

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN
TERHADAP TERJADINYA BANJIR DI SUB DAERAH
ALIRAN SUNGAI SADDANG HULU**

Oleh :

MUHAMMAD AYUB HIDAYATULLAH

M11115322



PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP TERJADINYA BANJIR DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI SADDANG HULU

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD AYUB HIDAYATULLAH
M11115322

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

Universitas Hasanuddin

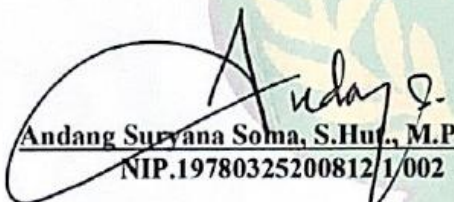
Pada tanggal 8 Agustus 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,


Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.
NIP.197803252008121002


Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc.
NIP.199007212018015 001

Ketua Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin


Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU
NIP. 19770108 200312 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ayub Hidayatullah
NIM : M11115322
Prodi : KEHUTANAN
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Terjadinya Banjir di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu

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

Apabila di 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, 8 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Muhammad Ayub Hidayatullah

ABSTRAK

Muhammad Ayub Hidayatullah (M11115322). Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Terjadinya Banjir di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu di bawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Munajat Nursaputra.

Banjir yang terjadi di berbagai wilayah Indonesia merupakan suatu fenomena yang logis, Indonesia berada di daerah tropis dengan curah hujan yang sangat tinggi. Berbagai pemicunya adalah perubahan hutan dan lahan pada sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS). Permodelan spasial dilakukan untuk menganalisis debit air dan memetakan luas banjir yang terjadi akibat dari perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Saddang Hulu berdasarkan data penggunaan lahan tahun 2019 dan hasil proyeksi di tahun 2031. Model SWAT digunakan untuk menganalisis debit air dan model HEC-RAS digunakan untuk memetakan luas banjir. Rata-rata debit air maksimum mengalami peningkatan dari tahun 2019 hingga tahun 2031 sebesar 0,16% pertahunnya. Pada tahun 2019 sebesar $29,39 \text{ m}^3/\text{s}$ pertahunnya dan pada tahun 2031 sebesar $34,02 \text{ m}^3/\text{s}$ pertahunnya pada masing-masing Sub DAS. Kemudian luas area banjir yang terjadi akibat dari perubahan penggunaan lahan mengalami peningkatan sebanyak 198,41 ha dikarenakan luas area hutan yang berkurang dari tahun 2019 hingga tahun 2031.

Kata kunci: Banjir, Perubahan Penggunaan Lahan, SWAT, HEC-RAS, Sub DAS Saddang Hulu.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini dengan judul “**Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Terjadinya Banjir di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu**”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat berbagai kendala. Tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik. Untuk itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.** dan Bapak **Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc.**

selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. H. Usman Arsyad, M.P., IPU** dan Bapak **Ir. Budirman Bachtiar, M.S.** selaku dosen penguji atas segala masukan dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
2. Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staf Administrasi Fakultas Kehutanan yang telah membantu penulis hingga menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak **Suhasman, S.Hut., M.Si.** selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan dan saran positif selama masa kuliah.
4. Keluarga besar di Laboratorium Daerah Aliran Sungai dan Keluarga besar Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan terimakasih atas bantuan, diskusi-diskusi dan masukan-masukan yang diberikan selama penulis melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Rekan satu tim penelitian **Ade Kristian Radeng, S.Hut., Asy Syukur Tahir, S.Hut., Noel Atmaja Linggi, S.Hut., Annisa Larasati Alifa Putri, S.Hut., dan Amaliah Kartika, S.Hut.** saya ucapkan terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya hingga terselesaikannya skripsi ini.

6. VIRBIUS 2015 dan Kemahut SI-Unhas yang telah menjadi wadah untuk belajar di luar ruang akademik.
7. Sahabat-sahabat saya, Rizaldi Zainal S. Hut., Indra Yuliana, S. Hut., Suci Nur Aulia Zakinah, S. Hut., Ria Andiana Ramli, S. Hut., Sarwini, S. Hut., Hapzah Asyanti, S. Hut., dan Muhammad Ilham Nasir, S.Hut. **Tim Sahabat III** (Muh. Ardan H. Syam, S. Hut, Muh. Rezi Wahyudi, S. Hut, Amir Mahmud, S.Hut, Muhammad Muhshiy K.P, S. Hut, Andi Setiawan Saputra, S. Hut., Aryo Dwi Prasetyo, S. Hut, M. Nursolihien, S. Hut, Suhipi Khadar, S. Hut, Nurfaizin Arma, S. Hut, Maulana Abrar, S. Hut., Achmad Rangga Nurpratama, S. Hut., Dian Ratna Utami, S. Hut., Inul Saputra, S. Hut., Muhammad Azhar, S. Hut., Kurniawan, S. Hut., Ramli, S. Hut., Reski Gunawan, S. Hut. Dan Muh. Abdi Suwanto, S. Hut. dan Kakak-kakak Gemuruh 2013 serta Adik-adik Fraxinus 2017) yang telah menjadi teman diskusi dan tempat berbagi suka dan duka selama proses perkuliahan.

Terkhusus penulis sampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak dan Ibu tercinta **Mato Kandupa** dan **Nursyamsi** atas doa, kasih sayang, kerja keras, motivasi, semangat dan bimbingannya dalam mendidik dan membesarkan penulis, serta saudara tercinta **Rizky Armitha Mato** atas doa, dukungan dan motivasinya.

Makassar, 8 Agustus 2022

Muhammad Ayub Hidayatullah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Penutupan Lahan dan Penggunaan Lahan.....	4
2.2. Daerah Aliran Sungai.....	5
2.3. Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Hidrologi DAS.....	7
2.4. Model Soil and Water Assessment Tool.....	8
2.5. Model Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS)	10
2.5.1 Analisis Profil Muka Air Aliran Tetap (Steady Flow).....	10
2.5.2 Analisis Profil Muka Air Aliran Tak Tetap (UnSteady Flow)	11
2.5.3 Analisis Angkutan Sedimen/kondisi batas bergerak.....	11
III. METODE PENELITIAN	12
3.1. Waktu dan Tempat.....	12
3.2. Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Bahan.....	13
3.3. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	14
3.4. Input dan Analisis Data.....	18
3.4.1 Penentuan Lokasi Penelitian.....	18

3.4.2	Input Data Permodelan <i>Soil and Water Assessment Tool</i> (SWAT).....	18
3.4.3	Simulasi Model SWAT	22
3.4.4	Simulasi Model HEC-RAS.....	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1.	Hasil Simulasi Model.....	24
4.1.1	Delinasi Batas DAS	24
4.1.2	Parameterisasi Model SWAT	24
4.1.3	Output Model SWAT.....	34
4.1.4	Output Model HEC-RAS	35
4.2.	Perbandingan Luas Banjir	38
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1.	Kesimpulan.....	43
5.2.	Saran	43
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Bahan-bahan penelitian	13
Tabel 2.	Klasifikasi Penutupan lahan (SWAT, 2012)	18
Tabel 3.	Parameter Tanah Model SWAT.....	19
Tabel 4.	Luas Perubahan Penutupan/penggunaan lahan tahun 2019.....	24
Tabel 5.	Luas Perubahan Penutupan/penggunaan lahan dan hasil proyeksi tahun 2031.....	25
Tabel 6.	Klasifikasi Jenis Tanah Model SWAT.....	28
Tabel 7.	Klasifikasi Kelas Lereng.....	30
Tabel 8.	Stasiun iklim	32
Tabel 9.	Debit Maksimum DAS Saddang Hulu tahun 2019 dan proyeksi tahun 2031.....	34
Tabel 10.	Luas Area Genangan Sub DAS Saddang Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2019	35
Tabel 11.	Luas Area Banjir Sub DAS Saddang Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2031	36
Tabel 12.	Luas Area Banjir pada 9 Kelas Tututpan Lahan Berdasarkan Penutupan Lahan Tahun 2019.....	39
Tabel 13.	Luas Area Banjir pada 9 Kelas Tututpan Lahan Berdasarkan Penutupan Lahan Tahun 2031.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta Administrasi Sub DAS Saddang Hulu	13
Gambar 2.	Prosedur Penelitian Model SWAT	16
Gambar 3.	Prosedur Penelitian Model HEC-RAS.....	17
Gambar 4.	Peta Penutupan Lahan tahun 2019.....	26
Gambar 5.	Peta Penutupan Lahan tahun 2031.....	27
Gambar 6.	Peta Jenis Tanah	29
Gambar 7.	Peta Kelerengan.....	31
Gambar 8.	Peta Stasiun Curah Hujan	33
Gambar 9.	Grafik Luas Area Banjir Berdasarkan Tutupan Lahan 2019	36
Gambar 10.	Grafik Luas Area Banjir Berdasarkan Proyeksi Tutupan Lahan 2031	37
Gambar 11.	Perbandingan Luas Area Banjir Pada Bulan Desember	38
Gambar 12.	Peta Area banjir Sub DAS saddang Hulu Desember 2018 Berdasarkan Penutupan lahan tahun 2019	39
Gambar 13.	Peta Area banjir Sub DAS saddang Hulu Desember 2030 Berdasarkan Penutupan lahan tahun 2031	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Luas Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan dari Tahun 2019 ke Proyeksi Tahun 2031	48
Lampiran 2.	Data Iklim Rata-rata Curah Hujan pertahun.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah Indonesia terletak di daerah tropis dan memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan yang ditandai dengan perubahan cuaca yang cukup ekstrim. Kondisi ini dapat menimbulkan bencana yang bersifat hidrometeorologis seperti banjir, tanah longsor, kebakaran hutan, dan kekeringan dengan mengancam hampir di seluruh daerah di Indonesia (BNPB, 2010). Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007, tentang penanggulangan bencana, yang dimaksud dengan bencana adalah peristiwa atau serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Pada tahun 2019 terdapat 3.814 kejadian bencana. Dari 3.814 bencana tersebut didominasi oleh bencana hidrometeorologi antara lain puting beliung, banjir dan kebakaran hutan dan lahan. Bencana tersebut menimbulkan 6,1 juta jiwa menderita dan mengungsi, 478 jiwa meninggal dunia, serta 3.422 jiwa luka-luka. Kejadian banjir menjadi bencana terbanyak kedua setelah bencana puting beliung, dimana bencana puting beliung terjadi sebanyak 1.387 kejadian. Sedangkan banjir terjadi sebanyak 784 kejadian dengan jumlah korban meninggal yang tinggi dibanding bencana lainnya yaitu sebanyak 263 jiwa (BNPB, 2019).

Banjir dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, permukiman maupun pusat kota. Banjir juga dapat terjadi karena debit/volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya (banjir luapan). Luapan air biasanya tidak menjadi persoalan bila tidak menimbulkan kerugian, korban meninggal atau luka-luka dan tidak merendam permukiman dalam waktu lama serta tidak menimbulkan persoalan lain bagi kehidupan sehari-hari. Bila genangan air terjadi cukup tinggi, dalam waktu lama, dan sering maka hal tersebut akan mengganggu kegiatan

manusia. Dalam sepuluh tahun terakhir ini, luas area dan frekuensi banjir semakin bertambah dengan kerugian yang makin besar (BNPB, 2013 dalam Rosyidie, 2013).

Banjir yang terjadi di berbagai wilayah Indonesia merupakan suatu fenomena yang logis, Indonesia berada di daerah tropis dengan curah hujan yang sangat tinggi. Berbagai pemicunya adalah perubahan hutan dan lahan pada sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS). Pembukaan hutan di daerah hulu DAS akan menyebabkan air hujan yang turun di daratan tidak dapat lagi diserap oleh tanah dan akhirnya menjadi air limpasan yang secara langsung mengalir ke sungai. Akibatnya debit air sungai akan menjadi lebih besar, dan menyebabkan terjadinya banjir.

Kejadian banjir hampir terjadi pada beberapa DAS yang dikategorikan kritis saat ini, seperti DAS Saddang yang menurut data KLHK dan RPJMN 2015-2019 merupakan salah satu daftar DAS kritis di Indonesia. Kejadian banjir di DAS Saddang berdasarkan sejarahnya terjadi di Kabupaten Tana Toraja dan Kabupaten Enrekang yang merupakan bagian hulu dan tengah DAS dan Kabupaten Pinrang yang merupakan bagian hilir DAS. Secara hidrologi, lokasi banjir tersebut berada pada Sub DAS Saddang Hulu, Sub DAS Mata Allo dan Sub DAS Saddang Hilir.

Kritisnya DAS Saddang disebabkan oleh penurunan kondisi pada bagian hulu DAS Saddang dan Sub DAS Mata Allo. Berdasarkan data perubahan penutupan lahan di dua DAS tersebut terjadi penurunan luasan hutan sebesar 14,44% yang beralih menjadi lahan pertanian (Radeng, 2020). Kondisi tersebut menyebabkan sekitar 3.000 Ha wilayah di Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Pinrang rawan banjir (BBWS Pompengan Jeneberang, 2017). Berdasarkan informasi yang diperoleh pada bulan Desember tahun 2018 dan April tahun 2019, terjadi banjir di hulu DAS Saddang yakni Sub DAS Saddang Hulu. Bencana ini melanda sejumlah wilayah di Kabupaten Tana Toraja berada di daerah bantaran sungai Saddang, akibatnya beberapa pemukiman warga, sekolah, lahan perkebunan dan peternakan terendam banjir.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian pengaruh penggunaan lahan terhadap terjadinya banjir pada Sub DAS Saddang Hulu dengan menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menjadi pertimbangan pemerintah setempat

dalam merumuskan bentuk pencegahan terjadinya perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Saddang Hulu untuk mengurangi kejadian banjir.

1.2. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis debit air di Sub DAS Saddang Hulu berdasarkan data penggunaan lahan tahun 2019 dan hasil proyeksi di tahun 2031.
2. Memetakan luas banjir yang terjadi akibat dari perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Saddang Hulu berdasarkan data penggunaan lahan tahun 2019 dan hasil proyeksi di tahun 2031.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada instansi terkait mengenai daerah rawan banjir guna mencegah dan mengurangi risiko terjadinya banjir di Sub DAS Saddang Hulu

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penutupan Lahan dan Penggunaan Lahan

Menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka (2007), lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi dimana faktor faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Termasuk didalamnya adalah akibat kegiatan manusia, baik pada masa lalu maupun sekarang, seperti reklamasi daerah-daerah pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi dan akumulasi garam. Faktor-faktor sosial dan ekonomi secara murni tidak termasuk dalam konsep ini.

Penutupan lahan (*landcover*) dapat berupa vegetasi dan konstruksi artifisial yang menutup permukaan lahan. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakannya di permukaan bumi, seperti bangunan, danau, vegetasi (Lillesand dan Kiefer, 1990 dalam Saraswati, 2017). Kemudian Penggunaan lahan (*land use*) adalah semua jenis penggunaan atas lahan oleh manusia, mencakup penggunaan lahan untuk pertanian hingga lapangan olahraga, rumah mukim hingga rumah makan, rumah sakit hingga makam (Lindgren, 1985 dalam Purwadhi, 2001). Penggunaan lahan diartikan sebagai setiap bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik materil dan spiritual (Arsyad, 2006)

Menurut SaefulHakim (1999) dalam Mayasary, (2015) Faktor -faktor penyebab perubahan penggunaan lahan antara lain adalah Besarnya arus urbanisasi dan lambatnya proses pembangunan dipedesaan, peningkatan jumlah kelompok dan golongan berpendapatan menengah keatas di wilayah perkotaan hal ini berakibat tingginya permintaan terhadap permukiman (kompleks perumahan), transformasi struktur perekonomian yang akan menggeser kegiatan pertanian/lahan hijau khususnya didaerah perkotaan dan fragmentasi pemilikan lahan menjadi satuan-satuan usaha dengan ukuran yang secara ekonomi tidak efisien. Proses *Irreversible* perubahan penggunaan lahan umumnya bersifat tidak dapat balik. Secara umum, struktur yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Struktur permintaan atau kebutuhan lahan,
2. Struktur penawaran dan ketersediaan lahan, dan
3. Struktur penguasaan teknologi yang berdampak pada produktifitas sumber daya alam.

Hampir setiap aktivitas manusia melibatkan penggunaan lahan dan karena jumlah aktivitas manusia bertambah dengan cepat, maka lahan menjadi sumber yang langka. Keputusan untuk mengubah pola penggunaan lahan mungkin memberikan keuntungan atau kerugian yang besar, baik ditinjau dari pengertian ekonomis, maupun terhadap perubahan lingkungan. Dengan demikian, membuat keputusan tentang penggunaan lahan merupakan aktivitas politik, dan sangat dipengaruhi keadaan sosial dan ekonomi (Sitorus, 2004).

Identifikasi perubahan penggunaan lahan pada suatu wilayah merupakan suatu proses mengidentifikasi perbedaan keberadaan suatu objek atau fenomena yang diamati pada waktu yang berbeda (As-syakur et al., 2010). Identifikasi perubahan penggunaan lahan memerlukan suatu data spasial temporal. Data-data spasial tersebut bersumber dari hasil interpretasi citra satelit maupun dari instansi instansi pemerintah dan dianalisis dengan menggunakan SIG (sistem informasi geografi). Pemanfaatan SIG dan data satelit merupakan suatu teknologi yang baik dalam mengelola data spasial-temporal perubahan penggunaan lahan.

Prosedur klasifikasi citra secara digital bertujuan untuk mengategorikan semua piksel citra ke dalam kelas penutupan lahan secara otomatis. Digunakan bentuk klasifikasi pola spektral data untuk pengategorian setiap piksel berbasis numerik. Pola spektral tersebut merupakan prosedur klasifikasi yang menggunakan informasi spektral setiap piksel untuk pengenalan kelas-kelas penutupan lahan secara otomatis. Bentuk klasifikasi lain yaitu klasifikasi pola spasial, meliputi kategorisasi piksel citra dengan basis hubungan spasial antar piksel tersebut (Purwadhi, 2001).

2.2. Daerah Aliran Sungai

DAS (Daerah Aliran Sungai) adalah daerah yang di batasi oleh punggung-punggungan gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan di tampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil menuju sungai utama (Asdak, 2014). DAS juga dapat diartikan sebagai 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 (Undang-undang No. 17 tahun 2019).

DAS merupakan suatu wilayah tertentu yang bentuk dan sifat alamnya merupakan satu kesatuan ekosistem, termasuk didalamnya hidrologi dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi sebagai penerima, penampung dan penyimpan air yang berasal dari hujan dan sumber lainnya. Sungai atau aliran sungai sebagai komponen utama DAS didefinisikan sebagai suatu jumlah air yang mengalir sepanjang lintasan di darat menuju ke laut sehingga sungai merupakan suatu lintasan dimana air yang berasal dari hulu bergabung menuju ke satu arah yaitu hilir (muara). Sungai merupakan bagian dari siklus hidrologi yang terdiri dari beberapa proses yaitu evaporasi atau penguapan air, kondensasi dan presipitasi (Haslam, 1992 dalam Arini, 2005).

Menurut Asdak (2002) Dalam mempelajari ekosistem DAS, biasanya terbagi atas daerah hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu, tengah dan hilir dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Daerah hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, memiliki kerapatan drainase tinggi, kemiringan lereng besar ($> 15\%$), bukan merupakan daerah banjir, pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan.
2. Daerah hilir dicirikan sebagai daerah pemanfaatan, memiliki kerapatan drainase kecil, kemiringan lereng sangat kecil ($< 8\%$), di beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, jenis vegetasi didominasi oleh tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi oleh hutan bakau atau gambut.
3. Daerah tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda antara hulu dan hilir.

Perubahan lanskap termasuk perubahan tata guna lahan yang dilaksanakan di daerah hulu DAS tidak hanya akan memberikan dampak di daerah dimana kegiatan tersebut berlangsung (hulu DAS), tetapi juga akan menimbulkan dampak di daerah

hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran air lainnya. Konversi lahan hutan menjadi areal permukiman akan menghilangkan peranan daerah hulu sebagai wilayah resapan air dan perlindungan daerah di bawahnya. Berdasarkan hasil analisis peta tutupan lahan tahun 2015 (Kementerian LHK, 2015 dalam Salim, 2019)

2.3. Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Hidrologi DAS

Menurut Arsyad (2010), vegetasi mempengaruhi siklus hidrologi melalui pengaruhnya terhadap air hujan yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi, ke tanah dan batuan di bawahnya. Kegiatan tataguna lahan yang bersifat mengubah bentang lahan dalam suatu DAS seringkali dapat mempengaruhi hasil air (wateryield). Pada batas tertentu, kegiatan tersebut juga dapat mempengaruhi kondisi kualitas air. Pembalakan hutan, perubahan dari satu jenis vegetasi hutan menjadi jenis vegetasi hutan lainnya, perladangan berpindah, atau perubahan tataguna lahan hutan menjadi areal pertanian atau padang rumput adalah contoh-contoh kegiatan yang sering dijumpai di negara berkembang. Terjadinya perubahan tataguna lahan dan jenis vegetasi tersebut, dalam skala besar dan bersifat permanen, dapat mempengaruhi besar-kecilnya hasil air (Asdak, 2010).

Berkurangnya kawasan bervegetasi dan meningkatnya area terbangun, menyebabkan kecenderungan naiknya nilai koefisien runoff, yang berkaitan erat dengan meningkatnya debit maksimum sungai dan menurunnya debit minimum sungai. Selanjutnya fenomena yang kerap terjadi adalah banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau (Sarminingsih, 2007). Bencana alam yang terkait dengan perubahan tutupan lahan yang mengganggu hidrologi DAS adalah termasuk peristiwa bencana seperti banjir, kekeringan, kegagalan lereng, dan pengembangan ambles (Suprayogo dkk, 2017).

Banjir berasal dari limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sementara itu limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju sungai. Sehingga limpasan mempresentasikan output dari daerah aliran sungai yang ditetapkan dengan satuan waktu. (Kodoatie, 2013)

Berdasarkan kondisi morfologis, penyebab banjir adalah karena relief bentang alam Indonesia yang sangat bervariasi dan banyaknya sungai yang

mengalir diantaranya. Daerah rawan banjir tersebut diperburuk dengan penggundulan hutan atau perubahan tata-guna lahan yang tidak memperhatikan daerah resapan air. Perubahan tata-guna lahan yang kemudian berakibat menimbulkan bencana banjir, dapat dibuktikan antara lain di daerah perkotaan sepanjang pantai terutama yang dialiri oleh sungai (BAKORNAS PB, 2007).

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir alami dan banjir oleh tindakan manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sementara itu banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan seperti:

1. Perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS),
2. Kawasan pemukiman di sekitar bantaran,
3. Rusaknya drainase lahan,
4. Kerusakan bangunan pengendali banjir,
5. Rusaknya hutan (vegetasi alami), dan
6. Perencanaan sistim pengendali banjir yang tidak tepat.

Peneliti lain mengemukakan bahwa banjir dipengaruhi oleh banyak faktor, tetapi apabila dikelompokkan maka akan didapatkan tiga faktor yang mempengaruhi terhadap banjir, yaitu (Suherlan, 2001 dalam Aqwan, 2015):

1. Elemen meteorologi yang berpengaruh pada timbulnya banjir adalah intensitas, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung.
2. karakteristik DAS yang berpengaruh terhadap banjir adalah luas DAS, kemiringan lahan, ketinggian dan kadar air tanah.
3. Manusia berperan pada percepatan perubahan karakteristik fisik DAS.

2.4. Model Soil and Water Assessment Tool

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) adalah model prediksi untuk skala daerah aliran sungai (DAS) yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold untuk USDA ARS (Neitsch et al, 2011). Tahap analisis dan pengolahan data menggunakan SWAT secara garis besar dapat dibagi kedalam beberapa kelompok tahapan yaitu (Rahmad dkk, 2017):

1. Deliniasi DAS,
2. Pendefinisian HRUs (Hydrologic Reponse Units),
3. Pendefinisian data iklim,
4. Menjalankan simulasi model dan
5. Validasi model.

Model SWAT juga telah dilakukan analisis terhadap penggunaan lahan di daerah DAS Cirasea pada tahun 1998, 2004, dan 2007 menunjukkan bahwa terjadi perubahan penggunaan lahan di DAS Cirasea selama kurun waktu tersebut. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di DAS Cirasea mengakibatkan terjadinya perubahan respon hidrologi khususnya aliran permukaan dan aliran dasar. Aliran permukaan yang terbesar dihasilkan oleh penggunaan lahan sesuai dengan RTRW yaitu sebesar 279,51 mm (SrimalaHayati, 2010 dalam Adrionita, 2011).

SWAT meminta User untuk menyediakan data iklim pengukuran harian, seperti hujan, suhu udara, kelembaban udara, radiasi surya dan kecepatan angin. Terdapat dua cara untuk penyediaan data iklim (Ditjen. BPDAS dan Perhutanan Sosial, 2014):

1. Menggunakan data iklim global yang tersedia di web-web. Pilih grid data iklim yang tersedia yang berdekatan dengan masing-masing DAS.
2. Menggunakan struktur data yang sama dengan data iklim global yang tersedia di web namun menggunakan data hasil pengukuran lapangan

Peta HRU tersusun atas kombinasi peta tutupan lahan, klasifikasi kelas lereng dan peta jenis tanah, selanjutnya dikelompokkan pada setiap wilayah DAS/ Sub DAS. Pembagian DAS mampu membuat model yang mencerminkan perbedaan evapotranspirasi untuk jenis tanaman dan tanah yang bervariasi. Aliran permukaan (*surface runoff*) diprediksi secara terpisah untuk masing-masing HRU dan dapat ditelusuri untuk memperoleh aliran permukaan total (*total runoff*) suatu DAS. ini dapat meningkatkan keakuratan dan memberikan gambaran fisik yang lebih baik untuk neraca air (Ditjen. BPDAS dan Perhutanan Sosial, 2014).

Output SWAT terangkum dalam file-file yang terdiri dari file HRU, SUB dan RCH. File HRU berisikan output dari masing-masing HRU, sedangkan SUB berisikan output dari masing-masing Sub DAS dan RCH merupakan output dari

masing-masing sungai utama pada setiap Sub DAS. Informasi output pada file SUB dan file HRU adalah luas area (AREA km²), jumlah curah hujan (PRECIP mm), evapotranspirasi actual (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).

2.5. Model Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS)

HEC-RAS merupakan sistem perangkat lunak terintegrasi, dirancang untuk interaktif digunakan dalam lingkungan multi-tasking. Sistem ini terdiri dari *Graphical User Interface* (GUI)/Antarmuka Pengguna Grafis, komponen analisis terpisah, data penyimpanan dan pengelolaan kemampuan, grafis dan pelaporan fasilitas.

Sistem HEC-RAS berisi empat komponen analisis sungai yaitu: Analisis profil muka air untuk aliran tetap (*steady flow*), Analisis profil muka air aliran tidak tetap (*Unsteady Flow*), Analisis angkutan sedimen/kondisi batas bergerak, dan permodelan kualitas air (*temperature*).

2.5.1 Analisis Profil Muka Air Aliran Tetap (Steady Flow)

Komponen permodelan ini untuk menghitung profil muka air pada aliran tetap yang berubah secara bertahap yang disebabkan pengaruh penghalang aliran seperti bangunan jembatan, gorong-gorong, bendung, atau bangunan lainnya. Model ini digunakan pada aliran sungai tunggal, sungai dendritik, atau jaringan sungai lainnya. Komponen aliran tetap memberikan output model aliran *subkritis*, *superkritis*, dan *campuran (mixed)*. Model aliran tersebut didesain pada manajemen bantaran banjir, studi asuransi banjir, dan evaluasi hambatan dan normalisasi pada saluran kanal banjir serta efek normalisasi dan pembuatan tanggul pada profil muka air.

2.5.2 Analisis Profil Muka Air Aliran Tak Tetap (UnSteady Flow)

Komponen permodelan ini untuk mensimulasikan aliran tak tetap satu dimensi dan aliran dua dimensi dalam sistem jaringan sungai. Komponen aliran tak tetap memberikan output model aliran subkritis, superkritis, dan campuran (*mixed*). Model aliran tersebut didesain pada tampungan (storage areas) dan koneksi hidraulik antar tampungan, maupun antar segmen sungai.

2.5.3 Analisis Angkutan Sedimen/kondisi batas bergerak

Komponen permodelan ini untuk mensimulasikan angkutan sedimen satu dimensi dengan kondisi batas bergerak, yang akan menghasilkan gerusan dan pengendapan pada interval waktu tahunan sebagai akibat perubahan frekuensi dan durasi dari debit dan muka air atau perubahan dimensi saluran. Angkutan sedimen dihitung menggunakan data distribusi butiran dalam simulasi *hydrolic sorting* dan *armoring*. Model ini digunakan untuk memperkirakan pengendapan di waduk, perencanaan penyempitan saluran, memperkirakan pengaruh pengerukan terhadap laju pengendapan, memperkirakan gerusan maksimum pada saat banjir besar dan evaluasi pengendapan pada saluran.