

SKRIPSI

**SIMULASI DAN PEMODELAN BANJIR DI DAERAH
ALIRAN SUNGAI LAMASI**

Disusun dan Diajukan Oleh :

A. MUHAMMAD SYAHRUL R.

M011191143



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2024

HALAMAN PENGESAHAN

SIMULASI DAN PEMODELAN BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI LAMASI

Disusun dan diajukan oleh :

A. MUHAMMAD SYAHRUL R.

M011191143

Telah dipertahankan dihadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

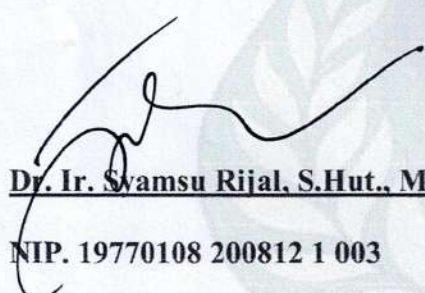
Pada Tanggal April 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

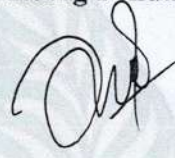
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


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

NIP. 19770108 200812 1 003


**Ir. Munajat Nursaputra S.Hut.,
M.Sc., IPM**

NIP. 19900729 202012 1 012

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.

NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : A.Muhammad Syahrul R

Nim : M011191143

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Simulasi dan Pemodelan Banjir di Daerah Aliran Sungai Lamasi”

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

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

Makassar, April 2024

Yang menyatakan



A.Muhammad Syahrul R.

ABSTRAK

A.Muhammad Syahrul R (M011191143), Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU, Ir. Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc., IPM. Simulasi dan Pemodelan Banjir di Daerah Aliran Sungai Lamasi.

Kejadian banjir yang terjadi setiap tahun di DAS Lamasi mempengaruhi kehidupan masyarakat, dimana luapan air yang terjadi dapat merendam lahan pertanian, perkebunan dan pemukiman. Curah hujan yang tinggi dan pemanfaatan lahan yang tidak berwawasan lingkungan menjadi penyebab meningkatnya debit puncak dan luapan banjir semakin besar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan identifikasi untuk mengetahui daerah yang terdampak banjir menggunakan model spasial Soil Water Assesment Tools (SWAT) dan Hydrologic Engineering Centre-River Analysis System (HEC-RAS) dan. Dalam simulasi, dilakukan pengolahan berupa data Digital Elevation Model (DEM), data iklim, debit sungai dan data tutupan lahan, sehingga diperoleh sebaran wilayah yang terdampak banjir pada DAS Lamasi. Hasil penelitian menggambarkan bahwa terdapat enam kecamatan yang terdampak pada wilayah administrasi DAS Lamasi yaitu : Lamasi, Lamasi Timur, Walenrang, Walenrang Barat, Walenrang Timus, Walenrang Utara dengan total luas 806,62 ha. Wilayah banjir terluas sebesar 1.235,51 ha pada kecamatan Walenrang Timur dan wilayah banjir terkecil dengan luas 9,87 ha pada kecamatan Lamasi..

Kata Kunci: Banjir, DAS Lamasi, Model HEC-RAS

KATA PENGANTAR

Segala rasa puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan berkat, kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “**Simulasi dan Pemodelan Banjir di Daerah Aliran Sungai Lamasi**”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat berbagai macam kendala dan masih banyak kekurangan. Ada suka maupun duka yang penulis rasakan selama menulis skripsi ini. Membutuhkan keinginan yang kuat, upaya yang luar biasa dan juga kesabaran yang tidak ada habisnya untuk menyelesaikan skripsi ini. Tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan lancar dan selesai dengan baik. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormat dan setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orangtua, **A. Haeruddin S.Sos.** dan **Alm. Asni Abbas S.E** yang menjadi alasan utama penulis bisa sampai di titik ini. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai hadiah kecil kepada kedua orang tua yang telah senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, cinta yang tiada terhingga dan segala dukungan dalam bentuk materi maupun non materi, Terimakasih telah mengorbankan banyak waktu, tenaga, upaya untuk mendukung peneliti meraih impian, kalian merupakan sumber inspirasi dan kekuatan yang tak tergantikan bagi peneliti. Semoga segala doa yang kalian panjatkan menjadi gerbang bagi penulis dalam menggapai kesuksesan. Tak lupa saudara peneliti, **Apt. A .Rifka Hanifah S.Si** dan **A.Muhammad Reza F.**
2. Bapak **Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU** dan Bapak **Ir. Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc., IPM** selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 atas segala bantuannya dalam mengarahkan, memberikan saran, dan membantu penulis mulai dari pemilihan tema, judul, metode hingga selesainya skripsi ini.

3. Bapak **Chairil A., S.Hut., M.Hut** dan Bapak **Prof.Dr.H. Supratman, S.Hut., M.P.** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Kehutanan yang senantiasa memberikan ilmu dengan penuh rasa tanggung jawab tanpa mengenal lelah serta seluruh staff Administrasi Fakultas Kehutanan yang selalu melayani pengurusan administrasi selama berada di lingkungan Fakultas Kehutanan.
5. Segenap keluarga besar peneliti, terkhusus keluarga **Abbas Marzuki** yang senantiasa memberikan perhatian, kasih sayang, doa, motivasi, dukungan materi maupun non materi selama proses penyusunan skripsi.
6. Segenap keluarga besar **Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan** yang telah membantu selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Teman-teman **Egi Tegurta Andery , S.Hut., Zulkifli R, Rico Vikraldo,** yang telah memberikan dukungan dan membantu selama penelitian utamanya dalam pengambilan data lapangan.
8. Kakak **Muhammad Ilham Basmar, S.Hut.,** dan **Muhammad Faiq, S.Hut.,** yang tak henti-hentinya memberikan bantuan dan masukan serta support penuh selama ini, saya ucapkan banyak terima kasih. Semoga hal-hal yang baik selalu menyertai kita semua.
9. Teman-teman seperjuangan yang saya banggakan **Lalu Kharisma A.H, S.Hut, Nurul Muhlisa Basri, S.Hut, Andi Khairana. S.Hut., Egi Andery, S.Hut., Ahmad Zam-zam Hidayatullah, S.Hut., Rangga Ada Rannuan, Yohanes Imanuel, Zulkifli, Rico Vikraldo,** saya ucapkan banyak terimakasih telah menjadi teman seperjuangan berbagi suka duka, keluh kesah. Terimakasih atas segala dukungan, motivasi dan tentunya kebersamaan seperti saudara tak sedarah yang telah dibangun sedari maba hingga bisa sampai diakhir perjuangan ini. Semoga kesuksesan menghampiri kita semua.
10. Saudara tercinta **Kontrakan Ceria19** terima kasih atas canda tawa yang membahagiakan, doa, dukungan dan bantuan tiada hentinya selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

11. Segenap **Keluarga Besar Olympus19** terimakasih telah menjadi keluarga kedua dan menjadi wadah atau tempat belajar diluar bangku kuliah.
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah tulus dan ikhlas memberikan doa, motivasi, membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
13. Dan yang terakhir, kepada diri sendiri yang telah berproses, bekerja keras dan berjuang sejauh ini. Terimakasih sudah tetap bertahan, tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi dan telah menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin. Ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri.

Semoga setiap kebaikan yang diberikan menjadi berkah dan dibalas dengan kebaikan yang tak terhingga. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kita rekan-rekan yang membacanya.

Makassar, April 2024

A.Muhammad Syahrul R.

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Banjir.....	4
2.2 Daerah Aliran Sungai.....	6
2.3 Model Hidrologi	1
<i>Model AGNPS</i>	1
<i>Model ANSWER</i>	2
<i>Model ANFIS</i>	2
<i>Model HEC-RAS</i>	2
<i>Model SWAT</i>	4
III. METODE PENELITIAN	6
3.1 Waktu dan Tempat.....	6
3.2 Alat dan Bahan.....	7
3.2.1 Alat	7
3.2.2 Bahan	7
3.3 Prosedur Penelitian	8
3.3.1 Pemodelan hidrologi DAS.....	9
<i>Penentuan Batas Penelitian</i>	9
<i>Input Data</i>	9
<i>Pembentukan Hydrological Response Unit (HRU)</i>	16

<i>Pembuatan Basis Data Iklim Harian dan Input Proyeksi Perubahan Iklim menggunakan tools Edit SWAT Input</i>	17
<i>Pemodelan</i>	18
<i>Kalibrasi Model</i>	19
<i>Validasi Model</i>	20
<i>Simulasi Banjir</i>	20
3.4 Kerangka Penelitian	22
3.5 Analisis Data	24
3.5.1 Analisa Indikator Penyebab Banjir.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Parameter Input SWAT	26
4.1.1 Penutupan Lahan tahun 2011, 2016 dan 2021	26
<i>Perubahan Penutupan Lahan</i>	26
<i>Validasi Model Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan</i>	32
<i>Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan</i>	34
4.1.2 Klasifikasi Tanah SWAT.....	38
4.1.3 Kemiringan Lereng.....	40
4.1.4 Iklim dan Curah Hujan	41
4.2 Pemodelan SWAT	43
4.2.1 Delinasi DAS.....	43
4.2.2 Pembentukan dan Pendefinisian Hydrological Response Unit (HRU).....	45
4.2.3 Pembuatan Basis Data Iklim Harian dan Edit SWAT Input.....	46
4.3 Output SWAT	47
4.4 Kalibrasi dan validasi Output SWAT.....	48
4.5 Hasil Pemodelan dan Simulasi HEC-RAS	49
4.6 Analisis Indikator Penyebab Banjir	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Koefisien kekasaran manning:	4
Tabel 2.	Bahan Penelitian.	7
Tabel 3.	Confusion Matrix.	10
Tabel 4.	Klasifikasi Penutupan Lahan SWAT	14
Tabel 5.	Parameter Jenis Tanah SWAT	15
Tabel 6.	Tingkat performa model NSE.....	20
Tabel 7.	Klasifikasi Nilai KRS.....	25
Tabel 8.	Penutupan Lahan Tahun 2011, 2016 dan 2021 Hasil Interpretasi Citra.	26
Tabel 9.	Matriks Konfusi Hasil Uji Akurasi.	31
Tabel 10.	Perbandingan Luas Penutupan Lahan Interpretasi & Proyeksi Tahun 2021.	33
Tabel 11.	Matriks Transisi Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2011-2021.....	35
Tabel 12.	Klasifikasi Satuan Tanah DAS Lamasi.....	39
Tabel 13.	Klasifikasi Kelas Kemiringan Lereng DAS Lamasi.....	41
Tabel 14.	Rata-rata Curah Hujan Bulanan DAS Lamasi periode 2013 – 2022.	42
Tabel 15.	Trend Perubahan Curah Hujan tahun 2021 dan 2031.....	46
Tabel 16.	Hasil analisis HEC-RAS tahun 2022 yang menggambarkan luasan kejadian banjir berdasarkan penutupan lahan di DAS Lamasi.....	50
Tabel 17.	Hasil analisis HEC-RAS tahun 2022 yang menggambarkan luasan kejadian banjir berdasarkan administrasi kecamatan di DAS Lamasi....	50
Tabel 18.	Hasil Validasi Kejadian Banjir Tahun 2022.	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Kejadian banjir di Kabupaten Luwu.	1
Gambar 2.	Peta Lokasi Penelitian	6
Gambar 3.	Prosedur Penelitian.....	23
Gambar 4.	Peta Penutupan Lahan DAS Lamasi tahun 2011.....	28
Gambar 5.	Peta Penutupan Lahan DAS Lamasi tahun 2016.....	29
Gambar 6.	Peta Penutupan Lahan DAS Lamasi Tahun 2021.....	30
Gambar 7.	Peta Penutupan Lahan Tahun 2021 Proyeksi.....	32
Gambar 8.	Peta Penutupan Lahan Tahun 2031.....	37
Gambar 9.	Peta Jenis Tanah DAS Lamasi	38
Gambar 10.	Peta Klasifikasi Kelerengan Tanah DAS Lamasi.....	40
Gambar 11.	Grafik rata-rata curah hujan bulanan periode 2013 – 2022 DAS Lamasi	42
Gambar 12.	Peta sub DAS hasil delineasi SWAT	44
Gambar 13.	Grafik Persentase Delta Perubahan Curah Hujan Bulanan DAS Lamasi Pada Tahun 2031.....	47
Gambar 14.	Grafik Debit bulanan rata-rata DAS Lamasi Output SWAT periode 2013-2022.....	48
Gambar 15.	Scatter plot debit aliran simulasi model dan observasi setelah proses kalibrasi debit tahun 2022.	49
Gambar 16.	Sebaran banjir hasil simulasi HEC-RAS menggunakan debit pemodelan SWAT tahun 2022.....	53
Gambar 17.	Sebaran genangan banjir hasil simulasi HEC-RAS menggunakan debit proyeksi perubahan iklim dan perubahan tutupan lahan.....	54
Gambar 18.	Sebaran Kelas Koefisien Regim Sungai di DAS Lamasi.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

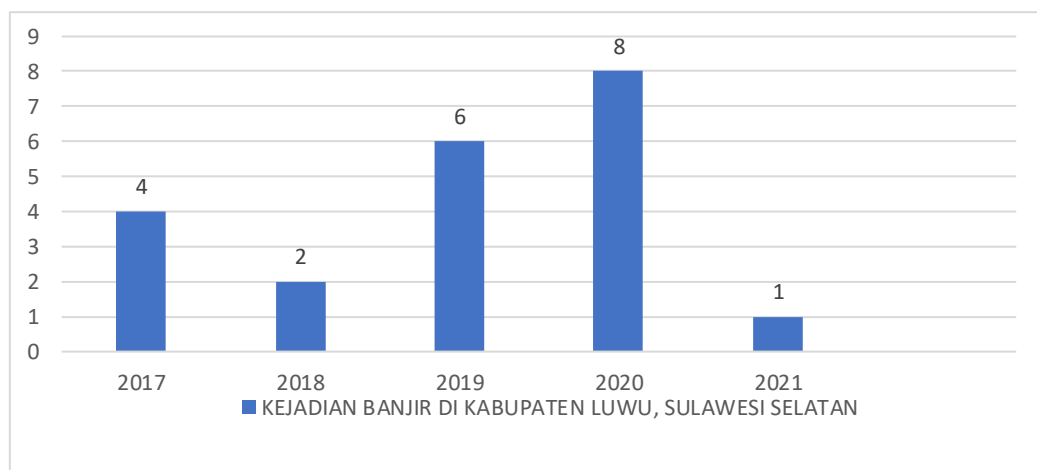
Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Titik Pengecekan Lapangan Kelas Penutupan Lahan tahun 2021.....	64
Lampiran 2.	Matriks Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2011-2021.....	67
Lampiran 3.	Matriks Perubahan Lahan Tahun 2021-2031	68
Lampiran 4.	Data debit DAS Lamasi dari BBWS tahun 2013-2022.....	69
Lampiran 5.	Nilai KRS pada Setiap Sub DAS pada Tahun 2022	70
Lampiran 6.	Validasi lapangan.....	86

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum penyebab terjadi banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh faktor alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Banjir yang terjadi akibat sebab-sebab alami diantaranya adalah curah hujan tinggi, pengaruh fisiografi Daerah Aliran Sungai (DAS), erosi dan sedimentasi, dan pengaruh air pasang. Sedangkan untuk faktor penyebab banjir yang disebabkan tindakan manusia antara lain perubahan kondisi penutupan lahan pada DAS, sampah, drainase lahan perkotaan, kerusakan bangunan pengendali banjir, perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002)

Kejadian banjir di Kabupaten Luwu dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan tren yang meningkat, terhitung sepanjang tahun 2017 sampai tahun 2021, Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat telah terjadi kejadian banjir di Kabupaten Luwu sebanyak 21 kali (Data Informasi Bencana Indonesia, 2023), berikut statistik kejadian banjir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kejadian banjir di Kabupaten Luwu (Data Informasi Bencana Indonesia, 2023).

Bencana banjir dari segi hidrologi umumnya terjadi akibat kerusakan ekosistem yang berada pada suatu DAS (Suripin, 2004). Kejadian banjir saat ini

hampir terjadi pada seluruh DAS yang mengalami masalah hidrologis, misalnya DAS yang sangat mempengaruhi penghidupan masyarakat di Sulawesi Selatan seperti DAS Lamasi merupakan salah satu DAS dengan klasifikasi DAS untuk dipulihkan sebagaimana yang tercantum dalam Peraturan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan Nomor 10 Tahun 2015 tentang pengelolaan DAS. Secara administrasi, DAS Lamasi memiliki luas area DAS 48.372 ha (487.32 km²) dan memiliki panjang sungai utama 69 km , berada pada tiga wilayah administrasi : Kabupaten Toraja Utara (Kecamatan Nanggala dan Kec. Saddan); Kabupaten Luwu Utara (Kec. Baebunta); dan Kabupaten Luwu (Kec. Walenrang Barat, Walenrang , Walenrang Timur, Walenrang Utara, Lamasi dan Lamasi Timur).

Perlu adanya usaha untuk meningkatkan pengelolaan hidrologi (banjir) seperti melakukan analisis identifikasi untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem penanggulangan bencana banjir untuk mengidentifikasi daerah rawan banjir yaitu dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), dengan mengidentifikasi dan pemetaan kawasan rawan banjir, sistem ini dapat memberikan gambaran lokasi wilayah rawan banjir sehingga penanggulangan banjir menjadi lebih tepat sasaran. Dengan menganalisis faktor penyebab banjir dan mencari korelasi antara kedalaman banjir dengan sejumlah variabel sehingga dapat diintegrasikan ke dalam Sistem Pemodelan Dataran banjir (Floodplain Mapping). Salah satu alternatif yang digunakan menilai kondisi hidrologi DAS terkait banjir adalah dengan bantuan model hidrologi untuk memodelkan dan mensimulasikan dampak banjir yang terjadi pada suatu wilayah. Salah satu pemodelan hidrologi yang dapat digunakan untuk pemodelan dan simulasi banjir adalah pemodelan SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) yang dipadukan dengan HEC-RAS(*Hydrologic Engineering Centre- River Analysis System*). Model SWAT dapat mengidentifikasi, menilai, mengevaluasi tingkat permasalahan suatu DAS dan sebagai alat untuk memilih tindakan pengelolaan dalam mengendalikan permasalahan dalam DAS tersebut (Nugroho, 2015) seperti mengetahui debit aliran yang terjadi. Sedangkan software HEC-RAS, dengan menggunakan data output model SWAT dapat memvisualisasikan kejadian banjir dalam bentuk 2D dan 3D berupa genangan, kecepatan dan kedalaman banjir. Sehingga diharapkan dengan penggabungan kedua aplikasi tersebut dapat

dipahami kejadian banjir yang terjadi di suatu DAS, sehingga pengelolaan DAS yang terbaik dapat ditentukan untuk mengurangi dampak banjir pada DAS Lamasi. Olehnya itu melalui penelitian ini, dengan memanfaatkan pemodelan hidrologi berbasis spasial menggunakan SWAT dan HEC-RAS akan dilakukan simulasi kejadian banjir di DAS Lamasi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kejadiannya. Sehingga diharapkan hasil dari pemodelan dan simulasi tersebut akan memberikan arahan kebijakan pengelolaan DAS Lamasi

1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi daerah yang terdampak banjir menggunakan pemodelan hidrologi berbasis spasial dan menganalisis indicator penyebab banjir pada Daerah Aliran Sungai Lamasi.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi kepada instansi terkait perencanaan adaptasi dan migitasi banjir dan sebagai media pembelajaran dalam pengembangan pemodelan berbasis spasial khususnya untuk mengkaji dampak perubahan penutupan/penggunaan lahan pada sebuah landskap DAS.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir

Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal, sehingga sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Kemampuan/daya tampung sistem pengaliran air dimaksud tidak selamanya sama, tetapi berubah akibat adanya sedimentasi, penyempitan sungai akibat fenomena alam dan ulah manusia, tersumbat sampah serta hambatan lainnya (Bakornas, 2007/2008).

Menurut Kodoatie (2013) banjir terbagi menjadi dua kategori, yaitu banjir akibat alam dan aktivitas manusia. Banjir alami dipengaruhi oleh curah hujan, bentuk lahan, erosi dan sedimentasi, aliran sungai, kapasitas drainase dan efek pasang surut. Sementara itu, banjir yang disebabkan oleh aktivitas manusia disebabkan karena perubahan lingkungan akibat perubahan bentang alam DAS, kawasan pemukiman di sekitar bantaran sungai, kerusakan fasilitas drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, dan kerusakan hutan (vegetasi alami).

Polawan dan Alam (2020) menyatakan beberapa ragam jenis banjir yang sering terjadi di Indonesia sebagai berikut;

1. Banjir Air merupakan banjir yang paling sering terjadi dan paling umum diketahui oleh banyak orang. Bahkan seringkali masyarakat memaknai kata banjir sebagai jenis banjir ini. Bencana ini disebabkan oleh meluapnya air sungai, danau, atau selokan sehingga air akan menggenangi daratan di sekitarnya. Pada umumnya naiknya volume air ini disebabkan karena badai atau hujan lebat yang terjadi terus-menerus.
2. Banjir Bandang merupakan banjir dengan terbawanya bongkahan batu besar yang menghancurkan pemukiman masyarakat. Banjir bandang umumnya terjadi di daerah pegunungan. Bencana alam ini menyerupai tanah longsor disertai air yang volumenya sangat besar.

3. Banjir Rob merupakan banjir genangan disebabkan oleh pasang air laut. Bencana ini hanya terjadi di daerah yang dekat dengan pesisir pantai atau di daerah yang permukaannya lebih rendah daripada permukaan air laut. Kondisi rona air bencana alam ini umumnya lebih jernih daripada air banjir yang biasanya terjadi.
4. Banjir Lahar Dingin merupakan jenis banjir yang disebabkan karena erupsi gunung berapi yang mengeluarkan lahar dingin. Lahar dingin ini menyebar ke lingkungan sekitarnya dan bahkan dapat masuk ke sungai atau danau sehingga menyebabkan pendangkalan. Penyebab terjadinya banjir lahar dingin berwujud material-material dari dalam bumi, seperti pasir, kerikil, dan bebatuan.
5. Banjir Lumpur banjir yang hampir sama dengan banjir bandang namun lumpur tersebut keluar dari dalam bumi sehingga dapat menggenangi daratan.
6. Banjir Cileuncang merupakan banjir yang mirip dengan banjir air akan tetapi banjir tersebut dikarenakan hujan yang sangatlah deras dan mempunyai debit air yang banyak.

Banjir merupakan fenomena alam yang terjadi karena kelebihan air yang tidak tertampung oleh jaringan drainase di suatu wilayah sehingga menimbulkan genangan yang merugikan. Untuk dapat mengidentifikasi resiko banjir yang berpengaruh pada kelangsungan hidup manusia dan lingkungan perlu diketahui penyebab terjadinya. Banjir dan kekeringan adalah masalah yang saling berkaitan dan datang saling menyusul, semua faktor yang menyebabkan kekeringan akan bergulir menyebabkan terjadinya banjir (Maryono, 2005). Lebih lanjut Sastrodihardjo (2012) menyatakan bahwa beberapa faktor penyebab banjir yaitu adanya interaksi antara faktor penyebab bersifat alamiah, dalam hal ini kondisi dan peristiwa alam serta campur tangan manusia yang beraktivitas pada area pengaliran.

2.2 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah satuan wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai 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 (UU No. 37 Tahun 2014). Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat berada pada lebih dari satu kecamatan atau kabupaten. Selain itu DAS juga merupakan suatu ekosistem dimana unsur biotik dan abiotik berinteraksi.

Kondisi dan karakteristik setiap DAS berbeda-beda. Sehingga dalam pengelolaan dan pencarian solusi suatu permasalahan yang terjadi di suatu DAS tentu akan berbeda dengan DAS lainnya. Termasuk dalam penyelesaian masalah banjir dan genangan yang sering terjadi di musim hujan.

Menurut Badan Pengendalian Banjir dalam Sulfiani (2015), genangan adalah air yang antri (memenuhi) jalan dengan ketinggian air mencapai 30 sampai 50 sentimeter. Lamanya genangan untuk sebuah sebutan genangan air adalah berkisar 30 sampai 40 menit atau kurang lebih satu jam. Selama ketinggian air di bawah 100 sentimeter atau satu meter, itu bukanlah banjir. Banjir dan genangan yang terjadi di suatu lokasi diakibatkan oleh sebab pengaruh tindakan manusia dan sebab alami. Sebab pengaruh tindakan manusia diantaranya perubahan tata guna lahan (land use), pembuangan sampah, kawasan kumuh di sepanjang sungai/drainase, perencanaan system pengendalian banjir tidak tepat, tidak berfungsinya sistem drainase lahan, bendung dan bangunan air, dan kerusakan bangunan air. Sedangkan, sebab alaminya yaitu erosi dan sedimentasi, curah hujan, pengaruh fisiografi/geofisik sungai, kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai, pengaruh air pasang, penurunan tanah, serta drainase lahan (Kodoatie dan Sjarief, 2005 dalam (Kusumadewi et al., 2012)

2.3 Model Hidrologi

Model adalah representasi atau gambaran dari suatu keadaan (states), obyek (objects), dan kejadian (events). Representasi tersebut harus diungkapkan dalam bentuk yang sederhana, yaitu dengan mengeliminasi atau meminimalkan variabel-variabel lain yang rumit dan tidak terkait secara langsung dengan model tersebut. Representasi tersebut dinyatakan dalam bentuk sederhana yang dapat dipergunakan untuk berbagai macam tujuan penelitian. Penyederhanaan dilakukan secara representatif terhadap perilaku proses yang relevan dari keadaan yang sebenarnya (Hidayat, 2001).

Menurut Pawitan (2000) pendekatan analisis sistem dalam kajian hidrologi DAS merupakan landasan teori yang sangat ampuh dalam mengintegrasikan informasi komponen-komponen suatu sistem DAS menjadi model-model hidrologi DAS. Hal ini telah dirasakan kebutuhan akan teknik pemodelan hidrologi yang mampu mengevaluasi dan menduga secara cepat dampak hidrologi dari perubahan dan tindakan pengelolaan tertentu yang terjadi di dalam suatu DAS. Model hidrologi demikian akan merupakan dasar bagi teknologi pengelolaan DAS yang rasional, efektif dan efisien, yaitu dengan kemampuan eksperimentasi dan simulasi dengan komputer.

Model AGNPS

Model hidrologi AGNPS dikembangkan oleh *Agricultural Research Service* (ARS) yang bekerjasama dengan *Minnesota Pollution Control Agency* (MPCA) dan *Soil Conservation Service* (SCS). Model AGNPS merupakan model hidrologi yang menggunakan parameter terdistribusi yang mensimulasikan hubungan hujan limpasan, dugaan dari hasil sedimen dan hara (Harsoyo, 2010). Komponen dasar dari model AGNPS itu sendiri adalah hidrologi, erosi tanah, transformasi sedimen dan hara. Dasar perkiraan yang digunakan adalah dalam satuan sel, oleh karena itu DAS harus diprediksi dengan membagi habis ke dalam unit terkecilnya. Model AGNPS dalam pengoperasiannya, melakukan penghitungan dalam beberapa tahap (Sutrisno et al., 2002).

Model ANSWER

Prinsip dasar dari model ANSWERS didasarkan pada asumsi berikut: Setiap titik dalam suatu DAS memiliki hubungan fungsional antara laju aliran air dan parameter hidrologinya (seperti intensitas curah hujan, infiltrasi, kondisi topografi, dan jenis tanah) (Harsoyo, 2010). Penggunaan model ANSWERS untuk pendugaan erosi-sedimentasi DAS telah banyak dicobakan dan diuji akurasi oleh para pakar hidrologi. Penerapan model ANSWERS pada DAS yang berukuran besar (>10.000 ha) dan memiliki variasi curah hujan yang tinggi, kurang akurat untuk digunakan (Haryanti, 2008).

Model ANFIS

ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) atau Metode Jaringan Syaraf Tiruan adalah suatu metode yang menggabungkan antara fungsi jaringan neural (neural network) dan logika fuzzy sebagai aproksimator umum, yaitu kemampuan untuk melakukan perkiraan suatu fungsi sehingga dapat dilakukan interpolasi dan ekstrapolasi (Harsoyo, 2010). Model ANFIS dapat mengekstrak dan mensimulasi data numerik menjadi model numerik dengan akurat (Rumita & Nurmala, 2017).

Model HEC-RAS

HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Centre- River Analysis System*) adalah perangkat lunak yang dirancang untuk dimanfaatkan sebagai alat peramalan debit banjir pada sungai dengan konsep lump model. Program ini dapat menunjukkan perhitungan profil permukaan aliran mantap (steady), termasuk juga aliran tak mantap (unsteady), pergerakan sedimen dan beberapa hitungan desain hidrolika. Dalam terminologi HEC-RAS, sebuah pengaturan file data akan berhubungan dengan sistem sungai. Model ini hanya membutuhkan data input seperti data debit, data curah hujan, luasan DAS serta sedikit parameter yang memfasilitasi regionalisasi untuk mensimulasikan aliran pada node yang tidak tersedia alat ukur

debit (Istriarto, 2012). Sistem ini terdiri atas Grafical User Interface (GUI), komponen-komponen analisis hidrolik, kemampuan penyimpanan data ,manajemen dan grafik. Presentasi dalam bentuk grafik dipakai untuk menampilkan tampang lintang dari suatu River Reach tampang panjang (profil muka air sepanjang alur), kurva ukur debit, gambar perspektif alur atau hidrograf untuk perhitungan aliran tak permanen. Presentasi dalam bentuk tabel dipakai untuk menampilkan hasil rinci berupa angka variabel di lokasi atau titik tertentu atau laporan ringkas proses hitungan (Sitepu , 2010)

Perangkat lunak HEC-RAS ini memberikan kemudahan dengan tampilan grafisnya. Kondisi air sungai dalam pengaruh hidrologi dan hidroliknya, serta penanganan sungai lebih lanjut sesuai kebutuhan dapat ditelusuri. Secara umum perangkat lunak ini menyediakan fungsi-fungsi sebagai berikut manajemen file, input data dan pengeditan, analisa hidraulika, dan keluaran (tabel, grafik dan gambar) (Wigiati & Soedarsono, 2016). Penggunaan Model HEC-RAS ditujukan untuk mengetahui kapasitas alur dan profil muka air sungai terhadap banjir dengan periode ulang tertentu, sehingga tinggi muka air maksimum yang terjadi dapat diketahui sepanjang sungai yang ditinjau. HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi (Putra et al., 2019)

- a) Hitungan profil muka air aliran permanen,
- b) Simulasi aliran tak permanen,
- c) Hitungan transpor sedimen, dan
- d) Hitungan kualitas air

Pemetaan banjir menggunakan HEC-RAS bertujuan untuk mengetahui aliran sungai tersebut termasuk aliran *steady flow* atau *unsteady flow* berdasarkan data tinggi muka air terhadap debit aliran dan data debit terbesar yang didapat dari rating curve. Program HEC-RAS dapat diaplikasikan untuk pemetaan geometri sungai. Data potongan melintang diasumsikan ke daerah yang terdekat dengan muara sungai, pada kolom cross section terdapat dua buah data yang akan dimasukkan berupa elevasi tanah dan data stasiun (Mandagi, 2017).

Hasil data potongan melintang dibutuhkan data tambahan yaitu jarak antara

potongan melintang ruas sungai, angka kekasaran *mannig*, serta sumbu x untuk tebing kiri dan kanan. Adapun nilai koefisien *mannig* berdasarkan Penggunaan Lahan yang dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. *Koefisien kekasaran manning (US Army Corps of Engineers , 2015):*

No	Penggunaan Lahan	Nilai Manning
1	Bandara/Pelabuhan	0,04
2	Pemukiman	0,08
3	Pertanian dan Perkebunan	0,06
4	Sawah	0,05
5	Semak Belukar	0,045
6	Hutan	0,055
7	Tubuh Air	0,035
8	Lahan Terbuka	0.04

Hujan yang berdurasi pendek dan tunggal yang jatuh di atas DAS mengikuti bentuk umum merupakan bentuk hidrograf. Data debit banjir yang digunakan adalah hasil dari simulasi debit harian dengan menggunakan SWAT (Rifa'i, 2017) Jika saluran yang tinjau tidak dapat menampung debit banjir rencana maka akan terjadi banjir (Mandagi, 2019).

Model SWAT

Soil Water Assessment Tools merupakan model yang dikembangkan pada awal tahun 1990-an oleh Dr. Jeff Arnold untuk pengembangan *Agricultural Research Service (ARS)* dari USDA. Model SWAT sendiri 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 (Nugroho, 2015). SWAT merupakan salah satu model hidrologi yang dapat digunakan secara efektif mensimulasikan air dan transportasi sedimen pada DAS yang didominasi oleh

kegiatan pertanian dan untuk menilai dampak jangka panjang dari praktek manajemen yang berbeda pada skala DAS (Saghafian & Sima, 2011).

Soil Water Assessment Tools membagi DAS ke dalam sub-cekungan, yang masing-masing terhubung melalui saluran aliran berdasarkan kondisi topografi. Sub-cekungan selanjutnya dibagi menjadi unit respon hidrologi (HRU), kombinasi unik dari tipe tanah dan vegetasi di subDAS dalam suatu proses pada model SWAT akan mensimulasikan hidrologi, pertumbuhan vegetasi, dan praktik manajemen. Masukan data lainnya berupa data iklim harian mulai dari data curah hujan, temperatur udara maksimum dan minimum, radiasi matahari, kecepatan angin, dan kelembapan (Bhararti dkk., 2014). Permodelan SWAT menghasilkan output yang salah satunya keseimbangan air ke dalam pembagian pada suatu wadah memungkinkan model untuk mencerminkan perbedaan dalam evapotranspirasi ataupun air limpasan untuk vegetasi dan tanah yang berbeda (Bhararti dkk., 2014). Ketersediaan air pada model SWAT diistilakan dengan Water Yield (hasil Air) yang diperoleh dari sub DAS atau sub cekungan. Ketersediaan air pun dapat diperoleh dari jumlah aliran permukaan yang mencapai sungai utama, jumlah air yang mengalir secara lateral dibawah permukaan yang 25 berkontribusi terhadap debit sungai, dan air yang mengalir di aquifer yang berkontribusi terhadap debit sungai, serta selisih dari kehilangan air ke aquifer. Output SWAT bukan hanya ketersediaan air, tapi juga memiliki kemampuan menghasilkan data evapotranspirasi, perkiraan air tanah, tingkat air bawah, erosi dan sedimen, kualitas air, kandungan dan pindahan nutrient/pestisida, kandungan fosfat, pertumbuhan tanaman, dan siklus karbon.