

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN PELIMPAH (SPILLWAY) PADA BENDUNGAN PARADO KANCA KECAMATAN MONTA KABUPATEN BIMA NUSA TENGGARA BARAT

Vilda Islamiyah¹, Eko Noerhayati², Warsito³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: vildaislamiah82@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: warsito@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Bima adalah sebuah kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Secara geografis bendungan Parado Kanca terletak antara 118°32'22,9" Bujur Timur sampai Lintang Selatan. Bangunan utama bendungan Parado Kanca menggunakan tipe pelimpah samping. Tujuan dari penyusunan skripsi ini ialah memberikan alternatif perencanaan bendungan dengan tipe Pelimpah Luncur. Dalam perencanaan teknis bendungan diperlukan data hujan, topografi, hidrologi, dan hidrolika. Dalam tahap perencanaan memakai debit banjir rancangan Q1000 Tahun pada Bendungan Parado Kanca, tipe dan dimensi bangunan pelimpah serta apakah stabilitas sudah aman terhadap gempa. Metode yang digunakan adalah Kurva Masa Ganda, Log Person III dan HSS Nakayasu. Hasil analisis perhitungan hidrologi dan penelusuran banjir di dapat debit banjir rancangan inflow Q1000th = 115,48m³/detik dan outflow = 24,40m³/detik. Dimana dimensi ambang pelimpah di rencanakan menggunakan Ogge Tipe I lebar 12,4 m, tinggi 3 m, dan kedalaman air di atas pelimpah 2,41. Saluran Transisi, panjang saluran 23,00 m, Saluran Peluncur, panjang Saluran 48,00 m. Kolam Olak (Peredam Energi), direncanakan menggunakan USBR Tipe II dimana Kedalaman air di ujung hilir Kolam Olak, Panjang Kolam Olakan 6,91 m, dan analisa stabilitas pelimpah aman terhadap gempa.

Kata Kunci : Debet banjir, Bangunan Pelimpah, Kabupaten Bima.

ABSTRACT

Bima Districts is a Districts in the province of West Nusa Tenggara, Indonesia. Geographically, the Parado Kanca dam is located between 118°32'22,9" east longitude to south latitude. The main building of the Parado Kanca Dam uses the Side Spill type. The purpose of preparing this thesis is to provide an alternative dam design with the Gliding Overflow type. In the technical planning of the dam, data on rainfall, topography, hydrological conditions and hydraulic conditions are needed. In the planning stage using the Q1000 year design flood discharge at the Parado Kanca Dam, the type and dimensions of the overflow building and whether the stability is safe against earthquakes. The method used is the Multiple Time Curve, Log Person III and HSS Nakayasu. The results of the analysis of hydrological calculations and flood tracing show that the design flood discharge Q1000th is inflow = 115.48m³/second and outflow = 24.40m³/second. Where the dimensions of the spillway threshold are planned using Ogge Type I with a width of 12.4 m, a height of 3 m, and a water depth above the spillway of 2.41. Transition Channel, channel length 23.00 m, Launcher Channel, Channel length 48.00 m. Stilling Pond (Energy Absorber), is planned to use USBR Type II where the water depth at the downstream end of the Stilling Pond is 6.91 m long, and the spillway stability analysis is safe against earthquakes.

Keywords : Flood debit, Spillway Building, Bima Districts.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok makhluk hidup di alam ini. Kegunaan air antara lain untuk kebutuhan air baku manusia maupun untuk kebutuhan irigasi bagi tanaman di persawahan. Persoalan yang sering terjadi adalah sewaktu musim hujan kerap menimbulkan banjir, sedangkan pada waktu kemarau terjadi kurangnya ketersediaan air.

Desa Kanca, kecamatan Monta, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Mengingat sungai di wilayah Kabupaten Bima memiliki perbedaan debit air rata-rata di musim kemarau dan musim hujan yang relatif besar, maka pembangunan Waduk Paradokanca diprioritaskan untuk memenuhi tuntutan masyarakat yang lebih nyata dan mendesak, yaitu untuk mengembangkan pertanian dan meningkatkan suplai air irigasi, serta penyediaan air baku untuk wilayah kabupaten Bima.

Bendungan yang akan dibangun nantinya harus mampu menyimpan air dan untuk memenuhi kebutuhan air serta aman terhadap banjir yang direncanakan, sehingga diperlukan desain spillway yang mampu mengalirkan banjir yang direncanakan. (Murtiana, A. 2006)

Identifikasi Masalah

1. Pembangunan proyek bendungan di Kec. Monta, Kab Bima, Nusa Tenggara Barat, memiliki potensi yang cukup besar memenuhi berbagai keperluan masyarakat
2. Kekurangan pemasokan air baku domestik dan air irigasi untuk persawahan pada musim kemarau.
3. Peningkatan jumlah penduduk di daerah setempat dapat mengakibatkan kebutuhan terhadap sumber daya air semakin meningkat guna pengembangan ekonomi regional dalam jangka Panjang, jumlah penduduk Kab. Bima sebesar 488.577 dari data BPJS Kab. Bima

Rumusan Masalah

1. Berapa debit banjir rancangan dengan kala ulang (Q1000 tahun) yang digunakan untuk mendimensi bangunan pelimpah (*spillway*) pada bendungan Parado kanca, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat ?
2. Berapa dimensi ambang pelimpah pada bendungan Parado kanca, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat ?
3. Berapa nilai stabilitas konstruksi ambang pelimpah pada bendungan Paradokanca, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat ?

Tujuan dan Manfaat

1. Menghitung debit banjir rancangan pada bendungan parado kanca, kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat
2. Menghitung dimensi ambang pelimpah pada bendungan parado kanca, kabupaten Bima, provinsi Nusa Tenggara Barat
3. Merencanakan ambang pelimpah yang sesuai dengan Analisa stabilitas dan kondisi tanah.

Sedangkan manfaat yang diharapkan dari “Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Bendungan Parado kanca, di Kecamatan Monta, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat” adalah agar dapat melimpahkan kelebihan air sehingga limpasan air di atas bendungan dapat dihindari dan sumber daya air di daerah dapat dimanfaatkan dengan optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

Analisa Hidrologi

1. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rancangan

Distribusi *Log Pearson* Tipe III digunakan dengan pertimbangan bahwa metode ini dapat digunakan untuk semua sebaran data.

- Menghitung Hitung nilai Standar Deviasi (Sd) dengan rumus :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (\log(Xi) - \log(\bar{x}))^2}{n-1}} \dots\dots\dots(1)$$

- Menghitung koefisien Kemencengan (Cs) dengan rumus :

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (\log x - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) S \log x} \dots\dots\dots(2)$$

2. Analisa Debit Banjir Rancangan

Dalam studi ini untuk menganalisa banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu. Rumus persamaan dari HSS Nakayasu sebagai berikut (Soemarto, 1986:168).

$$Qp = \frac{C.A.R_o}{3,6 (0,13 T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(3)$$

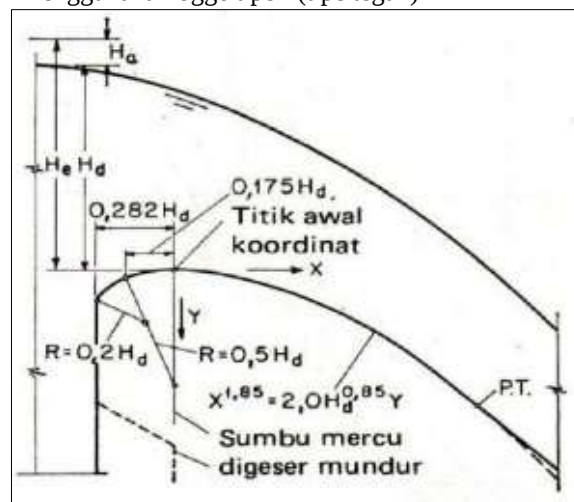
3. Perhitungan Penelusuran Banjir

Dalam studi ini perhitungan penelusuran banjir menggunakan kala ulang Q1000th dengan : elevasi ambang = +67, elevasi dasar = +64, tinggi pelimpah 3 m, dan lebar 10 m.

Analisa Hidrolika

1. Profil Ambang Pelimpah

Tipe ambang pelimpah menggunakan ogge tipe I (tipe tegak)



Gambar 1. Profil Ambang Tegak

(Sumber: Chow, 1997: 330)

Menurut *Civil Engineering Departement U.S. Army*. Metode yang dipakai untuk menentukan bentuk penampang hilir dan titik tertinggi mercu pelimpah adalah lengkung Harold.

$$X^{1.85} = 2,0 \cdot H_d^{0.85} \cdot Y \dots\dots\dots(4)$$

Dengan diketahui :

X = jarak horisontal dari titik tertinggi mercu

Y = jarak vertikal dari titik tertinggi mercu

H_d = tinggi tekan mercu

K_n = Parameter yang tergantung pada kemiringan muka pelimpah bagian hulu.

1. Saluran Transisi

Saluran transisi dihitung menggunakan debit Outflow Q1000TH, direncanakan menggunakan slope dengan nilai 0 untuk menghasilkan kondisi aliran kritis pada akhir saluran transisi.

2. Saluran Peluncur

Saluran peluncur dihitung menggunakan kala ulang Q1000TH, dengan debit out flow = 44,02m³/detik, elevasi = +61, lebar saluran 10 m, dan koefisien manning = 0,014.

3. Peredam Energi

Sebelum aliran air yang melintasi bangunan pelimpah dikembalikan lagi ke dalam sungai, maka aliran dengan kecepatan yang tinggi dalam kondisi super kritis tersebut harus diperlambat dan dirubah pada kondisi aliran sub kritis.

Analisa Stabilitas

1. Stabilitas Terhadap Guling

Kontrol stabilitas terhadap guling menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SF = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} > 1,5 \dots\dots\dots(5)$$

Dimana keadaan normal SF > 1,5 dan keadaan gempa SF > 1,2.

2. Stabilitas Terhadap Geser

Stabilitas terhadap geser dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$SF = \frac{\sum v.f}{\sum H} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

SF = Faktor Keamanan

$\sum V$ = Jumlah gaya vertikal

$\sum H$ = Jumlah gaya

horizontal f = Koefisien gesekan

Dimana keadaan normal SF > 1,5 dan keadaan gempa SF > 1,2.

METODE PENELITIAN

Lokasi Wilayah Perencanaan

Rencana Bendungan Parado Kanca terletak di Desa Kanca, Kecamatan Monta, Kabupaten Bima. Secara geografis, bendungan ini terletak pada 8° 42'56.13" LS dan 118° 32'22.91" BT. Lokasi bendungan terletak pada sungai Kanca, DAS Pelaperado, WS Sumbawa.

Data yang diperlukan

1. Data hidrologi

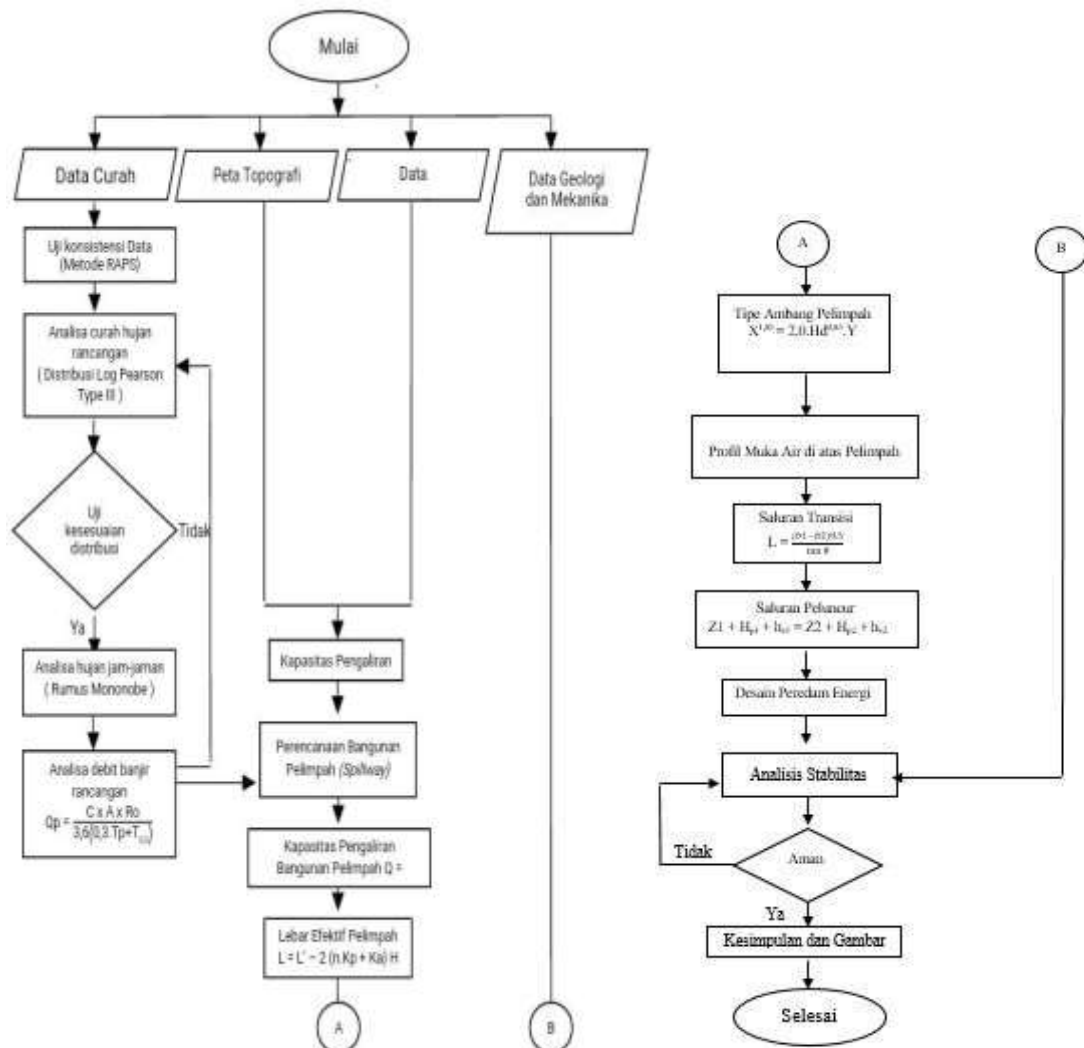
Data ini berupa, data curah hujan.

- Data curah hujan 10 tahun terakhir, dari tahun 2012 – 2021
- Data curah hujan maksimum
- Data klimatologi meliputi
- Data temperature bulanan rata-rata (°C)
- Kecepatan angin rata-rata (m/det)
- Kelembaban relative rata-rata (%)
- Lama penyinaran matahari rata-rata(%)

2. Peta Penunjang

- Peta administrasi lokasi studi
- Peta Daerah Aliran Sungai (DAS)
- Peta Tata Guna Lahan
- Peta Topografi

Bagan Alir Studi Perencanaan Tubuh Bendungan



HASIL DAN PEMBAHASAN

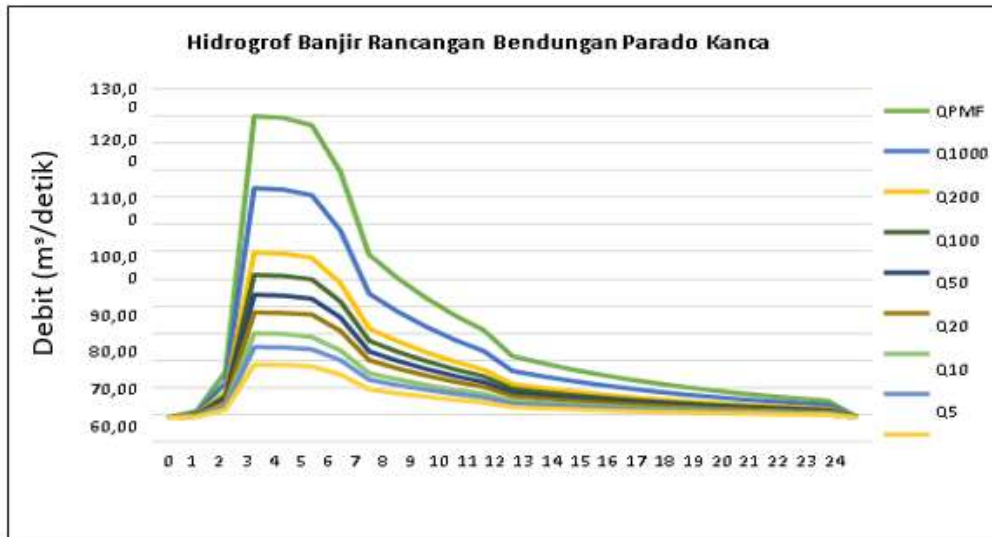
Analisa Hidrologi

1. Analisa Debit Banjir Rancangan

Tabel 1 Rekapitulasi Perhitungan Banjir Rancangan HSS N akayas Bendungan Parado
kanca

t (jam)	Qt (m ³ /dt)	Akibat Hujan Jam-Jaman (mm/jam)						QB (m ³ /dt)	Qbanjir (m ³ /dt)
		34,35	8,93	6,26	4,99	4,21	3,68		
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
0	0,00	0,00						8,92	8,92
1	0,01	0,44	0,00					8,92	9,37
2	0,07	2,32	0,60	0,00				8,92	11,91
3	0,39	13,30	3,46	2,43	0,00			8,92	28,49
4	0,35	12,02	3,12	2,19	1,74	0,00		8,92	28,35
5	0,32	10,88	2,83	1,98	1,58	1,33	0,00	8,92	27,85
6	0,25	8,62	2,24	1,57	1,25	1,06	0,92	8,92	24,84
7	0,17	5,71	1,48	1,04	0,83	0,70	0,61	8,92	19,46
8	0,14	4,89	1,27	0,89	0,71	0,60	0,52	8,92	17,95
9	0,12	4,19	1,09	0,76	0,61	0,51	0,45	8,92	16,65
10	0,10	3,59	0,93	0,65	0,52	0,44	0,38	8,92	15,54
11	0,09	3,07	0,80	0,56	0,45	0,38	0,33	8,92	14,59
12	0,06	2,16	0,56	0,39	0,31	0,26	0,23	8,92	12,90
13	0,06	1,92	0,50	0,35	0,28	0,24	0,21	8,92	12,47
14	0,05	1,71	0,44	0,31	0,25	0,21	0,18	8,92	12,08
15	0,04	1,52	0,40	0,28	0,22	0,19	0,16	8,92	11,73
16	0,04	1,36	0,35	0,25	0,20	0,17	0,15	8,92	11,42
17	0,04	1,21	0,31	0,22	0,18	0,15	0,13	8,92	11,15
18	0,03	1,07	0,28	0,20	0,16	0,13	0,12	8,92	10,90
19	0,03	0,96	0,25	0,17	0,14	0,12	0,10	8,92	10,68
20	0,02	0,85	0,22	0,16	0,12	0,10	0,09	8,92	10,49
21	0,02	0,76	0,20	0,14	0,11	0,09	0,08	8,92	10,32
22	0,02	0,67	0,18	0,12	0,10	0,08	0,07	8,92	10,16
23	0,02	0,60	0,16	0,11	0,09	0,07	0,06	8,92	10,03
24	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	8,92	8,98

(Sumber : Hasil Perhitungan)



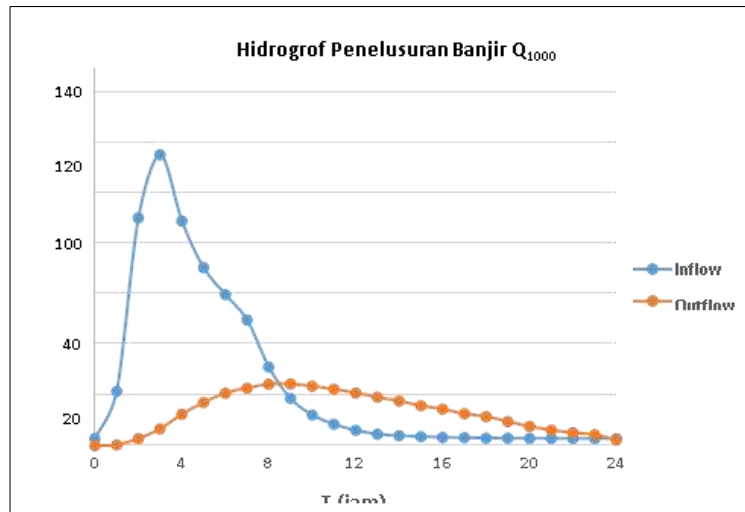
Gambar 2. Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu DAS Bendungan Parado kanca

2. Perhitungan Penelusuran Banjir

Tabel 2. Perhitungan Penelusuran Banjir Diatas Pelimpah Q1000

Elevasi (m)	H (m)	h/Hd	Ka	L	C	Q m³/det
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
61,00	0,00	0,00	0,17	12,40	1,60	0,00
61,20	0,20	0,08	0,17	12,33	1,67	1,84
61,40	0,40	0,16	0,17	12,27	1,73	5,36
61,60	0,60	0,25	0,17	12,20	1,78	10,11
61,80	0,80	0,33	0,16	12,14	1,83	15,93
62,00	1,00	0,41	0,16	12,07	1,88	22,73
62,20	1,20	0,49	0,16	12,01	1,93	30,43
62,40	1,40	0,57	0,16	11,95	1,97	38,99
62,60	1,60	0,66	0,16	11,90	2,01	48,37
62,80	1,80	0,74	0,15	11,84	2,05	58,52
63,00	2,00	0,82	0,15	11,80	2,08	69,41
63,20	2,20	0,90	0,15	11,75	2,11	81,02
63,40	2,40	0,98	0,14	11,71	2,14	93,34
63,60	2,60	1,07	0,14	11,67	2,17	106,34
63,80	2,80	1,15	0,14	11,64	2,20	120,01
64,00	3,00	1,23	0,13	11,62	2,23	134,44
64,20	3,20	1,31	0,12	11,60	2,25	149,54
64,40	3,40	1,39	0,12	11,59	2,27	165,32
64,60	3,60	1,48	0,11	11,60	2,30	181,94
64,80	3,80	1,56	0,10	11,61	2,32	199,34
65,00	4,00	1,64	0,10	11,62	2,34	217,50
65,20	4,20	1,72	0,09	11,64	2,36	236,19
65,40	4,40	1,80	0,09	11,65	2,38	255,61
65,60	4,60	1,89	0,08	11,64	2,39	274,91
65,80	4,80	1,97	0,07	11,72	2,41	297,20

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 3. Hidrograf Penelusuran Banjir Bendungan Mila Q1000 (Sumber : Hasil Perhitungan)

Analisa Hidrolika

1. Profil Ambang Pelimpah

Untuk profil ambang pelimpah menggunakan $Q_{outflow}$ maksimum pada kala ulang Q1000 :

- Debit $outflow$ maksimum Q_{50} = 24,40 m³/dt
- Lebar ambang pelimpah L = 12,40 m
- Kedalaman aliran di atas ambang H_d = 2,41 m

Profil ambang pelimpah di rencanakan menggunakan OGEE Tipe I.

Tabel 3. Koordinat Profil Ambang pelimpah

X	Y
[1]	[2]
0,44	0,05
0,89	0,19
1,33	0,41
1,78	0,70
2,22	1,05
2,67	1,47
3,11	1,96
3,56	2,51
4,00	3,12

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2022)

X di ambil jarak 0,44 m di mulai dari 0,44 – 0,89 dan seterusnya sampai batas koordinat akhir kurva ($X = 4,00$, $Y = 3,12$).

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,24 \cdot X^{1,85} \\
 &= 0,24 \cdot 0,89^{1,85} \\
 &= 0,19
 \end{aligned}$$

Analisa Stabilitas

- Perhitungan untuk kondisi banjir Q50 normal (tanpa gempa)

1. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{M_v}{M_h} \\
 &= \frac{442,24}{50,86} \\
 &= 8,70
 \end{aligned}$$

Syarat stabilitas terhadap guling :

SF > 1,5 (SF dalam keadaan normal)
Maka, 8,70 > 1,5 Memenuhi syarat → **OK** (aman)

2. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned} SF &= \frac{\sum V \cdot f}{\sum H} \\ &= \frac{0,8 \cdot 128,78}{31,590} \\ &= 3,26 \end{aligned}$$

Syarat stabilitas terhadap geser :

SF > 1,5 (SF dalam keadaan normal)
Maka, 3,26 > 1,5 Memenuhi syarat → **OK** (aman)

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisa yang dilakukan sesuai dengan rumusan masalah kajian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besar debit banjir rancangan ambang pelimpah pada bendungan Parado kanca
 $Q_{1000th\ Inflow} = 115,48 \text{ m}^3/\text{det.}$
 $Q_{1000th\ Outflow} = 22,40 \text{ m}^3/\text{det.}$
2. Dimensi bangunan pelimpah pada bendungan Parado Kanca adalah menggunakan Ambang pelimpah tipe *Side Luncur* dan tipe mercu pelimpah *Ogge Tipe I* dengan lebar ambang 12,4 m, tinggi 3 m dan tinggi tekan di atas pelimpah (hd) 2,41 m. Saluran tansisi dengan panjang 23 m, lebar 12,4 m dan elevasi hulu +64,00. Saluran peluncur dengan panjang 48,00 m, lebar 12,4 m pada elevasi hulu +64,00 dan elevasi hilir +63,00 Peredam energi *USBR Tipe II* pada elevasi +63,00 dengan lebar 12,4 m, panjang 6,91 m.
3. Dari hasil perhitungan stabilitas pelimpah di tinjau dalam keadaan normal dan gempa pada debit banjir rancangan kala ulang Q_{1000} , diperoleh sebagai berikut :
 - a. Stabilitas Terhadap Guling Kondisi Normal $SF = 8,70 > 1,5$ (memenuhi syarat). Kondisi Gempa $SF = 14,45 > 1,2$ (memenuhi syarat).
 - b. Stabilitas Terhadap Geser Kondisi Normal $SF = 3,26 > 1,5$ (memenuhi syarat). Kondisi Gempa $SF = 3,50 > 1,2$ (memenuhi syarat) Nilai Eksentrisitas Kondisi Normal $e = 0,04 < 1,00$ (memenuhi syarat), Kondisi Gempa $e = 0,20 < 1,00$ (memenuhi syarat).
 - c. Nilai eksentri kondisi normal $e = 0,04 < 1,00$ (memenuhi syarat), Kondisi Gempa $e = 0,20 < 1,00$ (memenuhi syarat)
 - d. Daya Dukung Tanah Kondisi Normal $\sigma_{maks} = 22,30 \text{ t/m}^2 < 67,15 \text{ t/m}^2$ (memenuhi syarat), $\sigma_{min} = 20,63 \text{ t/m}^2 < 67,15 \text{ t/m}^2$ (memenuhi syarat). Kondisi Gempa : $\sigma_{maks} = 67,15 \text{ t/m}^2 < 67,15 \text{ t/m}^2$ (memenuhi syarat), $\sigma_{min} = 1 \text{ t/m}^2 < 17,25 \text{ t/m}^2$ (memenuhi syarat).

Saran

1. Analisa hidrolika pada perencanaan pelimpah dapat menggunakan mercu *Ogge Tipe III*
2. Pemelihan tipe bendungan pelimpah dapat menggunakan pelimpah luncur (*chute*)
3. Penentuan ka ulang perencanaan ambang pelimpah untuk bendungan dapat menggunakan QPMF

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Y., Suprpto, B. and Rachmawati, A. (2020) 'Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (Spillway) Pada Embung Welulang Di Kabupaten Pasuruan', 8(4).
- Kodoatie, R.J. (2002) 'Hidrolika Terapan; Aliran Pada Saluran Terbuka Dan Pipa'.
- Masrevanah, A. (2010). *Bangunan Air*. Surabaya.
- Maulana, M.L., Noerhayati, E. and Rachmawati, A. (2019) 'Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (Spillway) Pada Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek', *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(2), pp. 155–164.
- Murtiana, Agus. 'Optimasi Manajemen Air Rawa Jombor'. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 2006.
- Pratama, M.Y.A., Noerhayati, E. and Warsito, W. (2021) 'Analisis Kapasitas Saluran Drainase Di Kecamatan Sukun Menggunakan Program Aplikasi ArcGis', *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(2), pp. 123–130.
- Soemarto, C.D. (2004) 'Hidrologi teknik. 1995', *Jakarta: Erlangga* [Preprint].
- Sosrodarsono, Suyono, Ir, and Kenzaku Takeda. *Bendungan Type Urugan*. Cetakan,