

## ANALISIS POLA ALIRAN BANJIR PADA SUNGAI CIMADUR, PROVINSI BANTEN DENGAN MENGGUNAKAN HEC-RAS

Destiana Safitri<sup>1\*</sup>, Rio A.M. Putra<sup>1</sup> dan Fajar Dewantoro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia,  
Bandar Lampung, Indonesia

\*E-mail: [destianasafitri908@gmail.com](mailto:destianasafitri908@gmail.com)

Received: 10 January 2022

Accepted: 23 Januari 2022

Published : 31 Januari 2022

### Abstrak

Banjir adalah masalah umum yang sering terjadi di wilayah Indonesia, terutama di wilayah padat penduduk, contohnya di daerah perkotaan. Kerugian yang ditimbulkan akibat banjir cukup besar, baik dari segi materi maupun kerugian jiwa/kematian, maka dari itu permasalahan banjir perlu mendapatkan perhatian yang serius. Salah satu masalah banjir yang masih menjadi pusat perhatian saat ini adalah masalah banjir di Sungai Cimadur, Provinsi Banten. Hasil analisis debit kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun dihitung menggunakan Metode *Polygon Thiessen* dengan hasil debit pada kala ulang 5 tahun sebesar 101,6100 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 10 tahun sebesar 127,2145 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 25 tahun sebesar 199,4511 m<sup>3</sup>/s dan kala ulang 50 tahun sebesar 165,7435 m<sup>3</sup>/s. Debit banjir yang telah didapatkan digunakan untuk melakukan *running* Program Hec-Ras dengan hasil analisis mengenai tinggi muka air banjir pada bagian hilir Sungai Cimadur pada titik 1 sampai dengan titik 8 mengalami banjir pada seluruh titik yang dianalisis. Banjir di titik-titik analisis memiliki perbedaan tinggi muka air banjir yang berbeda, letak banjir yang berbeda yaitu ada pada bagian kanan dan ada pada bagian kiri sungai serta ada juga pada yang terjadi pada keduanya.

**Kata Kunci:** Banjir, Debit, Tinggi Muka Air Banjir.

### Abstract

*Flooding is a problem that often occurs in Indonesia, especially in densely populated areas, for example in urban areas. The losses caused by floods are quite large, both in terms of material and loss of life/death, therefore the problem of flooding needs serious attention. One of the flood problems that is still the center of attention today is the problem of flooding in the Cimadur River, Banten Province. The results of the analysis of discharge at 5 years, 10 years, 25 years and 50 years were calculated using the Thiessen Polygon Method with the discharge at 5 years at 101.6100 m<sup>3</sup>/s, 10 years at 127.2145 m<sup>3</sup>/s. 25 year anniversary is 199.4511 m<sup>3</sup>/s and 50 year birthday is 165.7435 m<sup>3</sup>/s. The flood discharge that has been obtained is used to run the Hec-Ras Program with the results of an analysis of the flood water level at the downstream of the Cimadur River at points 1 to point 8 experiencing flooding at all analyzed points. Floods at the analysis points have different flood water levels, different flood locations, namely on the right and on the left side of the river and there are also those that occur in both.*

**Keywords:** Flood, Flood Discharge, Flood Water Level.

### To cite this article:

Destiana Safitri, Rio A. M. Putra dan Fajar Dewantoro. (2022). Analisis Pola Aliran Banjir pada Sungai Cimadur, Provinsi Banten dengan menggunakan HEC-RAS. *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (03), No. 01, pp: 19-30.

## PENDAHULUAN

Banjir adalah masalah umum yang sering terjadi di wilayah Indonesia, terutama di wilayah padat penduduk, contohnya di daerah perkotaan. Kerugian yang ditimbulkan akibat banjir cukup besar, baik dari segi materi maupun kerugian jiwa/kematian [1]–[3], maka dari itu permasalahan banjir perlu mendapatkan perhatian yang serius. Salah satu masalah banjir yang masih menjadi pusat perhatian saat ini adalah masalah banjir di Sungai Cimadur, Provinsi Banten[4]–[7] .

Sungai Cimadur merupakan anak sungai dari Sungai Ciliman yang berada di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Berdasarkan letaknya sungai ini berada disekitar pemukiman penduduk yang cukup padat. Menurut data BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) pada 5 Februari 2017 banjir telah melanda 14 kecamatan di Kabupaten Lebak yang mengakibatkan 5.232 rumah terendam banjir. Banjir akibat meluapnya sungai ini terjadi lagi pada tahun 2019 tepatnya pada tanggal 6 Desember 2019, hujan deras yang mengguyur Kecamatan Bayah dan mengakibatkan air menggenangi rumah warga, sawah bahkan jalan di Kampung Taringgul dan Sukamanah, Desa Cimancak, Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak, Banten terendam banjir dengan ketinggian 60 cm sampai dengan 2 meter. Gambar 1 mendeskripsikan keadaan banjir pada tahun 2019 di daerah sekitar Sungai Cimadur.



**Gambar 1.** Banjir di daerah pemukiman Sungai Cimadur.

Untuk menanggulangi dan mengurangi kejadian banjir, perlu adanya konsep perencanaan secara terpadu, menyeluruh, dan berwawasan lingkungan yang dilandasi kebijakan penanganan dan penanggulangan daerah sekitar sungai [8]–[16]. Namun, sebelum melakukan penanggulangan masalah banjir di Sungai Cimadur perlu dilakukan penelitian terlebih dahulu mengenai pola aliran banjir di Sungai Cimadur [17]–[24]. Oleh karena itu,

pada penelitian ini saya akan menanalisis ketinggian banjir yang akan terjadi di Sungai Cimadur khususnya dibagian hilir sungai.

## TELAAH PUSTAKA

### 1. DAS (Daerah Aliran Sungai)

Daerah Aliran Sungai (*catchment area, basin, watershed*) merupakan daerah tempat seluruh air hujan jatuh yang akan mengalir menuju suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini biasanya dibatasi oleh batas topografi [25]. Batas DAS tidak bisa ditentukan berdasarkan air bawah tanah karena sifat air tanah selalu berubah-ubah mengikuti musim dan pemakaian.

### 2. Banjir

Banjir adalah masalah umum yang sering terjadi di wilayah Indonesia, terutama di wilayah padat penduduk, contohnya di daerah perkotaan. Kerugian yang dapat ditimbulkan cukup besar, baik dari segi materi maupun kerugian jiwa/kematian [26], maka dari itu permasalahan banjir perlu mendapatkan perhatian yang serius. Banjir merupakan peristiwa tergenangnya daratan yang biasanya kering, terjadi karena volume air pada suatu badan air meningkat. Banjir dapat terjadi karena peluapan air yang terlalu berlebih di suatu tempat akibat hujan besar, pecahnya bendungan sungai, naiknya air dipermukaan laut, es mencair. Banjir dapat menjadi suatu bencana ketika terjadi pada daerah yang merupakan tempat aktivitas manusia. Terdapat dua peristiwa banjir, pertama banjir yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir, kedua peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai yang disebabkan oleh debit banjir yang lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

### 3. Analisis Debit Banjir

Untuk mengetahui besaran debit rancangan ( $Q_T$ ) dapat dilakukan perhitungan dengan rumus metode rasional mencari debit. Metode ini merupakan metode yang sering dipakai untuk menghitung/memperkirakan debit di suatu DAS. Besarnya debit merupakan fungsi dari luas DAS, intensitas hujan, keadaan permukaan tanah yang dinyatakan dalam koefisien limpasan dan kemiringan sungai.

Rumus debit banjir rencana adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

Q = debit puncak ( $m^3/s$ )

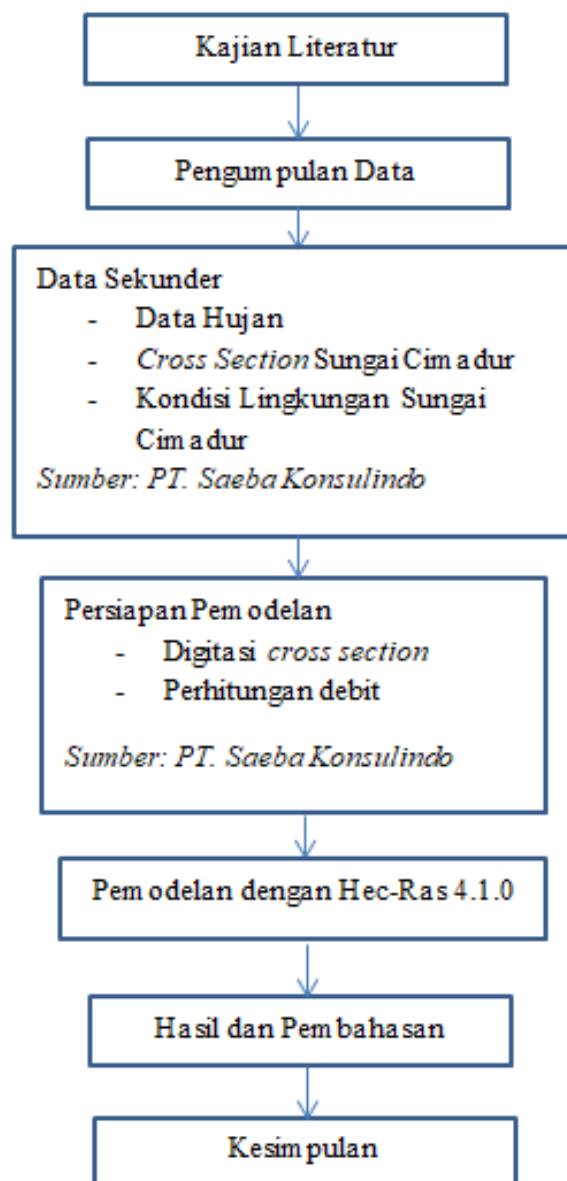
C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi banjir (mm/jam)

A = luas DAS ( $km^2$ )

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian ini mengikuti proses/tahapan bagan alir seperti yang disajikan pada gambar dibawah ini (Gambar 2):



Gambar 2. Metode Penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Debit Rencana

Setelah melakukan seluruh perhitungan yang dibutuhkan untuk menentukan debit rencana maka, perhitung debit adalah sebagai berikut:

$$Q_T = 0,278 \times C \times I_T \times A$$

Debit Rencana 5 Tahunan ( $Q_5$ )

$$\begin{aligned} Q_5 &= 0,278 \times 0,0982 \times 41,7737 \times 89,100 \\ &= 101,6100 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Debit Rencana 10 Tahunan ( $Q_{10}$ )

$$\begin{aligned} Q_{10} &= 0,278 \times 0,0982 \times 52,3001 \times 89,100 \\ &= 127,2145 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Debit Rencana 25 Tahunan ( $Q_{25}$ )

$$\begin{aligned} Q_{25} &= 0,278 \times 0,0982 \times 68,1401 \times 89,100 \\ &= 165,7435 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

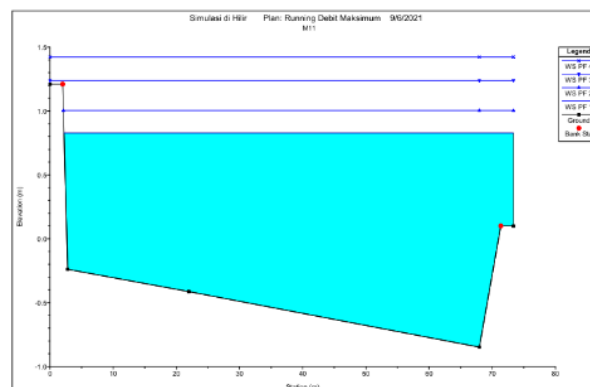
Debit Rencana 50 Tahunan ( $Q_{50}$ )

$$\begin{aligned} Q_{50} &= 0,278 \times 0,0982 \times 81,9979 \times 89,100 \\ &= 199,4511 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

### 2. Analisis Tinggi Muka Air Banjir di Sungai Cimadur Bagian Hilir

Simulasi tinggi muka air banjir yang telah di *running* dengan memasukkan data *cross section* sungai dan data debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun diperlihatkan oleh Gambar 3 hingga Gambar 10. Titik-titik tersebut akan dipaparkan pada penjelasan berikut ini.

#### Titik 1 (STA 0+000 s/d 1+650)

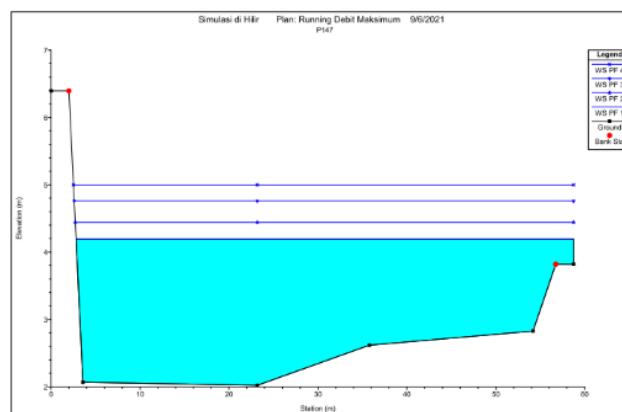


Gambar 3. Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 1

**Tabel 1.** Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 1

Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
M11	5	101,61	-0,85	0,1	1,24	0,83	0,73	-0,41
M11	10	127,21	-0,85	0,1	1,24	1,00	0,90	-0,24
M11	25	165,74	-0,85	0,1	1,24	1,24	1,14	0,00
M11	50	199,45	-0,85	0,1	1,24	1,42	1,32	0,18

**Titik 2 (STA 1+300 s/d 2+500)**



**Gambar 4.** Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 2

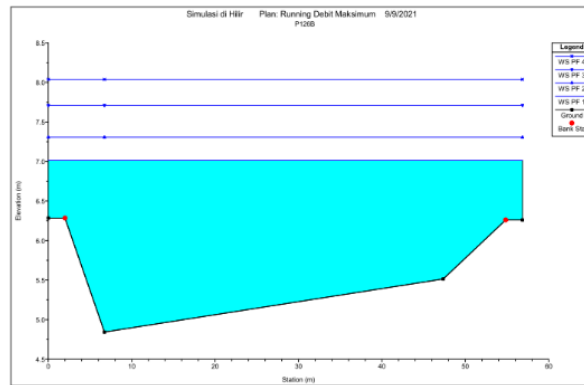
**Tabel 2.** Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 2

Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
P147	5	101,61	2,02	3,82	6,39	4,19	0,37	-2,20
P147	10	127,21	2,02	3,82	6,39	4,44	0,62	-1,95
P147	25	165,74	2,02	3,82	6,39	4,76	0,94	-1,63
P147	50	199,45	2,02	3,82	6,39	5,00	1,18	-1,39

**Titik 3 (STA 4+100 s/d 4+700)**

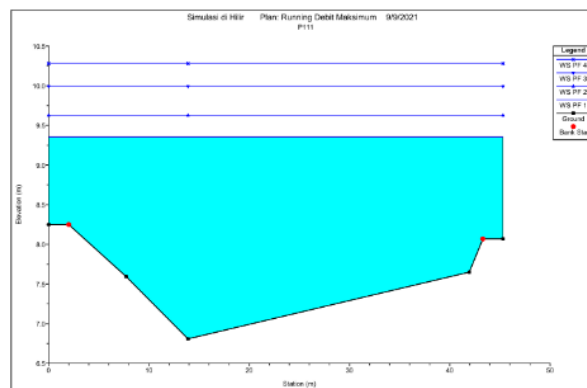
**Tabel 3.** Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 3

Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
P126B	5	101,61	4,84	6,26	6,28	7,01	0,75	0,73
P126B	10	127,21	4,84	6,26	6,28	7,31	1,05	1,03
P126B	25	165,74	4,84	6,26	6,28	7,71	1,45	1,43
P126B	50	199,45	4,84	6,26	6,28	8,04	1,78	1,76



Gambar 5. Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 3

Titik 4 (STA 5+400 s/d 5+600)



Gambar 6. Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 4

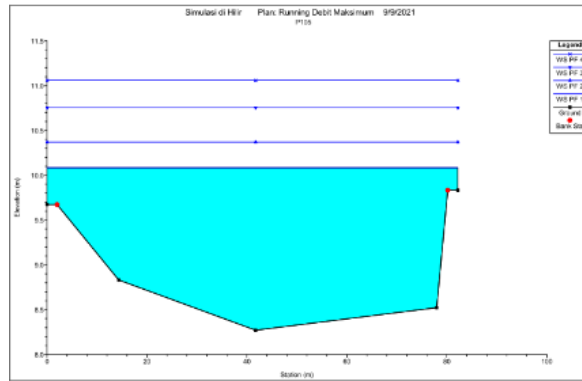
Tabel 4. Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 4

Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
P111	5	101,61	6,81	8,07	8,25	9,35	1,28	1,10
P111	10	127,21	6,81	8,07	8,25	9,63	1,56	1,38
P111	25	165,74	6,81	8,07	8,25	9,99	1,92	1,74
P111	50	199,45	6,81	8,07	8,25	10,28	2,21	2,03

Titik 5 (STA 6+050 s/d 6+800)

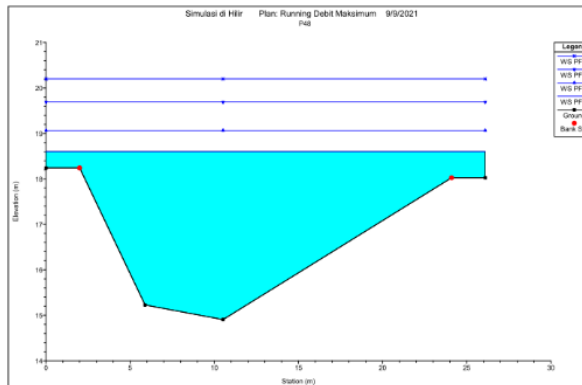
Tabel 5. Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 5

Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
P105	5	101,61	8,27	9,83	9,67	10,08	0,25	0,41
P105	10	127,21	8,27	9,83	9,67	10,37	0,54	0,70
P105	25	165,74	8,27	9,83	9,67	10,75	0,92	1,08
P105	50	199,45	8,27	9,83	9,67	11,06	1,23	1,39



Gambar 7. Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 5

Titik 6 (STA 8+725 s/d 9+000)



Gambar 8. Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 6

Tabel 6. Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 6

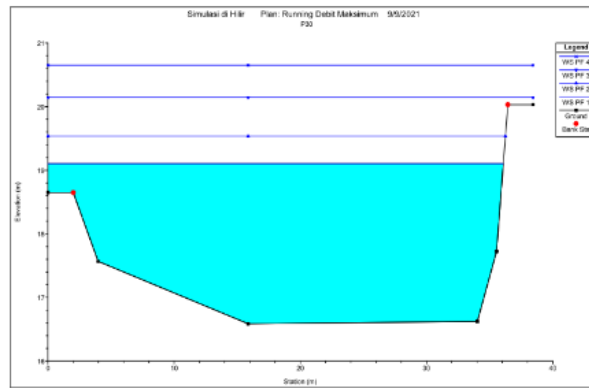
Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
P48	5	101,61	15,08	18,02	18,24	18,6	0,58	0,36
P48	10	127,21	15,08	18,02	18,24	19,06	1,04	0,82
P48	25	165,74	15,08	18,02	18,24	19,69	1,67	1,45
P48	50	199,45	15,08	18,02	18,24	20,02	2,00	1,78

Titik 7 (STA 9+925 s/d 10+150)

Tabel 7. Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 7

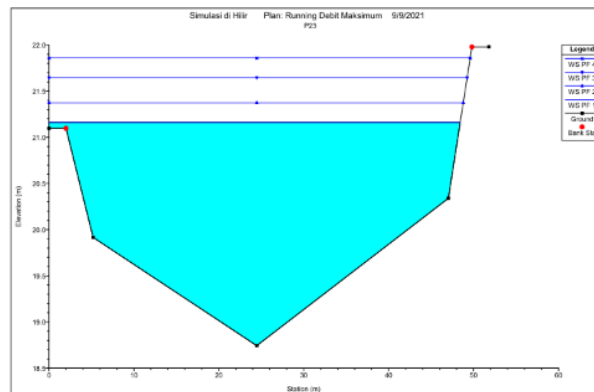
Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
P30	5	101,61	16,59	20,03	18,65	19,1	-0,93	0,45
P30	10	127,21	16,59	20,03	18,65	19,54	-0,49	0,89
P30	25	165,74	16,59	20,03	18,65	20,14	0,11	1,49
P30	50	199,45	16,59	20,03	18,65	20,65	0,62	2,00





Gambar 9. Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 9

**Titik 8 (STA 10+400 s/d 10+500)**



Gambar 10. Hasil Simulasi Hec-Ras di titik 8

**Tabel 8.** Rekapitulasi hasil simulasi Hec-Ras di titik 8

Nama Cross Section	Kala Ulang (tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Ketinggian Air di Dasar (m)	Elevasi Tebing Kanan (m)	Elevasi Tebing Kiri (m)	Ketinggian Muka Air (m)	Tinggi Banjir Kanan (m)	Tinggi Banjir Kiri (m)
P23	5	101,61	18,74	21,98	21,16	21,16	-0,82	0,00
P23	10	127,21	18,74	21,98	21,16	21,37	-0,61	0,21
P23	25	165,74	18,74	21,98	21,16	21,65	-0,33	0,49
P23	50	199,45	18,74	21,98	21,16	21,86	-0,12	0,70

**SIMPULAN**

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai perhitungan debit dan analisis tinggi muka air banjir pada Sungai Cimadur bagian hilir, maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut.

- a. Data hujan yang digunakan untuk menganalisis debit rancangan adalah data hujan harian yaitu dari 2011-2020 data diperoleh dari PT. Saeba Konsulindo Serang-Banten. Kemudian data tersebut diolah untuk mendapatkan data maksimum tahunan (*annual*

*maximum series*) serta distribusi yang sesuai dengan hujan tersebut yaitu distribusi Log Person Tipe III.

- b. Dari hasil perhitungan debit rencana di dapatkan debit pada kala ulang 5 tahun sebesar 101,6100 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 10 tahun sebesar 127,2145 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 25 tahun sebesar 199,4511 m<sup>3</sup>/s dan kala ulang 50 tahun sebesar 165,7435 m<sup>3</sup>/s.

Hasil analisis mengenai tinggi muka air banjir pada bagian hilir Sungai Cimadur pada titik 1 sampai dengan titik 8 mengalami banjir pada seluruh titik yang dianalisis. Banjir di titik-titik analisis memiliki perbedaan tinggi muka air banjir yang berbeda, letak banjir yang berbeda yaitu ada pada bagian kanan dan ada pada bagian kiri sungai serta ada juga pada yang terjadi pada keduanya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses penyelesaian kajian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, terutama kampus tercinta. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Teknokrat Indonesia.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. Talumepa, L. Tanudjaja, and J. S. F. Sumarauw, "Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara," *J. Sipil Statik*, vol. 5, no. 10, 2017.
- [2] D. F. Abdulhalim, L. Tanudjaja, and J. S. F. Sumarauw, "ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI TALAWAAN DI TITIK 250 m SEBELAH HULU BENDUNG TALAWAAN," *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 5, 2018.
- [3] H. SAIDAH, A. PRACOYO, and K. KHAIRUDIN, "PERBANDINGAN BEBERAPA METODE PERHITUNGAN DEBIT PUNCAK BANJIR RANCANGAN," *GANEC SWARA*, vol. 14, no. 1, pp. 526–536, 2020.
- [4] A. Fitri *et al.*, "Analyses of flood peak discharge in Cimadur river basin, Banten Province, Indonesia," in *E3S Web of Conferences*, 2021, vol. 331, p. 8006.
- [5] A. Fitri *et al.*, "Effectiveness of a groundsill structure in reducing scouring problem at Cimadur River, Banten Province," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 880, no. 1, p. 12026.
- [6] D. Pratiwi, A. Fitri, A. Phelia, N. A. A. Adma, and K. Kastamto, "Analysis of urban

- flood using synthetic unit hydrograph (SUH) and flood mitigation strategies along way Halim River: a case study on Seroja street, Tanjung Senang District,” in *E3S Web of Conferences*, 2021, vol. 331, p. 7015.
- [7] A. Fitri *et al.*, “Evaluation of the Groundsill’s stability at downstream of ‘Citorek’ Bridge in Cimadur River, Banten Province,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 880, no. 1, p. 12029.
- [8] L. Yao, X. Ye, X. Huang, K. Zheng, A. Fitri, and F. Lestari, “Numerical simulation of hydraulic performance with free overfall flow,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 880, no. 1, p. 12028.
- [9] L. Tan, X. Zhu, X. Liu, Y. Wan, A. Fitri, and S. Melinda, “A case study on water price calculation of key projects at Fenglinwan irrigation areas in JiangXi Province, China,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 880, no. 1, p. 12019.
- [10] X. Zhu, S. Shi, J. Si, A. Fitri, D. Pratiwi, and A. Agustina, “Numerical simulation of hydraulic optimization for regulating tank in pumping station,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 880, no. 1, p. 12020.
- [11] S. Shi, X. Tao, X. Chen, H. Chen, A. Fitri, and X. Yang, “Evaluation of urban water security based on DPSIR model,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 880, no. 1, p. 12023.
- [12] A. FITRI, Z. A. B. U. HASAN, and A. A. B. GHANI, “Effectiveness of Aman Lake as flood retention ponds in flood mitigation effort: study case at USM Main Campus, Malaysia,” 2011.
- [13] K. N. A. Maulud, A. Fitri, W. H. M. W. Mohtar, W. S. W. M. Jaafar, N. Z. Zuhairi, and M. K. A. Kamarudin, “A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia,” *Arab. J. Geosci.*, vol. 14, no. 2, pp. 1–19, 2021.
- [14] A. Fitri, K. Nizam, A. Maulud, F. Rossi, F. Dewantoro, and N. Z. Zuhairi, “Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin,” in *In 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020).*, 2021, vol. 199, no. ICoSITEA 2020, pp. 51–54.
- [15] A. Fitri, K. N. Abdul Maulud, D. Pratiwi, A. Phelia, F. Rossi, and N. Z. Zuhairi, “Trend Of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia,” *J.*

*Rekayasa Sipil*, 2020, doi: 10.25077/jrs.16.3.178-184.2020.

- [16] S. H. Lai and A. Fitri, "Application of SWAT Hydrological Model to Upper Bernam River Basin (UBRB), Malaysia.," *IUP J. Environ. Sci.*, vol. 5, no. 2, 2011.
- [17] I. D. W. I. RACHMADHINI, "DESAIN SISTEM DRAINASE KAWASAN SITU RAWA BESAR KAMPUNG LIO KOTA DEPOK," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [18] R. Wigati and S. Soedarsono, "ANALISIS BANJIR MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 4.1.0 (Studi Kasus Sub DAS Ciberang HM 0+ 00-HM 34+ 00)," *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [19] L. Somantri, "Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh untuk Mengidentifikasi Kerentanan dan Risiko Banjir," *J. Geogr. Gea*, vol. 8, no. 2, 2008.
- [20] U. S. Lestari, "Kajian metode empiris untuk menghitung debit banjir Sungai Negara di ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)," *Poros Tek.*, vol. 8, no. 2, pp. 86–96, 2016.
- [21] F. Halim, "Pengaruh hubungan tata guna lahan dengan debit banjir pada Daerah Aliran Sungai Malalayang," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 4, no. 1, 2014.
- [22] D. P. Suadnya, J. S. F. Sumarauw, and T. Mananoma, "Analisis debit banjir dan tinggi muka air banjir sungai sario di titik kawasan citraland," *J. Sipil Statik*, vol. 5, no. 3, 2017.
- [23] A. P. Makal, T. Mananoma, and J. S. F. Sumarauw, "Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Kawangkoan di Desa Kawangkoan Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara," *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 3, 2020.
- [24] Q. Filjanah, "POLA PENGENDALI BANJIR PADA SUNGAI TENGGANG KECAMATAN GENUK KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE HEC-RAS," in *Science and Engineering National Seminar*, 2020, vol. 5, no. 1, pp. 96–103.
- [25] R. Zakaria, P. G. Howlett, J. Piantadosi, J. W. Boland, and N. H. Moslim, "Modelling catchment rainfall using sum of correlated gamma variables," *J. Teknol. (Sciences Eng.*, vol. 63, no. 2, pp. 85–88, 2013, doi: 10.11113/jt.v63.1918.
- [26] J. T. Sipil, F. Teknik, U. Pgri, S. Gedung, and P. Lantai, "KECAMATAN GENUK KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE HEC-RAS," vol. 5, no. Sens 5, pp. 96–103, 2020.