

Pembaruan Analisis Hidrologi untuk Estimasi Debit Banjir Rencana DAS Cisadane Menggunakan HEC-HMS

Muhamad Reza Robby Nugraha¹⁾, Dimas Gustoro¹⁾,
Farhan Sholahudin¹⁾, Fachriza Anshary²⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Teknik, Universitas Negeri Semarang,
Semarang, Indonesia

Email: rezam@mail.unnes.ac.id

²⁾ PT. Maratama Cipta Mandiri, Bandung, Jawa Barat

Received: 2026-01-24; Accepted: 2026-03-20; Published: 2026-03-31

Abstract

Design flood estimation is a critical component in hydraulic infrastructure planning, particularly for large bridges located in watersheds characterized by complex hydrological dynamics and rapid regional development. This study aims to update the design flood estimation for the Cisadane River Bridge in the PIK 2 Extension area by incorporating updated hydrological data and evaluating the influence of changes in rainfall characteristics on flood estimation results. The 100-year return period design flood (Q100) was adopted in accordance with bridge classification standards. The analysis was conducted using a rainfall-runoff approach implemented in the HEC-HMS model. A previous hydrological study conducted in 2015 was reconstructed as a baseline, with updates to the rainfall data series and explicit representation of infiltration based on land use and soil type using the Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) method. The design rainfall pattern (hyetograph) was updated to reflect increased rainfall intensity observed after 2014. The modeling results indicate a peak discharge of the Q100 design flood of 2,090.4 m³/s, representing a significant increase compared to the 2015 study result of 1,422.8 m³/s. This increase is primarily attributed to changes in rainfall intensity and temporal distribution reflected in the updated hyetograph, while the watershed hydrological response is assumed to remain relatively unchanged. These findings highlight the importance of regularly updating rainfall data and design rainfall patterns to ensure the reliability and safety of bridge design under increasingly extreme rainfall conditions.

Keywords: Hyetograph; Hydrology; Flood; HEC-HMS; Cisadane River.

Abstrak

Estimasi debit banjir rencana merupakan komponen penting dalam perencanaan infrastruktur hidraulik, khususnya jembatan besar pada daerah aliran sungai (DAS) dengan dinamika hidrologi dan perkembangan wilayah yang pesat. Penelitian ini bertujuan untuk memperbarui estimasi debit banjir rencana pada Jembatan Sungai Cisadane di kawasan PIK 2 *Extension* melalui pembaruan data hidrologi dan evaluasi pengaruh perubahan karakteristik hujan terhadap hasil perhitungan banjir. Debit banjir rencana kala ulang 100 tahun (Q100) digunakan sesuai dengan klasifikasi jembatan. Analisis dilakukan dengan pendekatan hujan-limpasan menggunakan model HEC-HMS. Studi hidrologi terdahulu yang dilakukan pada tahun 2015 direkonstruksi sebagai acuan (*baseline*), dengan pembaruan seri data hujan serta representasi infiltrasi berbasis penggunaan lahan dan jenis tanah menggunakan metode *SCS Curve Number*. Pola hujan rancangan (*hyetograph*) diperbarui untuk merepresentasikan peningkatan intensitas hujan pasca-2014. Hasil pemodelan menunjukkan debit puncak banjir rencana Q100 sebesar 2.090,4 m³/s, meningkat signifikan dibandingkan hasil studi tahun 2015 sebesar 1.422,8 m³/s. Peningkatan ini terutama dipengaruhi oleh perubahan intensitas dan distribusi temporal hujan yang tercermin dalam pembaruan *hyetograph*, bukan oleh perubahan respons hidrologi DAS. Temuan ini menegaskan pentingnya pembaruan data hujan dan pola hujan rancangan secara berkala untuk menjamin keandalan dan keselamatan desain jembatan terhadap risiko banjir ekstrem.

Kata Kunci: Hyetograph; Hidrologi; Banjir; HEC-HMS; Cisadane.

PEDOMAN UMUM

Analisis hidrologi merupakan tahap penting dalam perencanaan bangunan air karena digunakan untuk memperkirakan debit banjir rencana, yang menentukan tingkat keamanan dan kelayakan bangunan air (Pratiwi & Satria Negara, 2023). Salah satu aplikasi penting analisis hidrologi adalah pada perencanaan jembatan, khususnya pada sungai besar yang memiliki karakteristik hidrologi kompleks.

Studi ini dilakukan pada lokasi perencanaan Jembatan Sungai Cisadane PIK 2 *Extension* yang berlokasi di Desa Tanjung Burung dan Desa Kohod, Kecamatan Teluk Naga dan Pakuhaji, Kabupaten Tangerang, Provinsi

Banten. Jembatan ini berfungsi sebagai akses utama penghubung kawasan PIK 2 *Extension* yang terpisah oleh Sungai Cisadane.

Analisis hidrologi Sungai Cisadane sebelumnya telah dilakukan oleh Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane (BBWSCC) pada tahun 2015 dalam kegiatan "*Detail Desain Pengendalian Banjir Sungai Cisadane Hilir*". Namun, studi tersebut belum menggunakan data curah hujan terbaru, dan belum menjelaskan proses perhitungan infiltrasi. Oleh karena itu, pembaruan analisis hidrologi dilakukan dengan menggunakan seri data hujan yang lebih mutakhir serta mempertimbangkan proses infiltrasi, sehingga estimasi debit banjir rencana yang

dihasilkan lebih merepresentasikan kondisi aktual (Brandão et al., 2025).

Hasil dari analisis hidrologi ini selanjutnya digunakan sebagai data masukan pada analisis hidraulika untuk memperoleh tinggi muka air dan kecepatan aliran, yang menjadi dasar dalam penentuan *clearance* vertikal jembatan serta perencanaan perlindungan pilar terhadap gerusan lokal (Ganora et al., 2024).

Studi ini disajikan sebagai analisis hidrologi terapan berbasis studi kasus yang bertujuan untuk memperbaiki estimasi debit banjir rencana guna mendukung perencanaan jembatan di DAS Cisadane.

METODE PENELITIAN

Estimasi debit banjir rencana pada studi ini dilakukan menggunakan pendekatan analisis hujan–limpasan, mengingat keterbatasan ketersediaan data debit pengukuran jangka panjang di lokasi studi (Samatan, 2020). Analisis hujan–limpasan merepresentasikan hubungan antara curah hujan dan respon aliran yang dipengaruhi oleh karakteristik fisik serta kondisi hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) (Breinl et al., 2021).

Pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC HMS versi 4.9 yang dikembangkan oleh *United States Army Corps of Engineers* (USACE). Model ini banyak digunakan dalam studi hidrologi untuk simulasi proses hujan–limpasan dan terdiri atas komponen utama berupa *Basin Model*, *Meteorologic Model*, *Control Specification*, dan *Time Series Data Manager* (Guduru & Mohammed, 2024).

Debit banjir rencana dengan periode ulang 100 tahun (Q100) digunakan sebagai kriteria desain hidraulik jembatan, mengingat jembatan termasuk dalam kategori bangunan besar dan khusus sesuai dengan pedoman teknis hidrolika jalan dan jembatan (*Manual No 01-2 BM 2005 Hidrolika Untuk Pekerjaan Jalan Dan Jembatan Buku 2 Perencanaan Hidrolika_Departemen PU, Dirjen Binamarga*, n.d.).

Perhitungan infiltrasi dan hujan efektif dilakukan menggunakan metode *Soil Conservation Service–Curve Number* (SCS-CN), yang mempertimbangkan karakteristik tutupan lahan dan jenis tanah, serta telah banyak diterapkan dalam berbagai studi hidrologi karena kemudahannya dan keandalannya (Ezz et al., 2019).

Untuk menjaga konsistensi metodologis, pemodelan hidrologi pada studi ini disusun dengan merekonstruksi model terdahulu sebagai referensi, kemudian parameter model yang telah digunakan dan direferensikan pada studi sebelumnya digunakan kembali, dengan pembaruan pada seri data hujan serta perhitungan infiltrasi.

Data

Data yang digunakan dalam studi ini meliputi data curah hujan harian, data topografi digital, data tutupan lahan, dan data jenis tanah. Data curah hujan diperoleh dari lima pos hujan, yaitu Pasir Jaya, Kracak, Ranca Bungur, Pasar Baru, dan Cigudeg, yang dikelola oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung–Cisadane (BBWSCC). Rentang data hujan yang digunakan mencakup

periode 2005–2018, sehingga merepresentasikan kondisi hidrologi jangka menengah dan mencakup kejadian hujan ekstrem dalam DAS Cisadane.

Data topografi diperoleh dari Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) yang dikembangkan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) melalui integrasi data IFSAR (resolusi 5 m), TERRASAR-X (resolusi 5 m), dan ALOS PALSAR (resolusi 11,25 m), serta dilengkapi dengan data masspoint hasil stereo-plotting. DEMNAS memiliki resolusi spasial sekitar 8,1 m dan menggunakan datum vertikal EGM2008 (Ginting et al., 2025). Data ini digunakan untuk proses delineasi DAS serta penentuan parameter DAS, seperti luas, panjang, dan kemiringan pengaliran digunakan untuk perhitungan debit banjir (Nomeritae et al., 2025).

Data tutupan lahan diperoleh dari WebGIS Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK) menggunakan peta tahun 2019. Data ini digunakan untuk menentukan karakteristik permukaan DAS dalam perhitungan infiltrasi dan limpasan. Sementara itu, data jenis tanah diperoleh dari *Global Hydrologic Soil Groups* (HYSOGs) dengan resolusi spasial 250 m. Penggunaan data HYSOGs dipilih untuk mengatasi keterbatasan ketersediaan data tanah lokal yang detail, serta untuk mendukung penentuan nilai *Curve Number* (CN) secara spasial (RAJĀ et al., 2021).

Analisis Hujan

Analisis hujan rencana dilakukan menggunakan pendekatan analisis frekuensi terhadap data hujan maksimum tahunan. Beberapa distribusi probabilitas yang umum digunakan dalam analisis hidrologi, yaitu Distribusi Normal, Log Normal, Pearson Tipe III, Log Pearson Tipe III, dan Gumbel, diuji untuk setiap pos hujan (Suhartanto et al., 2018):

Pemilihan distribusi probabilitas terbaik dilakukan menggunakan uji kesesuaian Smirnov–Kolmogorov dan uji Chi-Square. Distribusi yang memenuhi kriteria uji statistik dengan tingkat signifikansi yang ditetapkan selanjutnya digunakan untuk menentukan hujan rencana pada masing-masing periode ulang (Maulana & Rosalina, 2022).

Hujan rencana yang diperoleh dalam bentuk curah hujan harian kemudian didistribusikan menjadi hujan jam-jaman selama durasi 24 jam menggunakan metode PSA-007. Metode ini dipilih karena telah banyak digunakan dalam perencanaan hidrologi di Indonesia serta memberikan pola distribusi hujan yang realistis untuk kejadian hujan ekstrem, dan juga digunakan pada studi terdahulu di DAS Cisadane (Kent et al., 2022).

Perhitungan CN dan Infiltrasi

Perhitungan infiltrasi dan limpasan permukaan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Curve Number* (CN) yang dikembangkan oleh *Soil Conservation Service* (SCS). Metode ini menghubungkan karakteristik jenis tanah, tutupan lahan, dan kondisi hidrologi DAS untuk memperkirakan besarnya hujan efektif yang menjadi limpasan langsung (Delani & Dasanto, 2015).

Wilayah DAS dibagi menjadi beberapa sub-DAS yang memiliki variasi jenis tanah dan tutupan lahan. Oleh karena itu, nilai CN dihitung secara komposit dengan

mempertimbangkan proporsi luas masing-masing kelas tutupan lahan pada setiap sub-DAS (Noor Annisa Ramadan et al., 2020).

$$CN_{composite} = \frac{\sum ACN_i}{\sum A_i} \quad (1)$$

Dengan:

A_i = Luas jenis tutupan lahan pada sub-DAS i
 CN_i = Nilai CN untuk masing-masing tutupan lahan pada sub-DAS i

Nilai CN komposit yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung kapasitas infiltrasi potensial dan hujan efektif, yang menjadi masukan utama dalam proses transformasi hujan–limpasan pada pemodelan hidrologi.

Pemodelan HEC-HMS

Pemodelan hidrologi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-HMS versi 4.9. Model disusun dengan pendekatan hujan–limpasan yang terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu *Basin Model* untuk representasi karakteristik fisik DAS, *Meteorologic Model* dan *Time Series Data* untuk memasukkan data hujan, serta *Control Specification* untuk pengaturan periode dan interval waktu simulasi.

Pada *Basin Model*, delineasi DAS dan pembagian sub-DAS dilakukan berdasarkan data topografi, sehingga parameter geometrik DAS dapat direpresentasikan secara spasial. Proses transformasi hujan menjadi debit dimodelkan melalui dua parameter utama, yaitu *Loss* untuk menghitung infiltrasi dan hujan efektif, serta *Transform* untuk mensimulasikan respon aliran permukaan.

Perhitungan infiltrasi dan hujan efektif dilakukan menggunakan metode SCS-CN, yang mempertimbangkan pengaruh tutupan lahan dan jenis tanah. Selain nilai CN, parameter *Loss* juga memerlukan nilai *initial abstraction* (I_a).

$$I_a = K.S \quad (2)$$

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN} \quad (3)$$

Dengan:

I_a = Abstraksi awal/ *Initial abstraction* (mm)
 K = Koefisien antara 0-0.26, direkomendasikan oleh SCS besar $K=0.2$
 S = Retensi potensial oleh tanah karena infiltrasi (mm)

Transformasi hujan efektif menjadi debit dilakukan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder. Metode ini dipilih karena sesuai untuk DAS dengan luasan besar dan telah banyak digunakan pada studi hidrologi skala menengah hingga besar (Bhunya et al., 2011). Parameter utama dalam metode Snyder meliputi *standard lag* (t_l) dan *peaking coefficient* (C_p).

$$t_l = C_t(LL_c)^n \quad (4)$$

Dengan:

t_l = *Standar Lag* (Jam) yaitu waktu dari titik brat curah hujan efektif ke puncak banjir.

C_t = Koefisien waktu Snyder yang bergantung dari karakteristik DAS, koefisien ini merefleksikan kemiringan dan cekungan atau *storage* di suatu DAS. Nilai C_t berkisar antara 0.75 – 3.

L = Panjang sungai sampai ke *outlet* (km).

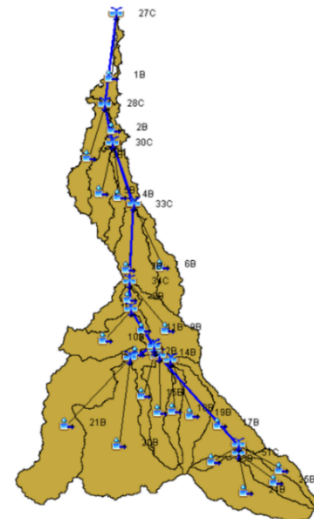
L_c = Panjang sungai dari titik berat DAS sampai ke *outlet* (km).

n = Koefisien Snyder yang bergantung pada karakteristik DAS, nilai yang direkomendasikan 0.3.

Peaking coefficient (C_p) adalah koefisien Snyder yang bergantung pada karakteristik DAS, nilainya berkisar antara 0.56 sampai dengan 0.69 (Shaikh et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Delineasi DAS Cisadane dilakukan pada komponen Basins Model dengan titik outlet akhir berada di lokasi rencana jembatan. Untuk meningkatkan representasi spasial respon hidrologi, DAS dibagi ke dalam 25 sub-DAS, sama dengan pembagian pada studi tahun 2015 (Alsilibe & Bene, 2022). Luas total DAS sebesar 1.337,46 km² dengan panjang maksimum sungai utama 135,46 km dan lebar rata-rata sungai sekitar 100 m.

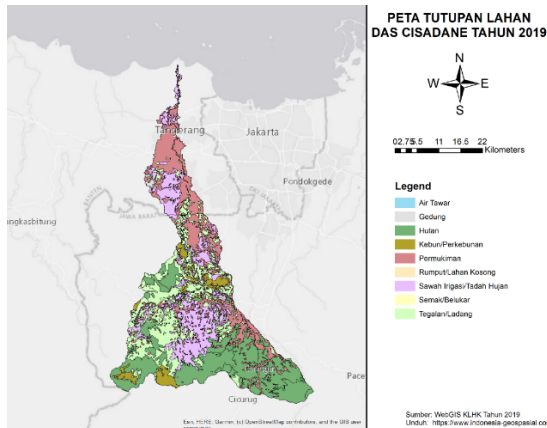


Gambar 1. Delineasi DAS Cisadane Sebagai Dasar Pemodelan Hidrologi

Berdasarkan peta tutupan lahan, DAS Cisadane menunjukkan variasi penggunaan lahan yang didominasi oleh hutan, permukiman, serta tegalan/ladang.

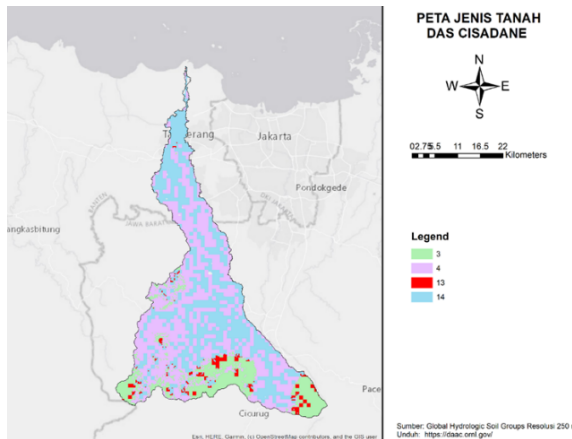
Tabel 1. Persentase Tutupan Lahan Di DAS Cisadane Sebagai Dasar Penentuan Parameter Hidrologi

No	Tutupan Lahan	Presentase Luas
1	Air Tawar	0.52%
2	Gedung	0.28%
3	Hutan	29.04%
4	Kebun/Perkebunan	3.82%
5	Permukiman	23.52%
6	Rumput/Lahan Kosong	0.12%
7	Sawah Irigasi/Tadah Hujan	18.05%
8	Semak/Belukar	0.03%
9	Tegalan/Ladang	24.61%
Total		100.00%



Gambar 2. Peta Tutupan Lahan DAS Cisadane Tahun 2019 Sebagai Dasar Penentuan Parameter CN

Klasifikasi jenis tanah berdasarkan *Global Hydrologic Soil Groups* menunjukkan dominasi tipe HSG-D dan HSG D/D, yang merupakan kelompok tanah dengan potensi limpasan tinggi.



Gambar 3. Peta Jenis Tanah DAS Cisadane Berdasarkan Klasifikasi Hydrologic Soil Groups (HYSOGs)

Nilai CN komposit dihitung untuk setiap sub-DAS melalui *overlay* peta tutupan lahan dan jenis tanah dengan mengacu pada nilai CN dari BPDAS Citarum–Ciliwung (Sofyan et al., 2014).

Tabel 2. Referensi Nilai CN Berdasarkan Jenis Tutupan Lahan dan Kelompok Tanah Hidrologi

Penutup penggunaan Lahan	Kelompok Hidrologi Tanah (KHT)			
	A	B	C	D
Hutan	25	55	70	77
Semak Belukar	36	60	73	79
Rumpun/Lahan Kosong	39	61	74	80
Tegalan/Ladang	49	69	79	84
Kebun/Perkebunan	45	66	77	83
Permukiman	74	83	89	91
Gedung	98	98	98	98
Sawah Irigasi/Tadah Hujan	61	73	81	84
Air Tawar	100	100	100	100

Sumber: (BPDAS) Citarum-Ciliwung(Sofyan et al., 2014)

Tabel 3. Nilai CN Untuk Setiap Sub-DAS Cisadane Hasil Integrasi Tutupan Lahan Dan Jenis Tanah

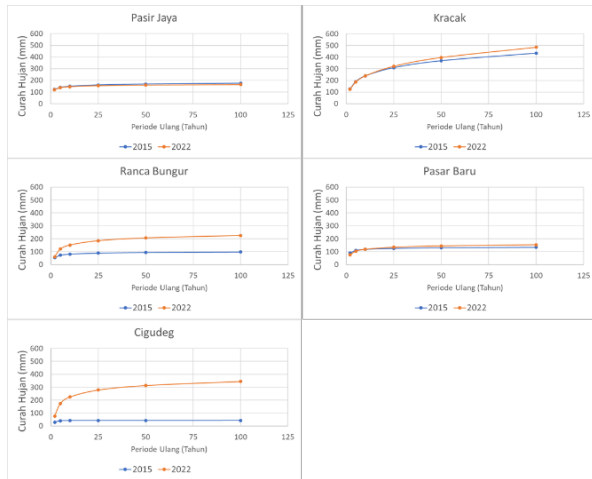
No	Nama Sub-DAS	A (km ²)	CN	S (mm)	Ia (mm)
1	21B	198.97	76.95	76.08	15.22

No	Nama Sub-DAS	A (km ²)	CN	S (mm)	Ia (mm)
2	20B	207.20	77.38	74.25	14.85
3	12B	6.11	85.08	44.54	8.91
4	15B	34.58	71.98	98.88	19.78
5	24B	102.24	72.53	96.20	19.24
6	23B	9.02	71.41	101.69	20.34
7	22B	29.37	73.20	92.99	18.60
8	19B	61.43	79.05	67.32	13.46
9	18B	31.27	83.47	50.30	10.06
10	17B	81.45	79.07	67.23	13.45
11	16B	58.79	83.44	50.41	10.08
12	14B	0.74	86.61	39.27	7.85
13	15B	29.61	84.73	45.78	9.16
14	13B	0.31	86.22	40.60	8.12
15	11B	8.50	86.55	39.47	7.89
16	10B	70.01	76.31	78.85	15.77
17	8B	9.35	85.23	44.02	8.80
18	9B	68.37	81.49	57.69	11.54
19	7B	88.32	82.97	52.13	10.43
20	6B	52.29	88.28	33.72	6.74
21	4B	45.12	88.19	34.01	6.80
22	5B	49.81	86.40	39.98	8.00
23	2B	16.25	90.54	26.54	5.31
24	3B	56.54	89.69	29.20	5.84
25	1B	21.81	86.89	38.32	7.66

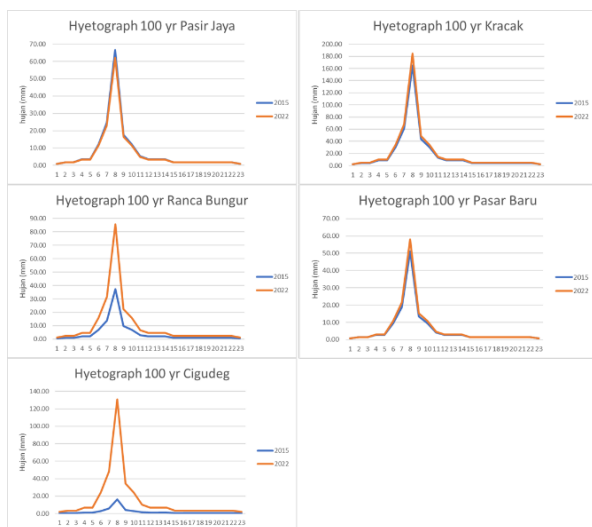
Analisis hujan rencana dilakukan menggunakan pendekatan yang konsisten dengan studi tahun 2015, yaitu melalui analisis distribusi probabilitas pada masing-masing pos hujan. Hasil uji Kolmogorov–Smirnov dan Chi-Square menunjukkan bahwa Pos Hujan Pasir Jaya, Kracak, dan Pasar Baru mengikuti distribusi Log Pearson Tipe III, sedangkan Pos Ranca Bungur dan Cigudeg mengikuti distribusi Normal. Hujan rencana harian kemudian didistribusikan menjadi hujan jam-jaman selama 24 jam menggunakan metode PSA-007 untuk setiap pos hujan, dan selanjutnya digunakan sebagai data masukan *time series* pada model HEC-HMS.



Gambar 4. Curah Hujan Maksimum Tahunan Periode 2005–2018 Pada Setiap Pos Hujan di DAS Cisadane



Gambar 5. Hasil Analisis Hujan Rencana Pada Masing-Masing Pos Hujan di DAS Cisadane



Gambar 6. Perbandingan Pola *Hyetograph* Hujan Rencana Kala Ulang 100 Tahun (Q100) Antara Studi Tahun 2015 dan 2022

Perbandingan hyetograph hujan rencana Q100 antara studi tahun 2015 dan 2022 menunjukkan perbedaan yang signifikan, khususnya pada Pos Cigudeg dan Ranca Bungur. Peningkatan intensitas hujan pada studi 2022 dipengaruhi oleh kejadian hujan ekstrem pasca-2014, dengan curah hujan maksimum tercatat sebesar 290 mm di Ranca Bungur (2015) dan 380 mm di Cigudeg (2016), sedangkan pada periode sebelumnya curah hujan relatif lebih rendah (<100 mm).

Model hidrologi direkonstruksi berdasarkan skema studi tahun 2015 sebagai acuan, dengan penambahan parameter infiltrasi menggunakan metode SCS-CN. Studi tahun 2015 mencatat debit banjir rencana Q100 sebesar 1.422,8 m³/s. Proses kalibrasi hidrograf dilakukan dengan penyesuaian parameter *lag time* pada Hidrograf Satuan Sintetik Snyder, yang menghasilkan nilai koefisien waktu Ct=3. Parameter terkalibrasi ini kemudian diterapkan pada model tahun 2022 dengan menggunakan data hujan terbaru.

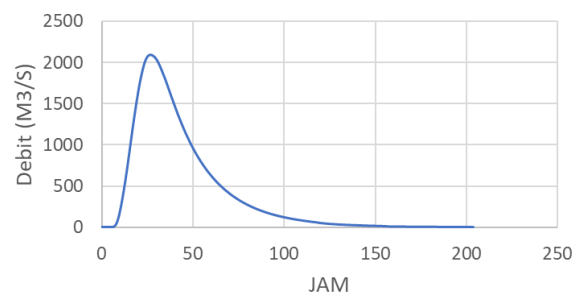
Hasil simulasi HEC-HMS menunjukkan bahwa debit banjir rencana Q100 di lokasi rencana jembatan meningkat menjadi 2.090,4 m³/s, dengan waktu puncak banjir terjadi sekitar 27 jam setelah dimulainya hujan

efektif. Perbandingan debit Q100 pada beberapa titik tinjau yang sama dengan studi tahun 2015, seperti Muara Cisadane, Bendung Pasar Baru, Jembatan Serpong–Cisauk, dan Desa Jampang Atas, menunjukkan bahwa hasil studi tahun 2022 secara konsisten lebih tinggi.

Peningkatan debit banjir rencana ini terutama disebabkan oleh penggunaan seri data hujan yang lebih panjang serta terakomodasinya kejadian hujan ekstrem pasca-2014, yang belum tercakup pada studi sebelumnya. Temuan ini menegaskan pentingnya pembaruan analisis hidrologi secara periodik agar perencanaan jembatan tetap merepresentasikan kondisi hidrologi aktual dan tingkat risiko banjir yang terkini.

Tabel 4. Parameter Model HEC-HMS Hasil Rekonstruksi Studi Tahun 2015 Sebagai Acuan Pemodelan

No	Nama SubDAS	Lag Time (jam)	Peaking Coefficient	Curve Number
1	21B	26.75	0.56	76.95
2	20B	22.34	0.56	77.38
3	12B	8.20	0.56	85.08
4	15B	14.44	0.56	71.98
5	24B	16.52	0.56	72.53
6	23B	10.20	0.56	71.41
7	22B	15.13	0.56	73.20
8	19B	17.39	0.56	79.05
9	18B	15.81	0.56	83.47
10	17B	21.68	0.56	79.07
11	16B	16.63	0.56	83.44
12	14B	3.53	0.56	86.61
13	15B	16.73	0.56	84.73
14	13B	2.36	0.56	86.22
15	11B	10.91	0.56	86.55
16	10B	16.95	0.56	76.31
17	8B	8.03	0.56	85.23
18	9B	16.80	0.56	81.49
19	7B	20.62	0.56	82.97
20	6B	17.59	0.56	88.28
21	4B	16.73	0.56	88.19
22	5B	15.91	0.56	86.40
23	2B	11.72	0.56	90.54
24	3B	26.75	0.56	89.69
25	1B	22.34	0.56	86.89



Gambar 7. Hidrograf Debit Banjir Rencana Kala Ulang 100 Tahun (Q100) di Lokasi Jembatan Sungai Cisadane Hasil Pemodelan HEC-HMS

Tabel 5. Lokasi Titik Tinjau Hidrologi yang Digunakan Pada Studi Tahun 2015

Titik Tinjau	Latitude	Longitude
Muara Cisadane (Lokasi jembatan Bendung Pasar Baru)	-6.020322°	106.632390°
Jembatan Serpong-Cisauk	-6.311035°	106.658227°
Desa Jampang Atas	-6.402694°	106.647888°

Tabel 6. Perbandingan Debit Puncak Banjir Rencana Kala Ulang 100 Tahun (Q100) Antara Studi Tahun 2015 dan 2022

Titik Tinjau	Debit Q100 (m ³ /s)	
	2015	2022
Muara Cisadane (Lokasi Jembatan)	1422.8	2090.4
Bendung Pasar Baru	1402.2	2009.5
Jembatan Serpong-Cisauk	1361.9	1816.9
Desa Jampang Atas	1356	1610.7

KESIMPULAN

Analisis hidrologi DAS Cisadane menggunakan pendekatan hujan–limpasan dengan model HEC-HMS dan pembaruan data hujan menghasilkan debit banjir rencana kala ulang 100 tahun (Q100) sebesar 2.090,4 m³/s di outlet DAS. Nilai ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan hasil studi sebelumnya, yang mencerminkan pengaruh kejadian hujan ekstrem pasca-2014 yang belum terakomodasi dalam periode data terdahulu.

Pendekatan rekonstruksi model studi sebelumnya sebagai referensi, dengan penambahan representasi infiltrasi melalui metode SCS *Curve Number* dan pembaruan pola hyetograph, terbukti mampu menjaga konsistensi metodologis sekaligus meningkatkan representativitas kondisi hidrologi aktual. Hasil studi ini menunjukkan bahwa pembaruan data hujan dan pola distribusi hujan temporal memberikan pengaruh yang signifikan terhadap estimasi debit banjir rencana.

Temuan ini menegaskan pentingnya pembaruan analisis hidrologi secara berkala dalam perencanaan dan desain infrastruktur hidraulik, khususnya jembatan, agar tetap mampu mengakomodasi dinamika hidrologi dan potensi peningkatan risiko banjir akibat perubahan pola hujan ekstrem.

DAFTAR PUSTAKA

Alsilibe, F., & Bene, K. (2022). Watershed subdivision and weather input effect on streamflow simulation using SWAT model. *Pollack Periodica*, 17(1), 88–93. <https://doi.org/10.1556/606.2021.00349>

Bhunya, P. K., Panda, S. N., & Goel, M. K. (2011). Synthetic Unit Hydrograph Methods: A Critical Review. In *The Open Hydrology Journal* (Vol. 5).

Brandão, A. R. A., Schwambach, D., Ballarin, A. S., Ramirez-Avila, J. J., Vasconcelos Neto, J. G., & Oliveira, P. T. S. (2025). Toward a better understanding of curve number and initial abstraction ratio values from a large sample of watersheds perspective. *Journal of Hydrology*, 655, 132941. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.132941>

Breinl, K., Lun, D., Müller-Thomy, H., & Blöschl, G.

(2021). Understanding the relationship between rainfall and flood probabilities through combined intensity-duration-frequency analysis. *Journal of Hydrology*, 602. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126759>

Delani, O. M., & Dasanto, B. D. (2015). Perbandingan hidrograf banjir menggunakan beberapa metode perhitungan curah hujan efektif (studi kasus: Das Cisadane Hulu). *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 12(2), 187–198. <https://doi.org/10.32679/jsda.v12i2.65>

Ezz, H., Gomaah, M., & Abdelwares, M. (2019). Watershed Delineation and Estimation of Groundwater Recharge for Ras Gharib Region, Egypt. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 07(04), 202–213. <https://doi.org/10.4236/gep.2019.74013>

Ganora, D., Evangelista, G., Mazzoglio, P., & Claps, P. (2024). Hydrological models and datasets to support flood flow estimation at river-bridge intersections. *Procedia Structural Integrity*, 62, 653–660. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.09.091>

Ginting, B. M., Lidyana, P., Christopher, C., Yudianto, D., & Yuebo, X. (2025). Evaluating the satellite-derived DEM accuracy with rain-on-grid modeling for flood hydrograph prediction of Katulampa Watershed, Indonesia. *International Journal of River Basin Management*, 23(3), 369–386. <https://doi.org/10.1080/15715124.2024.2312857>

Guduru, J. U., & Mohammed, A. S. (2024). Hydrological modeling using HEC-HMS model, case of Tikur Wuha River Basin, Rift Valley River Basin, Ethiopia. *Environmental Challenges*, 17, 101017. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.101017>

Kent, S., Yudianto, D., & Fitriana, F. (2022). STUDI Pengelolaan Air Hujan Dalam Rangka Pengembangan Taman Konservasi Di Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Sumber Daya Air*, 18(2), 109–120. <https://doi.org/10.32679/jsda.v18i2.820>

Manual No 01-2 BM 2005 Hidrolika Untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan Buku 2 Perencanaan Hidrolika Departemen PU, Dirjen Binamarga. (n.d.).

Maulana, A. A., & Rosalina, H. (2022). Evaluasi Dampak Banjir Akibat Perubahan Alur Sungai Citanduy Hulu Di Desa Tanjungkerta, Tasikmalaya-Jawa Barat. *Jurnal Sumber Daya Air*, 18(1), 55–67. <https://doi.org/10.32679/jsda.v18i1.745>

Nomeritae, Nasir, D., & Salonten. (2025). Modeling Rainfall-Flow in the Kahayan Watershed Central Kalimantan Province. In K.-C. Tsai, M. Shahin, S. A. Kristiawan, A. R. M. Sam, & P. D. Hai (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference on Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering—Volume 1* (pp. 585–594). Springer Nature Singapore.

Noor Annisa Ramadan, A., Nurmayadi, D., Sadili, A., Rizaldy Solihin, R., & Sumardi, Z. (2020). Studi Penentuan Nilai Curve Number DAS Pataruman berdasarkan Satuan Peta Tanah Indonesia. In *Media*

- Komunikasi Teknik Sipil* (Vol. 26, Issue 2).
- Pratiwi, D. W., & Satria Negara, A. (2023). Perbandingan Pola Distribusi Hujan Terukur dan Metode Empiris dalam Perhitungan Debit Banjir Rencana DAS Jurug. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 29–42. <https://doi.org/10.56860/jtsda.v3i1.55>
- Raji, S. A., Odunuga, S., & Fasona, M. (2021). Spatial Appraisal of Seasonal Water Yield of the Sokoto-Rima Basin. *Sakarya University Journal of Science*, 25(4), 950–968. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.800302>
- Samatan, S. (2020). *Perbandingan Perkiraan Debit Banjir Rancangan Menggunakan Data Hujan dan Debit di DAS Kaliwadas Kab. Pekalongan, Jawa Tengah* (Vol. 1, Issue 2). <https://doi.org/https://doi.org/10.22487/renstra.v1i2.23>
- Shaikh, M. P., Yadav, S. M., & Manekar, V. L. (2022). Assessment of the empirical methods for the development of the synthetic unit hydrograph: A case study of a semi-arid river basin. *Water Practice and Technology*, 17(1), 139–156. <https://doi.org/10.2166/wpt.2021.117>
- Sofyan, P., Febrianti, N., & Prasasti, I. (2014). Estimasi Limpahan Permukaan Dari Data Satelit Untuk Mendukung Peringatan Dini Bahaya Banjir Di Wilayah Jabodetabek. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 11(1), 43–62. <https://doi.org/10.30536/inderaja.v11i1.3299>
- Suhartanto, E., Montarich Limantara, L., Noviadriana, D., Iman Harta, F., & Aryani, D. K. (2018). Estimation of Design Flood with Four Frequency Analysis Distributions. In *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST) (Open Access Quarterly International Journal)* (Vol. 2, Issue 1). www.ajast.net