

Studi Perencanaan Ulang Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Di Bendungan Semantok Kabupaten Nganjuk

Dimas Enggar Pambudi¹⁾, Trilita M. Nur²⁾, Wahjudijanto Iwan³⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia
Email: masenggar058@gmail.com

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia
Email: minarni.ts@upnjatim.ac.id

³⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia
Email: iwanupn@yahoo.com

Received: 2024-01-18; Accepted: 2024-03-07; Published: 2024-03-30

Abstract

The Semantok Dam in Rejoso, Nganjuk, East Java, is intended to address irrigation and domestic water needs around Sebuntal Village, Marangkayu. The spillway is planned to stand perpendicular to the dam body, using the Ogee type I design with various components such as steering channels, transitions, launchers, trumpet launchers, and USBR Type III pool-type energy dampers. The planned discharge for the 1000-year anniversary period reached 302,161 m³/s. The planned dimensions involve a spillway width of 30 meters and a pond length of 19.2 meters. The results of the safety analysis showed that the moment of rolling and sliding under normal conditions reached a value of 1.69 and 2.50, which exceeded the minimum safety standard of 1.5

Keywords: Dam, Spillway; Hydrology; Hydraulics; Water building safety stability

Abstrak

Bendungan Semantok di Rejoso, Nganjuk, Jawa Timur, dimaksudkan untuk mengatasi kebutuhan air irigasi dan domestik di sekitar Desa Sebuntal, Marangkayu. Pelimpah direncanakan berdiri tegak lurus dengan tubuh bendungan, menggunakan desain Ogee tipe I dengan berbagai komponen seperti saluran pengarah, transisi, peluncur, peluncur terompet, dan peredam energi berjenis kolam olakan USBR Type III. Debit rencana untuk periode ulang 1000 tahun mencapai 302,161 m³/dtk. Dimensi yang direncanakan melibatkan lebar pelimpah sebesar 30 meter dan panjang kolam olak 19,2 meter. Hasil analisis keamanan menunjukkan bahwa momen guling dan geser pada kondisi normal mencapai nilai 1,69 dan 2,50 yang melebihi standar keamanan minimal 1,5.

Kata Kunci: Bendungan; Spillway; Hidrologi; Hidrolika; Stabilitas keamanan bangunan air

PENDAHULUAN

Dalam sebuah laporan berita (Kamto/Waw, 2022), Kecamatan Rejoso, yang terletak di Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur, menghadapi sejumlah masalah di berbagai desanya, termasuk masalah banjir. Kecamatan Rejoso ini berdekatan dengan Kabupaten Bojonegoro. Banjir, seperti yang dijelaskan oleh (Jatengprov, 2022), merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Beberapa penyebab umum banjir di Indonesia mencakup tingginya curah hujan di daerah tersebut, perbedaan permukaan tanah yang lebih rendah dari muka air laut, dan lokasi geografis yang cekung dengan sedikit kemampuan resapan air. Oleh karena itu, solusi untuk mengatasi masalah banjir ini melibatkan pembangunan bangunan air seperti bendungan di Kecamatan Rejoso.

Bendungan Semantok adalah salah satu proyek bangunan air besar yang bertujuan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, termasuk irigasi bagi warga sekitar dan pengendalian banjir. Bendungan ini memiliki konstruksi berbasis tanah batu pasir dan juga memiliki

bangunan pelimpah yang dirancang secara khusus untuk mengalirkan air dari waduk dan mendistribusikannya melalui saluran air di sekitarnya, sesuai dengan penjelasan dari (Soedibyo, 2003).

Menurut (Soedibyo, 2003), salah satu kriteria penting dalam perencanaan bangunan air adalah memastikan bahwa bangunan pelimpah yang memadai harus tersedia untuk mencegah terjadinya bahaya limpasan air yang dapat melewati puncak bendungan. Selain itu, stabilitas konstruksi harus dipertimbangkan dengan cermat, dan perlu adanya tindakan untuk mencegah rembesan air melalui penggunaan saluran filter dan pondasi cut off. Pentingnya perencanaan yang baik untuk bangunan pelimpah ini terletak pada kemampuannya untuk mengatasi situasi saat waduk meluap (overtopping), yang jika tidak diantisipasi dengan baik, dapat menyebabkan masalah serius. Solusi terbaik dalam mengatasi overtopping adalah dengan merancang bangunan pelimpah yang memungkinkan

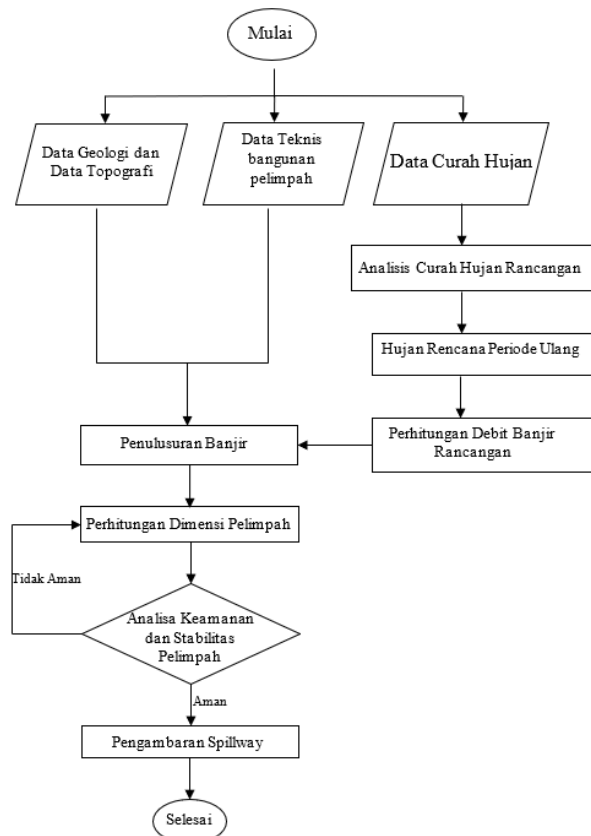
Pembagian air yang aman dalam waduk. Selain itu, desain ulang bangunan pelimpah juga dapat

meningkatkan keamanan bendungan, memenuhi persyaratan regulasi yang berkaitan dengan standar keamanan yang terbaru, serta meningkatkan efisiensi dalam operasi bendungan, sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan pedoman yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Berikut adalah langkah-langkah perencanaan ulang bangunan pelimpah (*Spillway*) :

Dalam penelitian ini, data curah hujan dari tahun 2001 hingga 2021 diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat bidang pengairan Kabupaten Nganjuk, termasuk data dari 4 stasiun hujan terdekat dengan bendungan dan informasi tentang bangunan pelimpah dari Pejabat Pembuat Komitmen Bendungan II SNVT pembangunan Bendungan Balai Besar Sungai Brantas. Langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan melibatkan analisis curah hujan rencana untuk menghitung luasan stasiun hujan yang digunakan dan rata-rata curah hujan, perhitungan hujan rencana tahunan setelah menganalisis curah hujan rencana, perhitungan debit banjir dengan memanfaatkan data hujan rencana periode tahunan, penelusuran banjir untuk mencari outflow dan membandingkan dengan inflow, perhitungan dimensi pelimpah dengan menggunakan debit yang telah dihitung dari penelusuran banjir, analisis keamanan dan stabilitas dimensi pelimpah untuk menentukan kelayakan, dan akhirnya, penggambaran dimensi pelimpah yang aman melalui media kertas A3.



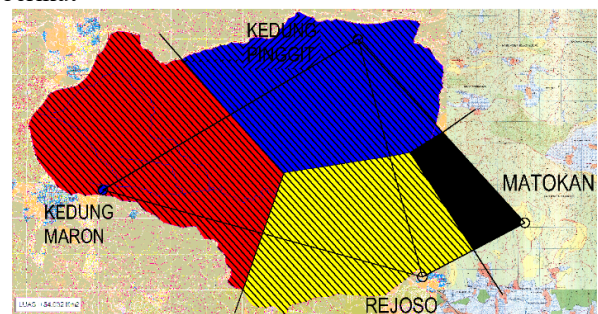
Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan analisis hidrologi dimulai dengan menghitung curah hujan harian maksimum, melakukan analisis frekuensi dengan menggunakan metode log pearson III, dan akan menguji hasilnya dengan metode Smirnov-kolmogorov. Selanjutnya, dilakukan perhitungan curah hujan harian maksimum yang dapat terjadi, perhitungan distribusi hujan, perhitungan koefisien aliran, serta perhitungan hidrograf satuan sintetik menggunakan metode nakayasu.

Data Curah Hujan dan Perhitungan Hujan Rata-rata Daerah

Analisa curah hujan harian ini memakai perhitungan polygon thiessen pada 4 stasiun diurut tertinggi sampai terendah yang berada pada dekat DAS perencanaan tersebut pada stasiun dapat dilihat dari tabel berikut



Gambar 2

Tabel 1

Stasiun hujan	Luas daerah pengaruh hujan (Km ²)	Bobot (%)
Kedung Pinggit	12.88	23.84
Kedung Maron	21.92	40.57
Matokan	11.99	22.19
Rejoso	7.22	13.40

Dari hasil perhitungan hujan rata-rata dapat disimpulkan sebagai berikut :

Tabel 2

No	Stasiun Hujan	Stasiun Hujan				X (mm)
		K. Pingit	K. Maron	Matokan	Rejoso	
1	Matokan	3	64	80	94	42,60
2	Matokan	85	69	85	75	63,80
3	Rejoso	144	85	0	94	74,06
4	Rejoso	64	97	55	69	65,81
5	Matokan	105	90	96	75	78,56
6	Matokan	94	46	90	80	57,56
7	Matokan	131	77	97	110	81,57
8	Matokan	95	140	90	74	95,61
9	Matokan	114	42	75	89	59,20
10	Matokan	120	98	85	80	84,20
11	Rejoso	85	75	65	120	66,06
12	Matokan	60	15	85	68	35,54
13	Matokan	106	64	80	114	68,28
14	Rejoso	123	94	85	115	85,23
15	Rejoso	80	97	75	78	72,80
16	Rejoso	156	34	85	155	70,98
17	Matokan	94	0	90	92	39,56
18	Rejoso	71	43	70	88	48,63
19	Matokan	67	54	86	96	54,72
20	Rejoso	76	55	94	99	58,51
21	Rejoso	82	15	81	115	42,86
Total						1346,13
Rata-rata (Xr)						64,10

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Hasil uji kesesuaian distribusi ini menentukan empiris dan sampel data yang berfungsi teoritis, Uji kesesuaian ini memakai metode smirnov-kolmogorov.

Didapatkan kepercayaan $\alpha = 0,05$, Untuk memperoleh nilai $21 = 0,254$ didapatkandari tabel 2.5 dengan perhitungan interpolasi dan dari perhitungan pada tabel 4.13 didapatkan 1,79 maka syarat nilai Bila Δ maksimum $< \Delta$ Cr maka distribusi diterima dengan nilai $0,254 < 1,79$ (memenuhi syarat).

Kemudian dilanjutkan dengan mencari batas kelas pada uji chi kuadrat dengan perhitungan di bawah ini :

$$Y = 1+3,3 \times \log n \quad (1)$$

$$Y = 1+3,3 \times \log 21$$

$$Y = 5,36 \text{ dibulatkan menjadi } 6$$

Dari perhitungan diatas mendapatkan jumlah batas kelas yang akan digunakan yaitu 6, berikut merupakan perhitungan batas kelas uji chi kuadrat :

Tabel 3

Interval	Ei	Oi	(Oi-Ei) ²	(Oi-Ei) ² /Ei
>81,81	3,5	4	0,5	0,071
70,08-81,81	3,5	4	0,5	0,071
61,67-70,08	3,5	4	0,5	0,071
54,47-61,67	3,5	4	0,5	0,071
47,28-54,47	3,5	1	-2,5	1,786
<47,28	3,5	4	0,5	0,071
Jumlah	21	21	R2 =	2,143

Dari perhitungan pada tabel diatas di dapatkan nilai R2 sebesar 2,143 dari hasil ini derajat kebebasan (Dk) dengan cara sebagai berikut :

$$Dk = k-(p+1) \quad (2)$$

$$Dk = 21-(2+1)$$

$$Dk = 18$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui apakah uji chi kuadrat diterima atau tidak dengan ketentuan R2 hitung $< R2$ tabel. Nilai R2 tabel yang dipakai sebagai acuan adalah pada tabel 2.6 jika nilai 0,05 dan pada derajat kebebasan 18 didapatkan nilai R2 hitung $2,143 < R2$ tabel 28,869 maka hasil dapat diterima.

Distribusi Curah Hujan

Perhitungan curah hujan sampai jam ke T

$$T1' = 1. 0,585 R24 = 0,585 R24$$

$$T2' = 2. 0,368 R24 - 0,585 R24 = 0,151 R24$$

$$T3' = 3. 0,281 R24 - 2. 0,368 R24 = 0,107 R24$$

$$T4' = 4. 0,232 R24 - 3. 0,281 R24 = 0,085 R24$$

$$T5' = 5. 0,200 R24 - 4. 0,232 R24 = 0,072 R24$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.

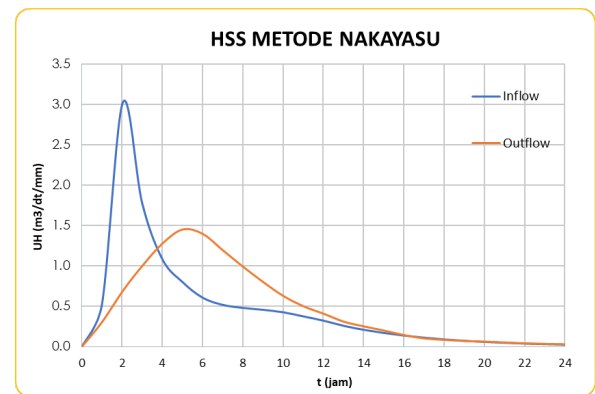
Tabel 4 Perhitungan distribusi hujan efektif setiap jam Das Semantok

Jam ke	Rt	R2	R5	R10	R25	R50	R100	R1000
		51,51	61,80	69,16	78,64	85,69	92,66	115,72
1	0,585	30,13	36,15	40,46	46,00	50,13	54,21	67,70

Jam ke	Rt	R2	R5	R10	R25	R50	R100	R1000
		51,51	61,80	69,16	78,64	85,69	92,66	115,72
2	0,151	7,78	9,33	10,44	11,87	12,94	13,99	17,47
3	0,107	5,51	6,61	7,40	8,41	9,17	9,91	12,38
4	0,085	4,38	5,25	5,88	6,68	7,28	7,88	9,84
5	0,072	3,71	4,45	4,98	5,66	6,17	6,67	8,33

Penelusuran Banjir

Dari hasil perhitungan penelusuran banjir inflow tertinggi berada pada 302,1 m³/dtk dan outflow terbesar 145,33 m³/dtk dengan lebar spillway 30 meter didapatkan kurva penelusuran banjir sebagai berikut:



Gambar 3

Perhitungan volume tampungan sebagai berikut:

$$\text{Volume I} = 1883448 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume II} = 5438898 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume III} = 640314 \text{ m}^3 +$$

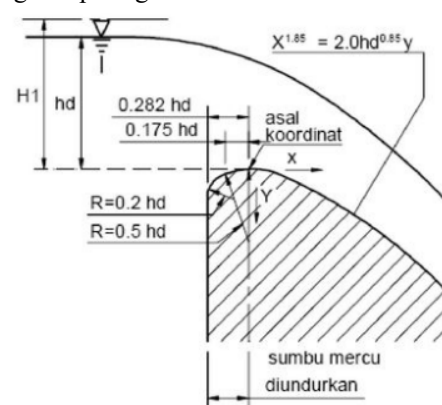
$$\text{Volume total} = 13725486 \text{ m}^3$$

Dari volume tampungan diperoleh elvasi +86

Analisis Perhitungan Dimensi Pelimpah

- Koefisien Aliran

Pada perencanaan ini memakai pelimpah tipe mercu ogee seperti gambar dibawah berikut :



Gambar 4 Pelimpah mercu tipe ogee

Sumber: U.S Army corps of engineers

Untuk persamaan antara tinggi energi dan debit untuk bendung mercu tipe ogee sebagai berikut :

$$Q = C_d \cdot \frac{2}{3} \sqrt{(2/3 \cdot g \cdot b)} h^{1.5} \quad (3)$$

Dengan :

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{debit)}$$

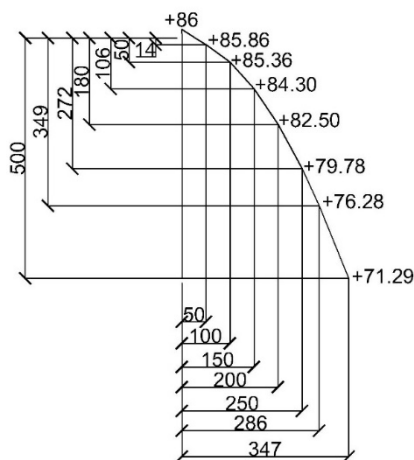
$$C_d = \text{Koefisien debit (C0 C1 C2)}$$

- g = Gravitasi (9,8 m/detik)
b = Lebar mercu (m)
H = Tinggi energi diatas ambang

Dari perhitungan diatas didapatkan koordinat lengkung bawah mercu sebagai berikut :

Tabel 5

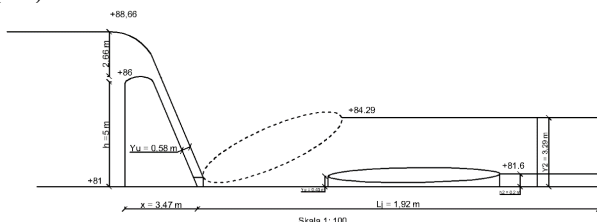
X	Y	elevasi
0	0	86
0,5	0,14	85,86
1	0,50	85,36
1,5	1,06	84,30
2	1,80	82,50
2,5	2,72	79,78
2,86	3,49	76,28
3,47	5,00	71,29



Gambar 5

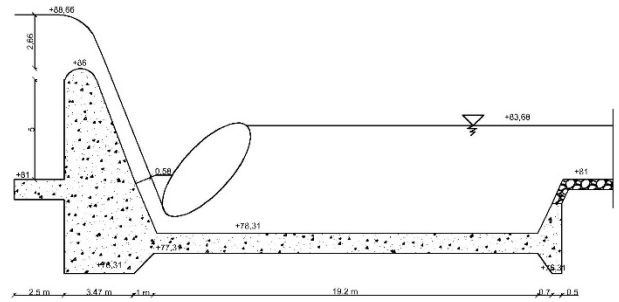
• Perhitungan Peredam Energi

Hasil perhitungan untuk aliran di atas bendung, seperti pada kasus D dengan kriteria perencanaan kp-02 tahun 2013, menunjukkan $Y_u = 0,58$ m, $Y_1 = 0,43$ m, $Y_2 = 3,29$ m, dan $H_2 = 0,28$ m. Dalam kondisi ini, kedalaman air hilir (h_2) lebih kecil dari kedalaman konjugasi (Y_2).



Gambar 6

Keadaan ini tidak diizinkan karena dapat menyebabkan loncatan air yang merusak sungai yang tidak terlindungi. Solusinya adalah mengadopsi pola loncatan air pada kasus c dengan menyamakan kedalaman konjugasi (Y_2) dengan kedalaman hilir (H_2). Hal ini dilakukan dengan menambahkan pondasi di bawah kolam olak dari kedalaman konjugasi (Y_2) hingga kedalaman hilir (H_2).



Gambar 7

- Jadi kolam olak datar yang dipakai adalah kolam olak datar USBR tipe III dengan syarat

$$q < 18.5 \text{ m}^3/\text{dtk} = 4.84 < 18.5 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$V < 18 \text{ m}/\text{dtk} = 11.14 < 18 \text{ m}/\text{dtk}$$

$$Fr > 4.5 = 5.42 > 4.5$$

- Blok Muka

Tinggi blok muka :

$$n = \frac{Y_1(4+Fr)}{6} = \frac{0.43(4+5.42)}{6} = 0.67 \text{ m}$$

$$\text{Jarak pinggir} = 0.5 \times Y_1$$

$$= 0.5 \times 0.43 = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar kolam olak} = 30 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antara blok muka} = Y_1 = 0.43$$

$$\text{Panjang antara blok muka ke blok halang} = 0.82 \times Y_2 = 0.82 \times 3.29 = 2.69 \text{ m}$$

- Blok Halang

Tinggi blok halang :

$$n = \frac{Y_1(18+Fr)}{18} = \frac{0.43(18+5.42)}{18} = 0.55 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antara blok} = 0.75 \times n = 0.75 \times 0.55 = 0.41 \text{ m}$$

$$\text{Jarak pinggir} = 0.675 \times n = 0.675 \times 0.55 = 0.37 \text{ m}$$

$$\text{Lebar blok halang} = 0.2 \times n = 0.2 \times 0.55 = 0.11 \text{ m}$$

- Panjang Kolam (L_j)

$$L_j = 5(n+Y_2)$$

$$= 5 \times (0.55+3.29)$$

$$= 19.2 \text{ m}$$

- Blok halang :

Tinggi blok halang :

$$n = \frac{Y_1(18+Fr)}{18} = \frac{0.43(18+5.42)}{18} = 0.55 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antara blok} = 0.75 \times n = 0.75 \times 0.55 = 0.41 \text{ m}$$

$$\text{Jarak pinggir} = 0.675 \times n = 0.675 \times 0.55 = 0.37 \text{ m}$$

$$\text{Lebar blok halang} = 0.2 \times n = 0.2 \times 0.55 = 0.11 \text{ m}$$

Jumlah blok halang

30 meter lebar pelimpah = (2 buah jarak pinggir x jarak pinggir) + (56 buah blok halang x lebar blok halang) + (56 buah jarak antara blok x jarak antara blok halang)

$$30 = (2 \times 0.37) + (56 \times 0.11) + (56 \times 0.41)$$

$$30 = 29.86 \text{ dibulatkan menjadi } 30$$

ANALISA STABILITAS PELIMPAH

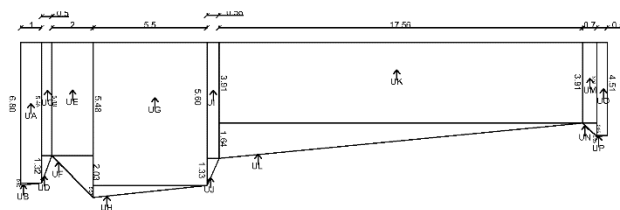
Titik	Garis	LV	LH	1/3LH	LW	ΔH	H	PX
A					0	0,00	5,12	5,12
	A-B	2,5						
B					2,5	0,72	7,62	6,90
	B-C		1	0,33				
C					2,83	0,82	7,62	6,80
	C-D	1,11						
D					3,94	1,14	6,62	5,48

Titik	Garis	LV	LH	1/3LH	LW	Δ H	H	PX
E	D-E		2,5	0,83				
F	E-F	3,19			4,78	1,38	6,62	5,24
G	F-G		6,07	2,02	7,97	2,30	9,81	7,51
H	G-H	1,15			9,99	2,88	9,81	6,93
I	H-I		17,56	5,85	11,14	3,21	8,81	5,60
J	I-J	1,22			16,99	4,90	8,81	3,91
K	J-K		0,5	0,17	18,21	5,25	9,81	4,56
L	K-L	3,5			18,38	5,30	9,81	4,51
					21,88	6,31	6,31	0,00

Dengan :

Menghitung gaya gravitasi (beban sendiri)
diketahui γ beton = 2400kg/m³
 $G = L \cdot \gamma$ beton

Segmen	Uraian	Gaya (ton)
GA	(2,50 x 1) x 2,4	6,00
GB	(2,5 x 1,5) x 2,4	9,00
GC	(1/2 x 0,5 X 1) x 2,4	0,60
GD	(8,69 x 1,61) x 2,4	33,58
GE	(1 x 5,5) x 2,4	13,20
GF	(1/2 X 1 x 0,57) x 2,4	0,68
GG	(4,5 x 1) x 2,4	10,80
GH	(1 x 17,56) x 2,4	42,14
GI	(1 x 0,7) x 2,4	1,68
GJ	(1/2 X 1 x 0,7) x 2,4	0,84
GK	(0,5 X 3,5) X 2,4	4,20
GL	(1/2 X 0,7 X 1,5) 2,4	1,26
GM	(1/2 X 7,68 X 5) X 2,4	1,26
GN	(1/2 X 3,14 X 0,8 ²) x2,4	2,41
Total		127,66



Menghitung Momen Tahan

Segmen	Gaya ton	Lengan	Momen
MT A	6,00	22,77	136,62
MT B	9,00	26,11	234,99
MT C	0,60	27,24	16,34
MT D	33,58	24	1055,88
MT E	13,20	22,18	542,78
MT F	0,68	19,19	263,13
MT G	10,80	20,9	475,72
MT H	42,14	9,41	646,58
MT I	1,68	0,83	1,39
MT J	0,84	0,72	0,60
MT K	4,20	0,24	1,01
MT L	1,26	1,07	1,35

Segmen	Gaya ton	Lengan	Momen
MT M	1,26	21,98	27,69
MT N	2,41	24,02	57,92
Jumlah			3462,00

Menghitung Momen Guling

Segmen	Gaya ton	Lengan	Momen
MG A	6,80	24,85	168,98
MG B	0,05	25,21	1,26
MG C	2,74	24,04	65,87
MG D	0,33	24,17	7,98
MG E	10,96	22,83	250,22
MG F	2,03	22,25	45,17
MG G	38,12	18,86	718,85
MG H	1,60	21,18	33,78
MG I	3,25	16,04	52,10
MG J	0,39	16,17	6,24
MG K	68,66	7,17	492,29
MG L	14,40	13,87	199,72
MG M	2,74	0,83	2,27
MG N	0,23	1,03	0,23
MG O	2,26	0,18	0,41
MG P	0,01	0,41	0,01
Total			2045,36

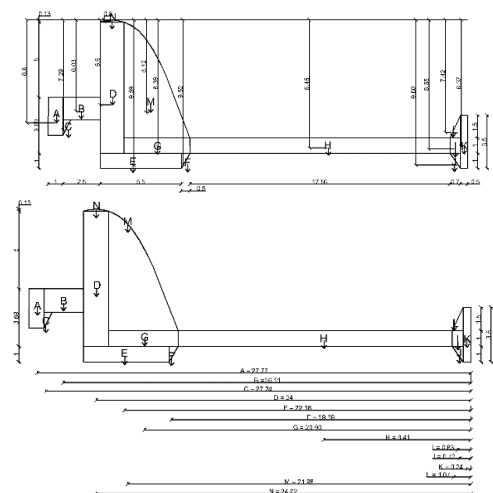
Kontrol terhadap faktor keamanan guling

$$SF = \frac{\Sigma \text{momen tahan}}{\Sigma \text{momen guling}} > 1.5 \quad (4)$$

$$SF = \frac{3462,00}{2045,36} > 1.5$$

SF = 1.69 > 1.5 Ok Aman

Segmen	Gaya (ton)	Horizont al (m)	Gaya x horizontal (m)	Vertikal (m)	Gaya x vertikal (m)
GA	6,00	22,77	136,62	6,8	40,80
GB	9,00	26,11	234,99	6,03	54,27
GC	0,60	27,24	16,34	7,29	4,37
GD	33,58	24	805,88	5,6	188,04
GE	13,20	22,18	292,78	9,59	126,59
GF	0,68	19,19	13,13	9,52	6,51
GG	10,80	20,9	225,72	8,39	90,61
GH	42,14	9,41	396,58	8,45	356,12
GI	1,68	0,83	1,39	8,55	14,36
GJ	0,84	0,72	0,60	9,6	8,06
GK	4,20	0,24	1,01	8,37	35,15
GL	1,26	1,07	1,35	7,42	9,35
GM	1,26	21,98	27,69	6,12	7,71
GN	2,41	24,02	57,92	0,8	1,93
Jumlah	127,66	220,66	2212,00	102,53	943,88



kontrol terhadap faktor keamanan geser

$$Sf = \frac{(\Sigma g - \Sigma u) \times f}{\Sigma h} \geq 1.2 \quad (5)$$
$$Sf = \frac{(943.88 - 154.54) \times 0.7}{220.66} \geq 1.2$$
$$Sf = 2.50 \geq 1.2$$

KESIMPULAN

Hasil perhitungan dari analisis hidrologi, hidrolika, dan kestabilan Sungai Semantok melibatkan stasiun hujan seperti Kedung Pinggit, Kedung Maron, dan Matokan di Rejos. Metode yang digunakan mencakup penentuan curah hujan rata-rata maksimum, analisis distribusi dengan metode Gumbel dan Log Person III, serta pengujian kecocokan menggunakan metode Chi-square dan Smirnov-Kolmogorov. Diperoleh curah hujan rencana dengan periode ulang 1000 tahun sebesar 302,161 m3/dtk. Dimensi Bangunan Pelimpah (Spillway) ditetapkan dengan tipe Mercu Ogee I, lebar pelimpah 30 m, panjang kolam olak 19,2 m, dan tipe kolam olak USBR Type III. Untuk merencanakan bangunan pelimpah, analisis hidrologi memerlukan data curah hujan guna menentukan debit banjir rencana. Pengamatan akurat pos ukur tinggi muka air oleh instansi terkait sangat penting untuk menyajikan data yang baik dalam menganalisis debit puncak atau banjir, dan keseriusan dalam menangani masalah ini diperlukan untuk menghindari potensi terjadinya banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Khoirudin, E. N. (2020). Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (Spillway) pada Bendungan Greneng Kabupaten Blora. *Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 8 No 2*, 72-81.
- Al Maidah, B. S. (2020). Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (Spillway) pada Bendungan Semantok Kecamatan Rejos Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 8 No 4*, 270-280.
- Bagus Prasetya, A. S. (2021). Perencanaan Ulang Bangunan Pelimpah (Spillway) pada Bendungan Bagong Kabupaten Trenggalek. *JOS-MRK, Volume 2 No 3*, 280-286.
- Chow, V. T. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta: Erlangga.
- Hadi, F. K. (2019). *Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah Bendungan Logung Kabupaten Kudus Jawa Tengah*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- Ihlah Adi Putra, E. N. (2022). Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (Spillway) pada Bendungan Tanju di Kecamatan Manggelewa Kabupaten Dompu Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 11 No 3*, 63-73.
- Jatengprov, P. (2022). *Apa itu banjir dan cara menghadapi bencana banjir*. Retrieved from Pusdataru
Jatengprov: <https://pusdataru.jatengprov.go.id/ppid/dokumen/bencana/Apa-itu-banjir-dan-cara-menghadapi-bencana-banjir.pdf>
- Kamto/Waw. (2022). *Langganan Banjir, Warga Nganjuk Berharap Bendungan Semantok Segera Dibangun*. Retrieved from Republik Jatim: <https://republikjatim.com/baca/langganan-banjir-warga-nganjuk-berharap-bendungan-semantok-segera-dibangun>
- Muhammad Satia Jalaludin, M. T. (2017). Studi Perencanaan Spillway Bendungan Loea Kabupaten Kolaka Timur Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan, Volume 1 No 1*.
- PUPR, K. (2017). *Modul 8 Desain Bangunan Pelengkap Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.
- Sarwono, J. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soedibyo. (2003). *Teknik Bendungan, Cet. 2*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, S. (1977). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Triatmojo, B. (2014). *Hidrologi Terapan, Cet. 4*. Yogyakarta: Beta Offset.