

ANALISIS DEBIT SUNGAI SAMBONG KABUPATEN BATANG DENGAN HEC-RAS

*Ikhwaudin¹, Farida Yudaningrum², Rifka Ahmida Adzkiannisa³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang

^{*)} Email: ikhwan.menur12@gmail.com

ABSTRACT

The Sambong River is located in Batang District, with relatively flat topography and proximity to the sea, making it prone to frequent flooding. As observed in the past three years, the largest flood occurred on January 2, 2023, at 11 points in Batang District, which indirectly caused significant losses to the surrounding community. Therefore, a study is needed to determine the rise in water levels and the flood discharge volume of the Sambong River and to analyze its ability to accommodate such discharge. In this study, the flood discharge analysis for the planned Sambong River was calculated using the Nakayasu HSS method, and the river flow conditions were simulated using the HEC-RAS program with the unsteady flow method. Several data and parameters were based on the existing conditions of the river, resulting in the following discharge values: Q5 319.787 m³/s, Q10 381.146 m³/s, Q25 460.936 m³/s, Q50 521.907 m³/s, and Q100 584.437 m³/s. Based on the HEC-RAS simulation results from 66 STA observation points, it was found that for the Q5 and Q10 return periods, 88% of the STA locations flooded; for the Q25 return period, 91% of STA locations flooded; for the Q50 return period, 92% flooded; and for the Q100 return period, 95% of STA locations flooded, with varying flood heights. Therefore, it can be concluded that the Sambong River is no longer able to accommodate the planned flood discharge.

Keyword: Flood Analysis, HEC-RAS, Sambong River

ABSTRAK

Sungai Sambong merupakan sungai yang terletak di Kecamatan Batang dengan kondisi topografi relatif landai dan dekat dengan laut sehingga menjadi salah satu alasan sering terjadi banjir. Seperti yang terjadi pada 3 tahun terakhir, banjir terbesar tercatat pada 2 Januari 2023 di 11 titik di Kecamatan Batang yang secara tidak langsung menyebabkan kerugian bagi masyarakat sekitar. Sehingga diperlukan kajian untuk mengetahui besar kenaikan muka air dan volume debit banjir sungai sambong serta menganalisa kondisi sungai sambong dalam menampung debit tersebut. Dalam kajian ini, analisis debit banjir rencana sungai sambong dihitung menggunakan metode HSS Nakayasu dan kondisi aliran sungai disimulasikan menggunakan program HEC-RAS metode unsteady flow, dengan beberapa data dan parameter yang diambil berdasarkan kondisi eksisting sungai menghasilkan debit pada Q5 319,787 m³/dt, Q10 381,146 m³/dt, Q25 460,936 m³/dt, Q50 521,907 m³/dt, Q100 584,437 m³/dt. Berdasarkan hasil simulasi dengan program HEC-RAS dari 66 titik STA pengamatan menghasilkan pada Q5 tahun dan Q10 tahun sebanyak 88% STA meluap, Q25 tahun sebanyak 91% STA meluap, Q50 tahun 92% STA meluap dan pada Q100 tahun sebanyak 95% STA meluap dengan ketinggian bervariasi. Sehingga disimpulkan sungai sambong sudah tidak dapat menampung debit banjir rencana.

Kata kunci: Analisis Banjir, HEC-RAS, Sungai Sambong

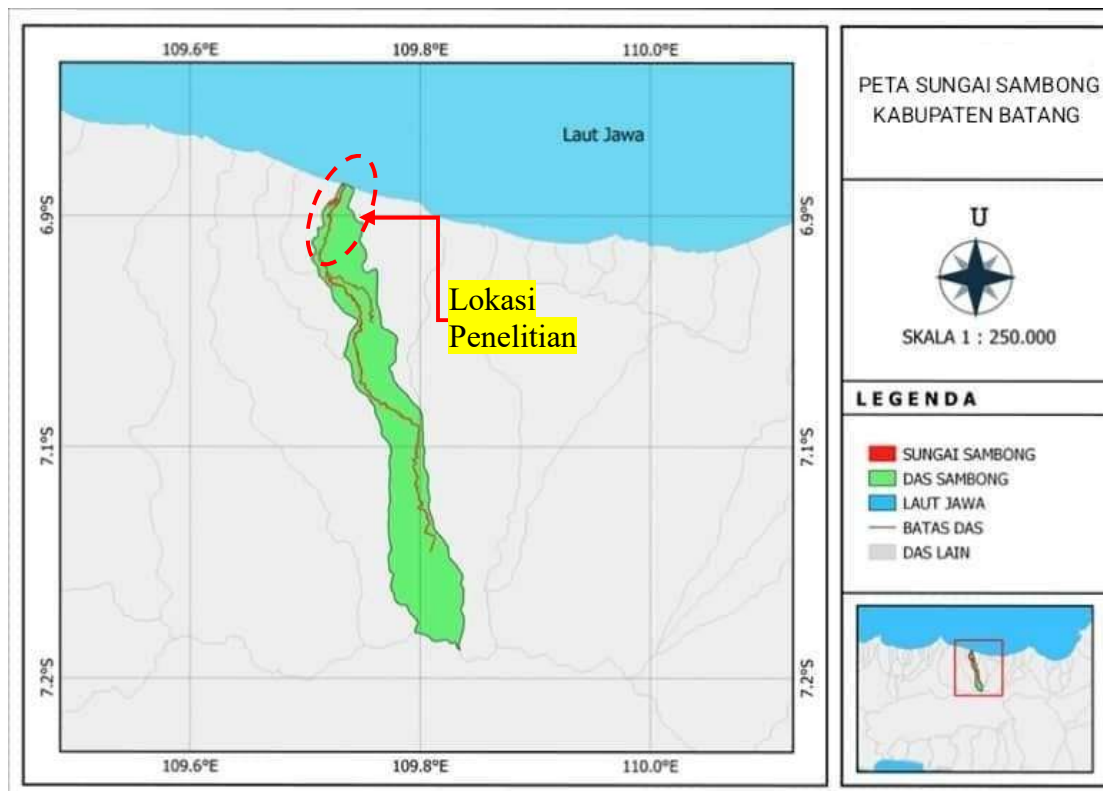
1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan saluran alami atau buatan di permukaan bumi yang menampung dan mengalirkan air hujan dari daerah tinggi ke daerah lebih rendah. Dalam aliran air tersebut juga terangkut material sedimen yang berasal dari proses erosi pada hulu, tubuh maupun hilir sungai, sehingga menyebabkan terjadinya pendangkalan. Ini merupakan salah satu hal yang membuat sungai tidak berfungsi secara optimal, sehingga memunculkan beberapa masalah seperti banjir. Walaupun terdapat juga beberapa faktor lain sebagai penyebab banjir seperti alih fungsi daerah tangkapan hujan, durasi dan intensitas hujan, kondisi topografi, perubahan iklim dan kapasitas jaringan saluran air (drainase)[1][2]. Masalah tersebut sudah tidak asing lagi, terutama di daerah pesisir dan wilayah yang terdapat aliran sungai yang besar seperti sungai Sambong yang terletak di kecamatan Batang, kabupaten Batang dengan kondisi topografi yang landai dan dekat dengan laut juga menjadi alasan sering terjadi banjir.[3][4]

Berdasarkan data yang dihimpun pada 3 tahun terakhir, hampir tiap tahun sungai Sambong mengalami bencana banjir ketika musim penghujan datang. Pada tahun 2021 tercatat banjir terjadi pada tanggal 18 Januari di Kelurahan Karangasem Kecamatan Batang. Pada tahun 2022 banjir terjadi pada tanggal 31 Desember yang di beberapa titik sekitar jalan Pantura. Dan pada tahun 2023 juga banjir terjadi kembali berulang, pada tanggal 02 Januari di 11 titik Kecamatan Batang, 23 Februari di 3 titik kecamatan Batang dan pada tanggal 01 Maret di 9 kelurahan kecamatan Batang. Berdasarkan kejadian tersebut, peneliti melakukan analisa untuk mengetahui bagaimana kondisi sungai sambong dalam menampung debit banjir rencana kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100.[5][6][7] Agar nantinya dapat digunakan sebagai bahan informasi dan referensi dalam merencanakan pengendalian banjir.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di sungai Sambong bagian hilir, tepatnya sepanjang 6,47 km dari bendung Kedungdowo Kramat sampai dengan muara sungai Sambong di wilayah Klidang Lor.



Gambar 1. Lokasi Penelitian DAS Sambong

Sumber data pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa dokumentasi eksisting sungai Sambong yang digunakan dalam penentuan besar kekasaran manning sungai. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi terkait atau penelitian terdahulu seperti Peta RTRW Kabupaten Batang, peta batas DAS Sambong, data curah hujan stasiun Tulis dan Wonotunggal selama 20 tahun, peta DEMNAS Kabupaten Batang dan pasang surut air laut.

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan 2 macam analisis yaitu analisis Hidrologi dan analisis Hidrolika. Analisis hidrologi dalam penelitian ini memiliki tujuan untuk menghitung debit banjir rencana periode ulang 5,10,25, 50 dan 100 tahun. Perhitungan diawali dengan menghitung curah hujan rata-rata atau kawasan menggunakan metode Aljabar (Aritmatik), kemudian menghitung parameter statistik perhitungan nilai rata-rata ($\bar{X}$), Deviasi standar (S_d), Koefisien kemiringan (C_s), Koefisien Kurtosis (C_k), dan Koefisien variasi (C_v). Hasil perhitungan parameter statistik digunakan untuk memilih salah satu distribusi frekuensi. Kemudian dilakukan pengujian distribusi frekuensi dengan Metode Chi-Kuadrat dan Metode Smirnov-Kolmogorov[8]. Hasil dari pengujian distribusi digunakan untuk menghitung curah hujan rencana periode ulang. Selanjutnya dilakukan perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c), Intensitas (I), dan perhitungan debit banjir rencana periode ulang menggunakan metode Rasional dan metode HSS Nakayasu.[9][10] Hasil dari perhitungan debit banjir rencana dibandingkan dan dipilih terbesar yang kemudian digunakan pada analisa hidrolika.

Analisis hidrolika pada penelitian ini dilaksanakan dengan bantuan program HEC-RAS. Langkah-langkah dalam memodelkan aliran sungai pada program HEC-RAS yang pertama yaitu mengatur sistem satuan yang digunakan yaitu Metric System (SI),[11] [2] langkah kedua yaitu memasukkan data geometri sungai, langkah ketiga membuat alur geometri sungai dan menentukan batas kondisi sungai, keempat memasukkan data hidrologi sungai sesuai analisis Hidrolika, terakhir Running model simulasi sungai dan cek hasil Output analisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan curah hujan rata-rata per tahun menghasilkan data pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Curah hujan rata-rata

Tahun	Rata-rata maksimal	Tahun	Rata-rata maksimal
2003	75,5	2013	105
2004	72	2014	251
2005	98	2015	174,5
2006	117	2016	127
2007	95,5	2017	105
2008	82	2018	123,5
2009	104	2019	227,5
2010	103,5	2020	141
2011	104	2021	151
2012	49	2022	150,5

Batasan dalam menentukan jenis sebaran dihitung dengan mendapatkan nilai rata-rata ($\bar{X}$), standar deviasi, koefisien varian (C_v), koefisien kemiringan (C_s), dan koefisien kurtosis (C_k) **Tabel 2**.

Tabel 2. Pemilihan jenis distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0 \pm 0,3$	1,266	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 3$	4,990	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3C_v$	0,109	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	3,988	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	$C_s \leq 1.14$	1,266	Tidak Memenuhi
		$C_k \leq 5.4$	4,990	Memenuhi
4	Log Person III	Jika tidak ada yang memenuhi	0,109	Memenuhi
			3,988	Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dan dibandingkan dengan syarat distribusi frekuensi diperoleh distribusi Log Pearson III memenuhi syarat parameter tersebut.

Pengujian distribusi frekuensi dilakukan untuk mengetahui kebenaran hipotesa awal pemilihan distribusi frekuensi yang dipilih apakah diterima atau ditolak Berdasarkan hasil perhitungan uji distribusi disimpulkan bahwa pada uji Chi Kuadrat memenuhi syarat karena nilai X_h^2 hitung $(2,5) < X_{cr}^2$ kritis $(5,991)$, dan pada uji Smirnov-Kolmogorov metode Log Pearson III nilai $D = 0,099 < D_o = 0,290$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi frekuensi Metode Log Pearson III memenuhi syarat.

Perhitungan curah hujan rencana kala ulang 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun menggunakan metode Log Pearson III menghasilkan **Tabel 3**.

Tabel 3. Curah Hujan Rencana

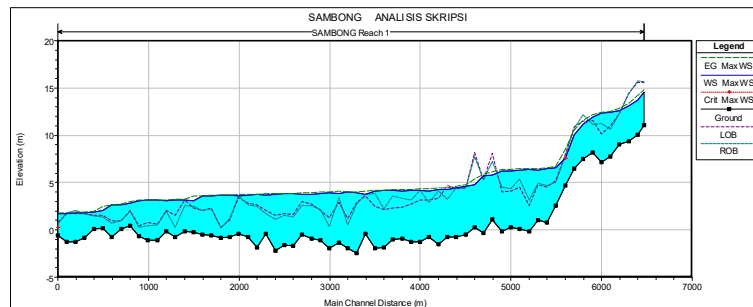
Kala Ulang (tahun)	Curah Hujan Rata-rata ($\log \bar{X}$)	Standar Deviasi (S $\log X$)	Variabel Reduksi (KT)	Log Curah Hujan Rencana ($\log XT$)	Curah Hujan Rencana (XT)
5	2,058	0,167	0,835	2,198	157,658
10	2,058	0,167	1,293	2,274	187,909
25	2,058	0,167	1,788	2,356	227,241
50	2,058	0,167	2,112	2,410	257,305
100	2,058	0,167	2,407	2,460	288,133

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode HSS Nakayasu menghasilkan debit Q5 tahun 319,787 m³/s, Q10 tahun 381, 146 m³/s, Q25 tahun 460,926 m³/s, Q50 tahun 521,907 m³/s dan Q100 tahun 584,437 m³/s yang selanjutnya digunakan dalam analisa hidrolika.

Analisa hidrolika (simulasi banjir pada sungai) dilakukan menggunakan program HEC-RAS versi 6.4.1 berdasarkan data STA di lapangan dan beberapa parameter yang diinput. Dari hasil output HEC-RAS data yang diambil berupa tabel dan gambar, kemudian diolah agar menghasilkan pemetaan kondisi sungai

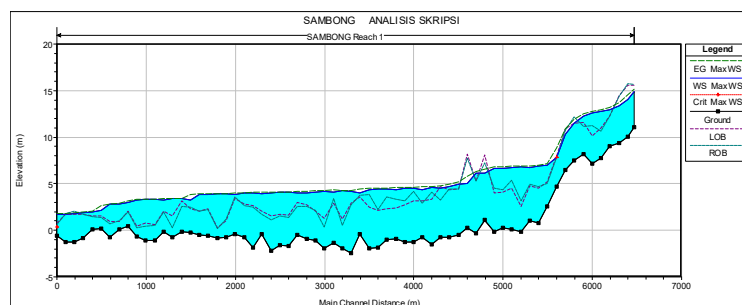
Sambong pada setiap STA yang mengalami banjir atau tidak. STA sungai bisa dikatakan banjir apabila tinggi muka air sungai lebih tinggi dari tinggi tanggul (bank lines).

Hasil simulasi Sungai Sambong Kala Ulang 5 Tahun kedalaman air limpasan tertinggi pada tanggul kiri jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,88 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 3,84 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,09 m. Pada tanggul kanan jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,96 m, Max Debit terjadi pada STA 30+00 dengan ketinggian air sebesar 3,57 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,18 m.



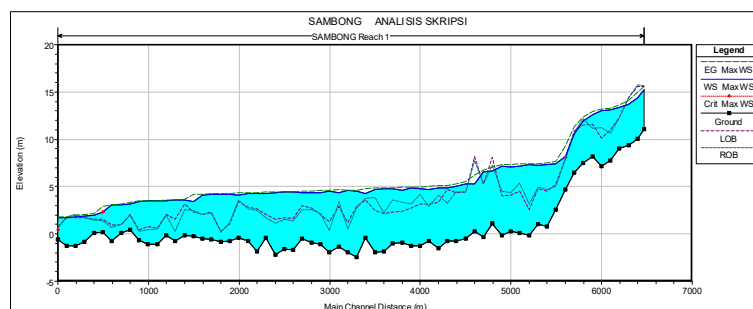
Gambar 2. Profil Memanjang Kala Ulang 5 Tahun Max Debit

Hasil simulasi Sungai Sambong Kala Ulang 10 Tahun kedalaman air limpasan tertinggi pada tanggul kiri jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,88 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 4,26 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,14 m. Pada tanggul kanan jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,96 m, Max Debit terjadi pada STA 30+00 dengan ketinggian air sebesar 3,84 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,22 m.



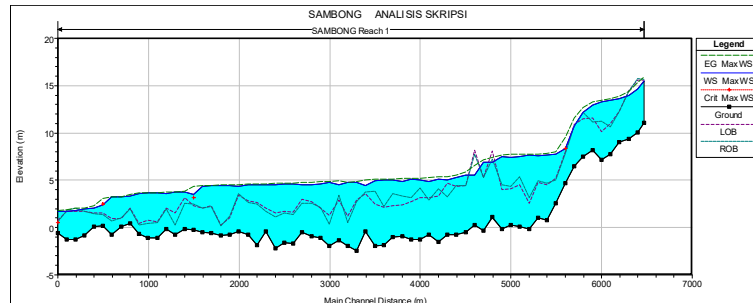
Gambar 3. Profil Memanjang Kala Ulang 10 Tahun Max Debit

Hasil simulasi Sungai Sambong Kala Ulang 25 Tahun kedalaman air limpasan tertinggi pada tanggul kiri jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,879 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 4,748 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,196 m. Pada tanggul kanan jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,961 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 4,168 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,278 m.



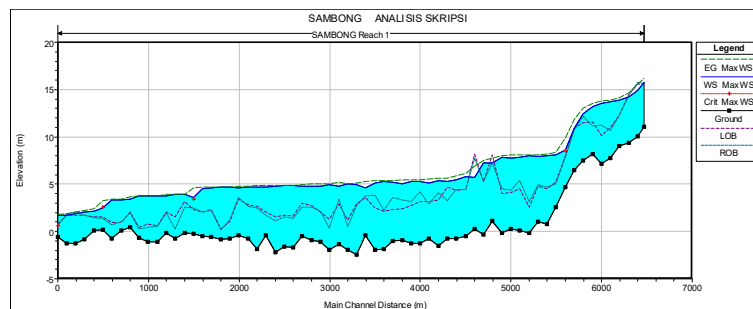
Gambar 4. Profil Memanjang Kala Ulang 25 Tahun Max Debit

Hasil simulasi Sungai Sambong Kala Ulang 50 Tahun kedalaman air limpasan tertinggi pada tanggul kiri jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,879 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 5,092 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,237 m. Pada tanggul kanan jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,961 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 4,512 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,319 m.



Gambar 5. Profil Memanjang Kala Ulang 50 Tahun Max Debit

Hasil simulasi Sungai Sambong Kala Ulang 100 Tahun kedalaman air limpasan tertinggi pada tanggul kiri jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,879 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 5,422 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,276 m. Pada tanggul kanan jam 00.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 0,961 m, Max Debit terjadi pada STA 52+00 dengan ketinggian air sebesar 4,842 m, jam 23.00 terjadi pada STA 18+00 dengan ketinggian air sebesar 1,358 m.



Gambar 4.1 Profil Memanjang Kala Ulang 100 Tahun Max Debit

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis debit banjir rencana kala ulang Sungai Sambong yang dihitung menggunakan metode HSS Nakayasu, debit maksimal terjadi pada jam ke 4:34 menghasilkan debit pada Q5 tahun sebesar 319,787 m³/s, Q10 tahun sebesar 381,146 m³/s, Q25 tahun sebesar 460,926 m³/s, Q50 tahun sebesar 521,907 m³/s dan Q100 tahun sebesar 584,437 m³/s.

Kondisi Sungai Sambong setelah dilakukan analisis menggunakan program HEC-RAS dengan debit banjir rencana :

- Pada jam ke 00.00 (awal wakt naik) debit kala ulang Q5, Q10, Q25, Q50, Q100 menghasilkan kondisi yang sama yaitu banjir terjadi sebesar 11 titik atau 17% dari total titik STA dengan ketinggian rata-rata 1,72 m.
- Pada jam ke 05.00 (max debit / puncak debit) menghasilkan titik banjir meningkat seiring berjalannya waktu dengan kondisi Q5 tahun banjir terjadi sebanyak 58 titik atau 88% dengan ketinggian air rata-rata 4,47 m, Q10 tahun banjir terjadi sebanyak 58 titik atau 88 % dengan ketinggian air rata-rata 4,73 m, Q25 tahun banjir terjadi 60 titik atau 91% dengan ketinggian air rata-rata 5,03 m, Q50 tahun banjir terjadi sebanyak 61 titik atau 92% dengan ketinggian rata-rata 5,25 m dan pada Q100 tahun banjir terjadi sebanyak 63 titik atau 95% dengan ketinggian air rata-rata 5,45 m.
- Pada jam ke 23.00 (waktu turun) menghasilkan titik banjir yang meningkat juga seiring berjalannya waktu dengan kondisi Q5 tahun banjir terjadi sebanyak 12 titik atau 18% dengan ketinggian air rata-rata 1,88 m, Q10 tahun banjir terjadi sebanyak 12 titik atau 18% dengan ketinggian air rata-rata 1,92 m, Q25 tahun

banjir terjadi sebanyak 12 titik atau 20% dengan ketinggian air rata-rata 1,98 m, Q50 tahun banjir terjadi sebanyak 13 titik atau 2,02 m dan pada Q100 tahun banjir terjadi sebanyak 13 titik atau 20% dengan ketinggian air rata-rata 2,06 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Karya eta T. Sipil, «Pengendalian Banjir Sungai Bringin Semarang», *J. Karya Tek. Sipil*, libk. 6, zenb. 3, or. 161–171, 2017, [Sarean]. Available at: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- [2] N. A. Affandy eta N. Anwar, «PEMODELAN HUJAN-DEBIT MENGGUNAKAN MODEL HEC-HMS DI DAS SAMPEAN BARU Nur Azizah Affandy 1 dan Nadjadji Anwar 2 1», *Semin. Nas. VII 2011 Tek. Sipil ITS Surabaya Penanganan Kegagalan Pembang. dan Pemeliharaan Infrastruktur*, or. 51–60, 2011.
- [3] Ikhwanudin, F. Yudanigrum, eta I. Harjanto, «Flood Management in the Babon River Watershed, Semarang City», *KnE Soc. Sci.*, libk. 2024, or. 500–507, 2024, doi: 10.18502/kss.v9i6.15299.
- [4] E. F. Ramadhan, J. S. Fidari, eta D. Harisuseno, «Studi Pemetaan Banjir pada Sungai Rejoso dengan Menggunakan Hec-Ras». Malang, 2024(e)ko .
- [5] Ikhwanudin, F. Yudanigrum, eta A. Rossid, «Penanggulangan Banjir di Jl. Brigjen S. Sudiarto, Kota Semarang Sta 0.00-8.00», *Matriks Tek. Sipil*, libk. 10, zenb. 2, or. 168, 2022, doi: 10.20961/mateksi.v10i2.61219.
- [6] A. R. Ikhwanudin, F Yudnangrum, N Hidayah, «Penanggulangan banjir di jalan brigjen s. sudiarto kota semarang sta. 0.00 – 8.00», libk. 10, zenb. 2, or. 168–174, 2022.
- [7] T. Irawan, Z. F. Haza, eta L. H. Widaryanto, «Analisis Genangan Banjir Menggunakan Sistem Aplikasi Hec-Ras 5.0.7 (Studi Kasus Sub-DAS Sungai Dengkeng)», *Tek. Sipil*, libk. 6, zenb. 1, or. 24–33, 2021.
- [8] M. Taufiq, H. P. Adi, eta S. I. Wahyudi, «Hydrological analysis of moveable weir planning for tidal flood handling in Cilacap, Central Java», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, libk. 930, zenb. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/930/1/012078.
- [9] Ikhwanudin, S. I. Wahyudi, eta Soedarsono, «Simulation of Catchment Area, Water Storage and Pump Capacity in Polder Drainage System», in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, eka. 2020, libk. 498, zenb. 1. doi: 10.1088/1755-1315/498/1/012073.
- [10] D. Makasaehe, L. A. Hendratta, eta J. S. . Sumarauw, «Kajian Pemetaan Banjir Dengan Hec–Georas Studi Kasus: Sungai Tondano», *J. Sipil Statik*, libk. 8, zenb. 3, or. 319–326, 2020.
- [11] H. P. Adi eta S. I. Wahyudi, «Tidal Flood Handling through Community Participation in Drainage Management System (A case study of the first water board in Indonesia)», libk. 10, or. 19–23, 2018.