

SKRIPSI

ANALISIS SEDIMEN MENGGUNAKAN MODEL *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI BIANG LOE

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUH. FARHAN TRIDARMA

M011 20 1089



PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024



HALAMAN PENGESAHAN

**Analisis Sedimen Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* Pada
Daerah Aliran Sungai Biang Loe**

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUH. FARHAN TRIDARMA

M011 20 1089

Telah dipertahankan dihadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Sarjana S-1 Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan

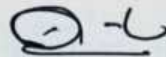
Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 23 Agustus 2024

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat

Menyetujui,



Pembimbing Utama,



Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.S., IPU
NIP. 195401072019015001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan



Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M. P.
NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Farhan Tridarma
Nim : M011201089
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul:

Analisis Sedimen Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* Pada Daerah Aliran Sungai Biang Loe

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi 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, 23 Agustus 2024



Muh. Farhan Tridarma



ABSTRAK

Muh. Farhan Tridarma (M011201089) Analisis Sedimen Menggunakan Model Soil And Assessment Tool Pada Daerah Aliran Sungai Biang Loe dibawah bimbingan Usman Arsyad

Sedimentasi adalah proses yang terjadi karena erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen biasanya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah yang tergenang banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Sedimentasi yang berlebih dapat mempengaruhi karakteristik DAS dan menimbulkan masalah yang berkesinambungan dengan kehidupan manusia, seperti kualitas air dan banjir. Sebagaimana kedalaman sungai berkurang apabila terjadi sedimentasi, hal tersebut berdampak pada penurunan kapasitas penampung sungai atau kemampuan sungai dalam mengalirkan air semakin kecil. Penelitian ini bertujuan adalah untuk menganalisis besarnya Sedimen di DAS Biang Loe. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi dalam menambah wawasan mahasiswa dan instansi serta masyarakat dalam pengelolaan lahan di DAS Biang Loe untuk mengurangi resiko terjadinya sedimentasi. Penelitian terbagi atas empat tahap, yakni: 1) Interpretasi citra data penutupan lahan tahun 2023, 2) Melakukan uji validasi penutupan lahan, 3). Menentukan titik sampel dan melakukan pengambilan sampel pada lokasi penelitian, 4). Melakukan analisis data yang telah disiapkan sebelumnya pada Model SWAT. Pada hasil output SWAT sedimen DAS Biang Loe menunjukkan ada 30 HRU yang memiliki klasifikasi sedimen yang sangat tinggi. HRU yang memiliki nilai akumulasi sedimen sangat tinggi dengan jumlah 30 HRU yang berkisar 22,45 ton/ha/thn - 68,91 ton/ha/thn. Adapun faktor yang menyebabkan tingginya nilai sedimen yang terjadi pada penutupan lahan yang didominasi oleh pertanian lahan kering, vegetasi penutup tanah, kemiringan lereng, jenis tanah Inceptisol yang memiliki tekstur lempung berpasir dan lempung berdebu dan porositas yang tinggi yang dapat mempengaruhi erosi dan sedimentasi.

Kata Kunci: Sedimentasi, SWAT, Tanah, Siklus Hidrologi



ABSTRAK

Muh. Farhan Tridarma (M011201089) Sediment Analysis Using the Soil And Assessment Tool Model in the Biang Loe Watershed under the guidance of Usman Arsyad

Sedimentation is a process that occurs due to erosion, whether it is surface erosion, gully erosion, or other types of soil erosion. Sediment usually settles at the bottom of foothills, in flooded areas, in waterways, rivers and reservoirs. Excess sedimentation can affect the characteristics of a watershed and cause ongoing problems with human life, such as water quality and flooding. As the depth of the river decreases when sedimentation occurs, it has an impact on reducing the river's holding capacity or the ability of the river to drain water is getting smaller. This research aims to analyse the amount of sediment in the Biang Loe watershed. The results of this study can be used as reference material in adding insight into students and agencies and communities in land management in the Biang Loe watershed to reduce the risk of sedimentation. The research is divided into four stages, namely: 1) Interpretation of land cover image data in 2023, 2) Conducting land cover validation test, 3). Determining sample points and conducting sampling at the research location, 4). Analyse the data that has been prepared previously in the SWAT Model. The results of the SWAT output of Biang Loe watershed sediment show that there are 30 HRUs that have a very high sediment classification. HRUs that have a very high sediment accumulation value with a total of 30 HRUs ranging from 22.45 tonnes/ha/yr - 68.91 tonnes/ha/yr. The factors that cause high sediment values that occur in land cover dominated by dry land agriculture, ground cover vegetation, slope, Inceptisol soil type which has a sandy loam and dusty loam texture and high porosity which can affect erosion and sedimentation.

Keywords: Sedimentation, SWAT, Soil, Hydrological Cycle



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wata'ala* atas rahmat, berkah serta izin-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ **Analisis Sedimen Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* Pada Daerah Aliran Sungai Biang Loe**” guna memenuhi syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S1) di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian dilaksanakan hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih terkhusus yang sedalam-dalamnya penulis persembahkan kepada Ibunda **Sitti Sulfah Ngaru, A Md** dan Ayahanda **Amiruddin S.Sos** serta Kakak **Muh. Fadhil Ilymy, S.Kel** dan **Muh. Fathur Rahman R A. Md** yang senantiasa mendoakan, menyayangi, menyemangati dan menasehati penulis sampai bisa berada di tahap ini. Dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.S. IPU** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.** dan Bapak **Ahmad Rifqi Makkasau, S.Hut., M.Hut** selaku dosen penguji atas segala saran dan masukan untuk perbaikan serta pengembangan skripsi ini.
3. Dosen Pembimbing Akademik Ibu **Ir. Adrayanti Sabar, S.Hut., M.P., IPM** serta Bapak/Ibu **Dosen Pengajar** dan **Staf Pegawai Fakultas Kehutanan Unhas**, yang telah membantu dan memudahkan penulis selama menuntut ilmu serta dalam pengurusan administrasi penulis selama menempuh Pendidikan.
4. Keluarga Besar **KPH Bialo** bantaeng yang telah mendampingi selama penelitian, terima kasih atas waktu dan setiap ilmu dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis.



5. Tim Penelitian **DAS Biang Loe** yang telah menemani, mendukung dan membantu penulis selama proses penelitian berlangsung.
6. Kakak-kakak dan keluarga besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan** teman-teman **DAS 2020** yang telah kebersamai selama proses penyusunan skripsi.
7. Keluarga besar **KEHUTANAN B(AR-BAR)** atas dukungan dan kebersamaan serta suka duka selama masa perkuliahan.
8. Sahabat seperjuangan **SKMA UNHAS 2020** yang senantiasa memberikan bantuan tenaga dan waktu serta semangat dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih sudah menemani penulis melewati hari-hari baik maupun buruk selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman **IMPERIUM 2020** yang telah memberikan dukungan dan energi positif selama masa perkuliahan sampai saat ini.
10. Serta terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung, mendoakan dan membantu proses penelitian serta penyusunan skripsi ini yang tidak sempat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan dan penuh dengan kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi pengembangan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan khususnya bagi penulis sendiri.

Makassar, 23 Agustus 2024

Muh. Farhan Tridarma



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Daerah Aliran Sungai	3
2.2 Pengelolaan DAS	4
2.3 Ekosistem DAS	5
2.4 Tata Guna Lahan	6
2.5 Siklus Hidrologi	7
2.6 Sedimen dan Sedimentasi.....	8
2.6.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi	9
2.7 Pendekatan Metode SWAT dalam Proses Sedimentasi	10
2.8 Sistem Informasi Geografis (GIS).....	11
III. METODE PENELITIAN.....	13
Waktu dan Tempat	13
Alat dan Bahan	14



3.3	Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1	Studi Literatur.....	17
3.3.2	Interpretasi Citra.....	17
3.3.3	Validasi dan Uji Akurasi.....	17
3.3.4	Peta Penutupan Lahan.....	19
3.3.5	Data Jenis Tanah.....	19
3.3.6	Data Kelerengan.....	25
3.3.7	Data Iklim.....	25
3.3.8	Pengolahan Data Model SWAT.....	26
3.4	Analisis Data.....	27
IV.	Keadaan Umum.....	30
4.1	Letak Geografis dan Luas Wilayah.....	30
4.2	Penutupan Lahan.....	31
4.3	Tanah.....	33
4.4	Kondisi Iklim.....	35
4.5	Kemiringan Lereng.....	38
4.6	Perwilayahan DAS.....	39
V.	Hasil dan Pembahasan.....	41
5.1	Analisis SWAT.....	41
5.1.1	Delineasi Batas DAS.....	41
5.1.2	HRU (<i>Hydrologic Response Unit</i>).....	42
5.1.3	Input Data Iklim.....	43
5.1.4	Kondisi Hidrologi.....	44
5.2	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sedimen.....	45
	Penutupan Lahan.....	45
	Tanah.....	47



5.2.3 Curah Hujan.....	49
5.2.4 Kemiringan Lereng.....	50
5.2.5 Perwilayahan DAS.....	51
5.3 Hasil Sedimen.....	52
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
6.1 Kesimpulan.....	56
6.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	61



DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Alat yang digunakan dalam proses penelitian.....	14
Tabel 2.	Bahan yang digunakan dalam proses penelitian	15
Tabel 3.	Bahan yang digunakan pada laboratorium.....	15
Tabel 4.	<i>Confusion matrix</i>	18
Tabel 5.	Klasifikasi Penutupan Lahan Model SWAT.....	19
Tabel 6.	Kelompok hidrologi tanah berdasarkan kelas tanah.....	21
Tabel 7.	Kelas kemiringan lereng	25
Tabel 8.	Klasifikasi muatan sedimentasi.....	29
Tabel 9.	Luas DAS Biang Loe	30
Tabel 10.	Data Penutupan Lahan DAS.....	31
Tabel 11.	<i>Confusion matrix</i> DAS Biang Loe.....	32
Tabel 12.	Sebaran Jenis tanah di DAS Biang Loe.....	33
Tabel 13.	Data rata-rata curah hujan stasiun 1-4 DAS Biang Loe	36
Tabel 14.	Klasifikasi iklim Schimidt-Ferguson.....	37
Tabel 15.	Kelas kemiringan lereng DAS Biang Loe.....	38
Tabel 16.	Kelas perwilayahan DAS Biang Loe.....	39
Tabel 17.	Delineasi Batas Sub DAS Biang Loe.....	41
Tabel 18.	Jumlah HRU berdasarkan Sub DAS Biang Loe.....	43
Tabel 19.	Kondisi hidrologi pada DAS Biang Loe.....	45
Tabel 20.	Penutupan Lahan berdasarkan kelerengan DAS.....	46
Tabel 21.	<i>Hasil Bulk density</i> , porositas, dan tekstur tanah.....	47
Tabel 22.	Kelas lereng berdasarkan Sub DAS Biang Loe.....	50
Tabel 23.	Perwilayahan DAS berdasarkan penutupan lahan.....	51
Tabel 24.	Hasil sedimen berdasarkan HRU DAS Biang Loe.....	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Komponen-Komponen Ekosistem DAS.....	6
Gambar 2.	Peta lokasi penelitian.....	13
Gambar 3.	Bagan alur penelitian.....	16
Gambar 4.	Titik pengambilan sampel tanah di DAS Biang Loe.....	20
Gambar 5.	Segitiga tekstur tanah.....	23
Gambar 6.	Peta Administrasi DAS Biang Loe	31
Gambar 7.	Peta penutupan lahan.....	32
Gambar 8.	Peta tanah DAS Biang Loe.....	34
Gambar 9.	Peta curah hujan DAS Biang Loe.....	38
Gambar 10.	Peta kemiringan lereng	39
Gambar 11.	Peta perwilayahan DAS Biang Loe.....	40
Gambar 12.	Peta Sub DAS Biang Loe..	42
Gambar 13.	Peta sebaran HRU.....	43
Gambar 14.	Hasil simulasi kondisi hidrologi DAS Biang Loe.....	44
Gambar 15.	Peta klasifikasi sedimen DAS Biang Loe	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Hasil sedimen berdasarkan HRU DAS Biang Loe.....	62
Lampiran 2.	Tanah pada setiap unit tanah	65
Lampiran 3.	Dokumentasi penutupan Lahan	68
Lampiran 4.	Dokumentasi pengambilan sampel tanah	73
Lampiran 5.	Dokumentasi uji laboratorium	74



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembukaan lahan secara sengaja untuk maksud dan tujuan tertentu, sering dilakukan pada hutan disertai dengan adanya kegiatan pembakaran hutan dan lahan. Oleh sebab itu, dapat menimbulkan berbagai masalah yang berdampak pada kerusakan tanah berupa erosi permukaan (Marfai, 2019). Pembukaan lahan yang terus terjadi dapat mengakibatkan terjadinya erosi dan sedimentasi tanah.

Sedimentasi yang berlebih dapat mempengaruhi karakteristik DAS dan menimbulkan masalah yang berkesinambungan dengan kehidupan manusia, seperti kualitas air dan banjir. Sebagaimana kedalaman sungai berkurang apabila terjadi sedimentasi, hal tersebut berdampak pada penurunan kapasitas penampung sungai atau kemampuan sungai dalam mengalirkan air semakin kecil. Sungai-sungai dapat mengalami pendangkalan yang secara signifikan yang berakibat sedimentasi yang bersumber dari erosi (Hambali & Haverkamp, 2016).

Dalam Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Nomor: P.04/V-SET/2009 juga disebutkan bahwa perubahan kondisi hidrologis suatu DAS yang berdampak negatif seperti erosi, sedimen, penurunan produktivitas lahan dan degradasi lahan dipicu oleh faktor kegiatan manusia, selain faktor peristiwa alam. Diperlukan kegiatan-kegiatan yang dapat mendukung proses identifikasi kondisi DAS sehingga dapat direncanakan pengelolaan DAS yang sesuai. Kerusakan DAS yang sering terjadi mengakibatkan penurunan cadangan air serta tingginya laju sedimentasi dan erosi. Dampak yang dapat ditimbulkan yaitu terjadinya banjir di musim penghujan dan kekeringan di musim kemarau. Kerusakan DAS akibat menurunnya kualitas air sungai yang mengalami pencemaran akibat erosi dari lahan kritis, limbah rumah tangga, limbah industri, limbah pertanian/perkebunan (Arsyad, 2010).

DAS Biang Loe terletak di Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan meliputi lima kecamatan yakni Kecamatan Uluere yang berada dibagian hulu, Kecamatan Tompo Bulu, Kecamatan Pajukukang Kecamatan Eremerasa dan Kecamatan Bantaeng yang berada dibagian hilir. DAS Biang Loe memiliki luas



4.646,74 ha serta 4 (empat) desa didalamnya yaitu, Desa Pa'bumbungan, Desa Kampala, Desa Parang Loe dan Desa Campaga dengan ketinggian berkisar 0 - >2000 mdpl.

Permasalahan yang saat ini di DAS Biang Loe yaitu penutupan lahan yang didominasi oleh pertanian lahan kering campur dengan luas 1.736,45 ha atau 37,22% dan pertanian lahan kering 1.120,39 ha atau 24,02% dari luas DAS tersebut, yang dimana Pertanian lahan kering memiliki potensi yang besar dalam menyebabkan terjadinya erosi dan longsor, dimana tanaman penutup tanah kurang efektif untuk mencegah erosi dan *run off*. Tanaman penutup tanah ditanam bertujuan untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi serta dapat memperbaiki kondisi tanah. Akibat penggunaan lahan yang tidak dapat dikendalikan, maka terjadilah beberapa tanah longsor yang mengakibatkan pendangkalan pada sungai (sedimentasi). Menurut data dari Dinas Pekerjaan Umum (PU) dan Kimpraswil Kabupaten Bantaeng (2016) mengatakan terdapat 7 titik lokasi rawan bencana tanah longsor di Kabupaten Bantaeng. Ketujuh titik itu tersebar di tiga kecamatan, yang salah satunya adalah Kecamatan Eremerasa yang masuk dalam DAS Biang Loe. Pada tahun 2021 terjadi lagi longsor di kecamatan yang sama tepatnya di Desa Pa'bumbungan. Kejadian longsor tersebut akan mempercepat terjadinya sedimentasi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi lebih lanjut mengenai Analisis Sedimen Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* Pada Daerah Aliran Sungai Biang Loe. Informasi tersebut juga dapat dijadikan dasar dalam pengelolaan DAS secara berkelanjutan dengan menggunakan SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*).

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis sedimen untuk mengetahui klasifikasi sedimen di DAS Biang Loe. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi dalam menambah wawasan mahasiswa dan instansi serta dapat dalam pengelolaan lahan di DAS Biang Loe untuk mengurangi resiko sedimentasi.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai berdasarkan Pasal 1 ayat (12) UU Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air 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 alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki banyak istilah atau penyebutan yang berbeda-beda antara lain *catchment area*, *watershed*, atau *drainage basin*. DAS dalam bahasa Inggris disebut *Watershed* atau dalam skala luasan kecil disebut *Catchment Area* adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas-batas pemisah topografi, yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke alur-alur sungai dan terus mengalir ke anak sungai dan ke sungai utama, akhirnya bermuara ke danau/waduk atau ke laut. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satu kesatuan ekosistem yang unsur-unsur utamanya terdiri atas sumber daya alam tanah, air, vegetasi, dan sumberdaya manusia sebagai pelaku pemanfaat sumberdaya alam tersebut (Aryani, 2020).

Daerah Aliran Sungai (DAS) berdasarkan Pasal 1 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, 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. Pengelolaan DAS pada prinsipnya adalah pengaturan tata guna lahan atau optimalisasi penggunaan lahan

berbagai kepentingan secara rasional serta praktek lainnya yang ramah lingkungan sehingga dapat dinilai dengan indikator kunci (*ultimate indicator*)



kuantitas, kualitas dan kontinuitas aliran sungai pada titik pengeluaran (*outlet*) DAS (Aryani, 2020).

2.2 Pengelolaan DAS

Pengelolaan pada DAS mengandung pengertian bahwa unsur-unsur atau aspek-aspek yang menyangkut kinerja DAS dapat dikelola dengan optimal sehingga terjadi sinergi positif yang dapat meningkatkan kinerja DAS dalam menghasilkan *output*, sementara itu karakteristik yang saling bertentangan yang dapat melemahkan kinerja DAS dapat ditekan sehingga tidak merugikan kinerja DAS secara keseluruhan (Eryani, 2021).

Pengelolaan DAS menurut Pasal 1 ayat (12) UU Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumber daya alam dan manusia di dalam DAS serta segala aktivitasnya agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya pemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pengelolaan DAS secara terpadu menurut Pasal 14 ayat (2) PP Nomor 37 Tahun 2014 meliputi dimensi pendekatan sistem yang terencana, proses manajemen dan keterkaitan aktivitas antar sektor, antar wilayah administrasi dan masyarakat secara terpadu serta penanganannya dilakukan secara utuh mulai dari hulu sampai hilir

Pentingnya dalam pengelolaan DAS sangat berkaitan dengan pendekatan yang digunakan dalam pengelolaan DAS, dengan pendekatan ekosistem. Ekosistem DAS adalah sistem yang kompleks karena melibatkan berbagai komponen biogeofisik dan sosial ekonomi dan budaya yang saling berkaitan satu dengan lainnya. Kompleksitas ekosistem DAS mempersyaratkan suatu pendekatan pengelolaan yang bersifat multisektor, lintas daerah, termasuk kelembagaan dengan kepentingan masing-masing serta mempertimbangkan generasi masa depan dapat menikmati sumber daya alam yang lebih sehat dan lebih produktif dari generasi sekarang. Pada masa yang akan datang penduduk jangan lagi dianggap hanya penerima manfaat, tetapi mereka harus ikut andil dalam perencanaan, pembuatan dan pelaksanaan kegiatan di lapangan (Eryani, 2021).

m pengelolaan DAS dapat diidentifikasi antara tata guna lahan, tanah dan keterkaitan antara daerah hulu dengan hilir suatu DAS. Pengelolaan DAS



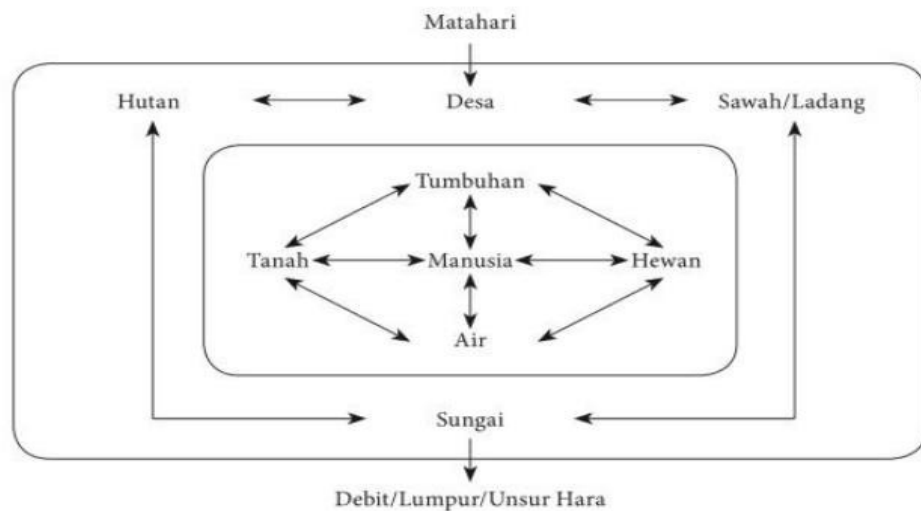
perlu mempertimbangkan aspek-aspek yang ada seperti sosial, ekonomi, budaya, dan kelembagaan yang beroperasi di dalam dan di luar DAS yang bersangkutan. Pemahaman proses-proses hidrologi menjadi penting dalam perencanaan konservasi tanah dan air (kegiatan utama dalam pengelolaan DAS) untuk menentukan (Asdak, 2023):

1. Peran hujan dalam hubungan proses terjadinya erosi dan sedimentasi.
2. hubungan curah hujan dan air larian (*run off*).
3. Debit puncak (*peak flow*) untuk keperluan perencanaan bangunan-bangunan banjir dan
4. Hubungan karakteristik suatu DAS dengan debit puncak yang terjadi di daerah tersebut. Dengan begitu, dapat dilakukan langkah pengendalian terhadap perilaku arus debit tersebut.

2.3 Ekosistem DAS

DAS adalah ekosistem yang merupakan tempat unsur organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia yang berinteraksi secara dinamis dan di dalamnya terdapat keseimbangan *inflow* dan *outflow* dari material dan energi. Ekosistem DAS berasal dari beberapa komponen, yaitu: manusia, hewan, vegetasi, tanah, iklim, dan air. Masing-masing komponen tersebut memiliki peran penting dalam keberadaannya tidak berdiri sendiri, namun berhubungan dengan komponen lainnya membentuk kesatuan sistem ekologis (ekosistem). Apabila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi akan terganggu, penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya sangat berkurang, atau memiliki aliran permukaan (*run off*) yang tinggi. Vegetasi penutup dan tipe penggunaan lahan akan kuat mempengaruhi aliran sungai, sehingga adanya perubahan tata guna lahan akan merasakan dampak pada aliran sungai (Riadi dan Muchlisin, 2019). Berikut komponen-komponen ekosistem DAS pada Gambar 1.





Gambar 1. Komponen-komponen ekosistem DAS (Asdak, 2023)

Dalam mengenali ekosistem DAS biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu DAS memiliki ciri-ciri seperti daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase yang 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 umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS memiliki ciri-ciri, seperti 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 yang dominan tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi hutan bakau/gambut. DAS bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut (Asdak, 2023).

2.4 Tata Guna Lahan

Tata guna lahan merupakan wujud dalam ruang di alam yang dimana penggunaan lahan tertata, baik secara alami ataupun direncanakan, tata guna lahan akan terus berkembang dengan adanya perwujudan pola dan struktur ruang pada waktu yang telah ada. FAO (1993) melihat perencanaan tata guna lahan (*land use planning*) dari sisi intervensi dalam memberikan dorongan dan bantuan penggunaan lahan (*land users*) dalam menata lahan (Baja, 2012).



Identifikasi perubahan penggunaan lahan pada DAS tertentu merupakan suatu proses mengidentifikasi perbedaan keberadaan suatu objek atau fenomena yang diamati pada waktu yang berbeda di DAS tersebut. Identifikasi perubahan penggunaan lahan memerlukan suatu data spasial temporal (Aini, 2022). (Setyawati, dkk, 2022) menyatakan bahwa perubahan lahan akan terjadi terus menerus dan dinamis untuk berbagai kegiatan dan tujuan pada waktu yang berbeda. Jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan akan daerah pemukiman baru terus bertambah.

Tata guna lahan menurut Vink (1975) dalam (Pertiwi, dkk., 2019) adalah setiap bentuk tindakan (intervensi) masyarakat terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Perubahan tata guna lahan adalah berubahnya penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lain diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya atau berubahnya fungsi lahan suatu daerah pada kurun waktu yang berbeda.

Untuk melakukan kegiatan penggunaan lahan dan sekaligus mencapai keadaan yang berkelanjutan yang dapat bermanfaat bagi generasi yang mendatang, maka dari itu diperlukan kemampuan untuk mengorganisasikan lahan. Dalam konteks hubungan antara ekonomi, kelestarian alam, dan kesejahteraan, maka upaya yang harus dilakukan seharusnya tidak hanya mempertimbangkan aspek ekonomi saja, tetapi juga harus memperhitungkan kelestarian lingkungan pada berbagai tingkatan perencanaan, karena dapat dikatakan alam sebagai penyedia kesejahteraan sosial, ekonomi, dan kesehatan. Maka dari itu, dalam perencanaan tata guna lahan tujuan utamanya tidak hanya berpusat pada aktivitas ekonomi untuk mengejar pertumbuhan, tetapi juga harus mempertimbangkan keberlanjutan dalam pencapaiannya, sebab alam menyediakan berbagai potensi untuk kesejahteraan sosial dan ekonomi untuk generasi yang akan datang (Baja, 2012).

2.5 Siklus Hidrologi



Siklus hidrologi merupakan proses siklus air yang terus menerus dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Siklus ini memiliki beberapa fase yaitu; penguapan, proses evaporotranspirasi, proses curah hujan, proses aliran air,

proses pengendapan air tanah, dan proses limpasan air tanah ke laut. Proses penguapan adalah ketika air yang tersimpan di sungai, danau, dan lautan diubah menjadi uap air karena panas matahari. Evapotranspirasi adalah penguapan air dari seluruh permukaan bumi termasuk air tanah maupun jaringan makhluk hidup. Proses hujan merupakan proses mencairnya awan yang disebabkan oleh suhu udara yang tinggi. Proses aliran air merupakan proses perpindahan air dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah di permukaan bumi. Proses pengendapan air tanah adalah proses dimana air diangkut ke dalam pori tanah. Mekanisme air tanah ke laut adalah melalui siklus hidrologi dan kembali ke laut (Syahputra & Arifitama, 2018).

2.6 Sedimen dan Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses yang terjadi karena erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen biasanya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah yang tergenang banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen merupakan besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Cara yang dapat dilakukan untuk memperkirakan besarnya hasil sedimen dari suatu daerah tangkapan air salah satunya adalah melalui perhitungan Nisbah Pelepasan Sedimen (*Sediment Delivery Ratio*) atau cukup dikenal dengan singkatan SDR. Perhitungan besarnya SDR dianggap penting dalam menentukan perkiraan yang realistis besarnya hasil sedimen total berdasarkan perhitungan erosi total yang berlangsung di daerah tangkapan air (Oktasandi, dkk., 2019).

Sedimentasi merupakan sebuah peristiwa atau proses pengendapan yang terjadi pada beberapa komponen abiotik yang ada di lingkungan seperti halnya tanah dan juga pasir. Proses pengendapan atau sedimentasi ini bisa disebabkan oleh beberapa hal seperti aliran air ataupun hembusan angin yang dapat memindahkan partikel-partikel kecil dari tanah atau pasir ke tempat lain hingga mengalami pengendapan dan membentuk sesuatu yang baru. Proses sedimentasi atau pengendapan ini bisa terjadi di berbagai tempat seperti di darat, di laut maupun di sungai. Material-material yang dipindahkan ini merupakan material-material sisa dari pelapukan atau pengikisan yang berlangsung dalam jangka waktu lama sehingga mudah diangkut (Hasibuan, 2017).



Menurut Ponce (1989) dalam Hambali dan Haverkamp (2016) menyebutkan bahwa sedimen adalah produk disintegrasi dan dekomposisi batuan. Disintegrasi yang berarti seluruh proses dimana batuan yang rusak atau pecah menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi. Karakteristik butiran mineral dapat menggambarkan properti sedimen, antara lain ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific weight*), berat jenis (*specific gravity*) dan kecepatan jatuh/endap (*fall velocity*). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi sedimen yaitu sebagai berikut :

2.6.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi

Faktor yang mempengaruhi sedimen menurut (Ayuna, 2016) adalah:

1. Jumlah dan intensitas hujan

Jumlah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah, dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat mungkin juga hanya menyebabkan sedikit erosi karena jumlah hujanya sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujan keduanya tinggi, maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi dan mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang tinggi juga.

2. Formasi geologi dan tanah

Tanah yang mempunyai nilai erodibilitas tinggi berarti tanah tersebut peka atau mudah tererosi, sebaliknya tanah dengan erodibilitas rendah berarti tanah tersebut resisten atau tahan terhadap erosi.

3. Tata guna lahan

Dengan adanya penggunaan lahan, seperti penanaman tanaman di sekitar Daerah Aliran Sungai DAS dengan tata guna lahannya terganggu atau rusak, maka akan mengurangi kapasitas infiltrasi, dengan demikian aliran permukaan akan meningkat dan dapat menimbulkan erosi yang menyebabkan adanya sedimentasi.

4. Erosi di bagian hulu

Erosi merupakan faktor yang mempengaruhi sedimentasi karena sedimentasi

merupakan akibat dari erosi itu sendiri.

grafik



Tampakan rupa bumi atau topografi seperti kemiringan lereng, kerapatan parit atau saluran dan bentuk-bentuk cekungan mempunyai pengaruh pada sedimentasi. Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan. Laju dan kekuatan erosi limpasan permukaan sangat dipengaruhi oleh kemiringan lokasi.

2.7 Pendekatan Metode SWAT dalam Proses Sedimentasi

Soil Water Assessment Tool (SWAT) merupakan metode hidrologi skala DAS berbasis fisik, deterministik, dan kontinu, yang dikembangkan oleh *USDA Agricultural Research Service*. Model SWAT dikembangkan dari sejumlah model-model individu dalam periode lebih dari 30 tahun dan telah diaplikasikan dan diuji pada beragam wilayah, karakter kondisi, skala waktu, praktek pengelolaan lahan dalam rentang waktu yang cukup lebar. SWAT menggunakan data iklim dan data spasial terdistribusi pada topografi, tanah, tutupan lahan, pengelolaan lahan, untuk menduga hasil air, sedimen terangkut, limbah pestisida dan lainnya (Hidayat, 2016).

DAS yang dimodelkan dibagi secara spasial menjadi sub-sub DAS menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM). Lebih jauh, dibagi lagi menjadi *Hydrologic Response Units* (HRU's) yang terbentuk dari kumpulan data penutupan lahan, jenis tanah dan kelerengan dalam seluruh Sub DAS. Dalam pengerjaannya, model SWAT dapat disimulasikan di antaranya praktek-praktek pengelolaan di lahan dan di saluran sungai. Beberapa simulasi antara lain perubahan tata guna lahan, praktek konservasi tanah dan air, dan keberadaan pound (bangunan pengendali sedimen terangkut) (Hidayat, 2016).

Pada saat memprediksi secara akurat terhadap debit dan sedimen, siklus hidrologi yang disimulasikan oleh model harus dikonfirmasi dalam proses yang terjadi di dalam DAS. Simulasi hidrologi DAS dapat dipisahkan menjadi dua bagian utama. Pada bagian pertama siklus hidrologi dari fase lahan, yang mana fase lahan pada siklus hidrologi mengontrol jumlah air, sedimen, unsur hara dan

yang bergerak menuju saluran utama pada masing-masing Sub DAS. Pada kedua adalah fase air atau penelusuran dari siklus hidrologi yang dapat



diartikan sebagai pergerakan air, sedimen dan lainnya melalui jaringan sungai dalam DAS menuju ke *outlet* (Neitsch, dkk., 2011).

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), hasil sedimen (SED ton/ha) (Adrionita, 2011).

2.8 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem yang dapat memberikan informasi geografis mulai dari informasi tentang tempat tempat yang berada di permukaan bumi, pengetahuan tentang informasi dan berbagai atribut di permukaan bumi namun dengan posisi yang telah diketahui serta letak suatu objek di permukaan bumi. SIG sendiri diantaranya merupakan program komputer yang digunakan untuk mengintegrasikan, mengumpulkan, memeriksa, dan menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi, SIG sebagai teknologi informasi dapat dimanfaatkan untuk menganalisis, menyimpan, dan menampilkan baik data spasial maupun non spasial, SIG dapat dikatakan sistem komputer yang digunakan untuk menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memasukkan (*capturing*), memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan berbagai data yang berhubungan dengan berbagai posisi di permukaan bumi (Perrina, 2021).

Teknologi SIG dapat menjalankan operasi-operasi umum data base, seperti *query* dan analisa statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan. kelebihan inilah yang membedakan SIG dengan Sistem Informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna berbagai kalangan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang

depannya. Dengan meluasnya teknologi pada masa ini maka SIG pun menjadi lebih interaktif karena pengguna dapat melihat detail dari tempat informasi mengenai tempat tersebut pada peta. Aplikasi yang dapat dilihat



dan berjalan pada web yang menyajikan peta online pun ikut berkembang (Perrina, 2021).

Menurut Lauryn dan Ibrohim (2019) dalam Salimin (2023), SIG merupakan sistem kompleks yang umumnya terintegrasi dengan sistem komputer lainnya di tingkat fungsional dan jaringan. Jika diuraikan SIG terdiri dari komponen dengan berbagai karakteristiknya:

1. Perangkat keras SIG dapat didapatkan di beberapa platform perangkat keras mulai dari *PC desktop, workstations, hingga multi-user host*. Akan tetapi, 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 program perangkat lunak dimana sistem basis datanya memegang peranan penting. 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 dijalankan sendiri.
3. Data dan informasi geografis SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data atau informasi yang diperlukan baik tidak langsung (dengan mengimport-nya) ataupun secara langsung dengan mendigitasi data spasialnya (*on-screen/head-ups* pada layar monitor atau cara manual dengan digitizer) dari peta analog dan memasukkan 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.

