

Efektivitas Rehabilitasi Geometri Sungai Buntung dalam Pengendalian Limpasan Air Hujan dan Pasang Laut

*Dyan Eka Nurhayati¹, Jenny Caroline¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

*dyaneka@itats.ac.id

Abstract

Optimizing the river geometry is a method to reduce flooding created by sea tides and surface run-off. The objective of this study is to determine the river geometry design by analyzing the riverbed slope and width in order to identify the maximum geometry within the maximum discharge. The discharge for 25-year return period is 167.35 m³/sec and sea tide elevation is +2.9 MSL, the current state of the river is unable to accommodate it considering the river capacity is 156.302 m³/sec. HEC-RAS 1D and steady flow computation is implemented for modeling a river capacity by inputting the highest tide for the downstream and the discharge value for the upstream. The initial 0,097% riverbed slope was divided into four sections slopes of 0.023%, 0.46%, 0.018%, and 0.016%. The average designed width of the cross section with the lowest embankment is 25.28 meters. The river is able to accommodate the discharge when the maximum condition of Q₂₅ and sea tide occurs because the river capacity develops to 185.228 m³/sec and the average freeboard is 0.89 m.

Keywords: Buntung River, Geometry, Tidal, HEC-RAS 1D

Abstrak

Rehabilitasi geometri sungai merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pengendalian banjir yang disebabkan oleh limpasan air hujan dan pasang laut. Tujuan dari studi ini adalah menentukan geometri sungai yang efektif untuk menampung debit banjir dengan menentukan faktor kemiringan dasar sungai dan luas penampang basah. Kondisi eksisting Sungai Buntung tidak mampu menampung ketika terjadi Q₂₅ sebesar 167,35 m³/det dan elevasi pasang laut +2,9 MSL, karena kapasitas tampung sungai hanya 156,302 m³/det. Pemodelan kapasitas tampung sungai menggunakan HEC-RAS 1D dan kondisi aliran *steady flow* dengan memasukkan nilai debit banjir di bagian hulu dan tinggi pasang laut di bagian hilir. Kemiringan dasar sungai yang semula 0,097% direncanakan menjadi terbagi empat ruas dengan variasi kemiringan yaitu 0,023%, 0,46%, 0,018%, dan 0,016% dan lebar sungai pada ruas dengan tanggul terendah adalah 25,28 m. Hasil pemodelan geometri rencana Sungai Buntung menunjukkan bahwa geometri rencana sungai dapat menampung debit ketika terjadi kondisi maksimum Q₂₅ dan pasang laut, karena kapasitas tampung Sungai bertambah menjadi 185,228 m³/det dan tinggi jagaan sungai rata-rata adalah 0,89 m.

Kata Kunci: Sungai Buntung, Rehabilitasi Sungai, Pasang Laut, HEC-RAS 1D

PENDAHULUAN

Sungai Buntung yang terletak di sisi timur Kabupaten Sidoarjo yang bermuara langsung menuju laut dan termasuk dalam sistem drainase Kabupaten Sidoarjo. Sistem drainase yang berfungsi optimal dapat dilihat pada kondisi sistem yang mampu menampung seluruh debit limpasan, baik yang berasal dari hujan maupun kondisi hidraulik lainnya seperti pasang air laut (Kodoatie, 2013). Kondisi eksisting Sungai Buntung pada bagian hilir tidak mampu menampung debit banjir limpasan yang diakibatkan oleh hujan dan pasang air laut, sehingga di kawasan Sungai Buntung tersebut terjadi luapan. Hal tersebut selaras dengan studi penelitian yang dilakukan di Sungai Jambon dan Sungai Menengan yang mana pasang laut memengaruhi kapasitas hilir sungai (Nurhayati dkk., 2024; Nurhayati & Teguh, 2023). Berdasarkan informasi yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Sidoarjo, kawasan yang terdampak luapan Sungai Buntung salah satunya adalah kawasan Tropodo dan Tambaksawah yang mana Sungai Buntung merupakan hilir drainase di kedua kawasan tersebut. Genangan yang terjadi di Tropodo dan Tambaksawah merupakan kawasan padat pemukiman dan industri setinggi 50 cm dan terjadi lebih dari 8 jam. Menurut peraturan yang berlaku (PERMEN PUPR, 2014)

kondisi tersebut memiliki kriteria tinggi untuk dilakukan penangan.

Merehabilitasi kapasitas tampung sungai merupakan salah satu alternatif struktural dalam pengendalian banjir sungai. Merehabilitasi sungai dapat dilakukan dengan melakukan pengerukan dasar sungai yang telah penuh oleh sedimen atau peninggian tanggul sungai, sehingga kapasitas sungai akan meningkat (Suripin, 2004). Studi efektivitas penambahan kapasitas tampung sungai untuk pengendalian banjir telah dilakukan di beberapa lokasi seperti pada DAS Sampean Hilir (Arifianto, 2017) dan Sungai Pulisan dengan memanfaatkan faktor koefisien *manning* pada desain geometri tanggul sungai (Fajar dkk., 2022). Metode lain untuk menambah kapasitas sungai yaitu dengan meninggikan tanggul sungai (Ardhianto dkk., 2026; Syaendra dkk., 2022; Zevri, 2020).

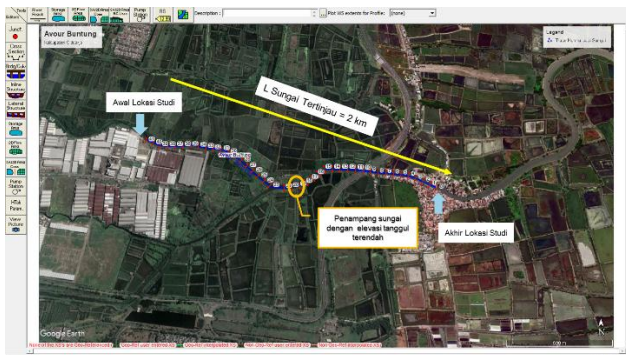
Kondisi eksisting Sungai Buntung bagian hilir bersisian dengan lahan berupa tambak, sehingga kondisi tersebut tidak memungkinkan jika dilakukan peninggian tanggul. Metode rehabilitasi yang akan dilakukan untuk meningkatkan kapasitas Sungai Buntung adalah dengan melakukan pengerukan sedimen pada dasar sungai dan merehabilitasi lebar sungai, sehingga aliran yang mengalir pada Sungai Buntung dapat mengalir ke muara lebih cepat. Perencanaan penampang melintang sungai merupakan salah satu alternatif untuk pengendalian banjir (Kodoatie, 2013).

Studi penelitian ini memfokuskan faktor penentuan kapasitas tampung sungai pada kemiringan dasar yang bervariasi di sepanjang sungai tertinjau. Kemiringan dasar sungai merupakan salah satu faktor yang memengaruhi morfologi sungai seperti transportasi sedimen dan potensi terjadinya erosi dasar sungai (Whitbread dkk., 2015; Yanites, 2018). Pada studi penelitian sebelumnya faktor kemiringan dasar sungai yang memengaruhi penentuan geometri sungai agar dapat menampung debit banjir belum dibahas, kemiringan dasar sungai juga akan memengaruhi luas penampang basah sungai dan geometri sungai (Chanson, 2004).

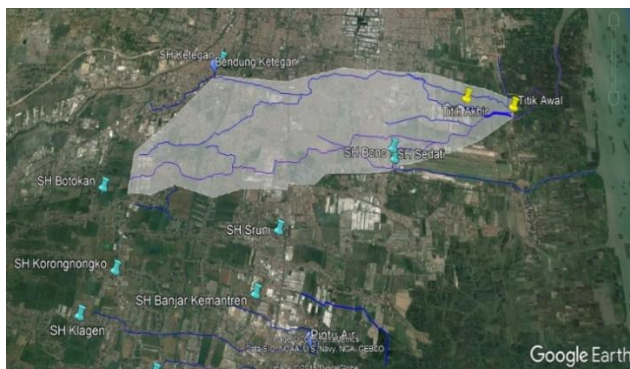
Kontrol perencanaan geometri sungai pada studi penelitian ini adalah profil aliran terhadap kecepatan aliran maksimum yang diijinkan dan kondisi hasil pengukuran di lapangan berupa jembatan sebagai kontrol kedalaman air. Studi penelitian ini bertujuan untuk merencanakan alternatif geometri sungai yang mampu menampung dan mengalirkan debit banjir ketika terjadi hujan dengan kala ulang 25 tahun dan pasang laut maksimum.

METODE

Pada studi ini dilakukan pengumpulan data primer berupa geometri eksisting Sungai Buntung sepanjang 2 km di bagian hilir seperti pada Gambar 1. Datum yang digunakan pada pengukuran penelitian ini adalah datum local dan jumlah *cross section* yang terukur adalah 41 *cross section* dengan jarak antar *cross section* adalah 50 m.

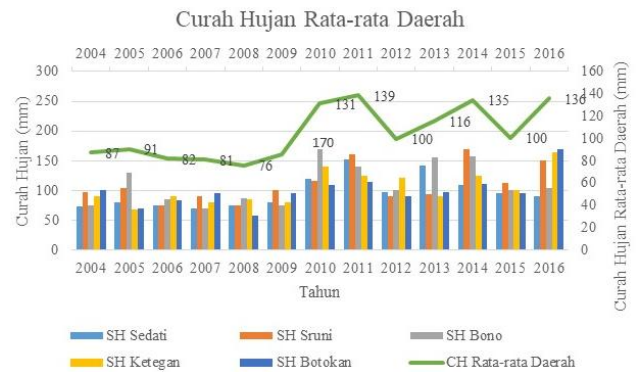


Gambar 1. Layout Sungai Buntung
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 2. Daerah Aliran Sungai Buntung dan Sebaran Pos Hujan
Sumber: Hasil Analisis

Secara sistem DAS, dengan luas DAS Sungai Buntung adalah 44,70 km², di bagian hulu DAS Sungai Buntung terdapat Bendung Ketegan, sehingga analisis debit banjir selain memperhitungkan limpasan hujan pada DAS, juga akan memperhitungkan debit *outflow* dari Bendung Ketegan. Berdasarkan Gambar 2 maka pos hujan yang memengaruhi DAS Sungai Buntung adalah pos hujan Sedati, Sruri, Bono, Ketegan, dan Botokan. Berdasarkan ketersediaan data hujan mulai tahun 2004 hingga 2016 dari kelima pos hujan tersebut, maka dapat dianalisis menjadi curah hujan rata-rata daerah seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Curah Hujan Rata-rata Daerah Sungai Buntung
Sumber: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Sidoarjo

Pada studi ini pemodelan kapasitas sungai menggunakan HEC-RAS yang akan menghasilkan profil aliran 1D dengan nilai debit banjir rancangan maksimum yang akan dianalisis menggunakan Metode HSS Nakayasu yang memiliki Persamaan 1 (Triatmodjo, 2019):

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A R_e}{0,3T_p + T_{0,3}} \right) \tag{1}$$

$$T_p = t_g + 0,8t_r \tag{2}$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \tag{3}$$

Keterangan:

- Q_p : Debit puncak banjir (m³/det)
- A : Luas (km²)
- R_e : Curah hujan efektif (mm)
- T_p : Waktu dari permulaan banjir hingga puncak hidrograf (jam)
- T_{0,3} : Waktu dari puncak banjir hingga 0.3 kali debit puncak (jam)
- α : Koefisien pengaliran (1,5 – 3)

Perencanaan geometri sungai akan menggunakan konsep perencanaan geometri dengan kondisi hidraulik saluran terbuka yang mana juga menjadi dasar pemodelan pada HEC-RAS. Secara teoritis perencanaan geometri sungai dengan kondisi hidraulik aliran terbuka dapat dianalisis menggunakan Persamaan 4 (Chaudry, 2008):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (4)$$

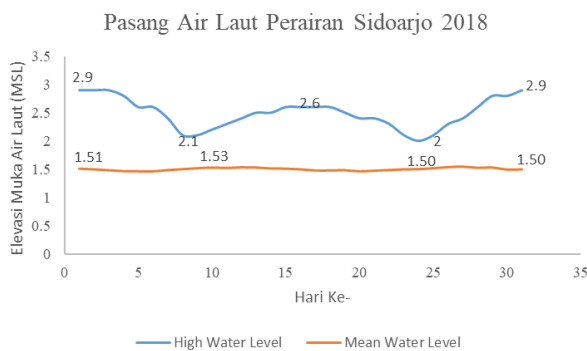
$$R = \frac{A}{P} \quad (5)$$

$$Q = A \cdot V \quad (6)$$

Keterangan:

- V : Kecepatan aliran (m/det)
- n : Koefisien manning
- R : Jari-jari basah (m)
- S : Kemiringan dasar Sungai
- A : Luas penampang basah (m²)
- P : Keliling basah (m)
- Q : Debit kapasitas sungai (m³/det)

Sedangkan pada bagian hilir pemodelan HEC-RAS akan menggunakan *initial boundary* berupa pasang laut tertinggi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pasang Air Laut Perairan Sidoarjo
Sumber: Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya

Elevasi pasang laut yang merupakan data sekunder menggunakan datum yang dimiliki oleh Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya. Sehingga data *initial boundary* yang akan digunakan pada HEC-RAS akan dianalisis berdasarkan persamaan aliran balik (*backwater*) sesuai dengan selisih antara elevasi pasang laut tertinggi dan elevasi laut normal. Persamaan aliran balik (*backwater*) dapat dianalisis menggunakan Persamaan 7 (Suripin, 2019).

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \Delta z = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f \quad (7)$$

$$E_1 + S_o \Delta x = E_2 + S_f \Delta x \quad (8)$$

$$\Delta x = \frac{E_2 - E_1}{S_o - \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}} \quad (9)$$

Keterangan:

- h_1, h_2 : Kedalaman air (m)
- h_f : Kehilangan energi karena gesekan dasar saluran
- S_o : Kemiringan dasar saluran
- S_f : Kemiringan garis energi
- Δx : Panjang *backwater* (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan studi ini adalah analisis curah hujan rancangan, debit

banjir rancangan, dan kapasitas sungai menggunakan pemodelan HEC-RAS 1D.

Analisis Curah Hujan Rancangan

Pemilihan metode distribusi untuk analisis curah hujan rancangan ditentukan berdasarkan nilai C_k dan C_s dari data curah hujan rata-rata daerah. Berdasarkan data curah hujan rata-rata daerah seperti pada Gambar 3, didapatkan nilai C_s yaitu 0,42 dan C_k yaitu 2,147. Syarat distribusi Metode Gumbel untuk nilai C_s adalah $<1,139$ dan $C_k <5,4$, dan Metode Log Pearson III memiliki syarat nilai bebas (Harto, 1993), maka distribusi Metode Gumbel dan Log Pearson III adalah metode yang dipilih untuk menganalisis curah hujan rancangan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Curah Hujan Rancangan

Periode Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)	
	Gumbel	Log Pearson III
20	162.77	147.75
25	168.17	153.69
Uji Chi Square α 1%		
X hitung	8.92	4.31
X kritis	13.28	13.28
Hipotesis	Diterima	Diterima
Uji Smirnov Kolmogorov α 1%		
Δ hitung	0.31	0.16
Δ kritis	0.44	0.44
Hipotesis	Diterima	Diterima

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis Tabel 1, diketahui bahwa kedua metode distribusi lolos uji Chi Square dan Smirnov Kolmogorov karena nilai $X_{hitung} < X_{kritis}$ dan $\Delta_{hitung} < \Delta_{kritis}$ (Montarich, 2010) sehingga pada analisis debit banjir rancangan akan digunakan hasil dengan nilai yang lebih besar yaitu Metode Gumbel. Kala ulang debit banjir yang akan digunakan pada perencanaan penampang melintang Sungai Buntung yang termasuk bangunan sungai adalah 25 tahun (Nurhayati dkk., 2024). Metode Gumbel dengan kala ulang 25 tahun memiliki hasil curah hujan rancangan sebesar 168,17 mm, hasil ini selaras dengan analisis curah hujan pada DAS Menengan (Nurhayati & Teguh, 2023) yang memiliki nilai curah hujan rancangan sesuai dengan pencatatan data hujan. Pada studi ini nilai curah hujan rancangan 168,17 mm hampir mendekati nilai curah hujan tertinggi yang pernah terjadi di tahun 2010 dengan nilai 170 mm seperti pada Gambar 3. Sehingga analisis curah hujan rancangan dengan kala ulang 25 tahun dapat digunakan untuk analisis debit banjir rancangan.

Analisis Debit Banjir Rancangan

Hidrograf Satuan Sintetis adalah metode untuk menganalisis debit banjir rancangan dan dapat digunakan jika luas DAS atau daerah tampungan lebih dari 300 ha

(Suripin, 2004). Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu digunakan pada analisis studi ini karena ketersediaan data DAS yang tersedia adalah luas DAS panjang sungai, sehingga dengan keterbatasan data tersebut metode HSS Nakayasu dapat diterapkan (Jayantari & Eryani, 2025). Berdasarkan Persamaan 1, 2, dan 3, didapatkan nilai debit banjir rancangan untuk DAS Sungai Buntung seperti pada Tabel 2. Panjang sungai utama DAS adalah 17 km dengan luas DAS 44,7 km², Nilai alpha yang digunakan pada analisis studi ini adalah 2 dengan kontrol pada rasio DRO/R yang harus mendekati nilai 1 (BSNI, 2016). Maka debit limpasan yang terjadi pada DAS untuk kala ulang 25 tahun adalah 154,87 m³/det.

Tabel 2. Debit Banjir Rancangan DAS Sungai Buntung

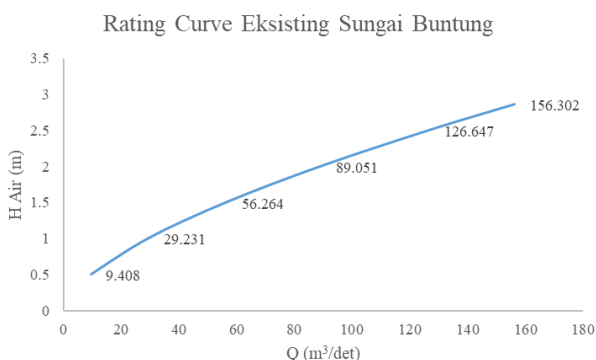
Titik Tinjau	L Sungai (km)	A DAS (km ²)	α	Rasio DRO/R	Waktu Puncak (Jam)	Q ₂₅ m ³ /det
DAS Sungai Buntung	17.00	44.70	2	0.997	2.495	154.87

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa *inflow* yang mengalir pada Sungai Buntung selain berasal dari limpasan hujan pada DAS juga terdapat *inflow* dari Bendung Gerak Ketegan. Pada suatu sistem DAS, jika di bagian hulu DAS terdapat aliran yang berasal dari bangunan melintang sungai seperti bendung, maka *inflow* tersebut akan memengaruhi nilai debit yang mengalir pada sistem sungai utama DAS (Lee dkk., 2025). Data teknis Bendung Gerak Ketegan adalah sebagai berikut:

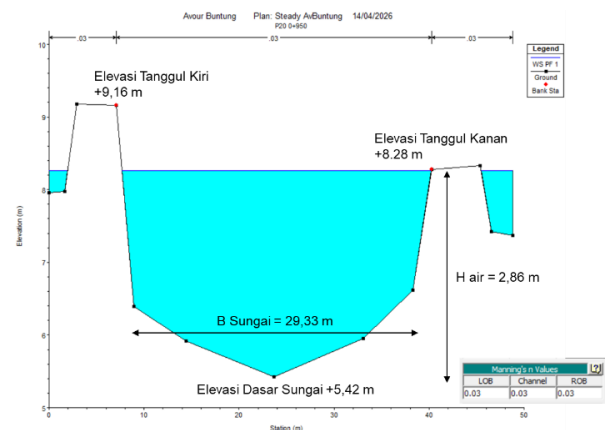
1. Lebar pintu = 4,2 m
2. Jumlah pintu = 2 buah
3. H air hulu pintu = 1,8 m
4. H air hilir pintu = 2,6 m
5. H bukaan pintu = 1 m
6. Q_{outflow} total = 12,48 m³/det

Pada studi ini analisis debit banjir tidak dilakukan *routing* debit banjir dan debit yang mengalir melewati *cross section* sungai memiliki sifat kontinuitas (Suripin, 2019). Sehingga total debit banjir yang mengalir di alur utama Sungai Buntung untuk kala ulang 25 tahun adalah 167,35 m³/det.



Gambar 5. Rating Curve Eksisting Sungai Buntung
Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil pengukuran *cross section* Sungai Buntung, didapatkan data geometri sungai. Sebagai contoh pada Gambar 6 merupakan penampang melintang Sungai Buntung yang memiliki elevasi tanggul terendah yaitu +8,28 m dan lebar sungai 29,33 m. Berdasarkan Persamaan 4, 5, dan 6 dan koefisien *manning* sebesar 0,03 untuk sungai berkelok (Chow, 1985) kondisi eksisting sungai memiliki kapasitas tampung maksimum sebesar 156,302 m³/det seperti pada Gambar 5 yang merupakan nilai hubungan antara besar debit dan kedalaman air berdasarkan geometri sungai dan kemiringan dasar sungai seperti pada Gambar 9 (Chanson, 2004). Hasil analisis kapasitas tampung sungai ini dapat digunakan untuk menentukan geometri sungai agar dapat menampung debit banjir total (Zakariah dkk., 2021).



Gambar 6. Kapasitas Maksimum Kondisi Eksisting Sungai Buntung

Sumber: Hasil Analisis

Analisis Muka Air Banjir dan Perencanaan Elevasi Dasar Sungai

Berdasarkan tujuan dari studi ini yaitu menemukan penampang efektif Sungai Buntung untuk pengendalian limpasan air hujan dan pasang laut, maka pemodelan HEC-RAS 1D dapat menunjukkan hasil analisis secara hidraulik yaitu berupa Muka Air Banjir (MAB) di sepanjang 2 km Sungai Buntung (Nurhayati, 2025) yang dipengaruhi oleh pasang laut. Selain itu pemodelan HEC-RAS pada studi ini menggunakan analisis *steady flow* untuk mendapatkan profil Muka Air Banjir (MAB) maksimum di setiap *cross section* dengan input satu data debit maksimum di hulu (Badaluta & Stefanescu, 2025; Pallavi & Ravikumar, 2020).

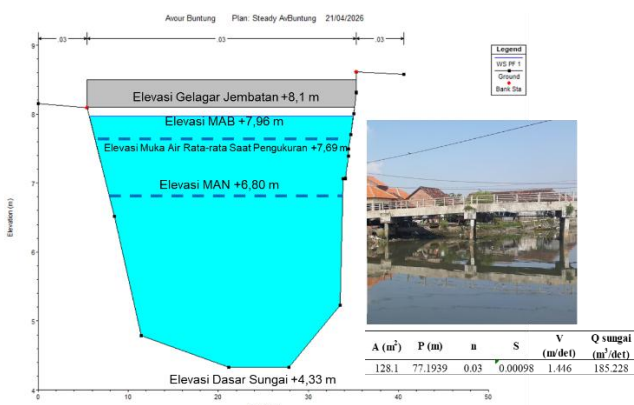
Jarak antara muara dengan titik akhir lokasi studi ini adalah 5,51 km seperti pada Gambar 7, dengan elevasi pasang laut tertinggi seperti pada Gambar 4 adalah +2,9 MSL dan elevasi pasang rata-rata adalah +1,5 MSL, sehingga selisih ketinggian pasang laut adalah 1,4 m. Maka selisih ketinggian tersebut akan digunakan untuk menghitung tinggi *backwater* di titik akhir lokasi studi seperti pada Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 8, terdapat jembatan dengan elevasi gelagar +8,1 m pada *cross section* hilir Sungai Buntung yang ditinjau. Persamaan 7 digunakan untuk menganalisis efek dari pasang laut di *cross section* tersebut.

Tabel 3 merupakan hasil dari analisis kedalaman muka air di hilir *cross section* Sungai Buntung tertinjau dan didapatkan tinggi *backwater* di titik akhir studi adalah 1,16 m dari muka air normal pada jarak (X) 5510 m. Elevasi muka air normal di *cross section* hilir sesuai Gambar 8 adalah +6,8 m, sehingga dengan terjadinya pasang laut setinggi 1,16 m elevasi muka air menjadi +7,96 m.



Gambar 7. Jarak Muara dengan Lokasi Akhir Studi
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 8. *Cross Section* Akhir Lokasi Studi
Sumber: Hasil Analisis

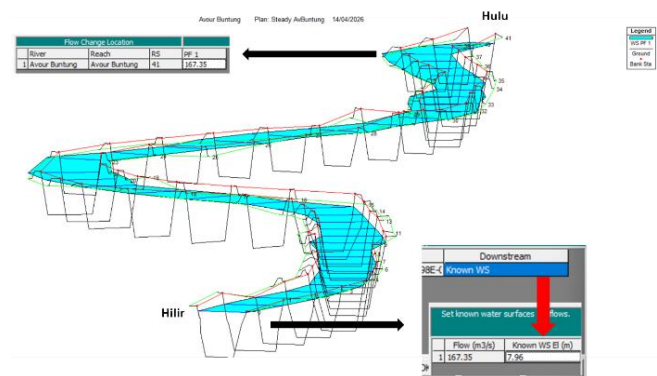
Tabel 3. Analisis Profil Muka Air di Titik Akhir Studi Sungai Buntung Akibat *Backwater*

H air (m)	A (m ²)	V (m/det)	E (m)	Sf	Sf Rata-rata	X (m)
1.4	242.76	1.29	1.48	0.000976		0
					0.0009261	
1.3	225.29	1.16	1.37	0.000876		2315.4
					0.0008261	
1.2	207.84	1.04	1.26	0.000776		4595.7
					0.0007261	
1.1	190.41	0.92	1.14	0.000676		6841.7
					0.0006261	
1	173.00	0.79	1.03	0.000576		9054.6

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan kondisi tersebut, jika di bagian hilir pemodelan HEC-RAS sungai terdapat tinggi muka air yang berasal dari sumber lain terjadi, maka perlu *initial boundary* di bagian hilir (Chanson, 2004). Maka *initial boundary* pada pemodelan Sungai Buntung di hilir berada di elevasi +7,96 m dan Q maksimum di hulu adalah 167,35 m³/det seperti pada Gambar 9.

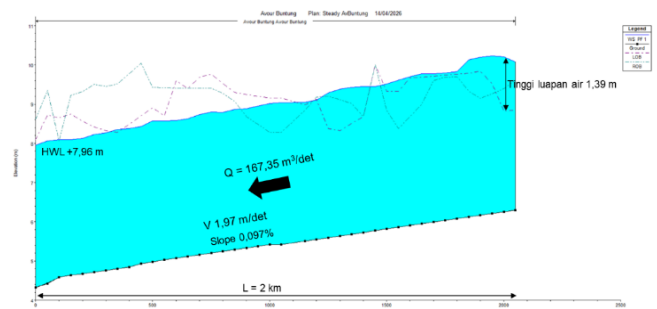
Hasil pemodelan muka air banjir pada Sungai Buntung kondisi eksisting dengan kondisi debit dan aliran pada Gambar 9 menghasilkan bahwa Sungai Buntung tidak mampu menampung debit banjir maksimum dan pasang laut, sehingga menciptakan luapan pada tanggul sungai. Luapan tertinggi yang terjadi adalah 1,39 m seperti pada Gambar 10.



Gambar 9. Pemodelan Sungai Buntung Menggunakan HEC-RAS

Sumber: Hasil Analisis

Hal ini disebabkan tinggi muka air di bagian hilir akan menghalangi aliran bergerak secara gravitasi dan menyebabkan perubahan aliran lamban laun yang berupa *backwater* (Chow, 1985; Moglen, 2015), sehingga penentuan rehabilitasi Sungai Buntung atau penentuan geometri sungai harus mempertimbangkan kondisi perubahan aliran tersebut (Nurhayati, 2025).



Gambar 10. Profil Muka Air Sungai Buntung Kondisi Eksisting

Sumber: Hasil Analisis

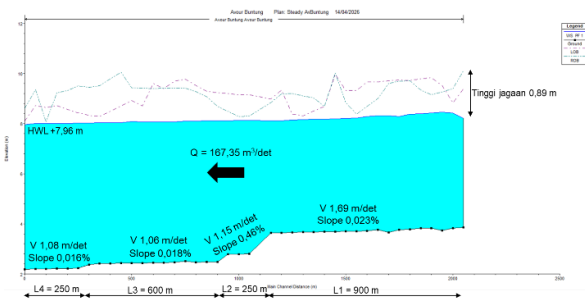
Rehabilitasi Sungai Buntung dilakukan dengan cara memperbaiki penampang melintang sungai dan kemiringan dasar saluran, karena selain luas penampang basah yang menjadi faktor penting dalam kapasitas sungai, nilai kemiringan dasar saluran memengaruhi kecepatan aliran yang mana akan memengaruhi pula nilai kapasitas sungai (Shumie, 2018).

Tabel 4. Rencana Rehabilitasi Geometri Sungai Buntung

Ruas Sungai	L Ruas (m)	B Sungai (m)	V (m/det)	Tinggi Jagaan Kiri (m)	Tinggi Jagaan Kanan (m)	Slope (%)
1	900	28.50	1.69	1.04	0.96	0.023
2	250	35.15	1.15	1.02	0.39	0.464
3	600	34.10	1.06	1.00	1.34	0.018
4	250	32.73	1.08	0.50	1.07	0.016
Rata-rata		32.62	1.25	0.89	0.94	0.130

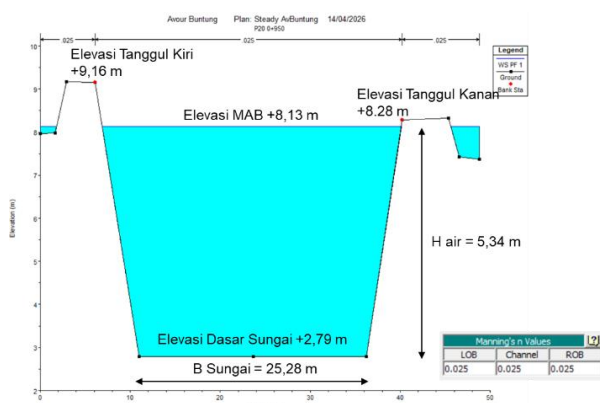
Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 11, kemiringan dasar sungai direncanakan terbagi menjadi empat bagian yaitu 0,023%, 0,46%, 0,018%, dan 0,016% dengan mempertimbangkan kecepatan aliran maksimum tidak melebihi 2 m/det (*Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan Saluran*, 2013) dan tinggi jagaan pada tanggul minimal 0,6 m (Kodoatie, 2013). Pada Tabel 4 diketahui bahwa rata-rata kecepatan aliran setelah dilakukan rehabilitasi geometri sungai dengan lebar rata-rata 32,62 m adalah 1,25 m/det dan tinggi jagaan rata-rata adalah 0,89 m untuk tanggul kiri dan 0,94 m untuk tanggul kanan.



Gambar 11. Profil Muka Air Sungai Buntung Kondisi Rencana

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 12. Kapasitas Maksimum Kondisi Rencana Rehabilitasi Sungai Buntung

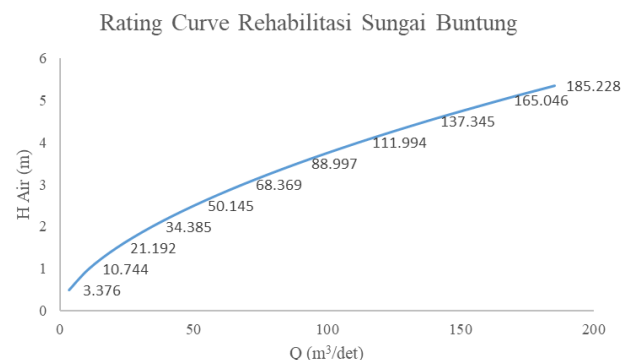
Sumber: Hasil Analisis

Hasil analisis profil aliran Sungai Buntung menunjukkan bahwa kecepatan aliran rata-rata setelah dilakukan rehabilitasi kemiringan dasar sungai berada pada

rentang nilai 1,08 – 1,69 m/det. Hasil ini juga menunjukkan bahwa kemiringan dasar sungai yang tidak seragam mampu mereduksi kecepatan aliran yang semula bernilai rata-rata 1,97 m/det seperti pada Gambar 10. Perbedaan kemiringan dasar saluran menciptakan kekasaran pada material dasar sungai (Garrote dkk., 2021), sehingga aliran yang bergerak ke hilir memiliki nilai kecepatan aliran semakin kecil seperti pada Gambar 11. Akibat adanya rehabilitasi Sungai Buntung, maka nilai kekasaran atau koefisien *manning* untuk sungai berkelok dengan kondisi normal adalah 0,025 (Chow, 1985) seperti pada Gambar 12.

Selain merehabilitasi kemiringan dasar sungai, rehabilitasi juga dilakukan pada penampang melintang sungai. Berdasarkan Gambar 12, dengan posisi *cross section* yang sama dengan Gambar 6, yang mana merupakan *cross section* dengan elevasi tanggul terendah di sepanjang 2 km sungai tertinjau, setelah dilakukan rehabilitasi penampang melintang sungai dengan lebar 25,28 m dan kemiringan dasar sungai, didapatkan bahwa Sungai Buntung mampu menampung debit banjir ketika terjadi Q_{25} 167,35 m³/det dan elevasi air akibat *backwater* pasang laut adalah +7,96 m, sehingga Muka Air Banjir (MAB) pada kondisi maksimum tersebut adalah +8,13 m, lebih rendah dibanding dengan elevasi tanggul kanan +8,28 m dan elevasi tanggul kiri +9,16 m.

Hasil analisis pada studi ini perlu dilakukan kalibrasi untuk memastikan hasil analisis dan pemodelan mendekati kondisi di lapangan (Zakaria, 2012). Kalibrasi yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil analisis dengan hasil pengukuran di lapangan. Jembatan yang bergelagar di elevasi +8,1 m seperti pada Gambar 8 tidak pernah terendam air, sehingga berdasarkan hasil pengukuran geometri eksisting didapatkan bahwa kapasitas tampung sungai pada *cross section* tersebut adalah 185,228 m³/det. Kondisi tersebut memvalidasi hasil analisis pada studi ini, bahwa setelah dilakukan rehabilitasi kemiringan dasar saluran dan penampang melintang sungai sepanjang 2 km, kapasitas tampung sungai adalah 185,228 m³/det seperti pada Gambar 13 untuk *cross section* dengan elevasi tanggul terendah sesuai Gambar 12 dan *initial boundary* di hilir adalah +7,96 m sesuai Gambar 9.



Gambar 13. Rating Curve Rencana Sungai Buntung

Sumber: Hasil Analisis

Hasil kalibrasi ini selaras dengan studi yang dilakukan di Sungai Menengan dan membuktikan bahwa bangunan air

melintang sungai dapat digunakan sebagai kontrol dan kalibrasi (Nurhayati & Teguh, 2023), sehingga hasil analisis dan pemodelan akan mendekati nilai kondisi di lapangan. Selain itu penilaian antara hasil pemodelan dan pengukuran lapangan juga dapat dianalisis menggunakan persentase nilai error. Berdasarkan Gambar 8 diketahui bahwa elevasi MAB hasil pemodelan adalah +7,96 m dan elevasi muka air rata-rata saat pengukuran di lapangan adalah +7,69 m. Persentase nilai error dengan membandingkan hasil pemodelan dan pengukuran pada studi ini menggunakan metode RMSE (Chai & Draxler, 2014) dengan nilai jika mendekati nilai nol maka error akan semakin kecil (Hrehova dkk., 2025). Nilai error dari hasil pemodelan dan pengukuran pada studi ini adalah 0,268 yang mana dapat dinyatakan berada dalam kategori baik atau hasil pemodelan dapat diterima (Oke dkk., 2020) dan dapat disimpulkan bahwa merehabilitasi geometri Sungai Buntung dengan mempertimbangkan pasang laut adalah salah satu cara efektif untuk menampung debit banjir.

KESIMPULAN

Hasil analisis rehabilitasi geometri sungai yang dilakukan pada penampang melintang dan kemiringan dasar Sungai Buntung efektif untuk menampung debit limpasan hujan dengan Q_{25} dan pasang laut maksimum. Faktor utama yang memengaruhi kapasitas tampung sungai adalah kemiringan dasar sungai, sehingga walau lebar sungai berkurang dari 29,33 m menjadi 25,28 m, kapasitas tampung sungai masih bertambah dari yang semula 156,02 m^3/det menjadi 185,228 m^3/det .

Pembahasan lebih lanjut untuk penelitian selanjutnya pada topik ini yaitu dilakukan pengukuran dan analisis sebaran sedimentasi di Sungai Buntung pada ruas yang terukur hingga muara, sehingga dapat dianalisis lebih detail usia guna tanggul sungai dengan kondisi transportasi sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhianto, Y. P., Prasetyorini, L., & Sajali, M. A. (2026). *Studi Alternatif Perencanaan Pengendalian Banjir Sungai Gembong Kota Pasuruan*. 6(1).
- Arifianto, Y. D. (2017). Studi Alternatif Pengelolaan Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Sampean Hilir, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Infrastruktur*, 3(02).
- Badaluta, C., & Stefanescu, C. (2025). Automatic Modelling Using Hec-Ras for Steady Flow Analysis. *Scientific Papers*.
- BSNI. (2016). *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana (SNI 2415:2016)*. Standar Nasional Indonesia.
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Chanson, H. (2004). *The Hydraulic of Open Channel Flow: And Introduction*. Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Chaudry, M. H. (2008). *Open Channel Flow* (Second Edition). Springer.
- Chow, V. T. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Penerbit Airlangga.
- Fajar, M. M., Sumaraw, J. S. F., & Mananoma, T. (2022). Analisis Potensi Dan Pengendalian Banjir Di Sungai Pulisan Dengan Konsep Eko Hidraulik. *TEKNO*, 20(80).
- Garrote, J., González-Jiménez, M., Guardiola-Albert, C., & Diez-Herrero, A. (2021). The Manning's Roughness Coefficient Calibration Method to Improve Flood Hazard Analysis in the Absence of River Bathymetric Data: Application to the Urban Historical Zamora City Centre in Spain. *Applied Sciences*, 11(19), 9267. <https://doi.org/10.3390/app11199267>
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hrehova, S., Antosz, K., Husár, J., & Vagaska, A. (2025). From Simulation to Validation in Ensuring Quality and Reliability in Model-Based Predictive Analysis. *Applied Sciences*, 15(6), 3107. <https://doi.org/10.3390/app15063107>
- Jayantari, M. W., & Eryani, I. G. A. P. (2025). Analisis Debit Banjir Rancangan Daerah Aliran Sungai Yeh Ho Dengan Metode Hss Nakayasu. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)*, 2(5). <https://doi.org/10.62603/konteks.v2i5.202>
- Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi.
- Lee, Y., Chung, J., Lee, J., Jang, W., & Kim, S. (2025). Streamflow routing at high temporal resolution: A distributed hydrological model with dam and weir impacts. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 60, 102602. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2025.102602>
- Moglen, G. E. (2015). *Fundamental of Open Channel Flow*. CRC Press.
- Montarich, L. (2010). *Hidrologi Teknik Dasar*. CV. Citra Malang.
- Nurhayati, D. E. (2025). Long Storage Applied Study To Manage Flooding In Sriwijaya Area Kediri City. *Jurnal PenSil*, 14(3), 498–507. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v14i3.57811>
- Nurhayati, D. E., Kusumaningrum, D., & Syafiarti, A. I. D. (2024). Analisis Potensi Banjir Pada Avour Jambon Kabupaten Tuban. *Menjembatani Energi Berkelanjutan Dan Ekonomi Hijau Melalui Transformasi Riset Dan Teknologi Terapan*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan XII.
- Nurhayati, D. E., & Teguh, N. A. (2023). Analisis Pengaruh Pembagian Daerah Aliran Sungai Dalam Analisis Debit Banjir Rencana (Studi Kasus DAS Menengan Kabupaten Tuban). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21.

- Oke, E. O., Adeyi, O., Okolo, B. I., Adeyi, J. A., Ayanyemi, J., Osoh, K. A., & Adegoke, T. S. (2020). Phenolic compound extraction from Nigerian *Azadirachta Indica* leaves: Response surface and neuro-fuzzy modelling performance evaluation with Cuckoo Search multi-objective optimization. *Results in Engineering*, 8, 100160. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100160>
- Pallavi, H., & Ravikumar, A. S. (2020). Analysis of Steady Flow using HEC-RAS and GIS Techniques. *International Journal of Engineering Research*, 9(1).
- PERMEN PUPR. (2014). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan No. 12*.
- Shumie, M. C. (2018). River Slope and Roughness Impact on Downstream Hydraulic Structures. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 9(11). <https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000500>
- Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan Saluran. (2013). Direktorat Sumber Daya Air.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi.
- Suripin. (2019). *Mekanika Fluida dan Hidraulika Saluran Terbuka untuk Teknik Sipil*. Penerbit Andi.
- Syaelendra, M. S., Suprijanto, H., & Sisingsih, D. (2022). Studi Perencanaan Tanggul (Turap Beton dan Urugan Tanah) Sebagai Upaya Pengendalian Banjir pada Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1), 424–437. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.01.34>
- Triatmodjo, B. (2019). *Hidrologi Terapan (7th ed.)*. Beta Offset.
- Whitbread, K., Jansen, J., Bishop, P., & Attal, M. (2015). Substrate, sediment, and slope controls on bedrock channel geometry in postglacial streams. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 120(5), 779–798. <https://doi.org/10.1002/2014JF003295>
- Yanites, B. J. (2018). The Dynamics of Channel Slope, Width, and Sediment in Actively Eroding Bedrock River Systems. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 123(7), 1504–1527. <https://doi.org/10.1029/2017JF004405>
- Zakaria, A. (2012). Analisis Sensitifitas Koefisien Manning Untuk Aliran Tunak 1-D Menggunakan Program HEC-RAS. *Seminar Nasional Sains, Matematika, Aplikasi, dan Ilmu Pengetahuan, III(978)*.
- Zakariah, R. B., Othman, N. B., Yusoff, M. A. B. M., & Altwayti, W. A. H. (2021). Determination of Stage Discharge Rating Curve at Sungai Batang Melaka. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(3), 248–261. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.3.21>
- Zevri, A. (2020). Analisis Rencana Tinggi Tanggul Banjir Das Bangkatan Sebagai Alternatif Pengendalian Banjir Kota Binjai. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 16(2), 63–76. <https://doi.org/10.32679/jsda.v16i2.613>