masuk ke dalam tanah disebut infiltrasi. Air infiltrasi bisa menjadi air bawah tanah, menguap ke udara atau diserap tanaman. Presipitasi atau curah hujan merupakan curahan atau

jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk berbeda. Presipitasi adalah faktor utama yang mengendalikan proses daur hidrologi suatu DAS (Arsyad, 2010).

Aliran permukaan terdiri dari dua jenis. *Stream flow* untuk aliran air yang berada dalam sungai atau saluran, dan *surface runoff (overland flow)* untuk aliran yang mengalir di atas permukaan tanah (Arsyad 2006). Akibat panas matahari air di permukaan bumi juga akan berubah wujudnya menjadi gas/uap dalam bentuk evaporasi dan bila melalui tanaman disebut transpirasi. Proses pengambilan air oleh akar tanaman kemudian terjadinya penguapan dari dalam tanaman disebut sebagai evapotranspirasi (Kodoatie dan Sjarief. 2008) dalam (Yanti, dkk. 2017). Secara skematis siklus hidrologi dapat ditunjukkan pada beberapa proses utama yang terlibat dalam gerakan air di dalam siklus yaitu:

1. Evaporasi dari permukaan badan air, khususnya di laut
2. Evapotranspirasi kombinasi dari transpirasi tanaman dan evaporasi permukaan
3. Presipitasi baik dalam bentuk hujan dan salju
4. Infiltrasi ke dalam tanah dan bebatuan yang berkontribusi terhadap sistem air
5. *Runoff* yang terjadi di permukaan menuju badan air dipermukaan tanah seperti sungai dan danau
6. Pengisian kembali dari akuifer dan sungai ke laut, reservoir dimana siklus akan dimulai kembali

## **2.4. Debit Sungai**

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

Debit adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ). Dalam laporan-laporan teknis, debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk hidrograf aliran. Hidrograf aliran adalah suatu perilaku debit sebagai respon adanya perubahan karakteristik biogeofisik yang berlangsung dalam suatu DAS (oleh adanya kegiatan pengelolaan DAS) dan atau adanya perubahan (fluktuasi musiman atau tahunan) iklim local. Lebih lanjut dikatakan bahwa debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik ( $m^3/s$ ). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (Asdak, 2010).

Aliran sungai berasal dari hujan yang masuk kedalam alur sungai berupa aliran permukaan dan aliran air dibawah permukaan, debit aliran sungai akan naik setelah terjadi hujan yang cukup, kemudian yang turun kembali setelah hujan selesai. Grafik yang menunjukkan naik turunnya debit sungai menurut waktu disebut hidrograf, bentuk hidrograf sungai tergantung dari sifat hujan dan sifat daerah aliran sungai (Arsyad, 2010).

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

## **2.5. Model SWAT**

SWAT adalah model yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold pada awal tahun 1990-an untuk pengembangan *Agricultural Research Service* (ARS) dari USDA. Model tersebut dikembangkan untuk melakukan prediksi dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi dan jumlah bahan kimia, pada suatu area DAS yang kompleks dengan mempertimbangkan variasi jenis

tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama. SWAT merupakan model terdistribusi yang terhubung dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan mengintegrasikan Spasial DSS (*Decision Support System*). Model SWAT dioperasikan pada interval waktu harian dan dirancang untuk memprediksi dampak jangka panjang dari praktek pengelolaan lahan terhadap sumberdaya air, sedimen, dan hasil *agrochemical* pada DAS besar dan kompleks dengan berbagai skenario tanah, penggunaan lahan dan pengelolaan berbeda (Pawitan, 2004).

SWAT dikembangkan untuk memprediksi dampak praktek pengelolaan lahan (*land management practices*) terhadap air, sedimen dan bahan kimia pertanian 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. Jadi SWAT adalah untuk memprediksi pengaruh jangka panjang, bukan memprediksi hasil untuk suatu kejadian hujan atau suatu peristiwa banjir (Arsyad, 2010).

Proses hidrologi DAS yang di simulasi dalam SWAT terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu proses di lahan dan di sungai. Bagian pertama adalah fase lahan dari siklus hidrologi. Fase lahan siklus hidrologi mengontrol jumlah air, sedimen, unsur hara dan pestisida yang bergerak di lahan menuju sungai utama pada masing-masing Sub DAS. Bagian kedua adalah fase routing atau proses pergerakan air, sedimen, bahan pestisida dan bahan nutrient lainnya melalui jaringan sungai dalam DAS menuju ke outlet (Ditjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial, 2014).

Output SWAT terangkum dalam file-file yang terdiri dari file HRU, SUB dan RCH. File HRU berisikan *output* dari masing-masing HRU, sedangkan SUB berisikan *output* dari masing-masing Sub DAS dan RCH merupakan *output* dari masing-masing sungai utama pada setiap Sub DAS. Informasi *output* pada file SUB dan file HRU adalah luas area (AREA km<sup>2</sup>), jumlah curah hujan (PRECIP mm), evapotranspirasi actual (ET mm H<sub>2</sub>O), kandungan air tanah (SW), aliran permukaan (SURQ mm), aliran lateral (LATQ), aliran dasar (GWQ mm), hasil sedimen (SED ton/ha), luas AREA (AREA km<sup>2</sup>), jumlah curah hujan (PRECP mm), evapotranspirasi aktual (ET mm), kandungan air tanah (SW mm), air

perkolasi (PERC mm), aliran permukaan (SURQ mm), hasil air (WYLD mm)  
(Adrionita, 2011).