

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN TUBUH BENDUNGAN (MAIN DAM) PADA PROYEK BENDUNGAN JLANTAH KABUPATEN KARANGANYAR PROVINSI JAWA TENGAH

Muhammad Afifudin Zuhri¹, Bambang Suprpto², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : zuhriafif76@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

The Jlantah Dam is located in Karanganyar Regency, Central Java, where water scarcity especially for irrigation is a major issue during the dry season. This study proposes an alternative dam design using a sloping zonal embankment type. The flood discharge analysis shows that for Q1000, the inflow is 99.93 m³/s and the outflow is 35.40 m³/s. For the PMF, the inflow reaches 406.42 m³/s and the outflow is 106.43 m³/s. The reservoir has a total storage capacity of 122.09 million m³. The dam is designed with a height of 65.24 meters and a crest width of 11 meters. Slope stability analysis using the Fellenius method indicates that the safety factors meet the required technical standards

Keywords : *Jlantah Dam, Hydrology, Slope Stability*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manajemen sumber daya air yang efektif dapat meminimalkan tidak terjadinya banjir dan kekeringan di musim kemarau [1]. Di kabupaten Karanganyar, permasalahan kekurangan air, terutama untuk irigasi saat musim kemarau panjang, menjadi perhatian serius. Berdasarkan Sensus Penduduk 2020, jumlah penduduk di wilayah ini mengalami peningkatan yang signifikan dengan laju pertumbuhan sebesar 1,11 persen per tahun, yang berdampak pada meningkatnya kebutuhan air bersih dan irigasi [2].

Dalam studi ini, bendungan dirancang menggunakan tipe urugan dengan inti miring, yang disusun dari berbagai zona material seperti lempung sebagai inti, filter, timbunan transisi, batu, dan proteksi riprapi di bagian hulu bendungan. Keunggulan dari tipe ini adalah efisiensi waktu konstruksi karena beberapa

lapisan seperti filter dapat dibangun terlebih dahulu, serta penghematan biaya karena lapisan filter dapat dibuat lebih tipis (Soedibyo, 2003). Dalam perencanaan bendungan, aspek teknis seperti elevasi, lebar puncak dan kemiringan talud harus disesuaikan dengan kondisi geologi dan gaya-gaya yang bekerja pada struktur. Pemilihan tipe bendungan juga dipengaruhi oleh ketersediaan material di lokasi bendungan [4].

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar debit banjir rancangan yang terjadi pada daerah tangkapan air Bendungan Jlantah?
2. Berapa besar volume tampungan dan elevasi waduk Jlantah pada muka air normal, dan muka air banjir?
3. Berapa dimensi alternatif tubuh Bendungan Jlantah dengan tipe inti miring?
4. Bagaimana stabilitas Bendungan Jlantah?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besarnya debit banjir rancangan yang terjadi pada Bendungan Jlantah.
2. Mengetahui volume kapasitas dan elevasi tampungan Waduk Jlantah
3. Mengetahui dimensi Bendungan Jlantah menggunakan tipe Inti Miring.
4. Mengetahui kontrol keamanan stabilitas tubuh Bendungan Jlantah.

1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

1. Menghitung besar debit rancangan.
2. Menghitung berapa besar tampungan bendungan.
3. Menghitung besar dimensi tubuh bendungan.
4. Menentukan nilai koefisien gempa desain.
5. Kontrol stabilitas lereng tubuh bendungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bendungan

Menurut [5] bendungan merupakan struktur yang dibangun melintang di sungai dengan tujuan utama meningkatkan elevasi muka air, sehingga air dapat mengalir melimpas bagian puncaknya (mercu). Selain itu bendungan juga berperan dalam menangkap dan menyimpan air saat musim hujan, ketika debit sungai melebihi kebutuhan penggunaan seperti irigasi, air bersih, dan kebutuhan industri [6]. Dengan kapasitas tampung yang dimiliki, kelebihan air tersebut dapat ditampung di dalam waduk dan dimanfaatkan sesuai kebutuhan pada waktu yang berbeda [7].

Namun, apabila volume air yang masuk ke dalam waduk melebihi jumlah air yang dikeluarkan sesuai dengan kebutuhan, maka permukaan air waduk dapat naik melebihi kapasitas rencana. Untuk mengantisipasi hal tersebut, diperlukan pembangunan pelimpah (*Spillway*) pada bendungan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Tugas Akhir

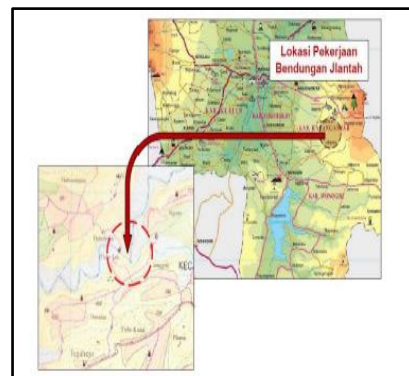
Studi perencanaan tubuh Bendungan Jlantah dilakukan untuk mengetahui dimensi tubuh bendungan, kapasitas tampungan waduk, faktor keamanan stabilitas tubuh bendungan.

Dalam studi perencanaan ini diharapkan mendapatkan desain bangunan bendungan utama (*Maindam*) yang berfungsi secara optimal baik secara struktural maupun secara fungsional sesuai dengan tujuan pembangunannya sebagai tampungan air untuk pengendalian banjir, kebutuhan air baku, irigasi, dan sebagainya. Pelaksanaan studi ini memerlukan data awal dan dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Apabila ditemukan kondisi teknis yang tidak biasa selama prosesnya, maka dapat dilakukan penyesuaian yang dapat diterima secara logis dan rasional.

3.2. Lokasi Penelitian

Bendungan Jlantah berlokasi di Desa Tlobo dan Desa Karang Sari, yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Jatiyoso, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Jaraknya sekitar 25 kilometer dari pusat Kota Karanganyar. Secara geografis, Kabupaten Karanganyar berada pada koordinat antara 100°40' hingga 110°70' Bujur Timur dan 07°28' hingga 07°46' Lintang Selatan. Kabupaten Karanganyar sendiri merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah dengan batas-batas :

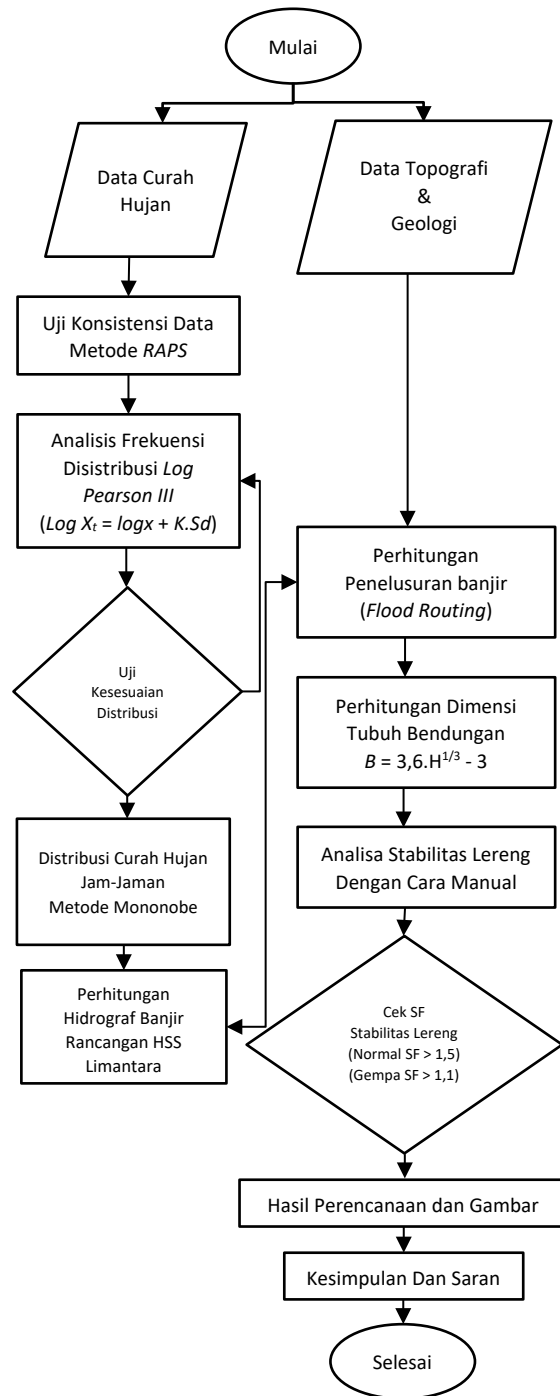
- Sebelah Utara : Kabupaten Sragen,
- Sebelah Selatan : Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Sukoharjo,
- Sebelah Barat : Kota Surakarta,
- Sebelah Timur : Provinsi Jawa Timur.



Gambar 1 Peta Lokasi Bendungan Jlantah
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo, 2023

3.3 Diagram Alir

• Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian
Sumber : dokumentasi pribadi, 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Penelusuran Banjir (Flood Routing)

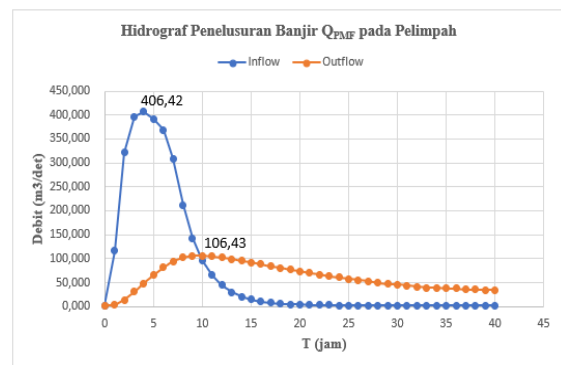
Analisa penelusuran bajir digunakan sebagai dasar dalam menentukan ketinggian maksimum muka air waduk yang dapat

dialirkan melalui saluran pelimpah bendungan. Proses ini melibatkan perhitungan hidrograf banjir yang masuk (*Inflow*) dari suatu titik di daerah aliran sungai, kemudian diproyeksi menuju titik pengamatan atau saluran pelimpah untuk menghasilkan hidrograf banjir ke keluar (*Outflow*)

Parameter penelusuran banjir :

Parameter penelusuran banjir :

- Q_{1000} th = 99,93 m³/det
- Q_{PMF} = 406,42 m³/det
- Lebar mercu pelimpah (B) = 25 m
- Tinggi mercu pelimpah (W) = 3 m
- Jumlah pilar (n) = 0 (tanpa pilar)
- Koefisien kontraksi pilar (Kp) = 0,01 (tabel 2.12)
- Koef. Kontraksi dinding samping (Ka) = 0,01 (tabel 2.12)
- C asumsi = 2,00



Gambar 3 Grafik hidrograf penelusuran banjir Q_{PMF} pada pelimpah
Sumber : Hasil analisis, 2025

Berdasarkan hasil analisis penelusuran banjir melalui saluran pelimpah untuk debit Q_{PMF} , diperoleh elevasi muka air maksimum sebesar +686,49 meter. Debit masuk (Q_{inflow}) tertinggi tercatat sebesar 406,42 m³/detik, sementara debit keluar ($Q_{outflow}$) maksimum yang dapat dialirkan mencapai 106,43 m³/detik.

Tabel 1 Rekapitulasi Perhitungan Penelusuran Banjir

Kala Ulang	Q_{Inflow}	$Q_{Outflow}$	H_{max}	Elevasi
	(m ³ /det)	(m ³ /det)	(m)	(+m)
Q_{1000}	99,93	35,40	0,35	685,35
Q_{PMF}	406,42	106,43	1,49	686,49

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.2 Perencanaan Teknis Tubuh Bendungan

4.2.1 Dimensi Tubuh Bendungan

Perhitungan dimensi tubuh bendungan dilakukan untuk setiap kondisi dengan menggunakan persamaan yang tercantum pada 2.41 hingga 2.52, sebagai berikut :

- Kondisi muka air normal $H1 = \frac{3}{4} Hw + Hs + Hr + He + hu$
- Kondisi muka air banjir $H2 = \frac{3}{4} Hw + Hs + Hr + hu$ Q_{1000}
- Kondisi muka air banjir $H3 = 0,75$ m (bila Q_{PMF} pelimpah tanpa pintu)

Elevasi puncak bendungan ditentukan berdasarkan nilai tertinggi dari hasil perhitungan pada ketiga kondisi yang dianalisis.

- Tinggi gelombang karena angin (Hw)

$$Hw = 0,17(V.F)^{0,5} + 2,5 - (F)^{0,25}$$

V = 100 mil/jam untuk keadaan normal dan 50 mil/jam untuk keadaan banjir

$$\begin{aligned} F &= 1000 \text{ m (data proyek)} \\ &= 1000 \cdot 0,0006213 \text{ (nilai konversi m ke mil)} \\ &= 0,6213 \text{ mil} \end{aligned}$$

Kondisi Normal

$$\begin{aligned} Hw &= 0,17 \cdot (100 \cdot 0,6213)^{0,5} + 2,5 - (0,6213)^{0,25} \\ &= 2,9522 \text{ ft} \\ &= 2,9522 \cdot 0,3048 \text{ (nilai konversi ft ke m)} \\ &= 0,8998 \text{ m} \end{aligned}$$

Kondisi Banjir

$$\begin{aligned} Hw &= 0,17 \cdot (50 \cdot 0,6213)^{0,5} + 2,5 - (0,6213)^{0,25} \\ &= 2,5597 \text{ ft} \\ &= 2,5597 \cdot 0,3048 \text{ (nilai konversi ft ke m)} \\ &= 0,7802 \text{ m} \end{aligned}$$

- Peningkatan tinggi muka air karena angin (Hs)

$$Hs = (V^2 \cdot F) / (1400 \cdot D) \cos A$$

D = 45 m (data proyek)

Kondisi Normal

$$\begin{aligned} Hs &= (100^2 \cdot 0,6213) / (1400 \cdot 45) \cos 18^\circ \\ &= 0,094 \text{ ft} \\ &= 0,094 \cdot 0,3048 \text{ (nilai konversi ft ke m)} \\ &= 0,02826 \text{ m} \end{aligned}$$

Kondisi Banjir

$$Hs = (50^2 \cdot 0,6213) / (1400 \cdot 45) \cos 18^\circ$$

$$= 0,0235 \text{ ft}$$

$$= 0,0235 \cdot 0,3048 \text{ (nilai konversi ft ke m)}$$

$$= 0,007 \text{ m}$$

- Tinggi rayapan gelombang (Hr)

$$Hr = \frac{V \cdot g^2}{2 \cdot g}$$

$$g = 32,185 \text{ ft/det}^2$$

$$Hd = 0,13 \text{ ft}$$

$$Vg = 5 + 2 Hd$$

$$= 5 + 2 \cdot 0,13 = 5,26$$

$$= \frac{5,26^2}{2 \cdot 32,185}$$

$$= 0,430 \text{ ft}$$

$$= 0,131 \text{ m}$$

- Tinggi gelombang akibat gempa (he)

$$he = \frac{k \cdot \tau}{2\pi} \cdot \sqrt{g \cdot Ho}$$

dengan tinggi air di waduk (H) :

$$Ho = \text{elevasi MAN} - \text{elevasi dasar sungai}$$

$$= 685,35 \text{ m} - 625,00 \text{ m}$$

$$= 60,35 \text{ m}$$

$$k = 0,2 \text{ (koefisien gempa Bendungan Jlantah)}$$

$$t = 1 \text{ detik (waktu terjadi gempa)}$$

$$\begin{aligned} he &= \frac{0,17 \cdot 1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{9,81 \cdot 60,35} \\ &= 0,77 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tinggi cadangan untuk ketidakpastian (hu)

- Pada kondisi muka air normal $hu = 1,0$ m

- Pada kondisi banjir Q_{1000} atau PMF $hu > 0,5$ m, bila pelimpah tanpa pintu $hu > 1,00$ m, bila terjadi kemacetan operasi pintu pelimpah

4.2.2 Tinggi Jagaan Bendungan

Tinggi jagaan kondisi normal dan banjir dihitung dengan persamaan berikut :

- Tinggi Jagaan Kondisi Muka Air Normal

$$H1 \geq \frac{3}{4} Hw + Hs + Hr + He + hu$$

$$\begin{aligned} &= \frac{3}{4} \cdot 0,8998 + 0,0286 + 0,131 + 0,77 + 1,0 \\ &= 2,609 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tinggi Jagaan Kondisi Banjir 1000 Tahun

$$H2 \geq \frac{3}{4} Hw + Hs + Hr + hu$$

$$\begin{aligned} &= \frac{3}{4} \cdot 0,7802 + 0,007 + 0,131 + 0,50 \\ &= 1,223 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tinggi Jagaan Kondisi Banjir PMF

$$H3 \geq 0,75$$

Berdasarkan hasil perhitungan tinggi jagaan dari ketiga kondisi serta ketentuan yang berlaku, elevasi puncak bendungan untuk kondisi normal dapat menggunakan persamaan berikut :

$$= MAN + H1$$

$$= 685,00 + 2,609 \text{ m}$$

$$= 687,61 \text{ m}$$

Elevasi Puncak Kondisi Banjir

$$= MAN_{1000} + H2$$

$$= 685,35 + 1,223 \text{ m}$$

$$= 688,57 \text{ m}$$

Elevasi Puncak Kondisi PMF

$$= MAB_{PMF} + H3$$

$$= 686,49 + 0,75 \text{ m}$$

$$= 687,24 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, kondisi PMF menghasilkan tinggi jagaan yang menjadi acuan dalam menentukan elevasi puncak bendungan, yaitu pada elevasi +687,24 meter.

Tambahan tinggi jagaan diperlakukan untuk mencegah aliran air melimpas melalui bagaian atas bendungan, dan ukuran atau dimensinya disesuaikan dengan tipe bendungan yang digunakan. Pada bendungan jenis tipe urugan, tinggi jagaan ditentukan sebesar 3,00 meter. Dengan demikian, elevasi puncak bendungan adalah 687,24 + 3,00 meter didapatkan 690,24 meter.

Dengan demikian, ketinggian Bendungan Jlantah adalah

$$H = \text{elevasi banjir PMF} - \text{elevasi dasar}$$

$$= 690,24 - 625,00 \text{ m}$$

$$= 65,24 \text{ m}$$

4.2.3 Lebar Mercu Bendungan

Menentukan lebar mercu bendungan menggunakan rumus empiris dari *ICLUD* yang disajikan berikut ini :

$$B = 3,6 \cdot H^{1/3} - 3$$

$$= 3,6 \cdot 65,24^{1/3} - 3$$

$$= 11 \text{ m}$$

4.2.4 Kemiringan Lereng Bendungan

Kemiringan lereng pada tubuh bendungan utama dihitung berdasarkan rumus tertentu dengan menggunakan data yang tersedia.

1. Perhitungan kemiringan lereng hulu tubuh

bendungan :

$$\gamma_{sat} = 2,08 \text{ kn/m}^3$$

$$\phi = 25^\circ$$

$$\gamma_w = 1,97 \text{ kn/m}^3$$

$$k = 0,008 \text{ cm/det}$$

data yang tersedia sebelumnya merujuk pada kondisi di zona 3, yaitu lapisan timbunan batu yang merukan bagian terluar dari sisi hulu lereng tubuh bendungan. Berikut ini merupakan perhitungan untuk menentukan kemiringan lereng hulu bendungan :

$$\begin{aligned} \gamma_{Sub} &= \gamma_{sat} - \gamma_w \\ &= 2,08 \text{ kn/m}^3 - 1,97 \text{ kn/m}^3 \\ &= 0,11 \text{ kn/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma' &= \gamma_{sat} / \gamma_{Sub} \\ &= \frac{2,08 \text{ kn/m}^3}{0,11 \text{ kn/m}^3} \\ &= 18,91 \text{ kn/m}^3 \end{aligned}$$

$$FS_{hulu} = \frac{m - k \cdot \gamma' \cdot m}{1 + k \cdot \gamma' \cdot m} \cdot \text{tg } \phi \geq 1,1$$

$$1,1 = \frac{m - 0,008 \text{ cm/det} \cdot 18,91 \text{ kn/m}^3}{1 + 0,008 \text{ cm/det} \cdot m}$$

$$\text{tg } 41^\circ$$

$$2,359 = \frac{m - 0,849}{1 + 1,151 \cdot m}$$

$$2,510 = 0,737$$

$$m = 3,4$$

2. Perhitungan kemiringan lereng hilir tubuh bendungan :

$$k = 0,008 \text{ kn/m}^3$$

$$\phi = 41^\circ$$

Data tersebut merujuk pada kondisi di zona 3, yaitu lapisan timbunan batu yang merupakan bagian terluar di sisi hulu lereng tubuh bendungan. Berikut ini merupakan perhitungan untuk menentukan kemiringan lereng hilir bendungan :

$$FS_{hilir} = \frac{n - k}{1 + k \cdot n} \cdot \text{tg } \phi \geq 1,1$$

$$1,1 = \frac{n - 0,008 \text{ cm/det}}{1 + 0,008 \text{ cm/det} \cdot n} \cdot \text{tg } 41^\circ$$

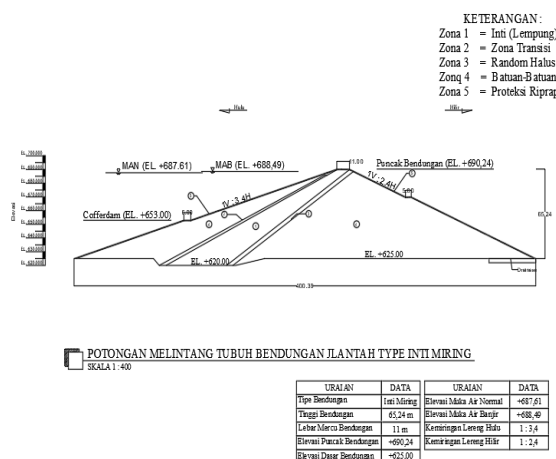
$$2,359 = \frac{n - 0,008 \text{ cm/det}}{1 + 0,008 \text{ cm/det} \cdot n}$$

$$2,367 = 0,984 \cdot n$$

$$n = 2,367 / 0,984$$

$$= 2,4 \text{ m}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kemiringan lereng pada sisi hulu bendungan adalah 1V : 3,4 H, sedangkan kemiringan lereng pada sisi hilir bendungan adalah 1V : 2,4 H.



Gambar 4. Potongan melintang tubuh Bendungan Jlantah tipe inti miring
 Sumber : (hasil Analisis, 2025)

4.2.5 Analisis Stabilitas Tubuh bendungan

Tujuan utama dari analisis stabilitas bendungan adalah untuk memastikan keamanan struktur sekaligus memperoleh desain yang efisien secara ekonomi. Dalam proses analisa ini, perlu dilakukan identifikasi terhadap kondisi geologi, jenis material, serta faktor ekonomi yang dapat memengaruhi kestabilan bendungan. Untuk memastikan bahwa tubuh bendungan yang dirancang berapa dalam kondisi aman, maka perlu dilakukan perhitungan terhadap stabilitas lerengnya.

4.2.6 Analisa Stabilitas Lereng Tubuh Bendungan Metode *Fellenius*

Dalam kajian analisis stabilitas lereng, digunakan metode *Fellenius* untuk menghitung stabilitas lereng pada sisi hulu dan hilir tubuh bendungan, dengan mempertimbangkan beberapa kondisi berikut :

1. Waduk keadaan kosong, baik pada kondisi normal maupun saat terjadi gempa.
2. Waduk pada kondisi Muka Air Normal (MAN), dalam keadaan normal dan saat gempa.
3. Waduk pada kondisi Muka Air Banjir (MAB), baik dalam kondisi normal maupun saat terjadi gempa

perhitungan *Safety Factor* Lereng Tubuh Bendungan :

$$SF = \frac{\sum (C \cdot I) + (N \cdot \tan \phi)}{\sum T}$$

$$= \frac{0,00 + 1392,07}{864,16}$$

$$= 1,611$$

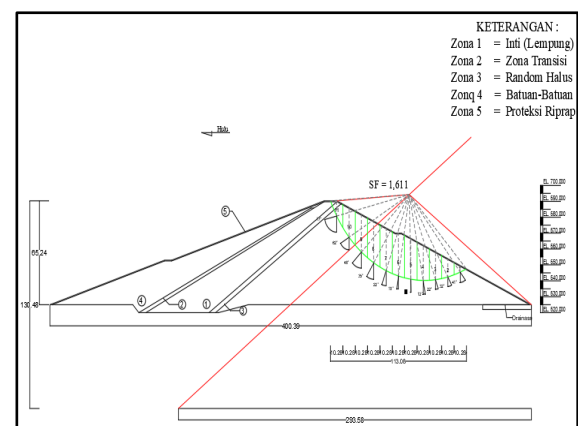
Syarat stabilitas Lereng Kondisi Normal $SF > 1,5$

$SF = 1,611 > 1,5$ (memenuhi syarat)

Tabel 2. Stabilitas Lereng Hilir Tubuh Bendungan Saat Waduk Kosong Kondisi Normal

No	zona	A (m ²)	γd (t/m ³)	W (t/m)	T (t/m)	N.Tan φ (t/m)	C.I (t/m)
1	Timbunan Batu	42,63	1,648	70,25	-46,09	24,72	0,00
2	Timbunan Batu	118,10	1,648	194,62	103,13	76,96	0,00
3	Timbunan Batu	179,86	1,648	296,41	111,04	128,15	0,00
4	Timbunan Batu	228,76	1,648	377,00	-78,38	171,96	0,00
5	Timbunan Batu	264,99	1,648	436,70	-7,62	203,93	0,00
6	Timbunan Batu	277,39	1,648	457,14	79,38	209,93	0,00
7	Timbunan Batu	275,99	1,648	454,84	0,00	196,65	0,00
8	Timbunan Batu	269,26	1,648	443,75	254,52	169,50	0,00
9	Timbunan Batu	243,12	1,648	400,67	297,75	125,02	0,00
10	Timbunan Batu	190,75	1,648	314,35	277,55	68,82	0,00
11	Timbunan Batu	60,42	1,648	99,56	97,01	10,44	0,00
	Random Halus	19,32	1,123	21,70	21,14	3,68	0,00
	Inti	9,42	1,382	13,01	12,68	2,64	0,00
Jumlah				864,16	1392,07	0,00	

Sumber : (Hasil Perhitungan, 2025)



Gambar 5. Stabilitas lereng hilir tubuh bendungan saat waduk kosong kondisi normal
 Sumber : (Hasil Analisis, 2025)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil perhitungan, dapat disimpulkan sebagai

berikut:

1. Pada debit banjir rancangan Q_{PMF} , diperoleh debit masuk (*inflow*) = 406,42 m³/detik dan debit keluar (*outflow*) sebesar 106,43 m³/detik.
2. Volume tampungan dan elevasi Waduk Jlantah pada kondisi muka air normal (MAN) dan muka air banjir (MAB) adalah sebagai berikut :
Volume tampungan saat muka air normal (MAN) mencapai 122,09 juta m³ dengan elevasi +687,61 m.
Volume tampungan saat muka air banjir (MAB) sebesar 122,81 juta m³ dengan elevasi +688,57 m.
3. Dimensi alternatif tubuh Bendungan Jlantah dengan tipe inti miring adalah sebagai berikut :
tinggi bendungan mencapai 65,24 meter; lebar mercu sebesar 11 meter; kemiringan lereng hulu didapatkan 1V : 3,4H; dan kemiringan lereng sisi hilir adalah 1V :2,4H.
4. Hasil analisis stabilitas lereng tubuh Bendungan Jlantah melalui perhitungan manual menggunakan metode *Fellenius* disajikan sebagai berikut :
Pada sisi hulu, saat waduk dalam keadaan kosong, nilai stabilitas lereng pada kondisi normal adalah 2,240 (>1,5) dan pada kondisi gempa adalah 1,470 (>1,1). Saat muka air normal (MAN), nilai stabilitas lereng hulu adalah 1,558 (>1,5) dalam kondisi normal dan 1,242 (>1,1) saat gempa. Ketika muka air banjir (MAB), nilai stabilitas lereng hulu mencapai 1,680 (>1,5) untuk kondisi normal dan 1,286 (>1,1) saat gempa. Untuk sisi hilir, saat waduk kosong, stabilitas lereng tercatat 1,611 (>1,5) dalam kondisi normal dan 1,233 (>1,1) saat gempa. Pada kondisi MAN, nilai stabilitas lereng hilir adalah 1,539 (>1,5) dan 1,123 (>1,1) saat gempa. Sedangkan pada kondisi MAB, stabilitas lereng hilir mencapai 1,511 (>1,5) dalam kondisi normal dan 1,120 (>1,1) saat gempa. Seluruh nilai tersebut menunjukkan bahwa lereng bendungan berada dalam kondisi stabil dan memenuhi

kriteria keamanan yang disyaratkan.

5.2.Saran

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Dalam perhitungan debit banjir rancangan untuk kala ulang tertentu, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan metode alternatif, seperti HSS *Snyder*, HSS Gama 1, dan metode lainnya.
2. Analisis stabilitas lereng akibat rembesan sebaiknya mempertimbangkan tidak hanya zona inti, tetapi juga mencakup zona filter, baik filter halus maupun filter kasar, guna memperoleh hasil analisis yang lebih menyeluruh.
3. Untuk menentukan stabilitas lereng pada tubuh bendungan, dapat digunakan perangkat lunak alternatif seperti Plaxis atau Geostudio.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maulana, M. L., Maulana, E. Noerhayati, dan A. Rachmawati. (2022). Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek. Jurnal Rekaya Sipil. Universitas Islam Malang.
- [2] R. A. Sameth, E. Noerhayati, dan A. Rokhmawati. (2022). Studi Alternatif Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Bendungan Jlantah Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah. Jurnal Rekayasa Sipil, Universitas Islam Malang.
- [3] Soedibyo. (2003). Teknik Bendungan. Pradnya Paramita.
- [4] A. Azhari, E. Noerhayati, Dan B. Suprpto. (2024) Studi Alternatif Perencanaan Tubuh Bendungan Utama (*Main Dam*) Pada Waduk Pamukkulu Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Rekayasa Sipil, Universitas Islam Malang.
- [5] A. Rozana, E. Noerhayati, Dan A. Rokhmawati. (2020). Studi Perencanaan Ambang Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Randugunting Kabupaten Blora. Jurnal Rekayasa Sipil, Universitas Islam Malang.
- [6] Mahmad Alfian Niam, Eko Noerhayati, & Warsito. (2022). Studi Alternatif Sedimentasi Umur Bendungan Bagong Kabupaten Trenggalek Berbasis *Arcgis*. Jurnal Rekayasa Sipil, Universitas Islam Malang.

- [7] A. Zamroni, E. Noerhayati, dan B. Suprpto. (2020). Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Way Sekampung Kabupaten Pringsewu Lampung. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Universitas Islam Malang.