

ANALISIS HIDRAULIK DAS AIR TETAP MENGUNAKAN HEC-RAS UNTUK SISTEM PERINGATAN DINI BANJIR

Satria Dimas Syaiful^{1*}, Gusta Gunawan², Khairul Amri³, Besperi⁴, Rena Misliniyati⁴

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bengkulu, Indonesia
e-mail: *satriadimas898@gmail.com (corresponding author)

Abstrak

Banjir di Kabupaten Kaur sering terjadi akibat meluapnya Sungai Air Tetap yang tidak mampu menampung debit banjir pada saat curah hujan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit banjir rencana dan kapasitas sungai, serta menyusun dasar pengembangan Flood Early Warning System (FEWS). Metode yang digunakan untuk pemodelan hidrologi adalah Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dan pemodelan hidrolika menggunakan HEC-RAS. Debit banjir yang dimodelkan adalah debit rencana untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Hasil dari pemodelan hidrologi untuk masing-masing kala ulang tersebut sebagai berikut 69,057 m³/detik; 82,666 m³/detik; 89,110 m³/detik; 95,565 m³/detik, 99,480 m³/detik; 107,883 m³/detik. Hasil dari pemodelan hidrolika menunjukkan tinggi muka air luaran model melampaui tinggi tebing sungai kiri dan kanan dari hulu sampai hilir. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sungai Air Tetap sudah tidak mampu lagi menampung aliran air hujan yang jatuh pada DAS tersebut. Oleh karena itu keberadaan FEWS sudah merupakan sesuatu yang sangat penting dan mendesak untuk mitigasi bencana banjir.

Kata kunci— Banjir, HSS Nakayasu, HEC-RAS, FEWS

Abstract

Flooding in Kaur Regency frequently occurs due to the overflow of the Air Tetap River, which is unable to accommodate the flood discharge during periods of high rainfall. This study aims to analyze the design flood discharge and the river's capacity, as well as to establish a basis for the development of a Flood Early Warning System (FEWS). The hydrological modeling method employed is the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph (SUH), while hydraulic modeling is conducted using HEC-RAS. The modeled flood discharges correspond to return periods of 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years. The results of the hydrological modeling for each respective return period are 69.057 m³/s, 82.666 m³/s, 89.110 m³/s, 95.565 m³/s, 99.480 m³/s, and 107.883 m³/s. The hydraulic modeling results indicate that the simulated water surface elevation exceeds the riverbank heights on both sides from upstream to downstream. The conclusion of this study is that the Air Tetap River can no longer accommodate runoff generated from rainfall over its watershed. Therefore, the establishment of FEWS is considered highly important and urgent as a flood disaster mitigation measure.

Keywords— Flood, HSS Nakayasu, HEC-RAS, FEWS

I. PENDAHULUAN

Banjir masih menjadi salah satu bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di Indonesia. Di Provinsi Bengkulu, kejadian banjir tidak hanya mengganggu aktivitas masyarakat, tetapi juga menyebabkan kerusakan pada infrastruktur,

lingkungan, serta menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup besar. (Gunawan dkk., 2023). Terjadinya banjir dipengaruhi oleh kombinasi berbagai faktor, seperti tingginya intensitas hujan, perubahan penggunaan lahan, berkurangnya kapasitas sungai, serta kurang optimalnya pengelolaan daerah aliran sungai. (Qodriyatun, 2020). Kondisi tersebut terjadi ketika debit

History of article:

Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

Published : 30 Juni 2026

aliran yang masuk ke sungai melampaui kapasitas penampangnya sehingga air meluap ke wilayah di sekitarnya., terutama di kawasan perkotaan padat penduduk dengan kondisi DAS yang telah terdegradasi akibat aktivitas manusia (Pramono & Saputro, 2020).

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kawasan hidrologi yang mengumpulkan air hujan melalui jaringan sungai dan mengalirkannya menuju titik keluaran tertentu secara alami. (Adiputra, 2018). Berdasarkan luas wilayah tangkapannya, DAS dapat dibedakan menjadi DAS besar dan DAS kecil. DAS dengan luas yang besar umumnya tersusun atas beberapa sub-DAS yang saling terhubung. (Sari, 2022). Besarnya limpasan yang terbentuk pada suatu DAS dipengaruhi oleh luas daerah tangkapan, karakteristik lahan, serta kondisi curah hujan yang terjadi. (Sari, 2020). Kabupaten Kaur termasuk salah satu wilayah yang memiliki tingkat kerawanan banjir cukup tinggi. Salah satu kawasan yang berpotensi mengalami banjir adalah DAS Air Tetap, yang memiliki karakteristik hidrologi rentan terhadap peningkatan debit aliran saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. DAS Air Tetap memiliki luas sekitar 12.967 hektar dan sebagian besar masih didominasi kawasan hutan lindung. Namun, perubahan tutupan lahan akibat aktivitas manusia mulai terjadi sehingga berpotensi meningkatkan limpasan permukaan dan risiko banjir. (Amri dkk., 2020). Alih fungsi lahan tersebut berpotensi meningkatkan debit aliran permukaan dan memperbesar risiko terjadinya banjir di kawasan sekitar.

Hidrologi merupakan cabang ilmu yang mengkaji keberadaan, pergerakan, distribusi, serta karakteristik air di bumi beserta interaksinya dengan lingkungan, termasuk sirkulasi, distribusi, dan karakteristik fisik maupun kimianya (Salsabila & Irma, 2020; Gunawan, 2017). Dalam bidang teknik sumber daya air, analisis hidrologi dimanfaatkan untuk memperkirakan curah hujan rencana, menghitung debit banjir, dan mendukung perencanaan berbagai bangunan pengendali banjir. (Gunawan, 2020; Amri dkk., 2020). Pengendalian banjir non struktur meliputi sistem peringatan dini, serta pengelolaan tata guna lahan dan daerah aliran sungai yang bertujuan meminimalkan dampak banjir terhadap masyarakat (Yuniartanti, 2018).

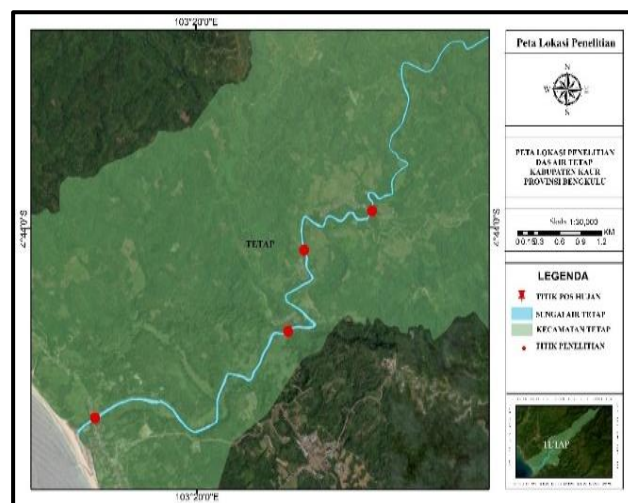
Flood Early Warning System (FEWS) merupakan sistem pendukung mitigasi yang dirancang untuk mendeteksi potensi banjir lebih awal serta menyampaikan informasi peringatan kepada masyarakat sebelum bencana terjadi. (Ginting & Putehena, 2014). Implementasi FEWS melibatkan

beberapa komponen penting, meliputi proses pemantauan kondisi hidrologi, analisis prediksi, penyampaian informasi peringatan, dan kesiapsiagaan masyarakat dalam merespons potensi banjir, yang dapat dioptimalkan melalui integrasi pemodelan hidrologi dan hidraulik menggunakan perangkat lunak HEC-RAS (Gunawan dkk., 2023). Selain itu, pemanfaatan teknologi sensor berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi inovasi pendukung dalam pengembangan sistem pemantauan dan peringatan dini banjir (Wandi & Ashari, 2023). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit banjir rencana pada DAS Air Tetap menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, mengevaluasi kapasitas penampang Sungai Air Tetap melalui pemodelan hidraulik menggunakan HEC-RAS, serta menyusun dasar pengembangan Flood Early Warning System (FEWS) sebagai upaya mitigasi banjir di Kabupaten Kaur.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Air Tetap yang berada di Kecamatan Tetap, Kabupaten Kaur, Provinsi Bengkulu. Wilayah penelitian meliputi lima desa di sekitar DAS dan dipilih karena memiliki riwayat banjir yang cukup signifikan. Kondisi tersebut menjadikan DAS Air Tetap sebagai kawasan prioritas dalam kajian pengendalian banjir dan pengembangan sistem peringatan dini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

B. Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan data curah hujan dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VII. Data curah hujan

History of article:

Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

Published : 30 Juni 2026

yang digunakan data hujan harian maksimum selama 10 tahun dari tahun 2015 hingga 2025.

C. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan penentuan batas DAS Air Tetap menggunakan aplikasi ArcMap, dilanjutkan dengan analisis curah hujan harian maksimum menggunakan metode Partial Series. Data curah hujan kemudian diolah untuk memperoleh parameter statistik, ditentukan distribusi probabilitas terbaik (Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, dan Log Normal), serta diuji kecocokannya dengan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Selanjutnya dilakukan analisis intensitas hujan, perhitungan curah hujan rencana dengan berbagai periode ulang, serta simulasi debit dan genangan banjir menggunakan HEC-RAS yang menjadi dasar penyusunan ambang batas peringatan dini dan SOP evakuasi.

D. Distribusi Curah hujan Rata Rata Wilayah

Dalam Informasi mengenai curah hujan rata-rata wilayah merupakan salah satu parameter utama dalam perencanaan bangunan air dan analisis pengendalian banjir. Nilai tersebut diperoleh dari pengolahan data beberapa stasiun hujan agar mampu menggambarkan distribusi curah hujan secara spasial pada daerah tangkapan. Hal ini disebabkan oleh variasi intensitas hujan yang dipengaruhi oleh kondisi geografis dan luas wilayah yang dianalisis. Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghitung curah hujan rata-rata wilayah, di antaranya metode rata-rata aritmatik, poligon Thiessen, dan isohyet (Samsudin, 2016). Di antara metode tersebut, poligon Thiessen merupakan pendekatan yang banyak diterapkan karena memberikan bobot pada setiap stasiun hujan berdasarkan luas daerah pengaruhnya, sehingga estimasi curah hujan wilayah menjadi lebih representatif terhadap kondisi spasial daerah tangkapan (Sefi Ramadhani dkk., 2026).

E. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan menggunakan data harian maksimum selama periode 2015 sampai 2025 untuk memperoleh estimasi debit maksimum di DAS Air Tetap. Data diperoleh dari tiga stasiun hujan terdekat yang mewakili kondisi wilayah penelitian. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam perhitungan debit sungai dan pemodelan hidrologi selanjutnya.

F. Pengukuran Dispersi

Dispersi merupakan ukuran yang memaparkan tingkat penyebaran atau variasi data terhadap nilai rata-rata. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui distribusi

frekuensi data hidrologi sehingga dapat digunakan dalam perhitungan parameter statistik. Perhitungan dispersi umumnya dilakukan menggunakan rumus dasar statistik sebagai berikut (Soewarno, 1995):

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

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^2\}}{(n-1)(n-2) \times Sd^3} \quad (2)$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i - \bar{X})^4\}}{Sd^4} \quad (3)$$

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (4)$$

Keterangan :

Sd = Standar deviasi

Cs = Koefisien kemencengan

Ck = Koefisien kurtosis

Cv = Koefisien variasi

X_i = Nilai varian ke i

\bar{X} = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

G. Distribusi Probabilitas Kontinyu

Dalam analisis frekuensi hidrologi, beberapa distribusi kontinyu sering digunakan untuk memodelkan peluang kejadian ekstrim. Distribusi yang umum diterapkan antara lain Gumbel Tipe I, Log Pearson Tipe III, dan Log Normal. Pemilihan jenis distribusi dilakukan berdasarkan kesesuaian data hujan atau debit terhadap karakteristik sebaran statistiknya.

H. Uji Kecocokan Sebaran

Evaluasi kecocokan distribusi dilakukan untuk memastikan bahwa distribusi probabilitas yang dipilih mampu merepresentasikan karakteristik data hidrologi secara memadai sebelum digunakan dalam analisis frekuensi. Dalam praktiknya, pengujian ini umumnya menggunakan uji Chi-Kuadrat (Chi-Square) dan uji Smirnov-Kolmogorov sebagai dasar dalam membandingkan distribusi teoritis dengan data hasil pengamatan. Pemilihan distribusi yang memenuhi kriteria uji kecocokan akan meningkatkan keandalan hasil analisis hidrologi, khususnya dalam penentuan curah hujan rencana dan parameter desain lainnya, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih akurat dan memiliki dasar ilmiah yang kuat (Ruhiat, 2022).

History of article:

Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

Published : 30 Juni 2026

I. Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan didefinisikan sebagai jumlah curah hujan yang jatuh pada kedalaman tertentu dalam periode waktu tertentu (Triatmodjo, 2008). Nilainya berbanding lurus dengan periode kala ulang dan bervariasi terhadap durasi hujan, sehingga semakin panjang kala ulang maka intensitasnya semakin tinggi. Perhitungan intensitas umumnya menggunakan persamaan Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \tag{5}$$

Keterangan :

I = Nilai intensitas suatu curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = Nilai curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = Durasi suatu curah hujan (jam)

J. Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit banjir rancangan dilakukan dengan menggunakan data hidrologi pada DAS Air Tetap. Analisis dilakukan untuk periode kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun guna memperoleh variasi debit puncak pada masing-masing skenario. Hasil perhitungan ini menjadi dasar evaluasi kapasitas sungai serta simulasi hidraulik dalam pemodelan banjir.

K. Simulasi HEC-RAS ke dalam FEWS

Integrasi hasil simulasi HEC-RAS ke dalam Flood Early Warning System (FEWS) dilakukan untuk menetapkan ambang batas muka air, memetakan area genangan, dan menyusun skenario peringatan dini. Dengan demikian, analisis hidraulik tidak hanya menghasilkan perhitungan debit dan simulasi banjir, tetapi juga menjadi dasar pengambilan keputusan dalam mitigasi bencana di DAS Air Tetap. Visualisasi peta genangan pada periode ulang tertentu, seperti kala ulang 10 tahun, memberikan gambaran spasial mengenai wilayah yang berpotensi terdampak banjir.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai (DAS) Air Tetap terletak di Kecamatan Tetap, Kabupaten Kaur, dengan luas wilayah sekitar 43,455 km² dan panjang alur sungai utama mencapai 7,95 km. Sungai ini mengalir melewati beberapa desa di wilayah kecamatan dan berperan penting dalam sistem hidrologi setempat. Kondisi fisik sungai menjadi salah satu faktor utama yang dianalisis dalam pemodelan banjir di DAS ini.



Gambar 2. Sungai Air Tetap

B. Analisis Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tiga pos hujan terdekat di DAS Air Tetap dengan periode pengamatan 2015-2024. Data yang dianalisis berupa curah hujan bulanan maksimum selama 10 tahun terakhir .

TABEL 1. Data Curah Hujan Das Air Tetap

Tahun	Rh max Stasiun (mm)			Rh max rata-rata
	BM1	BM2	SB	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2015	72,00	112,00	46,40	76,80
2016	156,50	158,50	85,70	133,57
2017	82,00	129,50	47,30	86,27
2018	154,90	125,50	70,20	116,87
2019	130,00	252,60	50,30	144,30
2020	108,00	175,50	90,30	124,60
2021	106,20	82,10	115,60	101,30
2022	182,40	174,30	109,70	155,47
2023	92,40	155,80	61,10	103,10
2024	121,20	150,00	67,80	113,00
Rata- Rata	120,56	151,58	74,44	115,53

Sumber: BWS Sumatera VII, 2025

Keterangan: BM1 = Bunga Melur, BM2 = Bukit Makmur, SB = Suka Bandung,

Data curah hujan rerata maksimum diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar untuk memudahkan analisis statistik, Hasil pengurutan tersebut disajikan secara sistematis pada Tabel 3 sebagai dasar perhitungan distribusi frekuensi hujan, Langkah ini penting untuk memperoleh parameter hidrologi yang lebih representatif dalam analisis debit banjir.

History of article:

Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

Published : 30 Juni 2026

TABEL 2. Data Curah Hujan dari Kecil ke Besar

No	Tahun	Rthiessen
1	2015	59.95
2	2017	64.35
3	2023	80.51
4	2018	83.29
5	2024	85.34
6	2019	92.10
7	2016	101.86
8	2020	107.49
9	2021	108.78
10	2022	124.30

C. Pengukuran Dispersi

Hasil perhitungan parameter statistik (pengukuran dispersi) yang telah dilakukan sebagai berikut :

Rata-rata	: 90,80
Standar Deviasi	: 20,25
Koefisien Kemencengan (Cs)	: 0,002
Koefisien Kurtosis	: 1,70
Koefisien Variasi	: 0,22

D. Distribusi Probabilitas Kontinyu

Pemilihan jenis distribusi data hujan dilakukan dengan membandingkan parameter statistik hasil analisis dengan kriteria masing-masing distribusi. Proses ini bertujuan untuk menentukan model distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik data curah hujan. Persyaratan bagi tiap jenis distribusi disajikan pada Tabel 3 sebagai dasar penentuan model yang digunakan dalam analisis frekuensi.

TABEL 3. Persyaratan Jenis Sebaran

Distribusi	Persyaratan	Keterangan
Gumbel Tipe 1	$C_k \approx 5.4$	tidak
	$C_s \approx 1.14$	tidak
Log Normal	$C_s \approx 0.1553$	tidak
	$C_k \approx 3.04$	tidak
Log Person III	selain nilai diatas	ya

E. Uji kecocokan Sebaran

Pengujian kecocokan sebaran dilakukan setelah diketahui curah hujan rencana yang akan digunakan. Pengujian ini menggunakan 2 metode yaitu dengan

menggunakan uji *chi-kuadrat* dan uji *smirnov kolmogorov*.

TABEL 4. Perhitungan Uji *Chi-Kuadrat*

No	Probabilitas (%)			Jumlah Data		X ²
				O _i	E _i	
1	47,95	< x <	71,95	1	2	0,50
2	71,95	< x <	95,95	2	2	0,00
3	95,95	< x <	119,95	2	2	0,00
4	119,95	< x <	143,95	4	2	2,00
5	143,95	< x <	167,95	1	2	0,50
Jumlah				10	10	3,00

Hasil uji Chi-Kuadrat menunjukkan nilai hitung X² sebesar 4,67 dengan derajat kebebasan 2 pada taraf signifikansi 5%. Nilai ini lebih kecil dibandingkan X² tabel sebesar 5,991, sehingga hipotesis diterima. Dengan demikian, distribusi yang digunakan dinyatakan sesuai dengan data curah hujan yang dianalisis.

Kecocokan sebaran selanjutnya dilakukan pengujian dengan uji smirnov kolmogorov. Uji smirnov kolmogorov tidak terkait dengan fungsi distribusi tertentu. Hasil dari uji kecocokan sebaran dengan metode smirnov kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 5

TABEL 5. Uji Smirnov-Kolmogorov

Log Xi	M	P(x)	P(x<)	f(t)	P'(x<)	D
a	b	c	c	e	f	h
59,95	1	0,09	9,09	-1,52	0,06	0,03
64,35	2	0,18	18,18	-1,31	0,10	0,09
80,51	3	0,27	27,27	-0,51	0,31	-0,03
83,29	4	0,36	36,36	-0,37	0,36	0,01
85,34	5	0,45	45,45	-0,27	0,39	0,06
92,10	6	0,55	54,55	0,06	0,53	0,02
101,86	7	0,64	63,64	0,55	0,71	-0,07
107,49	8	0,73	72,73	0,82	0,80	-0,07
108,78	9	0,82	81,82	0,89	0,81	0,01
124,30	10	0,91	90,91	1,65	0,95	-0,04

Berdasarkan hasil uji kecocokan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, distribusi data hujan pada Sub DAS Air Tetap dinyatakan sesuai dengan distribusi Log Pearson Tipe III. Pemilihan distribusi ini menunjukkan kesesuaian

History of article:

Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

Published : 30 Juni 2026

karakteristik data hujan dengan model teoritis. Oleh karena itu, distribusi Log Pearson III digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dan debit banjir rancangan.

F. Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan dihitung menggunakan persamaan Mononobe sebagai dasar perencanaan hidrologi. Hasil analisis ini digunakan dalam tahapan perhitungan debit banjir rancangan pada berbagai periode ulang. Contoh perhitungan di bawah ini digunakan t = 1 jam dan periode ulang 2 tahun untuk mengetahui intensitas curah hujannya.

$$I = \frac{90,111}{24} \times \left[\frac{24}{1} \right]^{\frac{2}{3}} \tag{6}$$

I = 31,240 mm/jam

G. Debit Banjir Rancangan

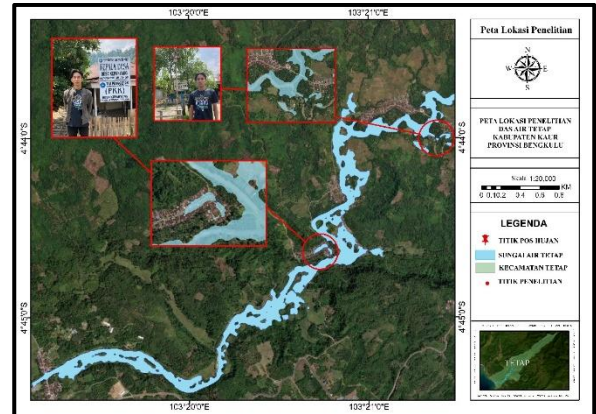
Debit banjir rancangan dihitung berdasarkan HSS Nakayasu dengan kala 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 7.

TABEL 7. Debit Banjir HSS Nakayasu

Periode Ulang	Polygon Thiessen (m ³ /s)	Isohyet (m ³ /s)	Aritmatik (m ³ /s)
2	69,057	94,581	87,465
5	82,666	114,417	104,152
10	89,110	123,479	111,956
25	95,565	132,359	119,715
50	99,480	137,741	124,410
100	107,883	158,927	136,016

H. Simulasi HEC-RAS kedalam FEWS

Integrasi hasil simulasi HEC-RAS ke dalam flood early warning system (FEWS) digunakan sebagai dasar penentuan ambang batas, pemetaan genangan, dan penyusunan skenario peringatan dini banjir. Analisis ini tidak hanya menghasilkan perhitungan debit dan simulasi banjir, tetapi juga memberikan informasi praktis untuk mendukung mitigasi bencana di DAS Air Tetas. Visualisasi peta genangan, misalnya pada kala ulang 10 tahun, menunjukkan sebaran wilayah yang berpotensi terdampak banjir.

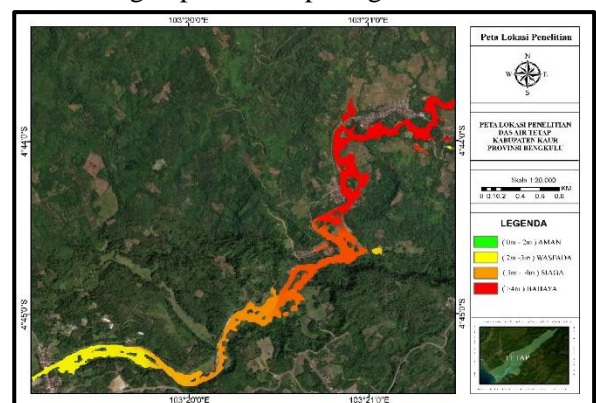


Gambar 3. Sungai Air Tetas

Berdasarkan hasil gambar 4.10 Peta Genangan Banjir DAS Air Tetas Q₁₀, didapatkan luasan genangan yang terjadi pada beberapa debit kala ulang. Luas genangan yang terjadi pada ketiga periode ulang yaitu Q₁₀ tahun seluas 86,311 Hektare (Ha), Q₂₅ tahun seluas 88,418 Hektare (Ha), dan Q₅₀ tahun seluas 89,228 Hektare (Ha).

I. Flood Early Warning System (FEWS)

Analisis kerawanan banjir merupakan salah satu tahapan penting dalam flood early warning system, mengingat bencana banjir memiliki dampak yang signifikan terhadap ketersediaan pangan, infrastruktur, serta keberlanjutan sumber daya air di suatu wilayah. Pemetaan kerawanan banjir dilakukan untuk mengidentifikasi kawasan dengan tingkat risiko tinggi sehingga dapat menjadi dasar dalam perumusan strategi mitigasi maupun adaptasi. Berdasarkan pemodelan dari HEC-RAS dengan menggunakan debit rencana kala ulang 10, 25, 50, dan 100, maka didapatkan peta rawan banjir yang terjadi di DAS Air Tetas. Peta rawan banjir per kala ulang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



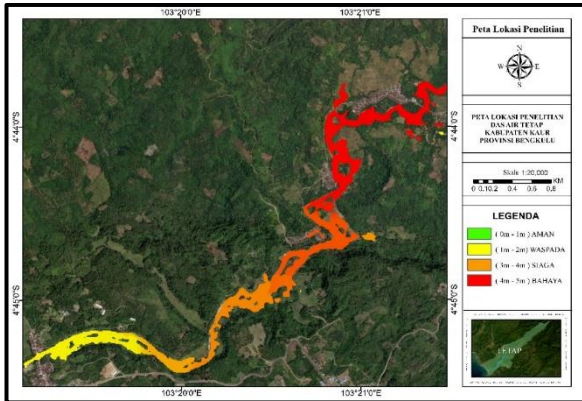
Gambar 4. Peta Rawan Banjir Q₁₀ tahun

History of article:

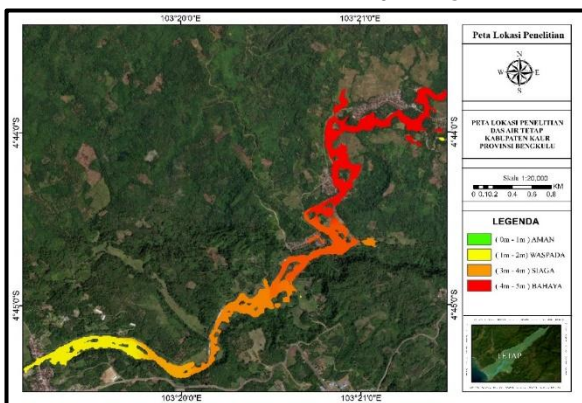
Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

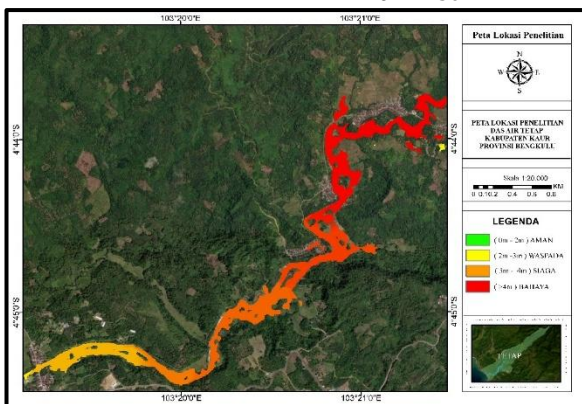
Published : 30 Juni 2026



Gambar 5. Peta Rawan Banjir Q₂₅ tahun



Gambar 6. Peta Rawan Banjir Q₅₀ tahun



Gambar 7. Peta Rawan Banjir Q₁₀₀ tahun

Hasil integrasi pemodelan HEC-RAS dengan debit Q₁₀, Q₂₅, Q₅₀, dan Q₁₀₀ menunjukkan bahwa beberapa segmen sungai di DAS Air Tetap mengalami limpasan dengan elevasi muka air maksimum mencapai +11,06 mdpl dititik kritis STA 6250. Pada kala ulang 100 tahun, tinggi muka air banjir meningkat hingga 5,33 m di atas kondisi normal, melampaui ambang batas bahaya. Temuan ini menegaskan perlunya penyusunan SOP

peringatan dini dan prosedur evakuasi masyarakat untuk mengurangi risiko bencana.

IV KESIMPULAN

Hasil analisis hidrologi dengan metode HSS Nakayasu menunjukkan debit puncak banjir rancangan bervariasi antara 69,06 m³/detik pada kala ulang 2 tahun hingga 107,88 m³/detik pada kala ulang 100 tahun. Pemodelan hidraulik HEC-RAS mengindikasikan bahwa kapasitas sungai eksisting di DAS Air Tetap tidak mampu menampung debit tersebut, dengan limpasan tertinggi terjadi pada titik STA 6250 mencapai 5,33 m pada kala ulang 100 tahun. Luas genangan banjir juga meningkat seiring periode ulang, dari 86,31 ha (Q10) hingga 92,23 ha (Q100), sehingga diperlukan integrasi hasil pemodelan ke dalam Flood Early Warning System (FEWS) dengan ambang batas krisis ditetapkan pada STA 6250 elevasi 11,06 mdpl sebagai dasar penyusunan SOP peringatan dini dan evakuasi masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana berkat dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bengkulu, khususnya Fakultas Teknik, atas dukungan akademik dan administratif yang telah diberikan. Penulis juga menyampaikan penghargaan kepada Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera VII Bengkulu atas bantuan penyediaan data curah hujan dan informasi pendukung yang digunakan dalam penelitian ini.

REFERENSI

Adiputra, D (2018). Perencanaan Kolam Retenesi Guna Penanggulangan Banjir.
 Amri, K., Fauzi, M. and Martin R (2020) ‘Analisis Debit Puncak Sungai Air Tetap Kabupaten Kaur Dengan Pendekatan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)’.
 Ginting, S. and Putuhena, W.M. (2014) *Jakarta-Flood Early Warning System*.
 Gunawan, G. (2017) ‘Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik’, 9(1).
 Gunawan, G., Besperi and Purnama, L. (2020) ‘Analisis Debit Banjir Rancangan Sub DAS Air Bengkulu’, 17(1).

History of article:

Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

Published : 30 Juni 2026

- Gunawan, G. *dkk.* (2023) 'Flood Inundation Modeling for the Lower Bengkulu Sub-Watershed of Bengkulu Province Using the HEC-RAS 5.0.7.
- Pramono, A.N. and Saputro, P.T. (2020) *Efektivitas Kolam Retensi Terhadap Pengendalian Banjir, Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang.*
- Qodriyatun, N.S. (2020) 'Bencana Banjir: Pengawasan dan Pengendalian Pemanfaatan Ruang Berdasarkan UU Penataan Ruang dan RUU Cipta Kerja'.
- Ruhat, D. (2022) 'Implementasi Distribusi Peluang Gumbel Analisis Data Hujan Rencana', *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), p. 213.
- Salsabila, A. and Irma, L.N. (2020) *Pengantar Hidrologi.*
- Samsudin, W. (2016) *Analisis Statistika Dalam Pendugaan Curah Hujan Studi Kasus di DAS Ciliwung Hulu.*
- Sari, M.R. (2022) *Analisis Debit Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu Dan Upaya Pengendalian di Sungai Air Bengkulu.*
- Sefi Ramadhani, D. *et al.* (2026) 'Studi Tren Data Curah Hujan dan Evaporasi Pengamatan di Kawasan Waduk Sutami sebagai Dasar Adaptasi Perubahan Iklim', *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 6(1), pp. 458–472.
- Soewarno., 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data* Jilid 1, Bandung: Nova.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan.* Yogyakarta. Beta Offset

History of article:

Received : 02 November 2025

Revised : 10 Mei 2026 (Revisi Pertama); 26 Juni 2026 (Revisi Kedua)

Published : 30 Juni 2026