

ARTIKEL ILMIAH

**ANALISIS DEBIT BANJIR PADA DAS TAREI KABUPATEN DOMPU
DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-HMS
(*HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER'S – HYDROLOGIC
MODELING SYSTEM*)**

*(Analysis Of Flood Discharge In Tarei Watershed Dompus District Using HEC-HMS
Software)*

Artikel Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S – 1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:

Kameliasari

F1A 018 129

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MATARAM

2023

Artikel Ilmiah

**ANALISIS DEBIT BANJIR PADA DAS TAREI KABUPATEN
DOMPU DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HEC-HMS
(*HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER'S – HYDROLOGIC
MODELING SYSTEM*)**

Oleh :

**Kameliasari
F1A 018 129**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing


1. Pembimbing Utama



M. Bagus Budianto, ST., MT.
NIP : 19701206 199803 1 006

Tanggal : 27 Februari 2023

2. Pembimbing Pendamping



Agus Suroso, ST., MT.
NIP : 19680813 199703 1 002

Tanggal : 27 Februari 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Mariwadi, S.T., MSc(Eng)., Dr. Eng.
NIP : 197510271998021001

Artikel Ilmiah

**ANALISIS DEBIT BANJIR PADA DAS TAREI KABUPATEN
DOMPU DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HEC-HMS
(*HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER'S – HYDROLOGIC
MODELING SYSTEM*)**

Oleh :

Kameliasari

F1A 018 129

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal 24 Februari 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1

Jurusan Teknik Sipil

Susunan Tim Penguji

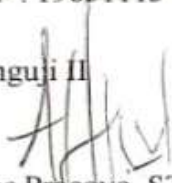
1. Penguji I



Ir. Heri Sulistiyono, M.Eng., Ph.D.

NIP : 19651113 199403 1 001

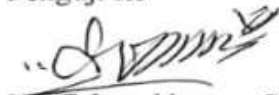
2. Penguji II



Atas Pracoyo, ST., MT., Ph.D

NIP : 19710717 199803 1 005

3. Penguji III



T D G Jaya Negara, ST., MT.

NIP : 19690624 199703 1 001

Mataram, Februari 2023

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Mataram



Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.

NIP. 197202221999031002

**ANALISIS DEBIT BANJIR PADA DAS TAREI KABUPATEN DOMPU
DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-HMS
(HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER'S – HYDROLOGIC MODELING
SYSTEM)**

Kameliasari¹, M. Bagus Budianto², Agus Suroso²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

INTISARI

Permasalahan banjir di Kabupaten Dompu hampir terjadi setiap tahunnya, terutama pada daerah perkotaan dan bantaran wilayah DAS Tarei. Potensi kejadian banjir di DAS ini cukup besar karena tingginya curah hujan dan alih fungsi lahan yang terus meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar debit banjir rencana yang akan terjadi dan seberapa besar pengaruh bendungan Mila dalam mereduksi banjir pada DAS Tarei tersebut. Pada studi ini digunakan program bantuan berupa HEC-HMS (Hidrologic Engineering Center's – Hydrologic Modeling System) yang mempunyai kemampuan untuk menjalankan berbagai simulasi hidrologi. Studi dimulai dengan menghitung curah hujan rencana menggunakan metode Log Person Tipe III yang kemudian dimasukkan dalam model HEC-HMS. Pemodelan hujan aliran menggunakan metode Specified Hyetograph, kehilangan air dengan metode SCS Curve Number (CN), limpasan langsung dengan metode SCS Unit Hydrograph (SCS-UH), dan untuk aliran dasar dengan metode Recession. Berdasarkan simulasi model, didapatkan debit banjir rencana pada DAS Tarei kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun berturut-turut sebesar 373,9 m³/s; 592,7 m³/s; 734,2 m³/s; 904,5 m³/s; 1025,8 m³/s dan 1140,8 m³/s. Sedangkan reduksi banjir dari Bendungan Mila pada kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun berturut-turut sebesar 2,27%, 1,52%, 1,23%, 0,81%, 0,64%, dan 0,53%. Sehingga rata-rata reduksi banjir akibat Bendungan Mila adalah sebesar 1,17%. Dengan demikian, nilai debit banjir rencana untuk setiap periode waktu dapat dimodelkan dengan baik dengan HEC-HMS. Serta dari hasil HEC-HMS diperoleh kemampuan bendungan Mila dalam mereduksi banjir belum cukup untuk mengatasi banjir yang terjadi di Kabupaten Dompu.

Kata kunci: Banjir, DAS Tarei, Simulasi, HEC-HMS, Debit Banjir.

A. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Permasalahan banjir di wilayah Kabupaten Dompu hampir terjadi setiap tahunnya. Tentu hal ini sangat merugikan masyarakat yang berada di kawasan Dompu, terutama pada sektor pertanian. Sektor pertanian di Kabupaten Dompu merupakan sumber pendapatan daerah yang sangat besar perannya, hampir setengah pendapatan daerah berasal dari sektor ini. Diketahui bahwa terdapat areal pertanian seluas 19.369 ha dari total 232.460 ha lahan yang ada di Kabupaten Dompu (Badan Wilayah Sungai Nusa Tenggara I, 2017).

Bencana banjir juga merupakan persoalan yang terus menghantui masyarakat khususnya untuk mereka yang bermukim di daerah perkotaan dan bantaran wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS). Seperti halnya pada DAS Tarei yang ada di Kecamatan Woja, Kabupaten Dompu yang menjadi kawasan rawan banjir. Adapun wilayah di Kecamatan Woja seperti Mangge Maci, Kelurahan Simpasai, Kelurahan Kandai Dua dan Desa Wawonduru merupakan daerah langganan banjir setiap musim hujan.

DAS Tarei adalah salah satu DAS yang memiliki peran penting dalam menyumbang limpasan air di Kecamatan Woja. DAS Tarei juga dialirkan untuk mengisi tampungan bendungan Mila, dimana bendungan ini berfungsi sebagai irigasi, sumber air baku, serta berfungsi untuk pengendali banjir di Kecamatan Woja. Bendungan Mila terletak di bagian hilir DAS Tarei, dengan adanya bendungan ini tentu diharapkan dapat menjadi alternatif untuk mereduksi banjir yang sering menghampiri Kecamatan Woja. Untuk itu, berdasarkan permasalahan yang ada maka dibutuhkan penelitian berupa analisis debit banjir guna untuk mengetahui seberapa besar debit banjir rencana yang akan terjadi pada DAS

Tarei. Selain itu juga untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bendungan dalam mereduksi banjir pada DAS Tarei tersebut.

Salah satu cara memperhitungkan besarnya debit pada suatu DAS adalah dengan menggunakan model hidrologi. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, menuntut para engineer untuk dapat melakukan analisis dan pemodelan hidrologi dengan cepat dan tepat. Salah satu program yang dapat menjadi alternatif dalam hal ini adalah HEC-HMS. HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's – Hydrologic Modeling System*) yang mempunyai kemampuan untuk menjalankan berbagai simulasi hidrologi. *Software* ini memiliki berbagai fasilitas yang dapat mempermudah penggunaannya dalam melakukan analisis hidrologi seperti fasilitas kalibrasi, model distribusi, model menerus dan sebagainya. Akan tetapi tentunya yang terpenting adalah ketepatan hasil analisis yang diperoleh dari masukan data dan parameter DAS.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka perumusan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- Berapa besar hujan rencana dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun pada DAS Tarei Kabupaten Dompu?
- Berapa besar debit banjir rencana yang akan terjadi berdasarkan kala ulang pada DAS Tarei dengan menggunakan software HEC-HMS?
- Berapa besar debit banjir rencana yang akan terjadi berdasarkan kala ulang pada DAS Tarei dengan skema adanya bendungan Mila menggunakan software HEC-HMS?
- Berapa besar debit banjir yang dapat direduksi oleh bendungan Mila menggunakan software HEC-HMS?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

- Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dinalisis adalah DAS Tarei Kabupaten Dompu.
- Data hujan yang digunakan adalah data hujan dari tahun 2000-2021 dari stasiun hujan Dompu.
- Analisa debit banjir menggunakan *Software* HEC-HMS v4.7.1.
- Tidak melakukan perencanaan bendungan.

B. DASAR TEORI

Pengertian Banjir

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan korban kerugian harta benda, penduduk, serta dapat juga menimbulkan korban jiwa. Selanjutnya banjir dapat pula merusak bangunan sarana, prasarana dan lingkungan hidup serta merusak tata kehidupan masyarakat (Sosrodarsono, 1985).

Debit Banjir

Debit banjir atau debit puncak adalah besarnya volume air maksimum yang mengalir melalui suatu penampang melintang suatu sungai per satuan waktu, dalam satuan $m^3/detik$. Untuk memperoleh angka-angka kemungkinan besaran debit banjir pada banjir yang diakibatkan oleh luapan sungai, perlu dilakukan analisis dengan menggunakan data banjir terbesar tahunan atau curah hujan terbesar tahunan yang sudah terjadi. Debit banjir rencana dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode empiris yang umum berlaku di Indonesia dan lain-lain yang dipilih berdasarkan kesesuaian dengan karakteristik daerah studi.

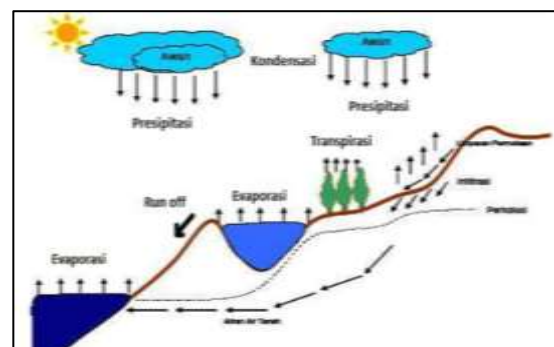
Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-

punggung gunung atau pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik (stasiun) yang ditinjau. Daerah aliran sungai ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi garis-garis kontur (Triatmodjo, 2016). DAS terdiri atas dua bagian utama daerah tadah (*catchment area*) yang membentuk daerah hulu dan daerah penyaluran air yang berada di bawah daerah tadah (Fuadi, 2008).

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan salah satu aspek penting yang diperlukan pada proses analisis hidrologi. Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (*precipitation*), penguapan (*evaporation*), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (*runoff*), dan aliran bawah tanah. Secara sederhana siklus hidrologi dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 1. Siklus Hidrologi.

Analisis Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidrolis. Artinya informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam

analisis selanjutnya. Sebelum diperoleh informasi yang jelas dari analisa hidrologi, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk mendapatkan berbagai sifat dan besaran hidroliknya.

Masalah yang sering dijumpai dalam analisis hidrologi adalah terdapat banyak cara pendekatan, model dan hasil penelitian dalam hidrologi yang satu dengan yang lain menggunakan pendekatan yang berbeda dan pada akhirnya mendapatkan hasil analisa yang berbeda pula. Walaupun pada dasarnya semua model tersebut mempunyai dasar konsep yang sama, yaitu konsep siklus hidrologi namun dalam perkembangannya kemudian masing-masing model memberikan hasil perkiraan keluaran hidrologi yang berbeda. Sehingga sering dijumpai pemakaian model yang berbeda untuk satu macam kasus dapat memberikan hasil dengan perbedaan yang cukup besar.

Model HEC-HMS

HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System*) merupakan sebuah software yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* dari *US Army Corps Of Engineers*. *Software* ini dirancang untuk mensimulasikan proses hujan-aliran pada suatu system tangkapan hujan atau daerah aliran sungai (DAS). *Software* ini digunakan untuk analisa hidrologi dengan mensimulasikan proses curah hujan dan limpasan langsung (*run off*) dari sebuah wilayah sungai. Dalam *software* HEC-HMS terdapat beberapa fasilitas seperti kalibrasi dan kemampuan simulasi model distribusi. Dalam software ini juga terdapat beberapa komponen utama diantaranya *basin model*, *meteorologic model*, *control specification*, *time-series* dan *paired data*. Hidrograf satuan yang dihasilkan dapat digunakan langsung ataupun digabungkan dengan

software lain yang digunakan dalam ketersediaan air, drainase perkotaan, ramalan dampak urbanisasi, desain pelimpah, pengurangan kerusakan banjir, regulasi penanganan banjir, dan sistem operasi hidrologi (*U.S Army Corps of Engineering*, 2001).

Model HEC-HMS dapat memberikan simulasi hidrologi dari puncak aliran harian untuk perhitungan debit banjir rencana dari suatu DAS. Di dalam model HEC-HMS mengangkat teori klasik hidrograf satuan sintetik *Snyder, Clark, SCS*, ataupun kita dapat mengembangkan hidrograf satuan lain dengan menggunakan fasilitas *user define hydrograph*. Sedangkan untuk menyelesaikan analisis hidrologi dalam studi ini digunakan hidrograf satuan sintetik dari *SCS (Soil Conversation Service)* dengan menganalisa beberapa parameternya.

Komponen utama dalam model HEC-HMS adalah sebagai berikut:

1. *Basin model*, berisi elemen-elemen DAS dan parameter aliran.
2. *Meteorologic model*, berisi data hujan dan penguapan.
3. *Control specifications*, berisi waktu mulai dan berakhirnya hitungan.
4. *Time series data*, berisi masukan data antara lain hujan, debit.
5. *Paired data*, berisi pasangan data seperti hidrograf satuan.

Selanjutnya, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam analisis model HEC-HMS diantaranya sebagai berikut:

1. *Precipitation models*, untuk menentukan masukan hujan dalam pemodelan
2. *Loss models*, untuk menghitung volume runoff (hujan efektif)
3. *Transform models*, untuk mentransformasikan dari hujan efektif menjadi aliran/limpasan permukaan
4. *Baseflow models*, untuk menghitung besarnya aliran dasar

5. *Routing models*, untuk memprediksi aliran outflow hidrograf

Untuk lebih jelasnya, metode-metode yang terdapat dalam *software* HEC-HMS dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Model dan metode simulasi dalam *software* HEC-HMS.

No	Model	Met
1	Precipitation	-Frequency Storm -Gage Weights -Gridded Precipitation -HMR 52 Storm -Hypothetical Storm -Inverse Distance -Specified Hyetograph -Standard Project Storm
2	Loss models	-Deficit and Constant rate (DC) -Exponential -Green and Ampt -Gridded DC -Gridded Green and Ampt -Gridded SMA -Initial and Constant rate -SCS curve number (CN) -Smith Parlange -Soil Moisture Accounting (SMA)
3	Transform models	-Clark's UH -Kinematic Wave -Modelclack -SCS UH -Synder's UH -User-Specified S-Graph -User-Specified Unit Hydrograf (UH)
4	Baseflow	-Bounded Recession -Constant Monthly -Linear Reservoir -Nonlinear Boussines -Recession
5	Routing	-Kinematic Wave -Lag -Lag and K -Modified Plus -Muskingum -Muskingum-Cunge -Normal Dept -Straddis Stagger

(Sumber: US Army Corps of Engineer, 2001)

Metode Analisis HEC-HMS

1. *Precipitation models* (Model curah hujan)

Model *Specified Hyetograph* digunakan sebagai masukan hujan dalam pemodelan dengan menghitung curah hujan rencana pada periode ulang 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun. Curah hujan rencana tersebut sebelumnya dihitung dengan analisis frekuensi yang didasarkan

dari curah hujan harian stasiun hujan Dompu (2000-2021).

2. *Loss models*

Merupakan metode yang berfungsi untuk memperhitungkan bagian curah hujan yang hilang akibat infiltrasi, intersepsi, evaporasi, dan limpasan serta mencari curah hujan efektif. Hujan efektif atau hujan lebih (*excess precipitation*) merupakan hujan yang menyebabkan limpasan (*runoff*). Metode *Loss* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode SCS-CN. Metode SCS (*Soil Conservation Service*) merupakan metode konservasi tanah yang dikembangkan oleh *US Soil Conservation Service*.

Metode ini terdiri dari tiga parameter, yaitu *initial abstraction* (Ia), bilangan curva aliran (CN), dan lapisan kedap air (*impervious*) (USDA-SCS, 1986). Metode SCS-CN secara sederhana dirumuskan pada persamaan sebagai berikut :

$$Pe = \frac{(P-Ia)^2}{P-Ia+Smax}$$

Dimana :

- Pe = Hujan efektif kumulatif pada waktu t
- P = Kedalaman hujan kumulatif pada waktu t
- Ia = Kehilangan awal (Initial abstraction)
- Smax = Potensi penyimpanan maksimum (Potential maximum retention)

Besarnya kehilangan awal (Ia) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Ia = 0,2 \times Smax$$

Hubungan antara nilai potensi penyimpanan maksimum dengan nilai dari karakteristik DAS yang diwakili oleh nilai CN adalah sebagai berikut :

$$Smax = \frac{25400-254CN}{CN}$$

Untuk nilai CN bervariasi dari 100 (untuk permukaan yang digenangi air) hingga sekitar 30 (untuk permukaan tak kedap air dengan nilai infiltrasi tinggi). Metode ini juga dipengaruhi oleh luas daerah kedap air (*impervious*) yang diperoleh dari luas lahan terbangun di daerah penelitian.

3. Transform models

Merupakan metode hidrograf satuan yang akan digunakan dalam melakukan simulasi debit aliran. Metode ini berfungsi untuk memperhitungkan besarnya limpasan langsung. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk menghitung transform adalah *SCS Unit Hydrograph* (SCS-UH).

Adapun persamaan untuk Lag time sebagai berikut (Ways, 2011) :

$$Tc = \frac{100L^{0,8}(S+1)^{0,7}}{1900y^{0,5}}$$

$$Tlag = 0,6 \times Tc$$

Dimana :

- Tc = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang sungai utama (km)
- S = Retensi maksimum
(S = 1000/CN-10)
- y = Kemiringan lereng (%)
- Tlag = Perbedaan waktu antara pusat massa dari kelebihan curah hujan dan puncak dari unit hidrograf (jam/menit)

4. Baseflow models

Merupakan aliran dasar pada saat limpasan sehingga dapat dihitung tinggi puncak hidrograf yang terjadi. Metode *baseflow* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Recession* dengan asumsi aliran dasar ada sepanjang tahun dan memiliki puncak hidrograf pada satuan waktu terkait dengan curah hujan. Metode ini membutuhkan parameter seperti *initial discharge* (debit awal),

recession constant (konstanta resesi), dan *ratio to peak*.

5. Routing models

Metode ini menggambarkan analisis matematik yang bertujuan untuk melacak aliran melalui sistem hidrologi. Metode routing ini lebih dikhususkan pada elemen sungai yang ada pada suatu DAS. Metode routing yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Lag*. *Lag time* dihitung dengan persamaan Kirpich sebagai berikut:

$$Tc = 0,01947 \left(\frac{L^{0,7}}{S^{0,385}} \right)$$

$$tp = 0,6 \times Tc$$

Dimana :

- Tc = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang sungai utama (km)
- S = Kemiringan sungai (%)
- tp = Lag time (jam/menit)

C. METODE PENELITIAN

Lokasi Studi

Studi untuk penelitian ini dilakukan pada DAS Tarei Kabupaten Dompu, Kecamatan Woja, Provinsi Nusa Tenggara Barat.



Gambar 2. Lokasi studi (Google earth).

Pelaksanaan Studi

Pelaksanaan studi analisis debit banjir di DAS Tarei Kabupaten Dompu dengan

menggunakan *software* HEC-HMS v4.7.1 dengan melakukan beberapa tahapan, yakni sebagai berikut :

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini meliputi pengumpulan literature-literatur, referensi, dan hasil dari penelitian sebelumnya terkait dengan *software* HEC-HMS. Dengan adanya tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya.

b. Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahap ini data sekunder diperoleh melalui kajian pustaka, maupun instansi terkait seperti Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I dan Badan Pusat Statistik (BPS) NTB. Adapun data yang dibutuhkan dalam studi ini, diantaranya : Peta topografi DAS Tarei, skema jaringan sungai DAS Tarei, data debit harian dan data hujan harian pada DAS Tarei selama 20 tahun terakhir, dan data teknis serta data kurva tampungan bendungan Mila.

c. Tahap Analisis Data

Dalam tahap ini dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft excel, Autocad, ArcGIS versi 10.5, dan HEC-HMS versi 7.4.1. Adapun beberapa tahapan dalam menganalisis data sebagai berikut :

1. Uji konsistensi data

Uji konsistensi data dilakukan untuk mengetahui kepenggahan data hujan dari stasiun hujan Dompu sebelum digunakan untuk simulasi model. Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).

2. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan ini dilakukan untuk mendapatkan curah hujan rencana yang nantinya akan digunakan

sebagai input data dalam model HEC-HMS. Curah hujan rencana yang akan digunakan adalah untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun.

3. Uji kecocokan agihan

Untuk mengetahui apakah persamaan distribusi peluang yang terpilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis, maka perlu dilakukan pengujian kecocokan data. Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis agihan yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu uji *Chi-Square* dan uji *Smirnov-Kolmogorov*.

4. Simulasi awal

Simulasi awal dilakukan untuk menentukan parameter DAS berdasarkan data masukan dan model yang dipilih. Langkah-langkah simulasi awal dalam HEC HMS adalah membuat proyek baru, menguraikan *Physical Watershed*, menguraikan *Meteorology*, menetapkan *Control Specifications*, memasukkan *Time Series Data*, menjalankan simulasi dan melihat

5. Kalibrasi

Kalibrasi dalam program HEC-HMS dimaksudkan untuk memperkirakan besaran parameter dan kondisi awal. Kalibrasi ini memerlukan data debit terukur dan data hujan rentang waktu yang sama. Kriteria nilai yang mirip antara grafik debit terukur dengan debit terhitung. Selain mencocokkan grafik tersebut, kriteria lain yaitu nilai *Objective Function* sekecil mungkin dan perbedaan volume antar volume debit terukur dan debit terhitung lebih kecil dari 10%. Apabila perbedaan atau % *difference* antara volume debit terukur dengan debit terhitung lebih dari 10% maka proses kalibrasi harus

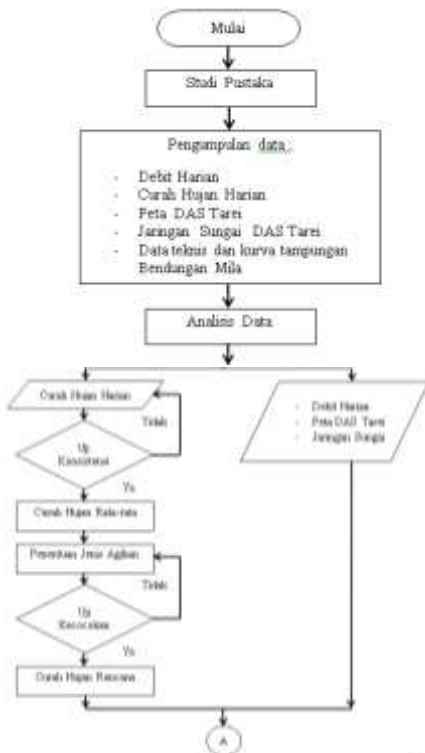
diulang lagi dengan merubah parameter DAS.

Proses kalibrasi dilakukan dengan cara *trial and error* sampai diperoleh % difference kurang atau sama dengan 10%. Kalibrasi untuk *lowflow* di DAS Tarei menggunakan data debit harian dari hasil kalibrasi yang terbaik dari tahun 2000-2021. Sedangkan data hujan yang digunakan adalah data hujan harian pada tahun yang sama dengan data debit dan data klimatologi.

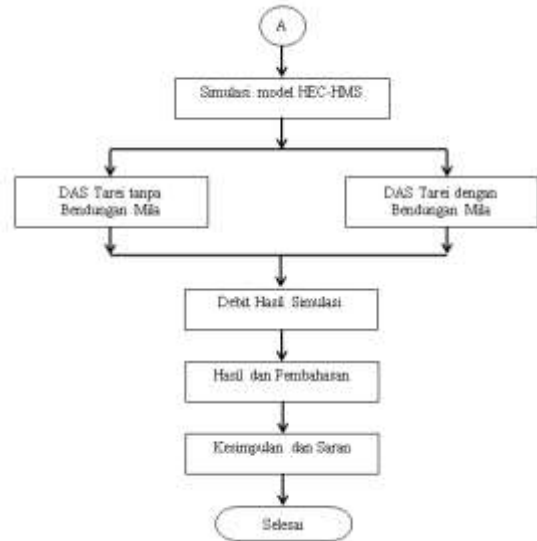
6. Simulasi akhir

Simulasi akhir bertujuan untuk mendapatkan debit hasil simulasi dengan rentang waktu dikalibrasi. Proses simulasi dilakukan dengan cara yang sama seperti pada simulasi awal. Pada proses simulasi akhir ini dilakukan dua kali simulasi, yakni dengan tanpa adanya bendungan dan dengan skema adanya bendungan.

Bagan Alir Studi

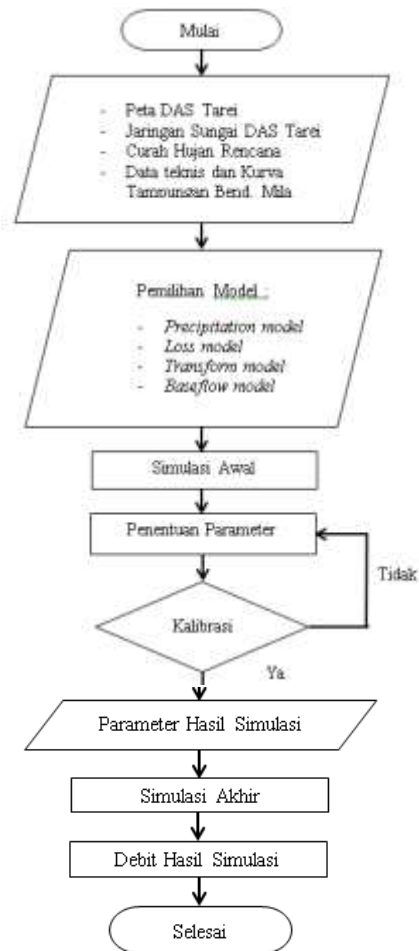


Gambar 3. Bagan alir studi.



Gambar 3. Lanjutan

Bagan Alir Software HEC-HMS



Gambar 4. Bagan alir software HEC-HMS.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Konsistensi Data

Metode yang digunakan untuk uji konsistensi data adalah metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Data hujan yang akan diuji konsistensi datanya adalah data hujan harian pada stasiun ARR Dompnu. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian tahun 2000-2021. Adapun hasil perhitungan uji RAPS dapat dilihat pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Hasil uji konsistensi RAPS.

Stasiun	Q/n ^{0.5}		R/n ^{0.5}		Ket.
	Hitungan	Tabel	Hitungan	Tabel	
Dompnu	0.97	1.42	0.97	1.60	Konsisten

Curah Hujan Rencana

Pada studi ini analisis curah hujan rencana menggunakan tipe sebaran *Log Pearson Type III*. Adapun hasil perhitungan hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Curah hujan rencana.

Kala Ulang	Cs	K	Log Xt	Hujan Rancangan (Xt) mm
2	-0.434	0.072	1.931	85.402
5	-0.434	0.855	2.090	123.098
10	-0.434	1.226	2.165	146.333
20	-0.434	1.593	2.240	173.653
50	-0.434	1.815	2.285	192.596
100	-0.434	2.004	2.323	210.374

Untuk Menguji bahwa distribusi yang dipilih cocok atau tidak maka dilakukan Uji kecocokan *Chi-Square* dan Uji *Smirnov-Kolmogorov*. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 berikut.

Tabel 4. Hasil analisis uji *Chi-Square* data hujan DAS Tarei.

Kelas	Interval	Of	Ef	(Of - Ef)	(Of - Ef) ²	(Of - Ef) ² /Ef
1	P < 61.200	4	7	-2.792	7.798	1.148
2	61.200 < P < 94.400	8	9	-0.679	0.461	0.053
3	94.400 < P < 127.6	4	3	0.981	0.963	0.319
4	127.6 < P < 160.800	3	1	1.868	3.489	3.082
5	160.800 < P < 194.000	1	0	0.623	0.388	1.027
Jumlah		20	20	0	13.099	5.629

Selanjutnya, mencari nilai Chi Square hitungan dengan persamaan berikut ;

$$X^2h = \sum_{i=1}^N \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} = 5,629$$

Kemudian membandingkan dengan nilai deviasi kritis, yakni untuk Derajat Kebebasan (DK) 3 dengan derajat kepercayaan 5% diperoleh nilai 7,81. Oleh karena $5,629 < 7,81$ maka data **DITERIMA**.

Tabel 5. Hasil analisis uji *Smirnov-Kolmogorov* data hujan DAS Tarei.

No	Xi	P(X)	P'(xi)	P(Xi)	P'(Xi)	D
1	28	0.05	0.05	-1.61	0.053	0.006
2	46	0.10	0.14	-1.15	0.124	0.029
3	47	0.14	0.29	-1.13	0.130	0.013
4	48	0.19	0.48	-1.10	0.135	0.055
5	63	0.24	0.71	-0.72	0.237	0.002
6	66	0.29	1.00	-0.64	0.261	0.025
7	68	0.33	1.33	-0.59	0.278	0.056
8	76	0.38	1.71	-0.38	0.350	0.031
9	78	0.43	2.14	-0.33	0.370	0.059
10	80	0.48	2.62	-0.28	0.389	0.087
11	84	0.52	3.14	-0.18	0.429	0.095
12	87	0.57	3.71	-0.10	0.459	0.112
13	102	0.62	4.33	0.28	0.611	0.008
14	111	0.67	5.00	0.51	0.696	0.029
15	124	0.71	5.71	0.85	0.801	0.087
16	127	0.76	6.48	0.92	0.822	0.060
17	128	0.81	7.29	0.95	0.828	0.019
18	131	0.86	8.14	1.02	0.847	0.010
19	132	0.90	9.05	1.05	0.853	0.051
20	194	0.95	10.00	2.64	0.996	0.043
Mean (\bar{x})	91				Δ max	0.112
SD	39.027					
$\Delta_{cr} = 0.112 < 0.29$ dengan derajat kepercayaan 5% (DITERIMA)						

Selanjutnya, nilai Δ_{max} dibandingkan dengan nilai Δ_{cr} , yakni untuk jumlah data (n) 20 dengan derajat kebebasan 5% adalah 0,29. Dengan demikian dapat diketahui bahwa $\Delta_{max} < \Delta_{cr}$ sehingga data hujan dengan menggunakan uji *Smirnov-Kolmogorov* dinyatakan **DITERIMA**.

Dari uji *Chi-Square* dan uji *Smirnov-Kolmogorov* dapat dilihat bahwa hasil distribusi data menggunakan *Log Pearson Type III* dapat diterima. Oleh karena itu, distribusi *Log Person Type III* dapat digunakan untuk menentukan hujan desain

berbagai kala ulang di DAS Tarei Kabupaten Dompu.

Curah Hujan Jam-jaman

Dalam penelitian ini hanya terdapat data curah hujan harian, maka untuk mengubahnya menjadi data hujan jam-jaman dihitung dengan metode *Modified Mononobe*. Adapun hasil perhitungan hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Distribusi hujan jam-jaman tiap kala ulang.

Besar Hujan Jam Ke-	Kala Ulang					
	2	5	10	20	50	100
1	29.61	42.68	50.73	60.20	66.77	72.93
2	18.65	26.88	31.96	37.93	42.06	45.94
3	14.23	20.52	24.39	28.94	32.10	35.06
4	11.75	16.94	20.13	23.89	26.50	28.94
5	10.13	14.59	17.35	20.59	22.83	24.94
6	8.97	12.92	15.36	18.23	20.22	22.09
7	8.09	11.66	13.86	16.45	18.25	19.93
8	7.40	10.67	12.68	15.05	16.69	18.23
9	6.84	9.86	11.72	13.91	15.43	16.86
10	6.38	9.19	10.93	12.97	14.38	15.71
11	5.99	8.63	10.26	12.17	13.50	14.75
12	5.65	8.14	9.68	11.49	12.74	13.91
13	5.36	7.72	9.18	10.89	12.08	13.19
14	5.10	7.35	8.73	10.36	11.49	12.56
15	4.87	7.02	8.34	9.90	10.98	11.99
16	4.66	6.72	7.99	9.48	10.52	11.49
17	4.48	6.45	7.67	9.11	10.10	11.03
18	4.31	6.21	7.39	8.77	9.72	10.62
19	4.16	5.99	7.12	8.45	9.38	10.24
20	4.02	5.79	6.89	8.17	9.06	9.90
21	3.89	5.61	6.66	7.91	8.77	9.58
22	3.77	5.44	6.46	7.67	8.50	9.29
23	3.66	5.28	6.27	7.44	8.26	9.02
24	3.56	5.13	6.10	7.24	8.02	8.77

Simulasi Model HEC-HMS

Proses simulasi HEC-HMS dilakukan dengan cara pembuatan simulasi awal kemudian melakukan kalibrasi untuk mengoptimasi parameter. Selanjutnya dilakukan simulasi akhir dengan input parameter yang diperoleh pada proses kalibrasi. Sehingga hasil akhirnya akan diperoleh nilai debit banjir yang terjadi pada daerah aliran sugai.

Sebelum dilakukan simulasi awal pada *software* HEC-HMS, maka perlu

dilakukan perhitungan nilai parameter terlebih dahulu. Untuk lebih jelasnya akan dilampirkan pada tabel-tabel berikut :

Tabel 7. Nilai parameter awal SCS-SN DAS Tarei.

No	Sub DAS	Luas (Km ²)	CN	Smax	Initial Abtraction	% Impervious	L (km)	L (m)
1	Sub DAS 1	106.235	71.825	99.637	19.927	10	26.3561	26356.1
2	Sub DAS 2	23.235	86.502	39.635	7.927	10	9.09682	9096.82
3	Sub DAS 3	43.524	82.312	54.582	10.916	10	17.884	17884
4	Sub DAS 4	34.020	72.39	96.877	19.375	10	18.113	18113
5	Sub DAS 5	14.685	92.077	21.856	4.371	5	16.614	16614
6	Sub DAS 6	6.902	55	207.818	41.564	5	15.762	15762
7	Sub DAS 7	12.554	55	207.818	41.564	5	30.3705	30370.5

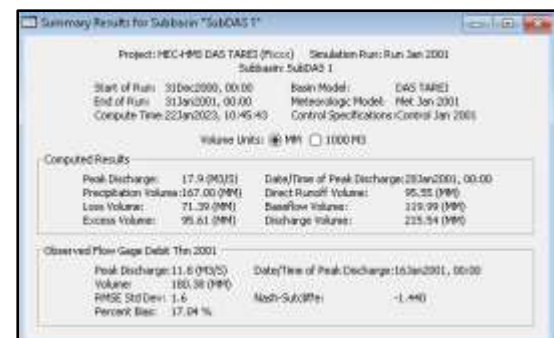
Tabel 8. Nilai parameter awal SCS-UH DAS Tarei.

No	Sub DAS	Tc	Tlag (h)	Tlag (min)
1	Sub DAS 1	11.799	7.080	424.777
2	Sub DAS 2	4.382	2.629	157.756
3	Sub DAS 3	7.807	4.684	281.050
4	Sub DAS 4	8.688	5.213	312.784
5	Sub DAS 5	6.779	4.067	244.028
6	Sub DAS 6	9.659	5.796	347.741
7	Sub DAS 7	16.324	9.794	587.663

Tabel 9. Nilai parameter awal *routing* sungai pada DAS Tarei.

Element	Panjang		Kemiringan (S)	Tc (Jam)	tp (menit)
	m	km			
Reach 1	9677.134	9.677	20%	0.708	25.477
Reach 2	16970.000	16.970	20%	1.091	39.262
Reach 3	9215.646	9.216	20%	0.682	24.536

Setelah semua parameter awal ditentukan, selanjutnya melakukan simulasi awal dengan melakukan running test pada *software* HEC-HMS. Berikut hasil dari *running test software*.



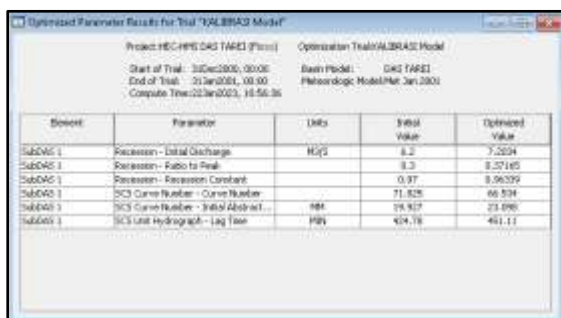
Gambar 5. Ringkasan hasil simulasi awal.

Setelah proses *running* selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan proses kalibrasi (optimasi). Kalibrasi adalah proses untuk menentukan nilai optimum parameter yang diinput kedalam model. Kalibrasi model bertujuan untuk memperoleh hidrograf hasil simulasi model sama atau menyerupai hidrograf terukur.

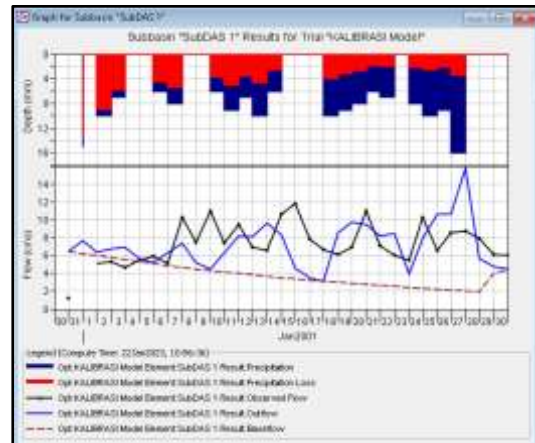
Setelah beberapa kali dilakukan kalibrasi parameter, didapatkan *Objective Function* terkecil 0,55. Perbedaan volume hasil simulasi dengan observasi 0,59 mm atau 0,33% (kurang dari 10%) seperti pada Gambar 6. Untuk hasil kalibrasi atau optimasi parameternya dapat dilihat pada Gambar 7. Sedangkan perbandingan hidrograf hasil simulasi dan hidrograf observasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. *Objective Function* yang didapat setelah kalibrasi.



Gambar 7. Hasil kalibrasi atau optimasi parameter.



Gambar 8. Perbandingan hidrograf hasil simulasi dengan hidrograf observasi.

Setelah nilai parameter didapatkan melalui proses kalibrasi (optimasi), selanjutnya dilakukan simulasi dengan data tahun 2000-2021 dengan menggunakan nilai parameter hasil optimasi yang telah didapatkan sebelumnya. Proses simulasi akhir ini dilakukan dengan cara yang sama seperti pada simulasi awal. Pada studi ini, dalam simulasi akhir dilakukan dua tahapan yakni tahapan awal dengan skema tidak ada bendungan dan tahapan kedua dengan skema ada bendungan.

Skema Tanpa Bendungan

Komponen DAS untuk simulasi dengan skema tanpa bendungan dapat dilihat seperti pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Komponen DAS dengan skema tanpa bendungan.

Selanjutnya nilai debit banjir DAS Tarei dengan skema tanpa bendungan untuk setiap periode waktu, yaitu kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun didapatkan setelah proses running data masukan selesai. Rincian nilai debit banjir dan volume banjir untuk setiap kala ulang adalah sebagai berikut :



Gambar 10. Summary Result Kala Ulang 2 Tahun DAS Tarei.



Gambar 11. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun DAS Tarei.



Gambar 12. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun DAS Tarei.



Gambar 13. Summary Result Kala Ulang 20 Tahun DAS Tarei.



Gambar 14. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun DAS Tarei.



Gambar 15. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun DAS Tarei.

Skema Dengan Bendungan

Komponen DAS untuk simulasi pada skema dengan bendungan dapat dilihat seperti pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16. Komponen DAS pada skema dengan bendungan.

Selanjutnya nilai debit banjir DAS Tarei dengan skema adanya bendungan Mila untuk setiap periode waktu, yaitu kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun didapatkan setelah proses running data masukan selesai. Pada simulasi ini data tambahan yang diinput adalah data teknis dan data kurva tampungan bendungan Mila. Rincian nilai debit banjir dan volume banjir untuk setiap kala ulang adalah sebagai berikut :



Gambar 17. Summary Result Kala Ulang 2 Tahun DAS Tarei Bendungan Mila.



Gambar 18. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun DAS Tarei Bendungan Mila.



Gambar 19. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun DAS Tarei Bendungan Mila.



Gambar 20. Summary Result Kala Ulang 20 Tahun DAS Tarei Bendungan Mila.



Gambar 21. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun DAS Tarei Bendungan Mila.



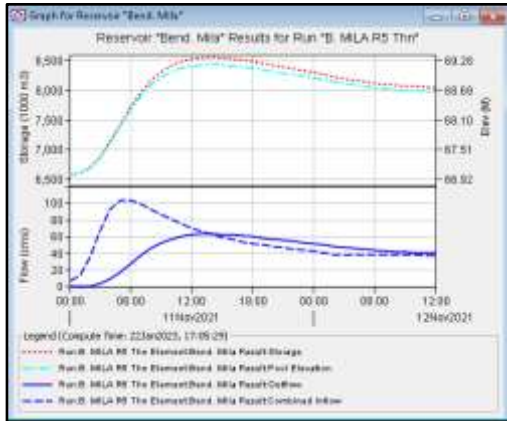
Gambar 22. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun DAS Tarei Bendungan Mila.

Nilai debit banjir yang terjadi pada DAS Tarei dengan skema tanpa bendungan dan skema dengan pengaruh bendungan, dapat disimpulkan pada Tabel 10 berikut.

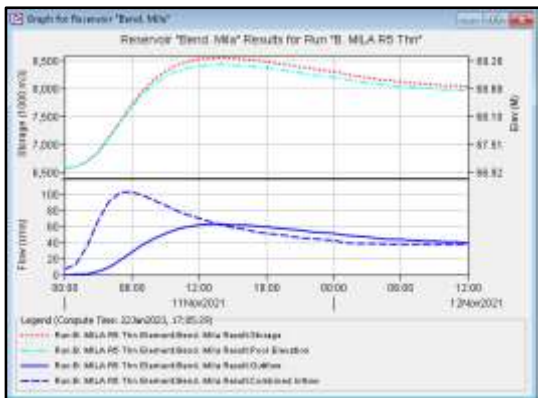
Tabel 10. Perbandingan debit banjir DAS Tarei asumsi tanpa bendungan dan dengan bendungan.

Kala Ulang (tahun)	Debit Banjir DAS Tarei (m ³ /s)		Reduksi (m ³ /s)	Persentase (%)
	Tanpa Bendungan	Dengan Bendungan		
2	373.9	365.4	8.5	2.27
5	592.7	583.7	9	1.52
10	734.2	725.2	9	1.23
20	904.5	897.2	7.3	0.81
50	1025.8	1019.2	6.6	0.64
100	1140.8	1134.7	6.1	0.53
Rata-rata				1.17

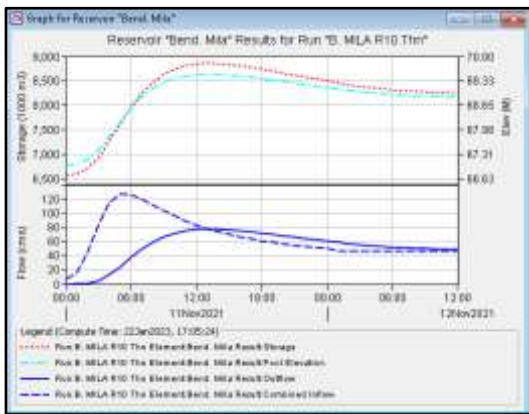
Berdasarkan Tabel 10 diatas, terlihat bahwa ada penurunan (reduksi) debit banjir rencana yang dihasilkan oleh bendungan Mila pada simulasi pemodelan dalam software HEC-HMS. Namun, reduksi yang terjadi sangat sedikit dengan rata-rata sebesar 1,17%. Hal ini disebabkan karena dalam simulasi ini bendungan Mila hanya mengambil daerah tangkapan air hujan dari subDAS 2, dimana luas subDAS 2 hanya 23.235 km² dari total luas DAS Tarei yakni 241,15 km². Oleh karena posisi bendungan yang hanya mengambil daerah tangkapan hujan dari subDAS 2, maka reduksi yang lebih besar tentunya terjadi pada subDAS 2 tersebut. Untuk lebih jelasnya, reduksi banjir yang terjadi pada subDAS 2 berdasarkan kala ulang adalah sebagai berikut :



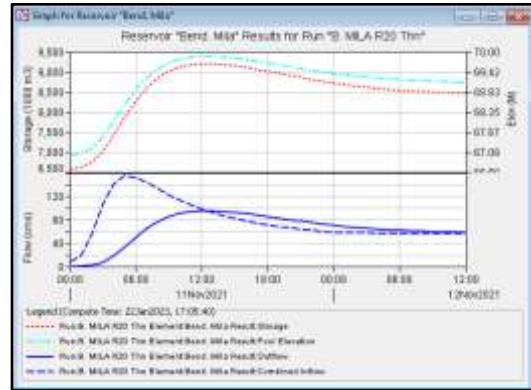
Gambar 23. Hidrograf banjir bendungan Mila Kala Ulang 2 Tahun.



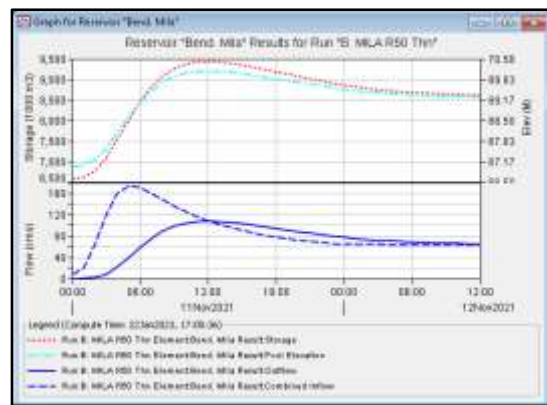
Gambar 24. Hidrograf banjir bendungan Mila Kala Ulang 5 Tahun.



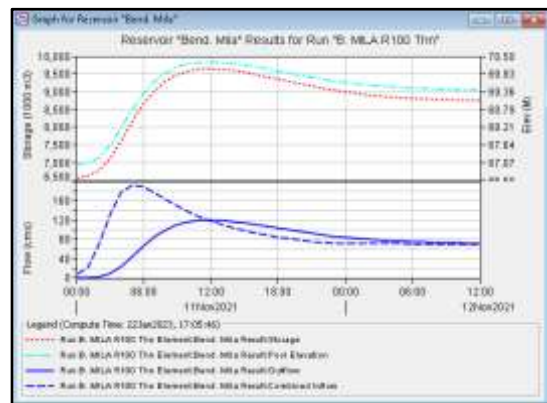
Gambar 25. Hidrograf banjir bendungan Mila Kala Ulang 10 Tahun.



Gambar 26. Hidrograf banjir bendungan Mila Kala Ulang 20 Tahun.



Gambar 27. Hidrograf banjir bendungan Mila Kala Ulang 50 Tahun.



Gambar 28. Hidrograf banjir bendungan Mila Kala Ulang 100 Tahun.

Untuk lebih jelasnya, besar debit banjir yang dapat direduksi oleh Bendungan Mila pada subDAS2 dapat disimpulkan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Reduksi debit banjir pada subDAS2.

Kala Ulang (tahun)	Inflow (m3/s)	Outflow (m3/s)	Besar Reduksi (m3/s)	Persentase (%)
2	67.6	40.6	27.0	39.9
5	103.5	63.0	40.5	39.1
10	126.8	77.5	49.3	38.9
20	154.8	95.3	59.5	38.4
50	174.3	108.1	66.2	38.0
100	192.7	120.0	72.7	37.7
Rata-rata				38.7

Berdasarkan Tabel 11 diatas dapat dilihat bahwa reduksi banjir yang terjadi pada subDAS 2 akibat pengaruh bendungan Mila cukup besar dan berbanding lurus dengan kala ulang rencana dengan rata-rata reduksinya sebesar 38,7%.

Pembahasan

Setelah dilakukan simulasi awal dilanjutkan dengan proses kalibrasi guna untuk mendapatkan nilai parameter yang pas. Berdasarkan hasil kalibrasi pada simulasi awal HEC-HMS yang menggunakan data bulan Januari tahun 2001, nilai *Objective Function* terkecil yang telah didapatkan yaitu sebesar 0,55, persen perbedaan volume antara hasil simulasi dengan observasi adalah 0,33% (perbedaan kurang dari 10%). Sedangkan untuk grafik hidrograf simulasi dan hidrograf hasil observasi tampak tidak terlalu mirip. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh nilai parameter-parameter yang dimasukkan sebagai kondisi awal kurang tepat untuk digunakan sebagai parameter kondisi tahun yang lain, hal ini bisa jadi disebabkan karena adanya perubahan sifat fisik DAS selama periode analisis. Selain itu kemungkinan kesalahan pada tahap analisis juga bisa disebabkan dari kesalahan data pengukuran, utamanya data hujan sebagai masukan model. Atau bisa juga disebabkan karena kerusakan pada alat pengukuran sehingga menyebabkan keakuratan data yang dihasilkan berkurang.

Selanjutnya, pada tahap simulasi akhir dari Tabel 10 Debit banjir untuk setiap kala ulang, terlihat bahwa besar debit banjir untuk basin DAS Tarei untuk asumsi tanpa bendungan dan asumsi dengan bendungan tidak terlalu jauh perbedaannya. Hal ini dipengaruhi oleh posisi bendungan yang hanya mengambil daerah tangkapan air hujan dari subDAS 2, dimana luasan subDAS 2 berdasarkan hasil pembagian subDAS adalah sebesar 23.235 km² sehingga reduksi banjir yang dihasilkan juga tidak terlalu besar. Dengan demikian, analisis debit banjir rencana menggunakan software HEC-HMS dapat menghasilkan debit banjir suatu DAS yang cukup baik, serta menunjukkan kemampuan bangunan air yang dalam hal ini bendungan Mila dalam mereduksi banjir pada DAS Tarei.

Berdasarkan hasil yang diperoleh ternyata bendungan Mila belum cukup untuk mengatasi banjir yang terjadi di Kabupaten Dompu. Maka dari itu, perlu adanya penambahan komponen bangunan air seperti embung dan bendungan di hilir DAS Tarei, serta perlunya dilakukan perbaikan kembali kondisi bendungan dan saluran sungai, karena bisa jadi banjir tetap terjadi karena pengaruh sedimen yang terus bertambah dan menumpuk. Hal tersebut diharapkan dapat menjadi alternatif sehingga reduksi banjir pada DAS Tarei akan lebih besar dan tentunya akan mengurangi potensi banjir pada Kabupaten Dompu.

E. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan hujan rencana dengan kala ulang 2 tahun adalah 85,402 mm, kala ulang 5 tahun adalah 123,098 mm, kala ulang 10 tahun adalah 146,333 mm, kala ulang 20 tahun adalah 173,653 mm, kala ulang 50 tahun adalah 192,596 mm, dan kala ulang 100 tahun adalah 210, 374 mm.

2. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan debit banjir untuk DAS Tarei pada kala ulang 2 tahun adalah 373,9 m³/s, kala ulang 5 tahun adalah 592,7 m³/s, kala ulang 10 tahun adalah 734,2 m³/s, kala ulang 20 tahun adalah 904,5 m³/s, kala ulang 50 tahun adalah 1025,8 m³/s, dan kala ulang 100 tahun adalah 1140,8 m³/s.

3. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan, didapatkan debit banjir untuk DAS Tarei dengan skema adanya bendungan Mila pada kala ulang 2 tahun adalah 365,4 m³/s, kala ulang 5 tahun adalah 583,7 m³/s, kala ulang 10 tahun adalah 725,2 m³/s, kala ulang 20 tahun adalah 897,2 m³/s, kala ulang 50 tahun adalah 1019,2 m³/s, dan kala ulang 100 tahun adalah 1134,7 m³/s.

4. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan pada asumsi DAS Tarei dengan bendungan Mila, didapatkan reduksi banjir pada kala ulang 2 tahun sebesar 2,27%, kala ulang 5 tahun sebesar 1,52%, kala ulang 10 tahun sebesar 1,23%, kala ulang 20 tahun 0,81%, kala ulang 50 tahun sebesar 0,64%, dan kala ulang 100 tahun sebesar 0,53%. Sehingga rata-rata reduksi banjir akibat Bendungan Mila pada DAS Tarei dengan analisis menggunakan software HEC-HMS adalah sebesar 1,17%. Dengan demikian, simulasi dengan bendungan Mila belum cukup untuk mengatasi banjir yang terjadi di Kabupaten Dompu.

Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlunya penambahan komponen bangunan air seperti embung dan bendungan pada hilir DAS Tarei, serta perlunya dilakukan perbaikan kembali kondisi bendungan dan saluran sungai, karena bisa jadi banjir tetap terjadi karena pengaruh sedimen yang terus bertambah dan menumpuk. Alternatif tersebut diharapkan dapat mengantisipasi kejadian banjir pada masa yang akan datang pada Kabupaten Dompu.

2. Dalam melakukan simulasi awal disarankan menggunakan interval waktu yang lebih pendek guna untuk mendapatkan hidrograf hasil simulasi model sama atau menyerupai hidrograf terukur.

3. Dalam melakukan kalibrasi model, kualitas data yang tersedia dan input parameter awal sangat menentukan hasil kalibrasi, hal tersebut juga sangat menentukan hasil analisis. Oleh karena itu, dalam menentukan parameter awal sangat perlu diperhatikan dan dipastikan data-datanya.

4. Sebelum melakukan analisis, alangkah baiknya melakukan pengecekan data terlebih dahulu, terutama data dari instansi, karena beberapa data yang telah didapatkan untuk studi ini ada yang tidak sesuai.

5. Pemahaman mengenai software HEC-HMS sangat dibutuhkan demi mendapatkan hasil analisis yang baik dan benar.

6. Bagi mahasiswa maupun pihak lain yang ingin mengembangkan penelitian tentang pemodelan hidrologi dengan menggunakan software HEC-HMS dapat dicoba dengan metode-metode yang lain

dengan tetap memperhatikan data yang tersedia.

Daftar Pustaka

- Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara 1. 2017. Data dan Informasi Pengelolaan Sumber Daya Air WS Lombok dan WS Sumbawa. Sda.pu.go.id
- Fuadi, Zahrul.2008. Tinjauan Daerah Aliran Sungai Sebagai Sistem Ekologi Dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. Lentera: Vol 6, No.1.
- Kezia, Mahmud Achmad, dan Faridah. 2017. Hydrograph Debit Banjir Rencana pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo Makassar dengan Model Hidrologi HEC-HMS. Jurnal AgriTechno, 10(2), 3.
- Hydrologic Engineering Center. 2001. HEC-HMS Technical Reference Manual. U.S. Army Corps of Engineers.
- Hydrologic Engineering Center. 2021. Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manua. Version 4.7.1 U.S. Army Corps Of Engineers.
- Sosrodarsono, Suyono. 1985. Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Terjemahan oleh Gayu, M. Y. Jakarta: Pradnya Paramita. Cetakan ke-9.
- Triatmodjo, Bambang. 2016. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset. Cetakan ke6.
- USDA-SCS. 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds. Technical Release-55.
- Ways, L.W. 2011. Water Resources Engineering. John Wiley & Sosn, Inc, Haboken.