

**Perencanaan Check Dam Sungai Besuk Koboan Desa Sumberwuluh
Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang
*Planning for the Besuk Koboan River Check Dam, Sumberwuluh Village
Candipuro District, Lumajang Regency***

Ki Bagus Adi Kusuma Bangsa¹⁾, Nanang Saiful Rizal²⁾, Arief Alihudien³⁾

¹Mahasiswa Prosi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: kibagus8@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: nanangsaifulrizal@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: ariefalihudien@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Daerah aliran sungai (DAS) adalah wilayah daratan yang satu kesatuan ekosistem dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami. Hujan merupakan komponen penting dalam proses hidrologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan sedimentasi bencana lahar Gunung Semeru dengan data curah hujan memakai tiga stasiun terdekat yaitu kali pancing, pasirian dan supiturang tahun 2010 – 2021. Perencanaan *Check Dam* Sumberwuluh memakai metode dalam perhitungan curah hujan dan debris volume menggunakan aplikasi hydrognomon dan Hec –Hms sedangkan untuk perencanaan menggunakan metode perhitungan manual dengan kontrol beban konstruksi dengan aplikasi Plaxis. Sehingga didapat hasil perhitungan dengan lebar sungai 123 m dan tinggi sedimentasi perkiraan 10 m, dengan kala ulang 100 tahun, dimensi bangunan penahan sedimen didapatkan hasil yaitu lebar mercu bendung utama 78,10 m, tinggi jagaan pada peluap 1,50 m, lebar peluap bangunan penahan sedimen 76,00 m, lebar ambang peluap 3,00 m, tinggi tubuh checkdam 17,00 m dengan kedalaman pondasi 6 meter, tebal lantai kolam olak 1,50 m, tinggi Subdam 6,00 m dengan pondasi kedalaman 2 m, panjang kolam olak 46,00 m.

Kata Kunci: *Check Dam*, Curah Hujan, Debris,

Abstract

A river basin (DAS) is a land area that is a single ecosystem with rivers and their tributaries that function to accommodate, store, and channel water from rainfall to lakes or the sea naturally. Rain is an important component in the hydrological process. This study aims to control the sedimentation of Mount Semeru's lava disaster with rainfall data using three nearby stations, namely Kali Pancing, Pasirian, and Supiturang in 2010 - 2021. The planning of the Sumberwuluh Check Dam uses a method of calculating rainfall and debris volume using the hydro gnomon and Hec - Hms applications, while for planning it uses a manual calculation method with construction load control with the Plaxis application. So that the calculation results are obtained with a river width of 123 m and an estimated sedimentation height of 10 m, with a return period of 100 years, the dimensions of the sediment retaining structure are obtained, namely the width of the main dam crest is 78.10 m, the height of the guard on the overflow is 1.50 m, the width of the sediment retaining structure overflow is 76.00 m, the width of the overflow threshold is 3.00 m, the height of the check dam body is 17.00 m with a foundation depth of 6 meters, the thickness of the stilling basin floor is 1.50 m, the height of the Subdam is 6.00 m with a foundation depth of 2 m, the length of the stilling basin is 46.00 m.

Keywords: *Check Dam*, Rainfall, Debris,

1. PENDAHULUAN

Sungai Besuk koboan terletak di lereng gunung tertinggi di pulau Jawa, yaitu Gunung Semeru. Tepatnya Sungai Besuk Koboan berada di Desa Sumber Wuluh, Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Daerah pengaliran sungai Besuk Koboan ini termasuk dalam wilayah DAS Rejali. Sungai Besuk Koboan mempunyai utilitas cukup tinggi, yaitu pemanfaatan untuk air baku, pertanian dan pertambangan pasir. Karena lokasinya yang berada tepat di sekitar lereng Gunung Semeru sehingga keberadaan Sungai Besuk Koboan ini rentan terdampak bencana yang terjadi di sekitarnya, seperti banjir lahar.

Permasalahan terbesar yaitu meletusnya Gunung Semeru pada akhir tahun 2021 tepatnya tanggal 4 Desember yang menyebabkan banjir lahar disertai material yang menenggelamkan satu kampung di Desa Sumber Wuluh, kecamatan Candipuro. Tenggelamnya satu kampung itu diakibatkan aliran sungai yang membawa material elevasinya lebih tinggi dari permukaan jalan atau bahkan pemukiman warga.

Lebih lanjut menurut analisa yang telah dilakukan bahwa banjir yang terjadi diduga disebabkan oleh Erupsi Gunung Semeru disertai lahar panas yang membawa material vulkanik sehingga membuat pendangkalan aliran sungai koboan dan meluap ke permukiman. Selain itu kapasitas penampung Sungai Besuk Koboan tidak kuat menahan debit banjir yang datang. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan sedimentasi bencana lahar ini dengan menganalisis curah hujan, debris volume banjir dan merencanakan pembuatan *Check Dam* Sumber Wuluh tipe terbuka (tipe lubang) sehingga dapat mengendalikan lahar atau debris terutama yang terjadi disebabkan oleh hujan lebat yang terjadi pada daerah gunung yang masih aktif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

DAS diartikan daerah yang dibatasi oleh punggung gunung atau pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai

utama pada suatu titik atau stasiun yang ditinjau. Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini akan dialihragamkan menjadi aliran sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, sub surface flow*) maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*). Hujan yang tersebar di seluruh DAS. Kerapatan data hujan dan jumlah stasiun pencatat hujan dalam suatu DAS akan memberikan perbedaan dalam besaran hujan yang didapatkan (*Harto, 1993*). Hydrognomon adalah perangkat lunak untuk pengolahan data hidrologi (*Soewarno, 1995*). Program ini juga mencakup aplikasi hidrologi umum, seperti pemodelan evapotranspirasi, analisis stage-discharge, uji homogenitas, integrasi areal seri data titik, pemrosesan data hidrometrik, serta pemodelan hidrologi lumped dengan fasilitas kalibrasi otomatis. HEC-HMS untuk simulasi perhitungan aliran berdasarkan hujan dan karakteristik DAS. Analisis hidrograf banjir dalam model HEC-HMS terdiri dari dua macam data, yaitu hidrograf banjir terukur dan hidrograf banjir model. Data debit aliran ditentukan dari pencatatan tinggi muka air dengan persamaan lengkung aliran (*rating curve*).

Check Dam adalah bangunan melintang sungai yang berfungsi menampung dan menahan sedimen dalam jangka waktu sementara atau tetap dan harus tetap melewatkan aliran air baik dari mercu atau lubang drainase (*Sosrodarsono, 1994; Lorenzo, 2009*). Untuk menahan sedimen yang masih mengalir dari hulu kadang dilakukan dengan penggalian pada kantong-kantong yang telah penuh. Akan tetapi penggalian yang terlalu besar dapat menyebabkan penurunan suplai sedimen dibagian hilir check dam yang berakibat lapisan tanah dibagian kaki hilir *check dam* terkikis dan membahayakan kesetabilan tubuh *check dam*. Jika tanah pondasi terdiri dari tanah batuan yang lunak, maka gerusan tersebut dapat dicegah dengan pembuatan bendung anakan (*Sub Dam*).

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data dan tahap pengolahan data. Penelitian ini dilakukan dilokasi Sungai Besuk Koboan Desa Sumberwuluh Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan Sumber : Data Penelitian, 2022

Masing-masing tahap dapat dilihat dibawah ini:

A. Tahap Persiapan

Sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data, persiapan dilakukan untuk merencanakan kegiatan dengan efektif dan efisien dalam perencanaan Check Dam. Tahapannya meliputi :

1. Pengumpulan studi pustaka
2. Menentukan data yang dibutuhkan
3. Melakukan survei lokasi

B. Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahap pengumpulan data dilakukan beberapa pengumpulan diantaranya :

1. Data Primer
 - Untuk merencanakan *Check Dam* yang baik, dibutuhkan data primer yang meliputi beberapa hal seperti :
 - a. Pengamatan Lokasi
 - b. Pengukuran Lokasi
 - c. Data Geoteknik dilakukan di Lab Teknik Sipil UNMUH Jember yang pengambilan sampel langsung di lokasi bersama team laboratorium
2. Data Sekunder
 - Data yang diperlukan untuk Data Sekunder ini yakni data pendukung, baik itu

data dari Jurnal, maupun dari standart peraturan perencanaan, dari pihak instansi terkait. Berikut adalah data yang dibutuhkan:

- a. Data Hidrologi meliputi data curah hujan tahun 2010 - 2021
 - b. Peta Das
 - c. Peta Kontur
3. Tahap Pengolahan Data
- a. Analisis Data

Analisis data untuk mencari debit yang digunakan untuk merencanakan dam pengendali sedimen dan mengetahui seberapa besar volume sedimen terhadap debit air Sungai. Analisis data yang digunakan menggunakan :

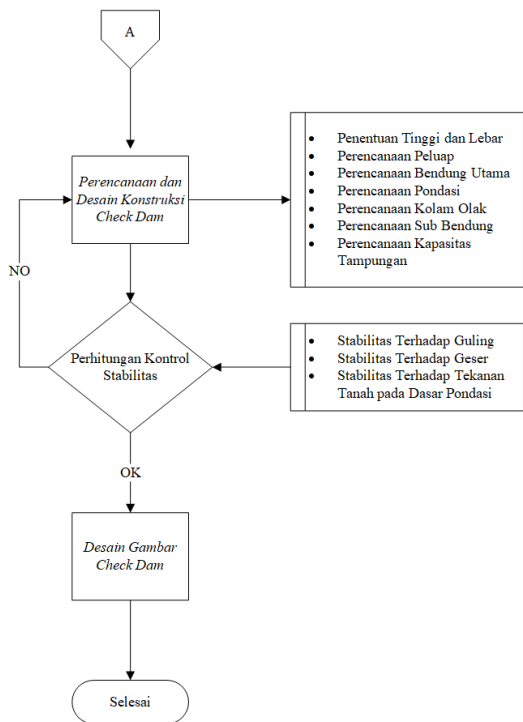
- Analisis Data Hidrologi
 - Analisis Sedimentasi pada Aliran DAS
- b. Perencanaan Struktur Bangunan Check Dam.
 - Perhitungan Struktur Dam
 - Perhitungan Stabilitas Dam

C. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dari studi literatur dan identifikasi masalah sampai menentukan desain *check dam*. Proses tersebut dapat dilihat pada diagram alir penelitian :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Sumber: Data Penelitian, 2022



Gambar 3. Lanjutan Diagram Alir Penelitian
 Sumber: Data Penelitian, 2022

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

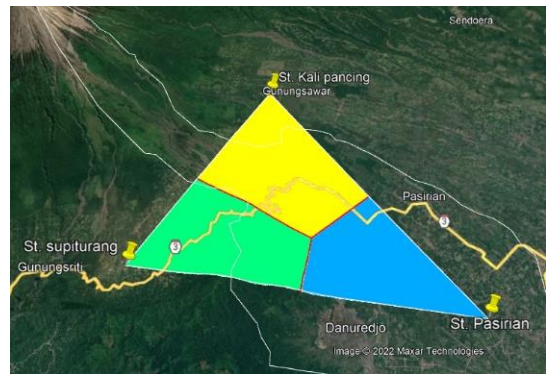
Menganalisa curah hujan pada sungai Besuk Koboan. Kemudian menghitung curah hujan rata - rata per tahun dan curah hujan maksimum dengan menggunakan program Hydrognomon versi 4.0. Debris rencana juga harus ditentukan untuk menganalisa kapasitas perencanaan *check dam* sungai Besuk Koboan ini. Debit yang akan digunakan adalah debit banjir dengan kala ulang 100 Tahun. Untuk melakukan evaluasi kapasitas perencanaan Check Dam Sungai Besuk Koboan, penulis menggunakan program bantu HEC – HMS versi 4.11.



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan DAS Rejali Sungai Besuk Koboan
 Sumber: Hasil Penelitian, 2022

A. Analisa Hidrologi

Analisis curah hujan dilakukan pada 3 stasiun curah hujan yaitu pasirian, supiturang dan kali pancing. Dengan menggunakan metode polygon Thiessen didapatkan masing-masing luas area yaitu pasirian 18.29 km², supiturang 17.96 km², dan kali pancing 19,21 km². Dengan hasil sketsa dan perhitungan curah hujan sebagai berikut :



Gambar 5. Polygon Thiessen Sub. DAS Rejali

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Stasiun Curah Hujan (mm)			Curah Hujan Rerata Daerah (mm)
		Pasirian	Supit Urang	Kali Pancing	
1	2010	98	197	140	80
2	2011	99	185	206	91
3	2012	104	98	87	53
4	2013	111	89	97	55
5	2014	87	85	125	55
6	2015	58	96	91	45
7	2016	81	164	141	71
8	2017	71	191	220	90
9	2018	85	145	137	68
10	2019	75	99	90	49
11	2020	94	151	80	60
12	2021	71	393	160	114

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Setelah itu dilakukan analisa frekuensi dengan Hydrognomon dengan hasil

perhitungan hujan rancangan dengan kala ulang 100 tahun adalah sebesar 142,936 mm.

All data - T(Max)=100,000 y	Value
Normal	117,746
Normal (L-Moments)	118,511
LogNormal	131,567
Galton	131,470
Exponential	144,404
Exponential (L-Moments)	155,392
Gamma	126,714
Pearson III	131,215
Log Pearson III	142,936

Gambar 6. Nilai Debit Hujan Rancangan dengan Kala Ulang 100 Tahun

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Selanjutnya dilakukan analisa frekuensi dengan HEC-HMS dengan hasil perhitungan dengan HEC-HMS didapatkan volume debit puncaknya sebesar 617,3 m³/detik, dengan curah hujan sebesar 142,936 mm dan volume limpasan sebesar 56,20 mm.

Date	Time	Precp (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
16Oct2022	00:00				0.0	0.0	0.0
16Oct2022	01:00	2.86	2.38	0.48	8.6	0.0	8.6
16Oct2022	02:00	2.86	2.38	0.48	17.2	0.0	17.2
16Oct2022	03:00	8.58	7.15	1.43	34.4	0.0	34.4
16Oct2022	04:00	10.01	8.34	1.67	55.9	0.0	55.9
16Oct2022	05:00	22.87	18.60	4.27	107.3	0.0	107.3
16Oct2022	06:00	62.89	35.47	27.42	572.2	0.0	572.2
16Oct2022	07:00	11.43	4.67	6.77	617.3	0.0	617.3
16Oct2022	08:00	10.01	3.77	6.24	234.8	0.0	234.8
16Oct2022	09:00	2.86	1.03	1.83	145.7	0.0	145.7
16Oct2022	10:00	2.86	1.01	1.85	66.5	0.0	66.5
16Oct2022	11:00	2.86	0.99	1.87	67.2	0.0	67.2
16Oct2022	12:00	2.86	0.97	1.89	68.0	0.0	68.0
16Oct2022	13:00	0.00	0.00	0.00	34.2	0.0	34.2

Gambar 7. Hasil Simulation Run Volume Debit Puncak dan Volume Limpasan
 Sumber : Hasil Penelitian, 2022

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Sumber Wuluh	130	617.3	16Oct2022, 07:00	56.20

Gambar 8. Lanjutan
 Sumber: Hasil Penelitian, 2022

B. Perencanaan Check Dam

Dam Sungai Besuk Koboan direncanakan dengan data sebagai berikut :

- Elevasi dasar sungai eksisting = +525,90 m
- Kemiringan dasar sungai I = 0,07286 m
- Lebar sungai B = 123 m
- Lebar dasar peluap B1 = 76 m
- Tinggi total H = 17 m
- bendung utama
- Tinggi sedimen Hs = 10 m
- Debit banjir maksimum rencana Q100 = 617,3 m³/detik
- 100 Th,Q100
- Konsentrasi sedimen A = 0,02
- Berat isi beton Vc = 2,4
- Berat isi sedimen Vs = 1,3
- Berat isi air Yw = 1 ton/ m³
- Percepatan gravitasi bumi G = 9,8 m/detik²

Menghitung debit desain dengan volume debit puncak 617,3 m³/detik, dengan menggunakan rumus:

$$Q_d = (1 + \alpha) \times Q_p$$

$$= (1 + 0,02) \times 617,3$$

$$= 629,646 \text{ m}^3/\text{detik}$$

C. Perencanaan Struktur

a) Perhitungan Dimensi Peluap *Check Dam*
 Setelah menentukan debit desain banjir rencana, selanjutnya adalah menentukan dimensi peluap dam, dengan koefisien seperti dibawah ini :

- C = 0,6
- m2 = 0,5
- h3 = 2,1

Sehingga di dapatkan rumus :

$$Q_d = (0,71 h_3 + 1,77 B_1) \times h_3^{3/2}$$

$$= 629,799 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Nilai tersebut lebih besar dari Qd desain sebesar 629,646 m³/detik
 $Q_d = 629,799 \approx 629,646$

Dengan begitu menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen ditentukan tinggi jagaan paling maksimum adalah 1,5 m.

Tabel 2. Debit Desain dan Tinggi Jagaan

Debit Desain (m ³ /s)	50	50–100	100–200	200–500	500–2000

Tinggi Jagaan (m)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Sumber: SNI 2851:2015

b) Perhitungan Lebar Mercu Peluap

Penentuan lebar mercu peluap diambil dari SNI 2851:2015.

Tabel 3. Lebar Mercu Peluap

Sedimen	Sifat Hidraulik Aliran	Lebar Mercu, b (m)
Pasir dan kerikil atau kerikil dan batu – batu kecil	Geran mandiri (lepas)	1,5 – 2
Batu batu besar	Gerakan massa (<i>debris flow</i>)	3 – 4

Sumber: SNI 2851:2015

Mempertimbangkan jenis sedimen dan sifat hidraulik alirannya. Untuk kondisi sedimen berupa batu – batu besar dan alirannya merupakan gerakan massa (*debris flow*) maka lebar mercu diambil, $b_2 = 3,50$ m

c) Perhitungan kemiringan tubuh bendung utama

Kemiringan bagian hulu (untuk tinggi bangunan penahan sedimen >15 m) di hitung dengan menggunakan :

$$\{(1 + \alpha - \omega)(1 - \mu) + \delta(2\varepsilon_2 - \varepsilon^2)\}m^2 + [2(\eta + \beta)(1 + \delta\varepsilon^2 - \mu(1 + \alpha - \omega) - \omega) + n(4\alpha + \gamma) + 2\alpha\beta]m - (1 + 3\alpha) - \mu(1 + \alpha - \omega)(\eta + \beta)2 - \delta\varepsilon^2 + \alpha\beta(4\eta + \beta) + \gamma(3\eta\beta + \beta^2 + \pi^2) - \omega(\beta + n)2 = 0$$

Dengan menggunakan $n = 0,2$ (supaya aliran tidak menyusur permukaan bendung bagian hilir/aman terhadap benturan batuan yang jatuh), didapatkan nilai $m = 1,48 \approx 1,5$

d) Perhitungan dimensi kolam olak

Panjang lantai kolam olak (L) dihitung berdasarkan persamaan hidraulik dengan rumus :

$$L = b_1 + x + l_w,$$

Dengan lebar mercu sub bendung diambil $b_1 = 3$ m, tebal lantai kolam olak (t) dan tinggi efektif bendung (H1) di hitung menggunakan rumus :

$$t = 0,1 (0,6 h_1 + 3 h_3 - 1,0)$$

Didapatkan nilai $h_1 = 15,5$ m,

dan l_w dihitung menggunakan rumus

$$l_w = V_o \left[\frac{2(h_1 + \frac{1}{2}h_3)}{g} \right]^{1/2}$$

Didapatkan $l_w = 6,75$ m, sehingga ditemukan Panjang lantai kolam olak 46 m.

e) Perhitungan dimensi tubuh sub bendung

Tinggi sub bendung dihitung dengan rumus empiris $h_2 = 1/4 \times h$, didapatkan $h_2 = 4,5$ m sehingga tinggi ambang sub bendung $h_1' = h_2 - F = 3$ m

f) Perhitungan stabilitas bending

Perhitungan stabilitas bending ketika keadaan normal didapatkan perhitungan momen sebagai berikut :

Tabel 4. Perhitungan Momen Keadaan Normal

Beban	Notasi	Gaya Vertikal (ton/m)	Gaya Horizontal (ton/m)	Lengan (m)	Momen Penahan (ton m/m)	Momen Penggul (ton m/m)
Berat sendiri	W					
	W1	498,53		17,00	8474,93	
	W2	136,85		27,25	3729,16	
Tekanan Air statik	PH		144,50	5,67		
	PV	216,75		8,50	1842,38	
Tekanan tanah/sedimen	Ps					
	Psh	112,50	22,50	5,00	562,50	75,00
Gaya Ke Atas	U					
	U1	-74,84		10,80	-808,32	
Gaya inersi Karena Gempa	U2	124,39		16,2	2015,05	
	I1		74,78	5,67		-423,75
	I2		190,03	8,5		1615,22
Tekanan air dinamik	I3		9,9705	5,67		-56,50
	Pd					
	Pdv	14,15		9,41	133,4	
	Pdh		9,43	6,27		59,17
Σ		846,01	451,21		16745,06	-5603,49

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Menghitung F_k guling dan F_k geser dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_k \text{ guling} = \frac{\Sigma M_v}{\Sigma M_H}; F_k \text{ geser} = \frac{\Sigma V + \tau_0 DB}{\Sigma H}$$

Didapatkan nilai F_k guling $2,988 > 1,5$ dan F_k geser $1,572 > 1,5$ (OK)

Kemudian menghitung stabilitas terhadap daya dukung tanah fondasi dengan rumus :

$$\sigma_1 = \frac{\Sigma V}{b_2'} \left[1 + \frac{6e}{b_2'} \right]; \sigma_2 = \frac{\Sigma V}{b_2'} \left[1 - \frac{6e}{b_2'} \right]$$

Didapatkan tekanan tanah normal maksimum $\sigma_1 = 40,77 \text{ ton/m}^2 < 100 \text{ ton/m}^2$ (OK) dan tekanan tanah normal minimum $\sigma_2 = 11,46 \text{ ton/m}^2 < 100 \text{ ton/m}^2$ (OK)

Tabel 5. Perhitungan Momen Keadaan Banjir

Beban	Notasi	Gaya Vertikal (ton/m)	Gaya Horizontal (ton/m)	Momen Lengan (m)	Momen Penahan (ton m/m)	Momen Penggul (ton m/m)
Berat sendiri	W					
	W1	498,53		17,00	8474,93	
	W2	136,85		27,25	3729,16	
	W3	66,47		30,13	2002,96	
Tekanan Air statik	P					
	Pv1	216,75		8,50	1842,38	
	Pv2	53,55		12,75	682,76	
	Pv3	7,35		27,00	198,45	
	Ph1		144,50	5,67		-818,83
	Ph2		35,70	8,50		-303,45
Tekanan tanah/sedimen	Ps					
	Psv	112,50		5,00	562,50	
	Psh		22,50	3,33		-75,00
Gaya Ke Atas	U					
	U1	-74,84		10,80		-808,32
	U2			16,2		-
		124,39				2015,05
Σ		892,77	202,70		17493,14	-
						4020,65

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Menghitung Fk guling dan Fk geser dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_k \text{ guling} = \frac{\Sigma M_v}{\Sigma M_H}; F_k \text{ geser} = \frac{\Sigma V + \tau_0 DB}{\Sigma H}$$

Didapatkan nilai Fk guling $4,351 > 1,5$ dan Fk geser $1,69 > 1,5$ (OK)

Kemudian menghitung stabilitas terhadap daya dukung tanah fondasi dengan rumus :

$$\sigma_1 = \frac{\Sigma V}{b_2'} \left[1 + \frac{6e}{b_2'} \right]; \sigma_2 = \frac{\Sigma V}{b_2'} \left[1 - \frac{6e}{b_2'} \right]$$

Didapatkan tekanan tanah normal maksimum $\sigma_1 = 33,215 \text{ ton/m}^2 < 100 \text{ ton/m}^2$ (OK) dan tekanan tanah normal minimum $\sigma_2 = 21,894 \text{ ton/m}^2 < 100 \text{ ton/m}^2$ (OK)

g) Kontrol Tulangan Kolam Olak Dam

- Data-data
 - Panjang Kolam = 39,31 m
 - Lebar Kolam = 78,1 m
 - Tinggi Kolam = 3 m
 - Tebal Dinding = 150 cm
 - Tebal Plat = 150 cm
 - γ Tanah = $1,5 \text{ t/m}^3$

$$\gamma \text{ Air} = 1 \text{ t/m}^3$$

- Gaya yang bekerja pada dinding kolam olak dam

Pada dasar kolam bekerja tekanan sebesar :

$$P \text{ akibat tanah} = \frac{1}{2} \gamma \text{ tanah } h_2 \text{ ka} \\ = \frac{1}{2} (1,5) * 32 * 0,333 \\ = 2,24775 \text{ t/m}^2$$

$$P \text{ akibat air} = \frac{1}{2} \gamma \text{ air } h_2 \\ = \frac{1}{2} (1) * 32 \\ = 4,5 \text{ t/m}^2$$

Momen yang terjadi pada dinding bagian bawah

$$M = (P_{\text{tanah}} + P_{\text{air}}) * \frac{1}{3} h \\ = (2,24775 + 4,5) * \frac{1}{3} * 3 \\ = 6,74775 \text{ t.m}$$

Pembesian dinding kolam :

- Tebal Dinding = 1500 mm
- Beton Decking = 20 mm
- Tebal Efektif = 14800 mm
- Mutu Beton f_c' = K 350 = 29,05 Mpa
- Mutu Baja f_y = U 37 = 370 Mpa

$$m = \frac{f_c}{(0,85 * f_y)} \\ = \frac{370}{(0,85 * 29,05)} \\ = 14,98$$

$$R_n = \frac{M}{(\phi b d^2)} \\ = \frac{(6,74755 * 10^7)}{(0,85 * 1000 * 1480^2)} \\ = 0,0363434$$

$$\rho = \frac{1}{m} * (1 - \sqrt{1 - ((2 R_n m) / f_y)}) \\ = \frac{1}{(14,98)} * (1 - \sqrt{1 - ((2 * 0,04 * 14,98) / 370)}) \\ = 0,000010$$

$$A_{\text{Perlu}} = \rho \cdot b \cdot d = 145,08 \text{ mm}^2$$

Menurut PBI-71 Pasal 9.1(2), tulangan minimum untuk pelat adalah 0,25% dari luasan beton yang ada atau :

$$A_{\text{min}} = 0,25\% \cdot 1000 \cdot 1500 = 3750 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{pakai}} = 3750 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipasang Tulangan D25-150} = 3272 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan sengkang} = 20\%$$

$$A = 20\% \cdot 3272 \text{ mm}^2 = 654,4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipasang Tulangan D14-150} = 1026 \text{ mm}^2$$

- Perencanaan Pelat Dasar Kolam

Pada pelat dasar bekerja tekanan sebesar :

$$P \text{ akibat air} = \gamma \text{ air } h \\ = 1 * 3 \\ = 3 \text{ t/m}^2$$

Berdasarkan tabel 13.3.2 PBI-71, diperoleh momen :

$$\begin{aligned} l_x &= 39,31 \text{ m} \\ l_y &= 78,10 \text{ m} \\ l_y/l_x &= 1,99 \\ \text{Jepit penuh/elastis (1/2)} &= 2 \\ w_{lx} \text{ (setelah interpolasi)} &= 61,87 \\ w_{ly} \text{ (setelah interpolasi)} &= 35,00 \\ M_{lx} &= -M_{tx} = 0,0619 \cdot Q \cdot l_x^2 \\ &= 0,0619 \cdot 3000 \cdot 39,31^2 \\ &= 286.809,11 \text{ kg.m} \\ M_{ly} &= -M_{ty} = 0,0000 \cdot Q \cdot l_x^2 \\ &= 0,0350 \cdot 3000 \cdot 39,31^2 \\ &= 162.253,99 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Pembesian Pelat dasar kolam olak dam:

- Tebal Pelat = 1500 mm
- Beton Decking = 30 mm
- Tebal efektif d = 1470 mm
- Mutu beton f_c' = K-350 = 29,05 Mpa
- Mutu baja f_y = U-37 = 370 Mpa

$$\begin{aligned} m &= f_c / (0,85 \cdot f_y) \\ &= 370 / (0,85 \cdot 29,05) \\ &= 14,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= M / (\phi \cdot b \cdot d^2) \\ &= (286808,1189 \cdot 10^4) / \\ &\quad (0,85 \cdot 1000 \cdot 1470^2) \\ &= 1,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= (1/m) \cdot (1 - \sqrt{1 - ((2 \cdot R_n \cdot m) / f_y)}) \\ &= (1 / (14,98)) \cdot (1 - \sqrt{1 - ((2 \cdot 1,56 \cdot \\ &\quad 14,98) / 370)}) \\ &= 0,00436 \end{aligned}$$

$$A_{\text{Perlu}} = \rho \cdot b \cdot d = 6.413,37 \text{ mm}^2$$

Menurut PBI-71 Pasal 9.1(2), tulangan minimum untuk pelat adalah 0,25% dari luasan beton yang ada atau :

$$\begin{aligned} A_{\text{min}} &= 0,25\% \cdot 1000 \cdot 1500 \\ &= 3750 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{\text{pakai}} = 6413,372 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipasang Tulangan D29 – 100} = 6605 \text{ mm}^2$$

h) Analisa Keruntuhan Tanah Dengan Software Plaxis 2D

Analisa keruntuhan tanah menggunakan software plaxis 2D dengan tipe keruntuhan Mohr – Columb. Data – data yang di input software plaxis seperti berikut :

Tabel 6. Data Tanah

Sampel	Deskripsi tanah	Physical Properties					
		GS	y unsat	y unsat	y sat	y sat	e
		g/cm3	kN/m3	g/cm3	kN/m3		
Tanah 1	Lanau	2,66	1,37	13,426			
					1,85	18,14	0,95

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Tabel 7. Lanjutan

Permeabilitas	Direct Shear				
	C	c	phi	Es	V
		Kg/cm	kN/m2	°	
0,5	0,46	45,11	10,00	30000	0,30

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Tabel 8. Data Dam

Sampel	Physical Properties				
	y unsat	y unsat	y sat	y sat	e
		g/cm3	kN/m3	g/cm3	kN/m3
Beton	2,56	25,08	2,56	25,08	
					0,5

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

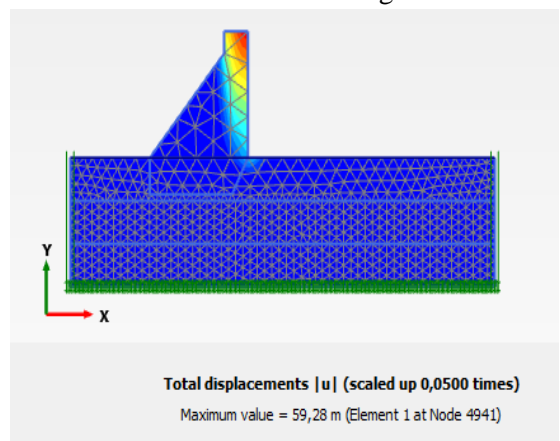
Tabel 9. Lanjutan

c	Direct Shear				
	C	phi	Es	V	
Kg/cm	kN/m2	°			
0,13	12,34	9,00	21400	0,20	

Sumber: Hasil Penelitian

Analisa keruntuhan tanah ini dilakukan dengan tiga kondisi yaitu kondisi muka air kosong, muka air normal dan muka air banjir disertai gempa. Hasil perhitungan stabilitas bisa dilihat seperti berikut :

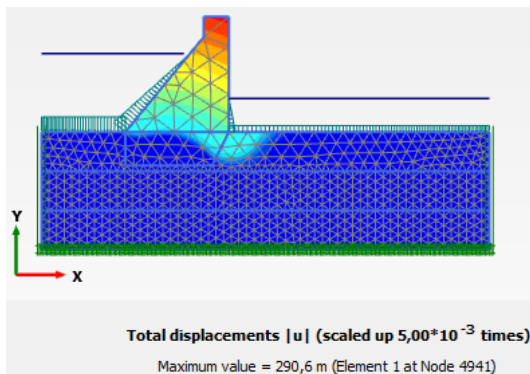
- Kondusi Muka Air Kosong



Gambar 6. Keruntuhan Tanah Kondisi Muka Air Kosong

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

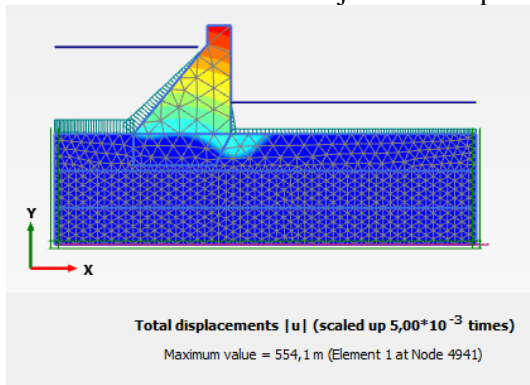
- Kondusi Muka Air Normal



Gambar 7. Keruntuhan Tanah Kondisi Muka Air Normal

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

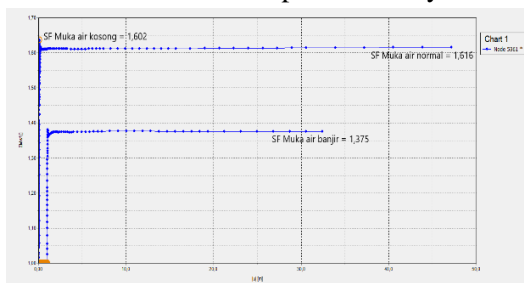
- Kondisi Muka Air Banjir dan Gempa



Gambar 6. Keruntuhan Tanah Kondisi Muka Air Banjir dan Gempa

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Konstruksi yang dibangun tidak boleh terguling akibat dari beban dan gaya – gaya yang bekerja. Untuk stabilitas dam pada keadaan normal memiliki batas $SF > 1,5$. Sedangkan pada keadaan gempa $SF > 1,3$. Pada hasil analisa didapatkan safety factor :



Gambar 9. Safety Factor Dams

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan di dapat nilai curah hujan dalam kala ulang 100 tahun sebesar 142,936 mm.
2. Berdasarkan perhitungan di dapat nilai debris volume banjir sedimen pada sungai Besuk Koboan sebesar 617,3 m³/detik, volume limpasan sebesar 56,20 mm.
3. Dengan debit banjir rencana kala ulang 100 tahun (Q100), dimensi bangunan penahan sedimen (check dam) didapatkan hasil yaitu lebar mercu bendung utama 78,10 m, tinggi jagaan pada peluap 1,50 m, lebar peluap bangunan penahan sedimen 76,00 m, lebar ambang peluap 3,00 m, tinggi tubuh checkdam 17,00 m dengan kedalaman pondasi 6 meter, tebal lantai kolam olak 1,50 m, tinggi Subdam 6,00 m dengan pondasi kedalaman 2 meter, panjang kolam olak 46,00 m

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka didapatkan saran bertujuan untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut. Adapun saran – saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Penambahan sejumlah Check dam pada lokasi yang mempunyai tampungan sedimen cukup banyak khususnya di bagian hulu.
2. Melibatkan aktifitas penambang pasir yang lebih terkoordinir dan terstruktur.
3. Perlu dilakukan analisis lanjutan untuk Checkdam Sumberwuluh yang berada pada das rejali.
4. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya mengenai signifikansi skenario perubahan tataguna lahan di DTA (Daerah Tangkapan Air) DAM Sumberwuluh dalam menekan laju sedimentasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, Rahmat., Rizal, N. S., dan Abadi, Taufan. 2017. Kajian Neraca Air Kawasan Akibat Pengambilan Air Bawah Tanah Oleh Sektor Pertanian. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon* 2.(1).
- Hairseno, E. 2008. Analisis Stabilitas Saibodam dan Gerusan Lokal Kiri Waduk Gunung Meraup Kabupaten Klaitan. *Majalah Ilmiah UIKRIM Edisi 1*, 1-18
- Praimbudi, Yuidistiro. 2012. Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Sungai Sempu. Skripsi. Universitas Jember
- Praesetyo, Andi. 2007. Penggunaan Check Dam dalam Usaha Pengendalian Erosi. Skripsi. Universitas Diponegoro Semarang
- Pratama, S. R. Y., Rizal, N. S., dan Abadi, Taufan. 2022. Kajian Respon Hidrologi Daerah Aliran Sungai Dengan Pola Radial Menggunakan HEC-HMS (Study Kasus: Sub-DAS Jowo, Kabupaten Jember). *Jurnal Smart Teknologi* 3.(4). 438-448.
- Raimaidhan, Rendi A. 2021. Analisis dan Evaluasi Kapasitas Penampungan Sungai Dengan Solusi Penampungan di Sungai Bedug di Kabupaten Jember. *Jurnal Smart Teknologi*, Vol. 3, No. 6, 624-637.
- Rabbani, S. S., Roostrianawaty, N., & Mundra, I. W. 2020. Analisis Kinerja Dan Peningkatan Fungsi Bangunan Pengendali Sedimen (Check Dam) Sungai Serayu Provinsi Di Yogyakarta. *Prosiding SEMSINA 4.(0)*, 33-40.
- Rizal, N.S., Ahmad, H.H., Iqbal, K., dan Salim, N., 2021. Kalibrasi Parameter Hidrologi Daerah Aliran Sungai Bentuk Radial Dengan Aplikasi Hec-Hms, *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. 6(2). 82-88
- Rizal, N. S., Iqbal, Khairul, dan Abduh, M. 2017. Kajian Pembuatan Sumur Resapan untuk Penanggulangan Genangan Air di Kawasan Kampus. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon* 2.(2).
- Rizal, N. S, et al. 2023. Penentuan Faktor Koreksi Panjang Loncatan Hidrolik Pada Kolam Peredam Energi Tipe Bucket. *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 30, no. 1
- SNI 2415. 2016. Tata cara perhitungan debit banjir rencana. BSN 2016.
- Suhendi. 2016. Uji Stabilitas Check Dam Kedungrejo 15 di Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Reka Bina*, vol. 1, no. 2, 65–72.
- Suisanti, Triana. 2006. Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Waduk Selorejo Kabupaten Ponorogo. Skripsi. Universitas Diponegoro Semarang