

PERENCANAAN *CHECKDAM* NOMOR DUA DI SUNGAI CIMAUR CIPANAS KABUPATEN LEBAK BANTEN

Planning Checkdam Two in Cimaur River Cipanas Lebak Banten District

Ichwanul Yusup¹, Gunawan Noor², Jayanti Sulistian³, Telly Rosdiyani⁴

^{1,2,3,4}Universitas Banten Jaya, Jl Ciwaru II No 73 Kota Serang Banten

E-mail: ichwanulyusup@yahoo.com

E-mail: gunawan.unbaja@gmail.com

E-mail: jayantisulistian40@yahoo.com

E-mail: tellyrosdiyani04@gmail.com

Abstract: Checkdam are built that serves to withstand sedimentation so that the river bed does not degrade due to erosion and high flow velocity. Checkdam design for Cimaur (DAS) has been done Qd 113.42 m²/detik, 25 years review, but checkdam are no longer more relevant, so it needs to re-plan to determine the dimension of Checkdam by analyzing review stability and design using the flood discharge of the fifty year period (Q50), with the vapor area 21.40 km². The method of research conducted based on The Planning Method of Checkdam Emphasize the stability of the working forces (Q50). The force are own gravity, seismic force, lifting force, water weight, water pressure and calculated dam are hydraulic gradient, eccentricity, soil bearing capacity, bolsters and shear forces. From the calculation: the width spillway of main dam are 58 m, the high spillway of main dam is 1,20 m, The width spillway of treshold is 2m, high body of main dam is 3m, the width of apron is 1.10 m, the hight of sub dam is 1 m, the length of apron is 7,985 m. Based on the design analysis, the dimension of Checkdam safe stability.

Keyword: Cekdam, Flood Discharge Plan, stability Analysis

Abstrak: Bendung penahan sedimen dibangun untuk menahan sedimentasi agar dasar sungai tidak terjadi *degradasi* akibat dari *erosi* dan kecepatan aliran yang besar. Perencanaan Bendung Sedimen untuk Daerah aliran Sungai Cimaur (DAS) sudah dilakukan Qd 113.42 m²/detik, kaji ulang 25 tahun, namun Bendung Penahan Sedimen tersebut sudah tidak relevan lagi, Sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang untuk menentukan dimensi Bendung dengan cara menganalisis stabilitas Bendung tersebut.

Perencanaan menggunakan debit banjir periode lima puluh tahun (Q_{50}), luas daerah resapan 21.40 km^2 dengan metode penelitian yang dilakukan berdasarkan Tata Cara

Perencanaan Bendung Sedimen yang menitikberatkan terhadap stabilitas gaya-gaya yang bekerja (Q_{50}). Gaya-gaya tersebut adalah gaya berat sendiri, gaya gempa, gaya angkat, gaya berat air, tekanan air dan yang diperhitungkan adalah *gradient hidrolis*, *eksentrisitas*, daya dukung tanah, gaya guling serta gaya geser. Dari hasil perhitungan didapatkan sebagai berikut: Lebar peluap *Check Dam* 58 m, tinggi jagaan pada peluap 1,20 m, lebar ambang peluap 2 m, tinggi tubuh *Check Dam* 3 m, tebal lantai kolam olak 1,10 m, tinggi *Sub Dam* 1 m, panjang kolam olak 7,985 m. Berdasarkan analisis perancangan dimensi Bendung Penahan Sedimen tersebut memenuhi stabilitas aman.

Kata Kunci: Bendung Penahan Sedimen, Debit Banjir Rencana, Analisis Stabilitas

PENDAHULUAN

Pembuangan material atau penebangan hutan secara liar (*illegal logging*), dapat mengganggu kelestarian lingkungan. Hutan tidak dapat menahan air hujan diatas permukaan tanah (*run off*) yang menyebabkan *erosi* di daerah hulu sungai sehingga terjadi *agradasi* di hilir sungai. Penampungan sungai menjadi berkurang bahkan kapasitas tampung sungai menjadi sedikit, tentunya bencana banjir akan terjadi. Dengan demikian Bangunan Penahan Sedimen Sungai Cimaureum di bangun untuk menghambat dan mencegah terjadinya banjir, degradasi dasar sungai dan pengendapan sedimentasi yang berasal dari longsoran atau tanah endapan yang dibawa air sungai dari daerah hulu. Perencanaan Bendung Penahan Sedimen sudah dilakukan dengan perencanaan debit rencana sebesar (Q_d) $113.42 \text{ m}^3/\text{detik}$ kala ulang 25 tahun tetapi saat ini sudah tidak relevan lagi.

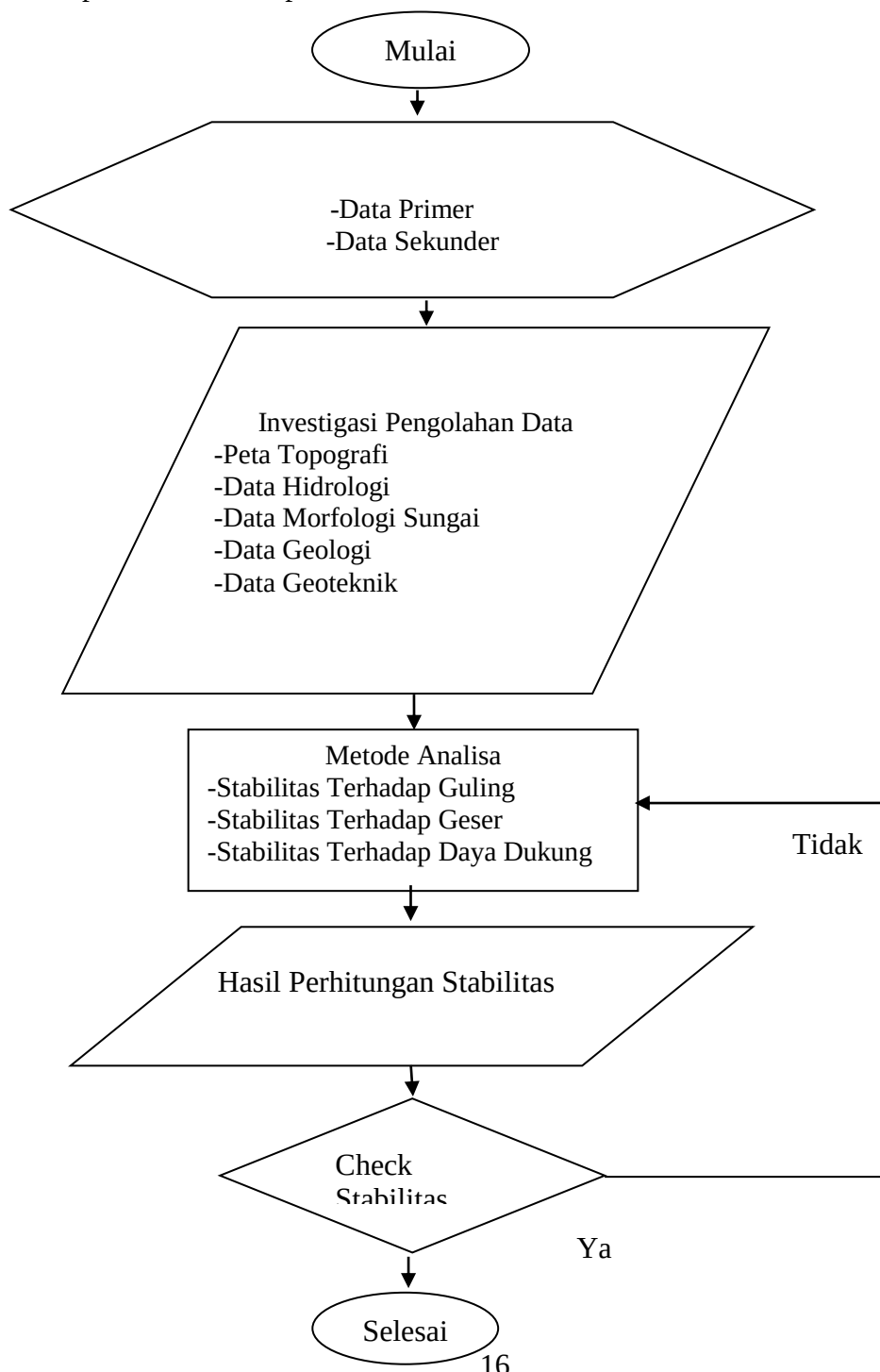
Berdasarkan kondisi tersebut diatas perlu dilakukan perencanaan ulang untuk menentukan dimensi Bendung Penahan Sedimen dengan perencanaan menggunakan debit banjir periode lima puluh tahun (Q_{50}), luas daerah resapan 21.40 km^2 menggunakan cara Nakayasu kala ulang 50 tahun sebesar $329,687 \text{ m}^3/\text{detik}$ ditinjau berdasarkan stabilitas terhadap geser, guling dan daya dukung tanah.

METODE

Dalam penulisan artikel ini metode pengumpulan data dilakukan. Pengumpulan data sekunder dengan cara melakukan studi kepustakaan dan studi dokumen/dekumentasi baik yang dipublikasikan maupun yang tidak publikasikan yaitu pengumpulan materi-materi dasar sebagai materi rujukan yang relevan. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam

pemahaman kajian. Data ini dapat berupa gambar, jadwal pelaksanaan, peta lokasi, kontrak serta buku referensi penunjang pelaksanaan pekerjaan lainnya.

Sedangkan Data Primer dilakukan dengan Observasi atau wawancara yaitu penelusuran sungai Cimaur pada rencana lokasi Checkdam. Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif yaitu analisis yang dilakukan dengan memahami dan merangkai disusun sistimatis kemudian dapat ditarik kesimpulan.



Gambar 1. Proses Perencanaan Dimensi Bendung Penahan Sedimen

Gambar 1 memperlihatkan tahapan penelitian pada studi ini. Mengumpulkan data terdiri dari data primer maupun data sekunder, data sekunder terdiri dari data Morfologi sungai, Geologi dan Geoteknik, sedangkan data primer didapatkan melakukan observasi maupun wawancara terhadap pihak-pihak terkait. Setelah data terkumpul langkah selanjutnya dilakukan untuk menganalisis data, untuk merencanakan dimensi bangunan sedimentasi pada debit air Q₅₀ sesuai Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Sedimentasi, dengan cara perhitungan Nakayasu menitikberatkan terhadap *gradient hidrolis*, *eksentrisitas* dan stabilitas keamanan yaitu stabilitas Guling, stabilitas Geser dan stabilitas Daya Dukung Tanah. Dan apabila tidak memenuhi terhadap pengecekan stabilitas keamanan maka perhitungan akan kembali atau mereview pada tahap penentuan dalam perancangan dimensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Hidrolis

Data	:
Lokasi Checkdam	: Desa Sukasari
Debit banjir rancangan 50 tahun (Q ₅₀)	: 329,687m ³ /detik
Elevasi dasar sungai	: 115.00 m
Lebar sungai	: 58.00 m
Catchmen Area	: 21.40 km ²

a. Lebar *Check dam*

Lebar Check dam adalah lebar keseluruhan antara tembok tepi yang satu dengan yang lainnya (kiri dan kanan).

$$B_1 = \alpha (Q_d)^{1/2} \quad (1)$$

dengan :

Q_d : debit banjir rancangan

B₁ : lebar peluap (m)

α : koefisien berdasarkan luasan DAS (km²), α = 3,13 km² (Tabel Harga koefisien luasan DAS)

Maka didapatkan

$$B_1 = \alpha (Q_d)^{1/2} = 3,13 (329,687)^{1/2} = 58 \text{ m}$$

Berdasarkan Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen halaman 4, lebar Check dam sebaiknya lebih kecil dari pada lebar sungai atau sama dengan lebar sungai yang ada, maka B_1 ditentukan = **58.00m**

b. Tinggi Jagaan Pada Peluap

Tinggi Jagaan Peluap diambil sebesar : **1,20 m**

c. Perhitungan Muka Air Banjir Rencana

Data :

Elevasi dasar sungai eksisting = + 115.00 m

Tinggi ambang check dam didesain = 2 m

Elevasi ambang adalah = + 117.000 m

Lebar Sungai (B_n) = 58 m

Kemiringan Sungai (I) = 0,05

Koefisien kekasaran dinding sungai (d) = 1.8

Kemiringan tepi Sungai (m) = 1

Perbandingan antara $b : h$ tepi sungai = 1:1

Debit banjir rancangan Q_{50} = 329,687m³/detik

Luas penampang basah (A) = $(B+m.h)h$ (2)

Keliling basah (O) atau P = $B_n + 2h\sqrt{(1 + m^2)}$ (3)

Jari-jari hidrolik (R) = $\frac{A}{O}$ (4)

Koefisien pengaliran (C) = $\frac{87}{1+\frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$ (5)

(γ =koefisien pengaliran sungai di pegunungan 1,5–1,75, diambil 1,5)

Chezy kecepatan pengaliran (V) = $C\sqrt{R \times I}$ (6)

Debit aliran (Q) = $V \times A$ (m³/detik) (7)

Dari rumus-rumus tersebut dilihat bahwa nilai R,C,A dan O adalah fungsi dari (h) tinggi air sungai, maka perhitungan tinggi muka air banjir $Q_{50} = 329.687 \text{ m}^3/\text{detik}$ dihitung dengan cara coba-coba yang terlihat pada Tabel dibawah ini

Tabel 1. Perhitungan Debit Banjir Rancangan Q_{50}

H(m)	F(m ²)	P(m)	R(m)	C	V(m/dt)	V ₁ (m/dt)	Q(m ³ /dt)
0.250	14.563	58.707	0.248	18.855	2.072	1.393	20.29
0.50	29.250	59.414	0.492	24.401	3.778	2.541	74.31
0.75	44.063	60.121	0.733	28.041	5.298	3.562	156.96
1.00	59.000	60.828	0.970	30.767	6.687	4.496	265.29
1.127	66.661	61.189	1.089	31.932	7.355	4.946	329.687
1.25	74.063	61.536	1.204	32.945	7.976	5.363	397.22
1.50	89.250	62.243	1.434	34.756	9.184	6.176	551.18

Sumber: Hasil Perhitungan

d. Tinggi Muka Air di Atas Peluap

Data:

Debit di atas mercu Check dam (Q_{50}) : 326,663 m³/detik

Lebar efektif (Beff) : 58.00m

Tinggi mercu Check dam (P) : 2 m

Percepatan gravitasi (g) : 9,81 m/detik²

Dengan cara *trial and error*, menggunakan rumus berikut

$$m = 1,49 - 0,018 \left(5 - \frac{h}{r} \right)^2 \quad (8)$$

$$k = \frac{4}{27} \times m^2 \times h_3 \times \left(\frac{1}{h+p} \right)^2 \quad (9)$$

$$H = h + k \quad (10)$$

$$d = \frac{2}{3} \times H \quad (11)$$

$$Q = m \times \text{Beff} \times d \times (g \times d)^{0.5} \quad (12)$$

Tabel 2. Perhitungan Tinggi Muka Air yang Melimpas di Atas Peluap (h_3)

h(m)	R(m)	m(m)	P(m)	K	H(m)	d	Beff (m)	Q(m³/det)
1,00	1	1,20	2	0,02	1,02	0,68	58	123,12
1,25	1	1,24	2	0,04	1,29	0,86	58	179,60
1,5	1	1,27	2	0,07	1,57	1,04	58	245,95
1,75	1	1,30	2	0,10	1,85	1,23	58	322,23
1,764	1	1,30	2	0,10	1,86	1,24	58	326,663
2,00	1	1,33	2	0,13	2,13	1,42	58	408,40
2,25	1	1,35	2	0,17	2,42	1,61	58	504,39

Sumber Hasil Perhitungan

Sehingga tinggi muka air di atas peluap (h) adalah = **1.764 m** untuk perhitungan debit yang mendekati debit rancangan $Q_{50} = 329 \text{ m}^3/\text{detik}$.

e. Tebal Mercu Peluap

Berdasarkan pada kriteria perencanaan bangunan pengendali sedimen, maka lebar mercu peluap di dasarkan pada rumus Dr. Huska sebagai berikut:

$$b^1 = \frac{n}{2,4} (0,06 V^2 + Hd + \frac{d_i}{2}) \quad (13)$$

Dimana:

b_1 = tebal ambang peluap rencana (m)

h = tinggi air di atas peluap ambang $h = 1.764\text{m}$

N = angka keamanan, diambil $n = 1,50$

d_i = gerusan dibelakang tembok yang diizinkan,
diambil = 0,5 m

V = kecepatan rata-rata aliran di atas ambang (m/dt) m = kemiringan tebing peluap, diambil $m = 1$

Hd = tinggi air peluap terhadap tinggi energi hilir (m)

Sehingga :

Luas penampang basah (A) = $(B_1 + mh) h$

$A = (58+1,0 \times 1.764) \times 1.764 = 105,423\text{m}^2$

Kecepatan aliran (V) = A/Q

$V = 105,423 / 329,687 = 0,319 \text{ m/detik}$

$Hd = h + \frac{V^2}{2g} = 1.764 + \frac{0,319^2}{2 \times 9.80} = 1,769$

Maka lebar ambang peluap (b1) adalah :

$$b_1 = \frac{n}{2,4} \times (0,06 V^2 + H_d + \frac{d_i}{2}) = \frac{1,5}{2,4} \times (0,06 \times 319^2 + 1.769 + \frac{0,5}{2}) = 3.817 \text{ m}$$

f. Kemiringan Main Dam Bagian Hulu dan Hilir

Persamaan yang digunakan untuk menentukan kemiringan tubuh Check Dam dengan tinggi kurang dari 15 m, sebagai berikut:

(Berdasarkan Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen, 8:1991)

$$(1 + \alpha) m^2 + \{ 2 (n + b) + n (4\alpha + \gamma) + 2\alpha \beta \} m - (1 + 3\alpha) + \alpha \cdot \beta (4n + \beta) + \gamma (3n \beta + \beta^2 + n^2) = 0 \quad (14)$$

dengan :

m = kemiringan tubuh check dam bagian hulu B = rasio lebar dasar peluap dengan tinggi
n = kemiringan tubuh check dam bagian hilir check
dam

α = rasio lebar peluap dan tinggi tubuh check dam γ_c = berat volume konstruksi check dam
(pasangan batu = 2,40 ton/m³)
 γ_o = berat volume aliran di atas peluap (1,0
s/d
1,2 ton/m³) diambil 1,2 ton/m³

Dimana nilainya sebagai berikut :

h = tinggi aliran diatas peluap check dam (h= 1.764 m)

H= tinggi peluap check dam dari dasar sungai (H=2,0 m)

b₂= lebar dasar peluap (b=2,00 m)

Kemiringan peluap bagian hilir direncanakan 1 : 0,2 (n = 0,2)

$$\alpha = h/H = \frac{1.764}{2,0} = 0.882$$

$$b = b/H = \frac{2,00}{2,0} = 1,00$$

$$\gamma = \gamma_c / \gamma_o = \frac{2,40}{1,20} = 2,00$$

Dengan mensubstitusi parameter tersebut dapat diperoleh kemiringan hulu yang direncanakan adalah m = 1,35

g. Panjang Lantai Muka

Berdasarkan Tabel metode Lane diambil panjang lantai muka sebesar 12 m

h. Tebal Lantai Kolam Olak

Perhitungan tebal lantai kolam olak *Check dam* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$t = 0,20 (0,6 H_1 + 3H_3 - 1,00) \quad (14)$$

dengan :

t = tebal lantai kolam olak (m)

H₁ = tinggi tubuh check dam dari permukaan lantai = 2 m

H₃ = tinggi muka air di atas mercu peluap = 1,764 m

Sehingga di dapat (t) = 1,098 Direncanakan t = **1.10 m**

i. Tinggi Tubuh Sub Dam

Rumus yang digunakan untuk penentuan tinggi dam pembantu (Sub Dam) menggunakan rumus :

$$H_2 = (1/3 \text{ s/d } 1/4 H \quad (15)$$

dengan :

H₂ = tinggi dam pendukun/sub dam (m)

H = tinggi total dam utama (H₁ + kedalaman pondasi)

Kedalaman pondasi direncanakan = **1 m**

H = 2,064 + 1 = 3,064 m

Sehingga :

H₂ = (1/4 s/d 1/3) x 3,064 m

H₂ = 0,76m s/d 1,02 m direncanakan tinggi dam pembantu (Sub Dam) = **1 m**

j. Panjang Kolam Olak

Persamaan yang digunakan untuk menghitung panjang kolam olak adalah sebagai berikut :

Panjang Kolam Olak

$$L = l_w + x + b_2 \text{ dimana } l_w = v_o \sqrt{\frac{2(h_1 + 0,5h_3)}{g}} \quad (16)$$

$$V_o = \frac{q_o}{h^3} \quad (17)$$

$$x = \beta \times h_j \quad ; h_j = \frac{h_1}{2} \sqrt{1 + 8Fr^2} - 1 \text{ dimana } Fr = 2,53849 \quad (18)$$

$$H_2 = h_j - h \quad (19)$$

$$h_1 = \frac{q_1}{v_1} \quad (20)$$

$$v_1 = \sqrt{2 \times g \times h_1 + h_3} \quad (21)$$

dengan:

l_w = Jarak terjun hasil perhitungan 0,27 m	h_j = Tinggi muka air dari lantai kolam olah pada bendung 3.313 m
x = Panjang olakan hasil perhitungan 6.626 m	h_1 = Tinggi air pada titik jatuh terjunan (m) = 1,764 m
b_2 = Lebar mercu subDam = 2 m	q_1 = Debit aliran tiap meter lebar pada titik jatuh terjunan ($m^3/detik/m$) = 5,688 $m^3/detik/m$
q_0 = Debet per meter pada peluap ($m^2/detik/m$)	v_1 = Kecepatan jatuh pada terjunan (m) 9,458 m/det
β = Koefisien besarnya diantara 4,5 sampai 5,0 diambil 5	H_2 = Tinggi subdam dari lantai
Fr = Angka froude pada titik terjunan didapat dari $v_1/\sqrt{(g \cdot h_1)} = 3.896$	

Perhitungan Beban Tubuh Check Dam Cimaur

Analisa perhitungan stabilitas konstruksi dengan memperhitungkan gaya-gaya yang bekerja terhadap guling dan geser.

Pembebanan Saat Banjir

Gaya Ke Bawah		
Akibat berat konstruksi	=	103.328 Ton
Akibat air di atas konstruksi	=	4.2 Ton
Total gaya ke bawah	=	107.528 Ton
Gaya ke atas		
Akibat gaya uplift	=	38.07 Ton
Jumlah gaya vertical	=	69.458 Ton
Gaya ke kanan	=	26.437 Ton
Gaya ke kiri	=	19.828 Tm

Jumlah gaya horizontal	=	6.609	Tm
Jumlah momen tahan			
Akibat berat konstruksi	=	312.439	Ton
Akibat air di atas konstruksi		34.272	Tm
Total moment tahan	=	346.711	Tm
Jumlah moment guling			
Uplift	=	55.39500	Mt
Total momen guling	=	55.395	Mt
Lebar dasar fondasi	=	8.18	M
Resume			
Jumlah gaya vertical	=	69.458	T
Jumlah gaya horizontal	=	6.609	T
Jumlah momen guling	=	55.935	Tm
Jumlah momen tahan	=	346.711	Tm

Daya dukung tanah ultimit (qult) pada dasar fondasi kedalaman fondasi 1.50 dengan nilai SPT lebih besar dari 50, maka diperkirakan daya dukung tanah fondasi sangat besar, dan mampu mendukung beban konstruksi dengan tegangan yang terjadi pada dasar dinding dengan tegangan maksimum sebesar 9.079 t/m^2 . Control stabilitas dinding Eksintrisitas (e)
 $e = [L/2 - SM/SR_v] < L/6$ OK karena dari hasil perhitungan tegangan fondasi, nilainya kurang terhadap tegangan yang diizinkan maka dasar fondasi konstruksi aman, tidak perlu perbaikan, control Faktor keamanan terhadap gelincir:

$$F_s = \frac{(R_v \times \tan f) + (c \times D)}{R_h} > 2.0$$

$$F_s = (81.091 \times 0.119) + (20.600 \times 1.50) / 6.609 = 14.325 > 2.0 \text{ OK}$$

Perbandingan Antara Perencanaan Semula Dengan Hasil Kaji Ulang

Dengan hasil kaji ulang. Berbanding dengan perencanaan semula Q_{25} adalah seperti diperlihatkan pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Perbandingan Perencanaan Semula Dengan Hasil Kaji Ulang

No	Uraian	Desain Semula	Desain Perancangan	Perbedaan
		Q25	Q50	
1	Debit rancangan	113,423m ³ /dt	329,687 m ³ /dt	216,264m ³ /dt
2	Lebar Peluap Chek Dam	58	58	0
3	Tinggi Jagaan Pada Peluap	1,0	1,20	0,2
4	Tinggi Muka Air Banjir Rencana	2,16	3	0,84
5	Tinggi Muka Air di atas Peluap	1,559	1,764	0,23
6	Lebar Ambang Peluap	2,00	2,00	0
7	Tinggi Tubuh Check Dam	2,00	2,00	0
8	Kemiringan Main Dam dan Hulu	1: 1,3	1:1,3	0
9	Tebal Lantai Kolam Olak	0,98	1,10	0,12
10	Tinggi Tubuh Sub Dam	1,00	1,00	0
11	Panjang Kolam Olak	7,145	7,895	0,75
12	Kedalaman Lantai Olak diukur dari Puncak Bendung	2,16	4,496	2,336
13	Kedalaman Pondasi	1,50	1,50	0
14	Lebar Pondasi Bendung	8,99	8,18	0,81

Berdasarkan Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa perbedaan debit air untuk kala ulang 50 tahun sebesar 329,687 m³/detik secara keseluruhan dimensi bedung penahan sedimen di perbesar sehingga dapat menambah daya tampung sedimen.

KESIMPULAN

- Perencanaan dimensi Bendung Sedimen didapatkan dengan menganalisis gaya, seperti gaya berat sendiri, gaya gempa, gaya angkut, gaya berat air, dan tekanan air terhadap *gradient hidrolis, eksentrisitas* stabilitas keamanan dengan tinjauan daya dukung tanah, gaya geser dan gaya guling
- Hasil perencanaan kaji ulang dengan perencanaan sebelumnya deviasi di beberapa bagian seperti : tinggi jagaan pada peluap, tinggi tubuh cekdam, panjang lantai muka, tebal lantai kolam olakan, panjang kolam olakan, kedalaman pondasi bendung, dan lebar pondasi bendung .

DAFTAR RUJUKAN

- Christadi, Hary. *Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University press, Yogyakarta, 2002*
- Christadi, Hary. *Mekanika Tanah II, Gadjah Mada University press, Yogyakarta, 2002*
- Direktorat Jenderal Pengairan. *Standar Perencanaan Irigasi Bangunan Utama : (KP-02) Departemen Pekerjaan Umum, CV. Galang Persada, Bandung, 1986.*
- Direktorat Jenderal Pengairan. *Standar Perencanaan Irigasi StandarPenggambaran : (KP-07) Departemen Pekerjaan Umum, CV. Galang Persada, Bandung, 1986.*
- Departemen Pekerjaan Umum, *Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1991.*
- Efendi, Nur. *Studi Pengendalian Sedimen Sungai Hera Dengan Menggunakan Sand Pocket, FT JTS UNHAS ,Makassar, 2014.*
- Dwi Sadi, Rino. *Kaji Ulang Bendung Penahan Sediman Waduk Karian, FT UNTIRTA, Serang, 2016.*
- Erman, Mawardi, Memed,Moch. *Desain Hidroulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis, Alfabeta 2004.*
- Asdak, Cay. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, 2014.*
- Kodoatie, RobertJ.Rekayasa Dan Manajemen Banjir Kota, Andi, Yogyakarta, 2013.