

Pemilihan Debit Rencana dengan Metode Analisis pada DAS Lamasi

Andi Adillah Firstania Azis*, Siti Astchya Ananda Sofyan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar
[*andi.adillah@umi.aci.id](mailto:andi.adillah@umi.aci.id)

Diajukan : 20 Mei 2024, Revisi : 27 Mei 2024, Diterima : 12 Juni 2024

Abstract

Floods occur in Luwu Regency every year, especially in areas near the mouth of the Lamasi River. Flooding in the downstream areas and around the Lamasi River reduces the river's water capacity. The flood discharge levels Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , and Q_{100} can be predicted under these conditions due to the overflow of the Lamasi River. The purpose of this research is to determine which method is most suitable for calculating the planned discharge value according to the conditions of the Lamasi river basin area. Based on calculations performed using various methods, the Gamma 1 method was chosen to calculate the planned discharge based on the water surface elevation.

Keywords: Flood discharge plan, Der weduwen, Gama 1, Haspers, HSS ITB II

Abstrak

Banjir terjadi di Kabupaten Luwu setiap tahun, terutama di wilayah dekat muara Sungai Lamasi. Banjir di wilayah hilir dan sekitar Sungai Lamasi mengurangi kapasitas air sungai. Tingkat debit banjir Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , dan Q_{100} dapat diprediksi dalam kondisi ini karena meluapnya Sungai Lamasi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan metode mana paling sesuai untuk menghitung nilai debit yang direncanakan sesuai dengan kondisi lokasi daerah aliran sungai Lamasi. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan berbagai metode, metode Gamma 1 dipilih untuk menghitung debit yang direncanakan berdasarkan tinggi permukaan air.

Kata Kunci: Debit banjir rencana, Der weduwen, Gama 1, Haspers, HSS ITB II

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan peristiwa yang terjadi ketika air meluap dasar sungai. Banjir adalah peristiwa alam yang umum terkait dengan pergerakan air mengikuti siklus hidrologi yang dipengaruhi oleh rotasi Bumi dan panas matahari. Banjir terjadi ketika kapasitas saluran sungai terlampaui oleh aliran air yang melaluinya. Jumlah air yang mengalir ditentukan oleh curah hujan dan kemampuan tanah untuk menyerap air. Kabupaten Luwu di Sulawesi Selatan adalah daerah yang sering mengalami masalah banjir karena terdapat sebelas sungai besar di wilayah tersebut, termasuk Sungai Lamasi, Sungai Bajo, Sungai Suli, Sungai Larompong, Sungai Tamboe, Sungai Riwang, dan Sungai Siwa, yang meluap setiap tahun. Dengan demikian, disebabkan oleh aliran di saluran air yang melebihi debit banjir yang telah direncanakan sebelum pembangunan dilakukan. Ini adalah analisis yang menunjukkan bahwa sebagian besar debit yang direncanakan terjadi di suatu wilayah tertentu. Ini menunjukkan bahwa debit tertinggi dapat dilakukan tanpa mengganggu lingkungan dan stabilitas (Sarminingsih, 2018).

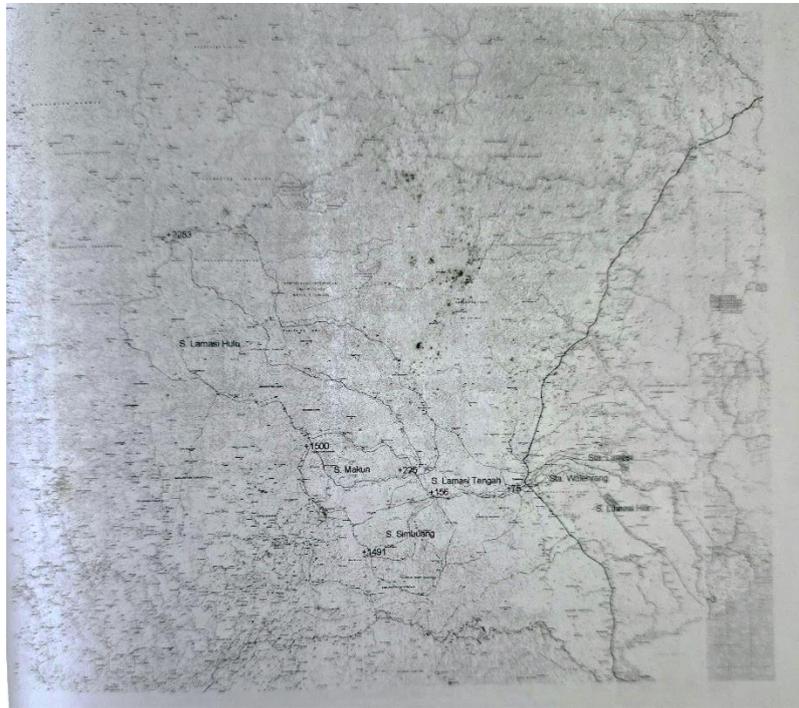
Analisa hidrologi dapat menentukan debit banjir direncanakan menggunakan metode empiris yang tersedia, metode HSS, dan analisis frekuensi Nilai debit yang direncanakan

akan menentukan dimensi hidraulik terkecil dari struktur air. Metode untuk menghitung debit banjir yang direncanakan bervariasi tergantung pada jumlah data curah hujan yang tersedia dan karakteristik daerah drainase (Kamiana, 2011) Luas area tangkapan air menentukan metode yang digunakan (Herison et al., 2018). Tujuan penelitian ini adalah menentukan metode mana paling sesuai untuk menghitung nilai debit yang direncanakan sesuai dengan kondisi lokasi daerah aliran sungai Lamasi.

2. METODE PENELITIAN

Dalam perencanaan bangunan hidrolika, analisis hidrologi bagian dari analisis awal. Hujan merupakan bagian komponen yang penting dari analisis hidrologi (Purba et al., 2021). Data banjir dapat diperoleh baik pengukuran manual maupun otomatis dari catatan tingkat air AWLR. Namun, jika catatan aliran banjir tidak mencukupi, data curah hujan yang memadai dapat digunakan untuk menentukan debit desain. Kemudian analisis debit banjir menggunakan beberapa metode, yaitu Gamma I, Haspers, HSS ITB II, dan Der Weduwen.

A. Lokasi Penelitian



Gambar 1 Peta Daerah Aliran Sungai Lamasi dan Sta Curah Hujan

Tabel 1. Karakteristik DAS Lamasi

luas DAS Lamasi	432,80	km ²
Ketinggian maks (Hmaks)	+2.283,00	m
Ketinggian terendah (Hmin)	3	m
Panjang sungai utama	76,43	km

Perhitungan Curah Hujan Rencana

Analisis frekuensi, Log Pearson III, dan kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 digunakan untuk menghitung jumlah hujan yang direncanakan. Kala ulang ini akan meningkat seiring dengan kala ulang yang lebih lama (Ardiansyah et al., 2022)

Analisis frekuensi digunakan untuk mengidentifikasi jenis distribusi frekuensi dan menentukan seberapa cocok suatu rangkaian data dengan sebaran tertentu (Gustave Suryantara Pariartha et al., 2021).

a) Metode Log Pearson Log Type III

Metode ini dapat memperhitungkan koefisien kepengcengan dan asimetris. Berikut ini adalah formula persamaan

1. Data diurutkan terkecil ke terbesar, ubah data (X_1, X_2, \dots, X_n) dalam bentuk logaritma ($\log X_1, \log X_2, \dots, \log X_n$)

2. Hitung nilai rerata

$$\log \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log X_i) \quad (1)$$

3. Untuk standar deviasi

$$S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2)$$

4. Untuk Koefisien kepengcengan

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2)(S_1)^3} \quad (3)$$

5. Untuk logaritma curah hujan

$$\log X = \log \bar{x} + G \cdot S_1 \quad (4)$$

6. Untuk anti log X

$$X = \text{anti log } X \quad (5)$$

keterangan :

Log x = logaritma data curah hujan /debit yang dicari

Log \bar{x} = logaritma rerata data curah hujan/debit(mm atau m³/dtk) tahun kei

G = konstanta Log Pearson Type III, berdasarkan Cs

S₁ = simpangan baku

Cs = koefisien kepengcengan

n = jumlah data curah hujan/debit(buah)

b) Metode Gumbell

$$X_t = X + S \cdot K \tag{6}$$

$$K = (Y_t - Y_n) / S_n \tag{7}$$

keterangan:

X_t = besarnya curah hujan rencana/debit(mm atau m^3/dtk)

X = harga rata-rata dari data curah hujan/debit (mm atau m^3/dtk)

S = simpangan baku

K = faktor frekuensi

Y_n = reduced mean sebagai fungsi dari banyak data (n)

S_n = reduced standart deviasi sebagai fungsi dari banyaknya data (n)

Y_t = reduced variate

c) Uji Kesesuaian Distribusi

Jika curah hujan yang direncanakan dilakukan dengan kedua metode, hasilnya akan bervariasi, jadi pengujian sangat penting untuk memastikan bahwa hasilnya konsisten. Uji kecocokan yang digunakan adalah uji chi-square (Uji X^2), yaitu:

$$X^2_{hit} = \frac{\sum(E_t - O_t)^2}{O_t} \tag{8}$$

keterangan :

X^2_{hit} = harga uji statistik

E_t = frekuensi yang diharapkan

O_t = frekuensi pengamatan

Debit Banjir Rencana dari Data Curah Hujan

Metode Gama I

$$Q_p = 0,1838 A^{0,5886} J N^{0,2381} T R^{-0,4008} \tag{9}$$

Langkah-langkah perhitungan :

$$T R = 0,43 (L/100 * S F)^3 + 1,0665 S I M + 1,2775 \tag{10}$$

$$T B = 27,4132 T R^{0,1457} S^{-0,0986} S N^{0,7344} R U A^{0,2574} \tag{11}$$

$$K = 0,5167 * A^{0,1798} S^{-0,1446} S F^{-1,0897} D^{0,0452} \tag{12}$$

Unit Hydrograph , Q_t

$$Q_t = Q_p e^{-(t/K)} \tag{13}$$

Untuk hidrograf turun, dimana $t > T R$

$$Q_t = Q_p \cdot (t/T R) \tag{14}$$

Untuk hidrograf naik ,dimana: $t \leq TR$

keterangan :

Q_p = Debit maksimum dengan kemungkinan T tahun (m^3/dt)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

JN = Pertemuan sungai

TR = Waktu naik, TR

K = Koefisien tampungan

L = Panjang sungai utama

W_u = $\frac{3}{4} L$

W_L = $\frac{1}{4} L$

Tk.1 = Panjang sungai selain

D = Kerapatan Drainase

S = Slope sungai

WF = Faktor lebar

RUA = Faktor daerah tangkapan

SIM = Faktor simetris

SF = Faktor Sumber

Tk1 = Jml.Pangsa Sungai

Tk = Jml.Pangsa Sungai Semua

SN = Frekuensi sumber

Q = Base flow

Metode Haspers

$$QT = q \cdot f \cdot \alpha \cdot \beta \quad (15)$$

keterangan :

QT = debit maksimum dengan kememungkinan T tahun (m^3/dt)

Q = intensitas hujan yang diperhitungkan ($m^3/km^2/dt$)

F = luas Daerah Pengaliran (km^2)

α = koefisien pengaliran (run off coefisien) dan

β = koefisien reduksi (reduction coefisien)

HSS CARA ITB II

Ada beberapa komponen pada analisis HSS-ITB sebagai berikut:

- 1) Tinggi hujan dan durasi yang biasanya diambil, $Tr = 1$ jam, tetapi dapat dipilih dalam durasi yang berbeda, misalnya 0,5 jam 10 menit sama dengan 1/6 jam.
- 2) Waktu penundaan (TL), waktu puncak (Tp), dan waktu dasar (Tb) dihitung dengan rumus standar Synder sebagai berikut:

$$T_L = Ct \cdot 0.81225L^{0.6} \quad (16)$$

Waktu puncak Tp dapat dihitung dengan cara berikut

$$T_p = T_L + 0.50T_r \quad (17)$$

T_b memiliki nilai tak berhingga (seperti yang dilakukan Nakayasu)

$$T_b = (10 s/d20)T_p \quad (18)$$

Selain itu, hidrograf satuan sintesis (HSS) ITB-2 telah dikembangkan

a) Lengkung naik ($0 \leq t \leq 1$) :

$$q(t) = t^\alpha \quad (19)$$

b) Lengkung turun ($t > 1 s/d\infty$) :

$$q(t) = \exp\{1 - t^{\beta C}\} \quad (20)$$

C_p = Koefisien debit puncak = 1

c) Debit puncak Hidrograf Satuan

$$Q_p = \frac{R \cdot A_{DAS}}{3,6T_p A_{HSS}} \quad (21)$$

Keterangan

debit puncak hidrograf satuan (m³/s), R = curah hujan satuan (1mm)

T_p = waktu puncak (jam)

A_{DAS} = luas DAS (km²) dan

A_{HSS} = Luas HSS

METODE DER WEDUWEN

Ketika area daerah tangkapan air kurang dari 100 km², metode ini dapat digunakan. Ini khusus untuk menghitung debit banjir dengan luas daerah tangkapan kurang dari 100 km². Metode Der Weduwen dapat digunakan sebagai acuan untuk menghitung debit banjir yang direncanakan guna mempersiapkan manajemen bencana banjir di sungai (Sylvia Lestari, 2016)

Rumus dari metode Der

$$Qt = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A \quad (22)$$

Dengan :

$$q_n = \frac{R_n \cdot 67.65}{240 t + 1.45} \quad (23)$$

$$\beta = \frac{120 + ((t+1)(t+9)) A}{120 + A} \quad (24)$$

$$\alpha = 1 - \frac{4.1}{\beta q_n + 7} \quad (25)$$

$$t = 0.25LQ^{-0.125} I^{-0.25} \quad (26)$$

Keterangan:

A : luas DAS (km²)

L : panjang sungai utama (km)

H1 : elevasi tertinggi pada DAS (+m)

H2 : elevasi pada site bangunan (+m)

R24 : curah hujan rencana (mm)

ΔH : perbedaan tinggi elevasi hulu dan site (m)

- I : rerata kemiringan sungai (mm)
 α : koefisien limpasan air hujan
 t : durasi (jam)
 β : koefisien pengurangan luas untuk curah hujan di daerah aliran sungai
 q_n : luasan curah hujan dengan periode ulang n tahun (m³/dt)
 Q_w : debit banjir dengan periode ulang n tahun (m³/dt)

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2 Curah Hujan Maksimum (mm)

No	Tahun	Stasiun			
		Batusitanduk	Lamasi	Rante Damai	Rata-rata
1	2006	100	250	95	148.33333
2	2007	115	145	95	118.33333
3	2008	120	70	96	95.333333
4	2009	200	193	95	162.66667
5	2010	120	100	95	105
6	2011	134	177	160	157
7	2012	130	129	95	118
8	2013	80	106	95	93.666667
9	2014	125	94	99	106
10	2015	75	86	98	86.333333
11	2016	55	98	99	84
12	2017	70	131	99	100
13	2018	50	125	90	88.333333
14	2019	92	92	95	93
15	2020	50	135	38	74.333333
16	2021	50	107	36	64.333333

Tabel 3 Uji Distribusi Curah Hujan Rencana

DAS	Uji Chi-Square		
	Nilai X ² hitung		X ² cr tabel
	Gumbell	Pearson	
Lamasi	7.25	7.25	28.669

Nilai curah hujan tahunan maksimum harian diperoleh dengan menggabungkan nilai curah hujan maksimum dari setiap stasiun dalam tahun yang sama, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Analisis frekuensi menggunakan metode Gumbel dan log-Pearson menghasilkan hasil yang berbeda. Oleh karena itu, hasilnya harus diuji dengan Uji Chi-Square(x²-Test).

Hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi ditunjukkan dalam Tabel 2. Curah hujan yang direncanakan akan digunakan untuk menghitung debit banjir desain dari data curah hujan, yang merupakan hasil analisis frekuensi menggunakan metode Gumbel.

Tabel 4 Rekapitulasi Debit Banjir Rencana (m³/dtk) DAS Lamasi dengan Metode Gamma 1, Weduwen, Haspers dan HSS ITB II

Kala Ulang	QN m ³ /dtk	Qgamma m ³ /dtk	Wed m ³ /dtk	QH m ³ /dtk	ITB-2 m ³ /dtk
2	55.69	53.72	22.77	41.65	47.48
5	67.06	64.51	31.35	53.93	61.48
10	74.59	71.65	37.4	62.06	70.74
20	81.81	78.5	43.47	69.85	79.63
50	91.16	87.37	51.71	79.94	91.13
100	98.16	94.01	58.15	87.5	99.75

Tabel 3 menunjukkan hasil rekap debit banjir untuk daerah aliran sungai Lamasi yang direncanakan, dengan nilai debit yang berbeda untuk setiap metode analisis. Nilai-nilai ini didasarkan pada data daerah tangkapan sungai yang diperlukan untuk analisis debit banjir, seperti Luas Daerah Tangkapan (Km²), panjang sungai utama L (Km), elevasi titik tertinggi Hmax/H2 (+m), dan elevasi titik terendah Hmin/H1. Berdasarkan data morfometrik sub-daerah aliran sungai/danau Lamasi, metode perhitungan debit yang direncanakan dari data curah hujan dapat memanfaatkan metode Gamma 1, Haspers dengan periode ulang Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 tahun.

Tabel 5 Debit Maksimum Hasil Pencatatan Tinggi Muka Air di Sungai Lamasi

Luas DAS km ² =	364.83	432.8
H	Q(m ³ /dtk)	Q(m ³ /dtk)
1.58	45.46	53.93
1.8	55.45	65.78
1.7	50.78	60.24
1.67	49.42	58.63

Analisis debit banjir (puncak) dengan data debit ini dilakukan di daerah aliran sungai Lamasi. Untuk menganalisis debit banjir di titik yang menjadi perhatian, perlu dilakukan analisis debit banjir menggunakan data curah hujan seperti yang dijelaskan di atas atau melalui pendekatan perbandingan dari Wilayah Tangkapan. Analisis ini akan dilakukan sebagai perbandingan dan untuk mendapatkan hasil yang komprehensif. Data tingkat air maksimum yang tercatat setiap tahun di lokasi pencatatan tingkat air digunakan sebagai dasar untuk menentukan debit banjir tahunan dengan memanfaatkan kurva debit antara hubungan Q dan H. Besarnya debit pada **Tabel 5** menunjukkan banjir maksimum yang pernah terjadi. Hasil data dalam Tabel 5 menunjukkan debit banjir tahunan dari tiga metode: metode Haspers, Gama 1, dan HSS-ITB II, yang digunakan untuk menghitung debit banjir, semuanya menghasilkan hasil yang cukup mirip.

Untuk analisis ini, metode Gama 1 digunakan untuk menghitung debit banjir yang direncanakan dalam rincian desain ini. Hasil perhitungan debit banjir didasarkan pada catatan debit banjir yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Sulawesi Selatan dan informasi dari masyarakat.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis perhitungan debit rencana kala ulang Q2, Q5, Q10, Q20, Q50 dan Q100 menggunakan metode Gama 1, Hasper, Weduwen, dan HSS-ITB II menunjukkan bahwa metode Gama 1 menghasilkan perhitungan debit banjir berdasarkan data tinggi muka air Sungai Lamasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, M., Suyono, S., Titisariwati, I., Cahyadi, T. A., & Kresno, K. (2022). Analisis Perbandingan Perhitungan Curah Hujan Rencana Berdasarkan Periode Ulang Hujan Dengan Metode Gumbell, Metode Log Pearson III, Metode Iway Kadoya Studi Kasus Tambang Andesit. *Jurnal Inovasi Pertambangan Dan Lingkungan*, 1(2), 52–58. <https://doi.org/10.15408/jipl.v1i2.22731>
- Gustave Suryantara Pariartha, I. P., Dika Arimbawa, I. K., & Infantri Yekti, M. (2021). Analisis Debit Rencana Tukad Unda Bagian Hilir Menggunakan HEC-HMS. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12(2), 116–126. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.02.04>
- Herison, A., Romdania, Y., Purwadi, O. T., & Effendi, R. (2018). Kajian Penggunaan Metode Empiris dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan pada Perencanaan Drainase (Review). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 16(2), 77. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v16i2.3819>
- Kamiana, I. M. (2011). *Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*.
- Purba, N. A. H. P., Lukman, A., & Sarifah, J. (2021). Perbandingan Metode Mononobe dan Metode Van Breen untuk Pengukuran Intensitas Curah Hujan terhadap Penampang Saluran Drainase. *Buletin Utama Teknik*, 12(2), 119–125.
- Sarminingsih, A. (2018). Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 53. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i1.53-61>
- Sylvia Lestari, U. (2016). Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). *Print) Jurnal POROS TEKNIK*, 8(2), 55–103.