

SKRIPSI

**PREDIKSI DEBIT AIR MENGGUNAKAN MODEL
HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER
HIDROLOGIC MODELING SYSTEM DI DAERAH
ALIRAN SUNGAI MALLUSETASI**

**Disusun dan Diajukan Oleh :
ANISA FITRI DAMAYANTI
M011191025**



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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

PREDIKSI DEBIT AIR MENGGUNAKAN MODEL *HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER HYDROLOGIC MODELING SYSTEM* DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MALLUSETASI

Disusun dan diajukan oleh :

ANISA FITRI DAMAYANTI

M011191025

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

Fakultas Kehutanan

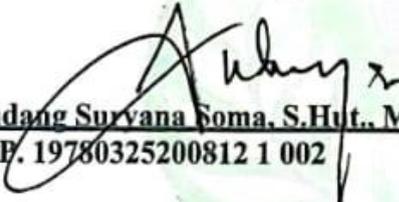
Universitas Hasanuddin

Pada Tanggal Juni 2024

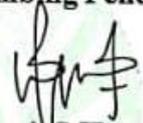
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.
NIP. 19780325200812 1 002

Pembimbing Pendamping


Wahyuni, S.Hut. M.Hut
NIP. 19851009201504 2 001

Ketua Program Studi



Nuraeni, M.P.
NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anisa Fitri Damayanti

Nim : M011191025

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Prediksi Debit Air Menggunakan Model *Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System* Di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi

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, Juni 2024

Yang menyatakan


Anisa Fitri Damayanti

ABSTRAK

Anisa Fitri Damayanti (M011191025). Prediksi Debit Air Menggunakan Model Hidrologi Sederhana *Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System* di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi, dibawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Wahyuni.

Informasi data debit merupakan informasi yang penting bagi pengelolaan sumberdaya air. Data debit maksimum diperlukan untuk merancang pembuatan bangunan pengendali banjir, sedangkan data debit minimum diperlukan untuk perencanaan alokasi (pemanfaatan) air untuk berbagai macam keperluan terutama ketika musim kemarau panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai Koefisien Regim Aliran (KRA) Daerah Aliran Sungai (DAS) Mallusetasi dan mengetahui tingkat validasi model HEC-HMS dalam memprediksi debit air di DAS Mallusetasi. Faktor-faktor yang memengaruhi debit air pada analisis Tahun 2022 di DAS Mallusetasi yaitu tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah yang mencakup kelompok hidrologi tanah dan tekstur tanah, curah hujan, dan geologi. Berdasarkan hasil analisis dan simulasi pada model Tahun 2022, faktor curah hujan dan jenis tanah merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap debit air di DAS Mallusetasi. Hasil prediksi debit aliran maksimum yang dihasilkan model yaitu sebesar 26,4 m³/d pada Bulan Desember dengan volume 985,34 mm. Hasil kalibrasi model HEC-HMS mendapatkan nilai NSE sebesar 0,468 dan nilai R2 sebesar 0,6824. Setelah dilakukan proses validasi nilai NSE yang didapatkan yaitu 0,373 dan R2 dengan nilai 0,6727. Nilai KRA yang diperoleh dari hasil analisis yang dilakukan memiliki nilai tertinggi 1140 yang berada di sub-DAS 3 dengan klasifikasi sangat tinggi.

Kata Kunci: Debit, HEC-HMS, KRA, DAS Mallusetasi

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Assalamua'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Alhamdulillahirabbil 'Alamin. Segala puji bagi Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “**Prediksi Debit Air Menggunakan Model Hidrologi Sederhana *Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System* Di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi**”.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini, masih terdapat banyak kekurangan. Begitu banyak suka dan duka yang penulis alami. Tekad, keinginan dan upaya yang begitu kuat, serta kesabaran dan keikhlasan, adalah hal yang tiada hentinya penulis lakukan selama penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih dengan rasa se hormat-hormat dan setulus-tulusnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua, Bapak **Amir Arsyad** dan Ibu **Susilowati**, yang tiada hentinya memberikan doa, kasih sayang serta dukungan kepada penulis. Terimakasih banyak atas segala waktu, tenaga serta pikiran yang dikorbankan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan sebaik mungkin. Menjadi alasan utama penulis sehingga penulis dapat berada di titik ini. Menjadi sumber kekuatan, inspirasi dan semangat tersendiri bagi penulis yang tidak dapat tergantikan oleh hal apapun. Skripsi ini menjadi bukti dan hadiah kecil dari penulis kepada kedua orang tua bahwasanya mereka telah berhasil menyekolahkan anaknya dengan sebaik mungkin. Terima kasih banyak atas segala doa yang terus dipanjatkan, semoga ini menjadi pembuka jalan bagi penulis untuk dapat terus melanjutkan langkah dalam mengejar cita-cita penulis. Kepada adik saya tercinta **Aisyah Putri**, terimakasih banyak atas segala doa dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
2. Segenap keluarga besar penulis, terkhusus Bude **Suherawati**, dan kakak sepupu **Aldi Prayogo**, yang senantiasa memberikan perhatian, kasih sayang, doa, motivasi, dukungan materi maupun non materi selama proses penyusunan skripsi. Serta nenek penulis, **Almh. Sunarseh** yang senantiasa menjadi

peringkat penulis bahwasanya penulis harus menyelesaikan apa yang telah penulis mulai.

3. Kepada Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.** dan Ibu **Wahyuni, S.Hut, M.Hut**, 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.
4. Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut**, dan Bapak **Dr. Ir. Budi Aman, M.P** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
5. 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.
6. Segenap keluarga besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**, khususnya kepada **Syaeful Rahmat, S.Hut., M.Hut., Muh Dandi Rachmat, S.Hut., Sarah Nurul Hikmah, S.Hut, Nur Intan S.Hut., Sasih Gumilang, S.Hut., dan Leonidas 19** terkhusus **Kezia Grace Talia, S.Hut., Audrey Jentri Tangko, S.Hut., Vresilia Jelsy, S.Hut., Arif Latin. S.Hut., Ayub Aril, S.Hut.**, yang telah membantu selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Saudara tak sedarah Penulis **Dian Sasmita, S.Hut., Dewi Sintia, S.Hut.**, dan **Raodhatul Jannah, S.Hut.**, atas segala suka dan duka, serta dukungan dan bantuannya selama masa perkuliahan, kalian hebat, mampu menjadi saudara yang baik bagi penulis selama masa perkuliahan.
8. Kepada sahabat saya **Gas Squad**, yaitu **Nur'aqilah, S.Hut., Wahyuni, S.Hut., Dewi Ervina Mandasari, S.Hut., dan Nur Afifah Mardhikasuri, S.Hut.**, atas segala bentuk dukungan, dan bantuannya dimasa-masa penyusunan skripsi.
9. Tim penelitian **Barru Lagi** yaitu **Stevanny Alfia Mongan, S.Hut, Sutomo Madani Armianto, S.Hut, Zulkifli Wahda, Rafly, Rangga Ada' Rannuan**, atas segala bentuk keceriaan, kegaduhan, dan keseruan selama proses penelitian dan pengambilan sampel penelitian.

10. Teman-teman **Kontrakan 19**, terkhusus saudara **Andi Al Mudatsir, S.Hut., Fauzan Akbar, Egi Andery Tegurta Tarigan, S.Hut., Muh Iqbal, Rico Vikraldo, Ikram Hidayat, Sulkifli R, Andi Muh Syahrul Ramadhan, S.Hut., Edi Wahyudi**, dan Ketua Angkatan **Olympus 19, A Muh Fadly Rustam**, atas segala bantuan dan dukungan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
11. Kepada saudari **Yusnadia** dan **Alfian Naha, S.T.**, atas segala bantuannya selama penulis melakukan proses pengolahan data dan penulisan skripsi, serta nasehat dan saran-saran yang membangun yang senantiasa diberikan.
12. Kepada Kakak-kakak **Angkatan 17 (Fraxinus)** terkhusus **Aswar, S.Hut., Arya Jurabi, S.Hut.**, dan **Syarif Al-Qadri, S.Hut.**, atas segala bantuan dan dukungannya selama proses penelitian.
13. Segenap keluarga besar **Olympus 19, UKM Belantara Kreatif SI-Unhas, IPMIL RAYA UNHAS, Kemahut SI-Unhas**, dan **KKNT-PS 109 Posko 1 Larona**, atas segala bentuk pembelajaran diluar bangku kuliah, dan rasa kekeluargaan yang luar begitu biasa.
14. Dan yang terakhir, kepada diri sendiri yang telah beratah sejauh ini melewati segala proses yang tidak mudah, yang masih bertahan dan tidak menyerah serta mampu membuktikan bahwa semua ini bias dilalui dengan begitu hebatnya.

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, Juni 2024

Anisa Fitri Damayanti

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
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Daerah Aliran Sungai	5
2.2. Sungai.....	6
2.3. Debit	7
2.3.1. Metode Pengukuran Debit	8
2.3.2. Koefisien Regim Aliran	9
2.4. Model HEC-HMS.....	10
III. METODE PENELITIAN	12
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.2.1. Alat.....	13
3.2.2. Bahan	13
3.3. Prosedur Penelitian.....	14
3.3.1. Persiapan Data	15
3.3.2. Tahapan Analisis Debit Air dengan Model HEC-HMS	23
3.4. Analisis Data	25
3.4.1. Perhitungan Debit Menggunakan Model HEC-HMS.....	25

3.4.2. Kalibrasi dan Validasi Model	26
3.4.3. Analisis Koefisien Regim Aliran (KRA).....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Keadaan Umum Lokasi Penelitian	28
4.2. Parameter Fisik Pemodelan HEC-HMS	29
4.2.1. Kondisi Iklim	29
4.2.2. Topografi	35
4.2.3. Jenis Tanah	37
4.2.4. Geologi.....	42
4.2.5. Tutupan Lahan	45
4.3. Pemodelan Debit Menggunakan HEC-HMS	48
4.4. Kalibrasi dan Validasi Model HEC-HMS.....	52
4.5. Koefisien Regim Aliran (KRA).....	56
V. KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Klasifikasi KRA	10
Tabel 2.	Alat yang digunakan dalam penelitian	13
Tabel 3.	Bahan yang digunakan dalam penelitian	13
Tabel 4.	Komponen hidrologi model basin HEC-HMS	15
Tabel 5.	Klasifikasi kelas kemiringan lereng	15
Tabel 6.	Klasifikasi penentuan kelompok hidrologi tanah.....	18
Tabel 7.	Perhitungan confusion matrix	21
Tabel 8.	Kategori kesesuaian akurasi kappa	22
Tabel 9.	Nilai parameter untuk kalibrasi Model HEC-HMS	24
Tabel 10.	Sub kriteria bobot nilai dan klasifikasi nilai KRA.....	27
Tabel 11.	Sebaran luas dan wilayah DAS Mallusetasi	28
Tabel 12.	Data curah hujan stasiun 1 dan stasiun 3 di wilayah DAS Mallusetasi	31
Tabel 13.	Data curah hujan stasiun 2 dan stasiun 4 di wilayah DAS Mallusetasi	32
Tabel 14.	Klasifikasi curah hujan	33
Tabel 15.	Klasifikasi iklim Scimidht-Ferguson	34
Tabel 16.	Sebaran curah hujan pada setiap Sub-DAS.....	35
Tabel 17.	Sebaran kelas kemiringan lereng Sub-DAS Mallusetasi	36
Tabel 18.	Unit lahan tanah DAS Mallusetasi.....	38
Tabel 19.	Jenis dan karakteristik tanah berdasarkan hasil analisis pada setiap Sub-DAS.....	40
Tabel 20.	Geologi DAS Mallusetasi	43
Tabel 21.	Confution matrix DAS Mallusetasi	45
Tabel 22.	Sebaran kelas penutupan lahan pada wilayah Sub-DAS Mallusetasi ...	47
Tabel 23.	Komponen model basin DAS Mallusetasi.....	49
Tabel 24.	Debit Maksimum dan minimum Tahun 2022 pada Sub-DAS Mallusetasi	51
Tabel 25.	Nilai KRA DAS Mallusetasi.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta lokasi penelitian.....	12
Gambar 2.	Titik lokasi pengambilan sampel.....	17
Gambar 3.	Segitiga tekstur tanah	21
Gambar 4.	Alur penelitian.....	25
Gambar 5.	Peta administrasi DAS Mallusetasi	29
Gambar 6.	Peta curah hujan DAS Mallusetasi.....	34
Gambar 7.	Kelas kemiringan lereng DAS Mallusetasi	37
Gambar 8.	Kelompok hidrologi tanah DAS Mallusetasi	42
Gambar 9.	Peta Geologi DAS Mallusetasi.....	45
Gambar 10.	Peta penutupan lahan DAS Mallusetasi	48
Gambar 11.	Analisis spasial komponen model basin DAS Mallusetasi	49
Gambar 12.	Grafik hasil simulasi debit HEC-HMS Tahun 2022	50
Gambar 13.	Simulasi debit HEC-HMS	51
Gambar 14.	Proses kalibrasi dan validasi HEC-HMS	53
Gambar 15.	Grafik perbandingan debit model dan debit observasi hasil kalibrasi.....	54
Gambar 16.	Grafik analisis regresi debit hasil simulasi dan debit observasi.....	54
Gambar 17.	Grafik perbandingan nilai debit model dengan nilai debit observasi	55
Gambar 18.	Grafik perbandingan debit model, debit observasi dan curah hujan	55
Gambar 19.	Sebaran nilai KRA DAS Mallusetasi	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Debit harian 2022 DAS Mallusetasi	67
Lampiran 2.	Dokumentasi penutupan lahan DAS Mallusetasi	77
Lampiran 3.	Dokumentasi pengambilan sampel tanah	81
Lampiran 4.	Dokumentasi pengujian sampel tanah	82

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan jumlah pertumbuhan penduduk terus terjadi setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk pada suatu daerah, tentu akan mengakibatkan daerah tersebut turut mengalami perkembangan. Menurut Badan Pusat Statistik (2022) laju pertumbuhan penduduk di Indonesia mencapai 1,17% pada Tahun 2022. Aktivitas penduduk mendukung perkembangan suatu daerah terjadi dengan begitu cepat. Peningkatan penduduk dan perkembangan suatu wilayah mengakibatkan kebutuhan lahan untuk industri dan perumahan meningkat pesat. Hal ini mengakibatkan ketersediaan lahan, air dan sumber daya lainnya semakin berkurang (Tisnasuci, *et all.*, 2021).

Gambaran ketersediaan air di Indonesia menurut Radhika, *et all.* (2017) dalam penelitiannya memaparkan bahwa total ketersediaan air rata-rata di Indonesia yaitu sebesar 88,3 ribu m³/d atau setara dengan 2,78 triliun m³/tahun. Ketersediaan air andalan 80% sebesar 66,1 ribu m³/d atau setara dengan 2,08 triliun m³/tahun. Potensi terbesar berada di Pulau Papua dengan nilai sebesar 29% sedangkan potensi terkecil berada di Pulau Bali dan Pulau Nusa Tenggara dengan nilai sebesar 1%. Sedangkan pada Pulau Sulawesi, gambaran ketersediaan air andalan 80% sebesar 4,3 ribu m³/d atau setara dengan 138,07 ribu m³/d. Gambaran ketersediaan air di Indonesia yang dilakukan oleh Radhika, *et all.* (2017) mengalami penurunan nilai, jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hatmoko, *et all.* (2012), yang memaparkan bahwa ketersediaan air di Indonesia mencapai 3.906.476 m³/tahun.

Penutupan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan geologi suatu daerah akan mempengaruhi besar kecilnya limpasan permukaan yang terjadi dan air yang dapat disimpan ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Jika limpasan yang terjadi saat hujan kecil dan infiltrasi air ke dalam tanah besar, maka air terlebih dahulu disimpan di dalam tanah sehingga akan meningkatkan ketersediaan air tanah. Sebaliknya, jika limpasan yang terjadi cukup besar, maka kemampuan tanah dalam proses infiltrasi akan menurun. Limpasan permukaan pada daerah terbangun

akan lebih besar nilainya dibandingkan dengan limpasan permukaan pada tutupan lahan yang dominan vegetasi (Marzuqi, *et all.*, 2016). Daerah terbangun merupakan daerah yang kedap air, menyebabkan kemampuan infiltrasi pada daerah tersebut rendah, sehingga limpasan permukaan menjadi semakin tinggi (Asdak, 2010). Pengaruh tata guna lahan terhadap debit puncak memiliki pengaruh yang signifikan di Sub-DAS hulu sebesar 16%. Perubahan penggunaan lahan akan menyebabkan perubahan kondisi debit banjir suatu DAS (Marzuki, *et all.*, 2016).

Informasi data debit atau data aliran merupakan informasi yang paling penting bagi pengelolaan sumberdaya air. Data debit puncak (banjir) diperlukan untuk merancang pembuatan bangunan pengendali banjir, sedangkan data debit dalam volume aliran yang kecil, diperlukan untuk perencanaan alokasi (pemanfaatan) air untuk berbagai macam keperluan terutama ketika musim kemarau panjang. Gambaran mengenai potensi sumberdaya air yang dapat dimanfaatkan dari suatu DAS dapat diketahui berdasarkan debit aliran rata-rata tahunan. Debit atau besarnya aliran sungai merupakan volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang per-satuan waktu, dan dinyatakan dengan satuan $m^3/detik$ (PEDC, 1986).

Pengukuran debit dapat dilakukan dengan menggunakan model atau metode. Model atau metode yang biasa digunakan diantaranya Model SWAT (*Soil Water Assessment Water*), serta HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System*) (Risyanto, 2007). HEC-HMS dapat digunakan untuk menirukan sistem DAS yang kompleks dengan membuat penyederhanaan. Selain itu, asumsi terkait pemodelan sederhana suatu DAS harus dipenuhi agar masukan dan keluaran dari model sesuai untuk system DAS yang sesungguhnya. HEC-HMS digunakan untuk simulasi perhitungan aliran berdasarkan hujan dan karakteristik DAS sebagai komponen masukannya. Karakteristik DAS tersebut dalam hal ini menyangkut aspek morfometri, penggunaan lahan dan kondisi tanah (USACE, 2000).

Penggunaan data dasar pada pemodelan hidrologi haruslah disesuaikan penggunaannya dengan teknik pemodelan hidrologi. Data dasar yang dibutuhkan dalam hal ini menyangkut identifikasi dan karakterisasi DAS, dengan tidak melupakan kalibrasi parameter-parameter berbagai model yang ada, di samping evaluasi kelayakan model hidrologi dengan kondisi DAS di Indonesia, sehingga

penggunaan model-model tersebut di berbagai wilayah Indonesia lebih dapat dipertanggungjawabkan (Damayanti, 2011). Model hidrologi sangat diperlukan penggunaannya dalam melakukan pengukuran debit sungai, dalam hal ini model hidrologi digunakan untuk membantu dalam mempelajari perhitungan debit. Model hidrologi digunakan untuk memudahkan pengukuran debit, karena apabila dilakukan pengukuran secara langsung dilapangan maka akan memakan biaya dan waktu yang cukup banyak dan lama. Selain itu diperlukan pemahaman yang cukup terkait hal tersebut (Risyanto, 2007).

DAS Mallusetasi merupakan salah satu DAS yang berada di Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru. Curah hujan yang cukup tinggi di Kabupaten Barru mengakibatkan debit air sungai sering meluap pada DAS ini. Menurut data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Tahun 2022 dan Tahun 2023, Kecamatan Mallusetasi merupakan daerah yang mendominasi terjadinya bencana alam banjir dan tanah longsor di Kabupaten Barru. Data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2023 memaparkan bahwa Desa Bojo merupakan salah satu desa yang sering mengalami kejadian banjir. Desa Bojo merupakan salah satu desa yang masuk dalam wilayah DAS Mallusetasi. Bencana ini seharusnya menjadi perhatian oleh berbagai elemen masyarakat, dan pemerintah, guna mengevaluasi permasalahan di DAS Mallusetasi terkhusus pada permasalahan debit air.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian “Prediksi Debit Air Menggunakan Model *Hydrologic Engineering System Hydrologic Modeling System* di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi” dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi terkait debit air di DAS Mallusetasi dan dijadikan acuan dalam pengelolaan DAS Mallusetasi.

1.2. Tujuan Dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk

- a. Mengetahui besarnya nilai Koefisien Regim Aliran (KRA) DAS Mallusetasi.
- b. Mengetahui tingkat validasi model HEC-HMS dalam memprediksi debit air di DAS Mallusetasi.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai media informasi bagi para pembaca, terkhusus pemerintah dan masyarakat dalam melakukan pengawasan terhadap kualitas DAS terutama dalam permasalahan debit di DAS Mallusetasi secara tepat dan efisien, sebagai acuan dalam pengambilan kebijakan, serta menjadi pedoman dalam kegiatan pembuatan bangunan air dan bangunan konservasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) dapat diartikan sebagai keseluruhan daerah kuasa (*regime*) sungai yang menjadi alur pengatus (*drainage*) utama. Ada begitu banyak definisi terkait DAS menurut para ahli, dengan makna dan pengertian yang berbeda-beda. Dalam Bahasa Inggris DAS biasa disebut dengan istilah *drainage basin*, *drainage area*, atau *river basin*. Menurut Fuadi dan Azizah 2008 batas DAS diartikan sebagai suatu garis bayangan sepanjang punggung pegunungan atau tebing/bukit yang memisahkan sistim aliran yang satu dari yang lainnya. Berdasarkan dari definisi ini, DAS dibedakan menjadi dua bagian utama yang pertama yaitu daerah tadah (*catchment area*) yang membentuk wilayah hulu, dan daerah yang menyalurkan air ke wilayah yang berada di bawah daerah tadah.

Daerah Aliran Sungai menurut Halim 2014 diartikan sebagai suatu kesatuan ekosistem alam yang dibatasi oleh punggung-punggung bukit. Air hujan yang jatuh pada daerah tangkapan air ini selajutnya akan mengalir pada sungai-sungai yang akhirnya bermuara ke laut atau ke danau. Daerah aliran sungai dibedakan atas dua istilah yang sering disebut dengan wilayah pemberi air (daerah hulu) dan wilayah penerima air (daerah hilir). Kedua wilayah ini saling berkaitan dan mempengaruhi dalam unit kesatuan ekosistem DAS. Fungsi dari suatu DAS ialah sebagai area tangkapan air (*catchment area*), daerah simpanan air (*water storage*), dan sebagai penyalur air (*distribution water*). Daerah aliran sungai dapat dikatakan sebagai suatu kesatuan yang sistematis, didalamnya terdapat *input*, proses dan *output*. Curah hujan merupakan *input* dalam hal ini, ekosistem dalam DAS merupakan proses, serta debit, aliran permukaan, erosi, sedimentasi, dan sebagainya, sebagai *output*.

Upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam yang ada dalam suatu DAS dengan manusia dan segala bentuk aktifitasnya, merupakan definisi dari pengelolaan DAS, hal ini dilakukan guna mencapai keserasian dan kelestarian ekosistem DAS, serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi kehidupan manusia secara terus-menerus dan berkelanjutan. Rencana pengelolaan DAS disusun untuk dipertahankan dan didukung daya

pulihnya, hal ini diatur dalam PP No. 37 Tahun 2012. Ekosistem adalah suatu system ekologi yang terdiri atas satu-kesatuan komponen-komponen yang saling berintegrasi. Komponen utama dari suatu DAS meliputi lahan, vegetasi dan air, air dalam hal ini berperan sebagai pengikat keterkaitan dan ketergantungan antar komponen utama DAS/Sub DAS (Asdak, 2010).

Pengelolaan DAS sebaiknya dipandang sebagai satu kesatuan sumberdaya yang ada di darat. Sehingga dalam pengelolaan DAS yang baik seharusnya didasarkan pada hubungan antara kebutuhan makhluk hidup dengan ketersediaan sumberdaya yang ada guna memenuhi kebutuhan makhluk hidup tersebut. Pengelolaan sumberdaya sudah merupakan suatu keharusan mengingat kebutuhan akan sumberdaya tersebut kian meningkat dan ketersediaan sumberdaya tersebut yang semakin sedikit. Ketika kondisi sumberdaya tidak mencukupi kebutuhan makhluk hidup pengelolaan DAS dimaksudkan untuk mendapatkan manfaat yang sebaik-baiknya dari segi ekonomi, fisik, teknik, dan sosial budaya. Sedangkan, pada kondisi sumberdaya yang tersedia melimpah pengelolaan yang dilakukan dimaksudkan untuk mencegah terjadinya pemborosan (Fuadi dan Azizah, 2008).

Pengelolaan DAS yang dijalankan berdasarkan prinsip kelestarian yang memadukan keseimbangan antara produktifitas dan konservasi akan menjamin tercapainya keberlanjutan pengelolaan DAS guna mencapai tujuan dari pengelolaan DAS sebagai berikut (Wulandari, 2007):

1. Meningkatnya stabilitas pengelolaan tata air,
2. Pengendalian proses degradasi lahan dengan meingkatkan stabilitas tanah,
3. Pendapatan petani meningkat,
4. Kegiatan masyarakat ke arah konservasi, pengendalian aliran permukaan dan banjir lebih meningkat.

2.2. Sungai

Sungai didefinisikan sebagai aliran terbuka dengan ukuran geometrik yaitu penampang melintang, miringan lembah, dan profil memanjang yang senantiasa berubah seiring berjalannya waktu, tergantung pada debit, material dasar dan debit, sungai merupakan wilayah yang merupakan tempat atau wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air hingga muara dengan pembatas kanan dan kirinya

serta sepanjang jaringan pengalirannya oleh garis sempadan definisi ini menurut Peraturan Pemerintah No 35 Tahun 1991. Sungai memiliki fungsi serbaguna bagi kehidupan dan penghidupan makhluk hidup sebagai salah satu dari sumberdaya alam.

Sungai memiliki bentuk dan karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, hal ini disebabkan oleh banyak faktor diantaranya iklim, topografi, maupun segala gejala alam dalam proses pembentukannya. Sungai tidak hanya menjadi salah satu sumber air, tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkannya dari bagian hulu ke bagian hilir. Sungai juga memiliki dua fungsi alami yaitu mengalirkan air serta mengangkut hasil sedimen dan erosi pada DAS dan alurnya. Sungai dapat dimanfaatkan untuk berbagai jenis aspek kehidupan diantaranya pembangkit tenaga listrik, pariwisata, pelayaran, perikanan, irigasi dalam kegiatan pertanian dan sebagainya (Mulyanto, 2007).

Jenis-jenis sungai menurut Mulyanto (2007) sungai menurut debitnya diklasifikasikan menjadi:

- a) Sungai permanen, sungai yang debit airnya relative tetap sepanjang tahun.
- b) Sungai periodik, sungai yang ketika musim hujan debit airnya besar dan ketika musim kemarau debit airnya kecil.
- c) Sungai ephemeral, yaitu sungai yang airnya ada hanya pada saat musim hujan dan airnya belum tentu banyak.

2.3. Debit

Debit merupakan volume air persatuan waktu. Debit aliran merupakan satuan untuk mendekati nilai-nilai hidrologi proses yang terjadi di lapangan. Potensi sumberdaya air dalam suatu DAS dapat diketahui dengan kemampuan pengukuran debit aliran. Debit aliran dapat menjadi suatu alat guna memonitor serta mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumberdaya air permukaan yang ada (Finawan dan Mardiyanto, 2011).

Perhitungan debit air berfungsi untuk mengetahui kapasitas DAS wilayah terutama terutama kawasan utama untuk melakukan analisis sistem drainase pada saluran drainase primer dan sekunder. Perubahan volume debit air dan tinggi muka air sering terjadi terutama ketika musim hujan, banyaknya curah hujan akan

mempengaruhi banyaknya volume air yang mengalir dari anak sungai ke sungai utama. Hal ini dapat mengakibatkan volume air bisa kapan saja meningkat, satuan debit yang digunakan yaitu meter kubik per-detik (m^3/d) (Wismarini, 2011).

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

- a) Aliran permukaan atas, yaitu bagian aliran yang melintas di bagian atas tanah menuju sungai.
- b) Aliran permukaan bawah permukaan, 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
- c) Aliran permukaan langsung yaitu bagian aliran permukaan yang memasuki sungai secara langsung setelah hujan. Aliran jenis ini sama dengan kehilangan presipitasi atau hujan efektif.

2.3.1. Metode Pengukuran Debit

Metode pengukuran debit di Indonesia dapat dilakukan secara langsung ataupun secara tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan diantaranya berupa alat *Current Meter*. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur kecepatan debit aliran air sungai atau saluran. Prinsip penggunaan alat ini yaitu pengukuran kecepatan aliran air. Pengukuran kecepatan aliran air yang dilakukan dengan menggunakan *Current meter* diberbagai titik pada suatu penampang sehingga diketahui distribusi kecepatan aliran airnya, dan debit total inilah yang nantinya dapat dihitung dengan metode yang ada. *Current Meter* terdiri dari beberapa tipe berdasarkan prinsip kerjanya, yaitu tipe mekanik, tipe akustik dan tipe elektromagnetik. *Current meter* tipe mekanik masih banyak digunakan di Indonesia (Aqrom dan Soewaeli, 2015).

Metode pengukuran debit secara tidak langsung dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode diantaranya yaitu dengan menggunakan rumus perhitungan dan juga model. Adapun rumus yang biasa digunakan dalam perhitungan atau pengukuran debit yaitu persamaan *manning* dan *chezy*. Persamaan *Manning* merupakan rumus yang banyak digunakan untuk menghitung kapasitas

aliran saluran terbuka dengan mengukur kecepatan aliran dan menghitung kekasaran koefisien *manning*. Persamaan *Chezy* diturunkan dari asumsi keseimbangan antara gaya tahanan geser dan komponen gaya berat air yang searah aliran. Persamaan *Chezy* cenderung digunakan untuk keperluan riset dilapangan (Tahir, 2020).

Penggunaan model dalam pengukuran debit juga telah banyak digunakan, beberapa model yang sering digunakan yaitu model SWAT, dan HEC-HMS. Model SWAT merupakan model yang digunakan dalam pemodelan skala DAS. Model ini dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold dari USDA *Agricultural Research Service* (ARS). Model SWAT dikembangkan untuk memprediksi dampak dari praktek pengelolaan tanah terhadap air, pestisida, sedimen, dan imia hasil kegiatan pertanian pada DAS yang besar dan kompleks dengan variasi penggunaan lahan, kondisi pengelolaan jangka panjang dan variasi jenis tanah. Simulasi pada DAS menggunakan SWAT dapat dibagi menjadi dua fase utama yaitu fase tanah dan fase air atau *routing*. Pada fase tanah pada siklus hidrologi dapat mengontrol jumlah air, unsur hara, sedimen, dan pestisida yang mengalir menuju sungai utama di setiap sub DAS (Neitsch, *et al.*, 2011). Alasan kelangkaan ketersediaan data menjadi analisis kuantitatif yang dapat dilakukan dengan menggunakan model hidrologi. Model HEC-HMS dapat digunakan untuk menirukan system DAS yang kompleks dengan membuat suatu penyederhanaan. Model ini digunakan mengingat tidak semua data aliran yang digunakan untuk menyatakan hidrograf banjir tersedia pada setiap DAS, terutama pada DAS yang tidak terukur (USACE, 2000).

2.3.2. Koefisien Regim Aliran

Koefisien Regim Aliran atau yang biasa juga disebut dengan Koefisien merupakan parameter karakteristik Hidrologi DAS yang nilainya didapatkan dari perbandingan antara nilai (Q_{maks}) debit maksimum dan (Q_{min}) debit minimum. Perbandingan antara debit maksimum (Q_{maks}) dan debit minimum (Q_{min}) biasa disingkat dengan parameter Q_{maks}/Q_{min} , merupakan indikator besaran hidrologi yang dapat digunakan untuk menyatakan kualitas dari suatu DAS itu berfungsi sebagai prosesor yang baik atau tidak, dengan melihat nilai perbandingannya. Nilai KRA yang tinggi menunjukkan bahwa besaran nilai limpasan permukaan pada

musim penghujan (air banjir) yang terjadi besar. Sebaliknya, pada musim kemarau aliran air yang terjadi sangat kecil atau menunjukkan kekeringan. Hal ini menandakan bahwa daya resap lahan di DAS tersebut kurang mampu menahan dan menyimpan air hujan yang jatuh dan air limpasannya banyak yang masuk ke sungai dan terbuang ke laut sehingga ketersediaan air di DAS saat musim kemarau sedikit (Kementrian Kehutanan, 2014).

Tabel 1. Klasifikasi KRA

Daerah	Nilai	Kelas
Basah : $KRA = \frac{Q \max}{Q \min}$	$KRA \leq 20$ $20 < KRA \leq 50$ $50 < KRA \leq 80$ $80 < KRA \leq 110$ $KRA > 110$	Sangat rendah Rendah Sedang Tinggi Sangat tinggi
Kering : $KRA = \frac{Q \max}{Q a}$	$KRA \leq 5$ $5 < KRA \leq 10$ $10 < KRA \leq 15$ $15 < KRA \leq 20$ $KRA > 20$	Sangat rendah Rendah Sedang Tinggi Sangat tinggi

2.4. Model HEC-HMS

Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) merupakan salah satu *software* oleh *US Army Corps Of Engineers-Institute For Water Resources*. Model HEC-HMS adalah program computer yang digunakan dalam perhitungan pengalirragaman hujan dan proses *routing* pada suatu sistem DAS. Model yang ada pada *software* HEC-HMS dapat digunakan dalam menghitung volume *runoff*, *direct runoff*, *baseflow*, dan *channel flow*. Model HEC-HMS merupakan pengembangan dari model yang telah ada sebelumnya yaitu HEC-1. Terdapat beberapa fasilitas pada *software* HEC-HMS ini diantaranya fasilitas kalibrasi, fasilitas simulasi, model menerus, model distribusi, dan kemampuan membaca data GIS. Penyelesaian model dengan menggunakan konsep GIS merupakan keunggulan dari model HEC-HMS (USACE, 2000).

Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) merupakan sebaran normal yang menentukan jarak perbedaan antara pengukuran dan simulasi yang dibandingkan dengan perbedaan data pengukuran. *Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)* mengindikasikan

seberapa dekat hasil pengukuran terhadap data simulasi atau mendekati 1:1. Pengelompokan *Nash-Sutcliffe* dibedakan menjadi tiga kelas yaitu: baik jika $NS \geq 0,75$, memuaskan jika $0,75 > NS > 0,36$, dan kurang memuaskan jika $NS < 0,36$ (Moriassi, *et all.*, 2007).

Model HEC-HMS menggunakan teori klasik hidograf satuan untuk digunakan dalam pemodelannya, antara lain hidograf satuan sintetik *Snyder, Clark, SCS (Soil Conservation Service)* ataupun kita dapat mengembangkan hidograf satuan lain dengan menggunakan fasilitas *user define hidrograph*. Data hujan sebagai input air untuk satu hingga sub wilayah tangkapan air (sub-basin) yang sedang analisa merupakan konsep dasar perhitungan dari model HEC-HMS. Jenis data yang digunakan yaitu berupa colume atau volume komulatif hujan, serta intensitas hujan. Data hujan merupakan *inflow*, sehingga setiap sub-basin dianggap sebagai suatu tandon yang non-liner. Aliran permukaan, infiltrasi dan penguapan adalah komponen yang keluar dari sub-basin (Darsono, 2008).