

STUDI NORMALISASI SUNGAI GANGGANGMALANG AKIBAT BANJIR DI KABUPATEN NGANJUK MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS

M. Yonif Elang Samudro¹, Azizah Rokhmawati², Ita Suhermin Ingsih³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail : 21901051098@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail : ita.suhermin@unisma.ac.id

ABSTRACT

Flooding is one of the hydrological disasters that frequently occurs in various regions of Indonesia, particularly in watershed areas experiencing land-use changes and increasing rainfall intensity. The Ganggangmalang River in Nganjuk Regency is among the rivers that frequently overflow during the rainy season, resulting in flooding in the surrounding areas. This study aims to determine the design flood discharge, analyze the river flow profile during flood events, and evaluate the cross-sectional capacity of the Ganggangmalang River using the HEC-RAS program. The research method involves hydrological analysis using the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph method to estimate the design flood discharge, followed by hydraulic analysis through HEC-RAS modeling. The results indicate that the design flood discharge for a 25-year return period reaches **489.76 m³/s**, and several river cross-sections are unable to accommodate this discharge. Therefore, river normalization and levee planning are required as flood control measures.

Keywords: Flood, River Normalization, Hydrology, Hydraulics, HEC-RAS

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan saluran alami yang mengalirkan air dari hulu ke hilir. Sungai ini tidak hanya bagian dari siklus air, tetapi juga sumber air bagi masyarakat dan alam. Namun, perubahan tata guna lahan, peningkatan populasi, dan intensitas hujan dapat membuat sungai meluap, sehingga menyebabkan banjir. Seiring dengan perubahan di sepanjang daerah aliran sungai, perubahan penggunaan lahan dan pertumbuhan populasi ini mengganggu fungsi optimal sungai [1]. Curah hujan yang tinggi mengakibatkan kapasitas sungai yang tidak bisa menampung aliran air [2]. Hal tersebut dapat mengakibatkan air meluap yang akhirnya terjadi banjir.

Banjir sudah menjadi isu yang kerap muncul di musim hujan pada daerah aliran sungai (DAS) di beberapa wilayah Indonesia. Isu banjir di musim penghujan dalam beberapa tahun terakhir terus meningkat, genangan pada

lahan yang terjadi akibat limpasan aliran air sungai lantaran debit sungai yang meluap melampaui kapasitas sungai [3].

Sungai Ganggangmalang adalah sebuah sungai di Kabupaten Nganjuk yang nyaris setiap di musim penghujan meluap dan menyebabkan banjir lantaran tidak dapat memadai tingginya curah hujan. Luapan air dari Sungai Ganggangmalang bisa membebani warga lantaran terkena banjir di area rumah di dekat sungai dan menyusahkan aktivitas harian warga setempat, sehingga evaluasi kapasitas sungai perlu dilakukan.

Kondisi aliran sungai dapat dianalisis menggunakan HEC-RAS, perangkat lunak yang mampu memodelkan profil aliran dan mengevaluasi kapasitas penampang sungai.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat ditarik beberapa identifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Tingginya intensitas curah hujan yang terjadi setiap tahun menyebabkan debit air meningkat secara signifikan sehingga memicu terjadinya banjir.
2. Keterbatasan kapasitas penampungan Sungai Ganggangmalang menyebabkan sungai ini tidak dapat menampung debit banjir secara optimal.
3. Longsor tebing sungai dan sedimen yang terbawa dari hulu sungai menjadi penyebab utama terjadinya sedimentasi pada sungai.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa debit banjir rancangan pada Sungai Ganggangmalang Kabupaten Nganjuk?
2. Bagaimana profil pada aliran Sungai Ganggangmalang Kabupaten Nganjuk pada saat kondisi debit banjir?
3. Bagaimana evaluasi kapasitas penampang Sungai Ganggangmalang Kabupaten Nganjuk dengan menggunakan program HEC-RAS.

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak menghitung anggaran biaya (RAB).
2. Perhitungan menggunakan HEC-RAS.
3. Data curah hujan hanya 10 tahun terakhir.
4. Tidak menghitung dan menganalisis sedimen.

1.5 Tujuan

1. Mengetahui besarnya debit banjir rancangan yang terjadi pada Sungai Ganggangmalang, Kabupaten Nganjuk.
2. Mengetahui gambaran profil aliran pada Sungai Ganggangmalang, Kabupaten Nganjuk ketika kondisi banjir berlangsung.
3. Mengevaluasi kapasitas penampang Sungai Ganggangmalang, Kabupaten Nganjuk melalui analisis menggunakan program HEC-RAS.

1.6 Manfaat

1. Sebagai informasi mengenai ancaman bencana banjir di daerah hilir Sungai Ganggangmalang, Kabupaten Nganjuk.
2. Sebagai sarana bagi penulis untuk memahami metode normalisasi sungai

guna pengendalian banjir pada Sungai Ganggangmalang, Kabupaten Nganjuk.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai merupakan bagian dari daratan yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya air yang berasal dari mata air maupun curah hujan [4]. Sungai memiliki fungsi utama yaitu mengalirkan air serta mengangkut sedimen dari daerah aliran sungai menuju hilir. Kedua fungsi tersebut saling berkaitan dan mempengaruhi kondisi morfologi sungai.

2.2 Banjir

Banjir merupakan genangan air yang terjadi akibat meluapnya air melebihi kapasitas drainase suatu wilayah, yang berdampak pada kerugian fisik, sosial, dan ekonomi. [5].

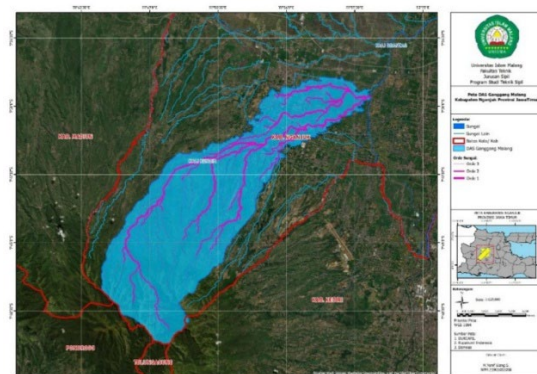
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS (Daerah Aliran Sungai) adalah kawasan daratan yang dibatasi oleh topografi (punggung gunung), di mana air hujan yang turun di wilayah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada satu titik pengamatan [6]. DAS berfungsi sebagai daerah penampung, penyimpan, serta pengalir air menuju sungai utama.

3. METODE PENELITIAN

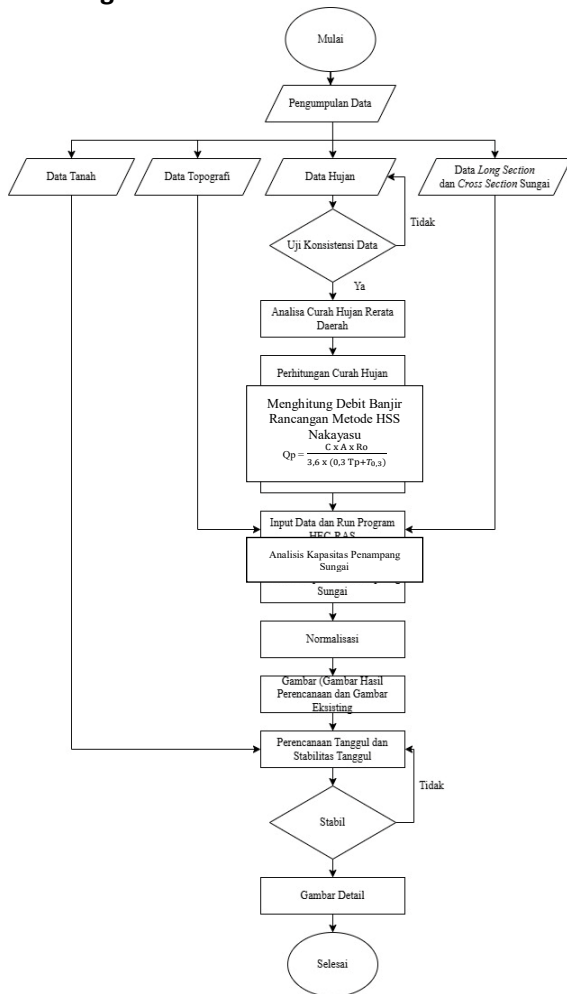
3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sungai Ganggangmalang, Kabupaten Nganjuk, yang ditinjau berdasarkan letak geografisnya. berada di 111°05' - 112°13' Bujur Timur dan 7°20' - 7°59' Lintang Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber : (Dokumentasi Penulis, 2025)

3.2 Bagan Alir Penelitian



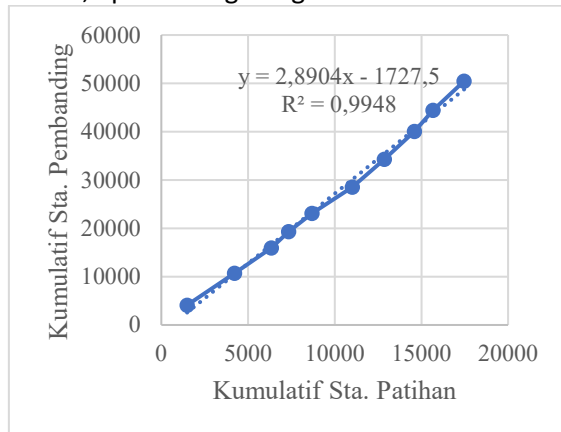
Gambar 2. Diagram Alir

Sumber : (Dokumentasi Penulis, 2025)

4. HASIL DAN PAEMBAHASAN

4.1 Uji Konsistensi Data

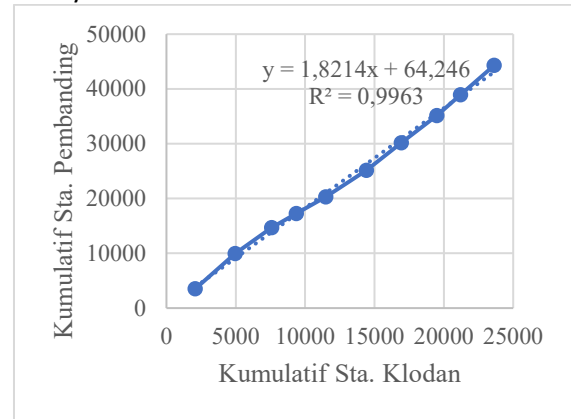
Uji konsistensi bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan data yang akan diolah, apakah tergolong konsisten atau tidak.



Gambar 3. Kurva Massa Ganda Sta. Patihan

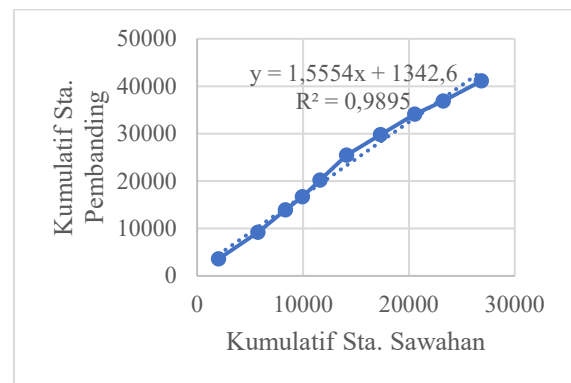
Sumber: (Hasil Analisis, 2025)

Pengujian ini dilakukan menggunakan metode Kurva Massa Ganda, yaitu metode yang menguji validitas data hujan dengan membandingkan akumulasi hujan tahunan suatu stasiun terhadap stasiun referensi lainnya.



Gambar 4. Kurva Massa Ganda Sta. Klodon

Sumber: (Hasil Analisis, 2025)



Gambar 5. Kurva Massa Ganda Sta. Sawahan

Sumber: (Hasil Analisis, 2025)

Tabel 1. Curah Hujan Rata – Rata Maksimum

Tahun	STA Patihan	STA Sawahan	STA Klodon	Maks
	(mm)	STA Klodon	(mm)	(mm)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
2015	56.46	27.23	31.69	56.46
2016	81.87	66.59	47.14	81.87
2017	89.50	63.24	48.50	89.50
2018	34.47	36.84	67.47	67.47
2019	89.78	91.67	38.49	91.67
2020	55.06	77.54	72.33	77.54
2021	76.55	89.56	54.44	89.56
2022	69.74	75.74	89.67	89.67
2023	61.02	44.80	48.82	61.02
2024	60.16	81.77	91.98	91.98

Sumber : (Analisis Data, 2025)

4.2 Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana merupakan besaran curah hujan tahunan terbesar yang berpotensi terjadi di suatu wilayah dengan probabilitas tertentu, yang dalam penelitian ini dihitung menggunakan metode Log Pearson Type III dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Perhitungan CH Rencana dengan Distribusi Log Pearson Tipe III

N	Tahun	X_i (mm)	$\log X_i$	$(\log X_i - \log \bar{X})$	$(\log X_i - \log \bar{X})^2$	$(\log X_i - \log \bar{X})^3$
1	2015	56,46	1,752	-0,143	0,0206	-0,002951
2	2023	61,02	1,785	-0,110	0,0120	-0,001321
3	2018	67,47	1,829	-0,066	0,0044	-0,000288
4	2020	77,54	1,890	-0,006	0,0000	0,000000
5	2016	81,87	1,913	0,018	0,0003	0,000006
6	2017	89,50	1,952	0,057	0,0032	0,000182
7	2021	89,56	1,952	0,057	0,0032	0,000185
8	2022	89,67	1,953	0,058	0,0033	0,000190
9	2019	91,67	1,962	0,067	0,0045	0,000302
10	2024	91,98	1,964	0,069	0,0047	0,000322
$\log \bar{X}$			1,895			
Jumlah			18,9515	0,0000	0,0563	-0,0034

Sumber : (Analisis Data, 2025)

Tabel 4. Hidrograf Banjir untuk Kala Ulang 25 Tahun

t (jam)	Qt (m3/dt)	Akibat Hujan Jam-jaman					Qb (m3/dt)	Qbanjir (m3/dt)
		R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)	R4 (mm)	R5 (mm)		
0	0,00	44,359	11,530	8,088	6,439	5,437	1,539	1,54
1	2,06	91,22					1,539	92,76
2	8,74	387,50	100,72				1,539	489,76
3	5,87	260,19	67,63	0,89			1,539	330,24
4	5,87	260,19	67,63	0,89	0,70		1,539	330,94
5	3,94	174,70	45,41	0,59	0,47	0,40	1,539	223,11
6	2,96	131,52	34,18	0,45	0,36	0,30	1,539	168,34
7	2,27	100,85	26,21	0,34	0,27	0,23	1,539	129,44
8	1,74	77,33	20,10	0,26	0,21	0,18	1,539	99,61
9	1,34	59,29	15,41	0,20	0,16	0,14	1,539	76,74
10	1,05	46,46	12,08	0,16	0,13	0,11	1,539	60,47
11	0,86	38,07	9,90	0,13	0,10	0,09	1,539	49,83
12	0,70	31,20	8,11	0,11	0,08	0,07	1,539	41,11
13	0,58	25,56	6,64	0,09	0,07	0,06	1,539	33,96
14	0,47	20,95	5,44	0,07	0,06	0,05	1,539	28,11
15	0,39	17,17	4,46	0,06	0,05	0,04	1,539	23,31
16	0,32	14,07	3,66	0,05	0,04	0,03	1,539	19,38
17	0,26	11,53	3,00	0,04	0,03	0,03	1,539	16,16
18	0,21	9,44	2,45	0,03	0,03	0,02	1,539	13,52
19	0,17	7,74	2,01	0,03	0,02	0,02	1,539	11,35
20	0,14	6,34	1,65	0,02	0,02	0,01	1,539	9,58
21	0,12	5,20	1,35	0,02	0,01	0,01	1,539	8,13
22	0,10	4,26	1,11	0,01	0,01	0,01	1,539	6,94
23	0,08	3,49	0,91	0,01	0,01	0,01	1,539	5,96
24	0,06	2,86	0,74	0,01	0,01	0,01	1,539	5,17

Sumber : (Analisis Data, 2025)

Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

Periode Ulang	$\log \bar{X}_t$	$C_s \log X_i$	$S_d \log X_i$	G (Interpolasi)	$\log X_i$	X_i (mm)
2	1,895	-0,947	0,079	0,153	1,907	80,77
10	1,895	-0,947	0,079	1,209	1,991	97,90
25	1,895	-0,947	0,079	1,388	2,005	101,14
50	1,895	-0,947	0,079	1,522	2,016	103,65

Sumber : (Analisis Data, 2025)

4.3 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan rencana, selanjutnya dapat dihitung debit banjir rencana dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu. Dengan data yang sudah diketahui.

Luas DAS (A) = 218,10 km²

Panjang sungai utama (L) = 19,16 km

Perhitungan selanjutnya menggunakan kala ulang 25 tahun (Q25).

Indeks Kerapatan Sungai

$$D = \frac{Lst}{A} = \frac{19,16}{218,1} = 0,0878 \text{ mm/jam}$$

Menghitung Besar Aliran Dasar (*Base Flow*)

$$Q_b = 0,4715 \times A^{0,6444} \times D^{0,9403}$$

Perhitungan Debit Banjir Rencana Kala Ulang 25 Tahun dalam Waktu 1 Jam

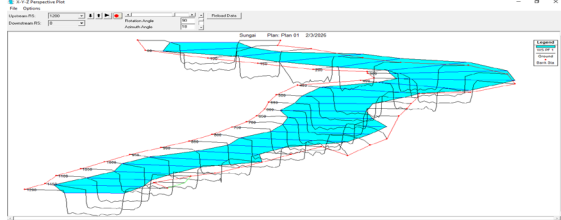
$$Q_{total} = R_{total} + Q_b$$

$$= 91,22 + 1,539$$

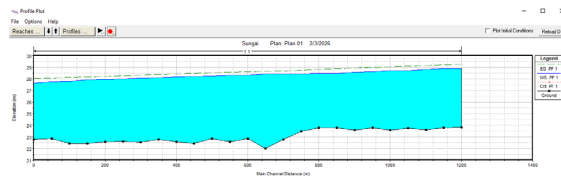
$$= 92,76 \text{ m}^3/\text{det}$$

4.4 Analisis Hidrolika

Diketahui debit banjir rencana kala ulang 25 tahun adalah 489,76 m³/detik. Dalam hal ini diperlukan analisa hidrolika menggunakan aplikasi HecRAS untuk mengetahui kapasitas sungai. Permodelan HecRAS tersebut ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 6. Tampilan 3D Sungai Ganggangmalang
(Sumber: Program *HEC-RAS*)



Gambar 7. Potongan Memanjang Sungai Ganggangmalang
(Sumber: Program *HEC-RAS*)

Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui bahwa dari 25 stationer, terdapat 24 STA yang meluap terhadap debit banjir kala ulang 25 tahun, yaitu STA 0+800 hingga STA 10+000, tinggi banjir melebihi dari tinggi tebing eksisting sehingga direncanakan tanggul untuk menanggulangi banjir yang terjadi.

Analisa terhadap ketinggian tanggul untuk setiap titik STA direncanakan dengan tinggi jagaan 0,8 meter dan lebar atas tanggul 3 meter. Contoh perhitungan tinggi tanggul sebagai berikut (pada STA 0+400):

Tinggi banjir kiri = -1,54 m (meluap)

Tinggi banjir kanan = -1,45 m (meluap)

Tinggi tanggul kiri = 2,34 m

Tinggi tanggul kanan = 0 - tinggi banjir + tinggi jagaan

$$= 0 - (-1,45) + 0,80$$

$$= 0 + 1,45 + 0,80$$

$$= 2,25 \text{ m}$$

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

Hasil analisis tinggi tanggul ditampilkan pada Tabel berikut :

Tabel 5. Kapasitas Tampungan Sungai Eksisting (Analisa *HecRAS*)

No	STA	Tinggi Banjir (m)		Keterangan		Tinggi Tanggul+Jagaan (m)		Dibulatkan (m)	
		Kiri	Kanan	Tanggul Kiri	Tanggul Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
1	0+400	-1.54	-1.45	Meluap	Meluap	2.34	2.25	2.5	2.5
2	0+800	-2.95	-1.95	Meluap	Meluap	3.75	2.75	4	3
3	1+200	-2.86	-0.86	Meluap	Meluap	3.66	1.66	4	2
4	1+600	-2.77	-1.61	Meluap	Meluap	3.57	2.41	4	2.5
5	2+000	-2.69	-2.69	Meluap	Meluap	3.49	3.49	3.5	3.5
6	2+400	-2.6	-2.74	Meluap	Meluap	3.4	3.54	3.5	4
7	2+800	-2.5	-2.5	Meluap	Meluap	3.3	3.3	3.5	3.5
8	3+200	-1.38	-2.38	Meluap	Meluap	2.18	3.18	2.5	3.5
9	3+600	-2.29	-2.29	Meluap	Meluap	3.09	3.09	3.5	3.5
10	4+000	-1.19	-2.19	Meluap	Meluap	1.99	2.99	2	3
11	4+400	-1.59	-1.31	Meluap	Meluap	2.39	2.11	2.5	2.5
12	4+800	-1.85	-3.03	Meluap	Meluap	2.65	3.83	3	4
13	5+200	-1.92	-0.92	Meluap	Meluap	2.72	1.72	3	2
14	5+600	-1.75	-2.82	Meluap	Meluap	2.55	3.62	3	4
15	6+000	-2.71	-2.71	Meluap	Meluap	3.51	3.51	4	4
16	6+400	-2.61	-2.61	Meluap	Meluap	3.41	3.41	3.5	3.5
17	6+800	-1.44	-2.51	Meluap	Meluap	2.24	3.31	2.5	3.5
18	7+200	-2.39	-1.47	Meluap	Meluap	3.19	2.27	3.5	2.5
19	7+600	-2.28	-2.28	Meluap	Meluap	3.08	3.08	3.5	3.5
20	8+000	-2.14	-2.14	Meluap	Meluap	2.94	2.94	3	3
21	8+400	-0.93	-1.99	Meluap	Meluap	1.73	2.79	2	3
22	8+800	-1.85	-0.86	Meluap	Meluap	2.65	1.66	3	2
23	9+200	-0.59	-0.6	Meluap	Meluap	1.39	1.4	1.5	1.5
24	9+600	-1.19	-1.19	Meluap	Meluap	1.99	1.99	2	2
25	10+000	-0.65	0.35	Meluap	Aman	1.45	0	1.5	0

Sumber : (Analisis Data, 2025)

Berdasarkan analisis di atas, diketahui bahwa tanggul tertinggi terdapat pada STA 6+000 setinggi 4,0 m untuk tanggul kanan dan 4,0 m untuk tanggul kiri. Dengan demikian tanggul tersebut perlu dianalisa stabilitasnya untuk memastikan kekuatan menahan gaya dorong air, tanah, dan beban lain yang bekerja pada lereng tanggul tersebut.

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 6+000 setinggi 4,0 m. Data material tanggul adalah sebagai berikut

Berat jenis tanah (GS) = $18 \text{ kN/m}^3 = 1,8 \text{ ton/m}^3$

Kohesi (C) = $3,5 \text{ kN/m}^2 = 0,35 \text{ ton/m}^2$

Sudut geser dalam tanah = $24,2^\circ$

Koefisien tekanan air pori = 0,3

Menghitung nilai faktor keamanan:

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

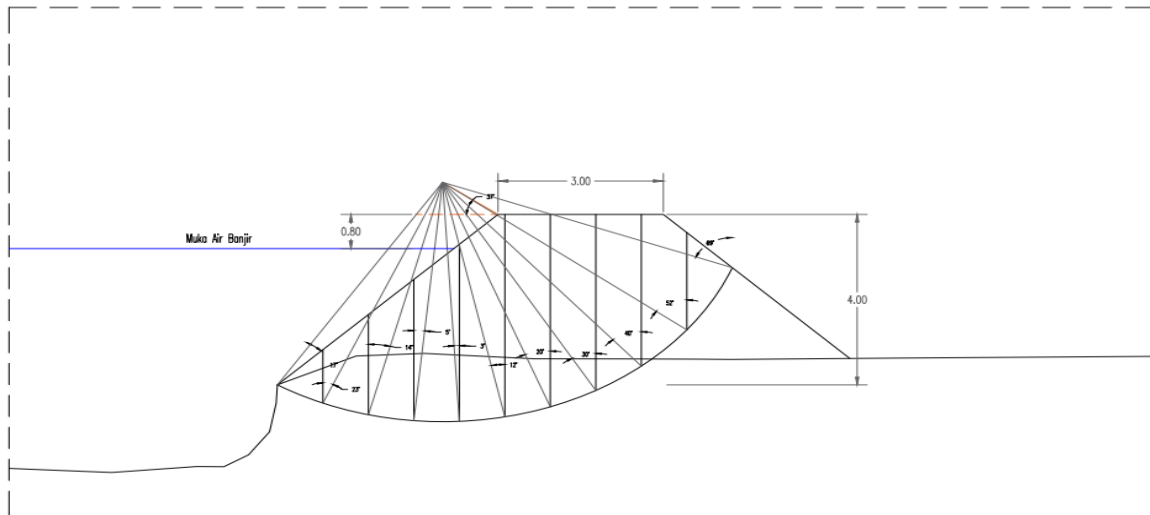
$$SF = \frac{4,12 + 21,10}{14,71}$$

$$SF = 1,72 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

Tabel 6. Stabilitas Lereng Kondisi Banjir STA 6+000

N	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
o	m	m	ton/m ³	o	ton/m ²	ton	o	o	o	ton	o	ton	ton
1	0,82 49	0,9 42	1,8	6 9	0,5	1,7 0	0,9 3	0,3 6	2,6 1	1,58	0,4 7	0,79	0,4 1
2	0,82 49	2,4 96	1,8	5 2	0,5	4,4 9	0,7 9	0,6 2	1,2 8	3,54	0,4 7	2,10	0,4 1
3	0,82 49	3,1 72	1,8	4 0	0,5	5,7 1	0,6 4	0,7 7	0,8 4	3,67	0,4 7	2,66	0,4 1
4	0,82 49	3,5 67	1,8	3 0	0,5	6,4 2	0,5 0	0,8 7	0,5 8	3,21	0,4 7	2,99	0,4 1
5	0,82 49	3,8 22	1,8	2 0	0,5	6,8 8	0,3 4	0,9 4	0,3 6	2,35	0,4 7	3,21	0,4 1
6	0,82 49	3,7 18	1,8	1 2	0,5	6,6 9	0,2 1	0,9 8	0,2 1	1,39	0,4 7	3,12	0,4 1
7	0,82 49	3,0 82	1,8	3	0,5	5,5 5	0,0 5	1,0 0	0,0 5	0,29	0,4 7	2,59	0,4 1
8	0,82 49	2,3 37	1,8	-5	0,5	4,2 1	- 0,0 9	1,0 0	- 0,0 9	-0,37	0,4 7	1,96	0,4 1
9	0,82 49	1,4 87	1,8	- 1 4	0,5	2,6 8	- 0,2 4	0,9 7	- 0,2 5	-0,65	0,4 7	1,25	0,4 1
10	0,82 49	0,5 17	1,8	- 2 0	0,5	0,9 3	- 0,3 4	0,9 4	- 0,3 6	-0,32	0,4 7	0,43	0,4 1
Jumlah										14,71		21,10	4,1 2

Sumber : (Analisis Data, 2025)



Gambar 8. Irisan Bidang Longsor (Kondisi Banjir) STA 6+000
Sumber : (Analisis Data, 2025)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Besarnya debit banjir pada Sungai Ganggangmalang periode kala ulang 25 tahunan yaitu sebesar 489,76 m³/detik.
2. Titik STA penampang melintang sungai yang tidak dapat menampung debit banjir kala ulang 25 tahunan yaitu pada STA 0+400 hingga 10+000, sehingga diperlukan pembuatan tanggul
3. Upaya penanggulangan banjir pada Sungai Ganggangmalang yaitu dengan merencanakan tanggul dengan kemiringan 1:1, lebar tanggul 3 m dan tinggi jagaan 0,8 m.

5.2 Saran

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

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan analisa stabilitas tanggul dengan menggunakan aplikasi seperti plaxis, dll
2. Permodelan hidrolika pada ini dapat dibandingkan dengan menggunakan aplikasi sejenis seperti EPA SWMM

3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan analisa terhadap banjir kala ulang 50 tahun atau 100 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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>
- [2] 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
- [3] 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>
- [4] Syarifuddin, dkk, 2000, *Sains Geografi*, Jakarta : Bumi Aksa
- [5] D. S. Hartati, E. Noerhayati, dan A. Rachmawati, "STUDI PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI PENGULURAN KAB.MALANG MENGGUNAKAN METODE HEC-RAS.," *J. Rekayasa Sipil E-J.*, vol. Vol 11, No 1, 2021
- [6] Nana Rihana Y. Wele, Azizah Rokhmawati, and Bambang Suprpto, "Studi Perencanaan Normalisasi Sungai Kobe Di Kecamatan Weda Tengah Kabupaten Halmahera Tengah," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 3, pp. 54–64, 2022