

PERENCANAAN SABO DAM SUNGAI KRICIK DALAM PENANGANAN BANJIR KECAMATAN BUMIAJI KOTA BATU

Fidia Sabilla Putri^{1,*}, Ratih Indri Hapsari², Winda Harsanti,

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil², Dosen Jurusan Teknik Sipil³

fidiasabillaputril@gmail.com, ratih@polinema.ac.id, wharsanti@gmail.com

ABSTRAK

Banjir bandang 4 November 2021 di Kota Batu merupakan peristiwa yang disebabkan oleh curah hujan tinggi dan perubahan tata guna lahan di daerah tersebut. Hal ini mengakibatkan longsor yang bercampur dengan air hujan dan menuju ke bagian hilir. Kondisi eksisting sungai yang tidak lebar dan sedimen yang cukup banyak membuat area di sekitar sungai pun terkena dampaknya. Pada penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu 1) merancang desain sabo dam; 2) mengetahui nilai keamanan stabilitas tanah pada tubuh *main* dam; dan 3) menghitung rencana anggaran biaya dari perencanaan sabo dam Sungai Kricik Kota Batu. Perencanaan sabo dam dilakukan menggunakan kala ulang 50 tahun, dengan data yang dibutuhkan dalam perencanaan sabo dam adalah data hidrologi berupa data curah hujan harian pada Stasiun Hujan Junggo, Tinjumoyo, Ngujung di Kota Batu; data tanah dari laboratorium Polinema; peta DAS Sungai Kricik Kota Batu; dan peta topografi Kota Batu dari PUPR. Data-data tersebut diolah untuk mengetahui nilai curah hujan rencana yang dapat digunakan untuk perhitungan debit banjir. Jenis sabo yang digunakan adalah jenis terbuka dan termasuk seri sabo tidak bertingkat dengan bagian meliputi *main* dam, sub dam, dan apron. Dari hasil kapasitas debit sungai hanya sebesar 11,511 m³/dtk sedangkan debit banjir rencana sebesar 24,97 m³/dtk. Data – data yang ada kemudian dijadikan dasar perencanaan sabo dam dengan beberapa bagian tubuh sabo didapatkan hasil berupa tinggi total *main* dam sebesar 5 m, tinggi total sub dam sebesar 2,8 m, panjang apron sebesar 8,76 m. Pada kontrol keamanan stabilitas tanah terhadap daya dukung sebesar 2,537. Total biaya yang diperlukan sebesar Rp 9.309.300.835.

Kata kunci : beton; banjir; sabo dam

ABSTRACT

Heavy rainfall and changes in land use in the area in Bumiaji contributed to the flash flood of River Kricik that occurred in Batu Town on November 4, 2021. Because the river is not wide and there was a lot of debris in the area around the river combined with heavy rains, it created landslides that flowing in downstream. Having processed the data, it is discovered that flash floods occur as a result of conversions from forest to plantation regions, which led to flooding and sediment in River Kricik. The purpose of this research is to 1) design the sabo dam; 2) find out the soil stability of the main dam; and 3) estimate the cost of the sabo dam. Rainfall design is used on return period of 50 years, with required data were of hydrologic data of Batu 2021 such as daily rainfall at Junggo Station, Ngujung Station, and Tinjumoyo Station; soil data from Polinema Laboratory; Kricik River watershed maps taken by drone, and topographic map from PUPR. The value of precipitation that can be used to calculate flood discharge is calculated using statistics. Open-type sabos are employed, and they consist of a number of non-level structures with sections like main dam, sub sabo dam, and apron. The results show that, in contrast to the predicted flood discharge of 24.97 m³/s, the river's discharge capacity is only 11.511 m³/s. Based on the data and calculation give the design result as 5 m the height of main dam; 2.8 m the height of sub dam; and 8.76 m the length of apron. From the stability test, it gives the result 2.537 for soil stability. The total amount of cost is IDR 9,309,300,835.

Key word : cast in-situ; flood; sabo dam

1. PENDAHULUAN

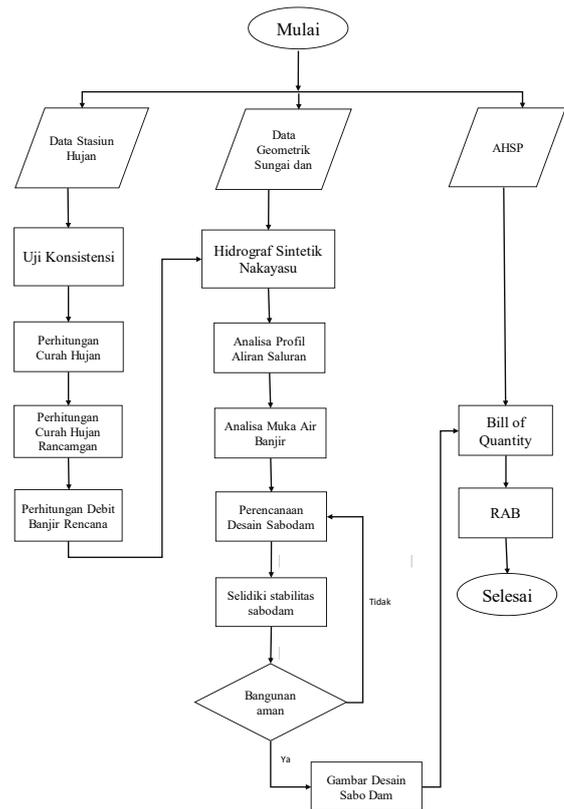
Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki wilayah pegunungan dan perbukitan yang cukup banyak. Salah satunya adalah Kota Batu Jawa Timur yang dikelilingi beberapa gunung seperti: Gunung Arjuna, Gunung Rawung, dan Gunung Pucung. Berada di sekeliling gunung dapat menjadi hal yang berdampak positif apabila lingkungan dijaga dan dirawat, namun apabila tidak dijaga bencana besar pun dapat terjadi, seperti longsor. Ketika hujan berintensitas tinggi melanda daerah tersebut akan dapat menyebabkan kelongsoran yang akan turun ke bawah dan dapat membuat sumbatan-sumbatan di area tertentu, kemudian akan bercampur dengan air yang berakibat menjadi banjir yang berlumpur. Banjir sendiri terjadi akibat meluapnya air sungai karena ketidakmampuan badan sungai untuk menampung debit air.

Seperti halnya banjir bandang pada 4 November 2021 silam di Kecamatan Bumiaji Kota Batu terjadi akibat longsor yang membuat Natural Dam jebol bersamaan dengan banyaknya air karena intensitas hujan tinggi. Ditambah kapasitas tampung Sungai Kricik di daerah tersebut tidak dapat menampung luapan air yang ada.

Dengan adanya bencana banjir bandang, perlu dilakukan pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada area bantaran sungai dan *eco-engineering* dengan menanam tanaman berakar paku pada area perkebunan. Selain itu, perbaikan di area hulu Sungai Kricik DAS Brantas dengan pembangunan bangunan pengendali sedimen seperti sabo dam juga perlu dilakukan.

2. METODE

Guna mendesain sabo dam ada beberapa hal yang dilakukan dalam prosesnya. Pertama melakukan survei daerah terdampak banjir bandang guna mengetahui material yang terangkut dan kemudian mengambil data kepada instansi terkait. Tahap berikutnya yaitu menentukan debit banjir rencana dan dilanjutkan dengan menentukan peletakan sabo dam dengan menganalisa sungai dan melakukan pengambilan data menggunakan drone. Selanjutnya melakukan pemilihan jenis sabo dam dengan identifikasi debris dan merencanakan desain sabo dam beserta gambarnya. Tahap terakhir dilakukan pemilihan metode pelaksanaan dan membuat rencana anggaran biaya pembuatan sabo dam.



Gambar 1. Diagram Alir

Sumber: Hasil Pembuatan melalui Microsoft Exel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemilihan Lokasi Sabo Dam

Lokasi sabo dam dipilih berdasarkan aliran sungai yang relative lurus tanpa belokan dan memiliki lebar bawah sungai yang kecil. Lokasi sabo dam umumnya tidak pada lokasi dataran, tetapi lebih banyak pada area pegunungan karena skala pengerjaan yang cukup besar dan membutuhkan cukup banyak waktu. Pembangunan sabo dilakukan pada daerah yang memproduksi sedimen yang umumnya terletak pada bagian hulu.

Letak perencanaan sabo pada Desa Sumbergondo Kecamatan Bumiaji Kota Batu diambil melalui gambar pengambilan menggunakan drone dan kemudian diolah menggunakan beberapa aplikasi seperti *Agisoft*, *PCI Geomatica*, dan *Arch Map*. Hasil dari pengolahan *software* didapatkan luas area sebesar 7,931 km², panjang 7,881 km, serta mendapatkan peta topografi pada area sekitar sabo.

Setelah mendapatkan kontur maka perlu membuat potongan melintang pada beberapa titik. Pada studi ini menggunakan 5 titik peninjauan dari hasil peta topografi oleh drone. Kemudian menurut penentuan lebar dasar sungai terkecil, dipilih titik ketiga sebagai lokasi sabo dam. Titik ketiga terletak pada alur sungai yang relative lurus tanpa belokan dan memiliki lebar bawah sungai yang paling kecil dari kelima titik, yaitu sebesar 3,08 meter.

B. Perhitungan Hujan Total Tahunan

Hujan rata-rata dihitung untuk mendapatkan komulatif hujan tahunan pada setiap stasiun hujan. Diketahui stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun hujan Junggo, Tinjumoyo, dan Ngujung yang dimulai dari tahun 2011 hingga 2020. Hasil perhitungan hujan total tahunan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Perhitungan Hujan Total Tahunan

Tahun	Stasiun Hujan		
	Ngujung	Junggo	Tinjomoyo
2011	1671	2244	1739
2012	1619	2091	1834
2013	2921	2569	2532
2014	1699	1938	1737
2015	1391,6	1530,6	1431,4
2016	1811,1	2709,2	2205,8
2017	1676,9	2525,4	2085,9
2018	1284,6	1804	1869
2019	1396,5	1563	2057
2020	1863,7	2772	2056,5

Sumber: Hasil perhitungan

C. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Daerah

Curah hujan maksimum daerah digunakan dalam perhitungan untuk mendapatkan nilai curah hujan rancangan dengan metode aljabar ((Sosrodarsono and Takeda, 1987), sesuai hasil topografi yang termasuk daerah pegunungan; luas DAS dibawah 5000 km² yaitu 7,931 km²; dan pos hujan yang terbatas. Berdasarkan analisis diperoleh hasil curah hujan daerah pada tahun 2011 hingga 2020 sebagai berikut:

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum Daerah

No	Tahun	Ch Maksimum (mm/jam)
1	2011	55,251
2	2012	54,598
3	2013	97,743
4	2014	86,667
5	2015	74,333
6	2016	50,100
7	2017	62,500
8	2018	64,587
9	2019	49,659
10	2020	73,585

Sumber: Hasil perhitungan

D. Perhitungan Distribusi Frekuensi

Berdasarkan nilai curah hujan daerah yang sudah dihitung, didapatkan nilai Cs (koefisien kepengcangan) 0,810 dan Ck (koefisien kepuncakan) 3,756. Berdasarkan nilai Cs dan Ck yang sudah dihitung, maka distribusi teoritis yang sesuai adalah Distribusi Gumbel (Triatmojo, 2008) dengan nilai Cs ≤ 1,1396 dan Ck ≤ 5,4002.

E. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana yang digunakan menggunakan Distribusi Gumbel dengan kala ulang 50 tahun. Berdasarkan perhitungan, didapat hasil curah hujan rencana sebesar 124,665 mm/hari.

F. Perhitungan Curah Hujan Efektif

Hasil perhitungan curah hujan rencana diolah menjadi curah hujan efektif. Dalam menentukan curah hujan efektif maka perlu mengetahui koefisien pengaliran. Koefisien pengaliran didapat dari digitasi data SHP pada Arcmap 10.4 untuk mengetahui luas yang akan dikali dengan koefisien pengaliran. Tabel 3 merupakan hasil digitasi luas Desa Sumbergondo pada Arcmap 10.4:

Tabel 3. Koefisien Pengaliran

No	Pembagian Wilayah	Luas (ha)	C	Σ
1	Pemukiman	136,246	0,4	54,498
2	Ladang	387,731	0,35	135,706
3	Hutan	807,255	0,2	161,451
4	Kebun	44,028	0,35	15,410
total		1375,260		367,065
Cgabungan			0,267	

Sumber: Digitasi Arcmap 10.4

Dari hasil penggabungan koefisien dari masing-masing pembagian wilayah yaitu 367,065 dibagi 1375,260 didapat hasil koefisien pengaliran gabungan sebesar 0,267. Curah hujan efektif didapat dari hasil perkalian curah hujan rencana dengan gabungan koefisien pengaliran seperti pada tabel 4 di bawah ini:

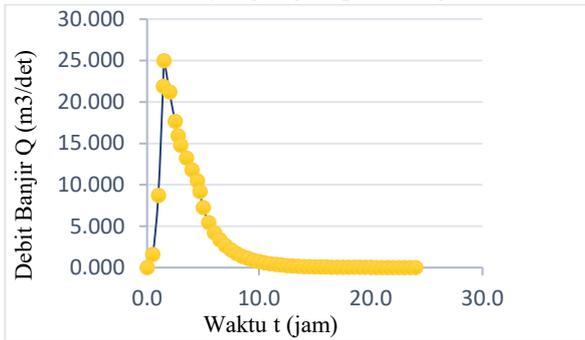
Tabel 4. Hasil Perhitungan Curah Hujan Efektif

Kala Ulang 50 Tahun		
Hujan Rencana	mm	124,665
Koefisien Pengaliran	C	0,267
Hujan Efektif	mm	33,274

Sumber: Hasil perhitungan

G. Perhitungan Debit Banjir

Dari hasil hujan rencana didapatkan debit maksimum dengan periode ulang 50 tahun dengan metode nakayasu sebesar 24,97 m³/dtk yang terjadi pada 1,5 jam awal.



Gambar 2. Grafik Hasil Debit Rencana Nakayasu
Sumber: Hasil perhitungan

H. Analisis Pengaruh Sedimen

Dari hasil hujan rencana didapatkan pula volume sedimen tersangkut saat banjir (*Vec*) menggunakan rumus empiris dari (Mizuyama, 1988) ketika kondisi debris sebesar:

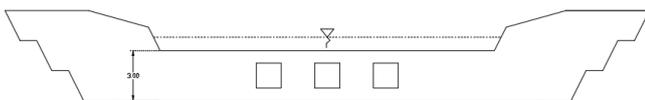
$$V_{ec} = \frac{R_{24} \times A \times 10^3}{1-\lambda} \left(\frac{C_d}{1-C_d} \right) \cdot f_r \quad (1)$$

$$= \frac{124,665 \times 7,93 \times 10^3}{1-0,4} \left(\frac{0,307}{1-0,307} \right) \cdot 0,111 = 80.596,71 \text{ m}^3$$

I. Perencanaan *Main Dam*

▪ Tinggi Efektif *Main Dam* (h)

Tahap selanjutnya yaitu mencari perbedaan tinggi antara elevasi tebing kanan dengan dasar sungai di lokasi dan didapatkan beda tinggi sebesar 4 m. Maka tinggi efektif dibuat 3 m agar terdapat ketinggian jagaan, sehingga apabila terjadi banjir bandang di area tersebut, air tidak akan meluap pada area di atas tebing.



Gambar 3. Tinggi Efektif *Main Dam*
Sumber: Perhitungan dan Hasil Desain Autocad 2021

▪ Pelimpah

Lebar pelimpah (*B1*) dapat dihitung menggunakan rumus (SNI 2851, 2015) di bawah ini:

$$B_1 = a \times \sqrt{Q_d} \quad (2)$$

$$= 4 \times \sqrt{24,973} = 19,989 \text{ m} \approx 20 \text{ m}$$

Tinggi pelimpah (*h3*) diperoleh dari persamaan di bawah ini:

$$Q_d = \frac{2}{15} \times C \times \sqrt{2g} \times (3B_1 + 3B_2) \times h_3^{3/2} \quad (3)$$

$$24,973 = \frac{2}{15} \times 0,65 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times (3 \times 20 + 3x) \times h_3^{3/2}$$

$$h_3 = 0,8 \text{ m}$$

Setelah diketahui nilai *h3* maka lebar pelimpah bagian atas dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (SNI 2851, 2015) sebagai berikut:

$$B_2 = B_1 + 2m_2 \times h_3 \quad (4)$$

$$= 20 + 2 \times 0,5 \times 0,8 = 20,8 \text{ m}$$

Menentukan kecepatan air di atas pelimpah sabo dam sesuai dengan rumus (SNI 2851, 2015):

$$q_0 = \frac{Q_{debris}}{B_{rata-rata}} = \frac{24,973}{(20+20,8)/2} = 1,224 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{m} \quad (5)$$

$$v_0 = \frac{q_0}{h_3} = \frac{1,224}{0,8} = 1,530 \text{ m}/\text{dtk} \quad (6)$$

Tinggi jagaan diperoleh dari tabel tinggi jagaan yang menyesuaikan dengan besar debit hujan rancangan. Dari hasil debit hujan sebesar 24,973 m³/dtk maka tinggi jagaan sesuai tabel 5 sebesar 0,6 m.

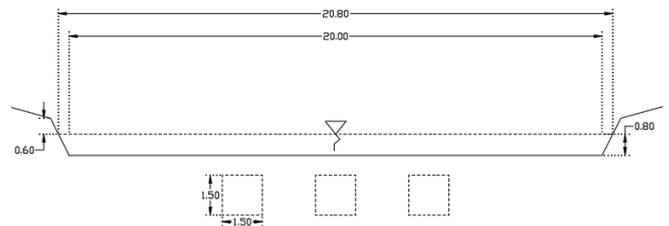
Tabel 5. Tinggi Jagaan (F) pada Pelimpah Bangunan Sabo

Q (m ³ /dtk)	50	50-100	100-200	200-500	500-2000
F (meter)	0,6	0,8	1,00	1,20	1,50

Sumber: SNI 2851 2015

Tinggi pelimpah merupakan hasil penjumlahan dari tinggi muka air di atas pelimpah dan tinggi jagaan yang diperoleh hasil sebesar 1,4 m.

Sesuai tabel SNI 2851:2015, dengan material setelah banjir bandang yaitu batu besar dan pepohonan serta kandungan sedimen yang cukup besar maka pelimpah menggunakan tebal 3 m.



Gambar 4. Desain Pelimpah *Main Dam*
Sumber: Perhitungan dan Hasil Desain Autocad 2021

▪ Kedalaman Fondasi (*hp*)

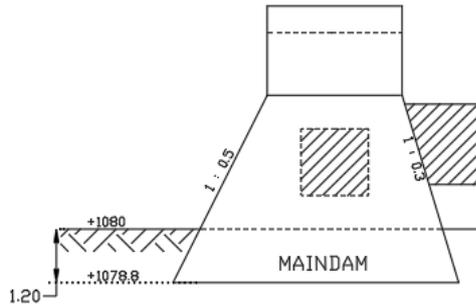
Kedalaman fondasi *main dam* dapat dihitung menggunakan rumus (SNI 2851, 2015):

$$h_p = \left(\frac{1}{4} \text{ sampai } \frac{1}{3} \right) \times (h_3 + h) \quad (7)$$

$$= \left(\frac{1}{4} \right) \times (0,8 + 3) = 0,95$$

$$= \left(\frac{1}{3} \right) \times (0,8 + 3) = 1,267 \text{ m}$$

Kedalaman fondasi yang digunakan antara 0,95 sampai 1,267 dan yang dipilih adalah sedalam 1,2 m.



Gambar 5. Desain Fondasi Main Dam
 Sumber: Perhitungan dan Hasil Desain Autocad 2021

▪ Kemiringan Tubuh Main Dam

Kemiringan hilir (n) 1:n tubuh main dam sebesar 1 : 0,3 dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$n = v_0 \sqrt{\frac{2}{g \times h_t}} \quad (8)$$

$$= 1,53 \sqrt{\frac{2}{9,81 \times (3+1,4+3)}} = 0,299 \approx 0,3$$

Kemiringan hulu (m) dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$(1 + \alpha)m^2 + [2(n + \beta) + n(4\alpha + \gamma) + 2\alpha\beta]m(1 + 3\alpha) + \alpha\beta(4n + \beta) + \gamma(3n\beta + \beta^2 + n^2) = 0 \quad (9)$$

Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai α, β , dan γ .

$$\alpha = \frac{h_3}{h_{tot}} = \frac{0,8}{5,35} = 0,15 \quad (10)$$

$$\beta = \frac{b}{h_{tot}} = \frac{3}{(3+1,4+3)} = 0,561 \quad (11)$$

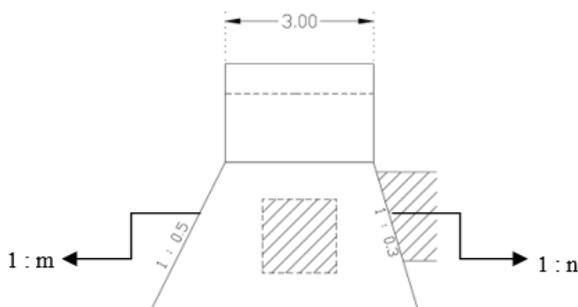
$$\gamma = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{1,2}{1} = 1,2 \quad (12)$$

Tahap selanjutnya mencari nilai m dengan rumus ABC. Diperoleh nilai m1 sebesar 0,402 dan m2 sebesar -2,514. Maka dipilih nilai yang tidak negatif sehingga kemiringan pada hilir sebesar $0.402 \approx 0,5$ (1 : 0,5)

$$Rumus ABC = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (13)$$

$$= \frac{-2,429 \pm \sqrt{2,429^2 - 4 \cdot 1,15 \cdot 2,687}}{2 \cdot 1,15}$$

$M_1 = 0,5$ (oke) dan $M_2 = -2,514$ (tidak oke)



Gambar 6. Kemiringan Tubuh Main Dam
 Sumber: Perhitungan dan Hasil Desain Autocad 2021

▪ Sayap Main Dam

Sayap merupakan bagian konstruksi yang termasuk kedalam tubuh main dam sehingga menurut modul pelatihan perencanaan bangunan sabo tahun 2018 oleh PUPR tebal sayap sama dengan tebal tubuh main dam. Sesuai dengan rumus maka tinggi sayap dapat dihitung sebagai berikut:

$$h_s = h_c + F \leq 5,0 \text{ (m)} \quad (13)$$

$$= 0,8 + 0,6 = 1,4 \text{ m}$$

Kemiringan sayap dapat diperoleh dari perbandingan tebing pada kiri dan kanan sungai, berikut adalah hasilnya:

$$\text{Kemiringan sayap kanan} = 3,19 : 15 = 1 : 4,702$$

$$\text{Kemiringan sayap kiri} = 3,72 : 13,32 = 1 : 3,581$$

$$\text{Penampang sayap bagian samping (I}_1) = 4 \text{ m}$$

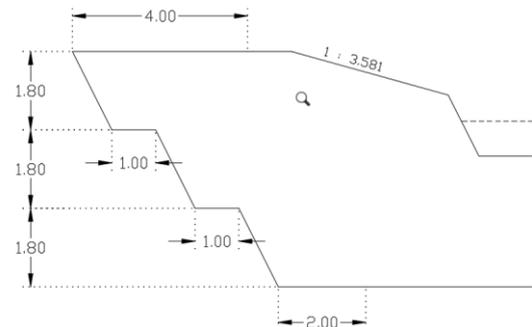
$$\text{Kedalaman penampang sayap (I}_2) = 1,3 \text{ m}$$

$$\text{Jarak dari kaki sayap bagian samping (b}_1) = 2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar undakan (b}_2) = 1 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi undakan (h}_1) = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan undakan (M)} = 2 : 1$$



Gambar 7. Desain Sayap Main Dam
 Sumber: Perhitungan dan Hasil Desain Autocad 2021

J. Perencanaan Sub Dam

▪ Tinggi Efektif Sub Dam (h2)

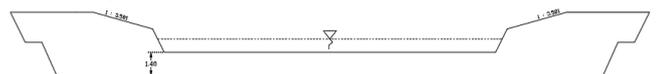
Tinggi efektif sub dam dapat dihitung menggunakan rumus (SNI 2851, 2015) sebagai berikut:

$$h_2 = \left(\frac{1}{4} \text{ sampai } \frac{1}{3}\right) \times (h + h_p) \quad (14)$$

$$= \frac{1}{4} \times (3 + 1,2) = 1,05 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{3} \times (3 + 1,2) = 1,4$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa tinggi efektif sub dam (h2) antara 1,05 hingga 1,4 dan pada perencanaan kali ini dipilih h2 sebesar 1,4 m.



Gambar 8. Tinggi Efektif Sub Dam
 Sumber: Perhitungan dan Hasil Desain Autocad 2021

- Lebar pelimpah (B1), tinggi muka air di atas pelimpah (h3), tinggi jagaan (F), tinggi pelimpah (Hc), tebal mercu pelimpah (B), kedalaman Fondasi (hp),

kemiringan tubuh sub dam, dan sayap sub dam memiliki desain dan ukuran yang sama dengan *main dam*.

K. Perencanaan Apron

Perencanaan apron menggunakan rumus (Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, 2018) guna menentukan tebal dan panjang apron yang menghubungkan *main dam* dan sub dam.

▪ Tebal apron

$$t = 0,1 (0,6H + 3h_3 - 1)(m) \quad (15)$$

$$= 0,1 (0,6 \times 3 + 3 \times 0,8 - 1)(m) = 0,32 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

Untuk mengimbangi tebal pelimpah maka apron didesain setebal 1 m hasil dari pembulatan dari 0,32 m.

▪ Panjang apron

$$H_1 = h + h_p - t \quad (16)$$

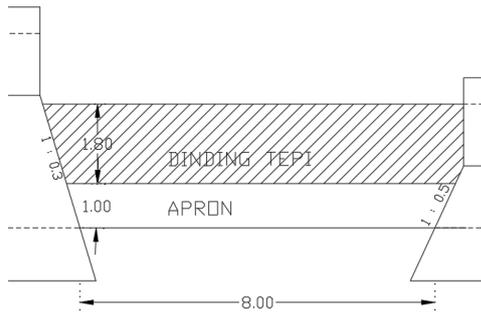
$$= 3 + 1,2 - 1 = 3,2 \text{ m}$$

$$L = (1,5 \text{ sampai } 2,0) \times (H_1 + h_3)$$

$$= (1,5) \times (3,2 + 0,8) = 6 \text{ m}$$

$$= (2) \times (3,2 + 0,8) = 8 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan sesuai rumus diketahui panjang apron dapat didesain antara 6 sampai 8 meter, pada perencanaan kali ini panjang apron dibuat 8 m.



Gambar 9. Desain Apron Sabo Dam

Sumber: Perhitungan dan Hasil Desain Autocad 2021

L. Volume Kapasitas Massa Sedimen Sabo Dam

Menurut (Hassan, 2019) perhitungan kapasitas massa sedimen memerlukan beberapa data seperti tinggi rencana sabo (H) 3 m; elevasi sungai sebelum sabo +1.084,00 m; elevasi sungai dasar titik sabo +1.081,00 m; panjang sungai total (L) 7881 m; dan lebar sungai (B) 3,08 m.

$$\tan \theta : \frac{1.084 - 1.081}{7881} = 0,0004, \frac{1}{n} = \frac{1}{0,0004} = 2627 \text{ m}$$

1. Mencari panjang sungai L1

$$L_1 = 2 \times n \times H \quad (17)$$

$$= 2 \times 2627 \times 3 = 15,762 \text{ m}$$

2. Mencari panjang sungai L2

$$L_2 = 3 \times n \times H \quad (18)$$

$$= 3 \times 2627 \times 3 = 23,643 \text{ m}$$

3. Mencari luas A1

$$A_1 = \frac{1}{2} \times H \times L_1 \quad (19)$$

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 15,752 = 23,643 \text{ m}^2$$

4. Mencari luas A total

$$\Sigma A = \frac{1}{2} \times H \times L_2 \quad (20)$$

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 23,643 = 35,464 \text{ m}^2$$

5. Mencari kapasitas massa sedimen (Vs)

$$V_s = \Sigma A \times B_{\text{sungai}} \quad (21)$$

$$= 35,464 \times 3,08 = 109,231 \text{ m}^3$$

M. Stabilitas Tanah

Stabilitas tanah pada Kecamatan Bumiaji menggunakan acuan SNI 2851:2015 dengan menghitung berat sendiri dan tekanan air static untuk menentukan gaya vertikal, horizontal, dan lengan karena tinggi *main dam* kurang dari 15 meter.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Beban Sabo Dam

Beban	Notasi	Gaya Vertikal (ton)	Gaya horizontal (ton)	Lengan (m)	Momen Penahan (ton.m)	Momen Penggulingan (ton.m)
Berat sendiri	W					
	W ₁	17.174		1.783	30.626	
	W ₂	12.840		3.675	47.187	
Tekanan air statik	P					
	P _v	7.156		0.892	6.380	
	P _h		14.311	1.783		-25.522
Σ		47.473	14.311	13.343	137.878	-25.522

Sumber: Perhitungan

Kontrol stabilitasi pertama adalah kontrol terhadap guling.

$$FK_{\text{guling}} = \frac{\Sigma M_t}{\Sigma M_g} \quad (22)$$

$$= \frac{137,878}{-25,522} = 5,402$$

$$= 5,402 \geq 2 = \text{OK}$$

Kontrol stabilitasi kedua adalah kontrol terhadap geser.

$$FK_{\text{geser}} = \frac{\Sigma V \tan \theta + cb'_2}{\Sigma H} \quad (23)$$

$$= \frac{(47,473 \times \tan 21,47) + (1 \times 5,28)}{14,311} = 1,674$$

$$= 1,674 \geq 1,2 = \text{OK}$$

Kontrol stabilitasi ketiga adalah kontrol terhadap daya dukung tanah.

$$F_k = \frac{q_u}{\sigma_{\text{max}}} \quad (24)$$

$$= \frac{33,352}{1,144} = 2,915$$

$$= 2,915 \geq 1,5 = \text{OK}$$

N. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya meliputi pekerjaan persiapan; pekerjaan tanah; pekerjaan pasangan batu dan plesteran; pekerjaan beton; dan pekerjaan beton serat baja yang membutuhkan total anggaran sebesar Rp 9.309.300.835 berdasarkan berdasarkan perhitungan analisis (Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Didapatkan debit banjir rencana Kecamatan Bumiaji dengan kala ulang 50 tahun sebesar 24,97 m³/dtk. Untuk volume sedimen dalam sekali banjir akibat hujan rencana (Vec) kurang dari kapasitas massa sedimen pada sabo (VS) yaitu 80,596 m³ < 109,231 m³. Sehingga sabo dam yang direncanakan cukup menggunakan satu seri sabo dam (tidak perlu bertingkat).

Hasil perencanaan desain *main* dam diperoleh tinggi total 5 m; lebar pelimpah bawah 20 m; kedalaman fondasi 1,2 m; kemiringan hilir 1:0,3 dan hulu 1:0,5. Sedangkan untuk tinggi total sub dam sebesar 2,8 m; dan panjang apron sebesar 8,76.

Pada kontrol stabilitas terhadap guling dinyatakan aman dengan nilai 5,4; kontrol terhadap geser dinyatakan aman dengan nilai 1,743; dan terhadap daya dukung tanah dinyatakan aman dengan nilai sebesar 2,537.

Metode pelaksanaan yang digunakan terbagi atas pekerjaan pembersihan, pekerjaan galian, pekerjaan

pengecoran, dan pekerjaan pelapisan selimut sabo dam dengan menggunakan beton serat baja. Sehingga total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 9.309.300.835.

B. Saran

Dalam upaya pengendalian banjir sedimen penanganan saja tidak cukup, perlu adanya antisipasi sebelum bencana dimulai. Di dalam perencanaan sabo sendiri perlu pengendalian berbagai jenis bangunan sedimen yang ditinjau dari hulu hingga hilirnya. Terdapat komponen dengan fungsi berbeda yang harus disatukan agar padu.

Untuk studi kedepannya hendaknya melakukan pengecekan stabilitas tanah untuk bagian dinding tepi bangunan sabo dam, agar memaksimalkan kekuatan bangunan yang ada. Merancang sebuah konstruksi tidak lepas dengan perhitungan anggaran, maka pentingnya meninjau anggaran biaya yang dibutuhkan agar dapat melaksanakan perencanaan bangunan sabo dam dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- | | |
|---|---|
| <p>[1] Hassan. C, <i>Sabo Plan (Perencanaan Sabodam Modular)</i>. Jakarta: - , 2019.</p> <p>[2] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Perencanaan Dimensi Bangunan Sabo," Jakarta, 2018.</p> <p>[3] SNI 2851, "Desain Bangunan Penahan Sedimen," Jakarta, 2015.</p> <p>[4] Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat,</p> | <p>"Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat," Jakarta, 2022.</p> <p>[5] Mizuyama, <i>Perhitungan Aliran Debris</i>, Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 1988.</p> <p>[6] Sosrodarsono, S. and Takeda, K. <i>Hidrologi untuk Terapan</i>. Jakarta: PT Pradnya Paramita. 1987.</p> <p>[7] Triatmojo, B. <i>Hidrologi Terapan</i>. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.</p> |
|---|---|