

Kajian Respon Hidrologi Daerah Aliran Sungai Dengan Pola Radial Menggunakan Hec-Hms
(Study Kasus : Sub-Das Joyo, Kabupaten Jember)

Study Of The Hydrological Response Of River Flows With Radial Patterns Using Hec-Hms
(Case Study : Sub-Das Joyo, Kabupaten Jember)

Syahril Reza Yudo Pratama¹, Dr. Nanang Saiful Rizal ST., MT.^{2*}, Taufan Abadi ST., MT.³

¹ Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: syahrilrezayudoprata@gmail.com

² Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember* Koresponden Author
email: nanangsaifulrizal@unmuhjember.ac.id

³ Dosen, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: taufan.abadi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Perhitungan analisa debit rancangan yang tepat merupakan langkah awal untuk merencanakan suatu bangunan air. Beberapa parameter digunakan untuk mendapatkan nilai debit banjir rancangan. Untuk mendapatkan nilai parameter yang tepat, dilakukan kalibrasi menggunakan data debit lapangan yang didapatkan dari alat pencatat otomatis AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) Rowotamtu yang berada di Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember. Penelitian kali ini bertujuan untuk menentukan nilai parameter - parameter yang digunakan untuk menghitung debit rancangan menggunakan metode Aplikasi HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System*). Nilai Parameter yang digunakan adalah nilai yang didapatkan dari hasil kalibrasi pemodelan selama 3 tahun yang dilakukan sebanyak 6 kali percobaan. Dari percobaan tersebut didapatkan hubungan debit banjir antara metode HEC-HMS dan AWLR pada percobaan ke-6 mempunyai nilai koefisien paling tinggi yaitu sebesar 0,738 yang terdiri dari nilai CN sebesar 89,18, nilai Ia sebesar 0,243 mm dan *Lag Time* sebesar 142,417 menit. Dari percobaan tersebut juga didapatkan nilai debit puncak hasil model sebesar 111,7 m³/dt dan total *volume outflow* sebesar 7065,94 mm dengan waktu debit puncak pada tanggal 23 Februari 2019.

Kata kunci : Debit banjir, AWLR Rowotamtu, DAM Bedadung, Aplikasi HEC-HMS.

Abstract

Calculation of proper design discharge analysis is the first step to planning a water structure. Several parameters are used to obtain the design flood discharge value. To get the right parameter value, calibration is carried out using existing field discharge data from the AWLR (Automatic Water Level Recorder) Rowotamtu was located on Rambi Puji District, Jember Regency. This study aims to determine the value of the parameters used to calculate the design discharge using the HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System) application method. Parameter value used is the value obtained from the results of modeling calibration for 3 years which was carried out 6 times. From these experiments, it was found that the relationship between the HEC-HMS and AWLR flood discharge methods in the 6th experiment had the highest coefficient value of 0.738 which consisted of a CN value of 89.18, the value of Ia of 0.243 mm and Lag Time of 142.417 minutes. From this experiment, it was also found that the peak discharge value from the model results was 111.7 m³/sec and the total outflow volume was 7065.94 mm with the peak discharge time on February 23, 2019.

Keywords: Flood discharge, AWLR Rowotamtu, Bedadung DAM, HEC-HMS application.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisah topografis yang berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya menuju ke sistem sungai terdekat dan pada akhirnya bermuara ke waduk, danau atau ke laut (Seyhan, 1990). DAS juga merupakan suatu sistem hidrologi yang di dalamnya terdapat parameter-parameter biotik (vegetasi dan manusia) dan abiotik (karakteristik fisik) yang saling berkaitan.

Debit banjir rancangan adalah debit banjir maksimum yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Untuk menaksir banjir rancangan digunakan cara hidrograf banjir yang didasarkan oleh parameter dan karakteristik daerah pengalirannya. Teori hidrograf banjir merupakan suatu cara perhitungan yang relatif sederhana dan cukup teliti. Hidrograf adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara debit dan waktu kejadian banjir. Perencanaan bangunan air diperlukan bahan masukan berupa perkiraan besarnya debit banjir. Estimasi tersebut harusnya didasarkan pada metode yang tepat sehinggadapat menghasilkan perkiraan banjir yang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Setiap daerah aliran sungai (DAS) memiliki karakteristik pengaliran yang sangat berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya bentuk topografi daerah aliran sungai, tata guna lahan, tipologi sungai (panjang, jumlah dan kemiringan), tinggi dan durasi curah hujan daerah. Beberapa metode perhitungan hidrograf banjir rencana yang ada diantaranya Metode Nakayasu, Snyder dan Gama I tidak selalu cocok digunakan pada setiap daerah aliran sungai (DAS). Maka dalam menentukan metode yang akan dipilih dan digunakan dalam perhitungan hidrograf banjir rencana pada suatu daerah aliran sungai (DAS) perlu dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran debit lapangan dengan hasil perhitungan hidrograf banjir dari metode-metode yang ada, selanjutnya dengan menggunakan parameter statistik berupa koefisien korelasi (R) dapat diperoleh hasil metode manakah yang memiliki hubungan

paling dekat dengan hasil pengukuran debit lapangan.

Untuk mendapatkan nilai akurasi yang cukup baik dan mendekati kondisi lapangan, selanjutnya pada Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Joyo Kabupaten Jember dilakukan perhitungan model hidrograf banjir rencana dengan pendekatan Metode HEC-HMS. Beberapa parameter dalam Metode HEC-HMS dibuat sebagai variabel terikat dan variabel bebas.

HEC-HMS adalah aplikasi atau alat untuk mengubah data curah hujan yang sudah didapatkan pada metode sebelumnya menjadi debit aliran (*runoff*) yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS) yang akan di teliti.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan. Adapun permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik aliran (debit puncak, *volume outflow* dan waktu puncak) hasil hidrograf banjir model HEC-HMS?
2. Berapa nilai parameter-parameter yang sesuai untuk perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode HEC-HMS pada Sub DAS Joyo?
3. Bagaimana hubungan debit banjir rencana antara metode HEC-HMS dengan alat pencatat debit otomatis di Sub DAS Joyo?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Menentukan nilai CN (Curve Number) sesuai dengan kondisi tata guna lahan pada areal Sub DAS Joyo.
2. Menggunakan program bantu HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System).
3. Menggunakan program bantu google earth untuk perhitungan luas area penelitian.
4. Menggunakan data penelitian selama 3 tahun dari tahun 2018 sampai dengan 2020 untuk kalibrasi.
5. Menggunakan data penelitian 10 tahun dari tahun 2011 sampai dengan 2020 untuk hasil pemodelan.

6. Tidak menggunakan program bantu selain yang di sebutkan.
7. Tidak menentukan jenis tanah dengan penelitian di laboratorium.
8. Tidak membahas RAB

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik aliran (debit puncak, volume outflow dan waktu puncak) hasil hidrograf banjir model HEC-HMS.
2. Menganalisis nilai parameter-parameter yang sesuai untuk perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode HEC-HMS pada Sub DAS Joyo.
3. Menganalisis hubungan debit banjir rencana antara metode HEC-HMS dengan alat pencatat debit otomatis di Sub DAS Joyo.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi guna menjadi acuan atau referensi bagi peneliti lainnya untuk menganalisa banjir rancangan di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Joyo.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hidrologi

Pengertian hidrologi menurut para ahli antara lain definisi Singh (1992), mengatakan bahwa pengertian hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air di bumi termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen.

2.2. Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (Suroso 2006).

2.3. Metode Polygon Thiessen

Metode ini didasarkan atas cara rata – rata timbang, dimana masing-masing stasiun mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis – garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara 2 stasiun, dengan planimeter maka dapat dihitung luas daerah tiap stasiun.

Rumus yang digunakan pada metode ini adalah

$$\bar{R} = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

Dimana :

- R = Curah hujan maksimum rata – rata
 R1, R2, ..., Rn = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n
 A1, A2, ..., An = Luas daerah pada polygon 1, 2, ..., n

2.4. Hidrograf Satuan SCS

Model SCS Unit Hidrograf adalah suatu Unit Hidrograf yang berdimensi, yang dicapai puncak tunggal Unit Hidrograf. SCS menyatakan bahwa puncak Unit Hidrograf dan waktu puncak Unit Hidrograf terkait oleh:

$$U_p = C \frac{A}{T_p} \quad (2)$$

dimana :

- A = daerah aliran air; dan
 C = konversi tetap (208 di SI dan 484 di dalam sistem kaki).

Waktu puncak (juga yang dikenal sebagai waktu kenaikan) terkait kepada jangka waktu unit dari kelebihan hujan, seperti :

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag} \quad (3)$$

di mana :

- Δt = jangka waktu kelebihan hujan
 tlag = perbedaan waktu antara pusat massa dari kelebihan curah hujan dan puncak dari Unit Hidrograf.

Perlu dicatat bahwa untuk Δt , yang kurang dari 29% dari tlag harus digunakan (USACE, 1998).

Pada penelitian ini akan digunakan metode SCS unit hydrograph. Model unit hidrograf SCS

merupakan model hidrograf berpuncak tunggal (single-peaked) dan hidrograf tanpa satuan (dimensionless). Hidrograf SCS dapat digunakan dengan mudah, parameter utama yang dibutuhkan adalah waktu lag yaitu tenggang waktu (time lag) antara titik berat hujan efektif dengan titik berat hidrograf. Parameter ini didasarkan pada data dari beberapa daerah tangkapan air. Time lag (tlag) dapat ditentukan dengan rumus :

$$t_{lag} = 0,6 \times T_c \quad (4)$$

Dengan T_c adalah waktu konsentrasi, T_c dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

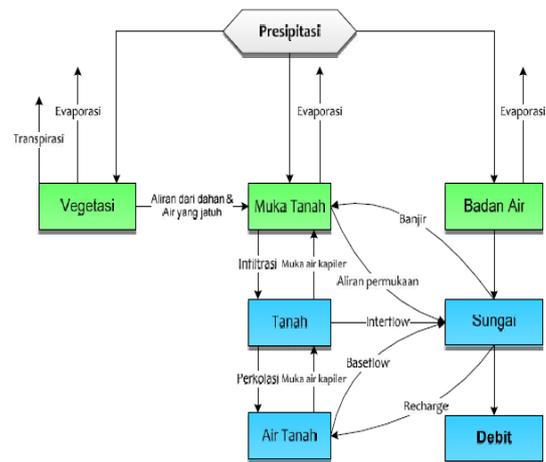
$$T_c = 0,57 \times A^{0,41} \quad (5)$$

Dengan A adalah luas daerah aliran air

2.5. Model HEC-HMS

Model HEC-HMS dimanfaatkan untuk analisis debit banjir dilokasi “control point” dari sistem peringatan dini banjir yang akan dibangun. Data yang diperlukan disini adalah *hyetograph hujan*, jadi perlu data yang dicatat menggunakan alat pengukur hujan otomatis. Peta topografi juga diperlukan untuk menentukan luas genangan setiap level, lokasi bangunan pelimpah dan saluran pengelak. Peta atau data GIS diperlukan untuk menentukan parameter dari DAS, seperti luas, kemiringan dan parameter lainnya. Hec-HMS adalah *software* yang dikembangkan oleh *U.S Army Corps of Engineering*. *Software* ini digunakan untuk analisa hidrologi dengan mensimulasikan proses curah hujan dan limpasan langsung (*run off*) dari sebuah wilayah sungai. HEC-HMS di desain untuk bisa diaplikasikan dalam area geografik yang sangat luas untuk menyelesaikan masalah, meliputi *suply* air daerah pengaliran sungai, hidrologi banjir, dan limpasan air di daerah kota kecil ataupun kawasan tangkapan air alami. Hidrograf satuan yang dihasilkan dapat digunakan langsung ataupun digabungkan dengan *software* lain yang digunakan dalam ketersediaan air, drainase perkotaan, ramalan dampak urbanisasi, desain pelimpah, pengurangan kerusakan banjir, regulasi

penanganan banjir, dan system operasi hidrologi (*U.S Army Corps of Engineering, 2001*).



Gambar 1. Bagan Air HEC-HMS

Sumber : Pedoman HEC-HMS 3.5, 2014

2.6. Limpasan SCS Curve Number (CN)

Metode perhitungan dari Soil Conservation Service (SCS) curve number (CN) beranggapan bahwa hujan yang menghasilkan limpasan merupakan fungsi dari hujan kumulatif, tata guna lahan, jenis tanah serta kelembaban. Model perhitungannya adalah sebagai berikut : (HEC-HMS Technical Reference Manual, 2000:40).

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (6)$$

$$I_a = 0.2 \times S \quad (7)$$

Dengan :

- P_e = Hujan kumulatif pada waktu t
 - P = Kedalaman hujan kumulatif pada waktu t
 - I_a = Kehilangan mula-mula (*initial loss*)
 - S = Kemampuan penyimpanan maksimum
- Hubungan antara nilai kemampuan penyimpanan maksimum dengan nilai dari karakteristik DAS yang diwakili oleh nilai CN (curve number) adalah sebagai berikut :

$$S = \frac{1000 - 10 \cdot CN}{CN} \text{ (English Unit)} \quad (8)$$

$$S = \frac{25400 - 254 \cdot CN}{CN} \text{ (Metric Unit)} \quad (9)$$

Nilai dari CN (*curve number*) bervariasi dari 100 (untuk permukaan yang digenangi air) hingga sekitar 30 (untuk permukaan tak kedap air dengan nilai infiltrasi tinggi).

2.7. Estimasi Nilai Curve Number (CN)

Pendugaan nilai CN dapat diawali dengan menentukan jenis kelompok tanah. SCS mengembangkan sistem klasifikasi tanah berdasarkan sifat-sifat tanah, peta tanah detail, atau laju infiltrasi tanah (Arsyad, 1989). Klasifikasi kelompok tanah pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Klasifikasi Kelompok Tanah

Kelas Tanah	Karakteristik Tanah	Laju Infiltrasi (cm/jam)
A	Pasir dalam, loess dalam, debu yang beragregat	0.78-1.14
B	Loess dangkal, lempung berpasir	0.38-0.78
C	Lempung berlian, lempung berpasir dangkal, tanah kadar bahan organik rendah dan tanah berkadar liat tinggi	0.13-0.38
D	Tanah-tanah yang mengembang secara nyata, jika basah liat berat, dan tanah-tanah saline tertentu	< 0.13

Sumber : HEC-HMS TechRefManualMar2000

Tabel 2. Klasifikasi Sifat Hidrologi Tanah

Kelas Tekstur	Kapasitas Efektif Air (in/in)	Nilai Infiltrasi Minimum (in/hari)	SCS Kelompok Hidrologi Tanah
Pasir	0.35	0.27	A
Pasir Bergeluh	0.31	2.41	A
Geluh Berpasir	0.25	1.02	B
Geluh	0.19	0.52	B
Geluh Berdebu	0.17	0.27	C
Geluh Lempung Berpasir	0.14	0.17	C
Geluh Berlempung	0.14	0.09	D
Geluh Lempung Berdebu	0.11	0.06	D
Lempung Berpasir	0.09	0.05	D
Lempung Berdebu	0.09	0.04	D
Lempung	0.08	0.02	D

Sumber : Arsyad 1989

Berdasarkan klasifikasi kelompok tanah maka dapat ditentukan nilai Curve Number (CN) pada suatu DAS dengan menampalkan dengan informasi penggunaan lahan yang ada. Klasifikasi kompleks penggunaan lahan SCS terdiri atas 3 (tiga) faktor, yaitu (Arsyad, 1989) : (1) Penggunaan Lahan, (2) Perlakuan atau tindakan yang diberikan pada penggunaan lahan tersebut, (3) Kondisi hidrologi dari penggunaan lahan tersebut. Penentuan nilai Curve Number (CN) dapat dilihat pada Tabel 2.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sub DAS Joyo, Kabupaten Jember, Jawa Timur dengan titik observasi terletak di 08,1342 LS dan 113,3434 BT. Panjang sungai yaitu 29.5 km dengan luas area yaitu 112.760 km².

3.2. Jenis Data dan Sumber Data

Adapun data yang digunakan merupakan data primer dan sekunder / tidak langsung.

1. Data Primer

Berupa data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan dengan cara pengecekan adanya alat pengukur AWLR (Automatic Water Level Recorder) yang ada di DAS Bedadung, dan tata guna lahan di area DAS Bedadung.

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis, maupun informasi lain yang erat kaitannya dengan objek penelitian yaitu :

- a. Data curah hujan
- b. Data debit banjir dari alat AWLR
- c. Peta DAS Bedadung
- d. Peta Geologi tanah
- e. Peta tata guna lahan

3.3. Metode Analisis dan Pengolahan Data

Pengolahan data meliputi kegiatan pengakumulasian dilanjutkan dengan pengelompokan berdasarkan jenis data dan kemudian dilakukan secara analisis. Sedangkan analisa yang dilakukan adalah pada data:

1. Hidrograf Menggunakan AWLR

Pencatatan hasil hidrograf dari Alat AWLR untuk selanjutnya dibandingkan dengan analisa hidrograf menggunakan aplikasi HEC-HMS.

2. Hidrograf Menggunakan HEC-HMS

Data yang di input ke aplikasi HEC-HMS antara lain curah hujan, Lag time, CN, dan Ia. Dan juga peta DAS Bedadung.

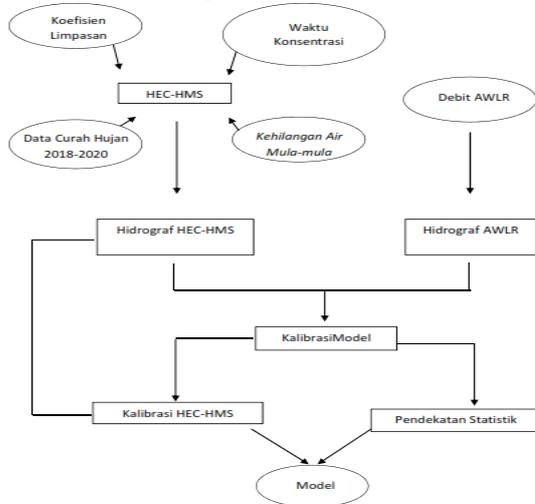
3. Tata Guna Lahan

Dari data tata guna lahan dan peta geologi tanah diperoleh nilai Curve Number dan Initial Abstraction.

4. Perbandingan

Dari data debit antara metode HEC-HMS dan pencatatan dari alat AWLR dilakukan perbandingan

Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2. Kerangka Konsep Penelitian
 Sumber : Kusfarukah 2016

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi pada penelitian ini menggunakan data hujan dari stasiun yang berada di Sub Daerah Aliran Sungai Joyo, stasiun hujan tersebut yaitu st. DAM Klatakan, st. DAM Manggis, st. DAM Pecoro dan st. DAM Tugusari yang tersedia pada tahun 2018 sampai 2020. Dari data tersebut dicari data yang paling besar disetiap stasiun persatu bulan yang disajikan pada tabel 3 sampai 6.

Tabel 3. Data curah hujan Stasiun Hujan DAM Klatakan.

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												R1 _{max} (mm)
		Jan	Peb	Mar	April	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des	
1	2018	95	98	68	70	32	10	6	-	-	-	-	180	180
2	2019	52	195	68	70	32	10	6	-	-	-	-	69	195
3	2020	70	110	60	74	-	-	12	-	-	-	16	16	110

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. Data curah hujan Stasiun Hujan DAM Manggis.

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												R1 _{max} (mm)
		Jan	Peb	Mar	April	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des	
1	2018	73	94	61	60	42	12	-	-	-	-	-	85	94
2	2019	94	94	61	60	42	12	-	-	-	-	-	76	94
3	2020	66	95	72	58	-	-	6	-	-	-	24	24	95

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. Data curah hujan Stasiun Hujan DAM Pecoro.

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												R1 _{max} (mm)
		Jan	Peb	Mar	April	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des	
1	2018	53	85	52	59	43	19	-	-	19	-	-	94	94
2	2019	42	94	52	59	43	19	-	-	19	-	-	50	94
3	2020	87	40	53	55	-	-	10	-	-	-	5	5	87

Sumber : Hasil Perhitungan

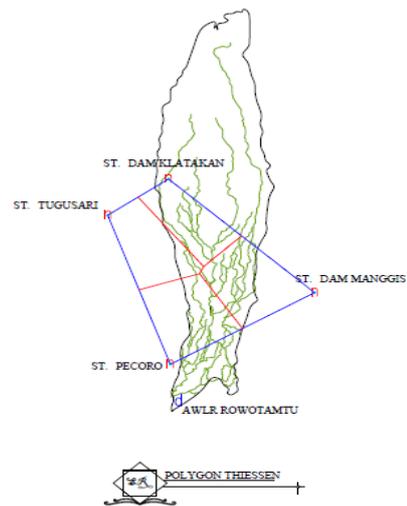
Tabel 6. Data curah hujan Stasiun Hujan DAM Tugusari.

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												R1 _{max} (mm)
		Jan	Peb	Mar	April	Mei	Jun	Jul	Agust	Sept	Okt	Nop	Des	
1	2018	48	86	38	59	47	19	-	-	48	-	-	60	86
2	2019	80	86	38	59	47	19	-	-	48	-	-	58	86
3	2020	58	92	89	93	-	-	6	-	-	-	31	31	93

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2. Analisa Curah Hujan Harian Maksimum

Metode yang digunakan yaitu metode *Polygon Thiessen* dengan peta sebaran hujan seperti dibawah ini.



Gambar 3. Peta stasiun hujan dan Metode Polygon Thiessen di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Joyo

Sumber : Autocad 2021

Dari peta diatas didapatkan luas wilayah dan nilai koefisien setiap daerah pengaruh yang disediakan pada tabel 7.

Tabel 7. Koefisien Thiessen Sub-DAS Joyo

Nama Wilayah	Luasan (km ²)	Koef
Luas Wilayah DAM Klatakan	76.677	0.68
Luas Wilayah Tugusari	3.383	0.03
Luas Wilayah DAM Manggis	12.404	0.11
Luas Wilayah Pecoro	20.297	0.18
Luas Total wilayah	112.760	1.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya di hitung curah hujan rata-rata daerah menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 8. Koefisien Thiessen Sub-DAS Joyo

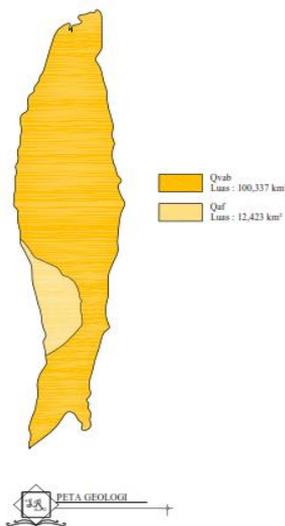
Tahun	STASIUN CURAH HUJAN (mm)				Curah
	Klatakan	Manggis	Pecoro	Tugusari	Hujan Rata-Rata Daerah (mm)
	0.68	0.03	0.11	0.18	R
2018	180.0	94.0	94.0	86.0	151.0
2019	195.0	94.0	94.0	86.0	161.2
2020	110.0	95.0	87.0	93.0	104.0

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3. Estimasi Nilai Curve Number (CN)

Nilai bilangan kurva (CN) pada metode SCS-CN ditentukan berdasarkan dari penggunaan lahan, pendugaan nilai CN dapat diawali dengan menentukan jenis kelompok tanah.

4.4. Penentuan Klasifikasi Tanah



Gambar 4. Peta geologi klasifikasi tanah kawasan Sub-DAS Joyo

Sumber : Autocad 2021

Klasifikasi Tanah secara hidrologi dibedakan menjadi 4 kelompok yaitu:

- : Karakteristik tanah dengan tekstur pasir & profil dalam dengan laju infiltrasi > 0.75 cm/jam.
- : Tektur tanah pasir bergeluh & profil dangkal.
- : Tektur tanah lempung bergeluh & kandungan BO sedikit.
- : Tekstur tanah lempung & laju infiltrasi < 0.15 cm/jam.

Berdasarkan peta geologi di atas di dapatkan bahwa Sub Daerah Aliran Sungai Joyo terdiri dari dua jenis tanah yaitu :

- Qvab (Breksi Argopuro)
Breksi gunung api bersusunan andesit, berisikan lava
- Qaf (Endapan Kipas Argopuro)
Rombakan batuan gunung api argopuro

Jadi dapat di ambil kesimpulan bahwa sebagian besar DAS AWLR Rowotamtu mempunyai kondisi fisik tanah yang terdiri dari sisa letusan gunung api dengan sebagian besar berupa pasir dan batuan andesit. Oleh karena itu dapat di simpulkan bahwa kalsifikasi tanah SubDAS Joyo tergolong pada kategori A yaitu : Karakteristik tanah dengan tekstur pasir & profil dalam, dengan laju infiltrasi > 0.75 cm/jam.

4.5. Penentuan Nilai Curve Number (CN)

Berdasarkan klasifikasi kelompok tanah maka dapat ditentukan nilai Curve Number (CN) pada suatu DAS dengan menampilkan dengan informasi penggunaan lahan yang ada. Dalam penentuan nilai CN digunakan acuan data sekunder yaitu peta tata guna lahan Kaputen Jember yang di sajikan pada gambar 6. Dan untuk perhitungan detail nilai Curve Number (CN) adalah sebagai berikut :

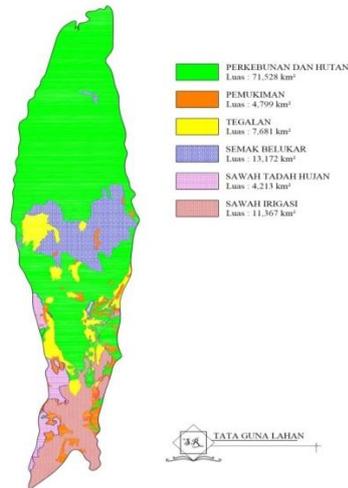
Tabel 9. Hasil Perhitungan nilai CN

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Km ²)	Nilai CN
1	perkebunan dan hutan	71.53	25
2	semak belukar	13.17	68
3	tegalan	7.68	65
4	pemukiman	4.80	51
5	sawah tadah hujan	4.21	65
6	sawah irigasi	11.37	63
Total		112.76	

Sumber : Hasil Perhitungan

$$CN = \frac{\{CN_1 \times A_1 + (CN_2 \times A_2) + (CN_3 \times A_3) + (CN_4 \times A_4) + (CN_5 \times A_5) + (CN_6 \times A_6)\}}{(A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6)}$$

CN = 39,180



Gambar 5. Peta tata guna lahan Sub-DAS Joyo.
 Sumber : Autocad 2021

4.6. Perhitungan Limpasan SCS-CN

Metode perhitungan dari *Soil Conservation Service* (SCS) *curve number* (CN) beranggapan bahwa hujan yang menghasilkan limpasan merupakan fungsi dari hujan kumulatif, tata guna lahan, jenis tanah serta kelembaban. Model perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = (1000-10CN)/CN$$

$$= (1000-10 \times 39,180)/39,180$$

$$= 15,523$$

$$I_a = 0.2 \times S$$

$$= 0.2 \times 15,523$$

$$= 3,105 \text{ mm}$$

4.7. Perhitungan Hidrograf Satuan SCS

Pada penelitian ini akan digunakan metode *SCS unit hydrograph*. Model unit hidrograf SCS merupakan model hidrograf berpuncak tunggal (*single-peaked*) dan hidrograf tanpa satuan (*dimensionless*). Parameter utama yang dibutuhkan adalah waktu lag yaitu tenggang waktu (*time lag*) antara titik berat hujan efektif dengan titik berat hidrograf. Parameter ini didasarkan pada data dari beberapa daerah tangkapan air. Perhitungan *Time lag* (*tlag*) adalah sebagai berikut :

$$T_c = 0,57 \times A^{0,41}$$

$$= 0,57 \times 112,760,41$$

$$= 3,956 \text{ Jam (237,361 menit)}$$

$$tlag = 0,6 \times T_c$$

$$= 0,6 \times 3,956$$

$$= 2,374 \text{ Jam (142.417 menit)}$$

4.8. Analisa Debit Banjir Rencana Menggunakan HEC-HMS

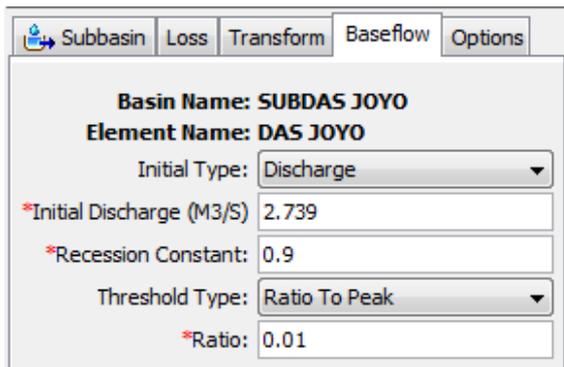
Di dalam model ini, terdapat beberapa macam metode hidrograf satuan sintetik. Sedangkan untuk menyelesaikan analisis hidrologi ini digunakan hidrograf satuan sintetik dari SCS (*soil conservation service*) dengan menganalisa beberapa parameternya, maka hidrograf ini dapat disesuaikan dengan kondisi di Sub Daerah Aliran Sungai Joyo. Sebagai pembanding, dicantumkan data debit dari alat pengukur debit otomatis AWLR (*Automatic water level recorder*) yang berada di DAM Bedadung, Desa Rowotamtu, Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember.

4.9. Pembuatan Model HEC-HMS

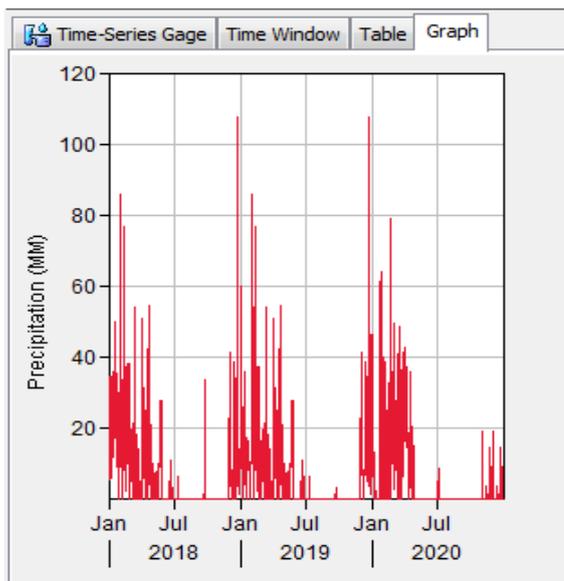
Pengisian data model dilakukan sesuai dengan data yang didapat pada perhitungan sebelumnya dengan metode yang dipilih yaitu metode hidrograf satuan sintetik SCS. data yang di masukkan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 6. Nilai *Sub-basin Loss Rate Method*
 Sumber : Hasil Perhitungan

Gambar 7. Nilai *Sub-basin Transform*
 Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 8. Nilai *Sub-basin Baseflow method*
 Sumber : Hasil Perhitungan

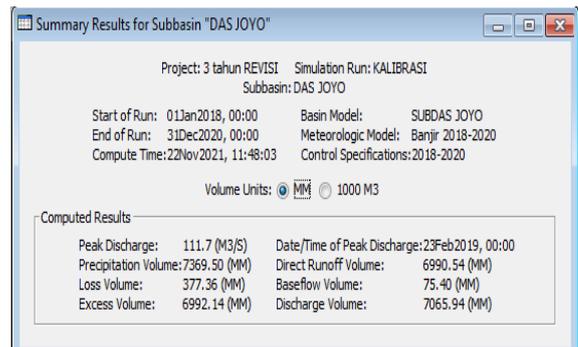


Gambar 9. Grafik nilai *Time Series Data*
 Sumber : Hasil Perhitungan

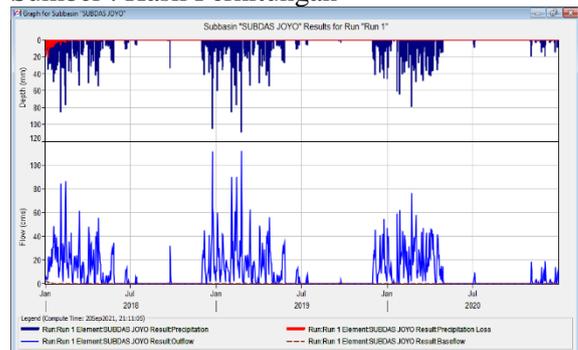
Gambar 9 berisikan data curah hujan yang didapat dari data curah hujan harian mulai tahun 2018 sampai 2020.

4.10. Run Configuration

Setelah semua variabel masukan diatas dimasukkan, untuk mengeksekusi pemodelan agar dapat berjalan maka basin model dan meteorologic model harus disatukan. Hasil eksekusi metode ini dapat dilihat dalam grafik dan nilai output dibawah ini. Hasil keluaran dibawah ini merupakan debit banjir rencana untuk periode ulang 3 tahun.



Gambar 10. Hasil simulasi HEC-HMS
 Sumber : Hasil Perhitungan

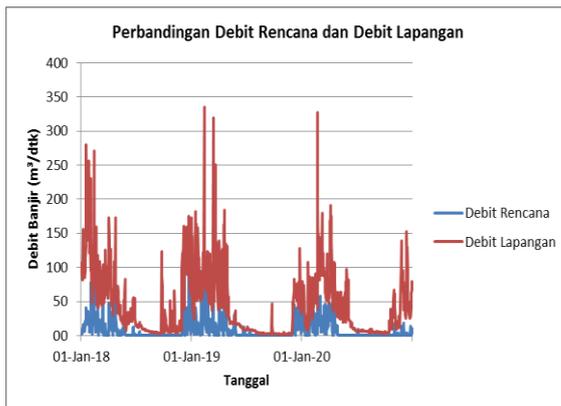


Gambar 11. Grafik Hidrograf aliran Sub-DAS Joyo
 Sumber : Hasil Perhitungan

Adapun hasil dari Simulasi model HEC-HMS untuk tahun 2018 sampai tahun 2020 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.16 di atas. Didapatkan debit puncak hasil simulasi model sebesar 111.7 m³/dt dan total volume outflow sebesar 7065.94 mm dengan waktu debit puncak terjadi pada tanggal 23 Februari 2019.

4.11. Kalibrasi Model

Untuk tahapan awal pengujian, dilakukan kalibrasi model berdasarkan data hujan dan data debit terukur pada tahun 2018 sampai 2020. Kalibrasi yang dilakukan berdasarkan parameter yang terdapat pada basin model yaitu nilai initial abstraction, curve number, dan time lag. Dari parameter yang ada pertama dipilih parameter-parameter awal yang digunakan sebagai *initial condition*. Dalam penelitian ini untuk variabel bebas di tentukan adalah nilai curve number dan initial abstraction sedangkan variable terikatnya adalah time lag. Data kalibrasi tersebut dapat diamati untuk kerja model dengan melihat perbedaan debit observasi dan debit teoritis.



Gambar 12. Grafik perbandingan debit rencana dan debit lapangan.

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisa metode HEC-HMS didapatkan debit puncak hasil simulasi model sebesar 111.7 m³/dt dan total *volume outflow* sebesar 7065.94 mm dengan waktu debit puncak terjadi pada tanggal 23 Februari 2019. Sedangkan untuk debit lapangan hasil pembacaan AWLR rowotamtu didapatkan debit puncak sebesar 335,5 m³/dt dan total *volume outflow* sebesar 37046,87 mm dengan waktu debit puncak terjadi pada tanggal 13 Februari 2019.

4.12. Rekapitulasi Hasil Kalibrasi

Adapaun hasilnya ditunjukkan dalam tabel-tabel berikut ini :

Tabel 10. Rekapitulasi Kalibrasi

no	Percobaan	Uraian			Koefisien Korelasi	Kesalahan Relatif	Faktor Koreksi
		CN	la	Lag time			
1	1	39.180	3.105	142.417	0.718	0.810	26.304
2	2	49.180	2.067	142.417	0.726	0.806	26.377
3	3	59.180	1.380	142.417	0.731	1.244	26.427
4	4	69.180	0.891	142.417	0.734	1.246	26.463
5	5	79.180	0.526	142.417	0.736	1.248	26.491
6	6	89.180	0.243	142.417	0.738	1.250	26.512

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan perbandingan dari beberapa percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel diperoleh kesimpulan pada percobaan ke-6 yang mempunyai koefisien korelasi yang paling tinggi (0,738) dengan kesalahan relatif sebesar 1,250 dan nilai faktor koreksi sebesar 26,512.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisa metode HEC-HMS didapatkan karakteristik pola aliran sungai yaitu pola Radial karena berdasarkan aliran yang berasal dari titik ketinggian pegunungan Argopuro dan menyebar ke segala arah dengan debit puncak hasil simulasi model sebesar 111.7 m³/dt dan total volume outflow sebesar 7065.94 mm dengan waktu debit puncak terjadi pada tanggal 23 Februari 2019.
2. Untuk keperluan perhitungan debit banjir menggunakan metode HEC-HMS pada wilayah Sub DAS Joyo yang berlokasi di Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember diambil dari data yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang paling tinggi. Besaran parameter yang disarankan adalah sebagai berikut :
 - a) Curve Number : 89,180
 - b) Initial Abstraction : 0.243 mm
 - c) Lag Time : 142.417 menit
3. Dari hasil kalibrasi yang didapat pada pemodelan hidrologi di Aplikasi HEC-HMS selama 3 tahun dengan percobaan sebanyak 6 kali, didapatkan hubungan debit banjir antara metode HEC-HMS dan AWLR pada percobaan ke-6 mempunyai nilai koefisien korelasi tertinggi yaitu sebesar 0,738 dengan kesalahan relatif sebesar 1,250 dan nilai faktor koreksi sebesar 26,512.

5.2. Saran

1. Untuk memperoleh nilai-nilai akurasi yang lebih baik, maka perlu verifikasi data seperti data hujan dan data debit.
2. Sebagai pembanding dalam perhitungan debit banjir rencana perlu dilakukan kalibrasi menggunakan metode yang lain. Sehingga pada suatu wilayah tertentu dapat ditentukan metode yang lebih cocok dalam perhiungan debit banjir rencana.
3. Untuk ketepatan kalibrasi maka perlu digunakan data debit lapangan atau pembacaan alat AWLR dengan kurun waktu lebih panjang dan menggunakan peta sub-DAS yang lebih besar lagi yang mempunyai aliran yang sama yaitu menuju ke arah alat AWLR Rowotamtu.

4. Untuk mendapatkan nilai CN yang lebih tepat, penggunaan peta tata guna lahan sebaiknya menggunakan peta terbaru.

6. DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air; KAJIAN MODEL PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TERPADU.

A. N. (2018). Identifikasi Perubahan Tata Guna Lahan DAS Bedadung Kabupaten Jember menggunakan Citra Satelit Landsat-8.

F. A. (2018). ANALISIS BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK SNYDER DAN SCS (SOIL CONSERVATION SERVICES) DAS DELI.

F. C. (2019, Juni 13). Dipetik April 15, 2021, dari FORESTER CT: [https://foresteract.com/curah-hujan/#:~:text=Definisi%20curah%20hujan%20atau%20yang,tertentu%20dalam%20satuan%20waktu%20tertentu.&text=Curah%20hujan%20merupakan%20jumlah%20air,mm\)%20di%20atas%20permukaan%20horizontal](https://foresteract.com/curah-hujan/#:~:text=Definisi%20curah%20hujan%20atau%20yang,tertentu%20dalam%20satuan%20waktu%20tertentu.&text=Curah%20hujan%20merupakan%20jumlah%20air,mm)%20di%20atas%20permukaan%20horizontal).

Istiarto. (2014, Januari 14). Dipetik April 14, 2021, dari Istiarto: <https://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/2014/01/hec-ras-atau-hec-hms/>

N. A., & N. A. (t.thn.). PEMODELAN HUJAN-DEBIT MENGGUNAKAN MODEL HEC- HMS DI DAS SAMPEAN BARU.

Pedoman HEC-HMS 3.5. (2014). Semarang.