

STUDI EVALUASI KAPASITAS PENAMPANG PADA SUNGAI BENDOMONGAL KABUPATEN KEDIRI DENGAN METODE HEC-RAS

Rosalia Dwi Septaningtyas, Eko Noerhayati², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : rosaliadwiseptaningtyas@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : [: azizah.rachmawati@unisma.ac.id](mailto:azizah.rachmawati@unisma.ac.id)

ABSTRACT

The Bedomongal River is one of the rivers that experiences overtopping almost every rainy season, leading to flooding. To evaluate the capacity of the Bedomongal River, an accurate and efficient method is required. One widely used method is hydraulic modeling using HEC-RAS software. This study aims to determine the design flood discharge with a 25-year return period (Q25), identify river cross-section points that cannot accommodate the design flood discharge, and assess its capacity. This research employs a quantitative descriptive method with several stages, including collecting rainfall data, watershed maps, DEM data, and river geometry. Subsequently, hydrological, hydraulic, and embankment stability analyses are conducted. The analysis results indicate that the flood discharge of the Bedomongal River for a 25-year return period is 96.34 m³/s. There are 14 STA points that are unable to accommodate this discharge, namely at STA 13+600, STA 13+800, STA 14+000, STA 14+200, STA 14+400, STA 14+600, STA 14+800, STA 15+000, STA 16+200, STA 17+600, STA 17+800, STA 18+000, STA 18+200, and STA 18+800. Therefore, normalization works and levee construction are required. The levee is designed with the following technical specifications: a slope ratio of 1:1, crest width of 2 meters, and a freeboard height of 0.6 meters. The highest levee section is located at STA 14+000 on the right side, with a height of 3.5 meters. Stability analysis shows a safety factor of 1.76, which exceeds the minimum requirement of 1.50, indicating that the levee is structurally safe against potential slope failure.

Keywords: *Bedomongal River, Embankmet, Flood, HEC-RAS*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut [1] sungai adalah alur atau wadah air alami dan/ atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kana dan kiri oleh garis sempadan. Selain menjadi bagian penting dalam sistem hidrologi yang berfungsi untuk mengalirkan air dari hulu ke hilir juga sebagai sumber air bagi masyarakat dan ekosistem, sungai juga berperan dalam sistem drainase alami yang membantu mengendalikan limpasan air hujan. Seiring dengan perubahan kondisi di wilayah sungai, perubahan tata guna lahan dan pertumbuhan penduduk membuat sungai tidak berfungsi optimal sebagaimana mestinya [2] serta

intensitas curah hujan yang tinggi dan mengakibatkan kapasitas sungai sering kali tidak lagi mampu menampung debit air yang masuk [3]. Hal ini dapat menyebabkan luapan air yang berujung pada bencana banjir, terutama di daerah padat penduduk dan lahan pertanian.

Sungai Bedomongal merupakan salah satu sungai yang berada di Kabupaten Kediri yang hampir setiap musim hujan terjadi luberan (overtopping) dan mengakibatkan banjir karena tidak mampu menampung debit air curah hujan yang tinggi [4]. Luapan air dari Sungai Bedomongal dapat merugikan warga karena membanjiri perumahan yang berada di daerah sungai dan mengganggu aktivitas keseharian masyarakat di daerah itu.

Banjir merupakan situasi dimana air tidak dapat ditampung di saluran pembuang (kali) atau terjadi hambatan aliran air di dalam saluran pembuang[5]. Bencana banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia. Banyaknya sumber air yang dimiliki seperti sungai, danau dan waduk meningkatkan resiko terjadinya banjir, terutama pada daerah sekitar sumber air[6]. Permasalahan banjir dalam musim hujan selama beberapa tahun terakhir terus meningkat, menyebabkan genangan pada lahan yang biasanya terjadi karena limpasan dari aliran air sungai akibat debit sungai yang meluap melebihi kapasitas pengaliran sungai [7]. Salah satu contoh nyata adalah banjir yang terjadi di Desa Tiron, Kecamatan Banyak, kabupaten Kediri, pada akhir tahun 2024, yang menyebabkan puluhan rumah terendam [8]. Faktor utama yang mempengaruhi kejadian banjir adalah kapasitas penampang sungai dalam menampung dan mengalirkan debit air. Jika kapasitas sungai tidak mencukupi, maka air akan meluap ke daerah sekitar, menyebabkan kerugian sosial, ekonomi, dan lingkungan. Oleh karena itu, evaluasi kapasitas penampang sungai menjadi langkah penting dalam mitigasi risiko banjir dan perencanaan pengelolaan sungai yang lebih baik.

Evaluasi kapasitas Sungai Bedomongal memerlukan metode akurat dan efisien dalam analisis aliran air dan kondisi hidraulik sungai. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah pemodelan hidraulika menggunakan *software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System)*. Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk menganalisis aliran air di sungai, saluran, dan sistem hidrolik lainnya, baik dalam kondisi aliran tetap (*steady flow*) maupun tidak tetap (*unsteady flow*), serta model 1D dan 2D. Dengan pemodelan ini, evaluasi kapasitas penampang sungai dapat dilakukan secara lebih akurat dan menjadi dasar dalam perencanaan pengelolaan sungai yang lebih baik [9].

Berdasarkan permasalahan tersebut akan dilakukan penelitian mengenai “Studi Evaluasi Kapasitas Penampang Pada Sungai Bedomongal Kabupaten Kediri Dengan Metode *HEC-RAS*” untuk mengevaluasi kemampuan Sungai Bedomongal mengalirkan

debit banjir serta melakukan normalisasi sungai bila diperlukan agar mengurangi kemungkinan terjadinya luapan di sungai tersebut. Sehingga dapat dilakukan penanggulangan dini untuk mencegah dampak yang terjadi ketika banjir.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan gambaran dari latar belakang di atas, maka peneliti mengidentifikasi masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Terjadinya banjir di sekitar wilayah sungai saat musim hujan yang mengindikasikan kemungkinan penampang sungai tidak mampu menampung debit air.
2. Belum adanya kajian pemodelan numerik yang menggabungkan data geometri sungai dengan debit banjir untuk mengetahui titik-titik rawan luapan.

1.3 Rumusan Masalah

Mengacu pada identifikasi masalah yang ada, maka dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa debit banjir rencana dengan kala ulang 25 tahun pada Sungai Bedomongal?
2. Di beberapa lokasi mana saja penampang Sungai Bedomongal yang tidak dapat menampung debit banjir rencana kala ulang 25 tahun?
3. Berapa titik STA yang dilakukan normalisasi dan dimensi tanggul terhadap debit banjir kala ulang?
4. Berapa nilai faktor keamanan (*safety factor*) lereng pada tanggul setelah dilakukan normalisasi?

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak menghitung Rancangan Anggaran Biaya (RAB)
2. Data curah hujan yang digunakan 10 tahun terakhir
3. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional
4. Pemodelan dilakukan menggunakan *HEC-RAS* dengan asumsi bahwa input data telah memenuhi syarat kalibrasi.
5. Tidak menghitung dan menganalisis sedimen serta dampak lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Literatur yang digunakan dalam kegiatan ini merupakan literatur yang relevan dengan analisa hidrologi dan hidrolika sungai. Literatur dapat berupa buku pedoman, makalah tesis, jurnal, peraturan dan sebagainya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Daerah Studi

Lokasi studi berada di Sungai Bedomongal Kabupaten Kediri.

3.2 Pengumpulan Data

Data untuk keperluan analisis sungai yaitu 1) data curah hujan harian yang didapat dari Stasiun Hujan Kanyoran, Gading Parang, dan Grogol. Data ini akan digunakan untuk perhitungan analisis hidrologi. 2) Data geometri sungai yang diperoleh dari DEMNAS (BIG).

Data ini digunakan untuk analisa hidrolika. 3) Peta tutupan lahan yang digunakan untuk mengetahui luas daerah aliran dan jenis tutupan lahan karena

berpengaruh terhadap nilai koefisien limpasan dan 4) Peta lokasi studi yang diperoleh dari aplikasi *google earth* dan *ArcGIS*. Peta lokasi studi diperlukan untuk mengetahui letak lokasi yang akan dijadikan objek penelitian.

3.3 Sistematis Tahapan Studi

1. Analisa hidrologi
 - a. Peta DAS di lokasi penelitian.
 - b. Pengumpulan data curah hujan di lokasi penelitian.
 - c. Perhitungan curah hujan rerata
 - d. Perhitungan curah hujan rencana.
 - e. Perhitungan distribusi hujan jam-jaman.
 - f. Analisis hidrograf satuan sintetik debit banjir menggunakan Metode Rasional.
2. Analisis hidrolika menggunakan Hec-RAS
 - a. Input geometri sungai
 - b. Input potongan melintang sungai
 - c. Input debit banjir
 - d. Analisa sta yang tidak memenuhi terhadap debit banjir
3. Analisis redesain sungai pada titik yang tidak memenuhi debit banjir rencana.



(a) Kondisi Eksisting Sungai Bedomongal

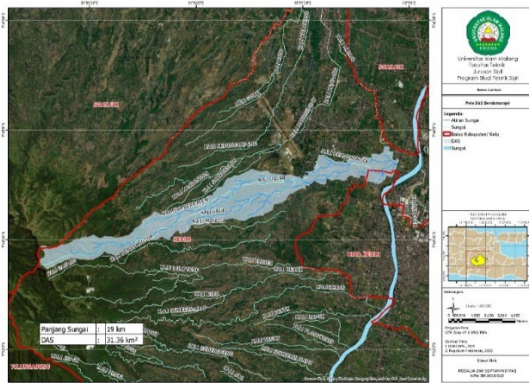


(b) Kondisi Banjir pada Sekitar Sungai Bedomongal



Gambar 3.1 Kondisi Eksisting dan Kondisi Banjir di Lokasi Penelitian

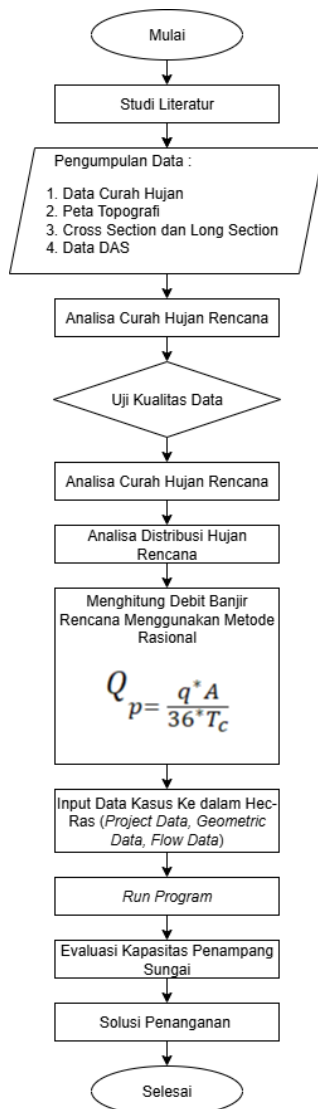
Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2024)



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian
Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2024)

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram penelitian ditampilkan pada Gambar berikut.

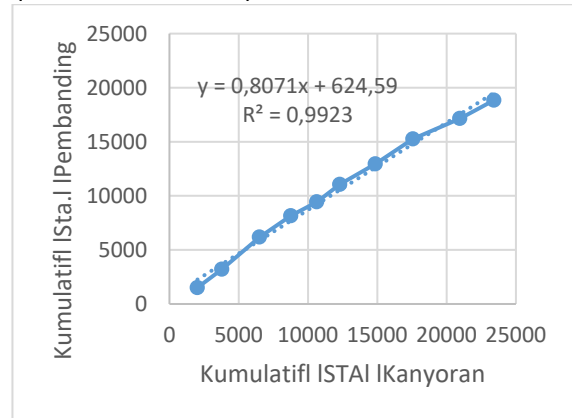


Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian
Sumber: (Dokumentasi Penulis, 2024)

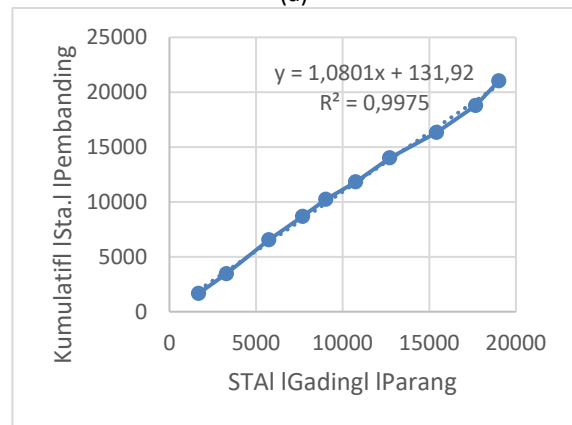
4.1 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Konsistensi Data

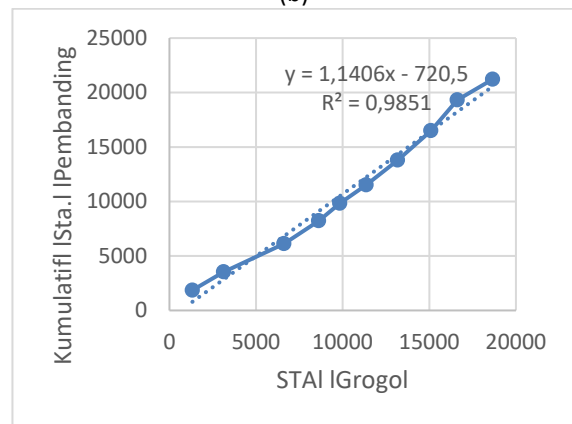
Uji konsistensi data adalah sebuah tahap perhitungan dimana data yang ada akan di uji keakuratannya terlebih dahulu sebelum melakukan perhitungan curah hujan. Pada uji konsistensi data curah hujan ini menggunakan metode kurva massa ganda (*double mass curve*).



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.1 Uji Konsistensi (a) Stasiun Kanyoran, (b) Sta. Gading Parang (c) Sta. Grogol

Sumber : (Analisis Data, 2025)

4.2 Curah Hujan Maksimum Rata-Rata

Dalam analisis curah hujan harian maksimum, diperlukan data curah hujan harian maksimum dari setiap stasiun hujan kemudian dikalikan dengan presentase luasan pengaruh stasiun hujan tersebut. Nilai curah hujan maksimum tiap stasiun tersebut ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum Tiap Stasiun

Tahun	STA Kanyoran	STA Gading Parang	STA Grogol	Maks
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
2014	16.24	68.53	39.18	68.53
2015	30.16	25.01	44.09	44.09
2016	18.68	59.82	39.82	59.82
2017	14.35	35.21	48.01	48.01
2018	46.31	46.39	25.57	46.39
2019	39.99	76.58	57.91	76.58
2020	21.51	47.40	36.82	47.40
2021	25.39	52.65	50.20	52.65
2022	20.58	27.50	35.46	35.46
2023	48.40	33.33	105.22	105.22

Sumber: Analisis Data

4.3 Analisis Curah Hujan Rencana

Dalam analisis curah hujan rencana dilakukan menggunakan aplikasi hydrogmomon dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Analisis CH Kala Ulang 25 th

All data - T(Max)= 25.0000 y	Value
Normal	94.2199
Normal (L-Moments)	93.1642
LogNormal	99.9897
Galton	100.905
Exponential	103.795
Exponential (L-Moments)	108.111
Gamma	98.637
Pearson III	102.17
Log Pearson III	104.472
EV1-Max (Gumbel)	100.232
EV2-Max	98.8415
EV1-Min (Gumbel)	86.2718
EV3-Min (Weibull)	94.7739
GEV-Max	100.614
GEV-Min	102.618
Pareto	103.778
GEV-Max (L-Moments)	107.216
GEV-Min (L-Moments)	109.629

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan analisis di atas, dipilih metode analisa distribusi yang diterima (accept) yaitu metode normal dan metode log normal untuk digunakan sebagai analisa debit banjir rencana. Dalam hal ini dipilih metode distribusi log normal yang memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan metode distribusi normal. Adapun nilai distribusi log normal adalah sebesar 99,99 mm.

4.3 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Berdasarkan pada hasil nilai curah hujan rencana dapat dicari debit banjir rencana dengan analisis sebagai berikut. Dengan data yang sudah diketahui.

Luas DAS (A) = 31,36 km²

Panjang sungai utama (L) = 19 km

Perhitungan selanjutnya menggunakan kala ulang 25 tahun (Q25). Adapun untuk tahap perhitungan debit banjir rencana adalah sebagai berikut:

$$T_c = 0,0195 \times \left(\frac{L}{S}\right)^{0,77} \quad (\text{menit})$$

Dimana:

L = panjang sungai dalam satuan meter
= 19000 m

S = kemiringan sungai = 0,001324

$$T_c = 0,0195 \times \left(\frac{19}{0,001324}\right)^{0,77}$$

$$= 30,96 \text{ menit}$$

$$= 0,52 \text{ jam}$$

$$Q_p = \frac{q \times A}{36 \times T_c}$$

Dimana:

q = hujan efektif = 57,07 (mm)

A = luas DAS = 31,36 km²

Tc = waktu puncak = 0,52 jam

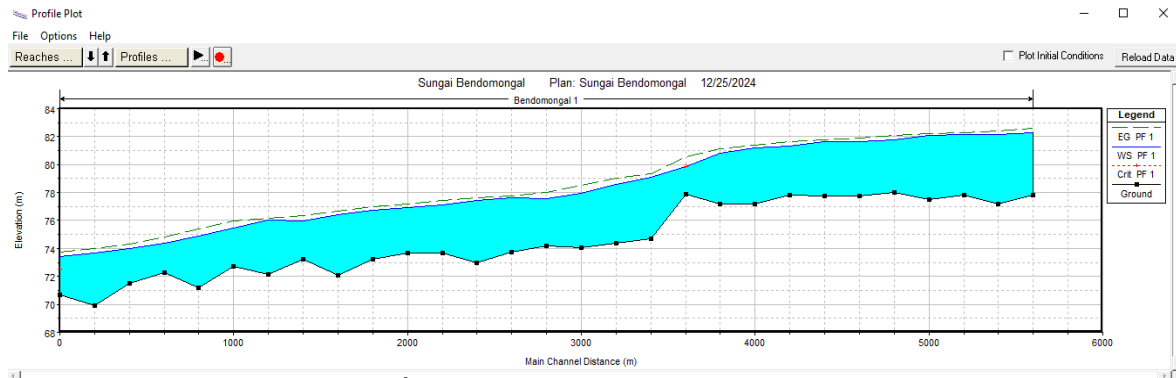
$$Q_p = \frac{57,07 \times 31,36}{36 \times 0,52} = 96,34$$

Dari analisa di atas, diketahui bahwa nilai debit banjir rencana periode kala ulang 25 tahunan yaitu sebesar 96,34m³/detbanjir rencana terbesar selama 24 jam terjadi pada jam ke 2 yaitu sebesar 96,34 m3/det.

4.4 Analisis Hidrolika

Hasil permodelan HecRAS ditampilkan pada gambar 4.2.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat 14 STA yang meluap terhadap debit banjir kala ulang 25 tahun, yaitu STA 13+600, STA 13+800, STA 14+000, STA 14+200, STA 14+400, STA 14+600, STA 14+800, STA 15+000, STA 16+200,



Gambar 4.2 Potongan Memanjang Sungai

STA 17+600, STA 17+800, STA 18+000, STA 18+200, dan STA 18+800, tinggi banjir melebihi dari tinggi tebing eksisting sehingga diperlukan pelebaran atau pendalaman sungai serta perencanaan tanggul untuk menanggulangi banjir yang terjadi. Perencanaan tinggi tanggul dilakukan dengan analisis berikut ini.

Analisa terhadap ketinggian tanggul untuk setiap titik STA direncanakan dengan tinggi jagaan 0,6 meter dan lebar atas tanggul 2 meter. Contoh perhitungan tinggi tanggul sebagai berikut (pada STA 13+600):

Tinggi banjir kiri= 0,33 m (tidak meluap)
Tinggi banjir kanan= -0,13 m (meluap)
Tinggi tanggul kiri = 0 m (tidak memerlukan tanggul)
Tinggi tanggul kanan= 0 - tinggi banjir + tinggi jagaan

$$= 0 - (-0,13) + 0,60$$

$$= 0 + 0,13 + 0,60$$

$$= 0,73 \text{ m}$$

Keterangan: "0" adalah kondisi muka air banjir dinyatakan tidak banjir

Hasil analisis tinggi tanggul ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 4.3 Tinggi Rencana Tanggul

No	STA	Tinggi Banjir (m)		Keterangan		Tinggi Tanggul+ Jagaan (m)		Dibulatkan (m)	
		Kiri	Kanan	Tanggul Kiri	Tanggul Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
1	13+600	0.33	-0.13	Aman	Meluap	0	0.73	0	1
2	13+800	-0.178	-0.648	Meluap	Meluap	0.778	1.248	1	1.5
3	14+000	-1.015	-2.449	Meluap	Meluap	1.615	3.049	2	3.5
4	14+200	-1.33	0.24	Meluap	Aman	1.93	0	2	0
5	14+400	0.55	-0.5	Aman	Meluap	0	1.1	0	1.5
6	14+600	0.76	-2.36	Aman	Meluap	0	2.96	0	3
7	14+800	-0.48	-0.72	Meluap	Meluap	1.08	1.32	1.5	1.5
8	15+000	0.84	-0.06	Aman	Meluap	0	0.66	0	1
9	15+200	1.39	0.99	Aman	Aman	0	0	0	0
10	15+400	1.17	1.1	Aman	Aman	0	0	0	0
11	15+600	0.66	1.12	Aman	Aman	0	0	0	0
12	15+800	1.33	1.19	Aman	Aman	0	0	0	0
13	16+000	0.02	0.25	Aman	Aman	0	0	0	0
14	16+200	0.12	-0.08	Aman	Meluap	0	0.68	0	1
15	16+400	1.35	0.23	Aman	Aman	0	0	0	0
16	16+600	0.19	1.1	Aman	Aman	0	0	0	0
17	16+800	1.89	1.84	Aman	Aman	0	0	0	0
18	17+000	0.98	0.48	Aman	Aman	0	0	0	0
19	17+200	0.52	0.24	Aman	Aman	0	0	0	0
20	17+400	0.37	2.61	Aman	Aman	0	0	0	0
21	17+600	2.08	-0.06	Aman	Meluap	0	0.66	0	1
22	17+800	-0.41	1.24	Meluap	Aman	1.01	0	1.5	0
23	18+000	1.19	-0.34	Aman	Meluap	0	0.94	0	1
24	18+200	-0.25	1.9	Meluap	Aman	0.85	0	1	0
25	18+400	1.84	1.33	Aman	Aman	0	0	0	0
26	18+600	1.36	1.64	Aman	Aman	0	0	0	0
27	18+800	1.08	-0.23	Aman	Meluap	0	0.83	0	1
28	19+000	2.11	2.31	Aman	Aman	0	0	0	0

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan analisis pada tabel 4.3, diketahui bahwa tanggul tertinggi terdapat pada STA 14+000 setinggi 3,5 m untuk tanggul kanan

4.5 Analisa Stabilitas Tanggul

Analisis stabilitas tanggul dilakukan untuk memastikan bahwa tanggul mampu bertahan terhadap gaya-gaya yang bekerja padanya sehingga tidak terjadi keruntuhan atau longsor. Dengan analisis stabilitas, dapat dipastikan tanggul cukup kuat menahan gaya dorong air, beban tanah, dan beban lain yang bekerja pada lereng tanggul. Pada penelitian ini dilakukan analisa stabilitas tanggul untuk

dimensi tanggul tertinggi yaitu pada STA 14+000 setinggi 3,5 m.

Data material tanggul adalah sebagai berikut:

Berat jenis tanah (GS) = 18 kN/m3 = 1,8 ton/m3

Kohesi (C) = 3,5 kN/m2 = 0,35 ton/m2

Sudut geser dalam tanah = 24,20

Koefisien tekanan air pori = 0,3

Menghitung nilai faktor keamanan:

SF= $\frac{\sum(c'.b) + \sum(W \tan \alpha)}{\sum(W \sin \alpha)}$

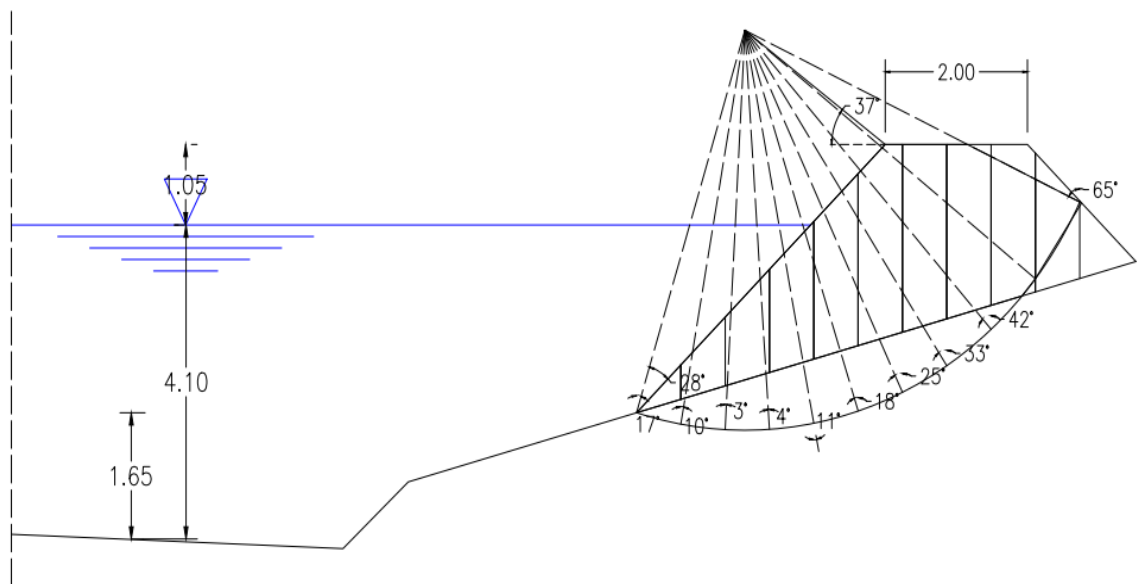
SF= $\frac{2,18+7,51}{5,51}$

SF= 1,76 > 1.5 (Aman)

Tabel 4.4 Analisa Stabilitas Tanggul

No	b	A	γ	α	C	W	Sin α	Cos α	Tan α	W x Sin α	tan Φ	W x tan Φ	c' x b
	m	m	ton/m3	0	ton/m2	ton	0	0	0	ton	0	ton	ton
1	0.6236	0.4225	1.8	65	0.35	0.76	0.91	0.42	2.14	0.69	0.45	0.34	0.22
2	0.6236	1.0475	1.8	42	0.35	1.89	0.67	0.74	0.90	1.26	0.45	0.85	0.22
3	0.6236	1.3377	1.8	33	0.35	2.41	0.54	0.84	0.65	1.31	0.45	1.08	0.22
4	0.6236	1.4731	1.8	25	0.35	2.65	0.42	0.91	0.47	1.12	0.45	1.19	0.22
5	0.6236	1.5094	1.8	18	0.35	2.72	0.31	0.95	0.32	0.84	0.45	1.22	0.22
6	0.6236	1.2589	1.8	11	0.35	2.27	0.19	0.98	0.19	0.43	0.45	1.02	0.22
7	0.6236	0.9792	1.8	4	0.35	1.76	0.07	1.00	0.07	0.12	0.45	0.79	0.22
8	0.6236	0.6994	1.8	-3	0.35	1.26	-0.05	1.00	-0.05	-0.07	0.45	0.57	0.22
9	0.6236	0.4197	1.8	-10	0.35	0.76	-0.17	0.98	-0.18	-0.13	0.45	0.34	0.22
10	0.6236	0.14	1.8	-17	0.35	0.25	-0.29	0.96	-0.31	-0.07	0.45	0.11	0.22
1	0.6236	0.4225	1.8	65	0.35	0.76	0.91	0.42	2.14	0.69	0.45	0.34	0.22
Jumlah										5.51		7.51	2.18

Sumber: Analisis Data, 2024



Gambar 4.3 Irisan Bidang Longsor (STA 14+000)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya debit banjir pada Sungai Bedomongal periode kala ulang 25 tahunan yaitu sebesar 96,34 m³/detik.
2. Titik STA penampang melintang sungai yang tidak dapat menampung debit banjir kala ulang 25 tahunan yaitu pada 13+600, STA 13+800, STA 14+000, STA 14+200, STA 14+400, STA 14+600, STA 14+800, STA 15+000, STA 16+200, STA 17+600, STA 17+800, STA 18+000, STA 18+200, dan STA 18+800, sehingga diperlukan pembuatan tanggul
3. Berdasarkan hasil analisa, diperlukan normalisasi pada 14 titik STA. Untuk menampung debit banjir dengan kala ulang 25 tahunan, direncanakan tanggul dengan spesifikasi teknis meliputi kemiringan lereng 1:1, lebar puncak 2 meter, dan tinggi jagaan 0,6 meter. Konstruksi tanggul tertinggi berada pada STA 14+000 sisi kanan, dengan elevasi mencapai 3,5 meter.
4. Nilai faktor keamanan (*safety factor*) lereng pada tanggul yang ditinjau setelah dilakukan normalisasi sebesar 1,76 > 1,50 sehingga dikatakan aman terhadap longsor.

5.2. Saran

Berdasarkan analisis data dan perhitungan yang telah dilakukan, berikut saran yang dapat peneliti sampaikan setelah melakukan perencanaan normalisasi Sungai Bedomongal:

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan analisa stabilitas tanggul
2. Permodelan hidrolika pada ini dapat dibandingkan dengan menggunakan aplikasi sejenis seperti Hec-HMS
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan analisa terhadap banjir kala ulang 50 tahun atau 100 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Indonesia, "Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai." 2011.
- [2] B. Umarilla, E. Noerhayati, dan B. Suprpto, "Studi Pengendalian Banjir pada Sungai Legundi Kota Probolinggo dengan Metode HEC-RAS," *Univ. Islam Malang*, 2023. <http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/7009>
- [3] A. Salman, E. Noerhayati, dan A. Rachmawati, "STUDI NORMALISASI SUNGAI REJOSO DI KABUPATEN PASURUAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE HEC-RAS.," *J. Rekayasa Sipil E-J.*, vol. Vol 9, No 4, 2021.
- [4] B. Wijayanto, "Tanggul Sungai Bendo Mongal dan Sungai Putat Jebol, 60 Rumah Warga Tiron dan Bakalan Terendam Banjir," *koranmemo.com*, Kediri, 12 April 2024. <https://www.koranmemo.com/daerah/19212407766/tanggul-sungai-bendo-mongal-dan-sungai-putat-jebol-60-rumah-warga-tiron-dan-bakalan-terendam-banjir>
- [5] 1960 - Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [6] D. S. Hartati, E. Noerhayati, dan A. Rachmawati, "STUDI PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI PENGULURAN KAB.MALANG MENGGUNAKAN METODE HEC-RAS," *J. Rekayasa Sipil*, vol. Vol 11, No 1, 2022.
- [7] Y. R. Kurniawan, B. Suprpto, dan A. Rachmawati, "Studi Normalisasi Sungai Baduk Akibat Banjir di Kabupaten Nganjuk Menggunakan Program HEC-RAS," *Univ. Islam Malang*, 2023. <http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/7004>
- [8] N. Mashari, "Ratusan Rumah Terdampak Banjir Tanggul Jebol di Kediri," *beritajatim.com*, 12 November 2024. <https://beritajatim.com/ratusan-rumah-terdampak-banjir-tanggul-jebol-di-kediri>
- [9] USACE, "HEC-RAS River Analysis System User's Manual," Hydrologic Engineering Center, versi terbaru saat ini: HEC-RAS .0 2023. <https://www.hec.usace.army.mil/software/he-c-ras/>