

ANALISIS KAPASITAS TANGGUL SUNGAI KALI LAMONG AKIBAT BANJIR TAHUNAN DALAM KONDISI TERENDAM SEBAGIAN DAN SELURUHNYA DENGAN *SOFTWARE HEC-RAS 5.0*

ANALYSIS OF CAPACITY OF KALI LAMONG RIVER RESISTANCE DUE TO ANNUAL FLOOD IN PARTICULAR AND ENTIRE CONDITIONS WITH *HEC-RAS 5.0* SOFTWARE

Cahyono Ikhsan

Prodi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36.A Kentingan Surakarta, Jawa Tengah
e-mail: cahyonoikhsan@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Sungai Kali Lamong setiap tahun mengalami banjir disebabkan debit aliran yang masuk ke penampang lebih besar dari daya tampungnya. Kapasitas tampungan berkurang karena adanya tumpukan sedimen di dasar sungai yang mengakibatkan kapasitas tampungan menjadi kecil, sehingga air melimpas melewati penampang namun masih ditahan oleh tanggul kanan kiri sungai. Tanggul mengekang air banjir sehingga permukaan air meningkat, menggenang dan merendam tanggul mulai dasar sampai dengan puncak tanggul. Sungai Kali Lamong memiliki penampang berbentuk trapezium, dengan lebar bawah 30 m dan lebar atas 40 m dengan kedalaman penampang 6 m. Tinggi tubuh tanggul pada kanan kiri penampang sungai adalah 2,1 m dan elevasi puncak mencapai +6,50 m. Analisis debit banjir rancangan dengan software HEC-RAS versi 5.0 dimulai dari debit air normal sampai dengan debit air banjir kritis puncak tanggul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit aliran 100 m³/dt setara dengan elevasi muka air laut, sedangkan debit 1000 m³/dt setara dengan elevasi maksimal permukaan sungai dan pada debit rancangan 1500 m³/dt, ketinggian muka air banjir mencapai elevasi puncak tanggul.

Kata kunci: sungai kali lamong, kapasitas tanggul, debit banjir

ABSTRACT

The Kali Lamong River each year increases the discharge flowing into the cross section greater than its capacity. The storage capacity is reduced because of the sedimentation in the river bed, the storage capacity is needed to be small, so that the air overflows through the sighting but it is still carried by the river banks. The embankment curbs the air so that the water level rises, floods and submerges the dike. Kali Lamong River has a trapezoid-shaped cross section, with a bottom width of 30 m and a top width of 40 m with a depth of cross section of 6 m. The height of the embankment on both sides of the river is 2.1 m and the peak elevation reaches +6.50 m. Design flow discharge analysis with HEC-RAS version 5.0 software starts from normal air discharge up to the critical flood discharge of the embankment. The results of the study prove that the flowrate of 100 m³ / sec is equivalent to elevation of sea levels, while the discharge of 1000 m³ / sec is equivalent to the maximum elevation of the river's surface and at the time of discharge of 1500 m³ / sec, the flood surface air flow reaches the embankment height.

Key words: Kali Lamong River, embankment capacity, flood discharge

PENDAHULUAN

Tanggul Sungai Kali Lamong merupakan konstruksi yang dibuat untuk mencegah limpasan air akibat debit banjir yang berlebihan, dimana kapasitas penampang sungai tidak mampu menampung volume air yang masuk. Pembuatan tanggul sungai Kali Lamong tersebut merupakan salah satu upaya rekayasa untuk mencegah melubernya air guna melindungi daerah sekitar dan sepanjang sungai tersebut. Sungai Kali Lamong merupakan sungai yang terletak di daerah Kabupaten Lamongan dan Kabupaten Mojokerto, dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sekitar ± 700 km² dan panjang alur sungai berkisar ± 100 km serta memiliki 14 sub DAS dengan debit banjir yang bervariasi Tabel 1.

Penyebab terjadinya banjir disebabkan karena curah hujan yang cukup tinggi pada setiap sub DAS, sehingga gabungan debit dari sub DAS tersebut tidak mampu ditampung oleh Sungai Kali Lamong. Volume penampang sungai atau tampungan kapasitas Sungai Kali Lamong semakin berkurang disebabkan tingkat erosi yang cukup tinggi yang terjadi di hulu dan gerusan di tebing kanan dan kiri sungai, sehingga berakibat terjadinya sedimentasi dasar sungai Kali Lamong. Pendangkalan dasar sungai tersebut sangat berpengaruh terhadap kapasitas aliran sungai. Berkurangnya kapasitas

aliran sungai inilah merupakan salah satu penyebab banjir pada sungai Kali Lamong.

Tabel 1. Banjir rancangan DAS sungai Kali Lamong

Sub DAS Sungai Kali Lamong	Debit Rancangan (m ³ /dt)			
	Q _{2th}	Q _{5th}	Q _{10th}	Q _{25th}
Kare	27,91	39,22	48,1	60,4
Balong	55,54	74,89	89,74	110,97
Kedungwangi	44,07	67,9	63,56	93,41
Garung	36,95	45,76	51,52	58,63
Sambong	69,2	84,81	91,63	97,67
Jublang	50,16	62,12	67,35	71,98
Kromong	47,08	58,69	63,77	68,27
Grogol	79,7	101,29	112,58	124,62
Ngarus	61	77,51	86,14	95,34
Gondang	110,24	147,34	174,77	212,16
Lamong Hulu	11,5	15,48	18,53	22,89
Cermenlerek	59,58	72,81	81,94	93,89

Iker-iker	115,2	150,65	169,82	192,56	5	-36,59	2,34	-14,15
Menganti	46,06	56,48	63,92	73,33	6	-34,77	1,47	-17,92
Jumlah	814,19	1054,95	1183,37	1376,12	7	-22	2,1	-20,42
					8	-38,79	3,62	-22,45
					9	-55,85	-8,13	-38,49
					10	0	-1,84	-38,25
					Selisih maksimal	55,85	8,53	38,49
					Uji kesamaan	ditolak	diterima	ditolak

Sungai kali lamong Termasuk kategori sungai *intermittent* dengan penampang sungai relatif datar dan terdapat 14 anak sungai. *Bankfull capacity* sekitar 275 m³/dt, sedangkan debit pada musim hujan dapat mencapai di atas 500 m³/dt.

Untuk menganalisa debit pada curah hujan di lokasi studi, data hujan curah hujan yang dipakai berasal dari 12 stasiun pengamat terdekat disekitar lokasi, yaitu: 1. Sta. Sememi 2. Sta. Bunder 3. Sta. Cerme 4. Sta. Benjeng 5. Sta. Balong panggang 6. Sta. Mantup 7. Sta. Menganti 8. Sta. Ngimbang 9. Sta. Pule Kidul 10. Sta. Bluluk 11. Sta. Terusan 12. Sta. Mangunan. Kemudian mengambil data curah hujan maksimum setiap tahun pada stasiun pengamatan. Sedangkan data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan 12 tahun, yang dimulai dari tahun 2003 hingga 2014.

Adapun data hujan stasiun hujan gabungan tersebut diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data curah hujan harian maksimum

Tahun	Hujan Maksimum (mm)
2003	94,4
2004	90,98
2005	83,4
2006	114,4
2007	77,66
2008	95,25
2009	91,73
2010	108,3
2011	107,3
2012	71,44
2013	101,74
2014	96,76

Curah hujan rencana yang digunakan sebagai dasar analisa debit rancangan adalah hasil dari analisa frekuensi. Penentuan distribusi probabilitas dalam analisa hidrologi, dilakukan dengan uji kesesuaian distribusi frekuensi [Triatmodjo, 2009]. Hasil perhitungan analisis frekuensi curah hujan harian maksimum ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kesesuaian distribusi frekwensi

No	Dengan selisih nilai kritis 0,05		
	Normal	Gumbel II	Log Pearson III
1	10,53	-8,53	10,77
2	2,99	-0,77	-9,09
3	-25,37	2,38	-8,65
4	-11,02	4,96	-8,76

Curah hujan rencana yang digunakan untuk basis analisa debit rencana adalah hasil dari analisa frekuensi metode Gumbel II seperti diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Curah hujan rencana

Periode Ulang	Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)		
	Normal	Gumbel II	Log Pearson III
2	73,34	69,76	71,59
5	94,16	96,99	94,69
10	105,06	115,01	107,57
25	113,98	137,79	121,6
50	124,14	154,69	130,61
100	131,08	171,46	138,83

Untuk memperoleh debit banjir yang sesuai dengan kapasitas penampang sungai dan kapasitas tinggi maksimum tanggul pada kondisi kering sampai dengan kondisi terendam digunakan *software HEC-RAS 5.0* [Hydrologic Engineering Center. 2015] yang dimulai dari debit air normal 100 m³/dt sampai dengan debit air kritis tanggul 1500 m³/dt

METODOLOGI

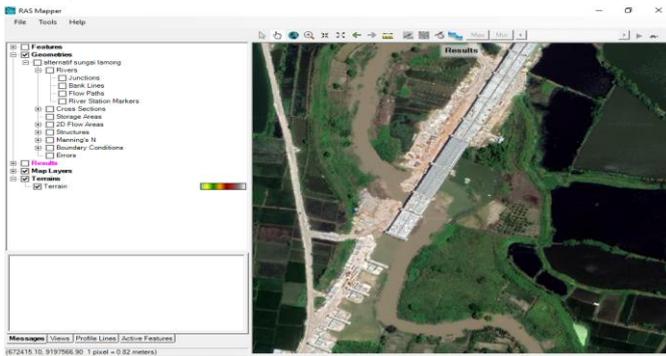
Aliran sungai dengan pola meander, perubahan alur sungai akibat angkutan sedimen yang tidak terkendali akan lebih cepat dibandingkan dengan alur sungai lurus karena adanya tekanan horisontal dan centrifugal dari aliran yang akan memicu longsohnya tebing tanggul sungai di bagian luar tikungan meander dan pengendapan di bagian dalam tikungan meander [Murniningsih, 2018]

Perubahan kekasaran sungai berakibat pada perubahannya kedalaman, radius hidraulik dan kecepatan aliran. Penghitungan kecepatan secara teoritis dilakukan dengan persamaan manning pada sungai sebelum dan sesudah ada tanggul. Besarnya perubahan diperoleh dengan membandingkan kedalaman, radius hidraulik, dan kecepatan aliran [Barid dan Yakub, 2007]

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Analisis kapasitas penampang sungai dan kapasitas tanggul dengan *software HEC-RAS* Versi 5.0.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di Kali Lamong sebelah hilir Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian tanggul sungai Kali Lamong

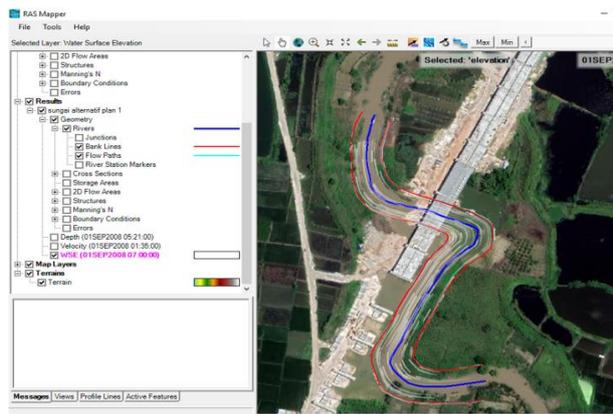
Running muka air banjir

Untuk mengetahui kapasitas tampung sungai dan tanggul, maka dilakukan uji kenaikan elevasi tinggi muka air banjir yang diawali dari debit aliran air normal sebesar $100 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan meningkat sampai dengan debit $1000 \text{ m}^3/\text{dt}$. Selanjutnya debit aliran dinaikkan sampai tanggul terendam sebagian dan seluruhnya atau mencapai permukaan air banjir kritis yaitu elevasi muka air banjir mencapai elevasi puncak tanggul $+6,50 \text{ m}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

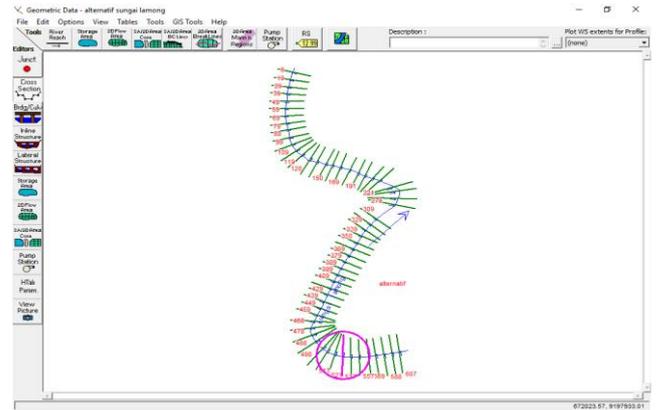
Perhitungan Debit Banjir Periode Ulang

Perhitungan debit banjir dengan periode ulang dilakukan dengan software HEC-RAS 5.0 yang dimulai dari debit air normal $100 \text{ m}^3/\text{dt}$ sampai dengan debit air banjir kritis tanggul $1500 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada alur sungai Kali Lamong Gambar 2. Penampang sungai Kali Lamong berbentuk trapezium dengan lebar bawah 30 m dan lebar atas 40 m , serta memiliki kedalaman air 6 m , sedangkan tinggi tanggul $2,10 \text{ m}$.



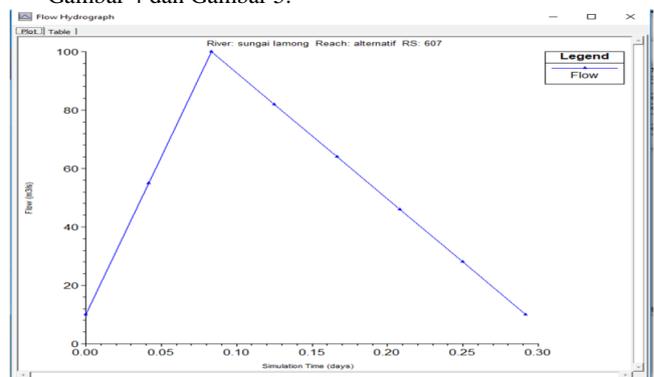
Gambar 2. Alur sungai Kali Lamong

Pada lokasi alur tersebut dibuat cross yang selanjutnya dimodelkan pada Gambar 3, dan selanjutnya dilakukan running sesuai dengan debit banjir yang diinginkan.

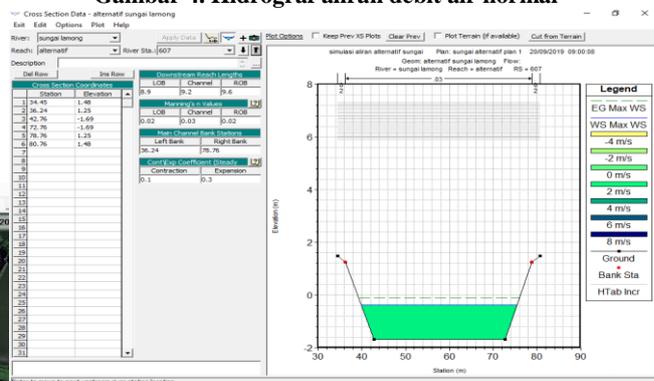


Gambar 3. Model cross alur Kali Lamong

Running dengan debit untuk kondisi pengaliran air normal yaitu sebesar $100 \text{ m}^3/\text{dt}$ ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



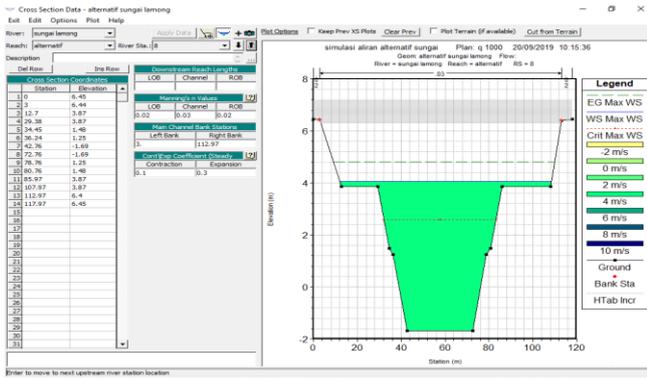
Gambar 4. Hidrograf aliran debit air normal



Gambar 5. Hasil running debit air normal

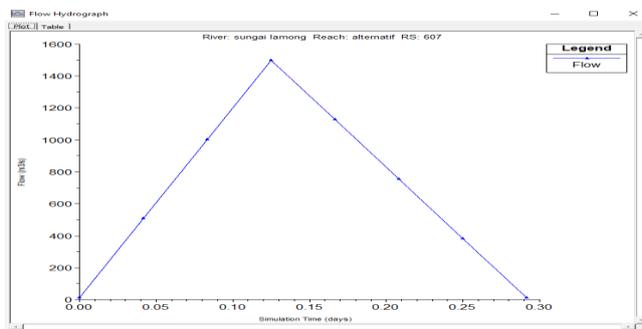
Pada running tersebut terlihat bahwa kapasitas penampang sungai masih mampu menerima debit aliran air normal sebesar $100 \text{ m}^3/\text{dt}$ dengan kedalaman aliran $1,2 \text{ m}$ dan muka air masih sama dengan muka air laut. Pada kondisi tersebut kecepatan aliran muka air rata rata $1 \text{ m}/\text{dt}$.

Sedangkan running dengan debit $1000 \text{ m}^3/\text{dt}$ untuk permukaan air pada kapasitas penampang sungai telah mencapai dasar tanggul Gambar 6.

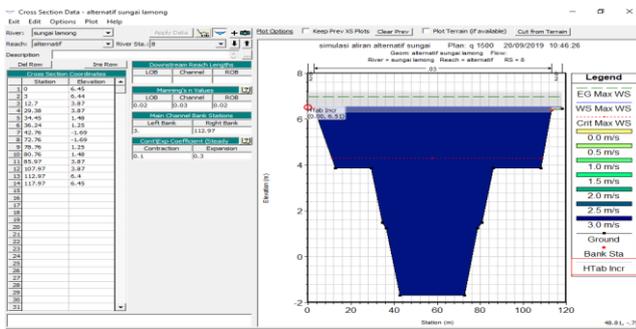


Gambar 6. Hasil running debit air 1000 m³/dt

Pada *running* tersebut terlihat bahwa kedalaman aliran 6,0 m dengan kecepatan aliran rata-rata 3 m/dt. Sedangkan *running dengan debit maksimal* untuk kapasitas mencapai puncak tanggul ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Hidrograf aliran debit air maksimal



Gambar 8. Running debit air 1500 m³/dt

Pada *running* dengan debit 1500 m³/dt, tanggul sungai terendam seluruhnya dengan kecepatan aliran 3 m/dt dan pada kedalaman 8 m.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Debit banjir rencana $Q_{25} = 1376,12 \text{ m}^3/\text{dt}$ masih mampu ditahan tanggul, karena masih di bawah debit kapasitas maksimal tanggul yaitu $1500 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Tanggul masih aman terhadap debit rancangan dengan disain Q_{25} tahunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Barid, B. dan Yacob, M., 2007 "Perubahan Kecepatan Aliran Sungai," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, vol. 10, no. 1, pp. 14-20.
- Hydrologic Engineering Center. 2015. *HEC-RAS River Analysis System (Application Guide)*, US Army Corps of Engineers. Davis, CA.
- Murniningsih, S., 2018, "Pengaruh Terhadap Pergerakan Meander," *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, vol. 1, no. 2, pp. 45-52.
- Triadmodjo, B., 2009. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.