

## **Analisis Hidrograf Banjir Akibat Pemindahan Alur Sungai pada Sungai Kaliyasa Baru Menggunakan Model Hec-HMS**

**Ratih Nurmala Saridewi\*, Muchamad Arif Budiyanto, Jesinta Kotilda Dinda**

Universitas Cokroaminoto Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

---

### **ARTICLE INFO**

#### **Kata Kunci:**

banjir; hidrograf banjir; debit banjir rancangan; pemindahan alur sungai; Hec-HMS.

#### **\*Correspondence email:**

[ratihnurmala.sd@gmail.com](mailto:ratihnurmala.sd@gmail.com)

**Submitted:** 22 Juli 2025

**Revised:** 30 Januari 2026

**Accepted:** 30 Januari 2026

**Published:** 05 Februari 2026

### **ABSTRAK**

Pemindahan alur sungai merupakan salah satu upaya rekayasa sungai yang dilakukan untuk mendukung pengembangan wilayah dan mitigasi banjir, namun perubahan ini berpotensi memengaruhi karakteristik hidrologi sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan hidrograf banjir akibat pemindahan alur Sungai Kaliyasa Baru di kawasan PLTU Cilacap dengan menggunakan model hidrologi HEC-HMS. Analisis curah hujan wilayah dilakukan menggunakan metode Poligon Thiessen berdasarkan data hujan harian maksimum tahunan dari stasiun hujan terdekat. Selanjutnya, hujan rancangan ditentukan melalui analisis frekuensi dengan beberapa distribusi peluang, yaitu Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III, yang diuji menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Hasil uji kecocokan menunjukkan bahwa seluruh distribusi dapat diterima, namun distribusi Gumbel dipilih sebagai distribusi terbaik berdasarkan nilai selisih maksimum terkecil. Hujan rancangan kemudian didistribusikan menjadi hujan jam-jaman menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM). Pemodelan hidrologi dengan HEC-HMS dilakukan untuk menghasilkan hidrograf banjir rancangan pada berbagai kala ulang. Hasil simulasi menunjukkan perbedaan debit puncak, waktu puncak, dan volume limpasan yang mencerminkan respon DAS Kali Yasa terhadap hujan pasca pemindahan alur sungai. Penelitian ini menunjukkan bahwa HEC-HMS mampu memberikan gambaran yang komprehensif terhadap karakteristik banjir dan dapat digunakan sebagai dasar dalam evaluasi kapasitas sungai serta perencanaan pengendalian banjir di kawasan PLTU Cilacap.

---

### **ABSTRACT**

#### **Keywords:**

flood; flood hydrograph; design flood discharge; river channel realignment; Hec-HMS.

*River channel realignment is a common river engineering measure to support regional development and flood mitigation; however, it may significantly alter river hydrological characteristics. This study aims to analyze changes in flood hydrographs resulting from the realignment of the New Kaliyasa River in the PLTU Cilacap area using the HEC-HMS hydrological model. Areal rainfall was determined using the Thiessen polygon method based on annual maximum daily rainfall data from nearby rainfall stations. Design rainfall was estimated through frequency analysis using several probability distributions, namely Normal, Log-Normal, Gumbel, and Log Pearson Type III, which were evaluated using the Chi-square and Smirnov-Kolmogorov goodness-of-fit tests. The results indicate that all tested distributions are acceptable; however, the Gumbel distribution was selected as the best-fit distribution due to its smallest maximum deviation value. The selected design rainfall was then transformed into hourly rainfall using the Alternating Block Method (ABM). Hydrological modeling with HEC-HMS was conducted to generate design flood hydrographs for various return periods. The simulation results show variations in peak discharge, time to peak, and runoff volume, reflecting the hydrological response of the Kaliyasa watershed after river channel realignment. This study demonstrates that HEC-HMS is effective in representing flood characteristics and can serve as a technical basis for evaluating river capacity and planning flood control measures in the PLTU Cilacap area.*

---

## **PENDAHULUAN**

Sungai merupakan salah satu komponen utama dalam sistem hidrologi yang berfungsi sebagai saluran alami untuk mengalirkan air dari hulu ke hilir. Dalam perkembangannya, intervensi manusia terhadap alur sungai sering dilakukan untuk berbagai keperluan, seperti mitigasi banjir, pembangunan infrastruktur, pengendalian erosi, hingga penataan ruang. Salah satu bentuk intervensi tersebut adalah pemindahan alur sungai (*river channel realignment*), yaitu rekayasa untuk mengubah lintasan alami sungai ke lintasan baru.

PLTU Karangandri terletak pada daerah hilir muara Sungai Kaliyasa. Pengalihan alur sungai dibutuhkan di area PLTU Karangandri untuk perkembangan wilayah lokasi PLTU dan mitigasi banjir di areal operasional PLTU Karangandri. Pada musim hujan, sering terjadi banjir yang melimpas di badan sungai, masuk di daerah persawahan

dan permukiman (Budiyanto and Amri, 2019). Selain itu, pemindahan alur ini juga bertujuan memperlancar pembangunan infrastruktur jalan dan pengembangan kawasan. Namun, pemindahan alur sungai tidak hanya berdampak pada aspek morfologi dan tata ruang, tetapi juga berpengaruh signifikan terhadap pola aliran sungai, khususnya terhadap karakteristik hidrograf debit sungai. Pengalihan alur sungai dapat mengubah karakteristik limpasan secara signifikan yang akan meningkatkan efisiensi pengaliran air, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko baru pada desain saluran sungai yang baru (Mendrofa et al., 2023).

Hidrograf menggambarkan respon aliran sungai terhadap kejadian hujan, terutama dalam hal debit puncak (*peak discharge*), waktu puncak (*time to peak*), dan volume limpasan. Perubahan alur sungai dapat mengubah parameter-parameter hidrologis seperti panjang alur, kemiringan sungai, luas sub-DAS efektif, serta waktu konsentrasi, yang pada akhirnya mengubah karakteristik limpasan dan potensi banjir (Wiliya and Lasminto, 2022). Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi dampak pemindahan alur sungai terhadap perubahan hidrograf, guna memastikan keberlanjutan pengelolaan sumber daya air di kawasan tersebut.

Model hidrologi seperti HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System*) menjadi alat yang andal dalam mensimulasikan aliran sungai berdasarkan parameter DAS. HEC-HMS dapat memodelkan limpasan permukaan, penyimpanan air tanah, dan aliran dasar secara kuantitatif. Model ini banyak digunakan dalam perencanaan hidrologi, analisis banjir, dan studi perubahan penggunaan lahan (Samaila et al., 2023) (Aziz et al., 2024).

Dengan merujuk pada studi-studi tersebut, dapat disimpulkan bahwa analisis perubahan hidrograf pasca-pemindahan alur menjadi penting tidak hanya untuk mengetahui efektivitas pengendalian banjir, tetapi juga untuk menjaga keseimbangan ekosistem sungai dan keberlanjutan fungsi DAS. Penelitian ini akan secara khusus menilai perubahan hidrograf banjir di Sungai Kaliyasa Baru dengan pendekatan pemodelan kuantitatif menggunakan HEC-HMS, sebagai dasar pengambilan keputusan teknis dan kebijakan.

## METODE

### 1. Pemindahan Alur Sungai (*River Channel Realignment*)

Pemindahan alur sungai merupakan tindakan teknis dalam manajemen sumber daya air yang dilakukan untuk mengubah jalur aliran sungai dari alur alami ke jalur buatan yang baru. Tujuan dari pemindahan ini dapat berupa pengendalian banjir, peningkatan kapasitas aliran, perlindungan infrastruktur, serta perbaikan tata ruang wilayah (Subramanya, 1994). Rekayasa alur sungai dapat mengubah kondisi hidraulik dan ekologi sungai secara signifikan, terutama jika tidak disertai dengan analisis dampak hidrologi yang memadai (Mendrofa et al., 2023).

Pemindahan alur di Sungai Yangtze menyebabkan perubahan pola limpasan dan karakteristik banjir pada wilayah hilir akibat perubahan geometri alur, waktu konsentrasi, dan kapasitas infiltrasi (Li et al., 2007). Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap dampak yang ditimbulkan dari perubahan alur sungai, baik secara morfologis, hidrologis, maupun ekologis.

### 2. Curah Hujan Kawasan

Curah hujan yang digunakan dalam perencanaan pemanfaatan air harus mencerminkan rata-rata curah hujan di seluruh wilayah, bukan hanya pada satu lokasi pengamatan. Nilai ini dikenal sebagai curah hujan wilayah atau curah hujan area dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Salah satu metode menghitung curah hujan kawasan ini adalah dengan Metode Thiessen. Metode ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh stasiun hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Cara ini adalah dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut faktor pembobot atau koefisien Thiessen. Untuk pemilihan stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akan dibangun (Ajr and Dwirani, 2019).

### 3. Analisis Frekuensi

Data curah hujan rencana nantinya akan diambil data hujan maksimal tahunan dengan periode tertentu. Dalam perhitungan hujan rencana dimana untuk menentukan periode ulang hidrologi masa yang akan datang. Dalam menentukan jenis distribusi probabilitas data yang sesuai dengan parameter pada data dengan syarat jenis distribusi pada Tabel 1 (Taufik et al., 2025).

Tabel 1. Pemilihan Data Frekuensi

| Nilai Distribusi Frekuensi     | Parameter Data Statistik |  |
|--------------------------------|--------------------------|--|
|                                | Nilai Skewness (cs)      | Nilai Kurtosis (ck)                        |
| Distribusi Normal              | $cs = 0$                 | $Ck = 3$                                   |
| Distribusi Log Normal          | $Cs = cv^3 + 3 Cv$       | $ck = cv^8 + 6 Cv^6 + 15cv^4 + 16cv^2 + 3$ |
| Distribusi Gumbell             | $cs = 1.14$              | $ck = 5.40$                                |
| Distribusi Log Person Type III | Diluar nilai diatas      |  |

Sumber : (Sri Harto BR, 2009)

Dalam analisis frekuensi data curah hujan digunakan untuk merencanakan curah hujan rancangan. Metode untuk menghitung probabilitas curah hujan rancangan adalah sebagai berikut (Endro et al., 2019):

a. Distribusi Normal  

$$X_{TR} = \bar{X} + (S \times K_T) \tag{1}$$

b. Distribusi Gumbel  

$$X_{TR} = \bar{X} + (S \times K_{TR}) \tag{2}$$

c. Distribusi Log Normal 2 Parameter  

$$\log X_{TR} = \log \bar{X} + (S \log \times K) \tag{3}$$

d. Distribusi Log Pearson Tipe III  

$$\log X_{TR} = \log \bar{X} + (S \log \times K_{TR,CS}) \tag{4}$$

Kecocokan distribusi frekuensi dilakukan dengan melakukan uji kecocokan dengan metode Chi Kuadrat dan Metode Smirnov-Kolmogorov.

a. Chi Kuadrat  

$$X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^K \frac{(EF-OF)^2}{EF} \tag{5}$$

b. Uji Smirnov-Kolmogorov  

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \tag{6}$$

4. Distribusi Hujan Jam-Jaman

Pola distribusi rerata yang diperoleh dengan mereratakan pola distribusi hujan hasil pengamatan dianggap mewakili kondisi hujan dan dipakai untuk mendistribusikan hujan rancangan menjadi besaran hujan jam-jaman (Pratiwi and Satria Negara, 2023). Untuk metode distribusi hujan Mononobe, intensitas hujan dapat dicari dengan rumus berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} \tag{7}$$

Metode distribusi hujan *Alternative Block Method* (ABM) memiliki sedikit perbedaan dengan Mononobe yaitu mencari selisih ketebalan hujan yang kemudian diurutkan kembali dengan intensitas maksimum berada pada tengah-tengah total durasi hujan (Tc) dan blok-blok sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak-balik pada kanan dan kiri dari blok tengah.

5. Hidrograf Satuan Sintetis

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasanlangsung (limpasan permukaan) yang dihasilkan oleh hujan satuan. Apabila tidak cukup tersedia data hujan dan data debit maka penurunan hidrograf satuan suatu DAS dilakukan dengan cara sintetis. Hasilnya disebut dengan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) (Endro et al., 2019).

Salah satu hidrograf satuan sintesis yang digunakan adalah Hidrograf Satuan SCS CN. Model SCS Unit Hidrograf adalah suatu Unit Hidrograf yang berdimensi, yang dicapai puncak tunggal Unit Hidrograf. Waktu puncak (juga yang dikenal sebagai waktu kenaikan) terkait kepada jangka waktu unit dari kelebihan hujan (Affandy and Anwar, 2011).

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag} \tag{8}$$

6. Model Hidrologi HEC-HMS

HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System*) merupakan perangkat lunak pemodelan hidrologi yang dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineers (Arlen, 2000). Model ini mampu mensimulasikan proses-proses hidrologi seperti infiltrasi, aliran permukaan, aliran subsurface, dan baseflow, serta membentuk hidrograf di titik-titik kendali (Affandy and Anwar, 2011). HEC-HMS banyak digunakan dalam studi perencanaan banjir, desain infrastruktur hidraulik, serta penilaian dampak perubahan tata guna lahan.

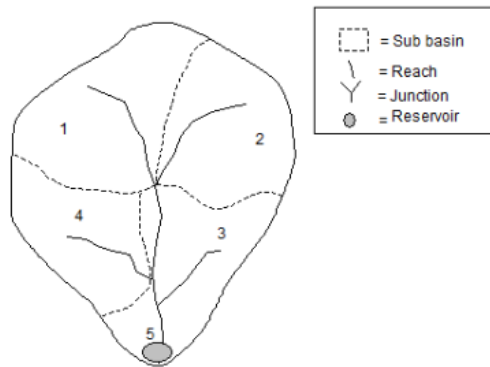
HEC-HMS dapat dikalibrasi menggunakan data hujan dan debit aktual untuk meningkatkan akurasi hasil simulasi. Studi oleh (Samaila et al., 2023) dan (Aziz et al., 2024) menunjukkan bahwa HEC-HMS cukup andal dalam memodelkan respons hidrologi DAS dengan skenario perubahan penggunaan lahan. Hal ini membuktikan bahwa HEC-HMS juga relevan digunakan untuk mengevaluasi dampak pemindahan alur sungai terhadap hidrograf.

Parameter fisik DAS seperti luas wilayah, panjang alur sungai, kemiringan lahan, dan karakteristik tata guna lahan digunakan sebagai input utama dalam pemodelan. Data curah hujan rencana yang telah dianalisis secara statistik kemudian ditransformasikan menjadi hujan jam-jaman menggunakan metode distribusi hujan yang sesuai, sehingga dapat dimasukkan sebagai data presipitasi pada model.

Komponen utama dalam model HEC-HMS adalah sebagai berikut:

- a. *Basin model*, berisi elemen-elemen DAS, hubungan antar elemen dan parameter aliran.
- b. *Meteorologic model*, berisi data hujan dan penguapan

- c. *Control Specifications*, berisi waktu mulai dan berakhirnya hitungan  
 Selain tiga komponen diatas masih terdapat komponen lain yaitu:  
 a. Time series data – berisi masukan data antara lain data hujan, data debit  
 b. Paired data – berisi pasangan data seperti hidrograf satuan.



Gambar 1. Komponenn dalam DAS

Sumber : (Nurdiyanto et al., 2016)

7. Lokasi Kegiatan

Lokasi penelitian yang akan di lakukan adalah di PLTU Cilacap.



Gambar 2. Lokasi Kegiatan di PLTU Cilacap

Sumber : Olahan Google Earth, 2025

8. Data yang dibutuhkan

Data yang digubuthkan dalam penelitian ini adalah :

- Data Curah Hujan Harian minimal 10 Tahun terakhir dari stasiun-stasiun terdekat
- Peta Topografi
- Penggunaan Lahan

**HASIL**

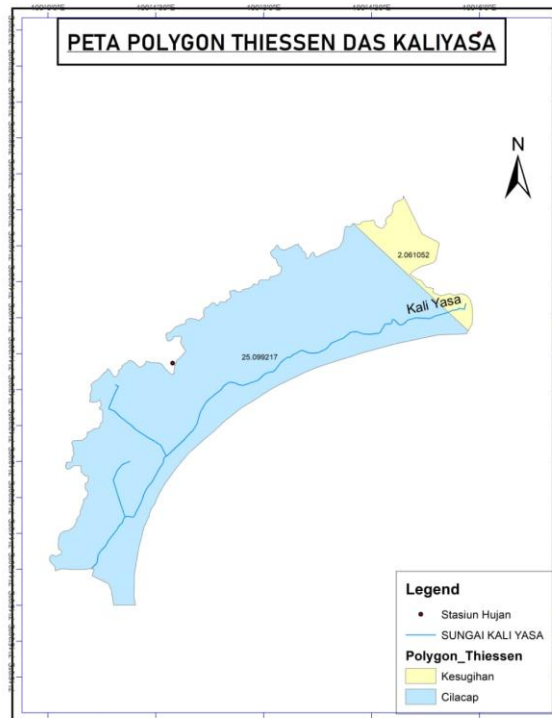
1. Curah Hujan Kawasan

Data hujan yang digunakan dari 2 stasiun hujan terdekat dengan DAS Kali Yasa, yaitu Stasiun Kesugihan dan Stasiun Cilacap. Dalam studi ini digunakan metode poligon Thiessen untuk menentukan hujan rerata DAS. Dari hasil poligon Thiessen selanjutnya didapatkan koefisien bobot  $\alpha$  yang digunakan untuk mengalikan kedalaman hujan pada stasiun masing-masing.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Koefisien Bobot  $\alpha$  dari Poligon Thiessen dengan 3 Stasiun

| No    | Nama DAS      | Pos hujan      | Luas (km <sup>2</sup> ) | Bobot $\alpha$ |
|-------|---------------|----------------|-------------------------|----------------|
| 1     | DAS Kali Yasa | Sta. Kesugihan | 2.061                   | 0.076          |
| 2     | DAS Kali Yasa | Sta. Cilacap   | 25.099                  | 0.924          |
| Total |               |                | 27.160                  | 1.000          |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



**Gambar 3.** Penentuan Poligon Thiessen pada DAS Kali Yasa

Sumber : Hasil Olahan, 2025

Dari Tabel 2 menunjukkan hasil analisis koefisien bobot ( $\square$ ) dari Poligon Thiessen dengan kontribusi curah hujan lebih besar lebih dominan pada Stasiun Curah Hujan Cilacap sebesar 0,924 dengan luas total wilayahnya 25,099 km<sup>2</sup>, seperti dapat dilihat pada Gambar 3 menunjukkan luas wilayah Poligon Thiessen di kedua stasiun curah hujan.

Dari hasil analisis hujan harian rerata DAS menggunakan poligon Thiessen, selanjutnya ditentukan hujan harian rerata maksimum. Hujan harian maksimum tahunan pada DAS Kali Yasa seperti ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini. Data curah hujan selama 10 tahun terakhir dari periode hujan tahun 2015 sampai tahun 2024. Data curah hujan berikut di dapatkan dari BBWS Serayu Opak. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk analisis frekuensi dalam menentukan hujan rancangan DAS dengan kala ulang tertentu.

**Tabel 3.** Hujan Harian Maksimum Tahunan

| Tahun | Pmax   | Tahun | Pmax   |
|-------|--------|-------|--------|
| 2015  | 124,76 | 2020  | 232,88 |
| 2016  | 116,26 | 2021  | 174,16 |
| 2017  | 90,19  | 2022  | 194,99 |
| 2018  | 182,11 | 2023  | 136,75 |
| 2019  | 124,49 | 2024  | 132,54 |

Sumber : Hasil Olahan, 2025

## 2. Analisis Frekuensi

Uji kecocokan dilakukan untuk mengetahui bahwa pemilihan distribusi hujan rancangan yang paling tepat dari beberapa pola distribusi yang ada. Ada 2 macam uji kecocokan yaitu dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Hasil Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov - Kolmogorov

| Jenis Distribusi   | Gumbel | Log Normal | Log Pearson III | Normal |
|--------------------|--------|------------|-----------------|--------|
| Smirnov-Kolmogorov | Lulus  | Lulus      | Lulus           | Lulus  |
| $\Delta$ maks      | 0.120  | 0.132      | 0.126           | 0.174  |
| Chi-Kuadrat        | Lulus  | Lulus      | Lulus           | Lulus  |
| Chi-2 Maksimum     | 5.991  | 5.991      | 3.841           | 5.991  |

Sumber : Hasil Olahan, 2025

Uji Chi-Kuadrat hanya efektif bila jumlah data pengamatan besar, karena sebelum dilakukan pengujian, data pengamatan harus dikelompokkan terlebih dahulu. Berdasarkan Tabel 4, menurut Uji Chi-Kuadrat semua distribusi diterima. Hasil uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov dicari dari jarak penyimpangan setiap titik data terhadap kurva teoritis. Pengujian dapat diterima apabila jarak penyimpangan terbesar ( $\Delta_{maks}$ ) harus lebih kecil dari  $\Delta_{kritis}$ . Distribusi terbaik adalah yang memberikan nilai  $\Delta_{maks}$  terkecil. Menurut Uji Smirnov-Kolmogorov distribusi yang terbaik adalah distribusi Gumbel dengan nilai  $\Delta_{maks} = 0,120$ . Dari 2 uji kecocokan yang lakukan maka dipilih hujan rancangan dengan distribusi Gumbel karena dari 2 uji kecocokan tersebut kedua-duanya dapat diterima dan untuk Uji Smirnov - Kolmogorov hasilnya yang terbaik. Distribusi terpilih selanjutnya digunakan untuk menghitung hujan rancangan pada berbagai kala ulang dengan memanfaatkan parameter statistik dan faktor frekuensi yang sesuai, sehingga diperoleh nilai hujan rancangan yang representatif untuk digunakan dalam analisis hidrologi lanjutan. Adapun hasil analisis frekuensi untuk mendapatkan hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dari masing – masing distribusi disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

**Tabel 5.** Hujan Rancangan dengan Berbagai Kala Ulang

| Probabilitas Kala-Ulang $P(x \geq X_m)$ | T (tahun) | Normal |       | Log-Normal |       | Gumbel        |              | Log-Pearson III |       |
|---|-----------|--------|-------|------------|-------|---------------|--------------|-----------------|-------|
|   |           | $x_t$  | $K_t$ | $x_t$      | $K_t$ | $x_t$         | $K_t$        | $x_t$           | $K_t$ |
| 0.5                                     | 2         | 150.98 | 0.00  | 145.55     | -0.12 | <b>143.83</b> | <b>-0.16</b> | 144.85          | -0.02 |
| 0.2                                     | 5         | 187.58 | 0.84  | 185.00     | 0.78  | <b>182.27</b> | <b>0.72</b>  | 184.71          | 0.84  |
| 0.1                                     | 10        | 206.72 | 1.28  | 209.70     | 1.35  | <b>207.72</b> | <b>1.31</b>  | 210.32          | 1.29  |
| 0.04                                    | 25        | 227.12 | 1.75  | 239.70     | 2.04  | <b>239.87</b> | <b>2.04</b>  | 242.07          | 1.79  |
| 0.02                                    | 50        | 240.30 | 2.05  | 261.32     | 2.54  | <b>263.72</b> | <b>2.59</b>  | 265.39          | 2.11  |

Sumber : Hasil Analisis, 2025

Hasil analisis menunjukkan bahwa besarnya hujan rancangan meningkat seiring dengan bertambahnya kala ulang, yang mencerminkan semakin ekstremnya kejadian hujan dengan probabilitas terulang yang lebih kecil. Pola ini konsisten dengan teori statistik hidrologi, di mana distribusi Gumbel secara khusus dirancang untuk menganalisis nilai ekstrem.

### 3. Distribusi Hujan Jam-Jaman

Berdasarkan hasil analisis hujan rancangan dengan distribusi terpilih, hujan rancangan selanjutnya didistribusikan ke dalam hujan jam-jaman menggunakan metode *Alternating Block Method* (ABM). Metode ini digunakan untuk menggambarkan pola sebaran temporal hujan dengan menempatkan intensitas hujan maksimum pada bagian tengah durasi kejadian hujan, kemudian diikuti oleh intensitas hujan yang lebih kecil yang disusun secara berselang-seling ke arah awal dan akhir durasi hujan. Pada penelitian ini, distribusi hujan dilakukan untuk durasi total hujan selama enam jam.

Berdasarkan Tabel 6 hasil analisis menunjukkan bahwa intensitas hujan tertinggi terjadi pada jam ke-3, yang merupakan pusat durasi hujan, sedangkan jam-jam sebelum dan sesudahnya memiliki intensitas yang lebih rendah dan menurun secara bertahap. Pola distribusi ini menghasilkan bentuk sebaran hujan yang simetris dan secara hidrologis dianggap mewakili karakteristik kejadian hujan ekstrem di wilayah studi (Indra et al., 2025). Selain itu, distribusi hujan jam-jaman dengan metode ABM memastikan bahwa total akumulasi hujan tetap sama dengan nilai hujan rancangan untuk masing-masing kala ulang, sehingga tidak mengubah besaran volume hujan, tetapi hanya mengatur distribusi waktunya.

Pola hujan jam-jaman yang dihasilkan dengan metode ABM memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan hidrograf banjir pada tahap pemodelan hidrologi selanjutnya. Penempatan puncak intensitas hujan pada tengah durasi kejadian menyebabkan peningkatan debit puncak yang lebih realistis pada hasil simulasi HEC-HMS. Dengan demikian, metode ABM dinilai efektif dan representatif untuk digunakan dalam analisis hujan-aliran, khususnya dalam perhitungan debit banjir rancangan pada DAS Kali Yasa.

**Tabel 6.** Distribusi Hujan

| t (jam) | Dist ABM P <sub>2</sub> | Dist ABM P <sub>5</sub> | Dist ABM P <sub>10</sub> | Dist ABM P <sub>25</sub> | Dist ABM P <sub>50</sub> |
|---------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1       | 9,70                    | 12,30                   | 14,01                    | 16,18                    | 17,79                    |
| 2       | 14,43                   | 18,29                   | 20,84                    | 24,07                    | 26,46                    |
| 3       | 79,15                   | 100,31                  | 114,31                   | 132,01                   | 145,13                   |
| 4       | 20,57                   | 26,07                   | 29,71                    | 34,31                    | 37,72                    |
| 5       | 11,49                   | 14,56                   | 16,59                    | 19,16                    | 21,07                    |
| 6       | 8,48                    | 10,75                   | 12,25                    | 14,14                    | 15,55                    |

Sumber : Hasil Olahan, 2025

#### 4. Debit Banjir Rancangan dengan Hec-HMS

Analisis hidrologi pada daerah studi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)* untuk mensimulasikan proses hujan–aliran dan menghasilkan hidrograf banjir rancangan. Pemodelan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana pada setiap kala ulang 2 tahunan ( $Q_2$ ), kala ulang 5 tahunan ( $Q_5$ ), kala ulang 10 tahunan ( $Q_{10}$ ), kala ulang 25 tahunan ( $Q_{25}$ ), kala ulang 50 tahunan ( $Q_{50}$ ), dan volume limpasan, serta karakteristik aliran banjir sebagai dasar perencanaan dan evaluasi sistem pengendalian banjir (Wasono et al., 2022).

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis *Soil Conservation Service (SCS)*. Metode Hidrograf Satuan Sintesis *Soil Conservation Services (HSS SCS)* merupakan salah satu hidrograf yang diturunkan berdasarkan data sungai pada DAS yang sama atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama (US Army Corps Engineers, 2020). Kriteria yang dimasukkan ke dalam software HEC-HMS adalah sebagai berikut :

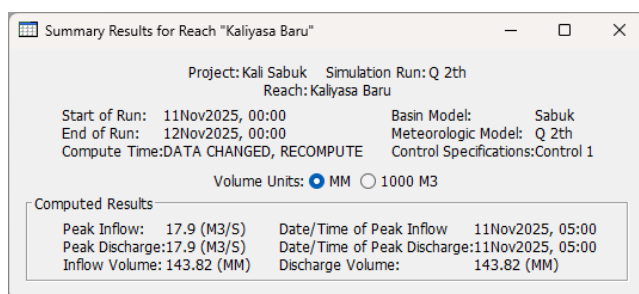
- Parameter *Losses (initial and constant losses)*
- Parameter *basin transform (Snyder Unit Hydrograph)*
- Parameter Routing Metode Muskingum
- Baseflow digunakan metode *constant monthly*

Hasil simulasi HEC-HMS menunjukkan hidrograf banjir yang mencakup debit puncak, waktu puncak banjir, dan volume total limpasan untuk masing-masing kala ulang. Debit puncak yang dihasilkan mencerminkan respon DAS terhadap hujan ekstrem dan menjadi parameter utama dalam evaluasi kapasitas sungai maupun perencanaan bangunan air. Selain itu, waktu terjadinya debit puncak memberikan informasi penting terkait Air potensi banjir bandang dan waktu respon banjir di wilayah studi. Didapatkan debit puncak  $Q_2$  sebesar  $17,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_5$  sebesar  $22,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{10}$  sebesar  $25,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{25}$  sebesar  $29,9 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $Q_{50}$  sebesar  $32,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Rekapitulasi hasil dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 4 sebagai berikut.

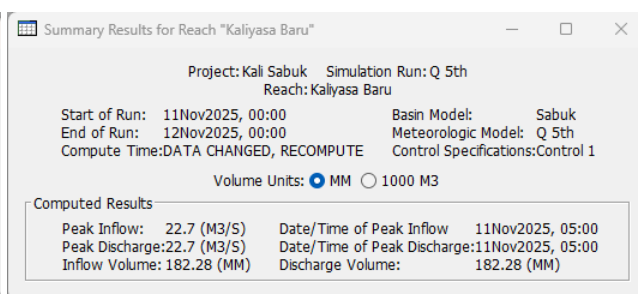
Tabel 7. Hasil Analisis Debit Banjir menggunakan Hec-HMS

| Time  | Inflow ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) |      |      |      |      |
|-------|----------------------------------|------|------|------|------|
|       | 2th                              | 5th  | 10th | 25th | 50th |
| 0:00  | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 1:00  | 0,5                              | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  |
| 2:00  | 2,1                              | 2,7  | 3,1  | 3,5  | 3,9  |
| 3:00  | 7,6                              | 9,6  | 11   | 12,7 | 13,9 |
| 4:00  | 15,7                             | 19,9 | 22,7 | 26,2 | 28,8 |
| 5:00  | 17,9                             | 22,7 | 25,9 | 29,9 | 32,9 |
| 6:00  | 13                               | 16,4 | 18,7 | 21,6 | 23,8 |
| 7:00  | 7,5                              | 9,5  | 10,8 | 12,4 | 13,7 |
| 8:00  | 3,9                              | 4,9  | 5,6  | 6,4  | 7,1  |
| 9:00  | 1,6                              | 2    | 2,3  | 2,6  | 2,9  |
| 10:00 | 0,4                              | 0,6  | 0,6  | 0,7  | 0,8  |
| 11:00 | 0,1                              | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| 12:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0,1  |
| 13:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 14:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 15:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 16:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 17:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 18:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 19:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 20:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 21:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 22:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 23:00 | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0:00  | 0                                | 0    | 0    | 0    | 0    |

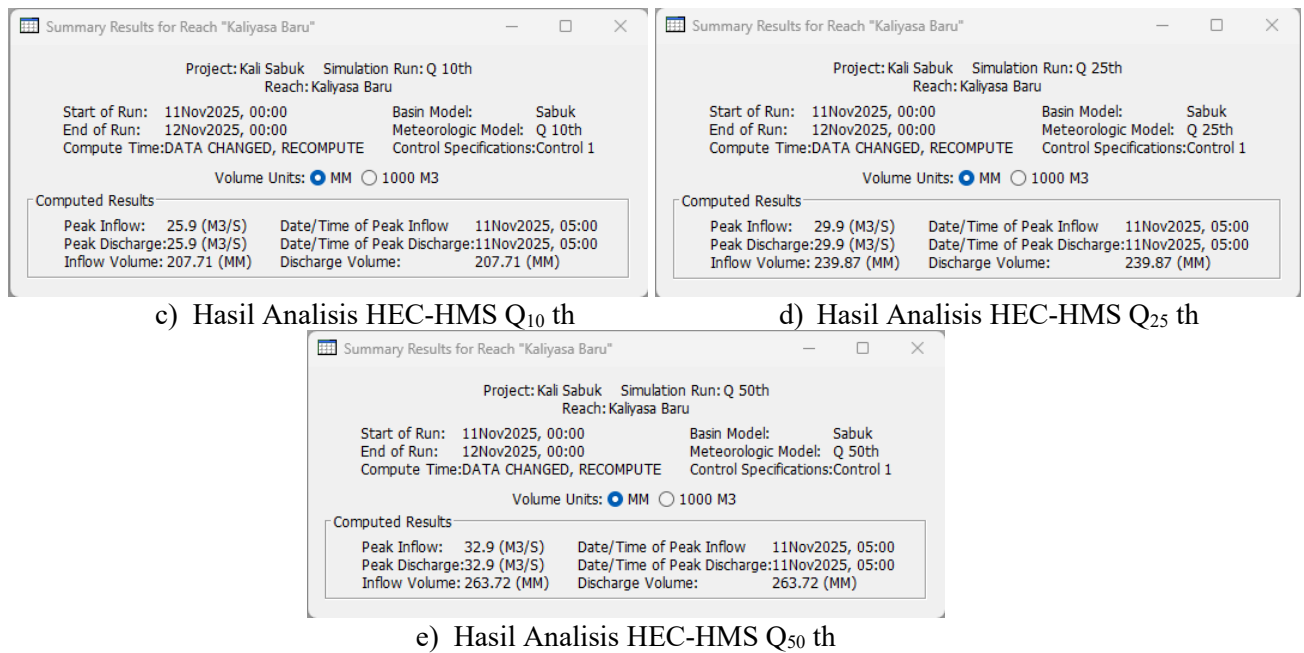
Sumber : Hasil Analisis, 2025



a) Hasil Analisis HEC-HMS  $Q_2$  th



b) Hasil Analisis HEC-HMS  $Q_5$  th



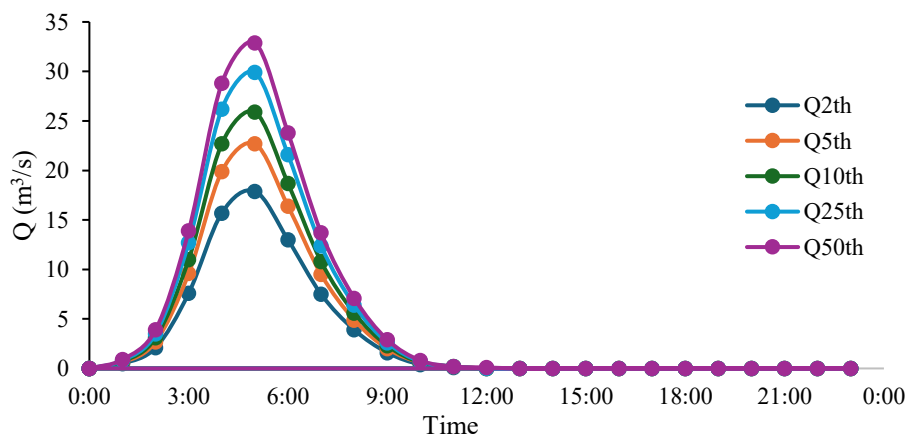
Gambar 4. Hasil Ringkasan Simulasi Hec-HMS

Sumber : Hasil Analisis, 2025

Hidrograf banjir hasil simulasi di Gambar 5 menunjukkan respon aliran DAS yang cepat terhadap kejadian hujan rancangan pada berbagai kala ulang. Pada seluruh kala ulang (Q<sub>2</sub>th hingga Q<sub>50</sub>th), debit aliran mulai meningkat secara signifikan pada sekitar pukul 02.00–03.00, kemudian mencapai debit puncak pada kisaran pukul 04.00–05.00. Setelah mencapai puncak, debit banjir mengalami penurunan secara bertahap hingga kembali mendekati kondisi aliran dasar pada sekitar pukul 10.00–12.00. Pola ini menunjukkan bahwa DAS memiliki waktu konsentrasi yang relatif singkat dan karakteristik limpasan yang cepat.

Besarnya debit puncak meningkat seiring dengan bertambahnya kala ulang hujan. Debit puncak terendah terjadi pada kala ulang 2 tahun (Q<sub>2</sub>th), sedangkan debit puncak tertinggi terjadi pada kala ulang 50 tahun (Q<sub>50</sub>th). Meskipun nilai debit puncak berbeda, bentuk hidrograf untuk setiap kala ulang relatif serupa, yang mengindikasikan bahwa perubahan kala ulang terutama memengaruhi besarnya debit, bukan pola respon aliran DAS. Hal ini menunjukkan konsistensi karakteristik hidrologi DAS Kali Yasa Baru terhadap variasi hujan ekstrem.

Selain itu, waktu terjadinya debit puncak yang relatif bersamaan pada seluruh kala ulang menunjukkan bahwa pemindahan alur sungai tidak mengubah secara signifikan waktu respon DAS, tetapi lebih berpengaruh pada peningkatan besarnya limpasan dan debit puncak. Kondisi ini mengindikasikan bahwa alur sungai baru memiliki efisiensi pengaliran yang lebih tinggi, namun berpotensi meningkatkan risiko banjir di hilir apabila kapasitas alur sungai tidak memadai. Oleh karena itu, hasil hidrograf ini menjadi dasar penting dalam evaluasi kapasitas sungai dan perencanaan sistem pengendalian banjir di kawasan PLTU Cilacap.



Gambar 5. Grafik Debit Banjir Rancangan menggunakan Hec-HMS

Sumber : Hasil Analisis, 2025

## SIMPULAN

Pemodelan hidrologi menggunakan perangkat lunak HEC-HMS menunjukkan bahwa respon DAS terhadap hujan rancangan menghasilkan hidrograf banjir dengan debit puncak, waktu puncak, dan volume limpasan yang berbeda untuk setiap kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahunan. Debit puncak  $Q_{25}$  sebesar  $29,9 \text{ m}^3/\text{s}$  yang dihasilkan mencerminkan karakteristik limpasan DAS Kali Yasa Baru pasca pemindahan alur sungai dan menjadi indikator penting dalam evaluasi kapasitas alur sungai serta potensi terjadinya banjir di kawasan PLTU Cilacap.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan HEC-HMS efektif dalam mensimulasikan perubahan karakteristik hidrograf banjir akibat pemindahan alur Sungai Kaliyasa. Hasil analisis ini dapat dijadikan sebagai dasar teknis dalam perencanaan dan pengelolaan sistem pengendalian banjir, serta sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan dan perlindungan infrastruktur di kawasan PLTU Cilacap agar risiko banjir dapat diminimalkan secara berkelanjutan.

Dari hasil analisis ini diharapkan untuk dapat dilanjutkan dalam penelitian selanjutnya untuk membandingkan kapasitas tampungan sebelum sesudah adanya perubahan alur sungai menggunakan software HEC-RAS.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, N.A., Anwar, N., 2011. Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model HEC-HMS di DAS Sampean Baru. Seminar Nasional VII 2011 Teknik Sipil ITS Surabaya 51–60.
- Ajr, E.Q., Dwirani, F., 2019. Menentukan Stasiun Hujan dan Curah Hujan dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak, Agustus.
- Arlen, D., 2000. Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual. U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC.
- Aziz, S., Wahono, E.P., Endaryanti, T., Bakri, S., Abidin, Z., Nurhasanah, 2024. Analisis Limpasan Air Permukaan Menggunakan HEC-HMS Akibat Perubahan Tutupan Lahan Di Kecamatan Jati Agung. *Jurnal Hutan Tropis* 12, 22–30.
- Budiyanto, M.A., Amri, C., 2019. Analisa Kapasitas Sungai Kaliyasa Cilacap. *Jurnal Geografi* 16, 41–47.
- Endro, D., Sukarno, T., Hendratta, L.A., Mangangka, I.R., 2019. Studi Pengalihan Alur Sungai Araren di Desa Pinasungkulan Kota Bitung. *Jurnal Sipil Statik* 7, 835–846.
- Indra, B.A., Daud, D., Andriani, A., Azra, D.S., 2025. Pemodelan Luas Genangan Banjir Batang Lunto di Wilayah Kota Sawahlunto. *Jurnal Talenta Sipil* 8, 532. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v8i1.848>
- Li, L., Lu, X.X., Chen, Z., 2007. River channel change during the last 50 years in the middle Yangtze River, the Jianli reach. *Geomorphology* 85, 185–196. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.03.035>
- Mendrofa, Y.C., Cahyadi, T.A., Haq, S.R., 2023. Rancangan Saluran Pada Pemindahan Aliran Sungai Kili Besar Di Area Pertambangan Batubara di Lahat, Sumatra Selatan Menggunakan Aplikasi HEC-HMS dan HEC-RAS. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVIII* 433–439.
- Nurdiyanto, Montarich, L.L., Suhartanto, E., 2016. Analisis Hujan dan Tata Guna Lahan terhadap Limpasan Permukaan di Sub DAS Pekalen Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering* 7, 83–94.
- 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* 3, 29–42. <https://doi.org/10.56860/jtsda.v3i1.55>
- Samaila, M.A., Fernando Torsulu, A., Saputro, T., Saint, P., Sorong, P., 2023. Pemodelan Hidrograf Banjir DAS Remu Menggunakan Model HEC-HMS. *Jurnal Karkasa* 9, 1–14.
- Sri Harto BR, 2009. Hidrologi : Teori, masalah, penyelesaiannya. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Subramanya, K., 1994. Engineering Hydrology. McGraw-Hill.
- Taufik, A., Daud, D., Andriani, A., 2025. Simulasi Luas Genangan Banjir Batang Sinamar Nagari Taram Kab. Lima Puluh Kota. *Jurnal Talenta Sipil* 8, 1033. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v8i2.953>
- US Army Corps Engineers, 2020. HEC-RAS 1D Sediment Transport [WWW Document]. URL <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/rassed1d> (accessed 12.29.25).
- Wasono, A., Kunia Sari, Y., Sangkawati, S., Nugroho, H., 2022. Analisis Debit Banjir Berdasarkan Data Curah Hujan Pada DAS Sekampung Menggunakan Pemodelan HEC-HMS. *Agregat* 7, 686–692.
- Wiliya, Lasminto, U., 2022. Pemodelan Hujan-Debit Menggunakan Model Hec-HMS Di DAS Bengawan Solo Hulu. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 20, 193–198.