

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP LIMPASAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN MODEL SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BILA

Disusun dan diajukan oleh

FADHLURRAHMAN SALIMIN

M0111 81 374



DEPARTEMEN KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
TERHADAP LIMPASAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN
MODEL SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BILA**

Disusun dan diajukan oleh

FADHLURRAHMAN SALIMIN

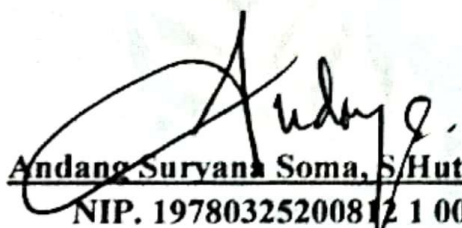
M011181374

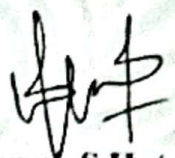
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas
Kehutanan Universitas Hasanuddin
pada tanggal 30 Maret 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D
NIP. 19780325200812 1 002


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

Ketua Program Studi



Dr. Dr. Siti Nurraeni, M.P.
NIP. 196804101995122001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadhlurrahman Salimin
Nim : M011181374
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP
LIMPASAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN MODEL SOIL AND
WATER ASSESSMENT TOOL DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BILA**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan aliran 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, 30 Maret 2023

Yang menyatakan



Fadhlurrahman Salimin

ABSTRAK

Fadhlurrahman Salimin (M011181374). Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Limpasan Permukaan Menggunakan Model Soil and Water Assessment Tool di DAS Bila dibawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Wahyuni.

Perubahan tutupan lahan menimbulkan dampak negatif terhadap sumberdaya lahan dan air yang terjadi pada wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS). Perubahan tutupan lahan bervegetasi menjadi lahan tidak bervegetasi dapat menyebabkan peningkatan aliran permukaan karena berkurangnya lahan yang dapat menyerap air. Hal tersebut berdampak pada peningkatan volume air yang mengalir ke sungai dan danau, yang pada akhirnya dapat menyebabkan banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan tahun 2016 dan tahun 2021 serta pengaruhnya terhadap limpasan permukaan di DAS Bila. Analisis perubahan tutupan lahan dilakukan dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis yaitu overlay data dan dalam menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan dari hasil Model Soil and Water Assessment Tool (SWAT) digunakan analisis deskriptif. Hasil penelitian ini diketahui bahwa tutupan lahan DAS Bila mengalami perubahan tertinggi pada semak belukar sebesar 680,29 ha, pertanian lahan kering seluas 520,99 ha dan hutan lahan kering sekunder seluas 155,76 ha. Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan dengan kenaikan nilai limpasan permukaan tertinggi yaitu perubahan tutupan semak belukar menjadi lahan pertanian dan lahan terbuka sedangkan kenaikan limpasan permukaan terendah dengan perubahan tutupan lahan hutan lahan kering primer menjadi hutan lahan kering sekunder. Adapun koefisien limpasan permukaan DAS Bila pada tahun 2016 dikategorikan baik dan pada tahun 2021 dikategorikan sedang.

Kata Kunci: DAS Bila, Perubahan Penutupan Lahan, SWAT, Limpasan Permukaan, Koefisien Limpasan Permukaan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “**Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* di Daerah Aliran Sungai Bila**”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat berbagai macam kendala dan banyak kekurangan. Tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan dan selesai dengan baik. Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak **Salimin Mauga, S.Pd., M.Pd** dan Ibu **Wa Salifa, S.H** yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang, doa, pengorbanan, dukungan dan nasihat yang tentu tak akan bisa penulis balas, serta saudara(i) terkasih **Nuur Sholiha Salimin, Marzuki Rahman Salimin** dan **Zhafirrahman Salimin** atas segala dukungannya dalam bentuk materi maupun non materi menuju kesuksesan. Penulis mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormatnya kepada:

1. Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D** dan Ibu **Wahyuni, S.Hut., M.Hut** selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 atas segala bantuannya dalam mengarahkan, memberikan saran, dan membantu penulis mulai dari pemilihan tema, judul, metode hingga selesainya skripsi ini.
2. Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut** dan Ibu **Ira Taskirawati, S.Hut., M.Si., Ph.D** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
3. Ketua Program Studi Kehutanan Ibu **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.** serta Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staff Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya selama menempuh pendidikan di Fakultas Kehutanan.
4. Segenap keluarga besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**, terkhusus kakanda **Syaeful Rahmat, S.Hut, Muh. Dandy Rachmat Ramadhan, S.Hut, Riska Sariyani, S.Hut, Putri Saridayana Thamrin, S.Hut, Nur Intan Wiswati, S.Hut**, yang telah membantu dalam segala hal sehingga terselesaikannya skripsi ini.

5. Teman-teman **Paradisea Rubra, FVS08 UNHAS, Sultra FVS08, SOLUM 18, DAS 18, KKN-T 108 Posko 3 Desa Bulue** yang telah memberi bantuan selama masa perkuliahan dan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Teman **Andi Nilla Gading, A. M Yunus Furqan Ramdani, Azwar Akbar, Andi Alif Chaeruddin, Maha Rezky, Jessica Denishe, Indri Ayu Yuliasuti, Sarah Nurul Hikmah, Nur Dwiyanti Utari, Elda Yunisa** yang telah memberikan dukungan dan membantu selama penelitian dan penulisan.
7. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah tulus dan ikhlas memberikan doa, motivasi, membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.

Semoga kebaikan yang diberikan menjadi amal sholeh dan dibalas dengan kebaikan yang lebih oleh Allah Subhannawataa'la. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kita rekan-rekan yang membacanya.

Makassar, 30 Maret 2023

Fadhlurrahman Salimin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	4
2.2 Pengelolaan DAS	5
2.3 Siklus Hidrologi.....	6
2.4 Limpasan Permukaan.....	8
2.5 Penutupan Lahan.....	10
2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)	12
2.7 <i>Soil and Water Assessment Tool</i> (SWAT).....	14
III. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.3.1 Delineasi Batas DAS	18
3.3.2 Interpretasi Citra.....	19
3.3.3 Validasi dan Uji Akurasi	20
3.3.4 Overlay Peta Tutupan Lahan	22
3.3.5 Penyiapan Data Input SWAT	22

3.3.6	Pengolahan Data dengan Menggunakan Model SWAT.....	27
3.4	Analisis Data.....	29
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Analisis Perubahan Tutupan lahan.....	31
4.1.1	Tutupan Lahan Tahun 2016.....	31
4.1.2	Tutupan Lahan Tahun 2021.....	34
4.1.3	Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2016 dan 2021	36
4.2	Hasil Analisis SWAT.....	40
4.2.1	Delineasi Batas Sub DAS	40
4.2.2	<i>Hidrology Respon Unit</i> (HRU).....	41
4.2.3	Kondisi Hidrologi	42
4.3	Faktor Penyebab Limpasan Permukaan	45
4.3.1	Curah Hujan.....	45
4.3.2	Kelas Lereng.....	46
4.3.3	Jenis Tanah	48
4.3.4	Perubahan Tutupan Lahan	58
4.4	Limpasan Permukaan.....	59
4.4.1	Limpasan Permukaan Tahun 2016	59
4.4.2	Limpasan Permukaan Tahun 2021	61
4.5	Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan lahan terhadap Limpasan Permukaan.....	63
4.6	Koefisien Limpasan Permukaan	69
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71
	DAFTAR PUSTAKA	72
	LAMPIRAN.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1	Confusion Matrix	21
Tabel 2.	Kelompok Hidrologi Tanah Berdasarkan Kelas Tekstur Tanah	24
Tabel 3.	Klasifikasi Koefisien Limpasan Permukaan	30
Tabel 4.	Luas Tutupan Lahan DAS Bila tahun 2016	31
Tabel 5.	Confusion matriks Titik Sampel Penutupan Lahan tahun 2016	32
Tabel 6.	Luas Tutupan Lahan DAS Bila tahun 2021	34
Tabel 7.	Confusion matriks titik sampel penutupan lahan tahun 2021	35
Tabel 8.	Matriks Perubahan Tutupan lahan di DAS Bila tahun 2016 - 2021	38
Tabel 9.	Luas Sub DAS dalam DAS Bila	40
Tabel 10.	Sebaran HRU berdasarkan Sub DAS dalam DAS Bila	41
Tabel 11.	Luas Wilayah Sub DAS berdasarkan Kelas Lereng	46
Tabel 12.	Jenis Tanah pada DAS Bila	48
Tabel 13.	Karakteristik Tanah	50
Tabel 14.	Nilai Limpasan Permukaan Sub DAS Bila Tahun 2016	59
Tabel 15.	Nilai Limpasan Permukaan Sub DAS Bila Tahun 2021	62
Tabel 16.	Perubahan Tutupan Lahan dan Limpasan Permukaan	65
Tabel 17.	Koefisien Limpasan Permukaan Sub DAS Bila	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian	16
Gambar 2.	Bagan Alur Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Limpasan Permukaan	18
Gambar 3.	Segitiga Teksur Tanah.....	25
Gambar 4.	Peta Tutupan Lahan Tahun 2016	33
Gambar 5.	Peta Tutupan Lahan Tahun 2021	36
Gambar 6.	Grafik perubahan tutupan Lahan DAS Bila 2016-2021.....	37
Gambar 7.	Peta Perubahan Tutupan Lahan DAS Bila	39
Gambar 8.	Siklus Hidrologi SWAT Tahun 2016.....	43
Gambar 9.	Siklus Hidrologi SWAT 2021	44
Gambar 10.	Grafik Curah Hujan DAS Bila	45
Gambar 11.	Peta Sebaran Limpasan Permukaan tahun 2016	61
Gambar 12.	Peta Sebaran Limpasan Permukaan Tahun 2021	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta Kelas Lereng DAS Bila	80
Lampiran 2.	Peta Jenis Tanah DAS Bila.....	81
Lampiran 3.	Curah Hujan Stasiun p-361200 DAS Bila Tahun 2007-2021.....	82
Lampiran 4.	Curah Hujan Stasiun p-391200 DAS Bila Tahun 2007-2021.....	83
Lampiran 5.	Peta Sebaran Curah Hujan DAS Bila Tahun 2016	84
Lampiran 6.	Peta Sebaran Curah Hujan DAS Bila Tahun 2021	85
Lampiran 7.	Rincian Luas Tanah Berdasarkan Sub DAS	86
Lampiran 8.	Petunjuk Teknis Penafsiran Citra Satelit	88
Lampiran 9.	Luas Tutupan Lahan Tahun 2016 berdasarkan Sub DAS.....	91
Lampiran 10.	Luas Tutupan Lahan Tahun 2021 berdasarkan Sub DAS	92
Lampiran 11.	Peta Sub DAS dalam DAS Bila.....	93
Lampiran 12.	Peta HRU 2016 Sub DAS 1	94
Lampiran 13.	Peta HRU 2016 Sub DAS 2.....	94
Lampiran 14.	Peta HRU 2016 Sub DAS 3.....	95
Lampiran 15.	Peta HRU 2016 Sub DAS 4.....	95
Lampiran 16.	Peta HRU 2016 Sub DAS 5.....	96
Lampiran 17.	Peta HRU 2016 Sub DAS 6.....	96
Lampiran 18.	Peta HRU 2016 Sub DAS 7.....	97
Lampiran 19.	Peta HRU 2016 Sub DAS 8.....	97
Lampiran 20.	Peta HRU 2016 Sub DAS 9.....	98
Lampiran 21.	Peta HRU 2016 Sub DAS 10.....	98
Lampiran 22.	Peta HRU 2016 Sub DAS 11.....	99
Lampiran 23.	Peta HRU 2016 Sub DAS 12.....	99
Lampiran 24.	Peta HRU 2016 Sub DAS 13.....	100
Lampiran 25.	Peta HRU 2016 Sub DAS 14.....	100
Lampiran 26.	Peta HRU 2016 Sub DAS 15.....	101
Lampiran 27.	Peta HRU 2016 Sub DAS 16.....	101
Lampiran 28.	Peta HRU 2016 Sub DAS 17.....	102
Lampiran 29.	Peta HRU 2016 Sub DAS 18.....	102

Lampiran 30. Peta HRU 2016 Sub DAS 19.....	103
Lampiran 31. Peta HRU 2016 Sub DAS 20.....	103
Lampiran 32. Peta HRU 2016 Sub DAS 21.....	104
Lampiran 33. Peta HRU 2021 Sub DAS 1.....	104
Lampiran 34. Peta HRU 2021 Sub DAS 2.....	105
Lampiran 35. Peta HRU 2021 Sub DAS 3.....	105
Lampiran 36. Peta HRU 2021 Sub DAS 4.....	106
Lampiran 37. Peta HRU 2021 Sub DAS 5.....	106
Lampiran 38. Peta HRU 2021 Sub DAS 6.....	107
Lampiran 39. Peta HRU 2021 Sub DAS 7.....	107
Lampiran 40. Peta HRU 2021 Sub DAS 8.....	108
Lampiran 41. Peta HRU 2021 Sub DAS 9.....	108
Lampiran 42. Peta HRU 2021 Sub DAS 10.....	109
Lampiran 43. Peta HRU 2021 Sub DAS 11.....	109
Lampiran 44. Peta HRU 2021 Sub DAS 12.....	110
Lampiran 45. Peta HRU 2021 Sub DAS 13.....	110
Lampiran 46. Peta HRU 2021 Sub DAS 14.....	111
Lampiran 47. Peta HRU 2021 Sub DAS 15.....	111
Lampiran 48. Peta HRU 2021 Sub DAS 16.....	112
Lampiran 49. Peta HRU 2021 Sub DAS 17.....	112
Lampiran 50. Peta HRU 2021 Sub DAS 18.....	113
Lampiran 51. Peta HRU 2021 Sub DAS 19.....	113
Lampiran 52. Peta HRU 2021 Sub DAS 20.....	114
Lampiran 53. Peta HRU 2021 Sub DAS 21.....	114
Lampiran 54. Dokumentasi Kegiatan Lapangan.....	115
Lampiran 55. Dokumentasi Pengujian Sampel Tanah.....	117

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang begitu cepat menyebabkan perubahan fungsi tata guna lahan. Peningkatan jumlah penduduk tentunya menuntut penyediaan sarana dan prasarana untuk mencukupi kebutuhan yang pada akhirnya menuntut adanya alih fungsi lahan (Anna dkk, 2010). Kemendagri melalui Direktorat Jenderal Dukcapil merilis data kependudukan Semester II tahun 2021 yang berisi mengenai informasi jumlah penduduk Indonesia yaitu sebanyak 273.879.750 jiwa. Jumlah tersebut mengalami peningkatan sebanyak 2.529.861 jiwa dibanding tahun 2020. Sejalan dengan permintaan dan pemenuhan kebutuhan lahan, mengakibatkan terjadinya pergeseran fungsi atau alih fungsi lahan yang tadinya diperuntukkan sebagai kawasan hutan, daerah resapan air dan pertanian perkebunan berubah fungsi menjadi kawasan komersial. Peralihan fungsi suatu kawasan yang mampu menyerap air (*pervious*) menjadi kawasan yang kedap air (*impervious*) akan mengakibatkan ketidakseimbangan hidrologi dan berpengaruh negatif pada kondisi daerah aliran sungai (DAS) (Sari, 2012).

Tutupan lahan berpengaruh dalam pergerakan air dalam DAS. Tutupan lahan bervegetasi berfungsi sebagai pelindung tanah terhadap daya pukulan butir air hujan maupun terhadap daya angkut air aliran permukaan (*run off*), serta meningkatkan peresapan air ke dalam tanah (Subagyono dkk, 2003 dalam Yusuf, 2014). Penutupan lahan berupa hutan dalam suatu DAS merupakan penutupan lahan yang paling efektif secara alami untuk mengendalikan pergerakan curah hujan sehingga mampu mengurangi erosi dan sedimentasi, meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah dan memperkecil sebagian lainnya menjadi air permukaan, serta pengendalian banjir dan kekeringan (Amaliah dkk, 2020).

Perubahan tutupan lahan menimbulkan terjadinya dampak negatif terhadap sumberdaya lahan dan air yang terjadi pada wilayah DAS. Alih guna lahan pada wilayah DAS mempengaruhi kondisi hidrologi DAS seperti erosi, degradasi lahan, banjir, dan meningkatnya koefisien limpasan permukaan (Libertyca, 2015). Limpasan permukaan yang terjadi pada suatu wilayah DAS disebabkan oleh jumlah

curah hujan melampaui laju infiltrasi. Limpasan air hujan yang tidak tertangani dengan baik akan menimbulkan berbagai masalah bagi masyarakat, terutama banjir (Rohyanti dkk, 2015).

Salah satu daerah di Indonesia yang termasuk dalam daerah rawan banjir pada musim penghujan adalah Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan. Banjir yang terjadi disebabkan oleh meluapnya Danau Tempe. Berdasarkan berita yang dilansir Antaranews, tanggal 28 Agustus 2021 menyebutkan bahwa hujan dengan intensitas sedang hingga lebat selama dua hari terakhir (25-26/8/2021) menyebabkan debit air dari Danau Tempe meningkat hingga meluap yang mengakibatkan belasan kecamatan di Kabupaten Wajo hingga Kabupaten Bone terkena banjir, puluhan ribu rumah dan ratusan hektar sawah tergenang.

DAS Bila yang merupakan salah satu DAS yang bermuara di Danau Tempe juga menjadi faktor penyebab banjir di Danau Tempe. Hal ini dikarenakan adanya daerah resapan air yang mengalami konversi lahan (Ali dkk, 2017). Lahan yang seharusnya berfungsi sebagai daerah penyangga dan resapan air mengalami penurunan kualitas lahan sehingga meningkatkan laju aliran permukaan, erosi dan sedimentasi. Sedimen yang terakumulasi menjadikan Danau Tempe semakin dangkal dan mengakibatkan daya tampung volume air menjadi berkurang (Pance dkk, 2014).

Berdasarkan uraian masalah tersebut, maka diperlukan penggunaan model untuk membantu memprediksi besaran limpasan permukaan yang terjadi di DAS Bila dan pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap limpasan permukaan. Salah satu model yang dapat digunakan yaitu *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT). Model ini memungkinkan untuk diterapkan dalam berbagai analisis serta simulasi suatu DAS untuk melihat kualitas DAS dan dampak yang berkepanjangan berdasarkan informasi iklim yang spesifik, karakteristik tanah, topografi, vegetasi, dan manajemen lahan pada suatu DAS (Nugroho, 2015). Selain itu, model SWAT dapat diaplikasikan dalam menilai respon hidrologi suatu daerah tangkapan dengan pendekatan neraca air yang didasari oleh skenario perubahan penggunaan lahan (Fohrer dkk, 2001 dalam Ramadhani dkk, 2021).

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perubahan tutupan lahan tahun 2016 dan 2021 di DAS Bila.
2. Menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan tahun 2016 dan 2021 terhadap limpasan permukaan di DAS Bila.
3. Mengetahui koefisien limpasan permukaan DAS Bila tahun 2016 dan 2021.

Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan bahan masukan bagi instansi terkait yang berhubungan dengan program pengelolaan DAS Bila.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan ekosistem alam yang dibatasi oleh punggung bukit. Air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir pada sungai-sungai yang akhirnya bermuara ke laut atau ke danau (Amirul, 2021). Pada DAS dikenal dua wilayah yaitu wilayah pemberi air (daerah hulu) dan wilayah penerima air (daerah hilir). Kedua daerah ini saling berhubungan dan mempengaruhi dalam unit ekosistem DAS. Fungsi daerah aliran sungai adalah sebagai areal penangkapan air (*catchment area*), penyimpanan air (*water storage*) dan penyalur air (*distribution water*) (Halim, 2014).

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 DAS yang satu dengan DAS lainnya (Saifudin, 2017). Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyatakan bahwa 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.

Asdak (2002) dalam Amalia (2020) menyatakan bahwa secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan sebagai daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan jenis vegetasi yang umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS dicirikan diantaranya merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali daerah

estuaria yang didominasi hutan bakau atau gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi daerah dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas.

Apabila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi juga akan terganggu. Penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan air yang berkurang, akan menyebabkan aliran permukaan (*run off*) yang tinggi (Muharomah, 2014). Vegetasi penutup dan tipe penggunaan lahan sangat mempengaruhi siklus hidrologi dalam suatu DAS (Nasrullah dan Kartiwa, 2009). Dengan adanya perubahan penggunaan lahan, akan berdampak pada karakteristik hidrologi DAS itu sendiri. Contohnya seperti 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 dan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi serta menurunnya kualitas air (Mawardi, 2010).

2.2 Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS merupakan suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumberdaya alam dan manusia yang terdapat di daerah aliran sungai untuk memperoleh manfaat produksi jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumberdaya air dalam tanah (Asdak, 2010 dalam Purba, 2017). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) menyatakan bahwa pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya pemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan.

Pengelolaan DAS tidak selalu memberikan penyelesaian secara menyeluruh atas konflik yang timbul sebagai konsekuensi percepatan pertumbuhan ekonomi dengan usaha-usaha perlindungan lingkungan. Akan tetapi, dapat memberikan suatu kerangka kerja praktis dan logis yang menunjukkan mekanisme kerja yang jelas untuk penyelesaian permasalahan kompleks oleh adanya kegiatan pembangunan menggunakan sumberdaya alam sebagai input (Setiawan dkk, 2015).

Pelaksanaan pengelolaan DAS bertumpu pada aktivitas-aktivitas berdimensi biofisik seperti pengendalian erosi, penghutanan kembali lahan-lahan kritis, pengelolaan lahan pertanian konservatif, serta berdimensi kelembagaan seperti insentif dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan bidang ekonomi (Amin dkk, 2018).

2.3 Siklus Hidrologi

Hidrologi pada hakikatnya mempelajari setiap fase air di bumi. Hidrologi adalah disiplin ilmu yang sangat penting bagi manusia dan lingkungannya. Aplikasi ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam sebagian besar permasalahan air di dalam Daerah Aliran Sungai (DAS), seperti perencanaan dan pengoperasian bangunan hidrolis (bendungan dan cekdam), penyediaan air, pengelolaan air limbah dan air buangan, irigasi dan drainase, pembangkit tenaga air, pengendalian banjir, navigasi, masalah erosi dan sedimentasi, penanganan salinitas, penanggulangan masalah polusi dan pemanfaatan air untuk rekreasi (Salsabila dan Nugraheni, 2020). Fungsi praktis dari hidrologi adalah untuk membantu analisis terhadap permasalahan yang ada dan memberikan kontribusi terhadap perencanaan dan manajemen sumber daya air (Purba, 2009).

Menurut Kodoatie (2012), proses perjalanan air dalam siklus hidrologi adalah:

1. Evaporasi, merupakan proses yang terjadi pada laut, danau, waduk, rawa, sungai, tambak dengan cara sinar matahari yang menaikkan suhu air sehingga mengubah wujud cair menjadi gas.
2. Transpirasi, merupakan proses pelepasan uap air yang berasal dari tumbuh-tumbuhan melalui bagian daun, terutama stomata atau mulut daun.
3. Evapotranspirasi, merupakan proses pengambilan air oleh akar tanaman untuk kebutuhan hidupnya, kemudian terjadi penguapan pada tanaman tersebut. Proses pengambilan air oleh akar tanaman disebut transpirasi, sedangkan proses penguapan pada tanaman akibat dari sinar matahari disebut evaporasi.
4. Kondensasi, yaitu uap air naik ke lapisan atmosfer yang lebih tinggi akan mengalami pendinginan, sehingga terjadi perubahan wujud melalui

kondensasi menjadi embun, titik-titik air, salju dan es. Kumpulan embun, titik-titik air, salju dan es merupakan bahan pembentuk kabut dan awan.

5. Adveksi, merupakan proses pengangkutan air dengan gerakan horizontal seperti perjalanan panas maupun uap air dari satu lokasi ke lokasi yang lain oleh gerakan udara mendatar.
6. Presipitasi, yaitu ketika titik-titik air, salju dan es di awan ukurannya semakin besar dan menjadi berat, yang kemudian akan menjadi hujan. Presipitasi pada pembentukan hujan, salju, maupun kabut berasal dari kumpulan awan. Awan tersebut terus bergerak yang diatur oleh arus udara.
7. Infiltrasi (perkolasi), merupakan air hujan yang jatuh ke permukaan bumi khususnya daratan, kemudian meresap ke dalam tanah dengan cara mengalir secara infiltrasi atau perkolasi melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan, sehingga mencapai muka air tanah yang kemudian menjadi air bawah tanah.
8. *Surface run off*, yaitu air yang dapat bergerak secara vertikal atau horizontal di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa) dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut.
9. Intersepsi, merupakan air hujan yang turun di hutan yang lebat, tetapi air tidak sampai ke tanah, akibat tertahan oleh dedaunan dan batang pohon.
10. Air hujan di tanaman, merupakan air hujan yang terjadi akan langsung jatuh (*through flow*) atau mengalir melalui batang tanaman (*stem flow*) serta air hujan tersebut ada yang tertinggal di atau jatuh dari daun (*drip flow*). Perlu waktu yang relatif lama untuk air hujan mencapai tanah apabila tanaman tersebut cukup rimbun.
11. Aliran permukaan (*run-off*), merupakan aliran yang bergerak di atas permukaan tanah. Secara alami, air akan mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung ke lembah, kemudian menuju ke daerah lebih rendah, sampai ke pantai dan akhirnya bermuara ke laut atau ke danau.
12. Banjir/genangan, terjadi akibat dari luapan sungai atau daya tampung drainase yang tidak mampu mengalirkan air.

13. Aliran sungai (*river flow*), merupakan aliran permukaan mengalir menuju daerah tangkapan air atau daerah aliran sungai menuju ke sistem jaringan sungai. Aliran akan mengalir dari sungai kecil menuju sungai yang lebih besar dan berakhir di mulut sungai (estuari), tempat sungai dan laut bertemu.
14. Aliran antara (*interflow*), merupakan air dari *soil water* yang mengalir menuju jaringan sungai, waduk, situ-situ dan danau.
15. Aliran dasar (*baseflow*), merupakan aliran air dari *ground water* yang mengisi sistem jaringan sungai, waduk, situ-situ, rawa dan danau.
16. Aliran *run-out*, merupakan aliran dari *ground water* yang langsung menuju ke laut.
17. Perkolasi, merupakan air dari *soil moisture* di daerah *vadose zone* yang mengisi aliran air tanah.

2.4 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan merupakan air hujan yang tidak dapat ditahan oleh tanah, vegetasi atau cekungan dan akhirnya mengalir langsung ke sungai atau laut. Besarnya nilai aliran permukaan dipengaruhi oleh curah hujan, vegetasi (tutupan lahan), adanya bangunan penyimpanan air dan faktor lainnya (Verrina dkk, 2013). Dalam Setyowati (2010), hujan dan aliran saling berhubungan dalam hal hubungan antara volume hujan dan volume aliran, distribusi hujan per waktu mempengaruhi hasil aliran, dan frekuensi kejadian hujan mempengaruhi aliran.

Perkiraan besarnya limpasan permukaan dinyatakan dalam bentuk koefisien limpasan permukaan yang dapat dilakukan dengan mendasarkan pada parameter-parameter morfometri dan morfologi yang menjadi karakteristik DAS yang diperoleh melalui interpretasi citra penginderaan jauh (satelit dan foto udara) dan analisis peta-peta tematik (Saifudin, 2017).

Faktor yang mempengaruhi limpasan dibagi dalam 2 kelompok, yakni faktor meteorologi dan karakteristik daerah tangkapan saluran atau daerah aliran sungai (DAS). Faktor meteorologi meliputi karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi hujan. Sedangkan elemen sifat fisik atau karakteristik daerah pengaliran meliputi tata guna lahan (*land use*), jenis tanah dan kondisi topografi (Nurhikmawaty dkk, 2019). Elemen sifat fisik dapat dikategorikan

sebagai aspek statis, sedangkan elemen meteorologi merupakan aspek dinamis yang dapat berubah terhadap waktu (Suripin, 2004 dalam Rahman dan Amirul, 2021).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan sebagai berikut (Ramzah, 2010):

1. Faktor Meteorologi

Faktor-faktor yang termasuk dalam kelompok elemen-elemen meteorologi adalah sebagai berikut:

a) Intensitas Curah Hujan

Pengaruh intensitas curah hujan pada limpasan permukaan tergantung dari kapasitas infiltrasi. Jika intensitas curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi, maka besarnya limpasan akan meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan. Akan tetapi, besarnya peningkatan limpasan itu tidak sebanding dengan peningkatan curah hujan lebih yang disebabkan oleh efek penggenangan di permukaan tanah. Intensitas hujan berpengaruh pada debit maupun volume limpasan.

b) Durasi Hujan

Lamanya curah hujan juga mengakibatkan penurunan kapasitas infiltrasi. Untuk curah hujan yang jangka waktunya panjang, limpasan permukaannya akan menjadi lebih besar meskipun intensitasnya relatif sedang.

c) Distribusi Curah Hujan

Kondisi topografi, tanah dan lain lain di seluruh daerah pengaliran itu sama dan umpamanya jumlah curah hujan itu sama, maka curah hujan yang distribusinya merata akan mengakibatkan debit puncak yang minimum. Banjir di daerah pengaliran yang besar terkadang disebabkan oleh curah hujan tinggi yang distribusinya merata, dan sering kali terjadi oleh curah hujan biasa yang mencakup daerah yang luas meskipun intensitasnya kecil. Sebaliknya, di daerah pengaliran yang kecil, debit puncak maksimum dapat terjadi oleh curah hujan tinggi dengan daerah hujan yang sempit.

2. Karakteristik DAS

Karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi luas dan bentuk DAS, topografi, dan tata guna lahan.

a) Luas dan Bentuk DAS

Laju dan volume aliran permukaan bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS, namun apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambahnya luas DAS. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol (waktu konsentrasi) dan juga intensitas hujan. Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran dalam sungai. Pengaruh bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidograf yang terjadi pada dua buah DAS yang bentuknya berbeda namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama.

b) Topografi

Tampakan rupa muka bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapian parit dan/atau saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam disertai parit/saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan parit yang jarang dan adanya cekungan-cekungan.

c) Tata Guna Lahan

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan.

2.5 Penutupan Lahan

Penutupan lahan merupakan perwujudan secara fisik objek-objek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap objek-objek tersebut (Latue dan Rakuasa, 2023). Penutupan lahan yang memiliki kaitan dengan penggunaan terhadap suatu lahan yang nyata dari pengaruh aktivitas manusia terhadap sebagian fisik permukaan bumi dinyatakan sebagai penggunaan lahan.

Penggunaan lahan adalah aktivitas manusia pada dan kaitannya dengan lahan, yang biasanya tidak secara langsung tampak dari citra (Yollanda, 2011). Penggunaan lahan telah dikaji dari beberapa sudut pandang yang berlainan. Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya (Lestari dan Arsyad, 2018).

Kelas penutupan lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah vegetasi dan daerah tidak bervegetasi. Semua kelas penutupan lahan dalam kategori diturunkan dari pendekatan konseptual struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan dan tinggi tumbuhan. Sedangkan dalam kategori tidak bervegetasi, pendetailan kelas mengacu pada aspek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan, dan ketinggian atau kedalaman obyek (Badan Standardisasi Nasional, 2010).

Perubahan penggunaan lahan secara langsung menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan. Pengertian tentang penggunaan lahan dan penutupan lahan penting untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang berhubungan dengan permukaan bumi. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu (Lillesand dan Kiefer, 1993 dalam Nilda dkk, 2015).

Perubahan penggunaan lahan umumnya dapat diamati dengan menggunakan data-data spasial seperti peta penggunaan lahan dari tahun yang berbeda. Data-data penginderaan jauh (*remote sensing data*) seperti citra satelit, radar, dan foto udara sangat berguna dalam pengamatan perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan (*land use change*) meliputi pergeseran penggunaan lahan menuju penggunaan lahan yang berbeda (*conversion*) atau diversifikasi pada penggunaan lahan yang sudah ada. Secara umum perubahan penggunaan lahan akan mengubah karakteristik aliran sungai, jumlah aliran permukaan dan sifat hidrologis daerah yang bersangkutan (Mayer dan Turner, 1994 dalam Nilda dkk, 2015).

Penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu. Informasi penggunaan lahan dapat dikenali secara langsung dengan menggunakan penginderaan jauh yang tepat. Informasi tentang kegiatan manusia

pada lahan tidak selalu dapat ditafsir secara langsung dari penutupan lahannya (Lillesand dan Kiefer, 1993 dalam Nilda dkk, 2015).

2.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi berbasis komputer untuk menyimpan, mengelola dan menganalisis, serta memanggil data bereferensi geografis yang berkembang pesat. Manfaat dari SIG adalah memberikan kemudahan kepada para pengguna atau para pengambil keputusan untuk menentukan kebijaksanaan yang akan diambil, khususnya yang berkaitan dengan aspek keruangan (spasial). Dengan adanya teknologi ini maka akan memudahkan dalam hal pemetaan lahan, salah satunya lahan pertambangan (Koko dkk, 2015).

Menurut Prahasta (2014) dalam Lauryn dan Ibrohim (2019), SIG merupakan sistem kompleks yang umumnya terintegrasi dengan sistem komputer lainnya ditingkat fungsional dan jaringan. Jika diuraikan SIG terdiri dari komponen dengan berbagai karakteristiknya:

1. Perangkat keras SIG tersedia di berbagai platform perangkat keras mulai dari *PC desktop, work stations*, hingga *multi-user host*. Walaupun demikian, fungsionalitas SIG tidak terikat ketat pada karakteristik fisik perangkat kerasnya hingga keterbatasan memori pada PC dapat diatasi. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk aplikasi SIG adalah komputer (PC/CPU), mouse, keyboard, monitor (plus VGA-card grafik) yang beresolusi tinggi, digitizer, printer, plotter, receiver GPS, dan scanner.
2. Perangkat lunak SIG merupakan sistem perangkat lunak dimana sistem basis datanya memegang peranan kunci. Pada SIG lama, subsistem diimplementasikan oleh modul – modul perangkat lunak hingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program(*.exe) yang dapat dieksekusi sendiri.
3. Data dan informasi geografis SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data atau informasi yang diperlukan baik tidak langsung (dengan mengimport-nya) maupun langsung dengan mendijitasii data spasialnya (*on-screen/head-ups* pada layar monitor atau cara manual dengan digitizer) dari peta analog dan

memasukan data atributnya dari tabel/laporan dengan menggunakan keyboard.

4. Manajemen Proyek SIG akan berhasil jika dikelola dengan baik dan dikerjakan oleh orang yang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan.

Data geografis pada dasarnya tersusun oleh dua komponen penting yaitu data spasial dan data atribut. Perbedaan antara dua jenis data tersebut adalah sebagai berikut (Setianingrum dkk, 2014):

1. Data Spasial

Data spasial adalah data yang bereferensi geografis atas representasi objek di bumi. Data spasial pada umumnya berdasarkan peta yang berisikan interpretasi dan proyeksi seluruh fenomena yang berada di bumi. Sesuai dengan perkembangan, peta tidak hanya merepresentasikan objek-objek yang ada di muka bumi, tetapi berkembang menjadi representasi objek di atas muka bumi (di udara) dan di bawah permukaan bumi.

Data spasial dapat diperoleh dari berbagai sumber dalam berbagai format. Sumber data spasial antara lain mencakup: data grafis peta analog, foto udara, citra satelit, survei lapangan, pengukuran *theodolite*, pengukuran dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) dan lain-lain. Data spasial memiliki dua macam penyajian, yaitu (Oktafia, 2012):

- a) Model vektor menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis, dan kurva atau polygon beserta atribut-atributnya. Bentuk dasar model vektor didefinisikan oleh sistem koordinat Kartesius dua dimensi (x,y).
- b) Model data raster menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel-piksel yang membentuk grid (bidang referensi horizontal dan vertikal yang terbagi menjadi kotak-kotak). Piksel adalah unit dasar yang digunakan untuk menyimpan informasi secara eksplisit. Setiap piksel memiliki atribut tersendiri, termasuk koordinatnya yang unik. Akurasi model ini sangat tergantung pada resolusi atau ukuran piksel suatu gambar.

2. Data Atribut

Data atribut adalah data yang mendeskripsikan karakteristik atau fenomena yang dikandung pada suatu objek data dalam peta dan tidak mempunyai hubungan

dengan posisi geografi. Data atribut dapat berupa informasi numerik, foto, narasi, dan lain sebagainya, yang diperoleh dari data statistik, pengukuran lapangan dan sensus, dan lain-lain.

Atribut dapat dideskripsikan secara kualitatif dan kuantitatif. Pada pendeskripsian secara kualitatif, kita mendeskripsikan tipe, klasifikasi, label suatu objek agar dapat dikenal dan dibedakan dengan objek lain, misalnya sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya. Bila dilakukan secara kuantitatif, data objek dapat diukur atau dinilai berdasarkan skala ordinat atau tingkatan, interval atau selang, dan rasio atau perbandingan dari suatu titik tertentu (Utomo dan Hamdani, 2021)

2.7 *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*

Model SWAT telah dikembangkan pertama kali pada awal 1990-an oleh USDA untuk mengevaluasi dampak dari penerapan pengelolaan alternatif pada sumberdaya suatu DAS khususnya air, sedimen, unsur hara dan polusi yang masuk ke sungai atau tubuh air dalam DAS tersebut. *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)* adalah model hidrologi yang dikembangkan untuk memprediksi pengaruh pengelolaan lahan terhadap hasil air, sedimen, muatan pestisida, dan kimia hasil pertanian (Utomo dkk, 2020).

Model SWAT dikembangkan oleh *United State Departement of Agricultural-Agricultural Research Services (USDA-ARS)*. Model SWAT adalah model hidrologi yang banyak digunakan untuk mengevaluasi dampak perubahan iklim, penggunaan lahan, dan pengelolaan lahan terhadap karakteristik hidrologi (Arnold dkk, 2012 dalam Hidayat dkk, 2017). Secara umum SWAT membagi proses hidrologi yang terjadi di dalam DAS menjadi dua. Proses pertama adalah proses yang terjadi pada lahan dimana air disimulasikan tertransport ke dalam saluran bersama sedimen dan kimia tanah. Proses kedua merupakan simulasi proses transport air, sedimen dan kimia tanah dalam saluran (Cibin, 2012 dalam Sakti dan Suprayogi, 2016).

Model SWAT berbasis fisik, efisien secara komputerasi dan mampu membuat simulasi untuk jangka waktu yang panjang. Komponen utama model adalah iklim, tanah, tutupan lahan termasuk pola tanam dan pengelolaan tanaman,

kelerengan, suhu dan curah hujan. Dalam SWAT, DAS dibagi menjadi beberapa subbasin yang kemudian dibagi lagi ke dalam unit respon hidrologi atau HRU (*Hydrologic Response Units*) yang memiliki karakteristik tutupan lahan, kelerengan dan tanah yang homogen. HRU didistribusikan pada subbasin secara spasial dalam simulasi SWAT (Arnold, J. G, 2012 dalam Zuma dkk, 2017).

Parameter input faktor iklim yang digunakan dalam SWAT adalah curah hujan harian, suhu udara maksimum dan minimum, data radiasi matahari, kelembaban relatif dan data kecepatan angin yang dapat diambil dari catatan pengukuran atau data observasi (Afif, 2019). Kelembaban relatif dan kecepatan angin diperlukan dalam menghitung evapotranspirasi yang terjadi. Input suhu maksimum dan minimum yang digunakan untuk memperhitungkan suhu tanah dan air harian (Singal, 2017). 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 km²), jumlah curah hujan (PRECIP mm), evapotranspirasi actual (ET mm H₂O), kandungan air (SW), aliran permukaan (SURQ mm) aliran lateral (LATQ), aliran dasar (GWQ) dan hasil sedimen (SED ton/ha) (Adrionita, 2011).