

SKRIPSI

**PREDIKSI LAJU SEDIMEN MENGGUNAKAN
MODEL *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL*
PADA SUB DAS MAMASA, DAS SADDANG**

Disusun dan diajukan oleh :

MAHA REZKY

M011 18 1016



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

HALAMAN PENGESAHAN


Judul Skripsi : Prediksi Laju Sedimen Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* pada Sub DAS Mamasa, DAS Saddang
Nama Mahasiswa : Maha Rezky
Stambuk : M011181016

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

Menyetujui:

Komisi Pembimbing

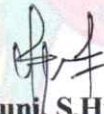
Pembimbing I



Dr. Ir. Usman Arsyad, MP., IPU

NIP. 195401072019015 001

Pembimbing II



Wahyuni, S.Hut., M.Hut

NIP. 19851009201504 2 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Kehutanan

Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin



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

NIP. 19770108200312 1 003

Tanggal Lulus: 5 Agustus 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Maha Rezky
NIM : M011181016
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

Prediksi Laju Sedimen Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool*
pada Sub DAS Mamasa

Adalah karya tulis saya sendiri bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain.

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

Makassar, 05 Agustus 2022

Yang menyatakan



Maha Rezky

ABSTRAK

Maha Rezky (M011181016) Prediksi Laju Sedimen Menggunakan Model *Soil And Water Assessment Tool* Pada Sub DAS Mamasa, DAS Saddang, di bawah bimbingan Usman Arsyad dan Wahyuni.

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia berbanding lurus dengan kebutuhan manusia. Keadaan ini dapat mendorong manusia untuk melakukan eksploitasi yang dapat berindikasi pada kejadian erosi dan sedimentasi tanah. Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengendapan material oleh media air. Salah satu wilayah yang mengalami permasalahan lahan adalah Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Mamasa. Tingginya laju erosi dan sedimentasi dari daerah bagian hulu berdampak pada dayaguna Waduk PLTA Bakaru. volume air di Waduk PLTA Bakaru mengalami penurunan dari 6.919.900 m³ di tahun 1991 menjadi 6.331.400 m³ pada tahun 2005 dan diperkirakan akan penuh dalam waktu 50 tahun. Berkaitan dengan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian guna mendapatkan informasi sejauhmana laju sedimentasi yang terjadi pada Sub DAS Mamasa menggunakan metode *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) yang memungkinkan sejumlah proses fisik yang berbeda disimulasikan dalam satu waktu dengan tujuan untuk menganalisis besarnya laju sedimentasi pada Sub DAS Mamasa, DAS Saddang dan membuat arahan Tindakan konservasi tanah dan air. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju sedimen terbesar terjadi pada Sub-sub DAS 9 (2391,80 ton) dan nilai sedimen terkecil terdapat pada Sub-sub DAS 42 (9,66 ton) yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan aliran sungai, erodibilitas tanah, kemiringan lereng sungai, debit aliran dan faktor pengelolaan tanaman.

Kata kunci: Sedimen , Sub DAS Mamasa, SWAT

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 **“Prediksi Laju Sedimen Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tools* pada Sub DAS Mamasa, DAS Saddang”**.

Atas selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara materi maupun non materi. Penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga dipersembahkan kepada Bapak dan Ibu tersayang **Ramli dan Nuraeni** atas segala kasih sayang, pengorbanan, dukungan dalam suka dan duka, serta saudari terkasih **Dwi Arwini dan Nurul Ismi** atas segala dukungannya menuju kesuksesan. 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. Bapak **Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc.** dan **Dr. Ir. Syamsuddin Millang, M.S** 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 **Vivi Nuraeni, Christin Natalia, Ulfa Dwiyanti, Andi Alif Chaeruddin dan Fadlurrahman Salimin** yang senantiasa membantu dalam hal pengambilan data lapangan
5. Teman-teman **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai** yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam segala hal.

6. Teman-teman yang membantu dalam proses pengerjaan skripsi Syamsinar, Putri Endang Eka Lestari, Nur Azizah, Sarah Nurul Hikmah, Kiki Widia Sari, Shicilia, Nunung Nur Aisyah, Rosmini & Nurhikmah Anwar.

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, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Daerah Aliran Sungai.....	3
2.2 Sedimen dan sedimentasi	4
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi	5
2.4 Pendekatan Model SWAT dalam Pendugaan Laju Sedimen	9
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.2.1. Alat.....	12
3.2.2. Bahan	12
3.3 Tahapan Penelitian.....	13
3.3.1. Studi Literatur	13
3.3.2. Tahap Observasi.....	17
3.3.3. Prosedur SWAT	17
3.3.4. Pengolahan Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Keadaan Umum.....	22
4.1.1 Tanah	22
4.1.2 Topografi.....	24
4.1.3 Penutupan Lahan.....	25
4.1.4 Kondisi Iklim	25
4.2 Hasil Analisis SWAT.....	27
4.2.1 Delineasi Batas Sub DAS	27
4.2.2 Kondisi Hidrologi	29

4.2.3	Pola Sebaran HRU (<i>Hydrologic Respons Unit</i>)	30
4.3	Laju Sedimen	32
4.4	Arahan Tindakan Konservasi Lahan	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	36
5.2.	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN		40

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Klasifikasi luas DAS	3
Tabel 2.	Klasifikasi kelas lereng	8
Tabel 3.	Bahan yang digunakan dalam proses pengolahan data	12
Tabel 4.	<i>Confusion matrix</i>	14
Tabel 5.	Luas wilayah kabupaten di Sub DAS Mamasa.....	22
Tabel 6.	Luas dan sebaran jenis tanah Sub DAS Mamasa.....	23
Tabel 7.	Kelas lereng Sub DAS Mamasa.....	24
Tabel 8.	Luas penutupan lahan pada Sub DAS Mamasa	25
Tabel 9.	Data curah hujan stasiun 1 Tahun 2011-2020.....	26
Tabel 10.	Data curah hujan stasiun 2 Tahun 2011-2020.....	26
Tabel 11.	Data curah hujan stasiun 3 Tahun 2011-2020.....	27
Tabel 12.	Klasifikasi Sub-sub DAS pada Sub DAS Mamasa.....	28
Tabel 13.	Jumlah HRU berdasarkan penutupan lahan di Sub DAS Mamasa	30
Tabel 14.	Laju sedimen berdasarkan Sub-sub DAS Mamasa Tahun 2020	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian	11
Gambar 2.	Segitiga Tekstur Tanah.....	15
Gambar 3.	Siklus hidrologi dalam SWAT	19
Gambar 4.	Hasil simulasi kondisi hidrologi Sub DAS Mamasa.....	30
Gambar 5.	Peta sebaran HRU Sub sub DAS Mamasa	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Pengambilan Sampel Tanah	41
Lampiran 2.	Pengujian Sampel Tanah di Laboratorium	42
Lampiran 3.	Peta Delineasi Batas DAS	43
Lampiran 4.	Peta jenis tanah Sub DAS Mamasa	44
Lampiran 5.	Peta kelas lereng Sub DAS Mamasa	45
Lampiran 6.	Peta tutupan lahan Sub DAS Mamasa	46
Lampiran 7.	Peta titik stasiun curah hujan Sub DAS Mamasa	47
Lampiran 8.	Peta Sub-sub DAS Mamasa.....	48
Lampiran 9.	Peta Sub-sub DAS Mamasa.....	49
Lampiran 10.	Peta laju sedimen pada Sub DAS Mamasa Tahun 2020	50
Lampiran 11.	Peta Sebaran HRU Pemukiman.....	51
Lampiran 12.	Peta Sebaran HRU Sawah	52
Lampiran 13.	Peta Sebaran HRU Semak Belukar	53
Lampiran 14.	Peta Sebaran HRU Lahan Terbuka.....	54
Lampiran 15.	Peta Sebaran HRU Pertanian Lahan Kering.....	55
Lampiran 16.	Peta Sebaran HRU Hutan lahan kering sekunder	56
Lampiran 17.	Tabel Karakteristik Tanah	57
Lampiran 18.	Pembangkit Data Iklim	62
Lampiran 19.	Laju Sedimen Sub DAS Mamasa	65
Lampiran 20.	Laju Sedimen Sub DAS Mamasa	67

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyeksi laju pertumbuhan penduduk di Indonesia setiap tahun sekitar 62% (Badan Pusat Statistik, 2013). Seiring dengan bertambahnya penduduk, kebutuhan ekonomi masyarakat semakin meningkat masyarakat mendorong manusia untuk melakukan eksploitasi alam untuk memenuhi kebutuhan hidup. Salah satu perhatian yang sering berdampak buruk bagi alam yaitu kegiatan pembukaan lahan pertanian secara intensif terutama di wilayah yang memiliki kerentanan tanah cukup tinggi terhadap erosi (Suryana dan Muliawati, 2014). Perubahan penggunaan lahan dapat berdampak ada keadaan lingkungan yang terus menurun yang berindikasi pada kejadian erosi dan sedimentasi tanah.

Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengendapan material oleh media air. Sedimentasi umumnya terjadi pada hilir sungai, karena pada bagian hilir aliran sungai akan melambat atau terhenti (Arsyad 2010). Pada beberapa lokasi, variasi pada komposisi sedimen sungai dapat berupa pasir halus, pasir kasar, kerikil, maupun batuan. Hal ini menunjukkan bahwa proses angkutan sedimen bergantung pada gradasi, yang meliputi variasi ukuran, kepadatan, bentuk, dan kebulatan butiran (Junaidi, 2015). Partikel seperti yang diangkut mempunyai ukuran yang berbeda-beda, mulai dari yang besar (*boulder*) sampai yang sangat halus (koloid), dan beragam bentuk dari bulat, lonjong sampai persegi. Proses pengangkutan sedimen ini disebabkan oleh pengikisan pada suatu daerah salah satunya terjadi pada saluran air.

Terjadinya pengikisan saluran air akan membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air. Parsons and Foster (2011) berpendapat bahwa erosi dan sedimentasi yang disebabkan oleh air terutama meliputi proses-proses pelepasan (*detachment*), penghayutan (*transportation*) dan pengendapan (*deposition*) daripada partikel-partikel tanah yang terjadi akibat tumbukan tetesan air hujan dan aliran air.

Salah satu wilayah yang mengalami permasalahan lahan adalah Sub Daerah

Aliran Sungai (DAS) Mamasa. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Muchtar dan Abdullah (2007) mengemukakan bahwa fungsi hidrologis Sub DAS Mamasa cenderung menurun diakibatkan karena pertambahan luas keberhasilan upaya reboisasi dan rehabilitasi lahan tidak dapat mengimbangi pertambahan luas kerusakan lahan yang menjadi lahan kritis. Tingginya laju erosi dan sedimentasi dari daerah bagian hulu berdampak pada dayaguna Waduk PLTA Bakaru. Wahid (2007) mengemukakan bahwa volume air di Waduk PLTA Bakaru mengalami penurunan dari 6.919.900 m³ di tahun 1991 menjadi 6.331.400 m³ pada tahun 2005 dan diperkirakan akan penuh dalam waktu 50 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa sedimentasi yang terjadi di waduk PLTA Bakaru juga cukup memprihatinkan (Faridah dan Munir, 2011).

Berkaitan dengan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian guna mendapatkan informasi sejauhmana laju sedimentasi yang terjadi pada Sub DAS Mamasa. Informasi tersebut juga dapat dijadikan dasar dalam pengelolaan DAS secara berkelanjutan. SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengetahui besarnya laju sedimentasi. Pendugaan laju sedimentasi menggunakan metode SWAT memungkinkan sejumlah proses fisik yang berbeda disimulasikan dalam waktu yang panjang. Komponen utama dalam metode SWAT yaitu data iklim berupa curah hujan, kecepatan angin, temperatur, radiasi matahari dan kelembaban udara, data jenis tanah, tutupan lahan termasuk pola tanam dan pengelolaan tanaman serta kelas lereng.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis besarnya laju sedimen pada Sub DAS Mamasa, DAS Saddang.
2. Membuat arahan tindakan konservasi tanah dan air

Kegunaan dari hasil penellitian ini adalah sebagai bahan informasi dan bahan pertimbangan masyarakat dalam pengelolaan lahan di Sub DAS Mamasa untuk mengurangi resiko terjadinya sedimentasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) dapat diartikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung, bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti tanggul dan air hujan yang turun di daerah tersebut memberi kontribusi aliran sesuai dengan arah kontrol. DAS termasuk wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung gunung yang dapat menampung dan menyimpan air hujan yang kemudian disalurkan ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2010). Daerah Aliran Sungai (DAS) terbentuk dari kesatuan ekosistem dimana jasad hidup dan lingkungannya berinteraksi secara dinamik dan terdapat saling ketergantungan antar komponen-komponen penyusunnya.

DAS dibatasi oleh pegunungan yang berfungsi sebagai batas (*river divide*) dan akhirnya mengalirkan air hujan yang bertemu pada satu *outlet*. Akibatnya, semakin luas suatu DAS, hasil akhir (*water yield*) yang diperoleh akan semakin besar, karena hujan yang ditangkap juga semakin banyak. Klasifikasi luas DAS dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi luas DAS (Modul Pengelolaan DAS, 2016)

No	Luas DAS (ha)	Klasifikasi DAS
1	1.500.000 ke atas	DAS Sangat Besar
2	500.000 - < 1.500.000	DAS Besar
3	100.000 - < 500.000	DAS Sedang
4	10.000 - < 100.000	DAS Kecil
5	Kurang dari 10.000	DAS Sangat Kecil

Secara umum suatu DAS dibagi dalam tiga wilayah, yaitu wilayah hulu, wilayah tengah dan wilayah hilir. Ketiga wilayah tersebut memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda, yaitu :

- a) DAS Bagian Hulu didefinisikan sebagai daerah aliran yang terbatas pada bagian Hulu dimana > 70% dari permukaan lahan DAS tersebut umumnya mempunyai kemiringan lahan > 8%. Disini, aspek prioritas pemanfaatan lahan adalah konservasi tanah dan pengendalian erosi. Secara hidrologis, DAS Bagian Hulu biasanya membentuk daerah utama pengisian kembali curah

hujan untuk air permukaan dan air tanah dari DAS (*Screening Study Brantas Watershed*). Pada daerah hulu bukan daerah banjir dan pengaturan pemakaian airnya ditetapkan oleh drainase serta jenis vegetasinya merupakan tegakan hutan (Asdak, 2010).

- b) DAS Bagian Tengah didefinisikan sebagai aliran yang terbatas pada bagian tengah, di mana kurang lebih 50% dari permukaan lahan DAS tersebut mempunyai kemiringan lahan $< 8\%$ serta di mana baik konservasi tanah maupun pengendalian banjir adalah sama pentingnya. Secara hidrologis DAS Bagian Tengah membentuk daerah utama transisi curah hujan untuk air tanah.
- c) DAS Bagian Hilir didefinisikan sebagai daerah aliran yang terbatas pada bagian Hilir, di mana kurang lebih 70% permukaannya mempunyai kemiringan $< 8\%$. Disini, pengendalian banjir dan drainage biasanya merupakan faktor-faktor yang terabaikan dalam pengembangan tata guna lahan. Pada daerah hilir juga sering terjadi banjir karena jenis vegetasi yang didominasi oleh tanaman pertanian (Kiranaratri, dkk., 2019).

Lahan pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dengan kondisi curah hujan yang tinggi, tanah yang peka erosi, topografi berupa lereng yang panjang dan lebih curam, vegetasi yang terganggu dan tidak adanya tindakan konservasi tanah dan air, akan mengalami erosi lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang memiliki curah hujan yang lebih rendah, tanah yang lebih resisten, lereng lebih datar, vegetasi masih baik disertai adanya tindakan konservasi tanah dan air. Selain itu, Perkembangan pembangunan dan peningkatan jumlah penduduk yang semakin pesat, memerlukan perluasan lahan permukiman untuk tempat tinggal dan lahan pertanian untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Salah satu sumberdaya lahan, yaitu suatu DAS cenderung mendapat tekanan seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk. Hal tersebut tentunya akan dapat mempengaruhi kualitas suatu DAS (Osok, dkk, 2018).

2.2 Sedimen dan sedimentasi

Sedimen merupakan hasil proses baik dari erosi permukaan, erosi parit dan jenis erosi tanah lainnya. Sedimen biasanya mengendap dibawah kaki bukit, didaerah genangan banjir, disaluran air, sungai, waduk. Permasalahan tersebut seringkali menimbulkan kesulitan dan kerugian bagi masyarakat dan pemerintah

seperti: menimbulkan banjir, terganggunya lalu lintas kapal/motor air, pendangkalan sungai ini umumnya terjadi di saat musim kemarau dimana debit sungai kecil, pada saat tersebut daya dorong aliran dari sungai tidak mampu lagi untuk mengangkut sedimen di muara. Sedimentasi dapat berupa beban bilas (*wash load*), beban layang (*suspended load*) dan beban alas (*bed load*). Sedimen dapat mengalami tiga mekanisme transportasi yaitu sebagai muatan sedimen, muatan sedimen melayang dan muatan sedimen dasar. Semakin besar debit aliran semakin banyak pula sedimen yang terjadi. Dengan masuknya sedimen kedalam aliran sungai akan mengakibatkan pengendapan dan pendangkalan. Serta mempengaruhi kapasitas daya tampung sungai. Proses tersebut terjadi secara terus-menerus, seperti batuan hasil pelapukan secara berangsur-angsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin dan gletser. Air mengalir di permukaan tanah atau sungai membawa batuan halus baik terapung, melayang atau digester di dasar sungai menuju tempat yang lebih rendah (Alimuddin, 2012). Limpasan permukaan inilah yang menjadi tenaga penggerus/pengelupas lapisan tanah atas, pengangkut material tanah permukaan yang lepas atau yang dikenal dengan proses erosi permukaan oleh tenaga limpasan permukaan, yang kemudian membawanya ke dalam badan-badan air (sungai, rawa, danau, waduk, dan laut/lautan) membentuk banjir kiriman (banjir limpasan) menyumbang banjir di sungai serta membawa lumpur yang menyebabkan pendangkalan atau dikenal dengan proses sedimentasi.

Dasar sungai yang biasanya tersusun oleh endapan material angkutan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai dan material tersebut dapat terangkut kembali apabila kecepatan aliran cukup tinggi. Angkutan sedimen dapat bergerak, bergeser di sepanjang dasar sungai atau bergerak melayang pada aliran sungai, tergantung dari pada komposisi serta kondisi aliran. Partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*) (Ansar dkk.,2014). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel- partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak ke arah hilir (Soewarno, 1991).

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi

2.3.1. Kecepatan Aliran Sungai

Volume aliran dan debit aliran limpasan adalah salah satu faktor dalam pengangkutan sedimen dari hasil erosi. Aliran limpasan pada suatu DAS atau Daerah Tangkapan Air selanjutnya akan mengalir kedalam sungai. Aliran limpasan ini akan membawa sedimen hasil erosi yang terakumulasi ke dalam sungai dan akan diendapkan pada muara sungai tersebut. Volume dan debit limpasan dari suatu daerah tangkapan air dipengaruhi oleh distribusi curah hujan dan intensitas curah hujan pada daerah tersebut. Pada umumnya volume dan debit limpasan maksimum terjadi apabila seluruh daerah tangkapan air berperan. Beberapa faktor tangkapan air yang mempengaruhi limpasan adalah ukuran, bentuk, posisi, topografi, geologi dan budidaya pertanian di permukaan tanah. Baik volume atau debit limpasan suatu daerah tangkapan air akan meningkat apabila ukuran daerah juga meningkat, akan tetapi volume dan debit limpasan per satuan luas daerah tangkapan air berkurang apabila luas limpasan bertambah.

2.3.2. Erodibilitas Tanah

Faktor erodibilitas tanah (K) menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik hujan. Sedangkan erodibilitas tanah merupakan jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun per satuan indeks daya erosi. Ilmu tanah memandang tanah dari dua konsep utama, yaitu sebagai hasil pelapukan bahan induk melalui proses biofisika kimia dan sebagai habitat tumbuh. Tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi yang berbeda-beda. Mudah atau tidaknya tanah tererosi atau yang dikenal dengan erodibilitas tanah ditentukan oleh sifat-sifat tanah (Asdak 2010). Empat sifat tanah yang penting dalam menentukan erodibilitas tanah adalah tekstur tanah, unsur organik, struktur tanah dan permeabilitas tanah. Tekstur tanah biasanya berkaitan dengan ukuran dan porsi partikel-partikel tanah dan akan membentuk tipe tanah tertentu. Tiga unsur utama pembentuk tanah adalah pasir (*sand*), debu (*silt*) dan liat(*clay*) (Nafisah dkk., 2008).

Tanah dengan unsur dominan liat, ikatan antar partikel-partikel tanah tergolong kuat sehingga tidak mudah tererosi. Tanah dengan unsur dominan pasir (tekstur kasar), kemungkinan untuk terjadinya erosi pada jenis tanah ini adalah rendah karena laju infiltrasi relative besar sehingga menurunkan aliran permukaan.

Sedangkan tanah dengan unsur utama debu dan pasir lembut serta sedikit unsur organik akan memberikan kemungkinan yang lebih besar untuk terjadinya erosi. Unsur organik terdiri atas limbah tanaman dan hewan sebagai hasil proses dekomposisi. Unsur organik cenderung memperbaiki struktur tanah dan bersifat meningkatkan permeabilitas tanah, kapasitas tampung air tanah dan kesuburan tanah. Kumpulan unsur organik di atas permukaan tanah dapat menghambat kecepatan aliran permukaan sehingga menurunkan potensi terjadinya erosi.

Struktur tanah tersusun dari partikel-partikel tanah yang membentuk agregat. Struktur tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air tanah. Struktur tanah granuler dan lepas mempunyai kemampuan besar dalam meloloskan aliran permukaan sehingga dapat menurunkan laju aliran permukaan dan memacu pertumbuhan tanaman. Permeabilitas tanah menunjukkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Struktur dan tekstur tanah serta unsur organik lainnya ikut ambil bagian dalam menentukan permeabilitas. Permeabilitas yang tinggi akan menaikkan laju infiltrasi sehingga dapat menunjukkan laju aliran permukaan.

2.3.3. Kemiringan Lereng Sungai

Faktor lereng (LS) merupakan rasio antara tanah yang hilang dari suatu petak dengan panjang dan curam lereng tertentu dengan petak baku. Kemiringan lereng termasuk salah satu faktor yang berpengaruh terhadap limpasan permukaan. Kecepatan dan tenaga erosi dari *overland flow* sangat dipengaruhi oleh tingkat ketererangan lapangan. Apabila pada sebidang tanah tanpa tanaman (gundul), tanpa usaha pencegahan erosi, lereng 9% (sama dengan 5°), dan panjang 22 m (petak baku). Untuk mengukur lereng dapat dilakukan dengan menggunakan alat Abney Level atau clinometer. Pada potret udara pengukuran lereng dapat dilakukan dengan menggunakan slope meter. Bila air mengalir dari sungai yang kemiringan lerengnya curam ke dataran yang lebih rendah maka kecepatan air berkurang dan tiba-tiba hilang sehingga menyebabkan pengendapan pada dasar sungai. Untuk memudahkan proses pemetaan dari variabel lereng tersebut, maka peta lereng yang sudah dihasilkan dikelompokkan atau dikelaskan ke dalam 5 kelas, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi kelas lereng (Modul Pengelolaan DAS, 2016)

Kode/ Kelas	Kelas Lereng (%)	Keterangan
1	0 – 8	Datar
2	8 – 15	Landai
3	15 – 25	Agak Curam
4	25 – 45	Curam
5	> 45	Sangat Curam

2.3.4. Debit Aliran

Debit adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai atau saluran terbuka persatuan waktu. Debit aliran merupakan laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ($m^3/detik$). Salah satu indikator penting dalam menilai kondisi DAS menurut Bisri (2009) adalah rasio debit maksimum dan minimum. Nugraheni dkk. (2012) juga menilai bahwa evaluasi Daerah Aliran Sungai (DAS) secara makro dapat dilakukan dengan nisbah debit maksimum-minimum (Q_{max}/Q_{min}).

Rasio debit menggambarkan keadaan sungai pada musim kemarau dan debit puncak musim hujan. Sungai secara alami akan menunjukkan perubahan kemampuan hidrologi DAS dalam meresepkan air hujan, yang ditandai dengan perbedaan yang ekstrim antara debit sungai musim hujan dengan debit sungai pada musim kemarau. Perbedaan ini dipengaruhi nilai infiltrasi dan limpasan permukaan. Semakin besar infiltrasi maka cadangan air dalam tanah meningkat, sebaliknya limpasan permukaan yang besar menggambarkan rendahnya kemampuan tanah menyerap air hujan. Air hujan yang jatuh akan langsung mengalir ke sungai sehingga mempercepat debit puncak (Itratip dan Jannah, 2016). Proses pengukuran dan perhitungan kecepatan, kedalaman dan lebar aliran serta luas penampang basah untuk menghitung debit sungai atau saluran terbuka.

2.3.5. Faktor Pengelolaan Tanaman

Faktor pengelolaan tanaman merupakan rasio dari tanah yang hilang pada tanaman tertentu dengan tanah gundul. Pada tanah gundul (petak baku) nilai faktor pengelolaan tanaman sama dengan 1. Untuk mendapatkan nilai pengelolaan

tanaman tahunan perlu diperhatikan perubahan- perubahan penggunaan tanah dalam setiap tahun.

2.4 Pendekatan Model SWAT dalam Pendugaan Laju Sedimen

Metode SWAT merupakan metode yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold pada awal tahun 1990-an untuk pengembangan *Agricultural Research Service* (ARS) dari USDA. Dalam proses permodelan, SWAT membagi DAS atau Sub DAS menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang terhubung satu sama lain oleh jaringan sungai. Bagian-bagian terkecil dari DAS tersebut kemudian dinamakan dengan *Hydrological Response Units* (HRU) yang merupakan satu kesatuan terkecil dimana semua proses hidrologi disimulasikan. Simulasi proses-proses hidrologi dibagi menjadi dua komponen utama yaitu komponen daratan mencakup pergerakan air, nutrisi, pestisida dan sedimen ke sungai dan komponen sungai berupa pergerakan air di saluran ke sungai untuk kemudian menuju outlet DAS (Fohrer dkk.2005).

SWAT termasuk metode terdistribusi yang terhubung dengan SIG (Sistem Informasi Geografis) dan mengintegrasikan dengan DSS (*Decision Support System*). Metode 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 memungkinkan sejumlah proses fisik yang berbeda untuk disimulasikan pada suatu DAS. Metode SWAT berbasis fisik, efisien secara komputerisasi dan mampu membuat simulasi untuk jangka waktu yang panjang. Komponen utama adalah iklim, tanah, tutupan lahan termasuk pola tanam dan pengelolaan tanaman, kelas lereng, suhu dan curah hujan. Dalam SWAT, DAS dibagi menjadi beberapa subbasin yang kemudian dibagi lagi ke dalam unit respon hidrologi (*Hydrologic Response Units* = HRU) yang memiliki karakteristik tutupan lahan, kelas lereng dan tanah yang homogen. HRU didistribusikan pada subbasin secara spasial dalam simulasi SWAT (Neitsch dkk., 2011).

Untuk prediksi secara akurat terhadap debit dan sedimen, siklus hidrologi yang disimulasikan oleh model harus dikonfirmasi dengan proses yang terjadi di dalam DAS. Simulasi hidrologi DAS dapat dipisahkan menjadi dua bagian

utama. Bagian pertama adalah siklus hidrologi dari fase lahan, yang mana fase lahan pada siklus hidrologi mengontrol jumlah air, sedimen, unsur hara dan pestisida yang bergerak menuju saluran utama pada masing-masing Sub DAS. Bagian kedua adalah fase air atau penelusuran dari siklus hidrologi yang dapat didefinisikan sebagai pergerakan air, sedimen dan lainnya melalui jaringan sungai dalam DAS menuju ke outlet (Neitsch dkk., 2011).

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. 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. 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).