

SKRIPSI

ANALISIS EROSI MENGGUNAKAN MODEL *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOLS* DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI MAMASA

Disusun dan Diajukan Oleh:

ANDI FADEL MUHAMMAD HARIS

M011171559



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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS EROSI MENGGUNAKAN MODEL *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOLS* DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI MAMASA

Disusun dan diajukan oleh

ANDI FADEL MUHAMMAD HARIS

M011171559

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas

Kehutanan Universitas Hasanuddin

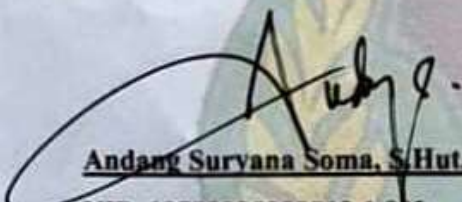
pada tanggal Juni 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.

NIP. 19780325200812 1 002


Dr. Ir. H. Usman Arsvad, M.P., IPU

NIP. 19540107201901 5 001

Ketua Program Studi


Dr. Eorest Muhammad Alif K.S., S.Hut., M.Si

NIP. 19790831 200812 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Andi Fadel Muhammad Haris
NIM : M011 17 1559
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : SI

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

*Analisis Erosi Menggunakan Model Soil And Water Assessment Tools di Sub
Daerah Aliran Sungai Mamasa*

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

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, Juni 2022

Yang menyatakan

Andi Fadel Muhammad Haris

METERAI
TEMPEL
122AJX62325 179

ABSTRAK

ANDI FADEL MUHAMMAD HARIS (M011171559) Analisis Erosi Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tools* di Sub Daerah Aliran Sungai Mamasa di bawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Usman Arsyad

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh BPDASHL Saddang tahun 2018 erosi pada Sub DAS Mamasa mencapai 62,9 ton/ha/tahun. Sub DAS Mamasa sangat penting bagi bendungan Bakaru, PLTA PLN, dan pembangkit listrik tenaga air lokal lainnya yang terletak di bagian hilir DAS Mamasa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis erosi pada Sub DAS Mamasa. Kegunaan dari hasil penelitian ini adalah sebagai referensi dalam perencanaan pengelolaan pada DAS dan sebagai bahan pertimbangan pemerintah untuk mengatasi masalah kekeringan pada Sub DAS Mamasa. Penelitian dilakukan selama tiga bulan di Sub DAS Mamasa melalui beberapa tahapan yaitu penyiapan data, analisis erosi dengan model SWAT dan analisis data. SWAT membutuhkan *input* data berupa peta penutupan lahan, peta jenis tanah, peta kelerengan, dan data iklim. Simulasi SWAT dilakukan pada dari tahun 2011 sampai 2020. Hasil simulasi SWAT yaitu 1) Total Curah hujan 2.344,2 mm, 4,59% menjadi aliran permukaan. 2) 61,54% air hujan terinfiltrasi (10,8% terperkolasi dan 50,74% menjadi aliran lateral) dan 3) 33,53% dari total air hujan terevapotranspirasi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa rata-rata erosi sangat ringan berada pada hutan lahan kering sekunder dengan luas wilayah 31.591,17 (30,14%) dengan nilai erosi 3,68 ton/ha/tahun, sedangkan erosi sangat berat berada pada semak belukar dengan luas wilayah 2.795,04 Ha (2,67%) dengan nilai erosi 7.423,94 ton/ha/tahun.

Kata kunci: Erosi, SWAT, Sub DAS Mamasa.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan anugerah, rahmat, karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini yang berjudul “**Analisis Erosi Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tools* di Sub Daerah Aliran Sungai Mamasa**”. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian juga dalam proses penyusunan skripsi ini, terutama kepada Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., MP., Ph.D** dan Bapak **Dr. Ir. H. Usman Arsyad, MP., IPU** selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing serta memberi arahan dalam penyusunan skripsi ini.

Secara khusus, ucapan terima kasih dan rasa hormat penulis sampaikan kepada orangtua tercinta, Ayahanda **A. Abd. Haris** dan Ibunda **Andi Suarti**, serta saudaraku **Andi Fharadyba Haris, S.Si** dan kerabat Ibunda **Andi Hasnawati** yang selalu memberikan motivasi, dukungan serta doa. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut** dan Bapak **Muh. Alriefqi Palgunadi, S.Hut., M.Sc** selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran, bantuan serta koreksi dalam penyusunan skripsi.
2. Kepada Furnarah Satrio, S.P, Tasya Febrina Utami, S.Hut., Nadhifa Maudika, S.Hut., Kevin Gerald Malia, S.Hut beserta keluarga dan Fitya Anggraeni. R, S.P beserta keluarga yang telah membantu selama penelitian.
3. Muh. Faiq, S.Hut, Riska Sariyani, S. Hut, Andi Malik Manggabarani, Muh. Saifullah Rafrin, Irga Wiryaatmadja, S.Hut., Muh. Fadhel Alfaridzi, dan Brigita Audyne, S.Hut yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan skripsi ini.
4. Keluarga besar “**Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**” terkhusus Kak Putri, Kak Dandi dan Kak Rahmat terima kasih atas bantuan, diskusi serta sarannya dikala penulis mendapat kendala selama penyusunan skripsi ini.

5. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam semua proses selama berada di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Penulis mengharapkan adanya koreksi, kritik dan saran yang membangun, dari berbagai pihak sehingga menjadi masukan bagi penulis untuk peningkatan di masa yang akan datang. Akhir kata penulis mengharapkan penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, 30 Juni 2022

Andi Fadel Muhammad Haris

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
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 Erosi.....	4
2.3 Sistem Informasi Geospasial	7
2.4 <i>Soil and Water Assessment Tools</i>	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat.....	11
3.2 Alat dan Bahan	12
3.2.1 Alat.....	12
3.2.2 Bahan.....	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.3.1 Penyiapan Data <i>Input</i>	15
3.3.2 Tahap Observasi.....	18
3.3.3 Prosedur Aplikasi SWAT.....	19
3.3.4 Tahap Pengolahan	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Keadaan Umum	21
4.1.1 Tanah.....	21
4.1.2 Penutupan Lahan	24

4.1.3	Kondisi Iklim.....	25
4.1.4	Topografi.....	25
4.2	Analisis SWAT.....	26
4.2.1	Deliniasi Batas Sub DAS	26
4.2.2	Analisis HRU	28
4.2.3	Input Data Iklim	28
4.2.4	Hasil Simulasi SWAT	29
4.3	Pola Sebaran <i>Hydrologicc Response Unit</i>	30
4.4	Hasil Erosi	33
4.4.1	Hasil Erosi Berdasarkan HRU.....	33
4.4.2	Hasil Erosi Berdasarkan Sub-Sub DAS	36
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1	Peta Lokasi Penelitian	11
Gambar 2	Segitiga Tekstur Tanah.....	17
Gambar 3	Hasil Output SWAT	30
Gambar 4	Peta Sebaran HRU Penutupan Lahan.....	32
Gambar 5	Kelas Erosi Sub DAS Mamasa	34
Gambar 6	Rata-Rata Laju Erosi Tahun 2011-2020 pada HRU Berdasarkan Penutupan Lahan	34
Gambar 7	Peta Sebaran Kelas Erosi Sub-Sub DAS Mamasa	37
Gambar 8	Rata-Rata Laju Erosi Tahun 2011-2020 pada HRU Berdasarkan Sub-Sub DAS	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1	Jenis Data dan Sumber Bahan Penelitian.....	13
Tabel 2	<i>Confussion Matrix</i>	16
Tabel 3	Luas dan Jenis Tanah di Sub DAS Mamasa	21
Tabel 4	Tekstur Tanah Pada Setiap Unit Lahan Perwakilan.....	22
Tabel 5	Data Penutupan Lahan Hasil Interpretasi Citra <i>Sentinel 2</i>	24
Tabel 6	Data Curah Hujan Tahunan Wilayah Sub DAS Mamasa	25
Tabel 7	Klasifikasi Iklim Menurut Schimidt-Ferguson	25
Tabel 8	Kelas Lereng Sub DAS Mamasa	26
Tabel 9	Deliniasi Batas Sub-Sub DAS	27
Tabel 10	Jumlah HRU Penutupan Lahan.....	31
Tabel 11	Persentase Luas Tingkat Erosi di Sub DAS Mamasa	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Peta Jenis Tanah Sub DAS Mamasa.....	42
Lampiran 2	Peta Penutupan Lahan Sub DAS Mamasa.....	43
Lampiran 3	Peta Deliniasi Batas DAS	44
Lampiran 4	Peta Sebaran HRU Hutan Lahan Kering Sekunder	45
Lampiran 5	Peta Sebaran HRU Sawah	46
Lampiran 6	Peta Sebaran HRU Pertanian Lahan Kering.....	47
Lampiran 7	Peta Sebaran HRU Semak Belukar	48
Lampiran 8	Peta Sebaran HRU Lahan Terbuka.....	49
Lampiran 9	Peta Sebaran HRU Permukiman.....	50
Lampiran 10	Peta Sebaran HRU Tubuh Air	51
Lampiran 11	Peta Sebaran HRU Awan	52
Lampiran 12	Karakteristik Tanah	53
Lampiran 13	Pembangkit Data Iklim.....	62
Lampiran 14	Laju Rata-Rata Erosi dan Curah Hujan Tahunan pada Sub DAS Mamasa	65
Lampiran 15	Laju Erosi Sub DAS Mamasa Tahun 2011 – 2020 pada Sub-Sub DAS Mamasa	66
Lampiran 16	Tabel <i>Confussion Matrix</i>	69
Lampiran 17	Klasifikasi Iklim Menurut Schimidt-Ferguson.....	70
Lampiran 18	Curah Hujan Bulanan Sub DAS Mamasa.....	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hilangnya luas vegetasi hutan yang efektif dapat menurunkan evapotranspirasi, kelembaban tanah, infiltrasi, dan memperbesar limpasan permukaan. Akibat hal itu mempengaruhi kondisi hidrologi di suatu DAS sehingga menimbulkan pengaruh kepada karakteristik fluktuasi debit aliran sungai yang besar. Sebagaimana terdapat 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 dan sedimen, penurunan produktivitas lahan dan degradasi lahan dipicu oleh faktor kegiatan manusia, selain faktor peristiwa alam. Sehingga diperlukan kegiatan-kegiatan yang dapat mendukung proses identifikasi kondisi DAS sehingga dapat direncanakan pengelolaan DAS yang sesuai. Erosi merupakan salah satu penyebab kerusakan DAS yang menimbulkan banyak kerugian bagi masyarakat. Kerusakan DAS yang terjadi mengakibatkan kondisi debit air sungai menjadi fluktuatif antara musim penghujan dan kemarau, selain itu penurunan cadangan air serta tingginya laju sedimentasi dan erosi. Dampak yang ditimbulkan adalah terjadinya banjir di musim penghujan dan kekeringan di musim kemarau. Kerusakan DAS juga mengakibatkan menurunnya kualitas air sungai yang mengalami pencemaran akibat erosi dari lahan kritis, limbah rumah tangga, limbah industri, limbah pertanian/perkebunan (Arsyad, 2010).

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh BPDASHL Jeneberang Saddang tahun 2018 erosi pada Sub DAS Mamasa mencapai 62,9 ton/ha/tahun. Sub DAS Mamasa, DAS Saddang sangat penting bagi bendungan Bakaru, PLTA PLN, serta pembangkit listrik tenaga air lokal lainnya yang terletak di bagian hilir DAS Mamasa, DAS Saddang. Bagi masyarakat, Sub DAS Mamasa dan Sub-DAS kecil lainnya memiliki manfaat yang penting signifikan dalam penyediaan air untuk penggunaan rumah

tangga, pertanian, dan pembangkit listrik skala kecil melalui instalasi pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

Permasalahan erosi yang terjadi pada Sub DAS Mamasa merupakan hal serius yang dapat menyebabkan kerusakan DAS, sehingga dalam penelitian ini dilakukan analisis erosi menggunakan metode *Soil and Water Assessment tool* (SWAT). Penggunaan model SWAT dapat mengidentifikasi, menilai, mengevaluasi tingkat permasalahan suatu DAS dan sebagai alat untuk memilih tindakan pengelolaan dalam mengendalikan permasalahan tersebut, sehingga diharapkan dengan penggunaan model SWAT dapat dikembangkan beberapa skenario guna menentukan kondisi perencanaan pengelolaan DAS kedepannya.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis erosi pada Sub DAS Mamasa. Kegunaan dari hasil penelitian ini adalah sebagai referensi dalam perencanaan pengelolaan pada DAS, baik berupa program rehabilitasi, karakteristik DAS, maupun program-program lainnya serta sebagai bahan pertimbangan pemerintah untuk mengatasi masalah kekeringan pada Sub DAS Mamasa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu kawasan yang di dalam kawasan tersebut terkumpul air hujan yang jatuh yang dibatasi titik-titik tinggi kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air yang merupakan ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaatan sumberdaya alam (Asdak, 2010). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan kegiatan memperbaiki, memelihara, dan melindungi keadaan DAS, agar dapat menghasilkan barang dan jasa khususnya, baik kuantitas, kualitas, maupun kontinuitas air. Keberhasilan pengelolaan DAS diindikasikan dengan fluktuasi debit, beban sedimen sungai, serta kelestarian sumber-sumber air. Indikator lain yang juga cukup penting adalah erosi tanah (Nursidah, 2012). Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019, DAS bagian hulu dari suatu DAS memegang peranan penting terhadap keseluruhan DAS, karena keberlangsungan kondisi air dari hulu sampai hilir sangat dipengaruhi bagaimana kondisi DAS di bagian hulu tersebut.

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

kekeringan, banjir, pencegahan erosi tanah, meningkatkan produksi pertanian, serta meningkatkan ketersediaan air secara berkelanjutan (Rau, 2015).

Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut : merupakan 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 umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut : 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/ gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi daerah dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas (Asdak, 2010).

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

2.2 Erosi

Penelitian mengenai erosi telah banyak dilakukan di Indonesia seperti Jawa, Sulawesi, Kalimantan yang didasari oleh cakupan wilayah Daerah Aliran Sungai. Pada daerah aliran sungai erosi dapat terjadi disebabkan karena beberapa faktor

antara lain intensitas hujan yang tinggi dapat menyebabkan kecepatan aliran meningkat sehingga tanah akan tergerus atau terkikis. Indonesia merupakan negara tropis yang menjadi penyebab utama terjadinya erosi adalah hujan. Tingkat kerusakan tanah akibat erosi tergantung pada intensitas dan jumlah curah hujan, persentase penutupan tanah oleh vegetasi dan sifat fisik tanah. Periode paling rawan terhadap erosi adalah pada saat pengolahan tanah dan pada awal pertumbuhan tanaman. Kemampuan hujan untuk dapat menghancurkan agregat tanah ditentukan oleh besarnya energi kinetik dari air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah. Tinggi rendahnya intensitas hujan akan mencerminkan besar kecilnya energi kinetik yang dihasilkan yang dapat menentukan besar kecilnya erosi yang akan diakibatkannya. Semakin tinggi intensitas hujan maka akan semakin banyak proses pelepasan butiran tanah dari agregatnya melalui erosi percikan (*splash erosion*) (A'yunin, 2008).

Erosi adalah suatu proses dimana tanah dihancurkan (*detached*) dan kemudian dipindahkan ke tempat lain oleh kekuatan air, angin dan gravitasi (Hardjowigeno 1989). Dua penyebab utama terjadinya erosi adalah erosi karena sebab alamiah dan erosi karena aktivitas manusia. Erosi alamiah dapat terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Erosi karena faktor alamiah umumnya masih memberikan media yang memadai untuk berlangsungnya pertumbuhan kebanyakan tanaman. Sedangkan erosi karena kegiatan manusia kebanyakan disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah atau kegiatan pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah, antara lain, pembuatan jalan di daerah dengan kemiringan lereng besar. Proses erosi terdiri dari tiga bagian yang berurutan yaitu pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*) (Asdak, 2010).

Intensitas hujan yang tinggi maka limpasan permukaan akan tinggi pula, hal ini merupakan kombinasi antara percikan air hujan dan laju limpasan permukaan. Kedua kekuatan tersebut saling mempengaruhi sehingga menyebabkan terjadinya erosi tanah. Selain dari intensitas curah hujan, keadaan penutupan tanah (vegetasi)

dapat membantu memperkecil erosi sekaligus dapat meningkatkan produktivitas tanah. Jika permukaan tanah tertutup oleh tanaman maka pukulan air hujan tidak langsung dapat menghantam permukaan tanah tersebut sehingga erosi percikan yang terjadi sangat kecil. Selain itu dengan penataan lahan seperti penterasan maka laju limpasan permukaan menjadi lambat sehingga daya gerus limpasan permukaan terhadap permukaan tanah akan menjadi kecil. Akibatnya pada daerah yang telah mengalami penataan lahan dan tanaman dengan baik maka bahaya erosi dapat dihindarkan (A' yunin 2008).

Kegiatan pembukaan lahan hutan yang mengakibatkan hilangnya penutupan tanah oleh tanaman dapat mempercepat terjadinya erosi. Erosi merupakan masalah serius yang timbul dari intensifikasi pertanian, degradasi lahan, dan lainnya (Fahliza dan Anugerah, 2013). Dampak dari erosi tanah yaitu hilangnya lapisan Subur permukaan tanah dalam aktivitas pertanian, tergerusnya lapisan tanah, lepasnya butiran-butiran tanah sehingga terjadi sedimentasi ke arah muara sungai yang mengakibatkan kapasitas aliran pada sungai berkurang, dan kemungkinan terjadinya banjir lebih besar serta terjadinya pendangkalan pada daerah aliran sungai. Sebagai salah satu negara tropis Indonesia berada pada peringkat yang cukup tinggi pada laju erosi alami dan pertanaman yaitu 2-3 ton/ha/thn untuk keadaan alami, 40-400 ton/ha/thn pada area pertanaman dan memiliki laju erosi terbesar kedua pada area tanah gundul yaitu sebesar 120-460 ton/ha/thn (Nugroho dan Dibyosaputro, 2015).

Penelitian kehilangan tanah yang disebabkan oleh erosi telah banyak dipublikasikan dengan menggunakan rumus Universal Soil Loss Equation (USLE), persamaan umum yang dikembangkan oleh Wischmeier & Smith (1978) untuk menghitung besar erosi (Nouwakpo, dkk., 2016). Perhitungan dengan USLE menggunakan persamaan dari Wischmeier dan Smith (1978) yaitu $A = R \times K \times LS \times C \times P$. Dalam persamaan ini faktor yang diperhatikan diantaranya adalah erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman, serta tindakan khusus konservasi tanah.

2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (*Geographic Information System*) merupakan tool untuk menyimpan/mengelola, mengolah/menganalisis, dan menyajikan informasi mulai berkembang sejak akhir tahun 1980-an. Untuk penggunaan dan aplikasi SIG di masa depan tiga komponen di atas secara umum masih tetap mendominasi kegiatan utama SIG. Perubahan akan terjadi hanya dalam hal yang terkait dengan pergeseran kepentingan dan implementasi/pemanfaatannya dari ketiga komponen SIG di atas (Briggs, 1999). Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG) sangatlah beragam. Hal ini terlihat dari banyaknya definisi SIG yang beredar di berbagai sumber pustaka. Definisi SIG kemungkinan besar masih berkembang, bertambah, dan sedikit bervariasi, karena SIG merupakan suatu bidang kajian ilmu dan teknologi yang digunakan oleh berbagai bidang atau disiplin ilmu, dan berkembang dengan cepat. Berikut adalah beberapa definisi SIG yang telah beredar di berbagai sumber pustaka (E. Prahasta 2009) :

- a. SIG adalah sistem yang berbasis komputer (CBIS) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan berikut dalam menangani data yang bereferensi geografis: (a) masukan, (b) manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), (c) analisis dan manipulasi data, dan (d) keluaran (Aronoff, 1989 dalam Prahasta E., 2009).
- b. SIG adalah sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah di permukaan bumi (Chrisman, 1997 dalam Prahasta E., 2009).
- c. SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk memanipulasi data geografis. Sistem ini diimplementasikan dengan menggunakan perangkat

keras dan perangkat lunak komputer yang berfungsi untuk: (a) akuisisi dan verifikasi data, (b) kompilasi data, (c) penyimpanan data, (d) perubahan dan atau updating data, (e) manajemen dan pertukaran data, (f) manipulasi data, (g) pemanggilan dan presentasi data, dan (h) analisa data (Bern, 1992 dalam Prahasta E., 2009).

- d. SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi (Demers, 1997 dalam Prahasta E., 2009).
- e. SIG adalah sistem yang dapat mendukung (proses) pengambilan keputusan (terkait aspek) spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. SIG yang lengkap akan mencakup metodologi dan teknologi yang diperlukan, yaitu data spasial, perangkat keras, perangkat lunak, dan struktur organisasi (Gistut, 1994 dalam Prahasta., 2009).

Basis data yang digunakan dalam SIG adalah salah satunya data Spasial. Data spasial ini mendeskripsikan sekumpulan entitas yang memiliki lokasi atau posisi yang tetap maupun yang tidak tetap (memiliki kecenderungan untuk berubah, bergerak, atau berkembang). Tipe-tipe spasial ini memiliki *properties* topografi dasar yang memiliki lokasi, dimensi, dan bentuk (*shape*). Hampir semua SIG memiliki campuran tipe-tipe entitas spasial dan non-spasial. Tipe-tipe non-spasial tidak memiliki properti topografi dasar lokasi. Karakteristik Pembuatan Database Spasial adalah:

1. Data dibuat dalam beberapa tipe yaitu *polygon* (area), *line* (garis) dan *point* (titik).
2. Masing-masing objek yang dibuat memiliki *identifier* (ID) / pengenal yang unik (tidak dimiliki oleh objek lain selain objek yang sama dengan dirinya sendiri).
3. Aturan data yang dibuat harus dalam ketentuan seperti garis pada layer jalan harus tersambung satu sama lain, garis yang membentuk *polygon* harus tertutup, tidak ada kebocoran (Saefurrohman 2005).

2.4 *Soil and Water Assessment Tools*

Soil and Water Assessment Tools (SWAT) adalah model yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold pada awal tahun 1990-an untuk pengembangan *Agricultural Research Service* (ARS) dari USDA. Model tersebut dikembangkan untuk melakukan prediksi dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi dan jumlah bahan kimia, pada suatu area DAS yang kompleks dengan mempertimbangkan variasi jenis tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama. SWAT merupakan model terdistribusi yang terhubung dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan mengintegrasikan Spasial DSS (*Decision Support System*). Model SWAT dioperasikan pada interval waktu harian dan dirancang untuk memprediksi dampak jangka panjang dari praktek pengelolaan lahan terhadap sumberdaya air, sedimen, dan hasil *agrochemical* pada DAS besar dan kompleks dengan berbagai skenario tanah, penggunaan lahan dan pengelolaan berbeda (Pawitan, 2004).

SWAT dikembangkan untuk memprediksi dampak praktek pengelolaan lahan (*land management practices*) terhadap air, sedimen dan bahan kimia pertanian yang masuk ke sungai atau badan air pada suatu DAS yang kompleks dengan tanah, penggunaan tanah dan pengelolaannya yang bermacam-macam sepanjang waktu yang lama. Jadi, SWAT adalah untuk memprediksi pengaruh jangka panjang, bukan memprediksi hasil untuk suatu kejadian hujan atau suatu peristiwa banjir (Arsyad, 2010).

Salah satu model yang cukup berkembang adalah pemodelan SWAT. Pemodelan berbasis *physical-based* ini sudah banyak dipakai di berbagai jenis dan kondisi DAS. Pemodelan SWAT dapat memprediksi pengaruh manajemen lahan pada limpasan air, sedimen, dan lahan pertanian dalam suatu hubungan yang kompleks pada suatu DAS termasuk di dalamnya jenis tanah, penggunaan lahan dan *manajemen* kondisi lahan secara periodik. SWAT memakai rumus MUSLE untuk analisis erosi dan sedimentasi. Penggunaan model SWAT dapat mengidentifikasi, menilai, mengevaluasi tingkat permasalahan suatu DAS dan sebagai alat untuk memilih tindakan pengelolaan dalam mengendalikan

permasalahan tersebut, sehingga diharapkan dengan penggunaan model SWAT dapat dikembangkan beberapa skenario guna menentukan kondisi perencanaan pengelolaan DAS terbaik (Junaidi, 2013). Untuk penggunaan model SWAT di Indonesia, terlebih dahulu perlu dilakukan kalibrasi dan validasi sesuai dengan ketersediaan data, agar hasil yang diperoleh dapat sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Proses ini dibutuhkan karena setiap DAS memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Relevansi model dengan keadaan yang sebenarnya dievaluasi dengan memperhitungkan standar deviasi dan efisiensi model (Pandjaitan, 2015).

MUSLE menggunakan faktor aliran untuk prediksi hasil sedimen, sehingga *Sediment Delivery Ratio* (SDR) tidak diperlukan lagi karena faktor aliran sudah mempresentasikan penggunaan energi untuk pemecahan dan pengangkutan sedimen (Neitsch et al,2005). Hasil sedimen pada model SWAT dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{Sed} = 11.8 (Q_{\text{surf}} \cdot Q_{\text{peak}} \cdot \text{Area}_{\text{hru}})^{0.56} \cdot K_{\text{usle}} \cdot C_{\text{usle}} \cdot P_{\text{usle}} \cdot \text{LSusle} \cdot \text{CFRG}$$

Output SWAT terangkum dalam data 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 aktual (ET mm H₂O), kandungan air tanah (SW), aliran permukaan (SURQ mm), aliran lateral (LATQ), aliran dasar (GWQ mm), hasil sedimen (SED ton/ha), luas AREA (AREA km²), jumlah curah hujan (PRECP mm), evapotranspirasi aktual (ET mm), kandungan air tanah (SW mm), air perkolasi (PERC mm), aliran permukaan (SURQ mm), hasil air (WYLD mm) (Adrionita, 2011).