



## ANALISIS HIDROLOGI ALIRAN *RUN-OFF* MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HEC-HMS 4.11 (STUDI KASUS DI FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS LAMPUNG)

Abdul Rohman Hernada <sup>a\*</sup>, Riki Chandra Wijaya <sup>b</sup>, Ofik Taufik Purwadi<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

<sup>b</sup> Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

<sup>c</sup> Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

### HIGHLIGHTS

- Pemodelan hidrologi merupakan model matematik yang digunakan untuk mensimulasikan water balance dalam suatu DAS.
- Model HEC-HMS dirancang untuk mensimulasikan proses hujan menjadi limpasan dan proses routing pada suatu sistem DAS.

### INFO ARTIKEL

*Kata kunci:*  
Analisis Hidrologi  
HEC-HMS 4.11  
Universitas Lampung

### ABSTRAK

Banjir dapat terjadi jika kapasitas penampang saluran tidak dapat menampung debit aliran permukaan. Banjir dapat dikendalikan dengan cara memperhitungkan kapasitas penampang saluran yang dibutuhkan agar luapan debit dari saluran tidak terjadi. Analisis hidrologi merupakan bagian awal dalam perancangan bangunan air. Analisis Hidrologi yang digunakan pada penelitian ini merupakan pemodelan aliran run-off menggunakan perangkat lunak HEC-HMS 4.11. Lokasi penelitian dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Lampung, lokasi ini diambil karena dikala debit puncak terjadi terdapat beberapa area yang mengalami luapan akibat ketidakmampuan saluran dalam mengalirkan debit hujan dengan optimal. Berdasarkan perhitungan dapat disimpulkan bahwa hasil analisa perhitungan selisih debit antara debit simulasi dengan debit terukur memiliki nilai persentase tidak lebih dari 1%, sehingga model simulasi hidrologi dapat dilanjutkan untuk menghitung prediksi debit kala ulang. Kemudian hasil analisa pemodelan menggunakan software HEC-HMS diperoleh debit puncak untuk periode kala ulang 5 tahun sebesar 1,103 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 10 tahun sebesar 1,319 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 25 tahun sebesar 1,595 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 50 tahun sebesar 1,801 m<sup>3</sup>/s dan untuk periode ulang 100 tahun sebesar 2.006 m<sup>3</sup>/s.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

\* Penulis koresponden.

Alamat E-mail: [abdulroh077@gmail.com](mailto:abdulroh077@gmail.com)

Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

### 1. Pendahuluan

Presipitasi merupakan bagian dari siklus hidrologi presipitasi merupakan proses jatuhnya material dari atmosfer ke permukaan bumi dalam bentuk cair maupun padat salah satu jenis dari presipitasi adalah hujan. Hujan memiliki manfaat bagi mahluk hidup di bumi, hujan juga memiliki potensi bencana apabila jumlah dan sebarannya tidak dapat dikendalikan. Salah satu dampak negatif dari hujan yang terjadi adalah banjir.

Banjir dapat terjadi jika kapasitas penampang saluran tidak dapat menampung debit aliran permukaan. Banjir memiliki dampak negatif yang cukup besar kerugian yang dapat terjadi seperti, kerugian jiwa, infrastruktur serta perekonomian. Peluang terjadinya banjir dapat dikendalikan dengan cara penggunaan penutupan lahan yang tepat serta memperhitungkan kapasitas penampang saluran yang dibutuhkan agar luapan debit dari saluran tidak terjadi. Salah satu wilayah yang mengalami permasalahan anantara debit aliran permukaan terhadap kapasitas saluran adalah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan analisis hidrologi.

Analisis hidrologi merupakan bagian awal dalam perancangan bangunan air. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan debit banjir rencana pada suatu perancangan bangunan air. Data yang diperlukan dalam analisis hidrologi diantaranya data curah hujan dan data

penggunaan penutupan luas lahan. Dengan adanya hasil analisis hidrologi maka dalam menentukan kapasitas saluran air pada wilayah Fakultas Teknik Universitas Lampung dapat meminimalisir terjadinya banjir. Analisis Hidrologi yang digunakan pada penelitian ini merupakan pemodelan aliran *run-off* menggunakan perangkat lunak HEC-HMS 4.11.

Pada penelitian ini menggunakan model HEC-HMS. Model HEC-HMS dirancang untuk mensimulasikan proses hujan menjadi limpasan dan proses routing pada suatu sistem DAS [4]. HEC-HMS atau *Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System* adalah model hidrologi yang dikembangkan oleh USACE-HEC. Untuk dapat menirukan perilaku aliran di dalam sistem DAS, model HEC-HMS memerlukan penyesuaian parameter model yang disebut dengan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan terhadap parameter-parameter model dengan mengevaluasi kemiripan hasil simulasi dan data observasi [9].

**2. Metode Penelitian**

**2.1. Curah Hujan**

Intensitas hujan merupakan volume hujan tiap satuan waktu. Intensitas hujan memiliki tingkatan yang berbeda-beda, tergantung dari jumlah frekuensi terjadinya dan berapa lama curah hujan terjadi. Dalam perhitungan curah hujan ada beberapa metode yang dapat digunakan yaitu metode rata-rata aritmatika (aljabar), metode polygon thiessen dan metode isohyet [3].

Analisis frekuensi merupakan hasil rangkaian analisis hidrologi. Dalam analisis frekuensi ada beberapa parameter yang harus diperhitungkan yaitu nilai rata-rata ( $\bar{X}$ ), standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck) [12].

- a. Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \tag{1}$$

Dimana  $\bar{X}$  = nilai rata - rata curah hujan (mm),  $X_i$  = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke - i (mm), n = jumlah data curah hujan.

- b. Standar deviasi ( $S_d$ )

Standar deviasi adalah rumus untuk mengukur besarnya nilai penyebaran pada nilai rerata. Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \tag{2}$$

Dimana Sd = standar deviasi curah hujan (mm),  $\bar{X}$  = nilai rata - rata curah hujan (mm),  $X_i$  = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke - i (mm), n = jumlah data curah hujan.

- c. Koefisien variasi

Menurut Triatmodjo (2009) "koefisien variasi (*coefficient of variation*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata - rata dari suatu sebaran".

$$Cv = \frac{S_d}{\bar{X}} \tag{3}$$

Dimana Cv = koefisien variasi curah hujan, Sd = standar deviasi curah hujan (mm),  $\bar{X}$  = nilai rata - rata curah hujan (mm).

- d. Koefisien *skewness*

Menurut Triatmodjo (2009) "koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi" [16]. Berikut persamaan koefisien kemencengan:

$$Cs = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \tag{4}$$

Dimana Cs = koefisien kemencengan curah hujan,  $\bar{X}$  = nilai rata - rata dari data sampel curah hujan (mm),  $X_i$  = curah hujan ke - i (mm), n = jumlah data curah hujan.

- e. Koefisien *kurtosis*

Koefisien *kurtosis* digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi, dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S_d^4} \tag{5}$$

Dimana Ck = koefisien kurtosis curah hujan, n = jumlah data curah hujan,  $X_i$  = curah hujan ke - i (mm),  $\bar{X}$  = nilai rata - rata dari data sampel (mm),  $f_i$  = nilai frekuensi variat ke - i, Sd = standar deviasi (mm).

Terdapat beberapa jenis metode sebaran digunakan dalam perencanaan banjir yaitu Gumbel, Log-Pearson III, Log-Normal, dan Normal.

Tabel 1. Nilai parameter jenis metode sebaran

	Gumbel	Log-Person III	Log Normal	Normal
Parameter	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,40	Cs ≠ 0 Cv ≈ 0,3	Cs ≈ 1,14 Ck ≈ 5,38	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3

**2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu kawasan atau wilayah yang memiliki fungsi hidrologi. Aliran sungai atau sungai merupakan komponen utama dari daerah aliran sungai yang dapat diartikan sebagai jumlah air yang mengalir dari darat menuju laut, sehingga sungai adalah suatu lintasan yang dilalui air yang berasal hulu menuju kearah hilir (muara).

**2.3. Metode Gumbel**

Metode Gumbel merupakan salah satu perhitungan jenis distribusi hujan yang dapat digunakan untuk menghitung debit rancangan kala ulang [18]. Dalam analisa metode gumbel terdapat beberapa parameter yang perlu diperhitungkan. Parameter tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

- a. Mengitung nilai 1/a

$$\frac{1}{a} = \frac{S_d}{S_n} \tag{6}$$

Dimana  $S_d$  = nilai standar deviasi (mm),  $S_n$  = *reduced standar deviation*.

b. Mengitung nilai  $b$

$$b = \bar{X} - \frac{Y_n S_d}{S_n} \quad (7)$$

Dimana  $\bar{X}$  = nilai rata-rata curah hujan (mm),  $S_d$  = nilai standar deviasi (mm),  $Y_n$  = *reduced mean*.

c. *Reduced Variate* ( $Y_t$ )

$$Y_t = -\ln \left[ \ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right] \quad (8)$$

Dimana  $T_r$  = periode kala ulang (tahun).

d. Hujan rancangan

$$X_t = b + \frac{1}{a} Y_t \quad (9)$$

Dimana  $X_t$  = nilai hujan rancangan kala ulang (mm),  $Y_t$  = nilai *reduced variate*,  $b$  = nilai hasil persamaan (7),  $\frac{1}{a}$  = nilai hasil persamaan (6)

Dimana  $T_c$  = Waktu konsentrasi,  $L$  = Panjang sungai,  $CN$  = *Curve number*,  $S$  = Parameter retensi,  $T_{lag}$  = Perbedaan waktu antara pusat massa dari kelebihan curah hujan dan puncak dari unit hidrograf.

2. *Meteorological model manager* digunakan untuk menampilkan serta memasukkan komponen nilai batas meteorologi pada *subbasin*.
3. *Control specification manager* digunakan untuk mengatur rentang waktu simulasi, waktu mulai perhitungan dan waktu akhir simulasi.
4. *Time-series data manager* digunakan untuk memasukkan data yang diperlukan seperti data curah hujan serta debit

Terdapat beberapa unsur yang digunakan dalam komponen HEC-HMS yaitu *subbasin, reach, junction, source, sink, reservoir* dan *diversion*. Agar hasil pemodelan memiliki keakuratan tinggi maka diperlukan untuk model hidrologi hasil HEC-HMS dikalibrasi. Data yang diperlukan pada proses kalibrasi merupakan data curah hujan limpasan hasil pengamatan. Apabila hasil model sesuai dengan nilai teramati dari pengukuran maka model memiliki tingkat keakuratan tinggi [2], [17].

## 2.4 HEC-HMS

HEC-HMS bertujuan untuk mensimulasikan proses hidrologi berdasarkan hujan dan karakteristik suatu DAS yang dijadikan sebagai input [10]. Komponen yang dapat digunakan dalam HEC-HMS untuk melakukan pemodelan yaitu:

1. *Basin model manager* merupakan komponen yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi fisik suatu DAS, input yang diperlukan seperti luas area, *initial abstraction, curve number, impervious dan lag time* [21]. Parameter tersebut diisi menggunakan persamaan - persamaan sebagai berikut:

a. Persamaan untuk parameter retensi (S) seperti pada persamaan (10 dan 11) [17].

$$I_a = 0.2S \quad (10)$$

Dimana  $I_a$  = Kehilangan mula-mula (*initial abstraction*),  $S$  = Kemampuan penyimpanan maksimum

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN} \quad (11)$$

Dimana  $S$  = Parameter retensi,  $CN$  = *Curve number*

b. Persamaan untuk *curve number composite* seperti pada persamaan (9) [17].

$$CN = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \quad (12)$$

Dimana  $CN$  = *Curve number*,  $A$  = Luas area subDAS

c. Persamaan untuk Lag Time ( $T_{lag}$ ) untuk menghitung perbedaan waktu antara pusat masa dari kelebihan curah hujan dan puncak unit hidrograf [17], seperti pada persamaan (10 dan 11).

$$T_c = \frac{100L^{0.8} \left[ \frac{1000}{CN} - 9 \right]^{0.7}}{1900S^{0.5}} \quad (13)$$

$$T_{lag} = 0,6T_c \quad (14)$$

Tabel 2. Batasan nilai parameter kalibrasi-validasi model HEC-HMS

No	Model	Parameter	Min	Max
1	<i>Initial and constant-rate loss</i>	<i>Initial loss</i>	0 mm	500 mm
		<i>Constant loss rate</i>	0 mm/hr	300 mm/hr
2	<i>SCS Loss</i>	<i>Initial abstraction</i>	0 mm	100 mm
		<i>Curve number</i>	1	100
3	<i>Green and Ampt loss</i>	<i>Moisture deficit</i>	0	1
		<i>Hydraulic conductivity</i>	0	250
		<i>Wetting front suction</i>	mm/mm	mm/mm
4	<i>Deficit and constant-rate loss</i>	<i>Initial deficit</i>	0 mm	500 mm
		<i>Maximum deficit</i>	0 mm	500 mm
		<i>Deficit recovery factor</i>	0,1	5
5	<i>Clark's UH</i>	<i>Time of concentration</i>	0,1 hr	500 hr
		<i>Storage coefficient</i>	0 hr	150 hr
6	<i>Snyder's UH</i>	<i>Lag</i>	0,1 hr	500 hr
		<i>Cp</i>	0	1,0
7	<i>Kinematic wave</i>	<i>Lag</i>	0,1 min	30000 min
8	<i>Baseflow</i>	<i>Manning's n</i>	0	1
		<i>Initial baseflow</i>	0 m3/s	100000 m3/s
		<i>Recession factor</i>	0,000011	-
9	<i>Muskingum routing</i>	<i>K</i>	0,1 hr	150 hr
		<i>X</i>	0	0,5
		<i>Number of steps</i>	1	100
10	<i>Kinematic wave routing</i>	<i>N-value factor</i>	0,01	10
11	<i>Lag routing</i>	<i>Lag</i>	0 min	30000 min

2.4.1. Perhitungan Hujan Rata-rata dengan HEC-HMS

Pengukuran hujan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Berikut ini tabel penjelasan cara pengukuran hujan [1], [11].

Tabel 3. Cara Pengukuran Hujan

Pilihan	Kategori
<b>Manual</b>	Pengukuran ini dibaca oleh orang yang mengamati. Seringnya pengukuran seperti ini dibaca perhari, jadi informasi detail tentang distribusi sementara curah hujan jangka pendek tidak tersedia.
Pilihan	Kategori
<b>Stasiun Hidrometri eorologi observasi otomatis</b>	Pengukuran tipe ini mengamati dan mencatat hujan secara otomatis. Contohnya adalah menggunakan logger. Dengan pengukuran ini, distribusi sementara bisa diketahui. Pada HECHMS User's Manual, Pengukuran yang mana distribusi sementara diketahui disebut sebagai recording gage.
<b>Stasiun Hidrometri eorologi observasi telemetri</b>	Pengukuran tipe ini mengamati dan mengirimkan curah hujan secara otomatis, tapi tidak menyimpannya secara lokal. Contohnya adalah alat pengukur hujan otomatis tipe <i>tipping bucket</i> .
<b>Stasiun Hidrometri eorologi observasi telemetri otomatis</b>	Tipe pengukuran ini mengamati, merekam dan mengirim secara otomatis.

2.4.2. Perhitungan Volume Limpasan dengan HEC\_HMS

Didalam pemodelan HEC-HMS ini, terdapat beberapa metode perhitungan limpasan (*runoff*) yang dapat kita gunakan yaitu [19];

1. *The initial and constant-rate loss model,*
2. *The deficit and constant-rate loss model,*
3. *The SCS curve number (CN) loss model (composite or gridded)*
4. *The Green and Ampt loss model.*

2.4.3. 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 [5]. Model-perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P_e = \frac{(P-1a)^2}{P-1a+S} \tag{12}$$

Dimana  $P_e$  = Hujan kumulatif pada waktu  $t$ ,  $P$  = Kedalaman hujan kumulatif pada waktu  $t$ ,  $QR$  = 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:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1000-10CN}{CN} \text{ (English unit)} \\ \frac{25400-254CN}{CN} \text{ (SI)} \end{array} \right\} \tag{13}$$

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) [20], [14]. Nilai CN-diambil berdasarkan Tabel 4.

Tabel 4. Nilai CN untuk beberapa tataguna lahan

Jenis Tataguna Lahan	Tipe Tanah			
	A	B	C	D
Tanah				
1. Dengan konversi	72	81	88	91
2. Tanpa konversi	62	71	78	81
Padang rumput				
1. Kondisi jelek	68	79	86	89
2. Kondisi baik	39	61	74	80
Padang rumput : kondisi baik	30	58	71	78
Tempat terbuka, halaman rumput, lapangan golf, kuburan, dsb.	39	61	74	80
1. Kondisi baik : rumput menutup 75%	49	69	79	84
2. Kondisi sedang : rumput menutup 50%-75% luasan				
Daerah perniagaan dan bisnis (85% kedap air)	89	92	94	95
Daerah industri (72% kedap air)	81	88	91	93
Pemukiman				
Luas air		% kedap		
	77	85	90	92
1/8 acre atau kurang	65	61	75	83
1/4 acre	38	57	72	81
1/3 acre	30	54	70	80
1/2 acre	25	51	68	79
1 acre	20	48	65	76
Tempat parkir, atap, jalan mobil (di halaman)				
Jalan				
1. Perkerasan dengan drainase	98	98	98	98
2. Kerikil	76	85	89	91
3. Tanah	72	82	87	89

2.4.4. Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Pada HEC-HMS terdapat beberapa metode penelusuran hujan, diantaranya:

a. *Muskingum*

*Muskingum* digunakan sebagai penelusuran untuk suatu sungai (*River Reach*) tertentu, atau sebuah *reservoir*. Pada model ini, diperlukan informasi tentang hubungan antara tinggi muka air dan tampungan, atau hubungan antara debit dan tampungan [7], [13].

b. *Modified Puls*

*Modified Puls* juga dikenal sebagai penelusuran tampungan (*Reservoir*) atau penelusuran kolam datar. Model ini juga memerlukan data aliran masuk dan aliran keluar, sehingga dapat dihitung perubahan tampungan, yang

berarti total tampungan dapat dihitung. Dengan diketahuinya total tampungan, maka elevais muka air dapat diketahui yang selanjutnya debit yang keluar dari ambang *spillway* dapat dihitung.

c. *Lag*

Model *Lag* merupakan model yang paling sederhana. Model ini biasa digunakan pada saluran drainase perkotaan [15]. Model *lag* adalah kasus khusus model lainnya karena hasilnya bisa diduplikasi jika parameter model lain dipilih dengan hati-hati.

d. *Kinematic Wave*

*Kinematic Wave* merupakan salah satu pendekatan secara hidrolis. Penelusuran banjir secara hidrolis bersandar pada 3 asumsi, yakni:

- 1) Kerapatan airnya secara konstan
- 2) Panjang sungai yang dipengaruhi oleh gelombang banjirnya lebih besar beberapakali dibandingkan kedalaman alirannya
- 3) Alirannya secara hakiki berdimensi satu.

3. Hasil dan Pembahasan

Denilansi dan karakteristik lokasi penelitian pada kawasan Fakultas Teknik Universitas Lampung. Delinasi didasarkan oleh arah masuk serta keluarnya aliran air pada saluran yang ada di sekitar lokasi penelitian. Kemudian didapatkan, luas sebesar 0,0832 km<sup>2</sup> dan panjang saluran utama 0,347 km.

3.1. Pola Waktu Tempuh

Pada penilitan ini data hujan diambil melalui situs online BMKG, stasiun hujan yang dipakai adalah Stasiun Meteorologi Radin Inten II.

Tabel 5. Curah hujan harian maksimum

No.	Tanggal	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	02 Februari 2013	161.0
2	02 November 2021	151.0
3	11 Maret 2018	115.5
4	10 Maret 2014	102.0
5	17 Februari 2016	96.0
6	29 Desember 2019	93.0
7	25 Maret 2020	89.0
8	21 Februari 2017	87.5
9	26 Desember 2015	78.7
10	09 Januari 2022	67.5

(Sumber: Hasil analisa)

Setelah itu perhitungan dilanjutkan dengan metode Gumbel. Berikut perhitungan analisa hidrologi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan sebaran distribusi data hidrologi

No.	R terurut	(R- $\bar{R}$ )	(R- $\bar{R}$ ) <sup>2</sup>
1	161.0	56.88	3235.334
2	151.0	46.88	2197.734
3	115.5	11.38	129.504
4	102.0	-2.12	4.494
5	96.0	-8.12	65.934
6	93.0	-11.12	123.654
7	89.0	-15.12	228.614
8	87.5	-16.62	276.224
9	78.7	-25.42	646.176
10	67.5	-36.62	1341.024
<b>Σ</b>	<b>1041.2</b>	<b>0.00</b>	<b>8248.696</b>

(Sumber: Hasil Analisa)

Berikut perhitungan analisa hidrologi dengan metode gumbel:

a. Curah hujan rata rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{1041.20}{10}$$

$$\bar{X} = 104,12 \text{ mm}$$

b. Standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{8248.696}{9}}$$

$$Sd = 30,274 \text{ mm}$$

c. Menentukan nilai Sn dan Yn, penentuan besaran nilai Sn dan Yn dapat dilihat pada Lampiran B. Berdasarkan tabel diperoleh nilai Sn sebesar 0,9497, dan nilai Yn sebesar 0,4952.

d. Menentukan nilai 1/a

$$\frac{1}{a} = \frac{Sd}{Sn}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{30,274}{0,9497}$$

$$\frac{1}{a} = 31,878$$

e. Menentukan nilai b

$$b = \bar{X} - \frac{Yn \times Sd}{Sn}$$

$$b = 1041,20 - \frac{0,4952 \times 30,274}{0,9497}$$

$$b = 88,334$$

3.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rancangan ini berdasarkan periode kala ulang yang direncanakan yaitu untuk kala ulang 5,10,25,50 dan 100 tahun. Perhitungan curah hujan rancangan



untuk kala ulang 5 tahun dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

a. *Reduced Variate* (Yt)

$$Y_t = -\ln - \left[ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right]$$

$$Y_t = 1.500$$

b. Hujan rancangan periode ulang 5 tahun.

$$X_5 = b + \frac{1}{a} \times Y_t$$

$$X_5 = 88,334 + (31,878 \times 1.500)$$

$$X_5 = 136,163 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan curah hujan rancangan periode ulang lainnya dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil perhitungan hujan rancangan

Periode Ulang (T)	Reduced Variate (Yt)	XT (mm)
5	1.500	136.163
10	2.251	160.091
25	3.199	190.320
50	3.903	212.746
100	4.601	235.009

(Sumber: Hasil Analisa)

### 3.3. Pemodelan Hidrologi Menggunakan HEC-HMS

Komponen dalam HEC-HMS yang digunakan berupa *basin models, meteorologic models, control specifications dan time series data.*

Tabel 8. Luas masing-masing subbasin

No.	Nama Subbasin	Luas (km <sup>2</sup> )
1	Area Lab Mektan	0.039
2	Gedung E, FEB	0.024
3	FEB	0.020

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 9. Data pada basin models manager

Elemen	CN	L (km)	Imperviou: (%)	S	la (mm)	Tc (jam)	Tlag (jam)
Area Lab Mektan	85	0.19	70	44.8	8.965	0.074	0.044
Gedung E	85	0.19	70	44.8	8.965	0.074	0.044
FEB	85	0.16	70	44.8	8.965	0.039	0.013

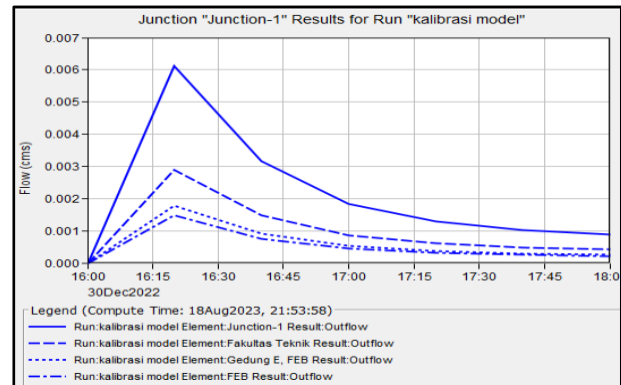
(Sumber: Hasil Analisa)

c. *Kalibrasi Model*

Perhitungan kalibrasi dilakukan dengan maksud sebagai proses pengecekan hasil dari pemodelan yang dilakukan pada perangkat lunak HEC-HMS terhadap data terukur di lapangan. Proses kalibrasi ini juga untuk mengetahui kesesuaian estimasi data yang kita gunakan dengan nilai parameter yang sebenarnya di lapangan. Hasil dari pengukuran debit di lapangan didapat nilai debit sebesar

0.00616 m<sup>3</sup>/s, sedangkan nilai puncak yang didapat dari pemodelan hidrologi dengan menggunakan data hujan pada tanggal yang sama saat melakukan pengukuran menunjukkan nilai sebesar 0.00613 m<sup>3</sup>/s. Dengan adanya kedua nilai tersebut dapat dikatakan pemodelan yang dilakukan memiliki selisih nilai yang sedikit dan mendekati debit terukur di lapangan. Hidrograf hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Hidrograf kalibrasi model (Sumber: Hasil Analisa)



Nilai hasil kalibrasi perlu dilakukan pengecekan untuk melihat besar persentase selisih agar memastikan bahwa simulasi yang dilakukan tepat sasaran. Adapun perhitungan persentase selisih antara debit hasil simulasi dengan debit terukur di lapangan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$KR = \frac{X_m - X_e}{X_e} \times 100\%$$

$$KR = \frac{0,00616 - 0,00613}{0,00613} \times 100\%$$

$$KR = 0,6\%$$

Hasil perhitungan persentase selisih antara debit simulasi dengan debit terukur mendapatkan nilai kurang dari 1%, dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa simulasi yang telah dilakukan memiliki nilai akurasi yang cukup baik. Dengan kesimpulan tersebut simulasi dapat dilanjutkan untuk tahap selanjutnya yaitu prediksi debit periode ulang menggunakan perangkat lunak HEC-HMS.

### 3.4 Prediksi Debit Periode Ulang Hasil Simulasi

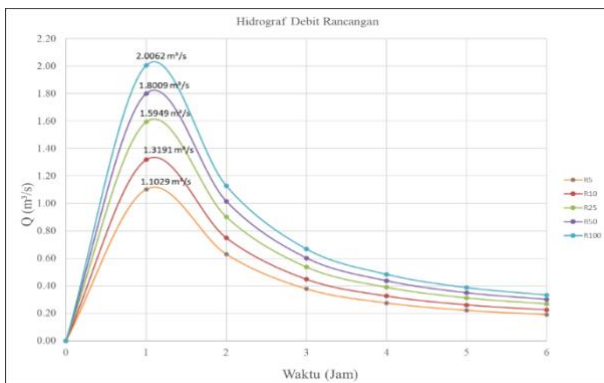
Hasil pemodelan pada penelitian ini berupa hidrograf banjir rencana, periode ulang yang digunakan adalah kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan kala ulang 100 tahun. Pengamatan periode ulang yang dilihat pada elemen *junction-1* disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 15. Hasil simulasi prediksi debit periode ulang

Waktu (Jam)	Q (m <sup>3</sup> /s) periode ulang				
	5	10	25	50	100
0	0	0	0	0	0
1	1.1029	1.3191	1.5949	1.8009	2.0062
2	0.6293	0.7495	0.9020	1.0155	1.1284
3	0.3774	0.4478	0.5369	0.6029	0.6684
4	0.2751	0.3257	0.3895	0.4368	0.4837
5	0.2208	0.2612	0.3120	0.3496	0.3869
6	0.1905	0.2252	0.2688	0.3011	0.3333

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari hasil data simulasi debit periode ulang yang telah dilakukan dapat disajikan dalam bentuk grafik hidrograf seperti yang terlihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Hidrograf hasil simulasi  
(Sumber: Hasil Analisa)

Pada grafik hidrograf di atas menunjukkan bahwa besaran nilai debit puncak yang didapat dari hasil simulasi periode ulang 5,10,25,50 dan 100 tahun. Dengan adanya nilai hasil penelitian ini yaitu berupa debit kala ulang untuk daerah Fakultas Teknik Universitas Lampung, diharapkan dapat bermanfaat untuk bahan pertimbangan dalam proses pengembangan ataupun perbaikan drainase dimasa yang akan datang.

### 3.5. Perbandingan Terhadap Penelitian Sebelumnya

Penelitian pada lokasi studi kasus yang sama yaitu dilingkungan Fakultas Teknik dan area sekitarnya pernah dilakukan oleh saudara Jamaludin yang telah selesai pada tahun 2018 dengan judul "Analisis Dan Perencanaan Sistem Drainase Di Lingkungan Universitas Lampung (Studi Kasus Zona I: Fakultas Teknik, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis, Fakultas Ilmu Sosial Dan Politik, Dan Fakultas Hukum). Universitas Lampung, Fakultas Teknik". Dari hasil penelitian sebelumnya menggunakan perhitungan aritmatik jenis distribusi metode Log Person III didapatkan hasil debit akumulasi untuk periode kala ulang 5 tahun sebesar  $0.8274 \text{ m}^3/\text{s}$  [8], sedangkan pada penelitian ini jenis distribusi yang digunakan adalah metode Gumbel dan diperoleh debit rancangan untuk priode kala ulang 5 tahun sebesar  $1.103 \text{ m}^3/\text{s}$ . Berdasarkan hasil kedua perhitungan menggunakan metode jenis distribusi yang berbeda, menunjukkan bahwa metode Gumbel lebih mampu memprediksi debit ekstrim yang mungkin terjadi pada lokasi penelitian dibandingkan menggunakan metode Log Person III. Dengan adanya kedua nilai hasil penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat bermanfaat untuk dijadikan sebagai bahan *refrensi* atau pertimbangan dikemudian hari dalam proses melakukan pengembangan maupun perbaikan desain saluran pada lokasi yang telah diteliti sebelumnya.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis diatas disimpulkan sebagai berikut:

### 4.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan dapat disimpulkan bahwa hasil analisa perhitungan selisih debit antara debit simulasi dengan debit terukur memiliki nilai persentase tidak lebih dari 1%, dengan nilai validasi yang didapatkan dapat dinyatakan bahwa parameter yang dimasukkan dalam pemodelan memiliki keandalan atau akurasi yang cukup tinggi dengan parameter yang sesungguhnya di lapangan.

2. Kemudian hasil analisa pemodelan menggunakan software HEC-HMS didapatkan debit puncak untuk periode kala ulang 5 tahun sebesar  $1,103 \text{ m}^3/\text{s}$ , kala ulang 10 tahun sebesar  $1,319 \text{ m}^3/\text{s}$ , kala ulang 25 tahun sebesar  $1,595 \text{ m}^3/\text{s}$ , kala ulang 50 tahun sebesar  $1,801 \text{ m}^3/\text{s}$  dan untuk periode ulang 100 tahun sebesar  $2.006 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 4.2 Saran

1. Pengukuran debit di lapangan dilakukan lebih dari satu kejadian hujan supaya mendapatkan nilai variabel perbandingan yang lebih banyak dan lebih luas.

2. Pengukuran debit di lapangan disarankan dilakukan saat kondisi hujan sedang lebat atau memiliki intensitas hujan yang lebih besar, agar mendapatkan nilai variabel perbandingan yang lebih baik.

3. Pemilihan stasiun hujan yang lebih dekat untuk mendapatkan nilai kalibrasi serta validasi model yang lebih akurat atau mendekati keadaan yang sebenarnya terjadi di lapangan.

## Daftar Pustaka

- [1] Aristiani, Widya. 2021. *Analisis Pengaruh Pembagian Sub-DAS Terhadap Debit Puncak dengan Menggunakan Software HEC-HMS*. Skripsi. Lampung : Universitas Lampung.
- [2] Anggraeni, Inneke Putri Dwi. 2018. *Dampak Perubahan Iklim dan Penutupan Lahan terhadap Respon Hidrograf Aliran Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibitung Menggunakan Model HEC-HMS*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [3] Ayu, Ayu 2021. *Pendugaan Debit Aliran Permukaan di Sub DAS Kampili dengan Menggunakan Model HEC-HMS*. Skripsi. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- [4] Fadhillah, Irma Noor, dan Umboro Lasminto. 2021. *Pemodelan Hujan-Debit DAS Kali Madiun Menggunakan Model HEC-HMS*. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil. Vol. 19 (3) : 361-368.
- [5] Faisal, Mochammad Nur. 2018. *Pemodelan Hujan Aliran Menggunakan Aplikasi HEC-HMS pada DAS Laweyan Kabupaten Pasuruan*. Skripsi. Jawa timur : Universitas Jember.
- [6] Handayani, Rury, Manyuk Fauzi, dan Andy Hendri.

2016. *Analisis Besaran Hidrograf Satuan Berdasarkan Karakteristik Daerah Aliran Sungai Siak*. Riau: Universitas Riau.
- [7] Hidayatullah, Muhammad Fajar, dan Noordiah Helda. (2023). *Flood Modelling Of Riam Kiwa Watershed Using Hec-Hms*. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan, 6(2).
- [8] Jamaludin. 2018. *Analisis Dan Perencanaan Sistem Drainase Di Lingkungan Universitas Lampung (Studi Kasus Zona I: Fakultas Teknik, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis, Fakultas Ilmu Sosial Dan Politik, Dan Fakultas Hukum)*. Universitas Lampung, Fakultas Teknik. Skripsi. Lampung : Univesitas Lampung.
- [9] Mulyadi, Rachmad, dkk. 2020. *Pemodelan Hidrologi dengan HEC-HMS di Sub-DAS Karangmumus Samarinda*. Jurnal Hutan Tropis. Vol. 4(1) : 20-29.
- [10] Munajad, Rifai. 2015. *Kajian Hujan-Aliran Menggunakan Model HEC-HMS di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro Wonogiri*, Jawa Tengah. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- [11] Nivitha, Mutya. 2018. *Analisis Hidrologi untuk Penentuan Debit Rancangan di Bendungan Way Besai*. Skripsi. Lampung : Universitas Lampung.
- [12] Pariartha, I. Putu Gustave Suryantara. 2021. *Analisis debit rencana tukad unda bagian hilir menggunakan HEC-HMS*. Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering, 12(2), 116-126.
- [13] Pratiwi, Dimas Tiara. 2011. *Analisis Hidrograf Aliran Menggunakan HEC-HMS (Studi Kasus; DAS Citarum Hulu)*. Bogor : Institut Teknologi Bogor.
- [14] Rachmayanti, Harfiah, Ratna Musa, dan Ali Mallombassi. 2022. *Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Dengan Menggunakan Software HEC HMS: Studi Kasus DAS Saddang*. Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur dan Sains, 1(1), 1-9.
- [15] Suadnya, Dewi Parwati. (2017). *Analisis debit banjir dan tinggi muka air banjir sungai sario di titik kawasan citraland*. Jurnal Sipil Statik, 5(3).
- [16] Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset : Yogyakarta.
- [17] U.S. Army Corps of Engineers, 2000. *Hydrologic Modeling System Technical Reference Manual*. Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual, (March),148.
- [18] Wijaya, Riki Chandra, dan Umboro Lasminto. 2016. *Modeling Bengawan Solo river to Predict the Area Inundation of Flood*. ARPN Journal. Vol. 11 (24) : ISSN 1819-6608.
- [19] Wiliya, Wiliya. 2022. *Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model HEC-HMS Di DAS Bengawan Solo Hulu*. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, 20(2), 193-198.
- [20] Zefri, Ricky. 2022. *Penerapan HEC-HMS Untuk Pendugaan Erosi Dan Sedimentasi Metode Musle Pada Waduk Paselloreng Di Kabupaten Wajo*. Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil, 6(2), 103-116.
- [21] Zulaeha, Sitti, dkk. 2020. *Prediksi Debit Aliran Sub-DAS Bantimurung Menggunakan Model HEC-HMS*. Jurnal Agritechno, 71-76.