



KAJIAN FLOOD MODELLING MENGGUNAKAN HEC-RAS 1D DAN VALIDASI DATA TINGGI BANJIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) PUTRI DAN DANAU SIPIN KOTA JAMBI

M. Gilang Indra Mardika^{1*}, Tera Melya Patrice Sihombing², Nicodemus Serep Martua Aritonang S³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Desa Way Huwi, Kecamatan Jatiagung, Lampung Selatan, Lampung, Kode Pos 35365

*Email: m.indra@si.itera.ac.id

Diajukan: 16/10/2024 Direvisi: 10/01/2025 Diterima: 25/04/2025

Abstrak

Sungai Putri merupakan salah satu sungai di Kota Jambi yang bermuara di Danau Sipin. Pada tanggal 01 Januari 2024 kemarin Danau Sipin menjadi daerah yang terkena banjir di wilayah Jambi, maka dari permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daerah rawan banjir dan debit banjir kala ulang yang terjadi di lapangan pada saat terjadinya banjir menggunakan HEC-RAS 1D. Metode yang digunakan dalam menentukan debit banjir rencana pada penelitian ini adalah menggunakan debit banjir rasional dan menghasilkan debit banjir pada kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun adalah 12,67 m³/s; 16,36 m³/s; 18,80 m³/s; 21,14 m³/s; 21,88 m³/s; 24,17 m³/s; dan 26,44 m³/s. Untuk membuktikan besaran debit tersebut yang terjadi di lapangan maka dilakukan uji validasi dengan metode RMSE dan NSE dengan menguji ketinggian banjir di lapangan pada 3 lokasi dengan ketinggian banjir hasil dari permodelan HEC-RAS 1D. Validasi data menunjukkan adanya keakuratan antara banjir di lapangan dengan simulasi permodelan HEC-RAS 1D yaitu dengan debit banjir kala ulang 2 tahun dimana memperoleh nilai RMSE 0,58 dan NSE 0,996 yang berarti memenuhi pengujian.

Kata kunci: Banjir, Debit Banjir, HEC-RAS 1D, Sungai Putri

Abstract

Sungai Putri is one of the rivers in Jambi City that empties into Danau Sipin Lake. On January 1, 2024, Danau Sipin was inundated by floods in the Jambi region. Therefore, this study aims to identify flood-prone areas and the return period discharge occurring in the field during the flood event using HEC-RAS 1D. The rational method is used to determine the design flood discharge in this study, resulting in flood discharges with return periods of 2, 5, 10, 20, 25, 50, and 100 years of 12.67 m³/s; 16.36 m³/s; 18.80 m³/s; 21.14 m³/s; 21.88 m³/s; 24.17 m³/s; and 26.44 m³/s, respectively. To verify the magnitude of the discharge that occurred in the field, validation is conducted using the RMSE and NSE methods by testing the flood elevation in the field at three locations with the flood elevation results from the HEC-RAS 1D modeling. The validation data showed the accuracy between the field flood and the HEC-RAS 1D modeling simulation, namely with a 2-year return period discharge where it is derived an RMSE value of 0.58 and NSE of 0.996, which means it accomplishes the test.

Keywords: Flood, Flood Discharge, HEC-RAS 1D, Putri River

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan aliran air tawar yang secara alami mengalir dari daerah pegunungan atau dataran tinggi menuju daerah yang lebih rendah seperti laut, danau, atau sungai lain yang lebih besar. Sungai memiliki daerah alirannya sendiri yang biasa disebut sebagai Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu kegunaan dari Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu untuk menyalurkan air hujan yang turun di daerah tersebut, kemudian dialirkan menuju sungai dari bagian hulu, tengah, hingga hilir (Harisuseno & Bisri, 2017). Suyono & Takeda (2003) menyatakan bahwasanya morfologi DAS bisa dibagi menjadi tiga kategori tergantung pada variasi debit banjir yang terjadi yaitu, DAS berbentuk bulu burung, DAS berbentuk radial, dan DAS berbentuk paralel. Manusia sangat memerlukan air guna untuk keberlangsungan hidupnya (Mashuri, 2023) namun air tersebut bisa saja membahayakan bagi manusia ketika tidak dapat dikontrol dengan baik.

Banjir adalah keadaan dimana suatu daerah tergenang air dalam jumlah yang besar (Aulia, 2024). Banjir merupakan fenomena alam yang paling sering terjadi, banjir terjadi ketika air meluap diatas elevasi penampang alami atau buatan sehingga air menggenangi pemukiman setempat (Guntoro, 2017). Kondisi banjir juga dipengaruhi karena adanya perubahan desain bangunan air yang disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu perubahan tata guna lahan yang mempengaruhi besarnya koefisien limpasan air hujan (Harisuseno, 2014). dan perubahan iklim pun mempengaruhi jumlah intensitas hujan yang turun dan menjadi kontribusi terhadap banjir (Martel, 2021).

Jambi merupakan salah satu Provinsi yang ada di Indonesia, daerah ini kerap terkena dampak dari banjir. Pemprov Jambi sendiri telah mencatat sekitar 576 desa di 87 kecamatan di Jambi sudah terdampak banjir sejak awal Januari 2024. Penyebab banjir di daerah Jambi ini dipengaruhi oleh curah hujan yang meningkat. Berdasarkan peningkatan intensitas curah hujan yang signifikan pada periode Januari hingga Februari, pemerintah Provinsi Jambi telah menetapkan status keadaan darurat bencana hidrometeorologi sebagai langkah antisipatif terhadap potensi dampak yang lebih luas. Pejabat Wali Kota

Jambi, Sri Purwaningsih menyatakan bahwa Kota Jambi saat ini berada dalam kategori siaga III banjir akibat beberapa wilayah Kota Jambi yang tergenang banjir sudah mencapai ketinggian air 1 meter.

Studi lokasi penelitian ini adalah Sungai Putri dimana sungai ini merupakan salah satu sungai yang pada bagian hilirnya itu langsung bermuara di Danau Sipin, Kota Jambi dengan panjang 1,742 km. Pada tanggal 1 Januari 2024 sekitar kawasan Danau Sipin menjadi salah satu daerah di Jambi yang mengalami banjir yang berakibat menggenangi sejumlah kawasan wisata, *jogging track* dan juga pemukiman yang ada di daerah Danau Sipin tersebut.

Tingginya intensitas curah hujan karena faktor cuaca dapat meningkatkan debit sungai dan bila pengendalian hutan pada DAS tidak terkontrol maka infiltrasi akan berkurang dan menyebabkan tingginya limpasan air. (Mashuri, 2023) Solusi penanganan banjir tentu diperlukan agar kerusakan yang disebabkan oleh banjir dapat direduksi. Akan tetapi, mitigasi banjir dapat direncanakan apabila dilakukan prediksi luapan aliran sungai sehingga penanganan banjir dapat ditentukan dengan tepat dan efisien yang dapat mempresentasikan kejadian luapan banjir yang mungkin terjadi dengan cara pemodelan (Kamis, 2023). Pemodelan banjir merupakan langkah dasar pengendalian banjir untuk mengidentifikasi wilayah yang rentan terhadap banjir. Dengan cara ini, perencana mampu memprediksi genangan atau luapan aliran sungai. (Mashuri, 2023)

Penelitian ini melakukan analisis pemodelan sebaran wilayah banjir DAS Sungai Putri menggunakan pemodelan genangan banjir yang dilakukan dengan model hidrolika yang terintegrasi dengan HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center River Analysis System*).

2. METODOLOGI

Penelitian ini berlokasi di Sub DAS Batanghari pada Danau Sipin, Kota Jambi dengan titik hulu aliran sungai ini adalah 1° 36.788'S 103° 35.609'E dan titik hilir di 1° 36.144'S 103° 35.185'E.



Gambar 1. Lokasi Penelitian DAS Putri
Jambi

Pengolahan data dipenelitian ini terdiri dari analisis hidrologi, analisis hidrolika menerapkan pemodelan HEC-RAS, dan uji validasi data menerapkan metode RMSE dan NSE.

2.1. Analisis Hirologi

Ilmu hidrologi menjelaskan mengapa ada air di lingkungan dan bagaimana air bergerak. membahas berbagai jenis air dan bagaimana mereka berubah dari cair menjadi padat menjadi gas di atmosfer dan di atas dan di bawah permukaan tanah (Soemarto, 1987). Sementara itu, hidrologi ialah ilmu yang meneliti seluk-beluk dan pergerakan air di permukaan bumi, menurut Triatmodjo (2008a).

Analisis hidrologi dipenelitian Pemodelan Sebaran Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Putri Kota Jambi ini menerapkan data curah hujan 10 tahun dari tahun 2014 sampai 2023.

2.1.1 Curah Hujan Wilayah

Penentuan stasiun curah hujan yang digunakan dalam pembuatan model hujan yaitu dengan memperhatikan nilai kontribusi tiap stasiun pengamatan lokasi penelitian (Pratiwi, 2021).

Pada DAS Sungai Putri terdapat 1 stasiun hujan terdekat sehingga tidak perlu menerapkan perhitungan curah hujan wilayah.

2.1.2 Analisis Frekuensi Data Hujan Rencana

Berikut merupakan parameter yang diperlukan dalam perhitungan analisis frekuensi (Persamaan 1-8).

Distribusi Normal

$$X_t = \bar{X} + (K_t \times S_D) \quad (1)$$

Distribusi Log Normal

$$\begin{aligned} \log X_t &= \log \bar{X} + (K_t \times S \log X) \\ &(2) \\ X_t &= 10^{\log X_t} \end{aligned} \quad (3)$$

Distribusi Gumbel

$$Y_t = -\ln(-\ln \frac{Y_n - 1}{Y_n}) \quad (4)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (5)$$

$$X_t = \bar{X} + (K \times S_D) \quad (6)$$

Distribusi Log Pearson III

$$\log X_t = \bar{X} + (K_t \times S \log X) \quad (7)$$

$$X_t = 10^{\log X_t} \quad (8)$$

Keterangan:

X_t : Curah hujan rancangan (mm)

$\bar{X}$: Curah hujan rata-rata (mm)

S_D : Standar deviasi

Y_t : Nilai reduksi varian

Y_n : Nilai rata-rata dari reduksi varian

2.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi

Guna menentukan nilai uji kesesuaian distribusi dengan menerapkan teknik *Chi Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*.

2.1.4 Intensitas Curah Hujan

Mencari nilai intensitas curah hujan menerapkan metode *Mononobe* (Persamaan 9)

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (9)$$

waktu konsentrasi menggunakan metode Kirpich (1940):

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (10)$$

Keterangan:

T_c : Waktu konsentrasi (jam)

I : Intensitas hujan rencana (mm/jam)

L : Panjang sungai (km)

S : Kemiringan sungai

R_{24} : Curah hujan maksimum dalam 24 jam

2.1.5 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum di sungai maupun saluran alami menggunakan periode ulang (rata-rata) yang sudah dialirkan (Adwiyah, 2022). Nilai debit banjir rencana dapat diperoleh setelah menghitung intensitas hujan untuk memperoleh kedalaman curah hujan per satuan waktu, misal mm/jam yang disebut hujan jam-jaman (Immanuella, 2022).

Menerapkan pendekatan metode debit banjir rasional untuk mencari nilai debit banjir terencana (Persamaan 11-12).

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \quad (11)$$

Menurut Denik dkk., (2018), koefisien limpasan permukaan merupakan angka yang menggambarkan hubungan antara volume curah hujan dengan kuantitas aliran permukaan yang diakibatkan oleh jumlah curah hujan yang jatuh di suatu lokasi tertentu. Rumus di bawah ini bisa diterapkan guna menentukan koefisien aliran permukaan di suatu daerah tangkapan air.

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + \dots + (C_n \times A_n)}{A \text{ Total}} \quad (12)$$

Keterangan:

- Q : Debit puncak banjir (m³/s)
 C : Koefisien limpasan
 I : Intensitas curah hujan (mm/jam)
 A : Luas DAS (Ha)

2.2. Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika adalah salah satu metode untuk mempelajari perilaku air yang diam atau bergerak. Pada penelitian ini menggunakan *software* HEC-RAS guna menganalisis, menggambarkan, dan mensimulasikan sebaran banjir serta tinggi genangan banjir.

2.3. Validasi Data

Di penelitian ini dijalankan pemeriksaan untuk memastikan data hidrologi yang dihasilkan dari perhitungan hidrograf banjir telah sesuai dengan keadaan langsung pada lokasi penelitian

Penelitian ini menerapkan pengujian menggunakan nilai RMSE (*Root Mean Squared Error*) dan juga nilai NSE (*Nash Sutcliffe Efficiency*) yang bertujuan untuk menguji validasi data hidrologi hasil perhitungan hidrograf banjir dengan rumus sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2} \quad (13)$$

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n ((O_i - E_i)^2)}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O}_i)^2} \right] \quad (14)$$

Dengan:

- E_i : Data tinggi genangan banjir hasil HEC-RAS
 O_i : Data tinggi genangan banjir keadaan langsung di lokasi penelitian
 $\bar{O}_i$: Rata-rata tinggi genangan banjir keadaan langsung di lokasi penelitian

Menurut Arimbi (2022) dengan menjalankan validasi data tinggi genangan banjir dari HEC-RAS dengan tinggi genangan banjir dilapangan menerapkan metodologi RMSE dan NSE guna mengetahui debit banjir pada masa ulang saat banjir terjadi.

Kriteria penilaian untuk memvalidasi data terkait menerapkan metode RMSE ialah dengan melihat bahwasanya semakin kecil nilai RMSE yang didapat maka menunjukkan nilai perhitungan yang mendekati keadaan di lokasi penelitian. Sedangkan untuk memvalidasi data terkait menerapkan metode NSE ialah melalui tabel kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Nilai NSE

Nilai NSE	Interpretasi
NSE > 0,75	Baik
0,36 < NSE < 0,75	Memenuhi
NSE < 0,36	Tidak Memenuhi

Sumber: Montovilov, 1999

Terdapat 3 titik yang digunakan untuk divalidasi agar mengetahui kesesuaian data lapangan dengan hasil permodelan yaitu titik 1 pada 1° 36.138'S 103° 35.142'E, titik ke 2 pada 1° 36.136'S 103° 35.185'E, dan titik ke 3 pada 1° 36.130'S 103° 35.267'E.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Hidrologi

3.1.1 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Pada DAS Sungai Putri ini hanya memiliki 1 Pos Hujan (PH) yakni PH Sipin, dengan begitu bisa langsung dijalankan perhitungan curah hujan maksimum tahunannya, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Xi max (mm)
2014	76
2015	85
2016	70
2017	135
2018	115
2019	86
2020	125
2021	140
2022	108
2023	104

3.1.2 Analisis Frekuensi Hujan

Adapun perhitungan analisis frekuensi hujan ialah melalui metode Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan *Log Pearson III*.

Tabel 3. Penentuan Jenis Distribusi

No	Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	0.061	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 3$	2.688	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$C_s \approx 3C_v + CV^2 = 3$	0.16	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5.383$	2.726	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	$C_s \leq 1.1396$	0.061	Memenuhi
		$C_k \leq 5.4002$	2.688	Memenuhi
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$	-0.21	Memenuhi

Tabel 3 menampilkan bahwa distribusi yang memenuhi untuk perhitungan curah hujan rencana adalah metode Gumbel dan *Log Pearson III*. Kemudian dilakukan perhitungan curah hujan rencana dari distribusi yang memenuhi, dijabarkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

Kata Ulang	Xr	Yn	Yt	Sn	K	Xt
2			0.37		-0.14	101.06
5			1.50		1.06	130.46
10	104	0.49	2.25	0.94	1.85	149.92
20			2.97		2.61	168.59
25			3.20		2.85	174.51
50			3.90		3.59	192.75
100	40	52	4.60	96	4.32	210.86

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III

Kata Ulang	Xr	SD	Gt	Log Xt	Xt
2			0.03	2.01	102.58
5	2.01	0.11	0.85	2.10	125.01

Kata Ulang	Xr	SD	Gt	Log Xt	Xt
10			1.26	2.14	137.95
20			1.54	2.17	147.64
25			1.68	2.18	152.73
50			1.94	2.21	162.79
100			2.17	2.24	172.17

3.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi

Karena hasil *Chi Square* selalu positif, uji *Chi Square* berguna untuk menentukan kekuatan hubungan antara dua variabel nominal dan menguji pengaruhnya satu sama lain.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Uji *Chi Square* Pada Distribusi Gumbel

Pada Distribusi Sambar								
Xi	Range			EF	OF	EF-OF	(EF-OF) ²	(EF-OF) ² /EF
70	58.33	≤x≤	81.67	2	2	0	0	0
76								
85								
86	81.67	≤x≤	105.00	2	3	-1	1	0.5
104								
108								
115	105.00	≤x≤	128.33	2	3	-1	1	0.5
125								
135								
140	128.33	≤x≤	151.67	2	2	0	0	0
Total				8	10	-2	2	1

Tabel 6 menunjukkan bahwa dapat ditarik kesimpulan distribusi Gumbel ini memenuhi syarat pengujian *Chi Square* yang dimana nilai $X^2 < X^2_{Cr}$ yakni $1 < 5,991$.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Uji *Chi Square* Pada Distribusi *Log Pearson III*

Log Xi	Range	B F	O F	(OF- OF) ²	(OF- OF) ² /BF
1.85	1.79 ≤x≤ 1.90	2	2	0	0
1.88					
1.93					
1.93	1.90 ≤x≤ 2.00	2	2	0	0
2.02					
2.03					
2.06	2.00 ≤x≤ 2.10	2	1	2	1
2.1					
2.13					
2.15	2.10 ≤x≤ 2.20	2	2	0	0
Total		8	10	4	2

Tabel 7. memperlihatkan bahwasanya distribusi *Log Pearson III* ini memenuhi syarat pengujian *Chi Square* yang dimana nilai $X^2 < X^2_{Cr}$ yakni $2 < 5,991$.

Uji *Smirnov Kolmogorov*, tingkat realitas (α), atau tingkat signifikansi, biasanya ditetapkan sebesar 5%. Hal ini didasarkan pada gagasan bahwasanya 5 dari 100 hasil akan menolak hipotesis yang seharusnya kita terima, sehingga memberi kita tingkat keyakinan 95% bahwasanya kita telah mencapai kesimpulan yang benar.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Uji *Smirnov Kolmogorov* Pada Distribusi Gumbel

Tahun	X_i	m	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X<1) = 1-P$	$P'(X) = \frac{m}{(n-1)}$	$P'(X<1) = 1-P'$	$\Delta P = P(X<1) - P'(X<1)$
2014	76	1	0.0909	0.9091	0.1111	0.8889	0.0202
2015	85	2	0.1818	0.8182	0.2222	0.7778	0.0404
2016	70	3	0.2727	0.7273	0.3333	0.6667	0.0606
2017	135	4	0.3636	0.6364	0.4444	0.5556	0.0808
2018	115	5	0.4545	0.5455	0.5556	0.4444	0.101
2019	86	6	0.5455	0.4545	0.6667	0.3333	0.1212
2020	125	7	0.6364	0.3636	0.7778	0.2222	0.1414
2021	140	8	0.7273	0.2727	0.8889	0.1111	0.1616
2022	108	9	0.8182	0.1818	1	0	0.1818
2023	104	10	0.9091	0.0909	1.1111	-0.1111	0.202
ΔMAX							0.202
$\Delta KRITIS$							0.409

Tabel 9. Hasil Perhitungan Uji *Smirnov Kolmogorov* Pada Distribusi *Log Pearson III*

Tahun	$\log X_i$	m	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(X<1) = 1-P$	$P'(X) = \frac{m}{(n-1)}$	$P'(X<1) = 1-P'$	$\Delta P = P(X<1) - P'(X<1)$
2014	1.88	1	0.0909	0.9091	0.1111	0.8889	0.0202
2015	1.93	2	0.1818	0.8182	0.2222	0.7778	0.0404
2016	1.85	3	0.2727	0.7273	0.3333	0.6667	0.0606
2017	2.13	4	0.3636	0.6364	0.4444	0.5556	0.0808
2018	2.06	5	0.4545	0.5455	0.5556	0.4444	0.101
2019	1.93	6	0.5455	0.4545	0.6667	0.3333	0.1212
2020	2.1	7	0.6364	0.3636	0.7778	0.2222	0.1414
2021	2.15	8	0.7273	0.2727	0.8889	0.1111	0.1616
2022	2.03	9	0.8182	0.1818	1	0	0.1818
2023	2.02	10	0.9091	0.0909	1.1111	0.1111	0.202
ΔMAX							0.202
$\Delta KRITIS$							0.409

Tabel 8. dan Tabel 9. menunjukkan bahwa distribusi Gumbel dan *Log Pearson III* telah memenuhi syarat pengujian *Smirnov Kolmogorov* dimana $\Delta Max < \Delta Kritis$ yakni $0,202 < 0,409$.

3.1.4 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menerapkan data curah hujan rencana setiap kala ulang yang telah didapatkan dari analisis frekuensi hujan dengan distribusi Gumbel, dijelaskan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana

Kata Ulang	R24	L (m)	S	Tc	I (mm/jam)
2	101.06				47.44
5	130.46				61.23
10	149.92				70.37
20	168.59	1743	0.009	0.63	79.13
25	174.51				81.91
50	192.75				90.47
100	210.86				98.97

3.1.5 Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit rencana ini menerapkan metode debit banjir rasional, berikut merupakan rangkaian perhitungan dalam perhitungan debit banjir rencana, dijelaskan pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Koefisien Limpasan (C)

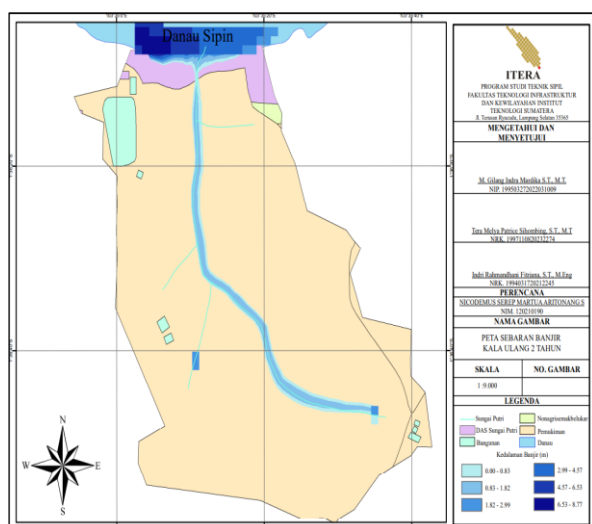
Lahan	Koef Aliran	Luas (Ha)	C x A	Luas DAS	C _{DAS}
Bangunan	0.8	0.56	1.07		
Pemukiman	0.75	126.57	94.93	143.47	0.67
Nonagri Semak belukar	0.21	0.56	0.12		

Tabel 12. Debit Banjir Rasional

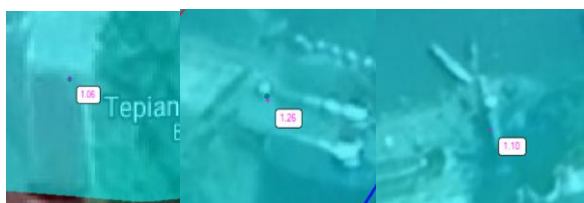
Kala Ulang	C	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /s)
2		47.44		12.67
5		61.23		16.36
10		70.37		18.80
20	0.67	79.13	143.47	21.14
25		81.91		21.88
50		90.47		24.17
100		98.97		26.44

3.2. Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dijalankan untuk memprediksi area yang terkena banjir, maka analisis hidraulika perlu dijalankan di sepanjang penampang Sungai Putri. Selain area yang terkena banjir analisis hidraulika ini juga akan menampilkan kedalaman genangan banjir.



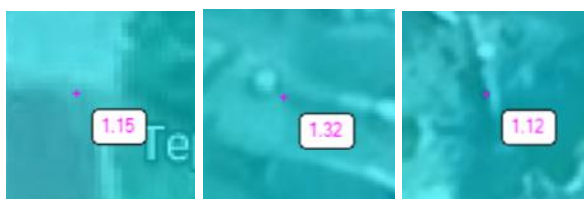
Gambar 1. Peta Sebaran Banjir Hasil Permodelan HEC-RAS 1D



Gambar 2. Hasil Sebaran Banjir Kala Ulang 2 Tahun

Tabel 13. Hasil Ketinggian Banjir Kala Ulang 2 Tahun

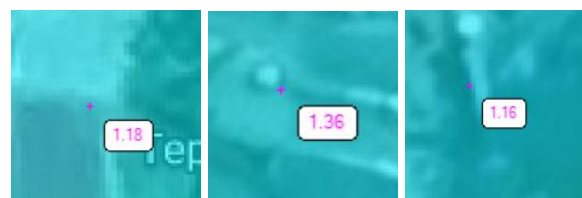
Letak	Ketinggian Banjir di Lapangan (cm)	Ketinggian Banjir di Permodelan (cm)
Lokasi 1	105	106
Lokasi 2	126	126
Lokasi 3	110	110



Gambar 3. Hasil Sebaran Banjir Kala Ulang 5 Tahun

Tabel 14. Hasil Ketinggian Banjir Kala Ulang 5 Tahun

Letak	Ketinggian Banjir di Lapangan (cm)	Ketinggian Banjir di Permodelan (cm)
Lokasi 1	105	115
Lokasi 2	126	132
Lokasi 3	110	112



Gambar 4. Hasil Sebaran Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Tabel 15. Hasil Ketinggian Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Letak	Ketinggian Banjir di Lapangan (cm)	Ketinggian Banjir di Permodelan (cm)
Lokasi 1	105	118
Lokasi 2	126	136
Lokasi 3	110	116



Gambar 5. Hasil Sebaran Banjir Kala Ulang
20 Tahun

Tabel 16. Hasil Ketinggian Banjir Kala Ulang 20 Tahun

Letak	Ketinggian Banjir di Lapangan (cm)	Ketinggian Banjir di Permodelan (cm)
Lokasi 1	105	123
Lokasi 2	126	140
Lokasi 3	110	120



Gambar 6. Hasil Sebaran Banjir Kala Ulang
25 Tahun

Tabel 17. Hasil Ketinggian Banjir Kala Ulang 25 Tahun

Letak	Ketinggian Banjir di Lapangan (cm)	Ketinggian Banjir di Permodelan (cm)
Lokasi 1	105	124
Lokasi 2	126	140
Lokasi 3	110	125



Gambar 7. Hasil Sebaran Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Tabel 18. Hasil Ketinggian Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Letak	Ketinggian Banjir di Lapangan (cm)	Ketinggian Banjir di Permodelan (cm)
Lokasi 1	105	127
Lokasi 2	126	142
Lokasi 3	110	129



Gambar 8. Hasil Sebaran Banjir Kala Ulang 100 Tahun

Tabel 19. Hasil Ketinggian Banjir Kala Ulang 100 Tahun

Letak	Ketinggian Banjir di Lapangan (cm)	Ketinggian Banjir di Permodelan (cm)
Lokasi 1	105	130
Lokasi 2	126	145
Lokasi 3	110	131

Pada hasil analisis hidraulika melalui *software HEC-RAS 1D* yang ditampilkan pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 8 menunjukkan perbedaan tinggi banjir dari setiap kala ulang yang telah diproses. Sehingga dapat dilihat pada Tabel 13 sampai dengan Tabel 19 perbedaan ketinggian dari pengukuran data tinggi muka air banjir di lapangan dengan hasil tinggi muka air banjir dari hasil pemodelan. Terdapat banyak variasi nilai yang selanjutnya nilai-nilai tersebut akan diuji validasi untuk menentukan pemodelan kala ulang yang mendekati dengan kejadian asli di lapangan.

3.3. Uji Validasi Data

Untuk mengetahui hasil permodelan HEC-RAS dengan tinggi genangan banjir di lapangan, diterapkan uji validasi RMSE dan NSE (Agustina, 2022). Dilakukan dengan menguji ketinggian genangan banjir pada permodelan HEC-RAS dan ketinggian genangan banjir di lapangan pada 3 titik lokasi pengambilan data lapangan.

3.3.1 Metode *Root Mean Squared Error* (RMSE)

Tabel 20. Hasil Uji Validasi Data dengan Metode RMSE

Kala Ulang	$(E_r - O_r)^2$			Total $(E_r - O_r)^2$	RMS E	Interpretasi
	1	2	3			
2	1	0	0	1	0.58	Memenuhi
5	10	36	4	140	6.83	Tidak Memenuhi
10	16	100	36	305	10.08	Tidak Memenuhi
20	32	196	100	620	14.38	Tidak Memenuhi
25	36	196	225	782	16.15	Tidak Memenuhi
50	48	256	361	1101	19.16	Tidak Memenuhi
100	62	361	441	1427	21.81	Tidak Memenuhi

Pada Tabel 20 didapati kesimpulan bahwasanya pada uji validasi data metode RMSE didapati hasil permodelan yang akurat dengan keadaan di lapangan ialah debit banjir rencana kala ulang 2 tahun dengan nilai RMSE 0,58 (mendekati 0).

Tabel 21. Hasil Uji Validasi Data dengan Metode NSE

Kala Ulang	$(O_i - E_i)^2$			Total $(O_i - E_i)^2$	$(O_i - \bar{O}_i)^2$			Total $(O_i - \bar{O}_i)^2$	NSE	Interpretasi
	1	2	3		1	2	3			
2	1	0	0	1					0.996	Baik
5	10	36	4	140					0.418	Memenuhi
10	16	100	36	305					0.267	Tidak Memenuhi
20	32	196	100	620	75.1	152.1	13.4	16.6	1.576	Tidak Memenuhi
25	36	196	225	782					2.249	Tidak Memenuhi
50	48	256	361	1101					3.575	Tidak Memenuhi
100	62	361	441	1427					4.929	Tidak Memenuhi

Di samping itu, Tabel 21 menampilkan bahwa pada uji validasi data metode NSE didapati hasil permodelan yang akurat dan baik dengan keadaan di lapangan ialah debit

banjir rencana kala ulang 2 tahun dengan nilai NSE 0,996 (Sesuai Tabel 1).

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Nilai debit banjir rencana yang diperoleh pada kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun secara berturut-turut adalah 12,67 m³/s; 16,36 m³/s; 18,80 m³/s; 21,14 m³/s; 21,88 m³/s; 24,17 m³/s; dan 26,44 m³/s dengan metode perhitungan debit rasional.
2. Pada simulasi permodelan banjir dengan aplikasi HEC-RAS 1D versi 6.5 pada Sungai Putri Kota Jambi didapat nilai ketinggian banjir pada lokasi 1 hasil permodelan dengan debit rencana kala ulang 2 tahun ialah 1,06 m; 5 tahun 1,22 m; 10 tahun 1,33 m; 20 tahun 1,41 m; 25 tahun 1,45 m; 50 tahun 1,50 m; dan 100 tahun 1,52 m.
3. Ketinggian banjir pada lokasi 2 dengan debit rencana kala ulang 2 tahun ialah 1,13 m; 5 tahun 1,25 m; 10 tahun 1,32 m; 20 tahun 1,41 m; 25 tahun 1,43 m; 50 tahun 1,49 m; dan 100 tahun 1,53 m.
4. Ketinggian banjir pada lokasi 3 dengan debit rencana kala ulang 2 tahun ialah 1,10 m; 5 tahun 1,15 m; 10 tahun 1,20 m; 20 tahun 1,41 m; 25 tahun 1,30 m; 50 tahun 1,34 m; dan 100 tahun 1,37 m.
5. Sehingga hasil pengujian validasi data tinggi genangan banjir kondisi di lapangan dengan hasil permodelan dengan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun dengan metode pengujian RMSE dan NSE didapat debit banjir kala ulang 2 tahun (12,67 m³/s) yang paling mendekati kondisi lapangan yaitu dengan nilai RMSE 0,58 dan NSE 0,996 dimana hasil tersebut menunjukkan nilai yang memenuhi pengujian validasi data.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, A., Bertarina, B., Kastamto, K. 2022. Analisis Karakteristik Aliran Sungai pada Sungai Cimadur, Provinsi Banten dengan Menggunakan Hec-Ras. *Journal of Infrastructure in Civil Engineering (JICE)* Vol. 03, No.01.

- Arimbi, R. Y., Sumiadi, S., Winarta, B. 2022. Pemodelan Aliran Sungai Jatiroto Menggunakan Software HEC-RAS 5.0.7. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air* Vol. 2 No. 2, 273-285.
- Asyifa, A., Mubarak, B. 2022. Banjir Rancangan dan Pengaruhnya terhadap Kenaikan Muka Air Banjir Dengan Menggunakan Software HEC-RAS 4.1.0 (Studi Kasus: Sub-DAS Sungai Tenggang Semarang). *Jurnal Karkasa* Vol. 8 No.2.
- Guntoro, D. E., Harisuseno, D., & Cahya, E. N. 2017. Pengelolaan Drainase Secara Terpadu untuk Pengendalian Genangan di Kawasan Sidokare Kabupaten Sidoarjo. *J. Tek. Pengair.*
- Harisuseno, D., & Bisri, M. 2017. Limpasan permukaan secara keruangan (Spatial Runoff).
- Harisuseno, D., Bisri, M., & A. Yudono. 2014. Analisa Spasial Limpasan Permukaan Menggunakan Model Hidrologi di Wilayah Perkotaan. *J. Environ. Eng. Sustain. Technol.*
- Immanuella, L. A., Dermawan, V., Winarta, B. 2022. Studi Alternatif Pengendalian Banjir Sungai Welang dengan Pendekatan Pemodelan Banjir Aliran 2D . *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 245-257.
- Mashuri, M., Mardika, M.G.I., Farida, A. 2023. Evaluasi Sistem Jaringan Pipa Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus: Kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung). *Jurnal Infrastruktur*, 15-23.
- Mashuri, M., Mardika, M.G.I., Sariyah, H. 2023. Studi Pemodelan Banjir 1-D (Satu Dimensi) Dan 2-D (Dua Dimensi) Menggunakan HEC-RAS 5.0.7 (Studi Kasus: Sungai Way Sulan). *Jurnal Infrastruktur*, 33-40.
- Mashuri, M., Mardika, M.G.I., Fiqri, Muhammad Juang Renaldi. 2023. Studi Persebaran Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 2D V6.2 Hulu Das Way Sekampung (Studi Kasus: Sungai Way Mincang). *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 97-105.

- Kamis, M., Priambodo, Y. A. 2023. Pemodelan Banjir Desa Wayaua Kecamatan Bacan Timur Selatan Kabupaten Halmahera Selatan. Jurnal BIOSAINSTEK Vol. 5 No. 2, 50-58.
- Martel, J.-L., Brissette, F. P., Lucas-Picher, P., Troin, M., & Arsenault, R. 2021. Climate Change and Rainfall Intensity–Duration–Frequency Curves: Overview of Science and Guidelines for Adaptation. J. Hydrol. Eng.
- Aulia, M., Harisuseno, D., Fidari, J. S. 2024. Analisa Genangan Banjir Sungai Gembong Pasuruan. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Air, 754-766.
- Pratiwi, A., P., Santosa, P. B. 2021. Pemodelan dan Visualisasi Genangan Banjir untuk Mitigasi Bencana di Kali Kasin, Kelurahan Bareng, Kota Malang. JGISE Vol. 4 No. 1.
- Soemarto, C. 1987. Hidrologi Teknik. Surabaya: Usana offset printing.