

**Kajian Debit Banjir Di Bendung D.I Wringin Menggunakan Metode *HSS Nakayasu*,
HSS Snyder Dan *HEC-HMS*
*Flood Discharge Study at D.I Wringin Dam Using HSS Nakayasu, HSS Snyder and
HEC-HMS Methods***

Muhlisin Alahudin¹, Nanang Saiful Rizal², Pujo Priyono³.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : alahudinmuhlisin17@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : nanangsaifulrizal@unmuhjember.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : Pujopriyono@gmail.com

Abstrak

Debit banjir rancangan mempunyai arti sangat penting dalam merencanakan bangunan air. Pada tanggal 2 januari 2006 pada jam 01:00 WIB di Desa Panti, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember terjadi banjir bandang bercampur lumpur setinggi 7 meter, sehingga menewaskan 80 orang dan 7.605 jiwa dari 11 desa harus di evakuasi. Dalam kejadian kelam ini sehingga dilakukan penelitian analisa debit puncak banjir rancangan dengan menggunakan metode *HSS Nakayasu*, *HSS Snyder* Dan *Program HEC-HMS*. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan pada tahun 2013-2022 dengan empat stasiun hujan di wilayah DAS Kali Urip. Metode *Poligon Thiessen* yang digunakan untuk mendapatkan nilai besaran hujan yang berada di area DAS Kali Urip. Untuk mendapatkan hasil distribusi frekuensi curah hujan dengan menggunakan software Hydrognomon 4. Sehingga di dapatkan hasil dari perhitungan debit puncak banjir periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun secara terurut dengan metode *HSS Nakayasu* sebesar : 68,57 m³/dt, 76,49 m³/dt, 83,18 m³/dt, 91,43 m³/dt, 97,89 m³/dt, 104,61 m³/dt, metode *HSS Snyder* sebesar : 59,47 m³/dt, 66,82 m³/dt, 72,14 m³/dt, ,30 m³/dt, 84,90 m³/dt, 90,72 m³/dt, sedangkan *HEC-HMS* sebesar : 15,00 m³/dt, 18,40 m³/dt, 21,20 m³/dt, 25,20 m³/dt, 28,50 m³/dt, 32,20 m³/dt.

Kata Kunci : Daerah Aliran Sungai, *HSS Nakayasu*, *HSS Snyder*, *HEC HMS*.

Abstract

The design flood discharge has a very important meaning in planning water structures. On January 2 2006 at 01:00 WIB in Panti Village, Panti District, Jember Regency there was a flash flood mixed with mud as high as 7 meters, killing 80 people and 7,605 people from 11 villages had to be evacuated. In this dark incident, a design flood peak discharge analysis research was carried out using the HSS Nakayasu, HSS Snyder and HEC-HMS Program methods. The rainfall data used in this research is rainfall data for 2013-2022 with four rain stations in the Kali Urip watershed area. The Thiessen Polygon method is used to obtain the value of the amount of rain in the Kali Urip watershed area. To get the results of the frequency distribution of rainfall using the Hydrognomon 4 software. So that the results obtained from calculating peak flood discharge for return periods of 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years sequentially using the Nakayasu HSS method are: 68.57 m³/s , 76.49 m³/s, 83.18 m³/s, 91.43 m³/s, 97.89 m³/s, 104.61 m³/s, HSS Snyder method of : 59.47 m³/s, 66, 82 m³/s, 72.14 m³/s, .30 m³/s, 84.90 m³/s, 90.72 m³/s, while HEC-HMS is: 15.00 m³/s, 18.40 m³/s, 21.20 m³/s, 25.20 m³/s, 28.50 m³/s, 32.20 m³/s.

Keywords : Watershed, *HSS Nakayasu*, *HSS Snyder*, *HEC HMS*.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai adalah sumber daya air biasanya digunakan sebagai memenuhi kebutuhan air, yang dimana begitu penting untuk menunjang terhadap kebutuhan manusia. Dengan berubahnya kondisi area sungai, perubahan tataguna lahan dan perkembangan penduduk menyebabkan tidak berfungsinya sungai dengan baik sebagaimana mestinya, yang dimana dapat menyebabkan bencana alam terutama banjir yang dapat menimbulkan banyak kerugian (Bambang Triatmodjo, 2008).

Banjir merupakan masalah terbesar di banyak kota di Indonesia, khususnya Kabupaten Jember. Secara geografis Kabupaten Jember berada pada $70^{\circ}59'6''$ s/d $80^{\circ}33'56''$ LS dan $113^{\circ}01'6''$ s/d $114^{\circ}00'34''$ BT. Kabupaten Jember meliputi wilayah seluas 3.293,34 km² dengan pola topografi ngarai sangat subur di bagian tengah & selatan serta dikelilingi gunung yang memanjang hingga batas barat & timur. Berdasarkan kondisi pola topografi yang ditentukan dengan kemiringan maupun ketinggian, sebagian besarnya Kabupaten Jember sebesar (36,60%) dataran datar pada kemiringan 0 - 2%, sehingga wilayah ini baik untuk permukiman, perkotaan & kegiatan pertanian terhadap tanaman semusim. Selain itu, kawasan mulai dari ber-gelombang sampai pegunungan dengan besar kemiringan sangatlah curam di atas 40% meliputi area seluas 31,28%, kawasan tersebut harus dihindarkan/dihutankan kembali supaya berfungsi untuk perlindungan hidrologi dalam menjaga pada keseimbangan ekosistem. Sisa wilayahnya dari landai sampai berbukit, kemiringan sebesar 2 hingga 15% dengan luas area 20,46%, yang dipergunakan sebagai pertanian, tanpa mementingkan konservasi tanah dan air. Sementara bagian bergelombang 15-40% mencakup area seluas 11,66%, wilayah tersebut mengalami erosi, sehingga diperlukan tindakan konservasi tanah dan air.

B. Identifikasi Masalah

Pada tahun 2006 hujan deras mengguyur beberapa wilayah desa di Kecamatan Panti,

Kabupaten Jember pada tanggal 2 Januari 2006 sekitar pukul 01:00 dini hari terjadi banjir bandang bercampur lumpur setinggi 7 meter, dalam kejadian tersebut menewaskan 80 orang dan sebanyak 7.605 jiwa dari 11 desa harus di evakuasi. Banjir ini disebabkan karena curah hujan yang tinggi sehingga berdampak meningkatnya debit dan volume air yang ada di daratan. Dalam kejadian kelam ini sehingga dilakukan analisa debit banjir rancangan yang semoga dapat bermanfaat sebagai merencanakan bangunan air dengan upaya/usaha dalam penanggulangan longsor/erosi dan gerusan di kali urip, dengan judul Kajian Debit Banjir Di Bendung D.I Wringin Menggunakan Metode *HSS Nakayasu*, *HSS Snyder* Dan Program *HEC-HMS*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka didapatkan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil perhitungan debit rencana di daerah aliran Sungai Urip pada periode kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dengan menggunakan metode *HSS Nakayasu*, *Hss Snyder* dan software *HEC-HMS 4.12*?
2. Metode perhitungan debit banjir rancangan manakah yang sesuai untuk menentukan debit banjir rancangan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun pada sungai urip?
3. Bagaimana perbedaan hasil dari metode *Hidrograf Satuan Sintetis* yang digunakan antara *HSS Nakayasu* dan *HSS Snyder*?

D. Tujuan Penelitian

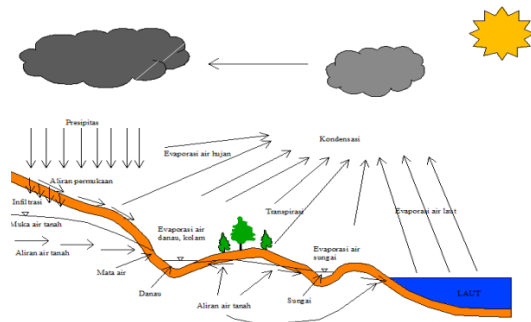
Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui debit banjir rencana pada Sungai Urip di Kabupaten Jember. dengan berbagai metode yang digunakan.
2. Mengetahui metode perhitungan debit banjir rencana yang sesuai dengan sungai urip di Kabupaten Jember sebagai penanggulangan bencana.
3. Mengetahui perbedaan hasil perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode *HSS Nakayasu* dan *HSS Snyder*

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidrologi

Hidrologi merupakan pengetahuan yang menjabarkan kedatangan serta pergerakan air yang ada pada alam ini, yang mencakup segala air, yang meliputi perubahan antara keadaan cair, gas dalam atmosfer, dan padat di atas maupun di bawah tanah (CD Soemarto, 1995).



Gambar 1. Siklus Hidrologi
 Sumber : Soemarto, 1987.

Pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa siklus hydrologi : (1) dapat menjadi siklus singkat → menuju sungai/laut → lalu kembali lagi ke laut; (2) terjadinya selalu berbeda tidak pernah sama waktu; (3) frekuensi serta intensitas bergantung pada iklim dan geografi (berkaitan dengan arah matahari yang selalu berubah pada setiap tahunnya); dan (4) berbagai bagian siklus yang sangat kompleks

B. Karakteristik Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki karakteristik tertentu dan sangat berkaitan dengan tata-guna lahan, jenis tanah, topografi, kemiringan ataupun panjang lereng sebagai elemen utama, sehingga untuk merespon curah hujan yang jatuh dapat mempengaruhi kecil besarnya *evapotranspirasi*, *infiltrasi*, rembesan, limpasan, kandungan pada air tanah serta aliran sungai (Bambang Triatmodjo, 2008).

C. Analisa Data Curah Hujan

Menurut referensi dari buku *Hidrologi*, teori masalah-penyelesaian, karya Sri Harto BR, data hujan diperoleh pada rekaman data dari stasiun curah hujan yang berada sekitar sungai yang sedang dikaji. Cara menentukan tinggi curah hujan rata-rata sebagai berikut :

1. Metode *Aljabar*

Metode ini sederhana, perhitungan yang dilakukan beberapa stasiun dalam waktu sama dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun, dengan persamaan rumus :

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \dots \dots \dots (1)$$

2. Metode *Polygon Thiessen*

Metode *Polygon Thiessen* dapat digunakan terjadap daerah dataran rendah ataupun daerah pegunungan (dataran tinggi) dan terdapa stasiun pengamatan hujan minimal ada tiga, sehingga bisa membentuk segitiga. Jika ditampilkan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (*Sri Harto, 1993*) :

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2)$$

3. Metode *Isohyet*

Metode *isohyet* mengasumsikan bahwa jumlah *presipitasi* di daerah antara beberapa garis *isohyet* didistribusikan secara merata dan sesuai terhadap rata-rata dari beberapa garis *isohyet*., dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{A_1 \times \frac{P_1 + P_2}{2} + A_2 \times \frac{P_1 + P_2}{2} + \dots + A_n \times \frac{P_{n-1} + P_n}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

D. Analisa Distribusi Frekuensi

Hydrognomon merupakan *software* perangkat lunak free/bebas yang digunakan untuk menganalisa dan pengolahan data hidrologi, paling utama dalam format *Time Series*. Analisa data hidrologi ini terdiri saat *software* pengolahan seri, seperti halnya pada langkah waktu yaitu agregasi dan regulasi, analisis agresi dan infiling nilai hilang, interpolasi, tes konsistensi, penyaringan data, serta visualisaasi grafis dan tabulardari data *time series*. Program ini ikut serta mensupport hidrologi khusus, yang dimana berisikan evantransportasi model, analisis debit sedimen dan tahap discharge, tes homogenitas, metode keseimbangan air, serta hydrometry.

E. Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan selama periode waktu di mana air terkonsentrasi. Waktu konsentrasi merupakan durasi yang dibutuhkan untuk mengalir dari point terjauh ke point keluar. Perhitungan menggunakan *Metode Mononobe*, dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_t = \left\{ \frac{R_{24}}{t} \right\} \cdot \left\{ \frac{t}{T} \right\}^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (3)$$

F. Hidrograf Satuan Sintetik

Hidrograf Satuan Sintetik adalah satu dari banyak cara untuk dapat mem-perkirakan penggunaan asumsi hidrograf satuan terhadap perencanaan yang datanya kurang ataupun tidak tersedia secara langsung di lokasi penelitian.

a. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf Satuan *Sintetis Nakayasu* (HSS-Nakayasu) adalah salah satu cara menepatkan perkiraan *hidrografi* banjir dari DAS. Apabila ingin membuat *hidrograf*, perlu mengetahui karakteristik atau parameter daerah aliran sungai tersebut

Persamaan *hidrograf* satuan *sintetik Nakayasu* adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987):

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A \cdot R_e}{0,3 \cdot t_p + T_{0,3}} \right) \dots \dots \dots (4)$$

$$T_p = T_g + 0,8 \cdot T_r \dots \dots \dots (5)$$

$$T_g = 0,21 \cdot L \cdot 0,7 \rightarrow L < 15 \text{ km} \dots \dots \dots (6)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 \cdot L \rightarrow L > 15 \text{ km} \dots \dots \dots (7)$$

$$T_{0,3} = a \cdot t_g \dots \dots \dots (8)$$

$$T_r = 0,5 \cdot t_g \dots \dots \dots (9)$$

Bentuk hidrograf satuan dengan persamaan sebagai berikut :

1. Pada - kurva naik ($0 < t < T_p$) :

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots \dots \dots (10)$$

2. Pada - saat kurva turun

- $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}} \dots \dots \dots (11)$$

- $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(0,5 \cdot T_{0,3})]}{(1,5 \cdot T_{0,3})}} \dots \dots \dots (12)$$

- $1,5 T_{0,3} > (T_p + T_{0,3} + 1,5 t_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(1,5 \cdot T_{0,3})]}{(2 \cdot T_{0,3})}} \dots \dots \dots (13)$$

b. Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Snyder tahun 1938 mengembangkan/ meningkatkan hidrograf satuan pada DAS di USA dengan ukurannya seluas 30 s/d 30.000 Km², karakteristik DAS digabungkan dengan unsur-unsur hidrograf satuan akibat hujan 1 cm.

Rumus yang dipergunakan dalam Hidrograf Satuan Sintetik *Snyder* sebagai berikut :

$$q_p = 0,278 \times \frac{C_p}{t_p}$$

$$Q_p = q_p \times A$$

Persamaan HSS *Snyder* yang memiliki hubungan dengan t_p , diartikan interval durasi point tengah unit rainfall s/d ke puncak hidrograf satuan.

$$t_p = C_t \cdot (L \cdot L_c)^n \dots \dots \dots (13)$$

$$t_e = \frac{t_p}{5,5} \dots \dots \dots (14)$$

Jika $t_e > t_r$ maka :

$$T_p' = t_p + 0,25 (t_e - t_r) \dots \dots \dots (15)$$

$$T_p = t_p' + 0,5 \dots \dots \dots (16)$$

Jika $t_e < t_r$ maka :

$$T_p = t_p + 0,5 \times t_r \dots \dots \dots (17)$$

waktu dasar hidrografnya :

$$T_b = 72 + 3 \cdot t_p \dots \dots \dots (18)$$

Persamaan *alexeyev* berikut dapat membantu dalam penentuan bentuk hidrograf sebagai berikut :

$$Q = Q_p \cdot Y \dots \dots \dots (19)$$

$$x = \frac{t}{T_p} \dots \dots \dots (20)$$

$$y = 10^{-\alpha (1-x)^{2/x}} \dots \dots \dots (21)$$

$$\alpha = 1,32 \cdot \lambda^2 + 0,15 \cdot \lambda + 0,045 \dots \dots \dots (22)$$

$$\lambda = \frac{(Q_p - T_p)}{(A \cdot R)} \dots \dots \dots (23)$$

Setelah mendapatkan nilai λ dan α , maka selanjutnya menghitung untuk mendapatkan nilai y untuk masing-masing x dengan cara membuat tabel.

G. Model HEC-HMS

HEC-HMS adalah singkatan dari *Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modelling System*. Model ini salah satu dari banyak model hidrologi numerik yang mendapatkan pengembangan oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC) from US Army Corp Of Engineers*, *HEC-HMS* sendiri adalah program bertujuan menghitung pengalihan ragam pada hujan serta proses routing terhadap DAS. Software *HEC-HMS* terdapat parameter untuk simulasi mode distribusi maupun kaibrasi, model mnerus serta dapat mengidentifikasi data GIS. Terdapat beberapa model pada *HEC-HMS* yang bisa digunakan mengkalkulasikan volume *run off*, *direct run off*, *baseflow* serta *channel flow*.

Struktur terdapat dalam model *HEC-HMS* ada 6 komponen, yaitu *precipitation* (model hujan), *runoff-volume* (model volum limpas-an), *direct runoff* (limpas-an langsung), *baseflow models* (aliran pada dasar), *channel flow models* (model penelurusan aliran) serta

water-control measure yang terdapat beberapa parameter seperti *storage facilities* dan *diversions*, lengkapnya sebagai berikut :

Tabel 1. Model Simulasi Program *HEC-HMS*

Model	Metode
Precipitation	<ul style="list-style-type: none"> • User hyetograph • User gage weighting • Inverse-distance gage weights • Gridded precipitation • Frequency storm • Standar project storm
Volume runoff	<ul style="list-style-type: none"> • Initial and constant-rate • SCS curve number • Gridded SCS curve number • Green and Ampt • Defcit and constant rate • Soil moisture accounting • Gridded SMA
Direct runoff	<ul style="list-style-type: none"> • User-specifield unit hydrograph • Clark's UH • Snyder's UH • SCS UH • Modelark • Kinematic wave
Baseflow	<ul style="list-style-type: none"> • Constant monthly • Exponential recession • Linear reservoir
Routing	<ul style="list-style-type: none"> • Kinematic wave • Lag • Modified Puls • Muskingum • Muskingum-Cunge Standart section • Muskingum-Cunge 8 point section

Sumber : *HEC-HMS*, 2000

Selain itu terdapat juga 7 parameter yang ada di dalam program *HEC-HMS*, yakni *Sub-basin*, *Reach*, *Reservoir*, *Source*, *Junction*, *Diversion*, dan *Sink*

Pada *software HEC-HMS* ada 3 komponen pokok, ialah sebagai, berikut

1. *Basin model*, parameter yang ada pada sub DAS serta parameter pada limpasan.
2. *Meteorologic model*, ialah berisikan data evatranspirasi serta data sebaran stasiun-hujan yang berada di Sub DAS tersebut
3. *Control Specifications*, ialah interval waktu simulasi yang digunakan untuk memulai / mengakhiri dalam kalkulasi data.

Persamaan-persamaan berikut dapat digunakan sebagai isi dari parameter di atas, ialah sebagai berikut :

a. Untuk parameter retensi (S)

$$Ia = 0,2 \cdot S \dots \dots \dots (24)$$

Dimana :

Ia = kehilangan mulamula

S = Kemampuan untuk penyimpanan maksimum

$$S = \frac{25400 - 254 \cdot CN}{CN} \dots \dots \dots (25)$$

Dimana :

S = Parameter retens

CN = *CurveNumber*

b. Persamaan pada parameter *Curve-Number* (CN), sebagai berikut :

$$CN_{composite} = \frac{\sum A_i \cdot CN_i}{A_i} \dots \dots \dots (26)$$

Dimana :

Cncomposite = *CurveNumber*

A = Luas DAS

c. Persamaan pada Time Lag (Tlag) sebagai berikut :

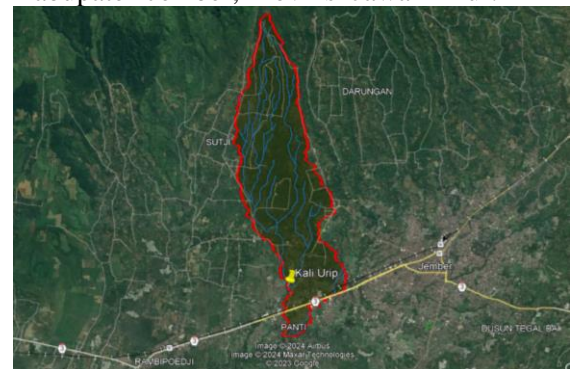
$$Tc = 0,54 \cdot A^{0,41} \dots \dots \dots (27)$$

$$Tlag = 0,6 \cdot Tc \dots \dots \dots (28)$$

3. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini terletak di Kali Urip yang terletak di Kecamatan Panti, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur.



Gambar 2. Lokasi Daerah Aliran Sungai Urip
 Sumber : *Software Google Earth*, 2024

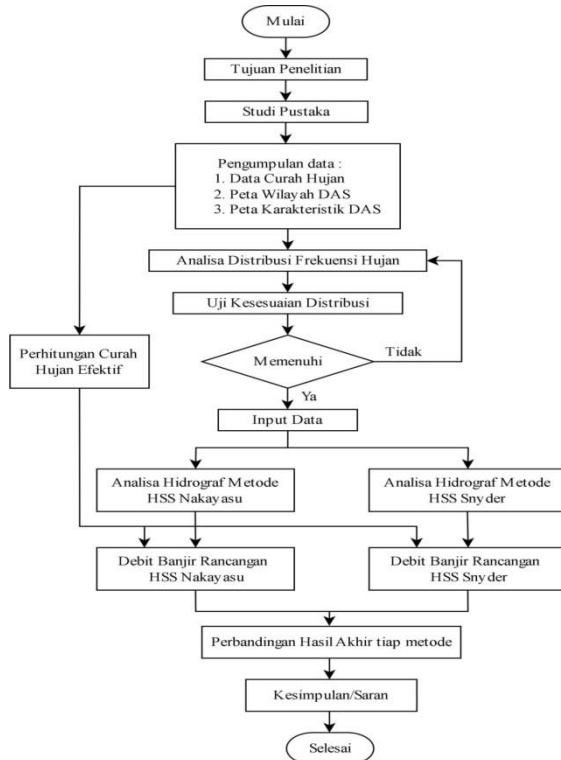
B. Pengumpulan Data

Adapun data-data yang diperlukan :

- a. Data DAS : Luas (DAS), panjang sungai utama, kemiringan lereng / sungai, tataguna lahan, jenis tanah
- b. Data Hidrologi : Data curah hujan 10 tahun (2013-2022)

Setelah mendapatkan data serta alat yang dibutuhkan, selanjutnya pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan dengan mengkaji analisis hidrologinya.

C. Flowchart Penelitian



Gambar 3. Flowchart Penelitian
 Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2024

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

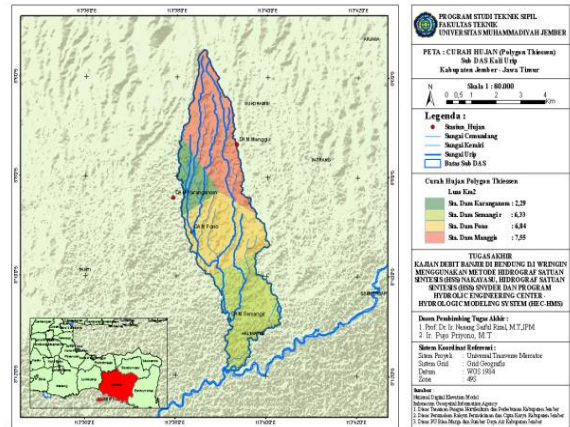
A. Analisa Hidrologi

Dalam analisa hidrologi ini digunakan untuk menilai debit banjir rencana yang diharapkan dalam perencanaan serta untuk penentuannya diperlukan data curah hujan yang telah diperoleh dari Dinas SDA Kabupaten Jember, meliputi 4 stasiun hujan, yaitu Sta Dam Pono, Sta Dam Karanganom, Sta Dam Manggis Sta Dam Semangir dengan kala hujan 10 tahun sejak tahun 2013 sampai 2022. Dari data tersebut diketahui maksimum curah hujan pada setiap bulan dalam kala ulang 10 tahun.

B. Luas DAS dan Stasiun Hujan

Dalam penentuan DAS (Daerah Aliran Sungai) serta luas setiap stasiun hujan di Sub DAS kali urip terdapat empat stasiun yaitu Sta. Dam Pono, Sta. Dam Karanganom, Sta. Dam Semangir dan Sta. Dam Manggis. Untuk mencari luas pada setiap stasiun hujan dilakukan dengan *Metode Polygon Thiessen*, digunakannya metode ini karena jumlah serta

kondisi topografi curah hujan memenuhi syarat. seperti pada Gambar 4 :



Gambar 4. Peta Sta Hujan dan Curah Hujan Metode Polygon Thiessen Sub Das Urip
 Sumber : Hasil Penelitian(ArcMap 10.8), 2024

Tabel 2 Koefisien Thiessen DAS Kali Urip

No.	Nama STA	Luasan (Km ²)	Koef
1	Luas area Sta Dam Pono	6.84 km ²	0.30
2	Luas area Sta Dam Karanganom	2.29 km ²	0.10
3	Luas area Sta Dam Manggis	7.55 km ²	0.33
4	Luas area Sta Dam Semangir	6.33 km ²	0.28
	Luas Total Wilayah	23 km ²	1.00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

C. Penentuan Hujan Wilayah

Dalam penentuan hujan wilayah ini bermaksud untuk mendapatkan curah hujan rata-rata di setiap daerah tangkapan, caranya analisis data curah hujan max harian rata-rata yang telah di dapat dari ke-empat stasiun hujan. Metode yang digunakan dalam analisis ini yaitu *Metode Poligon Thiessen*, hasil perhitungan sebagai berikut :

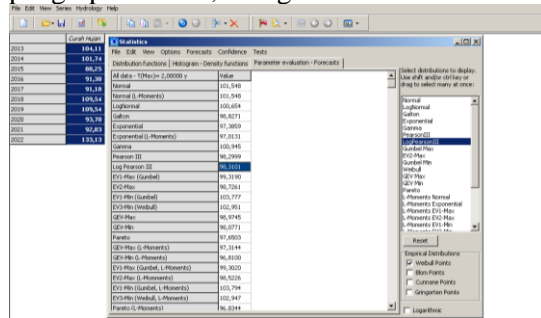
Tabel 3 Hasil Perhitungan Hujan Wilayah Metode *Polygon Thiessen*

T	STASIUN CURAH HUJAN (mm)				CURAH HUJAN RERATA
	Sta. Dam Pono 0.30	Sta. Dam Karanga nom 0.10	Sta. Dam Manggis 0.33	Sta. Dam Semangir 0.28	
2013	90.00	98.00	118.00	105.00	104.11
2014	94.00	95.00	98.00	117.00	101.74
2015	96.00	96.00	90.00	75.00	88.25
2016	89.00	98.00	91.00	92.00	91.38
2017	88.00	94.00	90.00	95.00	91.18
2018	115.00	110.00	94.00	122.00	109.54
2019	115.00	110.00	94.00	122.00	109.54
2020	93.00	97.00	95.00	92.00	93.78
2021	90.00	92.00	67.00	127.00	92.83
2022	143.00	164.00	125.00	121.00	133.13

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

D. Analisa Distribusi Frekuensi

Analisa distribusi frekuensi curah hujan dengan menggunakan aplikasi *Hydrognomon* 4. *Software* perangkat lunak *free* yang digunakan untuk analisis serta mengolah data hidrologi, khususnya berupa *time series*. hasil dari aplikasi *Hydrognomon* 4 dalam proses penginputan data, sebagai berikut:



Gambar 5. Tampilan Curah Hujan Rancangan
 Sumber : Aplikasi *Hydrognomon* 4, 2024

Gambar di atas merupakan tampilan curah hujan rancangan berdasar periode ulang, untuk hasilnya, sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan metode Aplikasi *Hydrognomon*

Tr (Tahun)	X (mm)
2	98.310
5	110.456
10	119.261
25	131.085
50	140.349
100	149.982

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

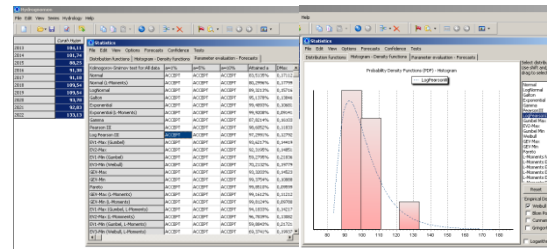
E. Uji Kesesuaian Distribusi

Pengecekan uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk mengetahui keabsahan hpotesa distribusi frekuensi sehingga akan menemukan bahwa:

1. Mencocokkan kebenaran hasil observasi dan model distribusi yang diteliti atau yang diperoleh, berdasarkan teoritis.
2. Dapat mengetahui keabsahan hipotesis ditolak atau diterima

a. Uji Smirnov Kolmogorov

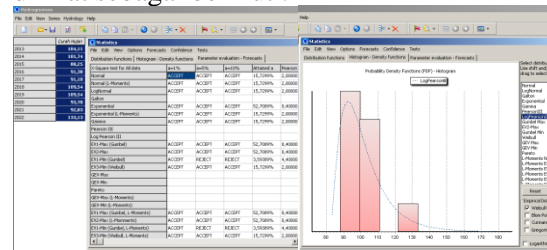
Uji *Smirnov Kolmogorov*, atau biasa dikenal uji ke-cocokan nonparametik, dikarenakan fungsi disribusi tertentu tidak digunakan dalam pengujiannya (Soewarno, 1995 : 198).



Gambar 6. Uji Smirnov Kolmogorov
 Sumber : Aplikasi *Hydrognomon* 4, 2024

b. Uji Chi-Kuadrat

Uji *Chi-Kuadrat* ini bertujuan untuk menentukan jumlah derajat kebebasan, kelas dan frekuensi. Persamaanya dengan menggunakan Aplikasi *Hydrognomon* dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 7. Uji Chi-Kuadrat
 Sumber : Aplikasi *Hydrognomon* 4, 2024

F. Distribusi Hujan Jam-Jaman

Menghitng distribusi hujan jamjaman dan mencari intensitas pada curah hujan ialah digunakannya metode *Mononobe* dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 Tahun. Untuk di Indonesia rata-rata menggunakan t = 6 jam, dengan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 5. Distribusi Hujan

t	Distribusi Hujan (Rt) 1 Jam-an	Curah Hujan Jam Ke-	Rasio (%)
1	0.55	R24	55.03
2	0.35	R24	14.30
3	0.26	R24	10.03
4	0.22	R24	7.99
5	0.19	R24	6.75
6	0.17	R24	5.90
Jumlah		1.00	100.00

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Setelah mendapatkan nilai persentase hujan jam-jaman, selanjutnya melaksanakan perhitungan mendapatkan hujan efektif di tiap periode ulang. Hujan efektif dihasilkan melalui perkalian antar koefisien run off (α) dengan curah hujan rancangan yang telah didapatkan dari hasil aplikasi *hydrognomon*, hasil perhitungan ditampilkan sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Perhitungan Hujan Efektif

Kala Ulang (Thn)	Curah Hujan Rancangan (mm)	Koef. Pengaliran (C)	Hujan Netto (Rn) (mm)
2	98.31	0.46	44.88
5	110.46	0.46	50.43
10	119.26	0.46	54.45
25	131.09	0.46	59.84
50	140.35	0.46	64.07
100	149.98	0.46	68.47

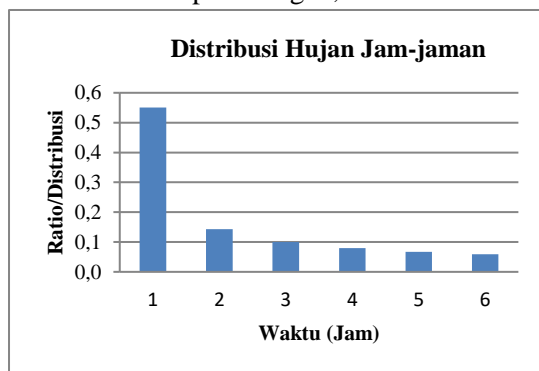
Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Hasil perhitungan untuk hujan netto jam-jaman dengan periode kala ulang :

Tabel 7. Hasil Hujan Netto Jam-jaman

t	ratio	hujan jam-jaman					
		2	5	10	25	50	100
1	0.55	24.70	27.75	29.96	32.9	35.2	37.6
2	0.14	6.42	7.21	7.79	8.56	9.16	9.79
3	0.10	4.50	5.06	5.46	6.00	6.43	6.87
4	0.08	3.59	4.03	4.35	4.78	5.12	5.47
5	0.07	3.03	3.40	3.67	4.04	4.32	4.62
6	0.06	2.65	2.97	3.21	3.53	3.78	4.04
tr		44.88	50.43	54.45	59.8	64	68.4
C		0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
rencana		98.31	110.4	119.2	131	140.3	149.9

Sumber : Hasil perhitungan, 2024



Gambar 8 Grafik Distribusi Hujan Jam-jaman
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan pada grafik distribusi hujan netto jam-jaman di atas, dapat disimpulkan bahwa pada jam pertama merupakan distribusi hujan tertinggi sedangkan untuk jam ke-enam merupakan distribusi hujan terendah.

G. Analisa Debit Banjir Rancangan

1. Metode HSS Nakayasu

Dalam perhitungan debit banjir metode hidrograf satuan sintesis *Nakayasu* ini menggunakan perhitungan secara teoritis, untuk perhitungan serta rumus yang digunakan hidrograf satuan sintesis *Nakayasu* adalah sebagai berikut :

$$\text{Luas DAS (A)} = 23,00 \text{ Km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 12,59 \text{ Km}^2$$

$$\text{Hujan Satuan (Ro)} = 1,00 \text{ mm}$$

$$\text{Parameter hidrograf } (\alpha) = 1,57$$

$$\text{Time lag, } tg = 0,21 \times L^{0,7} \text{ untuk } L < 15$$

$$tg = 0,21 \times L^{0,7} = 1,24 \text{ Jam}$$

$$tr = 0,5 \times tg = 0,62 \text{ Jam}$$

$$Tp = tg + 0,8.tr = 1,73 \text{ Jam}$$

$$T0,3 = \alpha \times tg = 1,94 \text{ Jam}$$

Berdasarkan dari persamaan, besar debit puncak adalah :

$$Qp = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A.Re}{0,3.tp+T0,3} \right) = 2,60 \text{ m}^3/\text{dt} \dots\dots\dots(29)$$

Bentuk hidrograf satuan dengan persamaan sebagai berikut :

1. Pada kurva naik ($0 < t < Tp = 1,73 \text{ Jam}$)

$$Qt = Qp \left(\frac{t}{Tp} \right)^{2,4} \dots\dots\dots(30)$$

2. Pada saat kurva turun

• ($Tp \leq t \leq Tp+T0,3 = 3,67 \text{ Jam}$)

$$Qt = Qp \times 0,3^{(t-Tp)/T0,3} \dots\dots\dots(31)$$

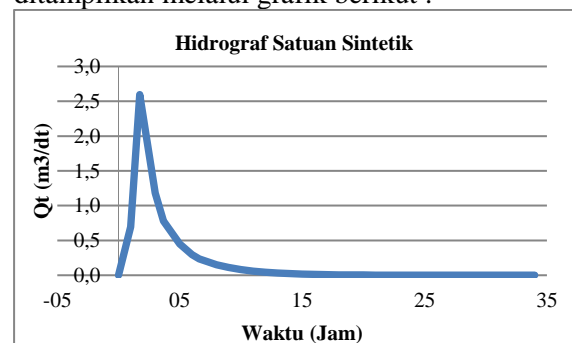
• ($Tp+T0,3 \leq t \leq Tp+T0,3+1,5T0,3 = 6,59$)

$$Qt = Qp \times 0,3^{[(t-Tp)+(0,5.T0,3)]/(1,5.T0,3)} \dots\dots\dots(32)$$

• ($1,5 T0,3 > (Tp+T0,3+1,5 t0,3) = 6,59 \text{ Jam}$)

$$Qt = Qp \times 0,3^{[(t-Tp)+(1,5.T0,3)]/(2.T0,3)} \dots\dots\dots(33)$$

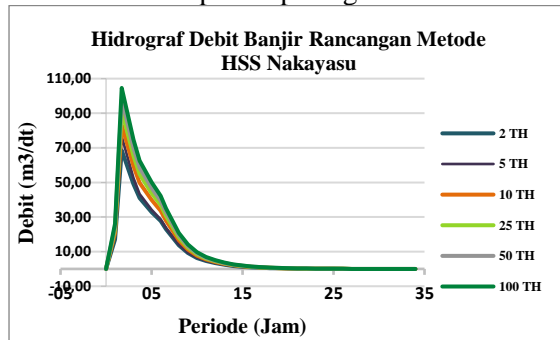
Berdasarkan perhitungan di atas sehingga mendapatkan hasil debit puncak yang ditampilkan melalui grafik berikut :



Gambar 9. Grafik ordinat Hidrograf *Nakayasu*
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan hasil dari perhitungan Ordinat Hidrograf satuan *Nakayasu* yang terdapat pada grafik 9 bahwa debit tertinggi/puncak terjadi pada jam ke-1,73 dengan hasil debit puncak menunjukkan sebesar 2,596 m³/dt. Dengan hasil ini dapat digunakan dalam perhitungan debit banjir rancangan

dengan periodekalah ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun ditampilkan pada grafik berikut :



Gambar 10. Grafik Hidrograf Debit Banjir Rancangan Metode *HSS Nakayasu*
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

2. Metode *HSS Snyder*

Parameter data yang digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana metode *HSS Snyder* adalah sebagai berikut :

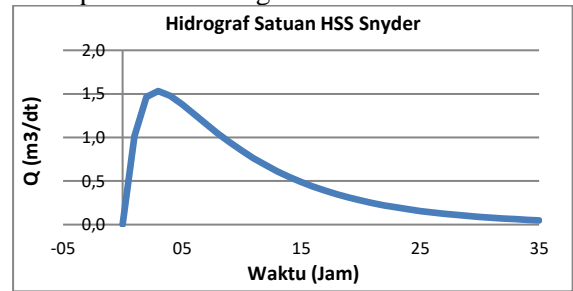
Luas DAS (A)	= 23,00 Km ²
Panjang sungai (L)	= 12,59 Km
Panjang sungai dari hilir ke titik berat (Lc)	= 6,30 Km
Koefisien (n)	= 0,20
Koefisien waktu (Ct)	= 1,20
Koefisien puncak (Cp)	= 0,69

Selanjutnya menghitung parameter-parameter hidrograf debit banjir dengan rumus metode *HSS Snyder* adalah sebagai berikut :

t_p	= $C_t \cdot (L \cdot L_c)^n$	= 2,88 Jam
t_e	= $\frac{t_p}{5,5}$	= 0,52 Jam
$t_e < t_r$	= 1 Jam, maka $T_p = t_p + 0,50 \cdot t_r$	
$t_e > t_r$	= 1 Jam, maka $T_p = t_p + 0,25 \cdot (t_r - t_e)$	
T_p	= $t_p + 0,50 \cdot t_r$	= 3,38 Jam
q_p	= $0,278 \cdot (C_p / t_p)$	= 0,07 m ³ /dt
Q_p	= $q_p \cdot A$	= 1,53 m ³ /dt
T_b	= $0,0625 \times T_p^{2,76} \times Q_p^{0,33}$	
		= 2,07 Jam
x	= t / t_p	= 0,35
λ	= $(Q_p \cdot T_p) / (A \cdot h)$	= 0,23
α	= $1,32 \cdot \lambda^2 + 0,15 \cdot \lambda + 0,045$	= 0,15
y	= $10^{-\alpha(1-x)^2/x}$	= 0,66
Q_t	= $Q_p \cdot y$	= 1,02 m ³ /dt

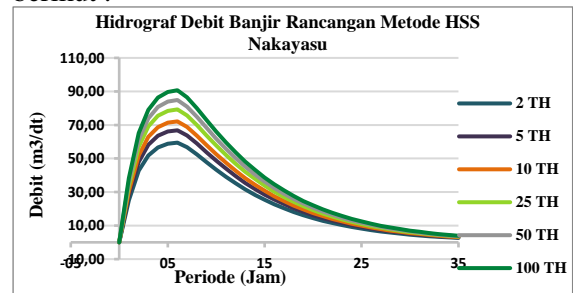
Berdasarkan perhitungan di atas sehingga mendapatkan hasil debit puncak sebesar 1,53 m³/dt dengan *time lag* sebesar 3,38 Jam dengan besaran ordinat y ialah 0,99 dan

ordinat x sebesar 1,04, lengkapnya akan ditampilkan melalui grafik berikut :



Gambar 11. Ordinatif Hidrograf Satuan *Snyder*
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan hasil dari perhitungan Ordinatif Hidrograf satuan *Snyder* yang terdapat pada grafik 4.12 bahwa debit tertinggi/puncak pada jam ke-3 sebagai hasil debit puncak menunjukkan sebesar 1,53 m³/dt. Dengan hasil ini dapat digunakan dalam perhitungan debit rancangan dengan periodekalah 2, 5, 10, 25, 50, serta 100 tahun ditampilkan pada grafik berikut :

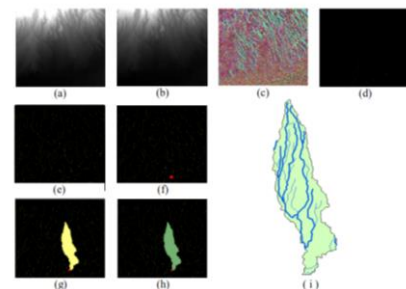


Gambar 12. Grafik Hidrograf Debit Rancangan Metode *HSS Snyder*
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

H. Penentuan Nilai Wilayah DAS

1. Menentukan Batas DAS

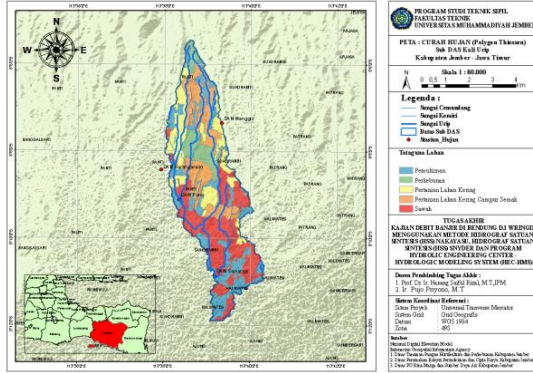
Daerah Aliran Sungai yang akan digunakan menggunakan DEMNAS, lalu dilakukan pemodelan dengan aplikasi *ArcMap* 10.8.



Gambar 13. Proses pembuatan batas DAS
 Sumber : (*Arcmap 10.8*), 2024

2. Klasifikasi Penggunaan Lahan

Klasifikasi Penggunaan lahan dilakukan berdasarkan metode yang digunakan yaitu *SCS Curve Number*, Adapun klasifikasi tata guna lahan yang telah diproyeksikan menggunakan *software Arcmap 10.8*, sebagai berikut :



Gambar 14. Peta Tataguna Lahan DAS Urip
 Sumber : (*Software ArcMap 10.8*), 2024

Berdasarkan pada Gambar 14, bahwa sebagian besar wilayahnya adalah sawah dengan persentase sebesar 32,42%

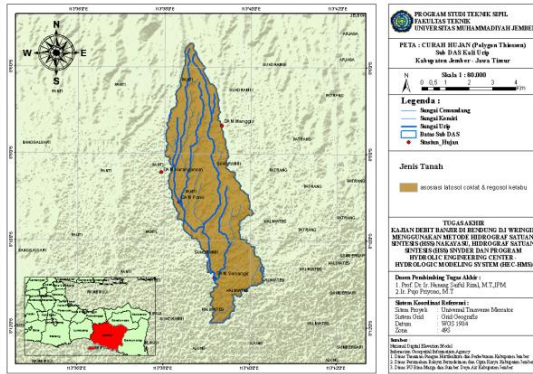
Tabel 8. Klasifikasi Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Km2)	%
1	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	4.90	21.30
2	Pertanian Lahan Kering	3.83	16.64
3	Pemukiman	4.75	20.64
4	Sawah	7.46	32.42
5	Perkebunan	2.07	9.00
Jumlah		23	100

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

3. Klasifikasi Jenis Tanah

Klasifikasi Jenis Tanah dengan tujuan untuk mengetahui nilai klasifikasi dari setiap jenis tanah berdasarkan data yang didapatkan dari Dinas terkait Kabupaten Jember.



Gambar 15. Peta Jenis Tanah DAS Kali Urip
 Sumber : (*Software ArcMap 10.8*), 2024

Tabel 9. Klasifikasi Jenis Tanah DAS Urip

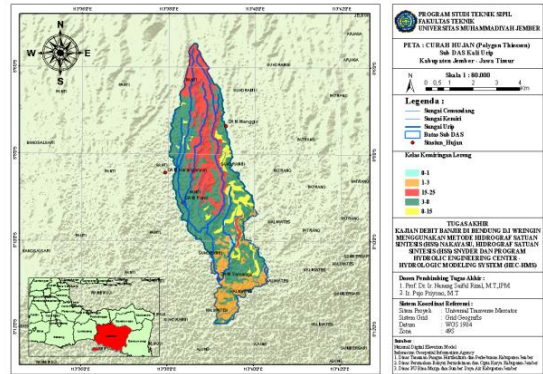
No.	Jenis Tanah	HSG	Tekstur	Laju infiltrasi Minimum
1	asosiasi latosol coklat & regosol kelabu	A	Halus beragregat	203,2 - 304,8

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Pada Gambar 15 dan Tabel 9 bahwa hanya terdapat satu jenis tanah yaitu asosiasi latosol coklat & regosol kelabu dengan kelas Hydrologic Soil Group (HSG) A dengan serta serta sifat tanah pasir dan debu yang beragregat dengan tekstur yang halus. Kelompok tanah A mempunyai Laju Infiltrasi Minimum sebesar 203,2 – 304,8 mm/jam.

4. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Klasifikasi kemiringan lereng sangat diperlukan untuk menentukan parameter koefisien pengaliran serta *curve number*. Peta kemiringan lereng ditampilkan berikut :



Gambar 16. Peta kemiringan lereng DAS Urip
 Sumber : (*Software ArcMap 10.8*), 2024

Tabel 10. Klasifikasi Kemiringan Lereng

No.	Kemiringan	Klasifikasi	Luas (Km2)	%
1	0 - 1%	Datar	0.07	0.30
2	1 - 3%	Agak Datar	2.78	12.06
3	3 - 8%	Berombak	11.82	51.28
4	8 - 15%	Bergelombang	1.76	7.64
5	15 - 25%	Berbukit Kecil	6.62	28.72
Jumlah			23	100

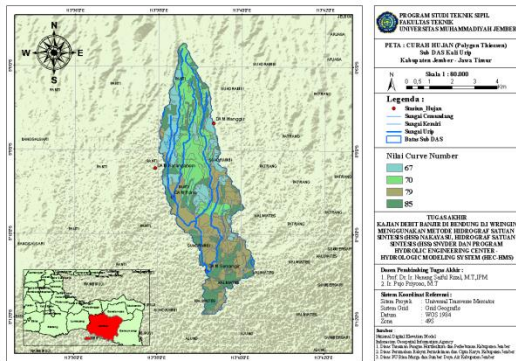
Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan pada peta kemiringan lereng pada gambar 4.30 dan Tabel 4.30 pada wilayah Sub Daerah Aliran Sungai Urip sebagian besar wilayahnya mempunyai kemiringan 3-18% sebesar 51,28%, sedangkan yang sebagian

kecil dengan kemiringan lereng 0-1% sebesar 0,30%.

5. Klasifikasi Nilai Curve Number (CN)

Dalam penentuan nilai Curve Number (CN) yang bertujuan untuk mendapatkan nilai CN sebagai salah satu data yang akan di input dalam software HEC-HMS. Penentuan ini dilakukan dengan cara Overlay terhadap peta jenistanah, peta tata-guna lahan serta peta kemiringan, sehingga hasil Overlay ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 17. Peta Curve Number (CN)
 Sumber : (Software ArcMap 10.8), 2024

Berdasarkan tata guna lahan, jenis tanah dan kemiringan lahan mendapatkan nilai curve number sebesar 67 – 85 dengan wilayah terluas dengan nilai CN sebesar 79 sedangkan terkecil dengan nilai CN sebesar 67.

Tabel 11. Klasifikasi Nilai Curve Number

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Km) ²	Nilai CN
1	Sawah	7.46	79
2	Pemukiman	4.75	85
3	Perkebunan	2.07	70
4	Pertanian Lahan Kering	3.83	67
5	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	4.90	70

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Setelah diketahui Nilai Curve Number (CN) dari setiap penggunaan lahan dari Sub Daerah Aliran Sungai Urip, maka selanjutnya menghitung atau menentukan Nilai CN Komposit yang dimana nantinya akan di input dalam program HEC-HMS, adapun perhitungan CN komposit sebagai berikut :

$$CN \text{ komposit} = \frac{(CN_1 \times A_1) + (CN_2 \times A_2) + (CN_3 \times A_3) + \dots + n}{A_{\text{total}}} = 75,51$$

6. Perhitungan Initial Abstraction (Ia)

Nilai parameter transformasi, parameter Ia serta retensi maksimum yang telah di hitung

dalam pemrosesan data dengan software ArcMap 10.8 serta terinput pada table atribut. Adapun cara perhitungan sebagai berikut :

$$S = 25,4 \frac{1000}{CN - 10} = 82,36$$

$$Ia = 0,2 \times S = 16,57$$

7. Penentuan Luas Impervious Area

Impervious Area merupakan area kedap air yang pada air hujan yang jatuh pada lokasi penelitian Sub Daerah Aliran Sungai Urip tidak mampu diresap oleh tanah sehingga air tersebut menjadi limpasann atau mengalir, sebagai berikut :

Tabel 12. Nilai Impervious Area

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Km) ²	Impervious
1	Sawah	7.46	5
2	Pemukiman	4.75	38
3	Perkebunan	2.07	5
4	Pertanian Lahan Kering	3.83	5
5	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	4.90	5

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024.

Imp komposit=

$$(5 \times 7,46) + (38 \times 4,75) + (5 \times 2,07)$$

$$= \frac{23}{(5 \times 3,83) + (5 \times 4,90)} = \frac{23}{23} = 11,81\%$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan di atas maka didapatkan nilai Impervious Area komposit Sub DAS Urip sebesar 11,81%. Hal ini menggambarkan bahwa dari keseluruhan total luas area Sub DAS Urip, seluas 2,72 Km² ialah area yang kedap terhadap air.

8. Perhitungan Hidrograf Satuan SCS-CN

Metode hidrograf satuan SCS-Curve Number yang akan digunakan sebagai perhitungan besaran limpasan. Parameter yang digunakan dalam menggunakan metode ini ialah waktu lag yang merupakan tenggang waktu atau biasa disebut *time lag* (tlag) yang dimana titik berat hujan efektif terhadap titik berat hidrograf. Perhitungan untuk Time lag (tlag) sebagai berikut :

$$Tc = 0,57 \cdot A^{0,41} = 2,06$$

$$Tlag = 0,6 \cdot Tc = 1,24 \text{ Jam}$$

I. Analisa Debit Banjir HEC-HMS 4.12

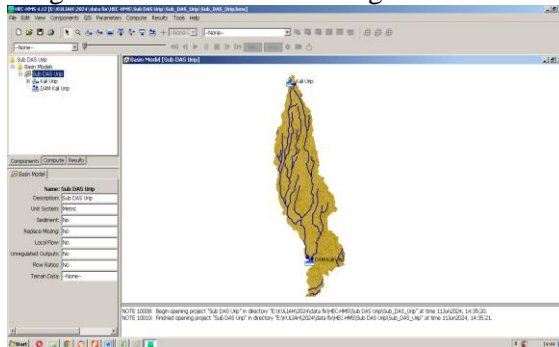
Dalam model HEC-HMS 4.12 terdapat beberapa jenis metode hidrograf satuan sinetik, yang akan dipakai penelitian ini ialah

menggunakan metode *SCS Curve Number*. Dalam penelitian tanpa adanya kalibrasi.

1. Pemodelan Program HEC-HMS 4.12

a. Basin Model

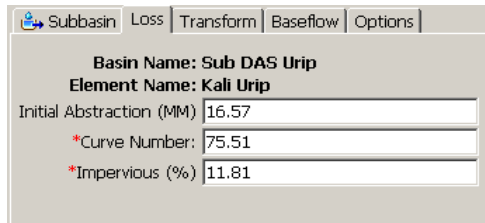
Terhadap basin model adanya susunan atas gambaran fisik pada daerah tangkapan air dan sungai. Jaringan yang men-simulasikan proses limpasan (*run off*) yang terhubung dengan elemen elemen hidrologi.



Gambar 18 Model Daerah Tangkapan Air
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024

b. Sub-Basin Loss-Rate Method

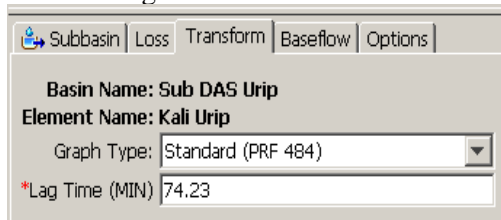
Loss-rate method ialah model yang dipakai untuk mengkalkulasikan kehilangan air yang berlangsung terhadap *intersepsi* dan pengurangan genangan. Metode penelitian menggunakan metode ini adalah *SCS Curve Number* :



Gambar 19 Sub-basin Loss-Rate Method
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024

c. Sub-Basin Transform

Parameter yang dibutuhkan adalah *Lag* merupakan tenggang waktu (*Time Lag*), dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 20 Sub-Basin Transform
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024

d. Sub-Basin Baseflow Method

Dalam pemodelan ini menggunakan metode *recession (resesi)*. Penghitungan aliran dasar adalah sebagai berikut :

$$A = \text{Luas wilayah DAS} = 23 \text{ Km}^2$$

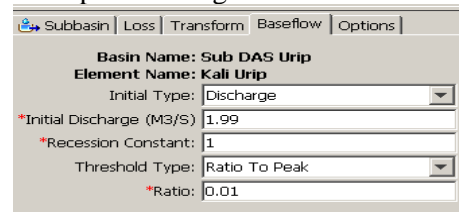
$$L = \text{Panjang Sungai Utama} = 12,59 \text{ Km}$$

$$D = \text{Kerapatan Jaringan}$$

$$D = L/A = 0,55$$

$$Q_b = 0,4714 \cdot A^{0,64} \cdot D^{0,943} = 1,99 \text{ m}^3/\text{dt}$$

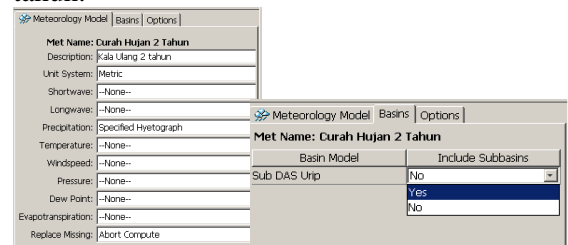
Untuk input data lebih jelasnya akan ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 21 Sub-Basin Baseflow Method
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024

e. Meteorologic Model

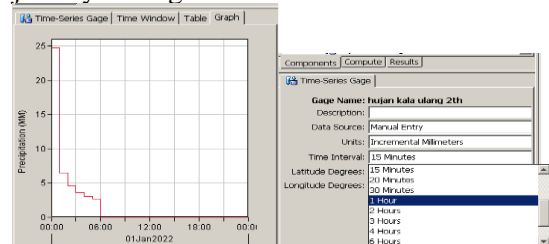
Pada parameter ini menggunakan curah hujan rencana kemudian tentukan curah hujan jam-jaman dengan metode mononobe dengan periode kala ulang 2,5,10,25,50 serta 100 tahun.



Gambar 21 Meteorologic Model
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024

f. Time Series Data

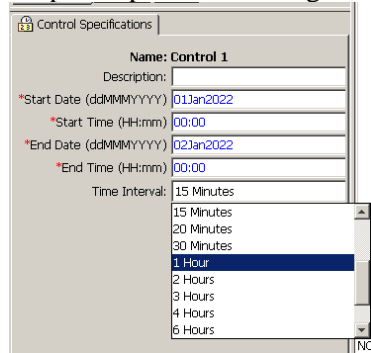
Pada penelitian ini menggunakan curah hujan rerata metode polygon thiessen interval jam-jaman selama 6 jam dengan periode kala ulang 2,5,10,25,50 serta 100 tahun, lebih jelasnya sebagai berikut :



Gambar 22 Time Series Data
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024

g. Control Specifications

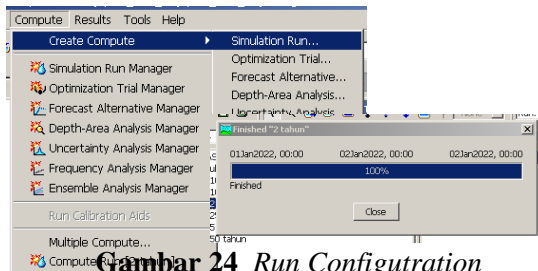
Control Specification input waktu kapan dimulai dan berakhirnya curah hujan yang digunakan, interval waktu 1 jam selama 6 jam, adapun dapat dilihat sebagai berikut :



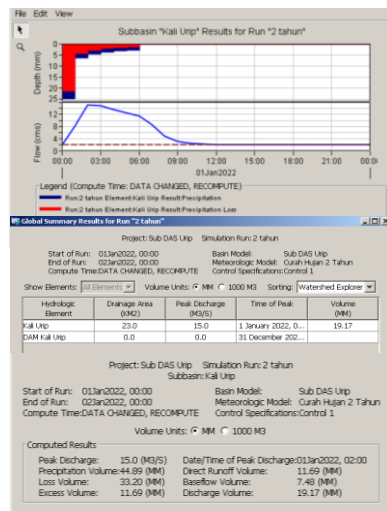
Gambar 23 Control Specifications
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024

h. Run Configuration

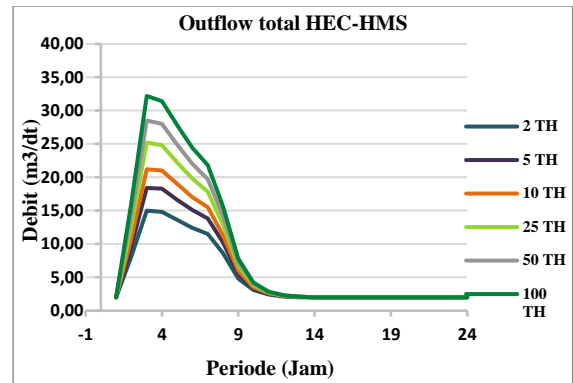
Selanjutnya menyatukan *basin model* serta *meteorologic model*, Hasil berikut yang akan ditampilkan :



Gambar 24 Run Configuration
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024



Gambar 25 Hasil Run Configuration Periode ulang 2 tahun
 Sumber : Software HEC-HMS 4.12, 2024



Gambar 4.47 Grafik *Outflow total* metode program HEC-HMS

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Dengan hasil tersebut didapatkan data debit puncak terjadi pada jam ke-3 dengan masing-masing hasil sesuai periode ulang 2 tahun ialah 15 m³/s, 5 tahun ialah 18,40 m³/s, 10 tahun ialah 21,20 m³/s, 25 tahun ialah 25,20 m³/s, 50 tahun 28,50 m³/s dan untuk 100 tahun ialah 32,20 m³/s.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil perhitungan debit banjir rancangan pada periode kala ulang Tahun menggunakan metode :

HSS Nakayasu : Periode kala ulang 2 tahun : 68,57 m³/dt, 5 tahun : 76,49 m³/dt, 10 tahun : 83,18 m³/dt, 25 tahun : 91,43 m³/dt, 50 tahun : 97,89 m³/dt, serta 100 tahun : 104,61 m³/dt.

HSS Snyder : Periode kala ulang 2 tahun : 59,47 m³/dt, 5 tahun : 66,82 m³/dt, 10 tahun : 72,14 m³/dt, 25 tahun : 79,30 m³/dt, 50 tahun : 84,90 m³/dt, serta 100 tahun : 90,72 m³/dt.

Program HEC-HMS dengan hasil debit banjir rancangan sebagai berikut : Periode kala ulang 2 tahun : 15,00 m³/dt, 5 tahun : 18,40 m³/dt, 10 tahun : 21,20 m³/dt, 25 tahun : 25,20 m³/dt, 50 tahun : 28,50 m³/dt, serta 100 tahun : 32,20 m³/dt.

2. Berda Berdasarkan dari hasil perhitungan dengan periode ulang 2,5,10,25,50 serta 100 tahun bisa disimpulkan bahwa pada metode *HSS Nakayasu* menghasilkan debit banjir

yang lebih besar sehingga dapat dipergunakan untuk perencanaan bangunan air. namun, baik dalam perhitungan dan anggaran biaya lebih efektif menggunakan metode *HSS Snyder*, dan yang tidak aman untuk perencanaan dengan menggunakan metode program HEC-HMS, untuk hasil perbandingan dapat dilihat pada grafik 4.47 s/d 4.52.

3. Perbedaan hasil penghitungan debit banjir rencana dengan metode *HSS Nakayasu* dan *HSS Snyder* berdasarkan bentuk hidrografnya untuk *HSS Nakayasu* membutuhkan waktu yang cepat saat kondisi air naik, namun membutuhkan waktu yang lambat disaat kondisi air turun, sedangkan untuk metode *HSS Snyder* membutuhkan waktu yang relatif sama, tidak terlalu cepat, pada kondisi air naik ataupun turun. Waktu puncak (*Time Lag*) *HSS Nakayasu* sebesar 1,24 Jam dengan debit puncak sebesar 2,60 m³/det, sedangkan metode *HSS Snyder* waktu puncaknya (*Time Lag*) sebesar 2,88 Jam dengan debit puncak sebesar 1,53 m³/det.

B. Saran

Berdasarkan dari kesimpulan, saran yang bisa disampaikan ialah sebagai berikut penelitian ini bisa digunakan sebagai bahan perhitungan bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan perbandingan antara perhitungan teoritis dan data lapangan (observasi) sebagai langkah untuk kalibrasi sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Rizal, N. S., S. Y. E. P. N., & Kuryant, R. T. D. 2016. Kajian Intensitas Hujan dengan Debit Banjir Serta Integrasi Dengan Sistem Informasi Bencana (Studi Kasus DAS Dinoyo Kecamatan Panti Kabupaten Jember). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 1(1).
- Pratama, S. R. Y., Rizal, N. S., & Abadi, T. 2022. Kajian Respon Hidrologi Daerah Aliran Sungai Dengan Pola Radial Menggunakan HEC-HMS (Study Kasus: Sub-Das Joyo, Kabupaten Jember). *Jurnal Smart Teknologi*, 3(4), 438-448.
- Rizal, N. S., & Farukah, K. 2017. Penentuan angka kurva nilai koreksi (CN) pada DAS berbentuk oval menggunakan model HEC HMS. *Prosiding Konferensi Internasional tentang Teknologi Ramah Lingkungan* (Vol. 8, No. 1, hlm. 222-234).
- Priyono, P., Pramadhani, M. A., & Rizal, N. S. 2023. Pemodelan Hidrolik Aliran pada Bendung dengan Mercu Tipe Ogee. *Jurnal Smart Teknologi*, 4(4), 412-429.
- Priyono, P., Muhtar, H., Manggala, A. S., & Suhartinah, I. 2020. Utilization of Topographic Imagery using Watershed Transformation in Watersheds Prone to Natural Disasters, *International Jurnal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. Vol.-8, Issue.-6
DOI:10.35940/ijrte.F9453.038620
- Hydrologic Engineering Center. 2000. Hydrologic Modeling System Technical Reference Manual. *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual, March*, 148.
- Rizal, N. S. 2002. *Kajian Sistim Drainase dan Zero Run Off*. Universitas Muhammadiyah Jember: Jember.
- Rizal, N. S., Ahmad, H. H., Iqbal, K., & Salim, N. 2022. Kalibrasi Parameter Hidrologi Daerah Aliran Sungai Bentuk Radial Dengan Aplikasi Hec-Hms. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 6(2), 82-88.
<https://doi.org/10.32528/hgn.v6i2.6598>
- Hamdani, R. 2023. *Kajian Respon Hidrologi Dengan HEC-HMS Menggunakan Pendekatan Sistem Informasi Geografis (GIS) Dan Permeabilitas Tanah Sub DAS Semangir, Kabupaten Jember*. 4(10), 1-14.
<http://repository.unmuhjember.ac.id/16249/>.
- Dwi Nusa Indah, Y. 2023. Evaluation of the Regional Drainage System in Desa Curahpoh, Kecamatan Curahdami, Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Smart Teknologi*, 4(5), 2774-1702.
<http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php>

- p/JST
- Abdulhalim, Dwiki Fahrezi Tanuwidjaja, L., & Sumarauw, J. S. 2018. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Talawaan di Titik 250 m Sebelah Hulu Bendung Talawaan. *Jurnal Sipil Statik*, 6(5), 269–276.
- Biru, A. D., Budi A, T., & Santosa, B. 2021. Permodelan Hidrologi Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Dengan Perangkat Lunak HEC-HMS. *G-Smart*, 2(2), 108. <https://doi.org/10.24167/g.s.v2i2.1764>
- Fadhilla, I. N., & Lasminto, U. 2021. Pemodelan Hujan-Debit DAS Kali Madiun Menggunakan Model HEC-HMS. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(3), 361. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v19i3.9517>.
- Gaffar, F., Nasrah, Adelia, & Maricar, F. 2022. Analisis Perbandingan Debit Banjir Rencana Menggunakan Metode Empiris dan Simulasi Aplikasi HEC-HMS di Das Maros. *Teknik Hidro*, 15(2), 76–81.
- Husna, S. lidia, Safriani, M., & Farizal, T. 2022. Perbandingan Analisis Debit Banjir Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (Hss) Snyder Dan Nakayasu Pada Sungai Krueng Tripa. *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, 3(2), 8–19. <https://doi.org/10.55377/jmtss.v3i2.5695>
- Indriyani., M., Rahma., Amalia, S., Santosa, B., & Hartanto, Daniel. 2022. Analisa Debit Puncak Menggunakan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Snyder dan HEC-HMS (Studi Kasus: DAS Silandak, Kota Semarang) (Peak Discharge Analysis Using Synthetic Unit Hydrograph Method (HSS) Snyder and HEC-HMS Approach). *Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang* /, 6, 2620–5297.
- Natakusumah, D. K., Hatmoko, W., & Harlan, D. 2011. Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(3), 251. <https://doi.org/10.5614/jts.2011.18.3.6>
- Nggarang, Y. E. P., Pattiraja, A. H., & Henong, S. B. (2020). Analisa Perbandingan Penentuan Debit Rencana Menggunakan Metode Nakayasu Dan Simulasi Aplikasi Hec-Hms Di Das Lowo Rea. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 23–33.
- Qautsar, S. A. L., & Yamin, M. 2023. Analisis Debit Banjir Sungai Nae Bima Dengan Hss (Hidrograf Satuan Sintetis) Snyder. *Sosial Sains dan Tknologi*. 3 (2). 70–82.
- Samaila, M. A., Torsulu, A. F., & Saputro, I. T. 2023. Pemodelan Hidrograf Banjir DAS Remu Menggunakan Model HEC-HMS. *Jurnal Karkasa*, 9(2).
- Siswoyo, H., Pengairan, J., Teknik, F., & Brawijaya, U. 2011. Pengembangan Model Hidrograf Satuan Sintetis Snyder untuk Daerah Aliran Sungai di Jawa Timur. *Jurnal Pengairan*, 2, 42–54. <http://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/119>
- Wiliya, W. 2022. Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model HEC-HMS Di DAS Bengawan Solo Hulu. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(2), 193. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v20i2.11915>.
- Yamin, M. 2019. Studi Pengembangan Model Hidrograf Satuan Sistetis Snyder Untuk Sungai –Sungai Di Sulawesi Selatan. *Ganec Swara*, 13(1), 126. <https://doi.org/10.35327/gara.v13i1.72>