

STUDI PERENCANAAN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN (*CHECK DAM*) KEDUNGOMBO SUNGAI KALI SERANG

Nur Tri Adi Setia^{1*)}, Riman¹⁾, Agus Tugaa Sudjianto¹⁾

¹⁾ Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Data Artikel: Naskah masuk, 24 Juli 2023 Direvisi, 2 Agustus 2023 Diterima, 3 Agustus 2023 *Email Korespondensi: riman@widyagama.ac.id	Sungai Serang terletak di Wilayah Provinsi Jawa Tengah Indonesia, dimana pada hilirnya terdapat Waduk Kedungombo. Kondisi saat ini sungai mengalami pendangkalan disebabkan banyaknya perubahan fungsi lahan sehingga pada saat hujan butiran tanah di permukaan terjatuh ke sungai yang menyebabkan sedimentasi dan terbawa sampai waduk tersebut. Bila ini terjadi secara terus-menerus maka kapasitas tampung air di waduk akan berkurang. Salah satu cara untuk mengendalikan sedimen adalah membuat bangunan pengendali sedimen (<i>check dam</i>). <i>Check dam</i> berfungsi untuk menghambat kecepatan aliran dan menangkap sedimen yang terbawa aliran air sehingga sedimen tidak sampai masuk ke waduk. <i>Check Dam</i> direncanakan menggunakan Q50 sebesar 334,21m³/dtk dengan perhitungan metode HSS Gama I. Kemudian dilakukan simulasi permodelan sungai untuk menganalisis hidrauliknya menggunakan <i>software HEC-RAS</i>. Bangunan tersebut direncanakan menggunakan dimensi; Tinggi efektif Main Dam 3,00 m, bentang 36,00 m, tebal 2,00 m, kedalaman pondasi 1,70 m. Sedangkan untuk dimensi Sub Dam, tinggi efektif 1,50 m, bentang 36,00 m, tebal 2,00 m, dan kedalaman pondasi 1,00 m. Hasil analisis efek aliran balik(<i>Back Water</i>) menggunakan <i>Software</i> tersebut terhadap adanya bangunan dinyatakan aman. Sedangkan untuk stabilitas dalam kondisi banjir, normal dan gempa juga dinyatakan aman. Total anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun <i>Check Dam</i> Kedungombo sebesar Rp13.446.750.240,- . Kata Kunci : <i>Check Dam, Sungai Serang, Waduk Kedungombo, Debit Banjir.</i>

1. PENDAHULUAN

Sungai Serang terletak di wilayah Provinsi Jawa Tengah, Indonesia, Sungai dengan panjang kurang lebih ±133,17 Km, dan luas Daerah Tangkapan Air(DTA) atau *catchment* area sekitar 200 Km² mengalir dari barat-utara dan bermuara Laut Jawa[1]. Di hilir sungai ini terdapat waduk raksasa, yaitu, Waduk Kedungombo yang mengairi persawahan di 4 Kabupaten (Grobogan, Demak, Kudus, dan Pati). Kondisi saat ini hulu Sungai Serang mengalami pendangkalan hal ini disebabkan karena banyaknya perubahan fungsi lahan yang cukup luas di bagian hulu yang mengakibatkan berkurangnya daya resap air ke tanah dan kemiringan dasar sungai yang cukup landai serta banyaknya anak sungai di sungai tersebut, dan karena kountur tanah yang cukup beragam. Akibatnya pada saat terjadi hujan, partikel tanah yang berada di permukaan terjatuh

ke palung sungai yang menimbulkan sedimentasi atau endapan material sehingga sedimen tersebut terbawa oleh aliran air sampai Waduk Kedungombo.

Waduk Kedungombo berdiri sejak tahun 1989 dengan kapasitas tampung 723,16jt m³ Pada tahun 2021 telah diteliti oleh Ifan Azwar Nasution berdasarkan analisa distribusi sedimentasi pada 4 kali periode pengukuran dari tahun 1994, 2003, 2012 dan 2017 kapasitas tampung air berkurang akibat sedimentasi dari 723,16jt m³ hingga berdasarkan pengukuran terakhir (tahun 2017). Kapasitas Waduk Kedungombo pada elevasi tertinggi 90 m adalah sebesar 683,19jt m³ dengan luas genangan 4.704,62 Ha. Berdasarkan pengukuran ini diketahui bahwa kapasitas tampungan Waduk telah berkurang sebanyak 39.97jt m³[2]. Salah satu cara untuk mengendalikan sedimen adalah membuat bangunan pengendali sedimen (*Check dam*). *Check dam* adalah bangunan yang dibuat melintang sungai yang berfungsi untuk menghambat kecepatan aliran permukaan dan menangkap sedimen yang dibawa aliran air[3]. Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan maka penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain *Check Dam* yang berkualitas dan ekonomis sehingga mencapai fungsi dan manfaat yang optimal, menganalisis kestabilan bangunan dalam kondisi banjir, normal dan gempa, permodelan sungai untuk menganalisa efek aliran balik(*Back Water*)terhadap adanya bangunan, dan berapa total biaya untuk membangun sebuah bangunan pengendali sedimen (*Check Dam*).

1.1. ANALISIS HIDROLOGI

Analisis hidrologi adalah perhitungan estimasi memprediksi debit banjir yang masuk pada kala ulang tertentu[4]. Perkiraan besarnya debit banjir merupakan bahan masukan untuk perencanaan bangunan *Check Dam*[5]. Untuk memprediksi debit banjir yang akan datang ini menggunakan metode hidrograf satuan sintetis sebagai alternatif karena kekurangannya data pada aliran *sub DAS*.

1.1.1. Curah Hujan Jam-Jaman Metode PSA 007

Untuk mendapatkan curah jam-jaman selanjutnya sesuai dengan PSA 007, distribusi hujan disusun dalam bentuk genta, dimana hujan tertinggi ditempatkan di tengah, tertingi kedua di sebelah kiri, tertinggi ketiga di sebelah kanan dan seterusnya[6].

1.1.2. Hidrograf Satuan Sintetis

HSS adalah hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data sungai pada DAS yang sama atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama. Terdapat beberapa model HSS, diantaranya: HSS Snyder, HSS Nakayasu, HSS SCS, dan HSS Gama. Masing-masing model HSS, pada dasarnya hanya berlaku di DAS tertentu, yakni di DAS di mana HSS tersebut secara empiric diteliti atau di rumuskan. HSS Nakayasu (1950) telah dikembangkan dan diteliti di Jepang, HSS Snyder (1938) dikembangkan di Amerika Serikat, HSS gama I dikembangkan oleh Sri Harto (1985) di 30 lokasi DAS penelitian di Pulau Jawa[7].

1.1.3. Debit Banjir Rencana

Dalam perhitungan debit rencana, pengaruh faktor konsentrasi sedimen juga harus diperhitungkan[8], sehingga persamaannya menjadi :

$$Qd = Q * (1 + a) \quad (1)$$

1.2. ANALISA HIDRAULIKA

Analisa Hidraulika erat kaitannya dengan perencanaan dimensi yang dilakukan. Diharapkan menciptakan sesuatu struktur yang stabil, cukup kokoh, mampu-layan, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan[9].

1.2.1. Tinggi Efektif *Main Dam*

Tinggi efektif main dam harus lebih pendek dari tebing sungai existing, untuk memberi ruang limpasan agar tetap berada pada ruang sungai [10].

1.2.2. Lebar Peluap *Main Dam*

Lebar peluap direncanakan berdasarkan besarnya debit rencana yang ditetapkan, biasanya berdasarkan hujan kala ulang 50 [11]. Untuk menghitung lebar peluap Main Dam digunakan persamaan berikut

$$B1 = a \times \sqrt{Qd} \quad (2)$$

1.2.3. Tebal Mercu Peluap *Main Dam*

Tebal mercu peluap (b) (*crest opening*) direncanakan berdasarkan asumsi kerusakan yang ditimbulkan akibat adanya aliran debris dan debit rencana, segi stabilitas, dan melihat kondisi material dasar sungai [12].

Tabel 1. Tebal Mercu Pelimpah (Menurut Buku Petunjuk Pekerjaan Sabo)

Tebal mercu peluap	Material dasar sungai
1,50 - 2,50	Pasir dan Kerikil (Sand and gravel)
	Kerikil dan batu (Gravel and cobble)
3,0 - 4,0	Batu dan batu besar (cobble and boulder)

1.2.4. Kedalaman Pondasi *Main Dam*

Pondasi merupakan konstruksi yang paling penting dan fatal dalam suatu bangunan . Peranan penting pondasi adalah sebagai penahan atau penopang beban bangunan yang ada di atasnya untuk diteruskan ke lapisan tanah yang ada dibawahnya [13]. Untuk menghitung kedalaman pondasi, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$hp = \left(\frac{1}{4} \text{ Sampai } \frac{1}{3} \right) \times (h3 + h) \quad (3)$$

1.2.5. Sub Dam

Sub-bangunan Check Dam dan bagian-bagiannya, seperti ambang pelimpah, tubuh bangunan, pondasi, maupun sayap sub-bangunan dibuat serupa dengan bangunan utama (*Main Dam*).

1.2.6. Tinggi Efektif Sub Dam

Sub dam bangunan Check Dam memiliki fungsi yang hampir sama dengan main dam. Namun dengan ukurannya lebih kecil dari Main Dam. Tinggi Sub Dam dibuat lebih kecil dari Main Dam. Perencanaan tinggi Sub Dam menggunakan rumus berikut:

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

1.2.7. Panjang Apron Datar

Panjang apron dihitung dengan rumus empiris :

$$L = 1,5 \times (H_1 + h_3) - nh \quad (5)$$

1.2.8. Tebal Apron

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk merencanakan tebal lantai lindung.

$$t = c \times (0,60 \times h + 3 \times h_3 - 1) \quad (6)$$

1.2.9. Stabilitas Bangunan

- Stabilitas Terhadap Guling
Rumus yang digunakan adalah :

$$Sf = \left(\frac{Mt}{Mg}\right) > 2,0 \quad (7)$$

- Stabilitas Terhadap Geser
Rumus yang digunakan adalah :

$$Sf = \left(\frac{f \times \sum V}{\sum H}\right) > 1,5 \quad (8)$$

- Kontrol Terhadap Penurunan
Teori penurunan dikemukakan oleh Terzaghi. Sehingga rumus yang digunakan juga merupakan rumus Terzaghi (Hary C, 1996).

$$Q_{ult} = 1,3 \times C \times N_c + h_p \times \gamma \times N_q + 0,4 \times b_2 \times \gamma \times N_\gamma \quad (9)$$

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

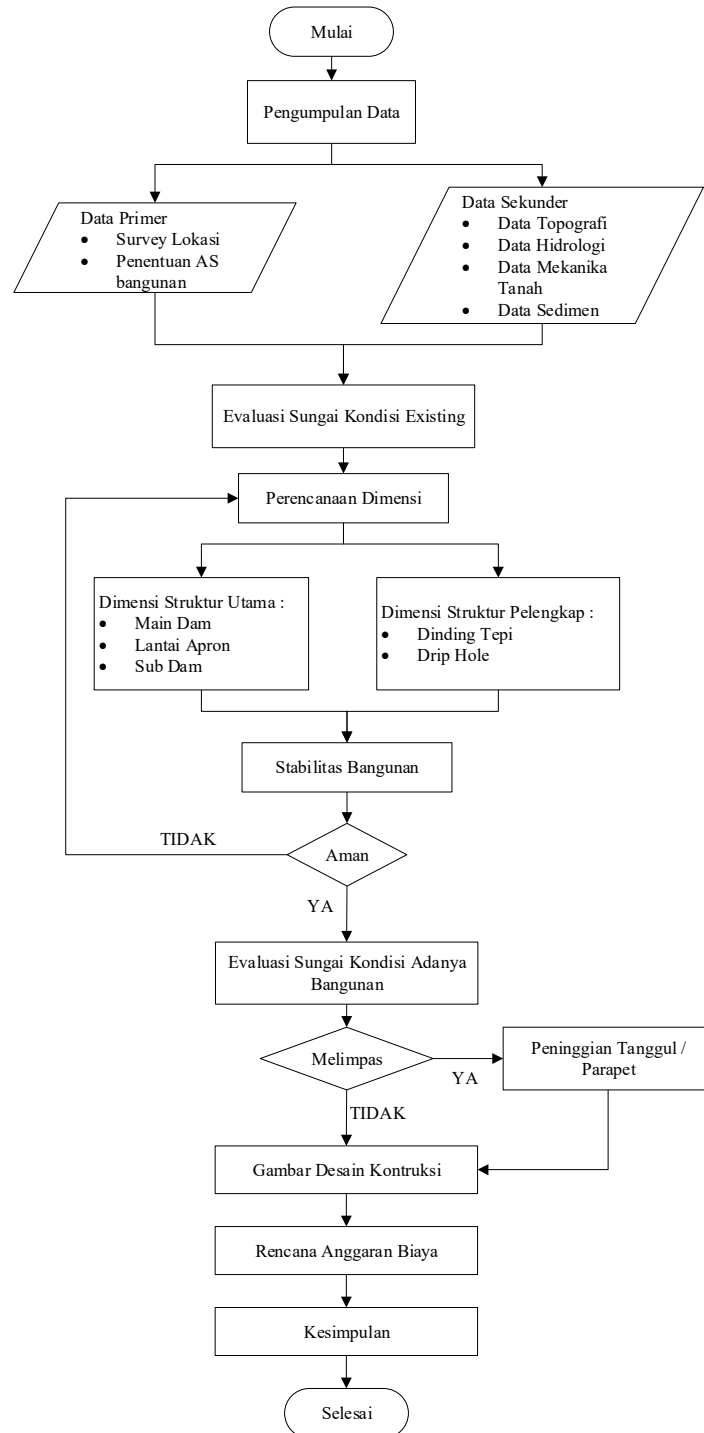
Lokasi studi ini terletak di Desa Klewor, Kecamatan Kemusu, Kabupaten Boyolali, Propinsi Jawa Tengah. Secara geografis terletak dengan koordinat 10° 45' 12.34" BT - 67° 17' 52.98" LS, berjarak 40km dari pusat Kab. Boyolali dan bisa ditempuh ±1 jam 10 menit menggunakan kendaraan roda 4.

2.2. Ketersediaan Data

Dalam studi ini di dapatkan data sebagai bahan studi perencanaan bangunan pengendali sedimen Check Dam Kedungombo, data tersebut meliputi data curah hujan maksimum, data topografi data mekanika tanah, data sedimen, harga bahan dan upah, Analisa harga satuan permen PUPR tahun 2022.

2.3. Diagram Alir Penelitian

Tahapan - tahapan yang dilakukan dalam kajian ini digambarkan dalam bagan alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. HIDROLOGI

3.1.1. Uji Konsistensi Data

Sebelum melakukan perhitungan debit rencana data yang dikumpulkan perlu di uji konsistensi datanya, berikut adalah hasil dari uji konsistensi data menggunakan metode RAPS :

Contoh Perhitungan :

$$Q_{hitung} = |Sk^{**}|_{maks} = 1,43$$

$$R_{hitung} = Sk^{**}_{maks} - Sk^{**}_{min}$$

$$= 1,43 - 0,07 = 1,36$$

Tabel 2. Hasil Uji Konsistensi Data

No	Tahun	Y	Y - $\bar{Y}$	Sk*	Dy ²	Dy	Sk**	Sk**
1	2011	103	-16.78	-16.78	28.14	26.12	-0.64	0.64
2	2012	160	39.30	22.52	154.42	26.12	0.86	0.86
3	2013	93	-27.08	-4.56	73.31	26.12	-0.17	0.17
4	2014	156	35.25	30.70	124.28	26.12	1.18	1.18
5	2015	112	-15.57	15.13	24.23	26.12	0.58	0.58
6	2016	93	-27.08	-11.95	73.33	26.12	-0.46	0.46
7	2017	95	-25.34	-37.29	64.21	26.12	-1.43	1.43
8	2018	122	1.77	-35.52	0.31	26.12	-1.36	1.36
9	2019	157	37.35	1.83	139.47	26.12	0.07	0.07
10	2020	118	-1.83	0.00	0.33	26.12	0.00	0.00
Jumlah		1205			$\Sigma = 682.04$			
Rata-rata		120						
n		10.00						

3.1.2. Penentuan Curah Hujan Rencana

Ada 3 macam distribusi yang digunakan, antara lain distribusi Normal, log normal, log pearson III, dan Gumbel. Dengan hasil perhitungan maka dapat ditentukan jenis distribusi yang sesuai. Dari analisis pemilihan jenis sebaran, dipilih yang mendekati syarat adalah metode Log Pearson III dengan nilai sebaran sebagai berikut :

Tabel 3

No.	Distribusi	Persyaratan	Hasil Perhitungan		Keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$	$Cs = 0,6132$	$Cs > 0$	Tidak memenuhi
		$Ck \approx 3$	$Ck = 0,2591$	$Ck < 3$	
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3 Cv$	$Cs = 0,6974$	$Cs \neq 0,613$	Tidak memenuhi
		$Ck = Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$	$Ck = 3,8772$	$Ck \neq 0,259$	
3	Gumbel	$Cs = 1,1396$	$Cs = 0,6132$	$Cs \neq 1,1396$	Tidak memenuhi
		$Ck = 5,4002$	$Ck = 0,2591$	$Ck \neq 5,4002$	
4	Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0,6132$	$Cs \neq 0$	Memenuhi

3.1.3. Uji Kecocokan Sebaran

Pengujian kecocokan sebaran digunakan untuk menguji sebaran data yang memenuhi syarat untuk data perencanaan. Pengujian kecocokan dilakukan dengan 2 cara yaitu uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorv dengan hasil seperti berikut :

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Kecocokan Sebaran

No.	Metode Pengujian	Hasil Perhitungan	Syarat	Keterangan
1	Uji Chi-Kuadrat	$X = 4.00$	$X = 5.991$	diterima
2	Smirnov-Kolmogorv	$\Delta P = 0.161$	$\Delta P = 0.41$	diterima

3.1.4. Perhitungan Debit Rencana

Sebelum menghitung debit rencana diperlukan menghitung distribusi hujan jam-jaman dengan metode PSA 007 dengan hasil seperti berikut :

Tabel 5. Hasil perhitungan jam-jaman PSA 007

No	Jam Ke -	Kala Ulang (Tahun)							
		5	10	20	25	50	100	1000	PMP
1	1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
2	2	11.3	12.0	12.2	12.3	13.0	13.3	14.3	16.0
3	3	70.0	68.0	67.3	67.0	65.0	64.0	61.0	56.0
4	4	6.7	8.0	8.5	8.7	10.0	10.7	12.7	16.0
5	5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
6	6	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Kemudian dalam perhitungan debit banjir akan menggunakan metode HSS Gama I . berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diperoleh debit banjir rencana untuk metode HSS Gama I dan periode ulang adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Rekapitulasi Debit Banjir

Kala Ulang (Tahun)	Q (m ³ /det)
5 th	213,73
10 th	244,46
20 th	270,88
25 th	285,07
50 th	315,29
100 th	346,84
1000 th	460,06

3.2. HIDRAULIKA

3.2.1. DESAIN CHECK DAM

➤ Debit Rencana

Dalam perhitungan debit rencana, pengaruh faktor konsentrasi sedimen juga harus diperhitungkan, sehingga persamaannya menjadi :

$$\begin{aligned} Q_d &= Q \cdot (1 + \alpha) \\ &= 315.29 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot (1 + 0.06) \\ &= 334.21 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

➤ Tinggi Efektif Main Dam

$$\begin{aligned} \text{Beda Tinggi} &= ((\text{Elev. tebing kanan} - \text{Elev. tebing kiri}) / 2) - \text{Elev. Dasar} \\ &= ((98.215 + 97.518) / 2) - 90.508 \\ &= 7.35 \text{ m} \approx 7 \text{ m} \end{aligned}$$

Karena tinggi Main dam harus lebih rendah daripada elevasi tebing sungai untuk menghindari terjadi limpasan, maka tinggi Main dam direncanakan 3.00m

➤ Lebar Peluap Main Dam

Untuk menghitung lebar peluap Main Dam digunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} B_1 &= a \times \sqrt{Q_d} \\ B_1 &= 2 \times \sqrt{334.21} = 36.56 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar Sungai 33.90m, maka lebar dasar > Lebar sungai sehingga lebar dasar pelimpah ditentukan = 36m

➤ Tebal Mercu

Karena material sedimen di sungai ini adalah kerikil dan batu-batu kecil dan sifat aliran sungai gerakan mandiri (Lepas) sesuai dengan tabel 1. maka tebal mercu pelimpah digunakan 2.0m

➤ Panjang Apron Datar

Panjang apron dihitung dengan rumus empiris sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L &= 2 (H_1 + h_3) \\ H_1 &= h + h_p - t \\ &= 3 + 1.70 - 1 = 3.70 \text{ m} \\ L &= 2 (3.70 + 2.80) = 13.00 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan L Panjang Apron ditentukan 13,00m

➤ Tebal Apron

Tebal lantai apron dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} t &= c \times (0.60 \times h + 3 \times h_3 - 1) \\ t &= 0.1 \times (0.60 \times 3 + 3 \times 2.80 - 1) \\ t &= 0.92 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan maka tebal apron dibulatkan menjadi 1,00 m

➤ Kedalaman Pondasi Main Dam

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan kedalaman pondasi Main Dam ini menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_p &= (1/3 \text{ s.d } 1/4) (h_3 + h) \\ &= (1/3 \text{ s.d } 1/4) (2.8 + 3.0) \\ &= 1.45 \text{ m s.d } 1.90 \text{ m} \end{aligned}$$

maka ditentukan kedalaman pondasi 1,70 m

➤ **Tinggi Efektif Sub Dam**

$$\begin{aligned} H_2 &= (1/4 \text{ sampai } 1/3) \times (h + h_p) \\ &= (1/4 \text{ Sampai } 1/3) \times (3 + 1.70) \\ &= 1.17 \text{ sampai } 1.56, \text{ maka tinggi sub dam ditentukan } 1.5\text{m} \end{aligned}$$

➤ **Lebar Peluap Sub Dam**

Lebar dan tebal mercu pelimpah Sub Dam direncanakan sesuai dengan perhitungan lebar dan tebal main dam. Dimana lebar dan tebal mercu sub dam ditentukan sebagai berikut :

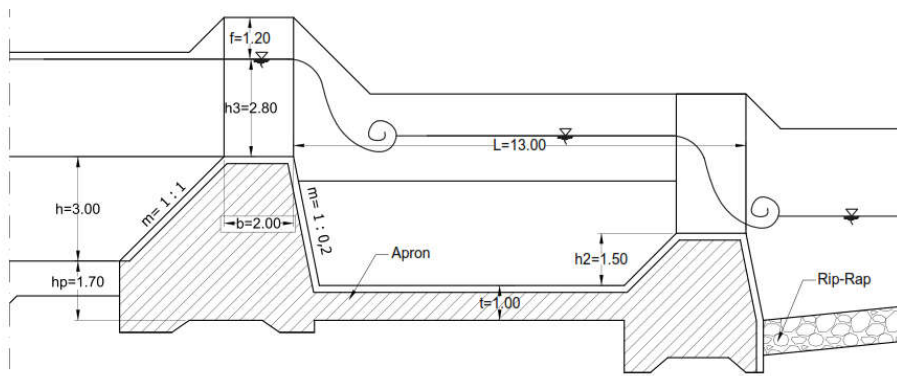
Lebar = 36 m

Tebal = 2 m

➤ **Kedalaman Pondasi Sub Dam**

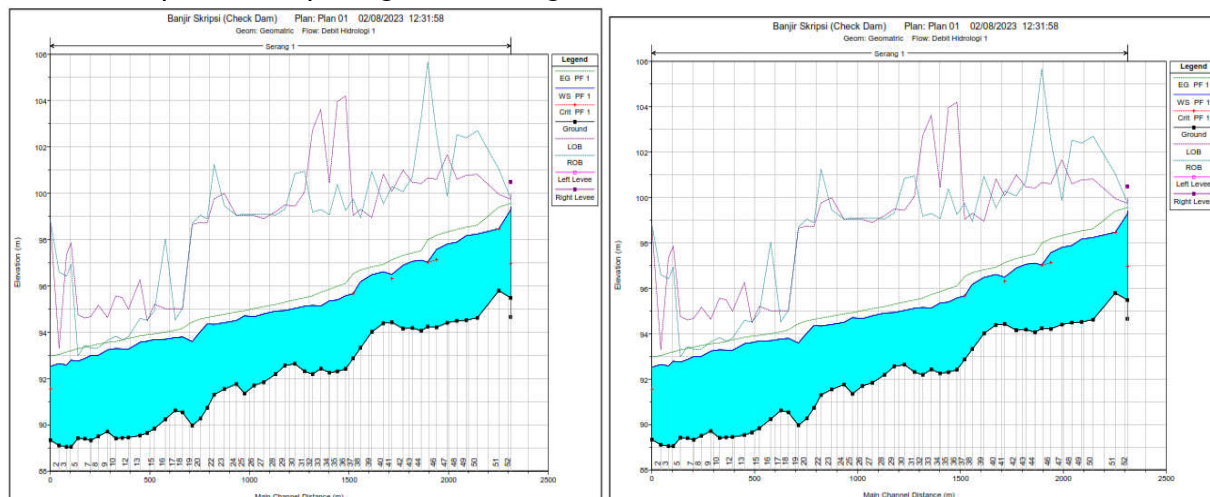
Kedalaman pondasi Sub Dam ditentukan 1 m

Hasil dari perhitungan desain untuk *Check Dam* dapat dilihat pada gambar berikut :



3.2.2. Analisis Aliran Balik(Back Water)

Dalam analisis profil aliran ini akan dihitung dengan kondisi muka air pada debit kala ulang 50th (Q50). Hasil dari analisis *back water* muka air masih berada dibawah muka air kritis profil muka air dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2. Kondisi eksisting dan adanya bangunan

3.2.3. Stabilitas Bangunan

Adapun hasil perhitungan stabilitas bangunan dapat dilihat pada tabel rekapitulasi berikut ini :

Tabel 7. Rekap Hasil Pehitungan Stabilitas Bangunan

No.	Kondisi	Hasil Perhitungan			Syarat Kontrol		
		Guling	Geser	Kontrol Penurunan (Q_{ult})	Guling	Geser	Kontrol Penurunan
1	Normal	$S_f = 2,48$	$S_f = 1,51$	36,99 ton/m ²	$S_f = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} > 2,0$	$S_f = \frac{f \times \sum V}{\sum H} > 1,5$	$Q_{ult} < 99,19 \text{ ton/m}^2$
2	Banjir	$S_f = 2,71$	$S_f = 1,95$	53,63 ton/m ²	$S_f = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} > 2,0$	$S_f = \frac{f \times \sum V}{\sum H} > 1,5$	$Q_{ult} < 99,19 \text{ ton/m}^2$
3	Gempa	$S_f = 2,02$	$S_f = 1,61$	23,15 ton/m ²	$S_f = \frac{\sum Mt}{\sum Mg} > 2,0$	$S_f = \frac{f \times \sum V}{\sum H} > 1,5$	$Q_{ult} < 99,19 \text{ ton/m}^2$

3.3.RENCANA ANGGARAN BIAYA

Adapun hasil perhitungan perhitungan Rencana Anggaran Biaya(RAB) dapat dilihat pada tabel rekapitulasi perhitungan dalam tabel berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan (RAB)

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah Harga
1	PEKERJAAN PEMBUATAN PENGELAK	Rp1,943,875,675
2	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp809,045,515
3	PEKERJAAN TANAH	Rp1,654,174,444
4	PEKERJAAN BETON	Rp7,266,812,095
5	PEKERJAAN LAIN - LAIN	Rp332,118,730
Total Biaya Keseluruhan		Rp12,006,026,458
Total Biaya Dibulatkan		Rp12,006,027,000
PPN 10 %		Rp1,200,602,700
PPH Final Pasal 4 ayat 2 2%		Rp240,120,540
GRAND TOTAL		Rp13,446,750,240

4. KESIMPULAN

Check Dam didesain menggunakan debit kala ulang 50th(Q50) sebesar 334,21m³/dtk dengan perhitungan metode HSS Gama I. Bangunan tersebut direncanakan dengan dimensi; Tinggi efektif *Main Dam* 3,00 m, bentang 36,00 m, tebal 2,00 m, kedalaman pondasi 1,70 m. Sedangkan untuk dimensi *Sub Dam*, tinggi efektif 1,50 m, bentang 36,00 m, tebal 2,00 m, dan kedalaman

pondasi 1,00 m. Hasil analisis efek aliran balik(*Back Water*) menggunakan *Software* tersebut terhadap adanya bangunan dapat dilihat pada profil memanjang permodelan sungai bahwa air tidak melimpas dan tidak menyebabkan banjir. Sedangkan untuk stabilitas dalam kondisi banjir, normal dan gempa melihat dari tabel rekap hasil perhitungan stabilitas dapat disimpulkan bahwa angka *Safety Factor*(Sf) masih memenuhi syarat yang diijinkan maka stabilitas dinyatakan aman. Total anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membangun Check Dam Kedungombo sebesar Rp13.446.750.240,-(Tiga Belas Milyar Empat Ratus Empat Puluh Enam Tujuh Ratus Lima Puluh Ribu Dua Ratur Empat Puluh Rupiah).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanto, E. T. (2013). Karakteristik Aliran Sungai Serang Bagian Hilir, Pantai Glagah, Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, DIY. *Bulletin of Scientific Contribution*. 11(3), 119-132.
- [2] Ifan Azwar, N. dan Dyah Ari, W. (2021) Dinamika Sedimentasi Waduk Kedungombo Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*. 7(2), 14-25.
- [3] Said Karim. (2014). Analisis Bangunan Pengendali Sedimen dengan Menggunakan Model *Soil and Water Assessment Tool* Pada Sub-Daerah Aliran Sungai Citanduy Hulu, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Hidraulik*. 5(2), 125-138.
- [4] Susi, S. N. (2016). Perencanaan Check Dam Penampung Sedimen Di Sungai Jepara Kecamatan Way Jepara Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*. 4(1), 23-32.
- [5] Riman. (2012). Analisis debit banjir pada daerah aliran sungai untuk desain dan evaluasi kapasitas tampung bangunan air. *Jurnal Widya Teknika*. 20(1), 49-54.
- [6] Harjuna, A. P. (2022). Studi Perencanaan Ulang Bendung di Daerah Irigasi Rawaan Kabupaten Lumajang Jawa Timur. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*. 2(1), 363-376, 2022.
- [7] I Made Kamiana. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Palangka Raya.
- [8] Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan. (2018) Modul 4 - Perencanaan Dimensi Bangunan Sabo. Bandung.
- [9] Francie, P. H., Muhammad. S. P., Muhammad. A. T. dan Farouk, M. (2019). *Experimental Study On Control Of Mixed Debris Flow With The Checkdam Combination*. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 10(10), 159-166.
- [10] Syofyan, Z. (2021). Analisis Perencanaan *Check Dam* Pada Sungai Batang Indrapura kecamatan Pancung Soal. *Ensiklopedia Jurnal*.3(2), 118-133.
- [11] Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2016). Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02. Jakarta.
- [12] Debasish Pal. (2018) *Toward improved design of check dam systems: A case study in the Loess Plateau, China*. *Journal Of Hydrology*. 559, 762-773. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol>.
- [13] Fahmi, S. dan Faris, M. K. (2016). Laporan Tugas Akhir Perencanaan Check Dam Panadaran Sungai Banyuapit Grobogan. Semarang

=== Halaman Sengaja di Kosongkan ===