

**STUDI KAJIAN HIDROLOGI  
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)  
WAY SEKAMPUNG BAGIAN HULU  
MENGUNAKAN SOFTWARE HEC-HMS**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**RAMADHANI ARTHA RAHMAN  
2015011015**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRAK**

### **STUDI KAJIAN HIDROLOGI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WAY SEKAMPUNG BAGIAN HULU MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-HMS**

**Oleh**

**Ramadhani Artha Rahman**

HEC-HMS merupakan aplikasi yang meliputi metode untuk mensimulasikan DAS, saluran, dan perilaku struktur air kontrol, sehingga memprediksi aliran, dan waktu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari nilai CN komposit pada DAS Way Sekampung bagian hulu serta besarnya debit puncak dengan input data harian di DAS Way Sekampung bagian hulu menggunakan software HEC-HMS. Penentuan CN komposit DAS menggunakan pendekatan *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN). Untuk simulasi menggunakan data sekunder berupa data curah hujan harian periode 2003 s/d 2022 yang diperoleh dari instansi Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS MS) serta untuk data spasial berupa data *Digital Elevation Model*. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai CN Komposit DAS Way Sekampung Hulu sebesar 69,54 pada kondisi AMC II. Dari Hasil Analisis didapatkan debit puncak untuk periode ulang 10 tahun sebesar 1525,5 m<sup>3</sup>/s, periode ulang 25 tahun sebesar 2051,3 m<sup>3</sup>/s, periode ulang 50 tahun sebesar 2465,5 m<sup>3</sup>/s, serta untuk periode ulang 100 tahun sebesar 2894,1 m<sup>3</sup>/s.

Kata kunci: HEC-HMS, Hidrologi, *Curve Number*, Debit.

## **ABSTRACT**

### **A HYDROLOGICAL ASSESSMENT STUDY OF THE UPSTREAM WAY SEKAMPUNG RIVER BASIN WAS CONDUCTED USING THE HEC-HMS SOFTWARE**

**By**

**Ramadhani Artha Rahman**

*HEC-HMS is an application that includes methods to simulate watershed, channel, and control water structure behaviour, thus predicting flow and time. The purpose of this research is to determine the composite CN value in the upstream Way Sekampung watershed and the amount of peak discharge with daily data input in the upstream Way Sekampung watershed using HEC-HMS software. The composite CN watershed is determined using the Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) approach. For the purpose of this study, secondary data in the form of daily rainfall data for the period 2003 to 2022 was obtained from the Mesuji Sekampung River Basin Agency (BBWS MS). Additionally, spatial data in the form of Digital Elevation Model data was utilised. The results of this study demonstrated that the Composite CN value of the Upper Way Sekampung Watershed was 69,54 under AMC II conditions. The results of the analysis indicate that the peak discharge for the 10-year return period is 1525,5 m<sup>3</sup>/s, the 25-year return period is 2051,3 m<sup>3</sup>/s, the 50-year return period is 2465,5 m<sup>3</sup>/s, and for the 100-year return period is 2894,1 m<sup>3</sup>/s.*

*Keywords: HEC-HMS, Hydrology, Curve Number, Discharge.*

**STUDI KAJIAN HIDROLOGI  
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)  
WAY SEKAMPUNG BAGIAN HULU  
MENGUNAKAN SOFTWARE HEC-HMS**

**Oleh**

**RAMADHANI ARTHA RAHMAN**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **STUDI KAJIAN HIDROLOGI DAERAH  
ALIRAN SUNGAI (DAS) WAY SEKAMPUNG  
BAGIAN HULU MENGGUNAKAN  
SOFTWARE HEC-HMS**

Nama Mahasiswa : **Ramadhani Artha Rahman**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015011015

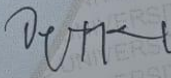
Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



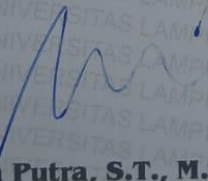
1. Komisi Pembimbing

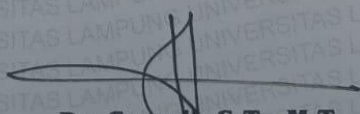
  
**Ir. Nur Arifaini, M.S.**  
NIP 19620218 199303 1 001

  
**Prof. Dr. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc.**  
NIP 19691219 199512 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

3. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

  
**Sasana Putra, S.T., M.T.**  
NIP 19691111 200003 1 002

  
**Dr. Suyadi, S.T., M.T.**  
NIP 19741225 200501 1 003

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Nur Arifaini, M.S.**

Sekretaris : **Prof. Dr. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc.**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc.**

### 2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Juli 2024**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, adalah:

Nama : Ramadhani Artha Rahman

NPM : 2015011015

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Juli 2024  
Penulis,



**Ramadhani Artha Rahman**



## RIWAYAT HIDUP



Ramadhani Artha Rahman lahir pada tanggal 28 November 2001 di Talang Padang, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Penulis merupakan anak keempat dari pasangan suami istri bernama Mugiono dan Kasilah. Penulis mempunyai 3 saudara kandung, yaitu Heni Pratiwi sebagai kakak tertua dan Aji Dwi Yanto serta Hanif Satriawan sebagai kakak laki-laki. Penulis memulai pendidikan di TK PKK Sukarame dan melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Banding Agung yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di MTsN 2 Tanggamus dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Pringsewu yang diselesaikan pada tahun 2020.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2020. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif melakukan beberapa kegiatan kemahasiswaan, diantaranya:

1. Menjadi anggota departemen kaderisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil pada periode 2021/2022.
2. Menjadi anggota departemen pengembangan sumber daya mahasiswa (PSDM) Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil pada periode 2022/2023.
3. Menjadi bendahara pelaksana The 8<sup>th</sup> Civil Brings Revolution pada tahun 2023.
4. Melaksanakan Kerja Praktik di Proyek Peningkatan Pengaman Pantai Kunjir Kalinda pada tahun 2023.
5. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Sidodadi, Kecamatan Air Hitam, Kabupaten Lampung Barat pada tahun 2023.



## *Persembahan*

### **Alhamdulillahirobbilalamin**

Puji dan syukur tercurahkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam.

Kupersembahkan karya ini kepada:

### **Kedua Orang Tuaku Tercinta**

Yang senantiasa memberikan do'a dan semangat dalam menjalankan pendidikan hingga karya ini dapat tercipta. Kuucapkan pula terimakasih sebesar-besarnya karena telah mendidik dan membesarkan dengan penuh rasa kasih sayang.

### **Saudara Kandungku Tercinta**

Yang selalu mendukung dan menjadi wadah curahan hati serta membantu dalam segala hal kesulitan yang dialami.

### **Dosen Pembimbing dan Penguji**

Yang sangat berjasa dalam penulisan ini serta ilmu dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

### **Dosen Teknik Sipil Universitas Lampung**

Yang memberikan ilmu dan motivasi selama empat tahun masa perkuliahan ini dengan penuh keikhlasan dan kesabarannya.

**Staff Teknik Sipil Universitas Lampung**

Yang senantiasa membantu mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

**Seluruh Keluarga Besar Teknik Sipil Angkatan 2020**

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan.

**Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Sipil**

Tempat bernaung dalam mengembang semua ilmu yang akan dijadikan sebagai bekal dalam kehidupan yang akan datang.

## **MOTTO**

**“Terkadang kita harus melangkah mundur untuk bersiap melompat jauh lebih tinggi”**

**(dr. Gamal)**

**“If you love me ONCE, I will love you TWICE”**

**(twicetagram)**

**“People come and people go”**

**(D.O)**

## SANWACANA

Puji Syukur penulis ucapkan karena dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Studi Kajian Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Sekampung Bagian Hulu Menggunakan *Software* HEC-HMS” dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung. Pada penyusunan laporan, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Keluarga tercintaku Ibuku Kasilah, Ayahku Mugiono, kakak perempuanku Heni Pratiwi, serta kakak laki-lakiku Hanif Satriawan dan Aji Dwi Yanto yang selalu mendukung dan memberikan do’a yang terbaik.
2. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung sekaligus Dosen Teknik Sipil.
3. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
6. Ir. Nur Arifaini, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat serta bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat serta bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi.

8. Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji atas kesediaan waktunya dalam memberikan kritik, saran, dan masukan yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
9. Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
10. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
11. Instansi Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS-MS) dan Georgius Andhan Kurniawan, S.TP dari PT. Prana Kurnia Pratama yang telah membantu dan memberikan data yang dibutuhkan saat penyusunan skripsi.
12. Keluarga Cemara ku Puput, Azka, Dafi, Dendi, Dika, Erza, Fikri, Habib, Hadi, Indah, Jayadi, Jhon, Kholis, Mamek, Meida, Meidi, Mensen, Oby, Ola, Ragat, Raihan, Rifki, Usnul, Vano, Yoga yang selalu bersama di masa perkuliahan baik saat senang maupun susah.
13. Tim PBS Maricuan Akbar, Indah, Meida yang selama satu semester berkerjasama menyelesaikan tugas dan selalu membantu disaat proses pengerjaan skripsi berlangsung.
14. Tim skripsi Erza, Meida, Rere yang senantiasa bertukar pendapat dan mengerjakan skripsi bersama. Tim bendahara CBR Diftasya dan Usnul yang selalu bersama menyelesaikan tanggungjawabnya sebagai bendahara dan juga saling membantu dalam proses mengerjakan skripsi ini hingga selesai.
15. Keluarga besar angkatan 2020 yang menemani, memberikan semangat, dan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan membangun diperlukan oleh penulis agar skripsi ini sempurna di kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna.

Bandar Lampung, 2024  
Penulis,

**Ramadhani Artha Rahman**

## DAFTAR ISI

|                                                 | Halaman    |
|-------------------------------------------------|------------|
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                          | <b>i</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                       | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                       | <b>iv</b>  |
| <b>I. PENDAHULUAN .....</b>                     | <b>1</b>   |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....               | 1          |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                       | 2          |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                    | 2          |
| 1.4. Batasan Masalah .....                      | 2          |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                   | 3          |
| 1.6. Sistematika Penelitian.....                | 3          |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>               | <b>4</b>   |
| 2.1. Hidrologi.....                             | 4          |
| 2.2. Karakteristik Daerah Aliran Sungai.....    | 4          |
| 2.3. Curah Hujan.....                           | 5          |
| 2.3.1. Metode Aritmatika.....                   | 5          |
| 2.3.2. Metode Poligon Thiessen.....             | 6          |
| 2.3.3. Metode Isohyet .....                     | 7          |
| 2.4. Analisis Hidrologi.....                    | 8          |
| 2.4.1. Uji Distribusi Data Hujan .....          | 9          |
| 2.4.2. Analisis Frekuensi dan Probabilitas..... | 12         |
| 2.5. Hidrograf Satuan.....                      | 16         |
| 2.6. HEC-HMS .....                              | 17         |
| 2.7. Penelitian Terkait.....                    | 20         |
| <b>III. METODE PENELITIAN.....</b>              | <b>22</b>  |
| 3.1. Lokasi Penelitian.....                     | 22         |
| 3.2. Tahap Penelitian .....                     | 22         |
| 3.2.1. Pengumpulan Data.....                    | 22         |
| 3.2.2. Pengolahan Data .....                    | 23         |
| 3.2.3. Pembahasan .....                         | 25         |
| 3.3. Diagram Alir Penelitian .....              | 26         |

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                       | <b>27</b> |
| 4.1. Delineasi Daerah Aliran Sungai .....                  | 27        |
| 4.2. Analisis Tutupan Lahan .....                          | 28        |
| 4.3. Analisis Hidrologi.....                               | 29        |
| 4.3.1. Analisis Curah Hujan.....                           | 29        |
| 4.3.2. Analisis Parameter Statistik.....                   | 31        |
| 4.3.3. Analisis Hujan Rencana.....                         | 33        |
| 4.3.4. Analisis Intensitas Hujan .....                     | 35        |
| 4.4. Pemodelan Hidrologi Menggunakan Program HEC-HMS ..... | 37        |
| 4.4.1. Basin Model.....                                    | 38        |
| 4.4.2. Meteorologic Model .....                            | 40        |
| 4.4.3. Time Series Data.....                               | 41        |
| 4.4.4. Control Specifications.....                         | 44        |
| 4.5. Hasil Debit Limpasan Pemodelan HEC-HMS.....           | 45        |
| <b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                        | <b>47</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....                                      | 47        |
| 5.2. Saran .....                                           | 47        |

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN A (DATA HUJAN)**

#### **LAMPIRAN B (HASIL SIMULASI HEC-HMS)**

#### **LAMPIRAN C (LEMBAR ASISTENSI)**

#### **LAMPIRAN D (LANGKAH-LANGKAH HEC-HMS)**



## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b>                                            | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------------------------------|----------------|
| 1. Siklus hidrologi.....                                 | 4              |
| 2. Metode poligon thiessen .....                         | 7              |
| 3. Metode isohyet.....                                   | 8              |
| 4. Komponen-komponen model HEC-HMS .....                 | 19             |
| 5. Peta DAS penelitian.....                              | 22             |
| 6. Membuat project baru.....                             | 23             |
| 7. Menyimpan project dengan nama dan lokasi .....        | 23             |
| 8. Menginput data .....                                  | 24             |
| 9. Komponen basin model .....                            | 24             |
| 10. Ikon untuk pembuatan elemen-elemen basin model ..... | 25             |
| 11. Komponen editor meteorologic model .....             | 25             |
| 12. Diagram alir penelitian .....                        | 26             |
| 13. Delineasi daerah aliran sungai .....                 | 27             |
| 14. Penggunaan lahan DAS sekampung hulu.....             | 28             |
| 15. Peta poligon thiessen penelitian.....                | 29             |
| 16. Kurva IDF.....                                       | 36             |
| 17. Membuat folder tugas .....                           | 37             |
| 18. <i>Basin model</i> .....                             | 38             |
| 19. <i>Subbasin tools</i> .....                          | 39             |
| 20. <i>Data subbasin tools</i> .....                     | 39             |
| 21. <i>Meteorologic model</i> .....                      | 40             |
| 22. <i>Data meteorologic model</i> .....                 | 40             |
| 23. <i>Time series data</i> .....                        | 44             |
| 24. <i>Control specification</i> .....                   | 44             |
| 25. Hidrograf pemodelan HEC-HMS .....                    | 46             |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                           | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi .....  | 11      |
| 2. Nilai Variabel Reduksi Gauss.....                            | 12      |
| 3. Nilai <i>Reduced Variate</i> ( $Y_T$ ) .....                 | 13      |
| 4. Nilai <i>Reduce Mean</i> ( $Y_n$ ).....                      | 14      |
| 5. Nilai <i>Reduce Standard Deviation</i> ( $S_n$ ).....        | 14      |
| 6. Nilai k Distribusi Log Pearson Tipe III .....                | 15      |
| 7. Nilai CN AMC II Berdasarkan Tutupan Lahan.....               | 19      |
| 8. Nilai Penggunaan Lahan DAS Sekampung Hulu .....              | 28      |
| 9. Nilai Koefisien Thiessen.....                                | 29      |
| 10. Nilai Curah Hujan Rata-Rata Maksimum.....                   | 30      |
| 11. Perhitungan Statistik Non-Logaritmik.....                   | 31      |
| 12. Perhitungan Statistik Logaritmik.....                       | 32      |
| 13. Kesimpulan Analisis Parameter Statistik.....                | 33      |
| 14. Rekapitulasi Nilai Faktor Frekuensi Gumbel .....            | 34      |
| 15. Nilai Hujan Rencana.....                                    | 35      |
| 16. Intensitas Hujan 24 Jam.....                                | 36      |
| 17. Nilai Pada <i>Basin Model</i> .....                         | 39      |
| 18. Input <i>Time Series Data</i> Periode Ulang 10 Tahun .....  | 41      |
| 19. Input <i>Time Series Data</i> Periode Ulang 25 Tahun .....  | 41      |
| 20. Input <i>Time Series Data</i> Periode Ulang 50 Tahun .....  | 42      |
| 21. Input <i>Time Series Data</i> Periode Ulang 100 Tahun ..... | 43      |
| 22. Hasil Debit Pemodelan HEC-HMS .....                         | 45      |

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Air merupakan sumber daya yang sangat berharga dan penting bagi kehidupan manusia dan keberlanjutan lingkungan (Rejekiningrum, 2009). Sejalan dengan bertambahnya penduduk serta perkembangan yang pesat di dunia industri menjadikan kebutuhan terhadap air semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan terhadap air tersebut tidak diimbangi dengan jumlah air yang tersedia, karena sumber daya air di dunia tidak pernah bertambah jumlahnya (Tugiyono & Buchori, 2005). Oleh karena itu sudah selayaknya sumber-sumber air yang ada perlu dijaga dan dilestarikan. Salah satu tempat yang menyimpan sumber air yang ada di dunia ini berada di Daerah Aliran Sungai (DAS).

DAS atau Daerah Aliran Sungai, merujuk pada wilayah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung. Di dalam DAS ini, air hujan yang turun akan terkumpul oleh punggung gunung, dan kemudian mengalir melalui sungai-sungai kecil menuju sungai utama (Asdak, 2020). Daerah Aliran Sungai (DAS) termasuk suatu wilayah daratan yang bersatu dengan sungai dan anak sungainya. Wilayah ini berfungsi sebagai tempat penampungan, penyimpanan, dan pengaliran air hujan secara alami ke danau atau laut. Batas DAS di darat ditentukan oleh pemisah topografis, sementara batas di laut mencakup daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas di daratan (Dapertemen Pekerjaan Umum, 2004).

Provinsi Lampung sendiri memiliki lima (5) DAS besar yaitu DAS Way Sekampung, DAS Way Seputih, DAS Way Semangka, DAS Way Mesuji, dan DAS Way Tulang Bawang. Pada penelitian ini dilakukan studi kajian

hidrologi pada DAS Way Sekampung bagian hulu tepatnya dari Bendungan Batuteги yang berada di Kabupaten Tanggamus hingga bendungan Way Sekampung yang berada di Kabupaten Pringsewu.

Penelitian dilakukan dengan mengkaji data hidrologi DAS Way Sekampung bagian hulu menggunakan bantuan *software Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS). Dari hasil yang didapatkan dengan mengolah data menggunakan HEC-HMS diharapkan debit dapat mendekati kondisi dilapangan dan dapat digunakan untuk kepentingan penelitian selanjutnya.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah:

1. Berapa nilai CN komposit pada DAS Way Sekampung bagian hulu?
2. Berapa besarnya debit puncak dengan input data harian di DAS Way Sekampung bagian hulu menggunakan *software* HEC-HMS?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui nilai CN komposit pada DAS Way Sekampung bagian hulu.
2. Mengetahui besarnya debit puncak dengan input data harian di DAS Way Sekampung bagian hulu menggunakan *software* HEC-HMS.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diambil dalam analisa tugas akhir ini yaitu:

1. Daerah penelitian mencakup wilayah DAS Way Sekampung bagian hulu.
2. Pemodelan hujan-debit dengan HEC-HMS menggunakan metode *Soil Concervation Service Curve Number* (SCS CN).
3. Menentukan nilai CN dengan klasifikasi kelompok tanah pada peta zonasi jenis tanah dan tataguna lahan DAS Way Sekampung Hulu.
4. Tidak memperhitungkan laju sedimentasi
5. Perangkat lunak yang digunakan HEC-HMS 4.7.
6. Bendungan batuteги dianggap tidak ada.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui ilmu HEC-HMS serta diharapkan mendapatkan nilai debit banjir yang sesuai dengan kondisi sehingga dapat digunakan untuk kepentingan penelitian selanjutnya.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika atau kerangka penulisan yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan pembahasan mengenai latar belakang dilakukan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan pembahasan mengenai landasan teori yang digunakan dalam penelitian.

#### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan pembahasan mengenai metode penelitian yang akan digunakan dalam hal ini mencakup lokasi penelitian, analisa kebutuhan data penelitian, serta tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian.

#### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan gambaran hasil analisis dan penelitian baik secara kualitatif maupun kuantitatif, dan pembahasan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

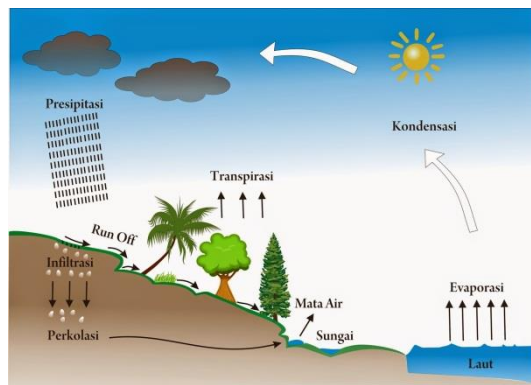
#### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan. Pada kesimpulan dapat dikemukakan masalah-masalah yang terjadi pada saat penelitian kemudian saran berisikan solusi atas permasalahan dan keluhan yang terjadi selama penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Hidrologi

Hidrologi adalah cabang ilmu geografi yang mempelajari sifat, distribusi, pergerakan, dan manfaat air di berbagai bagian atmosfer, permukaan bumi, dan di bawah permukaan bumi. Ilmu ini mencakup analisis siklus hidrologi, perubahan bentuk air, distribusi air di bumi, dan interaksi air dengan lingkungan serta kehidupan manusia (Dingman, 2015).



Gambar 1. Siklus hidrologi.

### 2.2. Karakteristik Daerah Aliran Sungai

DAS dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu hulu, tengah dan hilir. Daerah hulu DAS dikenal sebagai daerah konservasi, sedangkan daerah hilirnya digunakan untuk pemanfaatan. Daerah hulu DAS memiliki peranan penting dalam melindungi fungsi tata air. Oleh karena itu, setiap aktivitas yang terjadi di daerah hulu dapat berdampak pada daerah hilir dengan mengubah fluktuasi debit air. Secara sederhana, ekosistem DAS pada bagian hulu memiliki fungsi utama sebagai perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Perlindungan ini mencakup fungsi tata air, sehingga pengelolaan DAS

hulu menjadi fokus perhatian karena adanya keterkaitan biofisik antara bagian hulu dan hilir melalui siklus hidrologi (Asdak, 2020). Pada DAS Way Sekampung yang memiliki Bendungan Batutegi di bagian hulu, serta Bendung Argoguruh yang menyuplai air ke persawahan di bagian hilir.

### **2.3. Curah Hujan**

Curah hujan merujuk pada fenomena di mana butiran air dari awan yang tebal di atmosfer jatuh ke permukaan tanah (Hamdani, Rizal, & Manggala, 2023). Setelah mencapai tanah datar, curah hujan kemudian diukur dan dicatat menggunakan alat pengukur yang terdapat di stasiun hujan. Pengukuran ini umumnya menggunakan satuan milimeter (mm) pada permukaan horizontal.

Selain sebagai pengukuran, hujan juga dapat berperan dalam membentuk aliran air. Hujan yang jatuh ke permukaan tanah dapat mengalir dan membentuk aliran yang bergerak di permukaan, dan ini dapat menjadi sumber air untuk sungai. Sehingga, hujan tidak hanya diukur sebagai curah hujan tetapi juga dapat menjadi kontributor utama terhadap aliran air permukaan yang membentuk sungai.

Dengan demikian, curah hujan memiliki peran ganda sebagai fenomena atmosfer dan sebagai sumber air bagi aliran sungai, memberikan dampak yang signifikan pada ekosistem dan kehidupan manusia di wilayah yang terpengaruh oleh pola curah hujan yang berbeda-beda. Cara menentukan nilai curah hujan rata-rata pada kawasan tertentu dibagi menjadi 3 yaitu metode aritmatika, metode poligon thiessen, dan metode isohyet.

#### **2.3.1. Metode Aritmatika**

Metode ini merupakan metode paling sederhana diantara metode yang lain untuk menentukan curah hujan rata-rata yang jatuh di suatu kawasan. Penggunaan stasiun dalam penelitian ini harus pada suatu DAS, ataupun stasiun yang berada dekat dengan suatu DAS juga bisa diperhitungkan.

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

$\bar{P}$  = Hujan rata-rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)

$n$  = Jumlah stasiun

### 2.3.2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal sebagai metode rata-rata tengah, melibatkan pembentukan daerah pengaruh untuk setiap stasiun dengan menggunakan garis-garis sumbu tegak lurus yang bersinggungan dan menghubungkan dua stasiun. Dengan menggunakan planimeter, luas daerah untuk setiap stasiun dapat dihitung. Pendekatan ini memungkinkan perhitungan rata-rata curah hujan wilayah dengan mempertimbangkan luas daerah pengaruh masing-masing stasiun. Metode ini berguna ketika distribusi stasiun hujan tidak merata dan ingin memperhitungkan kontribusi luas daerah setiap stasiun dalam menghitung rata-rata curah hujan wilayah.

Prosedur metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Stasiun-stasiun hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau, termasuk stasiun hujan di luar DAS yang berdekatan.
- 2) Untuk setiap pasangan stasiun yang berdekatan, buat garis sumbu tegak lurus yang bersinggungan dan menghubungkan kedua stasiun tersebut. Garis-garis ini membagi wilayah antara dua stasiun menjadi dua bagian yang sama jauhnya.
- 3) Hubungkan garis-garis sumbu tegak lurus dari setiap pasangan stasiun untuk membentuk poligon Thiessen seperti gambar 2. Poligon ini merupakan area yang terbagi dan mewakili daerah pengaruh atau dominasi setiap stasiun dalam wilayah tersebut.
- 4) Gunakan alat seperti planimeter atau metode lainnya untuk mengukur luas daerah yang terbentuk di sekitar masing-masing stasiun dalam poligon Thiessen.



- 5) Hitung rata-rata curah hujan di wilayah setiap stasiun dengan mempertimbangkan luas daerah yang terbentuk oleh poligon Thiessen. Hujan rata-rata dapat dihitung dengan persamaan berikut:

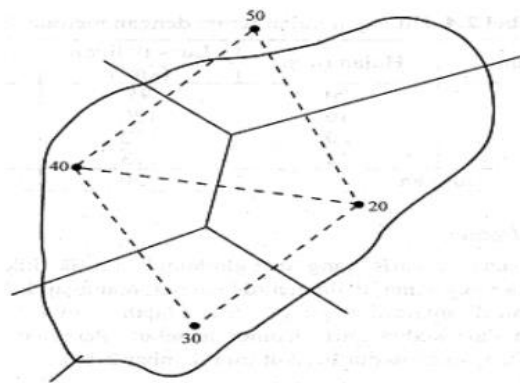
$$\bar{P} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$\bar{P}$  = Hujan rata-rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah pengaruh stasiun hujan ( $\text{km}^2$ )



Gambar 2. Metode poligon thiessen.

### 2.3.3. Metode Isohyet

Metode isohyet adalah suatu pendekatan atau teknik yang digunakan untuk menggambarkan dan mengukur distribusi spasial curah hujan di suatu wilayah geografis. Dalam metode ini, garis-garis isohyet digunakan untuk menghubungkan titik-titik dengan nilai curah hujan yang sama dalam wilayah tersebut. Berikut adalah tahapan dalam metode isohyet seperti gambar 3:

- 1) Tentukan dan pasang stasiun hujan di seluruh wilayah yang akan diukur curah hujannya. Penempatan stasiun harus memperhitungkan distribusi spasial yang representatif.
- 2) Catat data curah hujan dari masing-masing stasiun untuk suatu periode waktu tertentu. Data ini biasanya dinyatakan dalam satuan milimeter.

- 3) Plotkan titik-titik stasiun hujan pada peta wilayah yang diukur. Hubungkan titik-titik tersebut dengan garis isohyet, yang menghubungkan titik-titik yang memiliki nilai curah hujan yang sama. Setiap garis isohyet mencerminkan nilai curah hujan yang seragam di sepanjang garis tersebut.
- 4) Label setiap garis isohyet dengan nilai curah hujan yang sesuai. Nilai-nilai ini dapat diwakili dalam bentuk satuan milimeter.
- 5) Hitung luas wilayah di antara dua garis isohyet berdekatan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat planimeter atau melalui perhitungan matematika.
- 6) Hitung rata-rata curah hujan untuk seluruh wilayah dengan mempertimbangkan luas wilayah di antara setiap pasangan garis isohyet. Ini dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

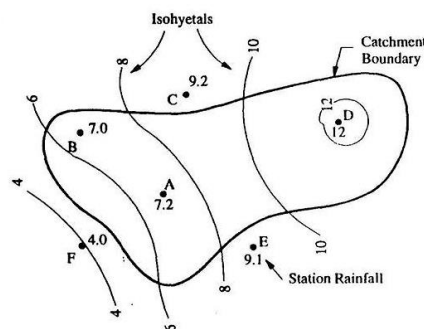
$$\bar{P} = \frac{A_1\left(\frac{P_1+P_2}{2}\right) + A_2\left(\frac{P_2+P_3}{2}\right) + \dots + A_{n-1}\left(\frac{P_{n-1}+P_n}{2}\right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$\bar{P}$  = Hujan rata-rata (mm)

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Garis isohyet ke 1, 2, ..., n (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah yang dibatasi garis isohyet ( $\text{km}^2$ )



Gambar 3. Metode isohyet.

## 2.4. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah suatu proses untuk memahami dan mengkaji perilaku air dalam suatu sistem hidrologi, yang mencakup siklus air, distribusi air, dan pergerakan air di dalam suatu daerah aliran sungai atau sistem perairan. Analisis ini melibatkan pengumpulan, pemrosesan, dan

interpretasi data hidrologi untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam perencanaan dan manajemen sumber daya air.

#### 2.4.1. Uji Distribusi Data Hujan

Sebelum melakukan perhitungan distribusi probabilitas dari data yang telah terkumpul, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan distribusi yang paling sesuai untuk perhitungan tersebut. Proses ini melibatkan penelitian terhadap distribusi yang cocok dengan karakteristik data hidrologi yang ada. Beberapa metode distribusi yang umum digunakan dalam hidrologi meliputi metode Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III. Setiap distribusi ini memiliki sifat khasnya, sehingga penting untuk menguji kesesuaian data hidrologi dengan sifat statistik masing-masing distribusi.

Setiap jenis distribusi atau sebaran memiliki parameter statistik tertentu yang harus diidentifikasi. Parameter ini bergantung pada distribusi yang digunakan dan mencakup karakteristik seperti rata-rata, deviasi standar, parameter skewness, dan parameter kurtosis. Proses penelitian distribusi ini merupakan langkah kritis dalam analisis hidrologi, karena pemilihan distribusi yang tepat dapat meningkatkan akurasi dan ketepatan hasil perhitungan distribusi probabilitas. Dari ke 4 metode yang ada, dikelompokkan menjadi 2 distribusi, yakni Distribusi Non-Logaritmik dan Logaritmik.

##### 1) Distribusi Non-Logaritmik

Metode yang termasuk dalam distribusi Non-Logaritmik adalah metode normal dan juga metode gumbel.

##### a) Nilai Rata-Rata (*Mean*)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

$X$  = Nilai curah hujan (mm)

$n$  = Jumlah data curah hujan

b) Simpangan Baku (*Standard Deviation*)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

X = Nilai curah hujan (mm)

n = Jumlah data curah hujan

c) Koefisien Variasi (*Coefficien of Variation*)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

Cv = Koefisien variasi curah hujan

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

d) Koefisien Skewness (*Coefficien of Sweekness*)

$$Cs = \frac{\sum(X-\bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

Cs = Koefisien kemencengan curah hujan

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

X = Nilai curah hujan (mm)

n = Jumlah data curah hujan

e) Koefisien Ketajaman (*Coefficien of Kurtosis*)

$$Ck = \left[ \frac{n \times (n+1) \times \sum(X-\bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4} \right] \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

Ck = Koefisien kurtosis curah hujan

S = Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata curah hujan (mm)

X = Nilai curah hujan (mm)

n = Jumlah data curah hujan

## 2) Distribusi Logaritmik

Metode yang termasuk dalam distribusi Logaritmik adalah metode log normal dan juga metode log pearson tipe III.

### a) Nilai Rata-Rata (*Mean*)

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum \text{Log}(X)}{n} \dots\dots\dots (9)$$

### b) Simpangan Baku (*Standard Deviation*)

$$S\overline{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum \text{Log}(X - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (10)$$

### c) Koefisien Variansi (*Coefficien of Variation*)

$$Cv = \frac{S\overline{\text{Log}X}}{\overline{\text{Log}X}} \dots\dots\dots (11)$$

### d) Koefisien Skewness (*Coefficien of Sweekness*)

$$Cs = \frac{\sum \text{Log}(X - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \dots\dots\dots (12)$$

### e) Koefisien Ketajaman (*Coefficien of Kurtosis*)

$$Ck = \left[ \frac{n \times (n+1) \times \sum \text{Log}(X - \bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4} \right] \dots\dots\dots (13)$$

Sifat khas masing-masing parameter statistik dapat ditinjau dari besarnya nilai koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien ketajaman (Ck) yang sesuai dengan syarat dari masing-masing jenis distribusi yang dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 1. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

| No | Distribusi           | Persyaratan                                              |
|----|----------------------|----------------------------------------------------------|
| 1  | Normal               | $Cs \approx 0$<br>$Ck \approx 3$                         |
| 2  | Log Normal           | $Cs = Cv^3$<br>$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ |
| 3  | Gumbel               | $Cs < 1,14$<br>$Ck < 5,4$                                |
| 4  | Log Pearson Type III | Selain nilai di atas                                     |

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

### 2.4.2. Analisa Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas (Talumepa, Tanudjaja, & Sumarauw, 2017). Berikut metode distribusi yang dapat dilakukan:

#### 1) Metode Distribusi Normal

Metode ini disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan ini menggunakan persamaan:

$$X = \bar{X} + K_t \times S \dots\dots\dots (14)$$

$$K_t = \frac{(X_t - \bar{X})}{S} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana:

$X_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata maksimum (mm/hari)

S = Standar deviasi

$K_t$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Nilai faktor frekuensi ( $K_t$ ) umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan yang umum disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi gauss (*Variable Reduced Gauss*). Nilai dari variabel reduksi gauss dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Nilai Variabel Reduksi Gauss

| No | Periode Ulang<br>T (tahun) | Peluang | $K_T$  |
|----|----------------------------|---------|--------|
| 1  | 1,001                      | 0,999   | -3,050 |
| 2  | 1,005                      | 0,995   | -2,580 |
| 3  | 1,01                       | 0,990   | -2,330 |
| 4  | 1,05                       | 0,950   | -1,640 |
| 5  | 1,11                       | 0,900   | -1,280 |
| 6  | 1,25                       | 0,800   | -0,840 |
| 7  | 1,33                       | 0,750   | -0,670 |

|    |      |       |        |
|----|------|-------|--------|
| 8  | 1,43 | 0,700 | -0,520 |
| 9  | 1,67 | 0,600 | -0,250 |
| 10 | 2    | 0,500 | 0,000  |
| 11 | 2,5  | 0,400 | 0,250  |
| 12 | 3,33 | 0,300 | 0,520  |
| 13 | 4    | 0,250 | 0,670  |
| 14 | 5    | 0,200 | 0,840  |
| 15 | 10   | 0,100 | 1,280  |
| 16 | 20   | 0,050 | 1,640  |
| 17 | 50   | 0,020 | 2,050  |
| 18 | 100  | 0,010 | 2,330  |
| 19 | 200  | 0,005 | 2,580  |
| 20 | 500  | 0,002 | 2,880  |
| 21 | 1000 | 0,001 | 3,090  |

(Sumber: Suripin, 2004)

## 2) Metode Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + k \times S \dots\dots\dots (16)$$

$$k = \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n} \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan:

$X_T$  = curah hujan rencana maksimum (mm/hari) dengan periode ulang hujan tertentu

$\bar{X}$  = curah hujan rata-rata maksimum (mm/hari)

$k$  = faktor frekuensi gumbell

$Y_T$  = reduce variate

$Y_n$  = reduce mean

$S_n$  = reduce standard deviation

Tabel 3. Nilai *Reduced Variate* ( $Y_T$ )

| Periode Ulang<br>(tahun) | Reduced<br>Variate |
|--------------------------|--------------------|
| 2                        | 0,3668             |
| 5                        | 1,5004             |
| 10                       | 2,251              |
| 20                       | 2,9709             |
| 25                       | 3,1993             |

|       |        |
|-------|--------|
| 50    | 3,9028 |
| 100   | 4,6012 |
| 200   | 5,2969 |
| 500   | 6,2149 |
| 1000  | 6,9087 |
| 5000  | 8,5188 |
| 10000 | 9,2121 |

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 4. Nilai *Reduce Mean* ( $Y_n$ )

| n   | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10  | 0,4952 | 0,4996 | 0,5035 | 0,5070 | 0,5100 | 0,5128 | 0,5157 | 0,5181 | 0,5202 | 0,5220 |
| 20  | 0,5236 | 0,5252 | 0,5268 | 0,5283 | 0,5296 | 0,5309 | 0,5320 | 0,5332 | 0,5343 | 0,5353 |
| 30  | 0,5362 | 0,5371 | 0,5380 | 0,5388 | 0,5396 | 0,5403 | 0,5410 | 0,5418 | 0,5424 | 0,5430 |
| 40  | 0,5463 | 0,5442 | 0,5448 | 0,5453 | 0,5458 | 0,5463 | 0,5468 | 0,5473 | 0,5477 | 0,5481 |
| 50  | 0,5485 | 0,5489 | 0,5493 | 0,5497 | 0,5501 | 0,5504 | 0,5508 | 0,5511 | 0,5515 | 0,5518 |
| 60  | 0,5521 | 0,5524 | 0,5527 | 0,5530 | 0,5533 | 0,5535 | 0,5538 | 0,5540 | 0,5543 | 0,5545 |
| 70  | 0,5548 | 0,5550 | 0,5552 | 0,5555 | 0,5557 | 0,5559 | 0,5561 | 0,5563 | 0,5565 | 0,5567 |
| 80  | 0,5569 | 0,5570 | 0,5572 | 0,5574 | 0,5576 | 0,5578 | 0,5580 | 0,5581 | 0,5583 | 0,5585 |
| 90  | 0,5586 | 0,5587 | 0,5589 | 0,5591 | 0,5592 | 0,5593 | 0,5595 | 0,5596 | 0,5598 | 0,5599 |
| 100 | 0,5600 | 0,5602 | 0,5603 | 0,5604 | 0,5606 | 0,5607 | 0,5608 | 0,5608 | 0,5610 | 0,5611 |

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 5. Nilai *Reduce Standard Deviation* ( $S_n$ )

| n   | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10  | 0,9496 | 0,9676 | 0,9833 | 0,9971 | 1,0095 | 1,0206 | 1,0316 | 1,0411 | 1,0493 | 1,0565 |
| 20  | 1,0628 | 1,0696 | 1,0754 | 1,0811 | 1,0864 | 1,0915 | 1,0961 | 1,1004 | 1,1047 | 1,1080 |
| 30  | 1,1124 | 1,1159 | 1,1193 | 1,1226 | 1,1255 | 1,1285 | 1,1313 | 1,1339 | 1,1363 | 1,1388 |
| 40  | 1,1413 | 1,1436 | 1,1458 | 1,1480 | 1,1499 | 1,1519 | 1,1538 | 1,1557 | 1,1574 | 1,1590 |
| 50  | 1,1607 | 1,1623 | 1,1638 | 1,1658 | 1,1667 | 1,1681 | 1,1696 | 1,1708 | 1,1721 | 1,1734 |
| 60  | 1,1747 | 1,1759 | 1,1770 | 1,1782 | 1,1793 | 1,1803 | 1,1814 | 1,1824 | 1,1834 | 1,1844 |
| 70  | 1,1854 | 1,1863 | 1,1873 | 1,1881 | 1,1890 | 1,1898 | 1,1906 | 1,1915 | 1,1923 | 1,1930 |
| 80  | 1,1938 | 1,1945 | 1,1953 | 1,1959 | 1,1967 | 1,1973 | 1,1980 | 1,1987 | 1,1994 | 1,2001 |
| 90  | 1,2007 | 1,2013 | 1,2020 | 1,2026 | 1,2032 | 1,2038 | 1,2044 | 1,2044 | 1,2055 | 1,2060 |
| 100 | 1,2065 | 1,2069 | 1,2073 | 1,2077 | 1,2077 | 1,2084 | 1,2087 | 1,2087 | 1,2093 | 1,2096 |

(Sumber: Suripin, 2004)

### 3) Metode Distribusi Log Normal

$$\text{Log}(X) = \overline{\text{Log } X} + Kt \times S\overline{\text{Log } X} \dots\dots\dots (18)$$

$$Kt = \frac{(x_t - \bar{X})}{s} \dots\dots\dots (19)$$



Dimana:

$\text{Log}(X)$  = logaritmik curah hujan untuk periode tertentu

$\overline{\text{Log } X}$  = hujan rata-rata dari logaritmik data

$S\overline{\text{Log } X}$  = standar deviasi logaritmik

$K_t$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

#### 4) Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

$$\text{Log}(X) = \overline{\text{Log } X} + K \times S\overline{\text{Log } X} \dots\dots\dots (20)$$

Dimana:

$\text{Log}(X)$  = logaritmik curah hujan untuk periode tertentu

$\overline{\text{Log } X}$  = hujan rata-rata dari logaritmik data

$S\overline{\text{Log } X}$  = standar deviasi logaritmik

$K$  = faktor dari distribusi Log Pearson Tipe III, dari tabel fungsi  $C_s$  dan probabilitas kejadian.

Tabel 6. Nilai k Distibusi Log Pearson Tipe III

| Koefisien<br>Kemencengan<br>( $C_s$ ) | Periode Ulang (tahun) |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | 2                     | 5     | 10    | 50    | 100   | 200   |
|                                       | Peluang (%)           |       |       |       |       |       |
|                                       | 50                    | 20    | 10    | 2     | 1     | 0.5   |
| 3.0                                   | -0.396                | 0.420 | 1.180 | 3.152 | 4.051 | 4.970 |
| 2.5                                   | -0.360                | 0.518 | 1.250 | 3.048 | 3.845 | 4.652 |
| 2.2                                   | -0.330                | 0.574 | 1.284 | 2.970 | 3.705 | 4.444 |
| 2.0                                   | -0.307                | 0.609 | 1.302 | 2.912 | 3.605 | 4.298 |
| 1.8                                   | -0.282                | 0.643 | 1.318 | 2.848 | 3.499 | 4.147 |
| 1.6                                   | -0.254                | 0.675 | 1.329 | 2.780 | 3.388 | 3.990 |
| 1.4                                   | -0.225                | 0.705 | 1.337 | 2.706 | 3.271 | 3.828 |
| 1.2                                   | -0.195                | 0.732 | 1.340 | 2.626 | 3.149 | 3.661 |
| 1.0                                   | -0.164                | 0.758 | 1.340 | 2.542 | 3.022 | 3.489 |
| 0.9                                   | -0.148                | 0.769 | 1.339 | 2.498 | 2.957 | 3.401 |
| 0.8                                   | -0.132                | 0.780 | 1.336 | 2.453 | 2.891 | 3.312 |
| 0.7                                   | -0.116                | 0.790 | 1.333 | 2.407 | 2.824 | 3.223 |

|      |        |       |       |       |       |       |
|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.6  | -0.099 | 0.800 | 1.328 | 2.359 | 2.755 | 3.132 |
| 0.5  | -0.083 | 0.808 | 1.323 | 2.311 | 2.686 | 3.041 |
| 0.4  | -0.066 | 0.816 | 1.317 | 2.261 | 2.615 | 2.949 |
| 0.3  | -0.050 | 0.824 | 1.309 | 2.211 | 2.544 | 2.856 |
| 0.2  | -0.033 | 0.830 | 1.301 | 2.159 | 2.472 | 2.763 |
| 0.1  | -0.017 | 0.836 | 1.292 | 2.107 | 2.400 | 2.670 |
| 0.0  | 0.000  | 0.842 | 1.282 | 2.054 | 2.326 | 2.576 |
| -0.1 | 0.017  | 0.836 | 1.270 | 2.000 | 2.252 | 2.482 |
| -0.2 | 0.033  | 0.850 | 1.258 | 1.945 | 2.178 | 2.388 |
| -0.3 | 0.050  | 0.853 | 1.245 | 1.890 | 2.104 | 2.294 |
| -0.4 | 0.066  | 0.855 | 1.231 | 1.834 | 2.029 | 2.201 |
| -0.5 | 0.083  | 0.856 | 1.216 | 1.777 | 1.955 | 2.108 |
| -0.6 | 0.099  | 0.857 | 1.200 | 1.720 | 1.880 | 2.016 |
| -0.7 | 0.116  | 0.857 | 1.183 | 1.663 | 1.806 | 1.926 |
| -0.8 | 0.132  | 0.856 | 1.166 | 1.606 | 1.733 | 1.837 |
| -0.9 | 0.148  | 0.854 | 1.147 | 1.549 | 1.660 | 1.749 |
| -1.0 | 0.164  | 0.852 | 1.128 | 1.492 | 1.588 | 1.664 |
| -1.2 | 0.195  | 0.844 | 1.086 | 1.379 | 1.449 | 1.501 |
| -1.4 | 0.225  | 0.832 | 1.041 | 1.270 | 1.318 | 1.351 |
| -1.6 | 0.254  | 0.817 | 0.994 | 1.166 | 1.197 | 1.216 |
| -1.8 | 0.282  | 0.799 | 0.945 | 1.069 | 1.087 | 1.097 |
| -2.0 | 0.307  | 0.777 | 0.895 | 0.980 | 0.990 | 0.995 |
| -2.2 | 0.330  | 0.752 | 0.844 | 0.900 | 0.905 | 0.907 |
| -2.5 | 0.360  | 0.711 | 0.771 | 0.798 | 0.799 | 0.800 |
| -3.0 | 0.396  | 0.636 | 0.660 | 0.666 | 0.667 | 0.667 |

(Sumber: Suripin, 2004)

## 2.5. Hidrograf Satuan

Hidrograf satuan adalah Gambaran limpasan langsung yang dihasilkan oleh curah hujan efektif dengan intensitas yang sama di seluruh DAS selama waktu tertentu. Curah hujan efektif diasumsikan sebesar 1 milimeter, setara dengan satu unit limpasan langsung di seluruh DAS. Untuk menghitung debit banjir dengan metode hidrograf satuan, diperlukan data curah hujan efektif.

## 2.6. HEC-HMS

HEC-HMS merupakan aplikasi komputer yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* dari *US Army Corps of Engineers* yang meliputi metode untuk mensimulasikan DAS, saluran, dan perilaku struktur air kontrol, sehingga memprediksi aliran, dan waktu (Deprilianto, Nursetiawan, & Harsanto, 2016). Dalam penentuan debit puncak, metode Hidrograf Satuan digunakan berdasarkan luasan daerah tangkapan air wilayah penelitian. Salah satu perangkat lunak yang sering digunakan untuk membantu pemodelan dan penentuan debit puncak adalah HEC-HMS. Dalam pendekatan sistem Daerah Aliran Sungai yang digunakan dalam model HEC-HMS, hujan dianggap sebagai input yang diproses berdasarkan properti dari sistem DAS, menghasilkan output berupa debit (Islami, 2021). Model HEC-HMS memiliki komponen-komponen utama sebagai berikut:

- 1) *Basin model*: berisi elemen-elemen DAS, hubungan antar elemen dan parameter aliran. Parameter-parameter tersebut diisi menggunakan persamaan berikut:

- a) Persamaan untuk *Curve Number (CN)*

$$CN = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots (21)$$

Keterangan:

CN = *Curve Number*

A = Luas DAS

Adapun nilai CN berdasarkan kondisi tanah basah AMC II pada tabel berikut:

Tabel 7. Nilai CN AMC II Berdasarkan Tutupan Lahan

| No | Penggunaan Lahan              | Tipe Tanah |    |    |    |
|----|-------------------------------|------------|----|----|----|
|    |                               | A          | B  | C  | D  |
| 1  | Semak Belukar                 | 36         | 60 | 73 | 79 |
| 2  | Hutan                         | 57         | 73 | 82 | 86 |
| 3  | Pemukiman                     | 74         | 83 | 89 | 91 |
| 4  | Lahan Terbuka                 | 49         | 69 | 79 | 84 |
| 5  | Pertanian Lahan Kering Campur | 49         | 69 | 79 | 84 |
| 6  | Sawah                         | 61         | 73 | 81 | 84 |

(Sumber: Sumaryatno, 2014)

b) Persamaan untuk parameter retensi (S)

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN} \dots\dots\dots (22)$$

$$Ia = 0,2 \times S \dots\dots\dots (23)$$

Keterangan:

S = Parameter retensi

Ia = Kehilangan mula-mula (*Initial Abstraction*)

CN = *Curve Number*

c) Persamaan untuk *Lag Time* ( $T_{lag}$ )

$$T_{lag} = 0,6 \times \frac{100L^{0,8} \left[ \frac{1000}{CN} - 9 \right]^{0,7}}{1900S^{0,5}} \dots\dots\dots (24)$$

Keterangan:

$T_{lag}$  = Perbedaan waktu antara pusat massa dari kelebihan curah hujan dan puncak dari unit hidrograf

L = Panjang sungai

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

Menurut Chow et al. (1988), *Alternating Block Method* (ABM) merupakan salah satu model distribusi hujan yang dikembangkan untuk mengalihragamkan hujan harian ke hujan jam-jaman. Jika data hujan jangka pendek tidak tersedia, dan yang ada hanya data hujan harian, intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe (persamaan 25). Dengan demikian, HEC-HMS dan metode Hidrograf Satuan memberikan pendekatan yang terstruktur untuk mengestimasi debit puncak berdasarkan karakteristik hidrologi daerah tangkapan air yang diteliti.

$$I = \left( \frac{R_{24}}{24} \right) \times \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (25)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

t = Lama hujan (jam)

Kedalaman hujan dapat dihitung dengan mengalikan intensitas hujan dengan durasi waktu yang bersangkutan. Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan mencerminkan pertambahan hujan dalam interval waktu  $\Delta t$ . Pertambahan hujan ini, yang sering disebut sebagai "blok-blok," diatur kembali dalam rangkaian waktu, di mana intensitas hujan maksimum terletak di tengah-tengah durasi hujan ( $T_d$ ), sementara blok-blok sisanya disusun secara bolak-balik pada sisi kanan dan kiri dari blok tengah.

Proses ini menghasilkan hyetograph rencana, yang merupakan representasi grafis dari distribusi waktu intensitas hujan selama suatu periode. Intensitas hujan tertinggi terjadi pada saat tengah durasi hujan, menciptakan bentuk simetris pada hyetograph. Rumus untuk perhitungan hyetograph rencana dapat ditemukan pada persamaan 26 dan 27.

$$T_d = n \times \Delta t \dots\dots\dots (26)$$

$$I_t T_d = I_t \times T_d \dots\dots\dots (27)$$

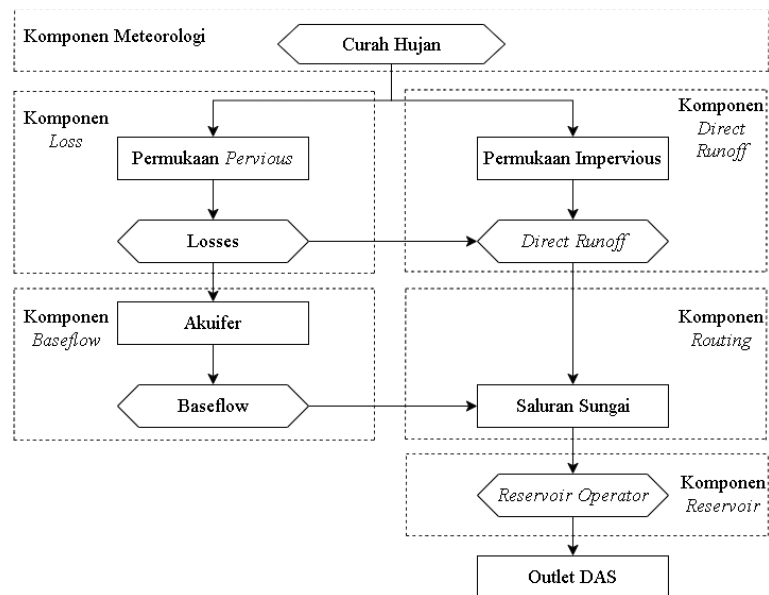
Dimana:

N = Data

$\Delta t$  = Pertambahan hujan dalam interval waktu

$I_t$  = Intensitas (mm/jam)

$T_d$  = Waktu (jam)



Gambar 4. Komponen-komponen model HEC-HMS.  
(Sumber: Technical Reference Manual HEC-HMS, 2000)

## 2.7. Penelitian Terkait

Penelitian ini mengacu tentang hidrologi menggunakan program bantu HEC-HMS. Penelitian terkait tentang hidrologi menggunakan HEC-HMS telah banyak dilakukan oleh peneliti lain, beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi diantaranya:

1. Mulyadi, Sulistioadi, & Suhardiman, 2020. Pemodelan Hidrologi Dengan HEC-HMS Di Sub-Das Karangmumus Samarinda.

**Kesimpulan Penelitian:** Curah hujan tertinggi Sub-DAS Karangmumus pada data yang diamati dengan besaran hujan 84,4 mm/hari pada tanggal 14 Nopember 2011 dapat memproduksi debit sebesar 211,00 m<sup>3</sup>/detik dan pada curah hujan terendah sebesar 1,05 mm/hari pada tanggal 1 Desember 2011 dapat memproduksi debit sebesar 3,40 m<sup>3</sup>/detik. Jika jumlah air hujan/hari meningkat dengan intensitas kejadian yang berulang-ulang dalam satu hari saja akan memperbesar debit Sub-DAS Karangmumus dan dapat menyebabkan banjir di beberapa daerah bagian hilir Sub-DAS Karangmumus.

2. Ayunia Nur Hakiki, 2019. Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Program HEC-HMS Di Subdas Talang Kabupaten Jember.

**Kesimpulan Penelitian:** Besarnya debit puncak hasil kalibrasi pada program HEC-HMS dengan input data harian mulai tanggal 1 Januari 2017 sampai 31 Desember 2017 yaitu sebesar 28.6 m<sup>3</sup>/s terjadi pada tanggal 19 Desember 2017, sedangkan debit puncak observasi sebesar 40.0 m<sup>3</sup>/s terjadi pada tanggal 19 Desember 2017. Untuk hasil validasi dengan input data harian mulai tanggal 1 Januari 2018 sampai 31 Desember 2018 dihasilkan debit puncak simulasi sebesar 48.2 m<sup>3</sup>/s terjadi pada tanggal 24 Januari 2018, sedangkan debit puncak observasi sebesar 125.5 m<sup>3</sup>/s terjadi pada tanggal 28 Januari 2018.

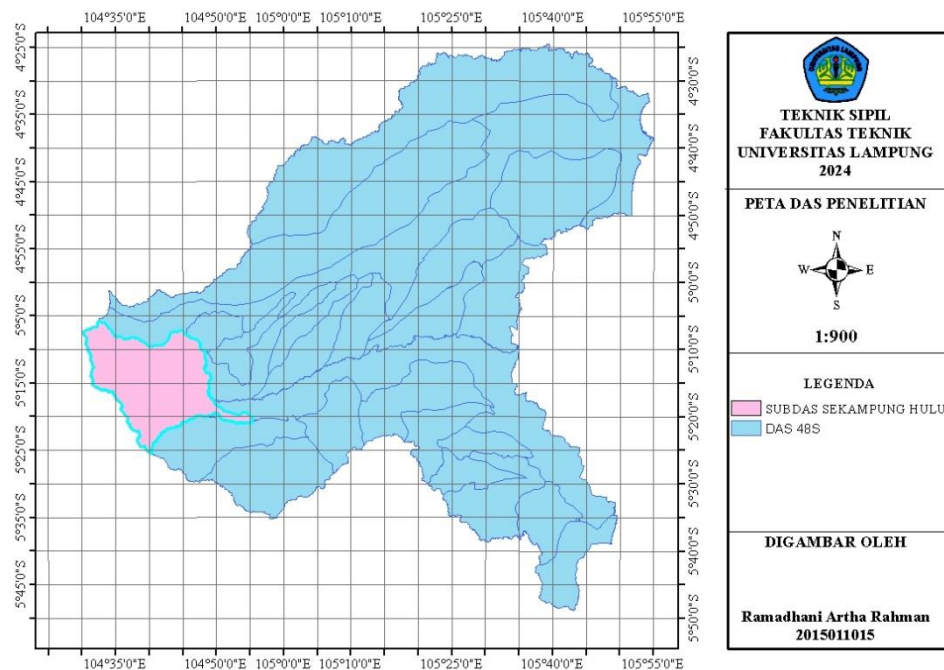
3. Hamdani, Rizal, & Manggala, 2023. Kajian Respon Hidrologi Dengan HEC-HMS Menggunakan Pendekatan Sistem Informasi Geografis (GIS) Dan Permeabilitas Tanah di Sub DAS Semangir, Kabupaten Jember.

**Kesimpulan Penelitian:** (1) Penggunaan nilai parameter pada model HEC HMS di areal Sub DAS Semangir yaitu menggunakan Curve Number : 67,03, Initial Abstraction : 24,99 mm, Lag Time : 101,63 menit. (2) Dari Hasil Analisis pada HEC HMS diperoleh debit puncak 10,8 m<sup>3</sup> /dtk dengan total volume outflow 1422,74 mm tercatat pada tanggal 26 Maret 2021. Untuk debit pengamatan Sub DAS Semangir diperoleh debit puncak 71,0 m<sup>3</sup> /dtk dengan total volume outflow 4974,33 mm tercatat pada tanggal 19 Maret 2021. Data hasil kalibrasi menggunakan HEC-HMS selama 10 tahun. Didapatkan nilai debit puncak sebesar 60,3 m<sup>3</sup>/dtk total volume outflow 45413,70 mm. tercatat pada tanggal 26 Januari 2013.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini adalah DAS Way Sekampung bagian hulu terlihat pada gambar 7 yang dibandingkan dengan DAS pada daerah zona 48S UTM (*Universal Transverse Mercator*). Secara geografis wilayah penelitian berada pada 104°49'11" BT – 104°55'07" BT dan 05°16'27" LS – 05°20'06" LS.



Gambar 5. Peta DAS penelitian.  
(Sumber: )

#### 3.2. Tahap Penelitian

##### 3.2.1. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari instansi Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji



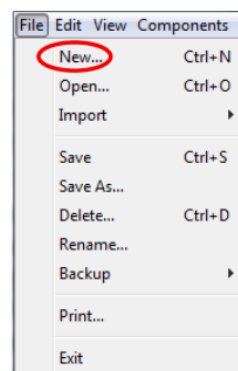
Sekampung (BBWS MS) berupa data hidrologi yang mencakup data curah hujan harian periode 2003 s/d 2022. Sedangkan untuk data spasial berupa data *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) SRTM 30m diperoleh dari web INDONESIA GEOPASIAL.

### 3.2.2. Pengolahan Data

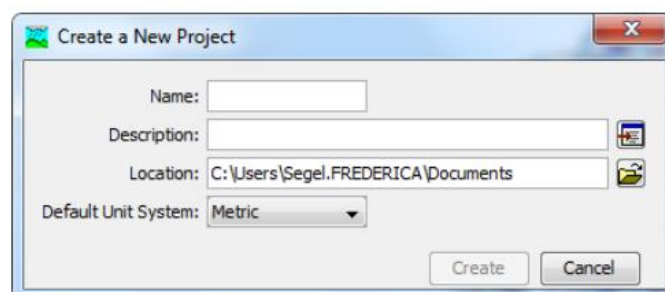
Setelah data-data didapatkan, maka tahap selanjutnya ialah melakukan pengolahan data yang dilakukan menggunakan *software* HEC-HMS 4.7 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### 1. Membuat project baru (*Create New Project*)

Untuk membuat project baru dapat dilakukan melalui **File→New** dari menu bar seperti terlihat pada Gambar 6. Kemudian menyimpan project dengan nama dan lokasi sesuai dengan yang telah disiapkan seperti Gambar 7.



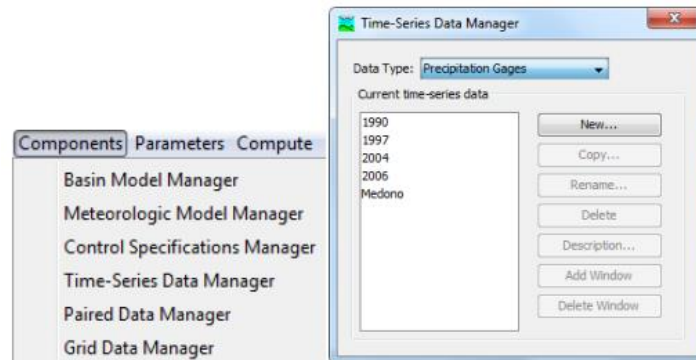
Gambar 6. Membuat project baru.  
(Sumber: Ginting, 2014)



Gambar 7. Menyimpan project dengan nama dan lokasi.  
(Sumber: Ginting, 2014)

## 2. Input Data

Untuk memasukan data time series, paired data, meteorologi data dan lainnya dilakukan melalui komponen manager. Komponen-komponen tersebut dapat dimasukan melalui menu **Components** dengan memilih **Time-Series Data Manager**, **Paired Data Manager**, dan **Grid Data Manager** seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Menginput data.  
(Sumber: Ginting, 2014)

## 3. Membuat Basin Model

Basin Model dapat ditambahkan melalui menu bar **Components**→**Basin Model Manager**, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Komponen basin model.  
(Sumber: Ginting, 2014)

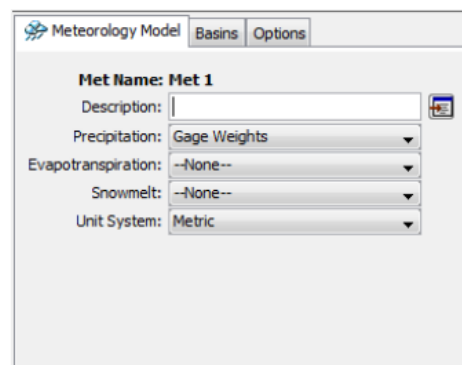
Setelah Basin Model terbentuk dan dengan mengklik pada jendela *Watershed Explorer*, maka tombol menu-menu untuk pembuatan elemen-elemen yang digunakan untuk Model Basin akan menjadi aktif seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Ikon untuk pembuatan elemen-elemen basin model.  
(Sumber: Ginting, 2014)

#### 4. Membuat Model Meteorologi

Data meteorologi perlu ditambahkan kedalam model dengan cara yang sama dengan pembuatan model basin. Untuk pembuatan model meteorologi melalui **Components → Meteorologic Model Manager**. Klik **New** dan isikan "Name" dan "Description" kemudian klik tombol **Create** untuk menambah Model Meteorologi kedalam model. Untuk input data pada model meteorologi dapat dilakukan melalui **File → Import → Meteorologic Model**. Meteorologic Model dapat dilakukan pergantian nama (*rename*) melalui **Watersheed Explorer** atau dari **Meteorologic Model Manager**. Gambar 11 menunjukkan komponen editor untuk model meteorologi.

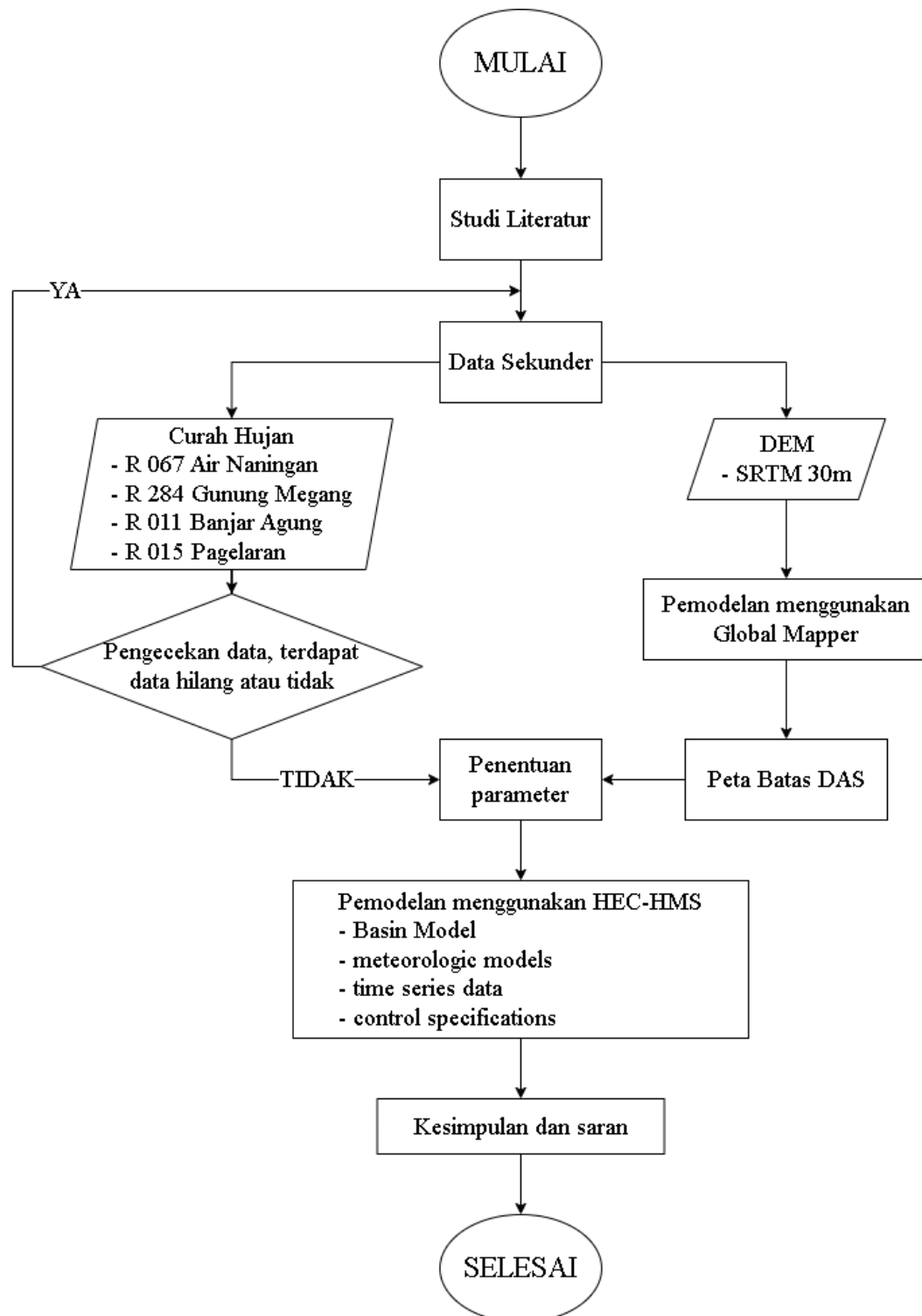


Gambar 11. Komponen editor meteorologic model.  
(Sumber: Ginting, 2014)

#### 3.2.3. Pembahasan

Pada tahap pembahasan, akan dijelaskan tentang keseluruhan hasil penelitian mulai dari tahap awal pengolahan data hingga tahap akhir analisis kalibrasi-validasi parameter model hidrologi.

### 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 12. Diagram alir penelitian.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. Penggunaan *software Global Mapper* untuk analisis data DEM menggunakan *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* 30 m, penggunaan lahan dan jenis tanah diperoleh sebaran nilai *Curve Number (CN)* komposit sebesar 69,54 dimana sebaran tutupan lahan berupa pertanian lahan kering campur.
2. Dari Hasil Analisis pemodelan menggunakan *software HEC-HMS* didapatkan debit puncak untuk periode ulang 10 tahun sebesar 989,6 m<sup>3</sup>/s, periode ulang 25 tahun sebesar 1299,5 m<sup>3</sup>/s, periode ulang 50 tahun sebesar 1537,3 m<sup>3</sup>/s, serta untuk periode ulang 100 tahun sebesar 1778,5 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan akurasi pemodelan, penelitian berikutnya perlu mempertimbangkan ketersediaan data dan melakukan kalibrasi.
2. Diperlukan penelitian lanjutan dalam pemodelan hidrologi di daerah aliran sungai sekitar untuk mencapai model hidrologi terpadu.
3. Untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan data debit yang telah diperoleh guna penelitian yang lain sehingga didapatkan hasil berupa simulasi hidrolika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2020). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Aziz, S., Wahono, E. P., Endaryanto, T., & Bakri, S. (2024). *Analisis Limpasan Air Permukaan Menggunakan HEC-HMS Akibat Perubahan Tutupan Lahan Di Kecamatan Jati Agung*. Jurnal Hutan Tropis, 22-30.
- Dapertemen Pekerjaan Umum. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*. Jakarta: Dep PU.
- Deprilianto, I., Nursetiawan, & Harsanto, P. (2016). *Perhitungan Debit Banjir Dengan Menggunakan Program HEC-HMS (Studi Kasus Das Kali Pesanggrahan)*. Jurnal Semesta Teknik UMY, 1-11.
- Dingman, L. (2015). *Physical Hydrology*. Waveland Press.
- Ginting, S. H. (2014). *Pemodelan Hidrologi Dengan Hydrologic Modelling System (HEC-HMS)*. Bekasi: Balai Hidrologi Dan Tata Air Pusat Litbang SDA, Kemen PU.
- Hamdani, R., Rizal, N. S., & Manggala, A. S. (2023). *Kajian Respon Hidrologi Dengan HEC-HMS Menggunakan Pendekatan Sistem Informasi Geografis (GIS) Dan Permeabilitas Tanah di Sub DAS Semangir, Kabupaten Jember*. Jurnal Smart Teknologi, 316-327.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Hernanda, A. R. (2023). *Analisis Hidrologi Aliran Run-Off Menggunakan Software HEC-HMS 4.11 (Studi Kasus Di Fakultas Teknik, Universitas Lampung)*. Skripsi. Lampung : Universitas Lampung.
- Islami, F. A. (2021). *MODUL HEC-HMS Langkah-Langkah Pemodelan Hidrologi Sederhana*.
- Mulyadi, R., Sulistioadi, Y. B., & Suhardiman, A. (2020). *Pemodelan Hidrologi Dengan HEC-HMS Di Sub-Das Karangmumus Samarinda*. 20-29.

- Munajad, R., & Suprayogi, S. (2014). *Kajian Hujan-Aliran Menggunakan Model HEC-HMS Di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro Wonogiri, Jawa Tengah*. 150-157.
- Parse, F. A. (2018). *Perencanaan Saluran Drainase Dengan Analisis Debit Banjir Metode Rasional (Studi Kasus Desa Petapahan Kecamatan Gunung Toar)*. Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi dan Komputer, 31-43.
- Rejekiningrum, P. (2009). *Peluang pemanfaatan air tanah untuk keberlanjutan sumber daya air*. Jurnal sumber daya lahan, 3(2).
- Sentosa, a., Asdak, C., & Suryadi, E. (2021). *Estimasi Volume Limpasan Dan Debit Puncak Sub DAS Cikeruh Menggunakan Metode SCS-CN (Soil Conservation Service-Curve Number)*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, 90-98.
- Sudjarwadi. (1987). *Teknik Sumber Daya Air*. Yogyakarta. Diktat, PAU Ilmu Teknik UGM.
- Sumaryatno, B. F. (2014). *Penggunaan Metode Soil Conservation Service - Curve Number (SCS-CN) Dalam Menduga Limpasan Permukaan di DAS Ciliwung*. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Suyono, & Takeda, D. (1993). *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta. PT. Pradnya Paramita.
- Syahputra, I. (2015). *Kajian Hidrologi Dan Analisa Kapasitas Tampang Sungai Krueng Langsa Berbasis HEC-HMS Dan HEC-RAS*. Jurnal Teknik Sipil Unaya, 15-28.
- Talumepa, M. Y., Tanudjaja, L., & Sumarauw, J. S. (2017). *Analisis debit banjir dan tinggi muka air sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara*. Jurnal Sipil Statik, 5(10).
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta
- Tugiyono, & Buchori, H. (2005). *Klasifikasi Air Sungai Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Sekampung Provinsi Lampung*. Prosiding seminar hari air sedunia, 101-109.
- US Army Corps of Engineers. (2000). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual*. USA.