

**ARAHAN MITIGASI BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
PAREMANG**

*THE FLOOD MITIGATION DIRECTIONS IN PAREMANG
WATERSHED*

MUHAMMAD ROZALI MIRZAQ



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ARAHAN MITIGASI BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
PAREMANG**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister

Program Studi Ilmu Kehutanan

Disusun dan Diajukan Oleh

MUHAMMAD ROZALI MIRZAQ

M012191004

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS
ARAHAN MITIGASI BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
PAREMANG

MUHAMMAD ROZALI MIRZAQ

NIM : M012191004

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
 Studi Program Magister Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 28 Desember 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan



Pembimbing Utama

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

Ketua Program Studi
 Ilmu Kehutanan S2

Ir. Mukrimin, S.Hut, MP, Ph.D, IPU
 NIP. 19780209 200812 1 001

Pembimbing Pendamping

Abdang Suryana Soma, S.Hut, MP, Ph.D
 NIP. 19780925 200812 1 002



Dekan Fakultas Kehutanan
 Universitas Hasanuddin

Dr. A. Mujtahid M., S.Hut, MP
 NIP. 19690208 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul “ Arahan Mitigasi Banjir Di Daerah Aliran Sungai Paremang” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU sebagai Pembimbing Utama dan Andang Suryana Soma, S.Hut, MP, Ph.D sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka Tesis ini. Sebagian isi tesis ini telah berada pada tahap *Under review* di *Jurnal Sylva Lestari (SINTA 3)* sebagai artikel dengan judul “*Flood Model Analysis using Hydrologic Engineering System-River Analysis System for Mitigation Activity Plans in the Paremang Watershed*”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 19 Januari 2024



MUHAMMAD ROZALI MIRZAQ

NIM : M012191004

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan anugerah serta nikmat Kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini dengan judul “Arahan Mitigasi Banjir Di Daerah Aliran Sungai Paremang”. Salam dan shalawat juga penulis tak lupa panjatkan kepada Baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* yang telah membawa umat Islam di jalan kebenaran hingga saat ini.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian dilaksanakan hingga penyusunan tesis ini selesai. Segala keikhlasan dan kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU dan Andang Suryana Soma, S.Hut, MP, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan perhatian yang tiada hentinya selama penulisan tesis ini dimulai hingga selesai.
2. Bapak Dr. Ir. Roland A. Barkey, Bapak Dr. Ir. H. Usman Arsyad, MS, IPU, dan Ibu Syahidah, S.Hut., M.Si., Ph.D selaku dosen penguji atas segala saran dan masukan untuk perbaikan dan pengembangan tesis ini.
3. Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Administrasi Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin atas segala bantuan yang diberikan selama menimba ilmu di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
4. Teman-teman Pascasarjana Ilmu Kehutanan Angkatan 2019 (1) yang telah memberikan dukungan dan semangat selama di kampus hingga penyelesaian tesis ini.
5. Teman-teman Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai yang juga telah membantu dan memberikan dukungan serta semangat selama di kampus hingga penyelesaian tesis ini.

Penghormatan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih dengan penuh ketulusan hati penulis persembahkan tesis ini kepada Istri tercinta Nur Aeni, S.Hut dan anak tercinta Ryuga Arshaka Mirzaq, serta Kedua Orang Tua tercinta, Ayahanda Jamaluddin Toasi dan Ibu Hj. Satria atas segala doa, kerja keras, kasih sayang, motivasi dan semangat serta didikannya dalam membesarkan penulis.

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

Penulis

Muhammad Rozali Mirzaq

ABSTRAK

Muhammad Rozali Mirzaq. **Arahan Mitigasi Banjir Di Daerah Aliran Sungai Paremang** (dibimbing oleh Syamsu Rijal dan Andang Suryana Soma).

Banjir merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di beberapa wilayah di Indonesia. Banjir terjadi karena faktor alam dan aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam mengeksploitasi alam seperti alih fungsi hutan. Perubahan penutupan lahan hutan menjadi non hutan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan debit serta peningkatan aliran permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya banjir. Salah satu daerah yang sering terjadi banjir dalam kurun beberapa tahun terakhir di DAS Paremang yang sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan. ini bertujuan untuk menganalisis debit sungai untuk mengidentifikasi wilayah potensi banjir sebagai bentuk dasar menentukan arahan penggunaan lahan sebagai mitigasi banjir. Analisis debit air sungai menggunakan analisis SWAT memiliki empat input data yaitu Digital Elevation Model (DEM), karakteristik tanah, penutupan lahan, dan data iklim dengan tahapan yaitu deliniasi DAS, pembentukan unit, pengolahan data dan simulasi model. Analisis potensi banjir menggunakan model Hydrologic Engineering System-River Analysis System (HEC-RAS). Arahan mitigasi didasarkan pada potensi banjir hasil analisis yang kemudian dilakukan overlay dengan data tutupan lahan dengan mempertimbangkan pola ruang. Hasil analisis SWAT menunjukkan debit minimum di DAS Paremang berkisar 0,03-4,19 m³/s dan debit maksimum berkisar 1,65-140,50 m³/s. Potensi sebaran banjir berada pada bagian hilir DAS yang masuk pada wilayah sub DAS 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 47, 48 dan 51 yang secara administrasi berada di Kabupaten Luwu. Wilayah hilir didominasi oleh penutupan lahan pertanian, sawah, tambak dan permukiman. Arahan mitigasi banjir dilakukan dengan penataan lahan berupa yang bersifat jangka panjang berupa agroforestry, konservasi tanah, usaha tani penghijauan, agrosilvofishery, reboisasi, rehabilitasi hutan dan lahan, rehabilitasi drainase, perbaikan dan pengaturan sistem drainase, rehabilitasi sungai dan tanggul/ekoriparian.

Kata kunci : Banjir, Debit, DAS Paremang

ABSTRACT

Muhammad Rozali Mirzaq. **The Flood Mitigation Directions in Paremang Watershed** (supervised by Syamsu Rijal and Andang Suryana Soma).

Floods are the most frequent natural disasters in several regions of Indonesia. Floods occur due to natural factors and uncontrolled human activities in exploiting nature, such as forest conversion. Changing forest land cover to non-forest is one of the factors that influences changes in discharge and increases in surface flow, which can cause flooding. One of the areas where flooding has frequently occurred in the last few years is the Paremang watershed, most of which is in Luwu Regency, South Sulawesi Province. This aims to analyze river discharge to identify potential flood areas as a basic form of determining land use directions for flood mitigation. River water discharge analysis using SWAT analysis has four data inputs, namely the Digital Elevation Model (DEM), soil characteristics, land cover, and climate data, with stages, namely watershed delineation, unit formation, data processing, and model simulation. Flood potential analysis uses the Hydrologic Engineering System-River Analysis System (HEC-RAS) model. Mitigation directions are based on the potential for flooding as a result of the analysis, which is then overlaid with land cover data by considering spatial patterns. The results of the SWAT analysis show that the minimum discharge in the Paremang watershed ranges from 0,03 to 4,19 m³/s and the maximum discharge ranges from 1,65 to 140,50 m³/s. The potential for flood distribution is in the downstream part of the watershed, which falls into the sub-watershed areas 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 47, 48, and 51, which are administratively located in Luwu Regency. The downstream area is dominated by the closure of agricultural land, rice fields, ponds, and settlements. Directions for flood mitigation are carried out by long-term land planning in the form of agroforestry, soil conservation, reforestation farming, agrosilvofishery, reforestation, forest and land rehabilitation, drainage rehabilitation, improvement and regulation of drainage systems, and rehabilitation of rivers and embankments/ecoriparians.

Keywords: Flood, water discharge, Paremang Watershed

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PEUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	5
I.3. Tujuan Penelitian	5
I.4. Kegunaan Penelitian.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.....	7
II.2. Banjir	9
II.3. Debit Sungai	18
II.4. Sistem Informasi Geografis	20
II.4. <i>Soil and Water Assessment Tools (SWAT)</i>	23
II.5. Hec-Ras.....	25

II.6.	Arahan Penggunaan Lahan untuk Mitigasi Banjir	27
II.7	Kerangka Konsep Penelitian.....	30
BAB III. METODE PENELITIAN.....		32
III.1.	Waktu dan Lokasi Penelitian	32
III.2.	Alat dan Bahan	32
III.3.	Prosedur Penelitian	33
III.3.1.	Peta Penutupan Lahan.....	34
III.3.2.	Data debit	37
III.3.3.	Pemetaan Potensi Banjir	41
III.3.4.	Arahan Mitigasi Berdasarkan Potensi Banjir	42
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
IV.1.	Keadaan Umum Lokasi Penelitian	43
IV.2.	Kondisi Tutupan Lahan	44
IV.3.	Data Debit	48
IV.3.1.	Delinasi Batas Sub DAS	48
IV.3.2.	Jenis Tanah	49
IV.3.3.	Kemiringan Lereng.....	50
IV.3.4.	Curah Hujan.....	52
IV.3.5.	Debit.....	53
IV.4.	Potensi Banjir	59
IV.5.	Arahan Mitigasi.....	63
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		67
V.1.	Kesimpulan	67
V.2.	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....		68
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR TABEL

No. Urut	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Nilai Koefisien Regim Sungai	20
Tabel 2. Bahan Penelitian	33
Tabel 3. Tabel Confusion Matrix	36
Tabel 4. Klasifikasi kelas penutupan lahan berdasarkan model SWAT ...	38
Tabel 5. Parameter Jenis Tanah SWAT	38
Tabel 6. Persentase Luasan Wilayah DAS Paremang.....	43
Tabel 7. Sebaran Tutupan Lahan DAS Paremang Tahun 2023	44
Tabel 8. Confusion matriks titik sampel penutupan lahan tahun 2023	47
Tabel 9. Sebaran Jenis Tanah DAS Paremang	49
Tabel 10. Sebaran Kelas Lereng DAS Paremang.....	51
Tabel 11. Sebaran Curah Hujan DAS Paremang.....	53
Tabel 12. Debit maksimum wilayah DAS Paremang.....	54
Tabel 13. Debit Maksimum dan Debit Minimum di Sub DAS Utama.....	56
Tabel 14. Luasan potensi banjir pada DAS Paremang	60
Tabel 15. Perencanaan Arah Mitigasi Di DAS Paremang	64

DAFTAR GAMBAR

No. Urut	Halaman
Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian.....	31
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.....	32
Gambar 3. Peta Administrasi DAS Paremang	43
Gambar 4. Peta penutupan Lahan DAS Paremang Tahun 2023.....	45
Gambar 5. Peta Delineasi Batas Sub DAS Paremang.....	48
Gambar 6. Peta Kemiringan Lereng DAS Paremang.....	52
Gambar 7. Peta Curah Hujan DAS Paremang.....	53
Gambar 8. Peta Debit Maksimum DAS Paremang	56
Gambar 9. Grafik Debit Maksimum dan Debit Minimum	57
Gambar 10. Peta Potensi Banjir DAS Paremang.....	60
Gambar 11. Peta Arahan Mitigasi Di DAS Paremang.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

No. Urut	Halaman
Lampiran 1. Data Curah Hujan di DAS Paremang Tahun 2014-2023.....	76
Lampiran 2. Data Debit Hasil Simulasi SWAT	79
Lampiran 3. Kelas penutupan/penggunaan lahan.....	81
Lampiran 4. Perencanaan Arah Mitigasi Di DAS Paremang	85

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di beberapa wilayah. Lokasi kejadiannya bisa perkotaan atau pedesaan, negara sedang berkembang atau negara maju sekalipun baik dilihat dari intensitasnya pada suatu tempat maupun jumlah lokasi kejadian dalam setahun yaitu sekitar 40% diantara bencana alam lainnya (Suherlan, 2001). Bahkan di beberapa wilayah di Indonesia mengakibatkan kerusakan infrastruktur, kegagalan panen, dan banyak korban jiwa (CRED 2020). Di beberapa tempat tertentu, banjir merupakan rutinitas yang terjadi setiap tahunnya (Hassani, 2016). Hampir di setiap musim penghujan, bencana banjir muncul di mana-mana, dengan lokasi dan tingkat kerusakan yang ditimbulkan sangat beragam yang bermula dari turunnya air hujan menjadi limpasan permukaan tanah dalam jumlah banyak yang tidak terinfiltrasi. Selanjutnya air limpasan tersebut terakumulasi secara keseluruhan mengalir menuju sungai, sehingga volume air melebihi daya tampung Sungai menjadi luapan banjir (Kodoatie 2013). Masalah banjir telah ada sejak manusia bermukim dan melakukan berbagai kegiatan di dataran banjir (*flood plain*) suatu sungai (Kementrian Negara Ristek dan Teknologi, 2008). Bahkan ketika terjadi banjir, aktivitas masyarakat jadi terganggu dan juga akan berdampak pada kerugian harta benda bahkan dapat menyebabkan korban jiwa.

Bencana banjir merupakan fenomena alam yang terjadi karena kondisi curah hujan yang tinggi dan aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam mengeksploitasi sumber daya alam (Szwagrzyk dkk. 2018). Proses alamiah tergantung pada kondisi curah hujan, tata air tanah, struktur geologi, bentukan lahan, ketinggian tempat, dan penataan lingkungannya (Darmawan, 2017; Sambas, 2017). Kondisi curah hujan sangat tinggi diatas normal atau dalam kondisi cuaca yang esktrim pada

akan mempengaruhi sistem hidrologi sampai pada terbentuknya debit puncak menjadi banjir (Knington dkk. 2017). Selain itu, kondisi perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan fungsinya akan menjadi faktor terhadap kejadian banjir (Szwagrzyk dkk. 2018). Alih Fungsi hutan menjadi bukan hutan akan menyebabkan perubahan retensi kelembapan tanah dan aliran permukaan, sehingga akan meningkatkan pula debit rata-rata tahunan, dan debit puncak meskipun curah hujan dalam kondisi normal (Pahani dkk. 2010, Guzha dkk. 2018). Aktifitas manusia terhadap eksploitasi sumberdaya alam, berawal dari memanfaatkan alam untuk pemenuhan kebutuhan hidup, seiring semakin bertambah banyaknya populasi manusia dan berkembangnya zaman, perilaku manusia dalam memanfaatkan alam menjadi tidak terkendali.

Perubahan fungsi lahan merupakan salah satu faktor penyebab banjir. Pengundulan hutan di daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) juga menyebabkan peningkatan banjir karena pasokan air yang masuk ke dalam sistem sungai menjadi tinggi sehingga melampaui kapasitas pengaliran. Perubahan penggunaan lahan yang berdampak pada penurunan kondisi lingkungan secara keseluruhan di pengaruhi oleh beberapa faktor. Penduduk dunia terutama di Negara-negara berkembang termasuk Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat, namun hal tersebut tidak sejalan dengan pemenuhan kebutuhan pangan (Norris dkk. 2010). Di lain sisi, hubungan yang berarti antara perubahan tutupan lahan terhadap PDRB di sektor kehutanan dipengaruhi secara nyata oleh tutupan hutan negara (Dienelly dkk. 2017). Hal tersebut akan menstimulus perluasan lahan pertanian untuk pemenuhan kebutuhan pangan yang dikonversi dari hutan yang ada di wilayah hulu DAS (Margono dkk. 2012). Alih fungsi hutan yang bermuara pada kerusakan hutan dari waktu ke waktu semakin menggejala karena masih rendahnya tingkat kesadaran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan, dan masih lemahnya fungsi pengawasan dari pihak-pihak yang bertugas.

Pertumbuhan penduduk yang cukup pesat juga menyebabkan kecenderungan meluasnya lahan untuk peningkatan kebutuhan akan

bahan pangan serta tempat tinggal (Halim, 2014). Sehingga menyebabkan peningkatan wilayah pemukiman sampai pada pembentukan wilayah-wilayah padat pemukiman pada bagian hulu DAS (Yang dkk. 2015, Chairil dkk. 2021a). Pembangunan pemukiman yang masif akan menghilangkan ruang-ruang terbuka hijau dan lahan budidaya pertanian didalam pada semua wilayah perkotaan sampai pada pedesaan (Khawaldah dkk. 2020). Pada daerah pemukiman dimana telah padat dengan bangunan sehingga tingkat resapan air kedalam tanah berkurang, jika terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi sebagian besar air akan menjadi aliran permukaan yang langsung kedalam sistem pengaliran air sehingga kapasitasnya terlampaui dan mengakibatkan banjir (BAKORNAS PB. 2007). Alih fungsi kawasan hutan yang bermuara pada kerusakan hutan, dari waktu ke waktu semakin menggejala karena masih rendahnya tingkat kesadaran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan, dan masih lemahnya fungsi pengawasan dari pihak-pihak yang bertugas (Hadi, 2001). Berkurangnya fungsi kawasan hutan tersebut mengakibatkan fungsi hutan sebagai waduk alam dan sebagai suplai air pada musim kemarau (Kastamto, 2012).

Perubahan penggunaan lahan dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun akan menstimulasi besarnya air larian yang masuk kedalam sungai. Hal ini merupakan salah satu penyebab terjadinya besaran debit puncak ataupun debit maksimum pada suatu daerah aliran sungai menjadi aliran permukaan. Debit merupakan jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu.

Debit sungai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik DAS, termasuk di dalamnya bentuk penutupan lahan pada DAS (Permatasari, 2017). Intensitas alih fungsi lahan pada DAS cenderung meningkat menurut ruang dan waktu dan berdampak negatif terhadap karakteristik hidrologi pada suatu wilayah DAS, Dampak negatif yang ditimbulkan seperti meningkatnya debit puncak, fluktuasi debit antar musim, koefisien aliran permukaan, serta bencana banjir dan kekeringan (Nasrullah dan Kartiwa,

2012). Debit puncak yang terjadi dapat menimbulkan terjadinya banjir yang menggenangi areal sekitar sungai.

Banjir umumnya terjadi di dataran hilir dari suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang memiliki kerapatan drainase yang rendah. Dataran yang menjadi langganan banjir umumnya memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Secara geologis, berupa lembah atau bentuk cekungan bumi lainnya dengan porositas rendah. Bagian hulu sungai merupakan wilayah yang seharusnya diperuntukkan sebagai wilayah resapan. Tetapi, pada saat ini alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian sangat banyak terjadi. Hal ini menyebabkan terjadinya kerusakan fungsi lahan dan fungsi ekologi antara lain tidak adanya wilayah resapan dan sedimentasi pada dasar sungai (Nur, 2015).

DAS Paremang secara administrasi terletak di empat Kabupaten yaitu Kabupaten Luwu, Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Toraja Utara dan Kota Palopo dengan luasan 89.225,28 ha. DAS Paremang termasuk dalam kategori krisis nasional karena permasalahan ekosistem yang kompleks sehingga daya dukung DAS semakin menurun. Hampir setiap tahun hilir DAS Paremang mengalami banjir. Dikutip dari TribunLuwu pada Januari Tahun 2019 banjir merendam di tiga kecamatan yaitu Kecamatan Ponrang, Ponrang Selatan Dan Kecamatan Kamanre akibat luapan sungai Paremang yang tak hanya merendam pemukiman warga tapi juga lahan pertanian. Banjir juga terjadi pada bulan Juli Tahun 2020 di Bajo barat tepatnya di desa kadong–kadong, yang mengakibatkan jembatan yang menghubungkan antara bajo dan bajo barat terputus akibat banjir. Tahun 2022, banjir juga terjadi di Kecamatan Kamanre Kabupaten Luwu menyebabkan jembatan Sungai Paremang Kecamatan Cilallang Kecamatan Kamanre yang menghubungkan jalan Trans Sulawesi nyaris ambruk.

Perubahan penutupan lahan yang terjadi dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir mengakibatkan perubahan debit serta aliran permukaan yang meningkat pada suatu DAS. Berkurangnya luas hutan mempengaruhi erosi permukaan sehingga ketika hujan, terjadi

peningkatan dan percepatan aliran permukaan yang berdampak pada wilayah yang tergenang banjir. Hal tersebut menyebabkan meingkatnya debit aliran yang dihasilkan akibat hujan (Wasono dkk, 2022). Sebagaimana yang terlihat di DAS Paremang, perubahan penutupan lahan yang berdampak pada terjadinya banjir dimusim hujan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan penelitian terkait persebaran potensi banjir menggunakan pemodelan HEC-RAS dengan melihat debit aliran dengan menganalisis hidrologi menggunakan Soil and Water Assessment Tool (SWAT), serta arahan mitigasi dan adaptasi yang berdampak pada pengelolaan lahan yang baik sebagai bentuk mitigasi yang dapat meminimalisir terjadinya banjir di DAS Paremang. Hasil dari analisis penelitian ini diharapkan sebagai dasar upaya penataan penggunaan lahan secara proporsional dan bentuk mitigasi banjir sehingga dapat memberikan arahan kebijakan lahan untuk mitigasi banjir di DAS Paremang oleh BPD.

I.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana fluktuasi debit sungai selama 10 tahun di DAS Paremang?
2. Bagaimana persebaran wilayah potensi banjir di DAS Paremang?
3. Bagaimana arahan penggunaan lahan sebagai mitigasi banjir yang sesuai untuk diterapkan?

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis debit sungai selama 10 tahun di DAS Paremang.
2. Mengidentifikasi wilayah potensi banjir di DAS Paremang.
3. Menentukan arahan penggunaan lahan berdasarkan wilayah potensi banjir di DAS Paremang.

I.4. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk mitigasi di DAS Paremang.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah dataran yang secara topografis dibatasi oleh punggung-punggung bukit yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan hujan yang jatuh di atasnya baik dalam bentuk aliran permukaan maupun aliran bawah permukaan, dan aliran bawah tanah ke sungai kemudian akhirnya bermuara ke danau atau laut. Wilayah dataran tersebut dinamakan Daerah Tangkapan Air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu sistem ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam (Asdak, 2010).

Ditinjau dari segi pengelolaan air dan sistem hidrologi, DAS mempunyai karakteristik yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur utamanya seperti jenis tanah, tataguna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. DAS tersebut dalam merespons curah hujan yang jatuh di dalam wilayah DAS tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar-kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, air larian, aliran permukaan, kandungan air tanah, dan aliran sungai (Asdak, 2010).

Secara ekologis, DAS sebagai suatu sistem kompleks sangat besar peranannya dalam hal pengaturan tata air dimulai terjadinya presipitasi sebagai input, selanjutnya berlangsung proses-proses dalam sistem DAS sampai kepada terbentuknya debit sungai (*stream flow*) sebagai outputnya. Fenomena tersebut ditentukan baik oleh karakteristik alam DAS (tanah, iklim, vegetasi dan lain-lain) (*natural factor*), maupun kegiatan manusia (*antropogenic factor*). Keseluruhan karakteristik dan proses dalam sistem tersebut akan sangat berpengaruh pada kondisi keberlanjutan (*sustainability*) DAS secara keseluruhan. Karakteristik yang berhubungan dengan alam dan manusia yang paling berpengaruh adalah tata guna lahan. Terbentuknya dan semakin meluasnya lahan-lahan kritis,

banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau, erosi dan sedimentasi, pencemaran air, dan pendangkalan danau, disebabkan antara lain karena tata guna lahan yang tidak sesuai dengan potensi peruntukan dan daya dukungnya, minimnya upaya pengelolaan yang sesuai dan usaha-usaha konservasi tanah dan air yang memadai (Baja, 2012).

Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian 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 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 hutan bakau/gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut diatas (Asdak, 2010).

Pengelolaan DAS dapat diartikan sebagai suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai unit pengelolannya, yang pada dasarnya merupakan usaha-usaha penggunaan sumber daya alam (hutan, lahan, air) disuatu DAS secara rasional untuk mencapai tujuan ekonomi (produksi) sumber daya lahan yang optimum dan berkelanjutan, disertai dengan upaya-upaya untuk menekan kerusakan seminimal mungkin, melalui konsevasi tanah dan air. Untuk itu, diperlukan perencanaan tata guna lahan secara baik, dan karena kompleksnya karakteristik DAS, maka kebutuhan dukungan permodel spasial dalam upaya membantu perencanaan secara efektif (Baja, 2012).

Dimasa sekarang ini telah banyak disuarakan mengenai pengelolaan DAS Terpadu. Menurut Asdak (2010) pengelolaan DAS terpadu adalah proses formal dalam mengorganisasikan dan memandu pemanfaatan lahan, air dan sumberdaya alam lainnya dalam suatu DAS untuk menyediakan beragam barang dan jasa bagi kebutuhan manusia tanpa merusak sumberdaya dasar lahan dan air. Konsep DAS terpadu merefleksikan keterkaitan pemanfaatan berbagai sumberdaya alam dan secara eksplisist menunjukkan keterkaitan biofisik antara wilayah hulu dan hilir DAS. Pengelolaan DAS terpadu juga merupakan pengelolaan sumberdaya skala DAS dengan pendekatan holistik-integratif meliputi keseluruhan wilayah hulu-hilir DAS dalam perspektif keterpaduan wilayah sektor, rencana/program, dan pemangku kepentingan.

Tujuan utama pengelolaan daerah aliran sungai adalah untuk melestarikan sumber daya tanah, tanaman, dan air dari tangkapan air sekaligus memberi manfaat bagi umat manusia. Permasalah lingkungan, sosial, dan ekonomi digabungkan untuk mengolah daerah aliran sungai secara terpadu melalui pengukuran parameter-parameter daerah aliran sungai (Mander, 2008).

Parameter-paramater dan karakteristik utama DAS sangat dipengaruhi oleh besarnya curah hujan dan penggunaan lahan di wilayah tersebut. Dampak dari perubahan faktor pengontrol DAS dapat berpengaruh pada dinamika hidrologi di dalam DAS. SCS metode dapat digunakan untuk menghitung perubahan-perubahan karakteristik DAS (Santos & Lollo, 2016).

II.2. Banjir

Banjir merupakan pengaliran di dalam sungai disebabkan terutama oleh hujan. Banjir adalah genangan air pada permukaan tanahnya sampai melebihi batas tinggi tertentu yang mengakibatkan kerugian. Jatuhnya hujan di suatu daerah, baik menurut waktu maupun menurut pembagian geografisnya tidak tetap melainkan berubah-ubah (Subarkah (1980) dalam Yani, 2019). Banjir dapat didefinisikan sebagai

aliran air di permukaan tanah yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melampaui badan sungai serta menimbulkan genangan atau aliran dalam jumlah yang melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia (BNPB, 2012 dan Wardhono, 2012 dalam Umar dan Dewata, 2018).

Banjir adalah peristiwa terjadinya air yang mengenai daratan dan dapat menyebabkan kerusakan fisik pada daratan tersebut serta dapat membuat kerugian sosial dan ekonomi pada lingkungan sekitar yang terkena banjir. Banjir dapat dibedakan menjadi banjir biasa (regular) dan banjir tidak biasa (irregular). Banjir regular terjadi akibat jumlah limpasan yang sangat banyak sehingga melampaui kapasitas dari pembuangan air yang ada (existing drainage). Banjir irregular terjadi akibat tsunami, gelombang pasang, atau keruntuhan dam (Marfai, 2011).

Suherlan (2001) menjelaskan bahwa banjir dipengaruhi oleh banyak faktor, tetapi apabila dikelompokkan maka akan didapatkan tiga faktor yang mempengaruhi terhadap banjir, yaitu elemen meteorologi, karakteristik DAS dan manusia. Elemen meteorologi yang berpengaruh pada timbulnya banjir adalah intensitas, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung. Sedangkan karakteristik DAS yang berpengaruh terhadap banjir adalah luas DAS, kemiringan lahan, ketinggian dan kadar air tanah. Sedangkan manusia berperan pada percepatan perubahan karakteristik fisik DAS.

Banjir disebabkan oleh dua kategori yaitu banjir akibat alami dan banjir akibat aktivitas manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan seperti: perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak

tepat (Kodoatie dan Sjarief, 2008). Yang termasuk sebab-sebab alami diantaranya adalah :

a. Curah hujan dan perubahan karakteristik hujan

Kartasapoetra dan Sutedjo (2010) menyebutkan bahwa hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Agar dapat terjadinya hujan diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu, dan asam belerang. Titik kondensasi ini mempunyai sifat dapat mengambil uap air dari udara. Cuaca dan iklim sangat terkait erat dengan banyak aspek kehidupan manusia. Kejadian cuaca ekstrem dalam beberapa dekade terakhir telah menekankan pentingnya bahaya yang terkait dengan iklim dan cuaca, seperti suhu tinggi atau banjir setelah curah hujan yang intens (Kaźmierczak dan Cavan, 2011). Indonesia mempunyai iklim tropis sehingga sepanjang tahun mempunyai dua musim yaitu musim hujan yang umumnya terjadi antara Bulan Oktober sampai Bulan Maret, dan kemarau terjadi antara Bulan April sampai Bulan September.

b. Pengaruh fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi dll. merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Ketinggian mempunyai pengaruh terhadap terjadinya banjir. Berdasarkan sifat air yang mengalir mengikuti gaya gravitasi yaitu mengalir dari daerah tinggi ke daerah rendah. Dimana daerah yang mempunyai ketinggian yang lebih tinggi lebih berpotensi kecil untuk terjadi banjir. Sedangkan daerah dengan ketinggian rendah lebih berpotensi besar untuk terjadinya banjir (Suhardiman, n.d. dalam Sudirman dkk., 2017).

Kemiringan lereng mempengaruhi jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan dan erosi. Diasumsikan semakin landai kemiringan lerengnya, maka aliran limpasan permukaan akan menjadi lambat dan kemungkinan terjadinya genangan atau banjir menjadi besar, sedangkan semakin curam kemiringan lereng akan menyebabkan aliran limpasan permukaan menjadi cepat sehingga air hujan yang jatuh akan langsung dialirkan dan tidak menggenangi daerah tersebut, sehingga resiko banjir menjadi kecil (Pratomo, J. A., 2008 dalam Nuryanti dkk., 2018).

c. Penutupan Lahan

Lahan berarti: tanah yang sudah ada peruntukannya dan umumnya ada pemiliknya (perorangan atau lembaga), misalnya dapat dikatakan tata guna lahan di kota. Tata guna tanah/lahan perkotaan adalah suatu istilah yang digunakan untuk menunjukkan pembagian dalam ruang dari peran kota seperti: kawasan permukiman, kawasan tempat bekerja, kawasan rekreasi, dll. (Jayadinata, 1999 dalam Sudirman dkk., 2017).

Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi, dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Termasuk di dalamnya adalah akibat-akibat kegiatan manusia, baik pada masa lalu maupun sekarang, seperti reklamasi daerah-daerah pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi dan banjir (Hardjowigeno dkk., 2001 dalam Nuryanti dkk., 2018).

Perubahan penutupan lahan membawa dampak terhadap infiltrasi tanah. Sehingga apabila terjadi hujan, maka di beberapa daerah yang permukaannya sudah ditutupi oleh bangunan dan aspal dengan tingkat infiltrasinya kecil menyebabkan banjir dan genangan (Rismalinda Ariyanto, n.d. dalam Sudirman dkk., 2017). Pengaruh kepadatan bangunan yang cenderung mengalami peningkatan akibat penetapan kawasan sebagai kawasan permukiman terpadu, berdampak kepada masyarakat dan

lingkungan. Pertumbuhan pembangunan yang sangat tinggi mendesak keberadaan sungai dan saluran drainase, dan daerah resapan air menjadi semakin kecil. Sehingga berdampak pada daya resap air yang rendah, akibat tutupan lahan akan perkerasan semakin luas. Sehingga potensi timbulnya genangan air yang terakumulasi menjadi banjir (Reza dan Pamungkas, 2014 dalam Sudirman dkk., 2017).

Lahan berarti tanah yang sudah ada peruntukannya dan umumnya ada pemiliknya (perorangan atau lembaga), misalnya dapat dikatakan tata guna lahan di kota. Tata guna tanah/lahan perkotaan adalah suatu istilah yang digunakan untuk menunjukkan pembagian dalam ruang dari peran kota seperti: kawasan permukiman, kawasan tempat bekerja, kawasan rekreasi, dll. (Jayadinata, 1999 dalam Sudirman dkk., 2017). Lahan adalah suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi, dan vegetasi, dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Termasuk di dalamnya adalah akibat-akibat kegiatan manusia, baik pada masa lalu maupun sekarang, seperti reklamasi daerah-daerah pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi dan banjir (Hardjowigeno dkk., 2001 dalam Nuryanti dkk., 2018).

Perubahan tata guna lahan membawa dampak terhadap infiltrasi tanah. Sehingga apabila terjadi hujan, maka di beberapa daerah yang permukaannya sudah ditutupi oleh bangunan dan aspal dengan tingkat infiltrasinya kecil menyebabkan banjir dan genangan (Rismalinda Ariyanto, n.d. dalam Sudirman dkk., 2017). Pengaruh kepadatan bangunan yang cenderung mengalami peningkatan akibat penetapan kawasan sebagai kawasan permukiman terpadu, berdampak kepada masyarakat dan lingkungan. Pertumbuhan pembangunan yang sangat tinggi mendesak keberadaan sungai dan saluran drainase, dan daerah resapan air menjadi semakin kecil. Sehingga berdampak pada daya resap air yang rendah, akibat tutupan lahan akan perkerasan semakin luas. Sehingga potensi timbulnya genangan air yang terakumulasi menjadi banjir (Reza dan Pamungkas, 2014 dalam Sudirman dkk., 2017).

d. Jenis Tanah

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari bebatuan yang telah mengalami serangkaian pelapukan oleh gaya-gaya alam, sehingga membentuk regolith (lapisan partikel halus). Dapat juga didefinisikan bahwa tanah adalah hasil pelapukan batuan yang dapat mengandung pasir, lempung, mempunyai bermacam nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Tanah dengan tekstur sangat halus memiliki peluang kejadian banjir yang tinggi, sedangkan tekstur yang kasar memiliki peluang kejadian banjir yang rendah. Hal ini disebabkan semakin halus tekstur tanah menyebabkan air aliran permukaan yang berasal dari hujan maupun luapan sungai sulit untuk meresap ke dalam tanah, sehingga terjadi penggenangan (Purnama, 2008 dalam Sudirman dkk., 2017).

e. Erosi dan sedimentasi

Erosi di DPS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mempengaruhi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir di sungai. Sedimentasi juga menjadi masalah besar pada sungai-sungai di Indonesia (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

f. Kapasitas sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai itu karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan lahan yang tidak tepat (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

g. Kapasitas drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

h. Pengaruh air pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (backwater). Contoh terjadi di Kota Semarang dan Jakarta. Genangan ini terjadi sepanjang tahun baik di musim hujan dan maupun di musim kemarau (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Penyebab terjadinya banjir karena tindakan manusia adalah sebagai berikut (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002):

1. Perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai

Perubahan Daerah Aliran Sungai seperti penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tata guna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena meningkatnya aliran banjir. Dari persamaan-persamaan yang ada, perubahan tataguna lahan memberikan kontribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir.

2. Kawasan kumuh

Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat merupakan penghambat aliran. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.

3. Sampah

Disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan tidak baik, umumnya mereka langsung membuang sampah di sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan

sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

4. Drainase lahan

Drainase perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantuan banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.

5. Bendung dan bangunan air

Bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (backwater).

6. Kerusakan bangun pengendali banjir

Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

7. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat

Beberapa sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir yang besar. Sebagai contoh bangunan tanggul sungai yang tinggi. Limpasan pada tanggul pada waktu terjadi banjir yang melebihi banjir rencana dapat menyebabkan keruntuhan tanggul, menyebabkan kecepatan aliran sangat besar yang melalui jebolnya tanggul.

Banjir dan genangan yang terjadi di suatu lokasi dapat diakibatkan oleh tindakan manusia dan pengaruh alam (Kodoatie dan Sjarief, 2008). Dampak banjir terhadap masyarakat tidak hanya berupa kerugian harta dan bangunan. Selain itu, banjir juga mempengaruhi perekonomian masyarakat dan pembangunan masyarakat secara keseluruhan, terutama kesehatan dan pendidikan (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Lebih lanjut, Kodoatie dan Sjarief (2008) menjelaskan bahwa cara penanganan pengendalian banjir dapat dilakukan secara struktur dan non struktur, dimana cara-cara tersebut harus ditinjau dalam satu sistem pengaliran sungai. Metode struktur dilakukan dengan bangunan pengendali sungai dan perbaikan serta pengaturan sistem sungai. Bangunan pengendali sungai berupa pembuatan bendungan (dam), kolam retensi, *check dam*, *ground sill*, *retarding basin*, pembuatan polder, sumur resapan dan bendung. Perbaikan dan pengaturan sistem sungai berupa sistem jaringan sungai, perbaikan sungai (pelebaran atau pengerukan sungai), perlindungan tanggul (tanggul banjir), sudetan (*by pass*), *floodway*, pengendalian sedimen, dan perbaikan muara. Sedangkan metode non struktur dilakukan dengan pengendalian DAS, pengaturan tata guna lahan, pengendalian erosi, pengembangan daerah banjir, pengaturan daerah banjir, penanganan kondisi darurat, peramalan banjir, peringatan bahaya banjir, pengendalian daerah bantaran sungai, asuransi dan *Low enforcement*.

Identifikasi daerah rawan banjir dalam pengelolaan DAS dapat dilakukan dengan melihat keterkaitan wilayah hulu, tengah dan hilir. Pada umumnya wilayah DAS di Indonesia bagian hulu merupakan daerah pegunungan atau perbukitan dengan lereng yang curam, dimana luas lahan pegunungan dan lereng yang rawan terhadap longsor dan erosi mencapai 45% dari total wilayah. Keterkaitan antara daerah aliran sungai (DAS) hulu, tengah, dan hilir dijelaskan sebagai berikut (Kusuma dkk., 2014):

1. Penggundulan hutan di DAS Hulu atau zona tangkapan hujan akan mengurangi resapan air hujan, dan karena itu akan memperbesar aliran permukaan. Aliran permukaan adalah pemicu terjadinya longsor dan/atau erosi dengan mekanisme yang berbeda.
2. Budidaya pertanian pada DAS tengah atau zona konservasi yang tidak tepat akan memicu terjadinya banjir dan/atau erosi. Pengendalian aliran permukaan merupakan kunci utama. Pada daerah yang tidak rawan banjir, memperbesar resapan air dan

sebagai konsekuensinya adalah memperkecil aliran permukaan merupakan pilihan utama. Sebaliknya, jika daerah tersebut rawan banjir, aliran permukaan perlu dialirkan sedemikian rupa sehingga tidak menjenuhkan tanah dan tidak memperbesar erosi.

3. Air yang meresap ke dalam lapisan tanah di zona tangkapan hujan dan konservasi akan keluar berupa sumber-sumber air yang ditampung di badan-badan air seperti sungai, danau, dan waduk untuk pembangkit listrik, irigasi, air minum, dan penggelontoran kota.

II.3. Debit Sungai

Debit air sungai merupakan informasi yang sangat diperlukan dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air sebagai upaya mitigasi dan adaptasi terhadap bencana banjir dan kekeringan, demikian pula di Pulau Lombok yang rentan terhadap bencana banjir dan kekeringan, Oleh karena itu diperlukan pemodelan debit air sungai dengan ketepatan tinggi agar diperoleh prediksi debit yang tepat sebagai acuan dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air tersebut. Model tersebut dikembangkan berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi debit air sungai, seperti curah hujan dan temperatur (Hadijati dan Irwansyah, 2019).

Debit aliran sungai dapat berasal dari beberapa sumber air (Susilowati, 2007), yaitu:

1. Aliran permukaan atas: Bagian aliran yang melintas di atas permukaan tanah menuju saluran sungai, Atau disebut aliran permukaan di atas lahan.
2. Aliran permukaan Bawah Permukaan: Aliran permukaan ini merupakan sebagian dari aliran permukaan yang disebabkan oleh bagian presipitasi yang berinfiltrasi ke tanah permukaan dan bergerak

secara lateral melalui horizon-horizon tanah bagian atas menuju sungai.

3. Aliran Permukaan Langsung: Bagian aliran permukaan memasuki sungai secara langsung setelah curah hujan, Aliran ini sama dengan kehilangan presipitasi atau hujan efektif.

Faktor-Faktor yang mempengaruhi debit aliran pada suatu DAS terdiri dari faktor meteorologi dan karakteristik suatu DAS. Faktor-faktor meteorologi yang berpengaruh pada debit aliran sungai terutama adalah karakteristik hujan, yang meliputi:

1. Intensitas hujan, Pengaruh intensitas hujan terhadap aliran permukaan sangat tergantung pada laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan permukaan sejalan dengan peningkatan intensitas curah hujan, namun demikian, peningkatan limpasan permukaan tidak selalu sebanding dengan peningkatan intensitas hujan karena adanya penggenangan di permukaan tanah, Intensitas hujan berpengaruh pada debit maupun volume aliran permukaan.
2. Durasi hujan, Total aliran permukaan dari suatu hujan berkaitan langsung dengan durasi hujan dengan intensitas tertentu.
3. Distribusi curah hujan, Faktor ini mempengaruhi antara hujan dengan daerah pengaliran, Distribusi hujan yang merata di seluruh daerah aliran, intensitasnya akan berkurang apabila curah hujan sebagian saja dari daerah aliran, Berkurangnya distribusi curah hujan menyebabkan laju dan volume aliran permukaan melambat, Sebaliknya, laju dan volume aliran permukaan akan mencapai nilai maksimum apabila hujan turun merata diseluruh daerah aliran.

Rata-rata debit sungai nampak menurun ketika luas penutupan lahan meningkat, dan sebaliknya debit sungai meningkat ketika luas penutupan lahan menurun (Mughtar dan Abdullah, 2007). Dengan semakin bertambah luasnyakawasan terbangun dan semakin berkurangnya luas hutan maka nilai koefisien limpasannya akan semakin bertambah besar dan pada gilirannya air yang menjadi

aliran permukaan menjadi semakin besar dan pada akhirnya akan meningkatkan debit sungai pada musim hujan dan sebaliknya akan menurunkan debit sungai pada musim kemarau (Wibowo,2005).

Fluktuasi debit maksimum dan debit minimum dapat digunakan sebagai indikator kualitas tutupan lahan. Terjadinya fluktuasi debit memengaruhi nilai koefisien rezim sungai (KRS) yang merupakan perbandingan antara Q_{maks} dengan Q_{min} Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial No: P.04/V-SET/2009. Koefisien Rezim Sungai (KRS) dapat digunakan untuk mengetahui kuantitas aliran sungai dari waktu ke waktu, khususnya nilai nisbah debit maksimum pada musim hujan dan minimum pada musim kemarau.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Koefisien Regim Sungai

No.	Nilai KRS	Kelas
1	$0 < KRS \leq 5$	Sangat Baik
2	$5 < KRS \leq 10$	Baik
3	$10 < KRS \leq 15$	Sedang
4	$15 < KRS \leq 20$	Agak Jelek
5	>20	Jelek

II.4. Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis (SIG) dapat didefinisikan sebagai suatu sistem handal untuk menangani informasi yang ter-referensi secara spasial yang digunakan secara efektif dalam berbagai keperluan analisis dan pengambilan keputusan spasial (Baja, 2012). Sistem informasi tersebut terdiri dari suatu rangkaian kegiatan yang dimulai dari rencana observasi dan pengumpulan data, penyimpanan, pengolahan dan analisis data, display informasi, hingga pada pemanfaatan informasi dalam pengambilan keputusan (Calkins and Tomlinson, 1977 dalam Baja, 2012).

Menurut Baja (2012), dalam pengembangan basis data SIG, harus dapat dibedakan beberapa aspek data, sebagai berikut:

- a. Data geografik dan data atribut/deskriptif. Data geografik adalah data yang berhubungan dengan posisi relatif di permukaan bumi, lokasi, bentuk geometrik (dimensi) dan hubungan-hubungan spasial antara obyek atau fenomena. Data tersebut dapat berupa peta, foto udara, citra satelit, model, sketsa, dan lain-lain. Sedangkan data atribut memuat karakteristik dari obyek berupa teks, angka-angka, nomor, indeksasi, dan lain-lain. Misalnya, nama penggunaan lahan dan luas.
- b. Titik, garis, dan poligon. Data spasial dapat berupa titik, garis, atau poligon. Titik merupakan unsur data geografi tanpa jarak (panjang) dan luas, dan hanya dibatasi oleh koordinat (x, y). Misalnya, titik elevasi, ibukota kecamatan, dan lain-lain. Garis memiliki panjang tapi tanpa luasan dan dibentuk oleh titik-titik yang kontinyu (misalnya anak sungai, jalan, kontur, dan lain-lain). Sedangkan poligon (*area*) adalah unsur geografik yang dibentuk oleh garis dimana koordinat awal dan akhirnya sama. Sesuai namanya, unsur ini memiliki jarak dan luasan (misalnya satuan administrasi, danau, areal hutan, dan lain-lain).
- c. Vektor dan raster. Data vektor memiliki sifat-sifat: terdiri dari sekumpulan koordinat, lokasi obyek secara geografi ditentukan oleh titik dan garis dengan batas tertentu, menyediakan informasi tentang posisi obyek sebenarnya, dan unit homogennya adalah titik dan garis (contoh umum: data yang dibuat dari proses digitasi). Sedangkan data raster memiliki sifat-sifat: terdiri dari suatu susunan *grid cell* yang tereferensi dalam bentuk jumlah kolom dan baris, lokasi objek secara geografis ditentukan oleh kolom dan baris, titik ditentukan oleh satu *grid cell*, garis ditentukan oleh sekumpulan *grid cell*, poligon dibentuk oleh *aglomerasi* sel-sel yang saling berhubungan, dan unit homogennya adalah *cell* (contoh umum: citra satelit).

Hec GeoRAS adalah sistem analisis geografis sungai yang dikembangkan menggunakan ArcGIS Desktop. Desain *geodatabase*

mendukung analisis data spasial untuk pemodelan hidraulik dan pemetaan dataran banjir. Selain pemetaan dataran daerah banjir, hasil analisa Hec GeoRAS dapat digunakan untuk kerusakan perhitungan banjir, restorasi ekosistem, dan peringatan kesiapsiagaan terhadap respon banjir. Dengan GeoRAS, *engineer* dapat mengembangkan data geografis untuk diimpor ke Hec RAS, model hidraulika dan melihat hasil model dalam konteks geospasial (Sari dkk, 2013).

Model debit aliran dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan geographic information system (GIS). Terdapat berbagai macam perangkat lunak GIS yang dapat digunakan untuk memperhitungkan dan mengkaji kondisi hidrologi serta perubahan tata guna lahan suatu wilayah. Salah satu software tersebut adalah *Soil and Water Assessment Tools* (SWAT) (Neitsch dkk, 2005). Rau (2015) menjelaskan bahwa MWSWAT merupakan perangkat lunak dari sistem SWAT yang terintegrasi di dalam MapWindows GIS, dan merupakan perangkat lunak yang bersifat terbuka (*open source*) sehingga telah dikembangkan dan digunakan secara luas di berbagai negara. Dengan menggunakan data yang relevan dan representatif, SWAT dapat digunakan untuk melakukan analisis debit sungai suatu wilayah DAS.

Model SWAT mempunyai beberapa keunggulan yaitu dibangun berdasarkan proses yang terjadi dengan menghimpun informasi mengenai iklim, sifat tanah, topografi, tanaman dan pengelolaan lahan yang terdapat dalam DAS, mempunyai data input yang sudah tersedia, dapat dikerjakan secara efisien menggunakan komputer sehingga hemat waktu dan biaya dan memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dalam suatu DAS (Neitsch dkk, 2005). Terdapat beberapa tahapan dalam penggunaan model SWAT yaitu: delineasi DAS, analisis HRU (*Hidrology Response Unit*), input data iklim, membangun input data dan Run SWAT.

Salah satu prinsip dibangunnya model SWAT adalah model hidrologi SCS (Soil Conservation Service) Departemen Pertanian Amerika Serikat. Keluaran model SCS adalah volume aliran permukaan sungai

dalam DAS. Model hidrologi SCS sangat ditentukan oleh nilai curah hujan dan karakteristik lahan. Karakteristik lahan ditentukan oleh nilai CN (curve number) yang berkisar dari 0 hingga 100. Nilai CN ditentukan oleh tutupan atau penggunaan lahan dan Kelompok Hidrologi Tanah (HSG = hydrologic soil group). Semakin rapat tutupan lahan semakin kecil nilai CN dan semakin kecil overlandflow yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai CN, semakin tinggi aliran permukaan yang dihasilkan, terutama air yang mengalir di atas permukaan tanah. Tutupan lahan hutan akan menghasilkan overlandflow lebih kecil dari pada tutupan lahan pertanian tanaman setahun terlebih lahan terbuka tanpa tutupan (lahan gundul). HSG ditentukan oleh laju infiltrasi yang sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah. Semakin kasar tekstur tanah (pasir) semakin sedikit aliran permukaan dihasilkan, sebaliknya semakin halus tekstur tanah (debu/liat) semakin besar aliran permukaan dihasilkan (Dirjen Pengelolaan DAS, 2014).

II.4. *Soil and Water Assessment Tools (SWAT)*

Soil and Water Assessment Tools (SWAT) adalah suatu model skala DAS berbasis fisik, deterministik dan kontinyu yang mampu mensimulasikan parameter-parameter hidrologi (Neitsch, Arnold, Kiniry, & Williams, 2011; Hidayat, Sudira, Susanto, & Jayadi, 2016) pada beragam karakter dan kondisi wilayah, praktek pengelolaan lahan dalam rentang waktu yang lama (Mechram, 2010; Xie & Cui, 2011).

Model ini pada awalnya membagi DAS menjadi beberapa Sub DAS yang kemudian setiap Sub DAS tersebut akan dibagi kembali menjadi beberapa unit respon hidrologi (*Hydrologic Response Unit*, HRU) berdasarkan tata guna lahan, jenis tanah dan kelas lereng. Dengan asumsi tidak ada hubungan antar HRU, model kemudian mensimulasikan proses hidrologi untuk setiap HRU menggunakan metode neraca air. Simulasi neraca air tersebut meliputi parameter-parameter seperti kandungan air tanah, limpasan permukaan, evapotranspirasi, perkolasi,

dan aliran bawah permukaan tanah yang kembali ke sungai (Neitsch, Arnold, Kiniry, & Williams, 2011).

Pemodelan SWAT dapat mensimulasikan dalam jangka waktu lama, efisien, dengan komponen model yang terdiri dari parameter cuaca, hidrologi, tanah, nutrient, pestisida, bakteri patogen dan sistem pengolahan tanah. Hasil utama model SWAT adalah kondisi hidrologi berupa nilai debit, erosi, dan sedimen terangkut. Nilai-nilai tersebut mencerminkan kondisi hidrologi terkait kinerja DAS seperti Koefisien Regim Sungai (KRS), *Sediment Delivery Ratio* (SDR), dan nilai *coefficient runoff* (C). Kinerja model diukur dengan cara validasi, yaitu kalibrasi dan verifikasi menggunakan kriteria statistik R^2 (*Coefficient of Determination*), Ef atau NSE (*Nash-Sutcliffe model Efficiency*) dan PBIAS (*percent bias*) (Hidayat, Sudira, Susanto, & Jayadi, 2016). Proses yang diperhitungkan dalam model SWAT yang terjadi di dalam DAS dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$SW_t = SW_0 + \sum t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{sep} - Q_{gw})$$

Dimana:

SW_t = Kandungan lengas tanah pada akhir waktu t (mm)

SW_0 = Kandungan lengas tanah pada awal waktu i (mm)

R_{day} = Presipitasi/hujan harian pada waktu/hari i (mm)

Q_{surf} = Jumlah limpasan permukaan pada waktu/hari I (mm)

E_a = Jumlah evapotranspirasi pada waktu/hari I (mm)

W_{sep} = Jumlah air yang memasuki zona vadose pada profil tanah (perkolasi) pada waktu/hari i (mm)

Q_{gw} = Jumlah air, aliran balik (mm)

i = 1

t = Waktu (hari)

Dalam memprediksi erosi oleh hujan dan aliran permukaan, model SWAT menggunakan *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE), yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari *Universal Soil Loss*

Equation (USLE). Berbeda dengan USLE yang menggunakan energi kinetik hujan untuk dasar perhitungan erosi, 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, Arnold, Kiniry, & Williams, 2011).

II.5. Hec-Ras

HEC-RAS merupakan program aplikasi yang digunakan untuk memodelkan aliran satu dimensi di sungai atau saluran, yang dibuat oleh *Hydrologis Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources* (IWR), dibawah *US Army Corps of Engineers* (USACE). HEC-RAS dapat digunakan digunakan untuk penelusuran banjir (Harsoyo, 2010). Fitur dalam program HEC-RAS terdapat empat komponen hitungan hidraulika satu dimensi yaitu (Istiarto, 2014):

- a. Hitungan profil muka air aliran permanen (*steady flow water surface component*)

Komponen ini berfungsi untuk menghitung profil muka air aliran permanen berubah beraturan (*steady gradually varied flow*). Program ini mampu memodelkan jaringan sungai dan alirannya. Parameter yang digunakan dalam perhitungan profil muka air aliran permanen didasarkan pada penyelesaian energi (satu-demensi). Kehilangan energi dianggap akibat dari gesekan (persamaan *manning*). Program ini dirancang untuk menyelesaikan permasalahan sungai seperti banjir.

- b. Simulasi aliran tak permanen (*unsteady flow simulation*)

Komponen ini mensimulasikan aliran tak permanen satu dimensi pada sungai yang memiliki alur kompleks. Model aliran tak

permanen pada HEC-RAS pada mulanya hanya dapat diaplikasikan pada aliran sub-kritik, namun sekarang dikembangkan untuk mensimulasikan regime aliran campuran. Aliran yang dapat disimulasikan yaitu, tampang melintang, jembatan, gorong-gorong, dan berbagai jenis struktur hidraulika lainnya. Analisa pada model ini mencakup analisis *dem-break*, limpasan tanggul, tanggul jebol, pompa, operasi dam navigasi, serta aliran tekan dalam pipa.

c. Hitungan transpor sedimen (*sediment transport/movable boundary computations*)

Model ini digunakan untuk mensimulasikan transpor sedimen pada satu dimensi (simulasi perubahan dasar sungai) akibat gerusan atau deposisi dalam waktu yang cukup lama. Potensi transpor sedimen dihitung berdasarkan fraksi ukuran butir sedimen hingga memungkinkan simulasi amoring dan sorting. Model ini dapat digunakan pula untuk memprediksi deposisi di dalam reservoir, desain kontraksi untuk keperluan navigasi, mengkaji pengaruh dredging terhadap laju deposisi, memperkirakan kedalaman gerusan akibat banjir, serta mengkaji sedimentasi pada suatu saluran.

d. Analisis kualitas air (*water quality analysis*)

Komponen ini digunakan untuk analisis kualitas air sungai. Analisis temperatur air serta simulasi transport beberapa konstituen kualitas air, seperti *Algae*, *Dissolved Oxygen*, *Carbonaceuos Biological Oxygen Demand*, *Dissolved Orthophospate*, *Dissolved Organic Phosphorus*, *Dissolved Ammonium Nitrate*, *Dissolved Nitrite Nitrogen*, *Dissolved Nitrate Nitrogen*, and *Dissoved Organic Nitrogen*.

Komponen model HEC-RAS yang digunakan dalam penelitian ini adalah komponen steady flow. Running komponen steady flow dilakukan setelah membebaskan pemodelan hujan-limpasan menggunakan HEC-HMS. Parameter geometri saluran merupakan parameter terpenting dalam

analisis saluran. Alur, tampang panjang dan lintang, serta kekasaran dasar (koefisien Manning) menjadi masukan utama dalam memodelkan geometri saluran.

II.6. Arahan Penggunaan Lahan untuk Mitigasi Banjir

Penggunaan lahan merupakan suatu bentuk pemanfaatan atau fungsi dari perwujudan suatu bentuk penutup lahan. Istilah penggunaan lahan didasari pada fungsi kenampakan penutup lahan bagi kehidupan, baik kenampakan alami atau buatan manusia. Penggunaan lahan ini adalah hasil akhir dari setiap bentuk campur tangan (intervensi) manusia terhadap lahan di permukaan bumi (Arsyad 2010).

Penggunaan lahan termasuk komponen sosial budaya karena penggunaan lahan mencerminkan hasil kegiatan manusia atas lahan serta statusnya. Adanya aktivitas manusia dalam menjalankan kehidupan ekonomi, sosial dan budaya sehari-hari berdampak pada perubahan penutup/penggunaan lahan.

Menurut Ritohardoyo (2013), bahwa kenyataan penggunaan lahan baik di pedesaan maupun di perkotaan, menunjukkan suatu kompleksitas, walaupun derajat kompleksitas keduanya berbeda. Perbedaan kompleksitas tersebut didukung oleh objek-objek bentang alam, bentang budaya, ekosistem, sistem produksi dan sebagainya. Pengetahuan tentang penutupan lahan dan penggunaan lahan penting untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang berhubungan dengan permukaan bumi. Faktor kunci dalam kesuksesan pemetaan penutupan lahan dan penggunaan lahan terletak pada pemilihan skema klasifikasi yang tepat dirancang untuk suatu tujuan tertentu. Klasifikasi penutupan lahan dan penggunaan lahan merupakan upaya pengelompokan berbagai jenis penutupan lahan atau penggunaan lahan ke dalam suatu kesamaan sesuai dengan sistem tertentu. Informasi penggunaan lahan berbeda dengan informasi penutup lahan yang dapat dikenali secara langsung dari citra penginderaan jauh (Yollanda 2011).

Informasi penutupan lahan yang akurat merupakan salah satu faktor penentu dalam meningkatkan kinerja dari model-model ekosistem, hidrologi dan atmosfer. Penutupan lahan juga mengandung informasi dasar dalam kajian geoscience dan perubahan global (Cahyono dkk., 2019).

Penggunaan lahan seperti yang telah diutarakan sebelumnya adalah setiap bentuk intervensi (campur tangan) terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Sedangkan Penggunaan lahan menghubungkan manusia dengan lingkungan biofisik (Baja 2012). Sebaliknya, karakteristik dan perubahan lingkungan biofisik mempengaruhi pengambilan keputusan dalam penggunaan lahan. Dengan demikian, terjadi suatu keadaan yang kontinyu yang dihasilkan dari interaksi antara subsistem alam (biofisik) dan atau subsistem manusia (sosial) dari lahan, sepanjang perubahan dari keadaan alami (hutan, pertanian) ke keadaan berkembang (perkotaan).

Baja (2012) mengemukakan bahwa tata guna lahan merupakan wujud dalam ruang di alam tentang bagaimana penggunaan lahan tertata, baik secara alami maupun direncanakan. Dari sisi pengertian perencanaan sebagai suatu intervensi manusia, maka lahan secara alami dapat terus berkembang tanpa harus ada penataan melalui suatu intervensi. Sedangkan pada keadaan yang direncanakan, tata guna lahan akan terus berkembang sesuai dengan upaya perwujudan pola dan struktur ruang pada jangka waktu yang ditetapkan. Sedangkan menurut Hardjowigeno dan Widiatmaka (2011), perencanaan tata guna lahan dapat didefinisikan sebagai perencanaan yang mengatur jenis-jenis penggunaan lahan di suatu daerah agar dapat digunakan secara optimal, yaitu memberi hasil yang tertinggi dan tidak merusak tanahnya sendiri dan lingkungan.

Tujuan perencanaan tata guna lahan adalah untuk mendapatkan penggunaan terbaik dari lahan melalui pencapaian efisiensi, kesetaraan

dan penerimaan, dan keberlanjutan. Suatu penggunaan lahan harus ekonomis dan produktif, jenis dan sebaran penggunaan lahan diterima secara sosial oleh masyarakat setempat, dan lestari. Efisiensi (*Efficiency*) memberi makna bahwa dalam jenis penggunaan lahan pada areal tertentu akan memberikan keuntungan besar dengan biaya terendah. Efisiensi terkait dengan besaran energi, modal, dan waktu yang digunakan untuk memperoleh suatu standar output yang ditetapkan. Kemudian, efisiensi juga mengacu pada kelayakan ekonomi dari rencana penggunaan lahan dengan tujuan untuk menciptakan kondisi penggunaan lahan yang efisien dan produktif (Baja 2012).

Hardjowigeno dan Widiatmaka (2011) menyatakan ruang lingkup perencanaan tataguna lahan meliputi penilaian secara sistematis potensi tanah dan air, mencari alternatif-alternatif penggunaan lahan terbaik dan yang terakhir menilai kondisi ekonomi, sosial dan lingkungan agar dapat memilih dan dapat memilih dan menetapkan tipe penggunaan lahan yang paling menguntungkan, memenuhi keinginan masyarakat dan dapat menjaga tanah agar tidak mengalami kerusakan di masa mendatang.

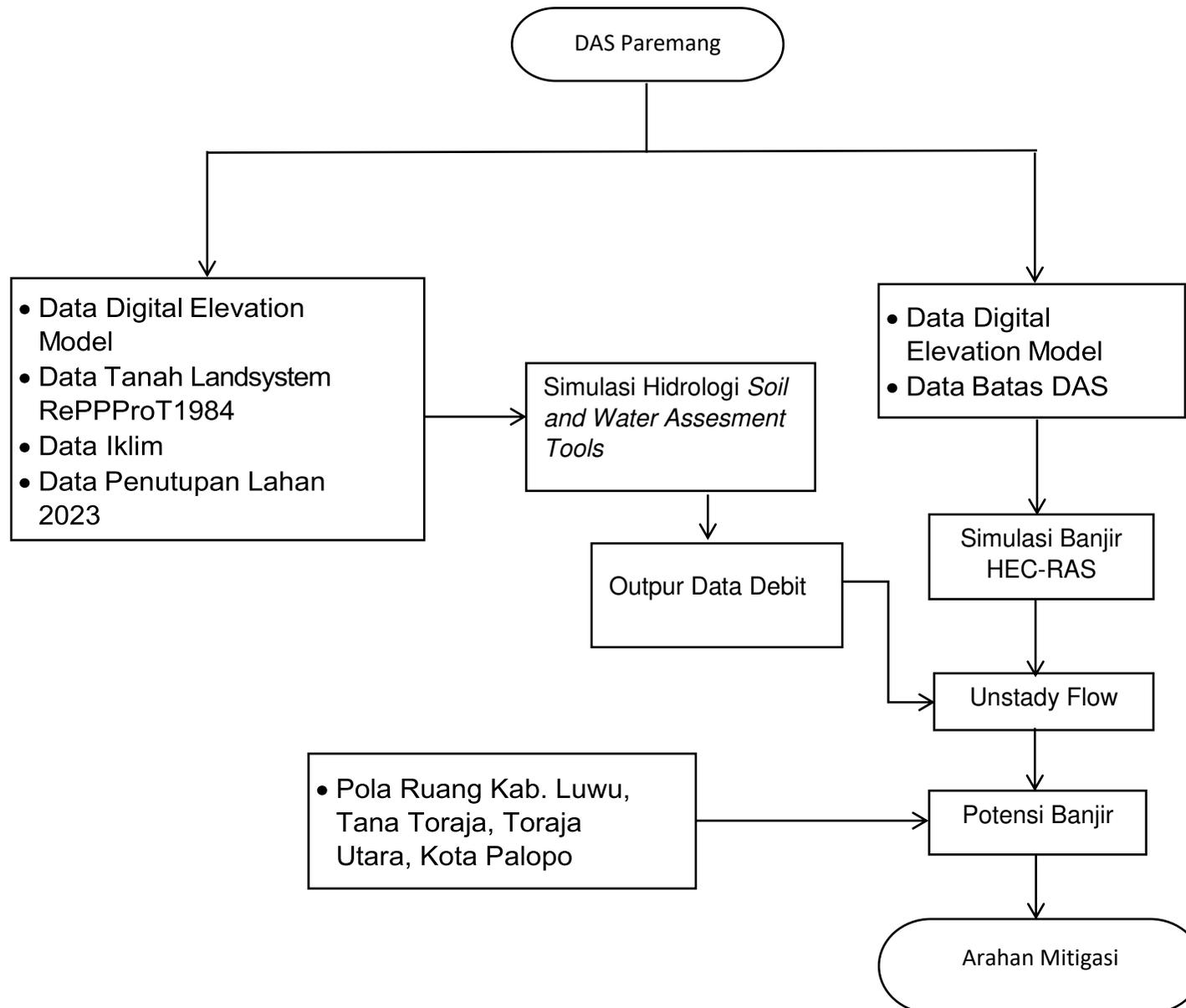
Keberlanjutan dalam penggunaan lahan berupa terpenuhinya kebutuhan saat ini, dan pada saat yang sama dapat mengkonservasi sumberdaya alam untuk generasi mendatang. Untuk mencapai itu, diperlukan kombinasi dari upaya produksi dan konservasi. Tindakan eksploitasi yang berlebihan terhadap lahan akan merugikan masa depan dan generasi mendatang. Sebagai contoh, dalam tata guna lahan DAS, keberlanjutan penggunaan lahan daerah hilir sangat ditentukan oleh jenis pemanfaatan dan pengelolaan lahan pada daerah hulu (Baja 2012).

Kodoatie dan Sjarief (2008) mengemukakan bahwa penataan ruang merupakan bagian dari pengelolaan sumberdaya air karena dapat mengatur ketersediaan air. Peruntukan penggunaan lahan dibagi menjadi dua yaitu fungsi lindung atau daerah konservasi sebagai sumber daya air dan fungsi budidaya sebagai sumber pen-dayagunaan air. Pemenuhan aspek konservasi sumber daya air adalah bagaimana bisa menahan aliran

permukaan (*run-off*) yang sebesar-besarnya dan memberi kesempatan selama-lamanya air untuk masuk kedalam tanah (infiltrasi).

II.7 Kerangka Konsep Penelitian

Secara umum konsep dari penelitian ini adalah menganalisis potensu banjir untuk mitigasi banjir dengan mengidentifikasi potensi banjir menggunakan Hec-RAS dan data debit yang diperoleh dari hasil analsis hidrologi SWAT. Arahan mitigasi banjir diperoleh dari hasil tumpang tindih data potensi banjir, penutupan lahan dan pola ruang. Dari hasil tersebut dilakukan penarikan kesimpulan arahan mitigasi banjir. Kerangka konsep penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian