

EVALUASI KAPASITAS PADA SUNGAI TAMBONG TENGAH TERHADAP POTENSI LUAPAN ALIRAN

Rizki Diah Noviandani¹⁾, Zulis Erwanto²⁾, dan Qurrotus Shofiyah³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Poliwangi, Jl. Raya Jember KM 13 Kabat, Banyuwangi, 68461
E-mail: zulis.erwanto@poliwangi.ac.id; rizkidiahnovi25@gmail.com

Abstract

The middle Tambong River, located in Banyuwangi Regency, has a fairly large flow velocity and has experienced riverbed degradation of 2.10 m/year. This study aims to evaluate the capacity of the middle Tambong River on the potential for overflow.

Measurement of flow float method for 24 hours, hydrological analysis to calculate design rainfall, flood discharge rational method, and total sediment discharge. Hydraulics analysis is used in the calculation of river flow capacity, and the maximum cross-section capacity of a river. For hydraulics simulations using the help of the HEC-RAS program.

The results of the evaluation of the middle Tambong river capacity on the potential for overflow did not experience overflow due to $Q_{channel} > Q_{flow} + Q_{plan}$ retrans period + Q_{total} sediment. The middle Tambong river had a Froude number of $Fr < 1$ indicating a sediment transport process. In the cross-section of the upstream section which was located after the meeting of two tributaries, a critical flow was indicated by Froude = 1,003, which was indicated by the degradation of the channel bottom because the flow velocity was higher than the wave velocity which was indicated by the rapid flow velocity. It is recommended to make a crib building on the middle Tambong river to reduce flow velocity and control sedimentation.

Keywords: Flow Discharge, Froude, HEC-RAS, Sediment, Tambong River.

Abstrak

Sungai Tambong Tengah yang terletak di Kabupaten Banyuwangi memiliki kecepatan aliran cukup besar dan mengalami degradasi dasar sungai sebesar 2,10 m/tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas pada sungai Tambong Tengah terhadap potensi luapan aliran.

Pengukuran debit aliran metode pelampung selama 24 jam, analisa hidrologi untuk menghitung curah hujan rancangan, debit banjir metode rasional, dan debit sedimen total. Analisa hidrolika digunakan dalam perhitungan kapasitas aliran sungai, dan kapasitas maksimum penampang sungai. Untuk simulasi hidrolika menggunakan bantuan program HEC-RAS.

Hasil evaluasi kapasitas sungai Tambong Tengah terhadap potensi luapan aliran tidak mengalami luapan aliran dikarenakan $Q_{saluran} > Q_{aliran} + Q_{rencana}$ kala ulang + $Q_{sedimen}$ total. Sungai Tambong Tengah memiliki angka Froude sebesar $Fr < 1$ diindikasikan terjadi proses transport sedimen. Pada penampang bagian hulu yang terletak sesudah pertemuan dua anak sungai terjadi aliran kritis yang ditunjukkan angka Froude = 1.003, yang diindikasikan terjadinya degradasi dasar saluran karena kecepatan aliran lebih tinggi daripada kecepatan rambat gelombang yang ditandai dengan kecepatan alirannya yang deras. Direkomendasikan pembuatan bangunan krib pada sungai Tambong Tengah untuk mengurangi kecepatan aliran dan mengendalikan sedimentasi.

Kata Kunci: Debit Aliran, Froude, HEC-RAS, Sedimen, Sungai Tambong

PENDAHULUAN

Banjir adalah aliran berlebih atau penggenangan yang datang dari sungai atau badan air lainnya dan menyebabkan atau mengancam kerusakan. Banjir ditunjukkan aliran air yang melampaui kapasitas tebing atau tanggul sungai, sehingga mengenai daerah sekitarnya (Asdak, 2010).

Sungai Tambong Tengah yang terletak di Kecamatan Kabat, Kabupaten Banyuwangi telah terjadi degradasi di dasar sungai. Hal ini dijelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh Erwanto dan Sugata (2020) menyebutkan bahwa DAS Tambong di tengah hilir akan mengalami degradasi dasar sungai dengan menunjukkan reynold sebesar 426.997,33 dan nilai Froude 0,55 sehingga mencakup jenis aliran turbulen dan jenis aliran subkritis. Distribusi kecepatan aliran rata-rata ditengah DAS Tambong adalah 0,901 m/detik dan diindikasikan telah mengalami degradasi setebal 2,10 m/tahun. Dengan demikian menunjukkan bahwa sungai Tambong Tengah memiliki kecepatan aliran sungai yang tinggi maka tingkat degradasi dasar sungai semakin tinggi. Untuk mengetahui hal tersebut dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang kapasitas luapan aliran pada sungai Tambong Tengah.

Pada proses penelitian kapasitas peluapan aliran pada sungai Tambong Tengah ini dilakukan dengan menggunakan metode pelampung dengan melakukan survei dilapangan berupa pengukuran debit dan kecepatan aliran. untuk mengetahui debit banjir rancangan kala ulang dengan menggunakan metode Rasional dengan data curah hujan tahun 2001 sampai 2019.

Berdasarkan hal tersebut pentingnya mengetahui hasil evaluasi kapasitas pada sungai Tambong Tengah terhadap potensi luapan aliran agar tidak terjadi banjir akibat peluapan air sungai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil evaluasi kapasitas sungai Tambong Tengah terhadap potensi luapan aliran.

Penelitian terdahulu terkait potensi peluapan aliran antara lain Andriani, dan Wahyu (2017), Romdhani dan Putri (2017), Erwanto (2017). Untuk penelitian terkait tinggi muka air dengan menggunakan HEC-RAS dari Manaoma dan Sumarau (2017). Untuk penelitian terkait degradasi dasar sungai Sub DAS Tambong dari Erwanto dan Sugata (2020).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini berada di Sub DAS Tambong di bagian bagian tengah yang memiliki luas 184.779.139,38 m² atau 184,779 km² dan koordinat geografis terletak 8° 16' 54.32" LS dan 114° 18' 59.34" BT. Peta lokasi penelitian terdapat pada Gambar 1



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Untuk data primer yang digunakan meliputi pengukuran Debit aliran dengan metode pelampung, Kecepatan aliran, Kedalaman aliran, dan Lebar dan dalam sungai. Data sekunder yang digunakan adalah meliputi data curah hujan rancangan 19 tahun terakhir yaitu mulai dari tahun 2001 sampai dengan 2019 yang didapat dari Dinas PU Perairan Banyuwangi dan data sedimen dari persamaan debit sedimen di sungai Tambong hasil penelitian Erwanto (2018). Untuk simulasi kapasitas aliran menggunakan bantuan program HEC-RAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Pengukuran Debit Dengan Metode Pelampung (*Floating Method*)

Pengukuran debit aliran bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang mengalir pada sungai dan kecepatan air tersebut dapat mengalir dalam satu waktu (detik). Dalam perhitungan debit aliran sungai data yang dibutuhkan adalah data hasil survei di lapangan. Pengukuran debit dengan menggunakan metode pelampung. Survei debit dilakukan pada bagian tengah sungai selama 24 jam. Perhitungan rekapitulasi debit sungai Tambong Tengah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Rekapitulasi Debit Sungai Tambong Tengah

Jam Ke	Waktu Kecepatan (Detik)	Panjang Pias (m)	Kecepatan Aliran (m/det)	Lebar Sungai (m)	h (m)	Luas Penampang (m ²)	Koefisien Pelampung	Debit (m ³ /det)
8.00	29.02	25	0.86	28.96	0.62	17.95	0.897	13.88
9.00	26.76	25	0.93	28.96	0.62	17.95	0.897	15.05
10.00	30.60	25	0.82	28.96	0.62	17.95	0.897	13.16
11.00	20.40	25	1.23	28.96	0.57	16.51	0.898	18.16
12.00	26.24	25	0.95	28.96	0.56	16.22	0.898	13.87
13.00	20.06	25	1.25	28.96	0.53	15.35	0.898	17.17
14.00	22.24	25	1.12	28.96	0.53	15.35	0.898	15.49
15.00	22.12	25	1.13	28.96	0.56	16.22	0.898	16.45
16.00	35.16	25	0.71	28.96	0.56	16.22	0.898	10.35
17.00	17.34	25	1.44	28.96	0.57	16.51	0.898	21.36
18.00	15.84	25	1.58	28.96	0.56	16.22	0.898	22.97
19.00	20.38	25	1.23	28.96	0.54	15.64	0.898	17.22
20.00	26.28	25	0.95	28.96	0.63	18.24	0.897	15.57
21.00	13.55	25	1.85	28.96	0.64	18.53	0.897	30.69
22.00	32.24	25	0.78	28.96	0.64	18.53	0.897	12.90
23.00	20.48	25	1.22	28.96	0.65	18.82	0.897	20.62
24.00	22.86	25	1.09	28.96	0.60	17.37	0.898	17.05
1.00	23.92	25	1.05	28.96	0.58	16.79	0.898	15.76
2.00	26.36	25	0.95	28.96	0.55	15.93	0.898	13.56
3.00	29.64	25	0.84	28.96	0.52	15.06	0.898	11.40
4.00	18.64	25	1.34	28.96	0.47	13.61	0.898	16.39
5.00	29.78	25	0.84	28.96	0.47	13.61	0.898	10.26
6.00	27.32	25	0.92	28.96	0.48	13.90	0.898	11.42
7.00	32.28	25	0.77	28.96	0.44	12.74	0.898	8.86
8.00	30.94	25	0.81	28.96	0.44	12.74	0.898	9.25
Debit Rata – Rata								15.56

2.2 Debit Banjir Rasional.

Perhitungan debit banjir DAS Tambong yaitu dengan menggunakan metode rasional. Berikut ini adalah perhitungan debit banjir metode rasional yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Perhitungan Debit Banjir Metode Rasional

T (Tahun)	R24 (mm)	L (Km)	S	A (Km ²)	C	Tc (Jam)	I (mm/jam)	Q (m ³ /det)
1.01	13.32	14.72	0.085	185	0.15	1.36	3.76	29.36
2	55.24	14.72	0.085	185	0.15	1.36	15.60	121.72
5	87.41	14.72	0.085	185	0.15	1.36	24.69	192.62
10	109.82	14.72	0.085	185	0.15	1.36	31.02	241.99

T (Tahun)	R24 (mm)	L (Km)	S	A (Km ²)	C	Tc (Jam)	I (mm/jam)	Q (m ³ /det)
20	133.59	14.72	0.085	185	0.15	1.36	37.74	294.38
25	138.93	14.72	0.085	185	0.15	1.36	39.24	306.15
30	146.29	14.72	0.085	185	0.15	1.36	41.32	322.36
50	160.99	14.72	0.085	185	0.15	1.36	45.48	354.76
100	183.20	14.72	0.085	185	0.15	1.36	51.75	403.69
200	205.02	14.72	0.085	185	0.15	1.36	57.91	451.77

2.3 Perhitungan Debit Sedimen DAS Tambong

Dalam perhitungan debit sedimen yaitu menggunakan data debit selama 24 jam pada Tabel 1 yaitu dengan mencari nilai *Suspended Load* dari persamaan $Q_s = (1.1197 \times (Q_w^2)) + (1.171 \times Q_w) - 0.0022$ dan nilai *Bed Load* dari persamaan $Q_b = 0.377 \times Q_w^{1.1403}$ (Erwanto, 2018). Hasil perhitungan Debit Sedimen aliran sungai Tambong Tengah terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3
Perhitungan Debit Sedimen Total Sungai Tambong Tengah

Jam Ke	H (m)	A (m ²)	V (m/det)	Q (m ³ /det)	Suspended Load (ton/hari)	Bed Load (ton/hari)	Q Total Load (ton/hari)	Q Total Load (m ³ /det)
1	0.62	17.95	0.86	13.88	16.37	7.57	23.94	0.00028
2	0.62	17.95	0.93	15.05	17.83	8.30	26.14	0.00030
3	0.62	17.95	0.82	13.16	15.48	7.12	22.61	0.00026
4	0.57	16.51	1.23	18.16	21.76	10.28	32.05	0.00037
5	0.56	16.22	0.95	13.87	16.36	7.56	23.92	0.00028
6	0.53	15.35	1.25	17.17	20.51	9.65	30.15	0.00035
7	0.53	15.35	1.12	15.49	18.38	8.58	26.96	0.00031
8	0.56	16.22	1.13	16.45	19.59	9.19	28.78	0.00033
9	0.56	16.22	0.71	10.35	12.04	5.42	17.46	0.00020
10	0.57	16.51	1.44	21.36	25.91	12.37	38.29	0.00044
11	0.56	16.22	1.58	22.97	28.04	13.45	41.48	0.00048
12	0.54	15.64	1.23	17.22	20.57	9.68	30.25	0.00035
13	0.63	18.24	0.95	15.57	18.49	8.63	27.12	0.00031
14	0.64	18.53	1.85	30.69	38.51	18.70	57.22	0.00066
15	0.64	18.53	0.78	12.90	15.15	6.96	22.11	0.00026
16	0.65	18.82	1.22	20.62	24.94	11.88	36.83	0.00043
17	0.6	17.37	1.09	17.05	20.36	9.57	29.93	0.00035
18	0.58	16.79	1.05	15.76	18.72	8.75	27.46	0.00032
19	0.55	15.93	0.95	13.56	15.97	7.37	23.34	0.00027
20	0.52	15.06	0.84	11.40	13.32	6.05	19.37	0.00022
21	0.47	13.61	1.34	16.39	19.52	9.15	28.67	0.00033
22	0.47	13.61	0.84	10.26	11.93	5.36	17.30	0.00020
23	0.48	13.90	0.92	11.42	13.34	6.06	19.40	0.00022
24	0.44	12.74	0.77	8.86	10.25	4.54	14.79	0.00017
25	0.44	12.74	0.81	9.25	10.71	4.76	15.48	0.00018
Total	13.95	403.95	26.65	388.88	464.08	216.95	681.03	0.00788
Rata	0.56	16.16	1.07	15.56	18.56	8.68	27.24	0.00032
- Rata								

2.4 Perhitungan Debit Kapasitas Aliran Sungai

Perhitungan kapasitas aliran ini merupakan perhitungan debit dari parameter hidraulik penampang basah sungai dan kecepatan aliran. Rekapitulasi debit kapasitas sungai Tambong Tengah terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4
 Rekapitulasi Debit Kapasitas Aliran Sungai Tambong Tengah

Cross Section	Luas Penampang Basah (A) m ²	Kecepatan Aliran (V) m/det	Debit Saluran (Qsal) m ³ /det
A-A	7.16	0.661	4.74
B-B	16.83	0.727	12.24
C-C	16.54	0.726	12.01
D-D	16.88	0.727	12.27
E-E	16.87	0.727	12.27
F-F	16.90	0.727	12.29
G-G	16.28	0.725	11.80
H-H	16.03	0.724	11.61
Debit Kapasitas Aliran Rata-Rata			11.15

2.5 Perhitungan Debit Kapasitas Maksimum Penampang Sungai Tambong Tengah

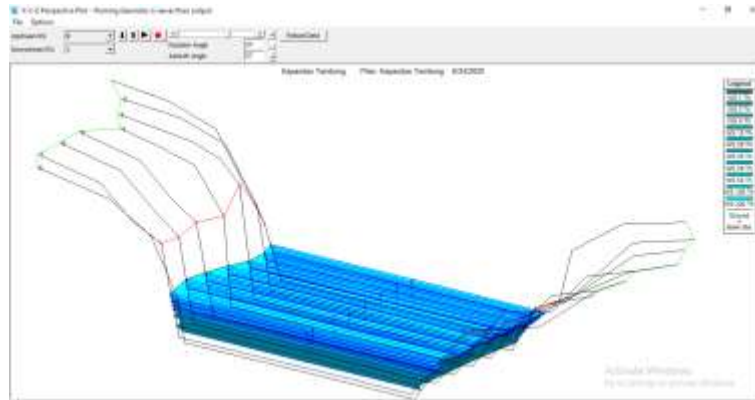
Dalam perhitungan debit kapasitas maksimum sungai yaitu debit aliran dari penampang bentuk sungai Tambong Tengah. Rekapitulasi debit kapasitas maksimum penampang sungai Tambong Tengah yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5
 Rekapitulasi Debit Kapasitas Maksimum Penampang Sungai Tambong Tengah

Cross Section	Luas Penampang Saluran (A) m ²	Kecepatan Aliran m/det	Debit Saluran (Qsal) m ³ /det
A-A	451.70	129.928	58688.13
B-B	224.60	60.575	13604.88
C-C	312.45	92.460	28888.80
D-D	246.14	68.188	16783.77
E-E	246.07	68.175	16775.83
F-F	226.46	61.082	13832.27
G-G	238.43	66.824	15932.60
H-H	265.50	77.006	20445.40
Debit Kapasitas Maksimum Sungai Rata-Rata			23118.96

2.6 Simulasi Penampang Sungai Menggunakan Software HEC-RAS

Untuk mengetahui kapasitas penampang sungai Tambong Tengah mengalami luapan aliran atau tidak dilakukan pemodelan dengan menggunakan HEC-RAS dengan kondisi eksisting sungai. Panjang sungai yang dianalisa sebesar 25 m dengan 8 cross section. hasil simulasi aliran pada penampang sungai terdapat pada Gambar 2 dan Rekapitulasi output HEC-RAS dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 2. Perspective Plot Penampang Aliran Sungai Tambong Tengah

Tabel 6
 Rekap Output HEC-RAS Pada Analisa Kapasitas Sungai Tambong

River Sta	Debit Total (m ³ /s)	Volume (1000 m ³)	S (m/m)	V (m/s)	A (m ²)	Lebar Atas (m)	Froude # Chl	Tipe Aliran
8	283.598	1.56	0.0076905	3.333	79.67	31.921	0.677	Subkritis
7	283.598	1.479	0.0072919	3.257	81.553	32.619	0.66	Subkritis
6	283.598	1.147	0.0066967	3.124	85.11	34.047	0.634	Subkritis
5	283.598	0.895	0.0074067	3.245	81.953	33.371	0.665	Subkritis
4	283.598	0.654	0.0082034	3.352	79.296	32.956	0.692	Subkritis
3	283.598	0.423	0.0101035	3.605	73.701	32.375	0.763	Subkritis
2	283.598	0.205	0.0105065	3.64	73.042	32.481	0.777	Subkritis
1	283.598	0	0.0180472	4.255	62.907	32.892	1.003	Kritis

2.7 Kajian Potensi Luapan Aliran

Dari hasil perhitungan $Q_{saluran}$, Q_{aliran} , Q_{hujan} , dan $Q_{sedimen}$ kemudian dianalisa untuk mengetahui sungai Tambong Tengah mengalami luapan aliran atau tidak. Perhitungan analisa luapan aliran sungai Tambong Tengah terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7
 Perhitungan Analisa Luapan Aliran Sungai Tambong Tengah

Kala Ulang (T) Tahun	Debit Saluran (Qsal) m ³ /det	Hasil Perhitungan				Perbandingan			Keterangan
		Debit Aliran (Qro) m ³ /det	Debit Hujan (Qren) m ³ /det	Debit Sedimen (Qsed) m ³ /det	Qsal	Cek	Sisa Kapasitas m ³ /det		
1.01	23118.96	11.15	29.36	0.00788	23118.96	>	40.52	23078.44	Tidak Meluap
2	23118.96	11.15	121.72	0.00788	23118.96	>	132.88	22986.08	Tidak Meluap
5	23118.96	11.15	192.62	0.00788	23118.96	>	203.78	22915.18	Tidak Meluap
10	23118.96	11.15	241.99	0.00788	23118.96	>	253.15	22865.81	Tidak Meluap
20	23118.96	11.15	294.38	0.00788	23118.96	>	305.54	22813.42	Tidak Meluap
25	23118.96	11.15	306.15	0.00788	23118.96	>	317.31	22801.65	Tidak Meluap
30	23118.96	11.15	322.36	0.00788	23118.96	>	333.52	22785.44	Tidak Meluap
50	23118.96	11.15	354.76	0.00788	23118.96	>	365.92	22753.04	Tidak Meluap
100	23118.96	11.15	403.69	0.00788	23118.96	>	414.85	22704.11	Tidak Meluap
200	23118.96	11.15	451.77	0.00788	23118.96	>	462.93	22656.03	Tidak Meluap

SIMPULAN

Hasil evaluasi kapasitas pada sungai Tambong Tengah terhadap potensi luapan aliran dapat disimpulkan bahwa sungai Tambong Tengah tidak mengalami peluapan aliran karena debit kapasitas penampang sungai lebih besar dari debit aliran, debit rencana kala ulang, dan debit sedimen total. Sungai Tambong Tengah termasuk aliran Subkritis, dengan ditunjukkan angka froude < 1 maka sungai Tambong Tengah diindikasikan terjadi proses transport sedimen. Pada penampang bagian hulu yang terletak sesudah pertemuan dua anak sungai terjadi aliran kritis yang ditunjukkan angka Froude = 1.003, yang diindikasikan terjadinya degradasi dasar saluran karena kecepatan aliran lebih tinggi daripada kecepatan rambat gelombang yang ditandai dengan kecepatan alirannya yang deras.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, M. dan Wahyu. (2017). Tinjauan Aliran Sungai Yang Berpotensi Terjadi Peluapan Aliran. *Gradasi Teknik Sipil*, 1(1), 18-24.
- Asdak, C., (2010), *Hidrologi dan Pengetahuan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Astuti, A.J.D., Yuniastuti, E., Nurwihastuti, D.W., Triastuti, R. (2014). Analisis Koefisien Aliran Permukaan Dengan Menggunakan Metode Bransby-Williams Di Sub Daerah Aliran Sungai Babura Provinsi Sumantera Utara. *Geografi*, 9(2), 158-165.
- Erwanto, Z. (2017). Studi Optimasi Penggunaan Lahan Dalam Pengelolaan DAS Tambong Banyuwangi Berdasarkan HSS US SCS. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi* 14 (1), 22
- Erwanto, Z., & Sugata, A. N. I. (2020). The effect of river flow velocity distribution on indications of the occurrence of degradation of the Tambong River basin. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1450, p. 012030) doi:10.1088/1742-6596/1450/1/012030.
- Erwanto, Z., Pranowo, D. D., Widakdo, D. S. W. P. J., & Wilujeng, N. S. R. (2018). The Influence of Sediment Loads on the Irrigation Discharge in The Upstream and Downstream of the Major River in Banyuwangi Regency. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **207** 012066. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/207/1/012066>
- Manaoma, T. dan Sumarau, S.F. (2017). Analisis Debit Dan Tinggi Muka Air Sungai Paniki Di Kawasan Holland Village. *Sipil Statik*, 5(1), 2-29
- Meader, C. (2020 Februari 10). The Road to HEC-RAS. Diunduh dari <http://civilgeo.com/the-road-to-hec-ras/>