

EVALUASI PERENCANAAN TEKNIS DAN ANALISA STABILITAS KONSTRUKSI TUBUH BENDUNGAN KARALLOE

Abd.Rakhim¹ dan Sirajuddin A²⁾

¹⁾ Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
Email : abd.rakhimnanda@unismuh.ac.id

²⁾ Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
Email : sirajuddinsipil@gmail.com

Abstrak

Bendungan Karalloe dimanfaatkan untuk menampung pasokan air untuk memenuhi kebutuhan daerah Irigasi Kelara-Karalloe. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perencanaan dimensi tubuh bendungan dan analisis stabilitas tubuh bendungan. Hasil penelitian tubuh bendungan ini menggunakan tipe Bendungan Urugan Batu Dengan Lapis Permukaan Beton (CFRD), maka didapatkan dimensi tubuh bendungan berdasarkan Q_{1000th} sebesar $1411,687 \text{ m}^3/\text{dtk}$, tinggi bendungan 81,80 m, lebar puncak 12,70 m panjang bendungan 339,90 m, elevasi muka air normal +248,30 m, area genangan 154,05 ha, elevasi muka air banjir +253,80 m, volume tampungan efektif $30,70 \text{ m}^3$, kemiringan hulu 1,4 H : 1,0 V, Kemiringan hilir 1,5 H : 1,0 V dengan volume tampungan total $41,75 \text{ m}^3$. Terjadi perbedaan yang signifikan antara studi perencanaan baru dengan perencanaan yang ada. Stabilitas bendungan terhadap rembesan dan stabilitas lereng terhadap longsor dinyatakan aman dan memenuhi syarat. Stabilitas lereng hulu dan hilir bendungan memiliki angka keamanan dalam kondisi muka air banjir yang lebih besar dari pada angka keamanan dalam kondisi kosong

kata kunci : Bendungan lapis beton (CFRD), Dimensi Bendungan, stabilitas bndungan

Abstract

The Karalloe Dam will be planned which can be utilized to accommodate water supply from the Kelara-Karalloe river as a water supply to meet the needs of kelara-karalloe irrigation areas. This planning study aims to know the planning of the body dimensions of the dam and find out the stability analysis of the dam body. The type of planning study used is a case study. The dam body planning uses a type of rock dam with a concrete surface layer (CFRD), then the dam body dimensions are obtained based on Q_{1000th} of $1411,687 \text{ m}^3 / \text{sec}$, among others, the dam height is 81,80 m, the peak width is 12,70 m long dams 339,90 m, normal water level +248,30 m, inundation area 154,05 ha, flood water level +253,80 m, effective storage volume $30,70 \text{ m}^3$, upstream slope 1,4 H : 1,0 V, Downstream slope of 1,5 H : 1,0 V with a total storage volume of $41,75 \text{ m}^3$. So, there is a significant difference between the new planning study and the existing planning. Dam stability against seepage and slope stability against landslides is declared safe and meets the requirements. The stability of the upstream and downstream slopes of the dam has a safety figure in the condition of flood water levels which is greater than the safety figure in an empty condition.

Keywords: Dam Rock (CFRD), Dam Dimensions, Dam Stability

PENDAHULUAN

Sungai Karalloe terletak di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kelara-Karalloe, Sungai Kelara mempunyai anak sungai yang besar yaitu Sungai Karalloe Sub-Das Karalloe. Daerah aliran sungai Kelara-Karalloe meliputi real seluas 280 km² yang memiliki potensi aliran tahunan rata-rata sebesar 300 Juta m³. Saat ini, daerah irigasi Kelara-Karalloe memiliki jaringan irigasi yang disuplai oleh dua bendung yaitu Bendung Kelara dan Bendung Karalloe. Akan tetapi, dari besarnya potensi aliran tersebut beberapa tahun terakhir ketersediaan air semakin menurun berbanding terbalik dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat yakni hanya dapat mengairi sekitar 50% untuk air irigasi Kelara-Karalloe seluas ± 7.004 Ha. Sisa potensinya masih cukup besar yang selama ini tidak termanfaatkan secara optimal, (*wiki.SDA : 2013*).

Untuk mencukupi kebutuhan air dan irigasi Kelara-Karalloe, maka dibangun bendungan yang berfungsi sebagai tampungan air (waduk) untuk menyediakan air ketika musim kemarau dan memenuhi irigasi Kelara-Karalloe.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi : Bagaimana rencana dimensi konstruksi tubuh bendungan dan stabilitas tubuh bendungan ?. manfaat

penelitian ini, yaitu: memahami prosedur perencanaan dimensi tubuh bendungan dan dapat memberikan informasi tentang perencanaan konstruksi tubuh bendungan yang layak secara teknis untuk pengembangan dan pemanfaatan sumber daya air.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengembangan sumber daya air dapat dikelompokkan dalam dua kegiatan yaitu pemanfaatan air dan pengaturan air Untuk dapat melaksanakan kedua kegiatan tersebut diperlukan konsep, perancangan, perencanaan, pembangunan dan pengoperasian fasilitas pendukungnya. Pemanfaatan sumber daya air meliputi penyediaan air untuk kebutuhan air bersih, irigasi, pembangkit listrik tenaga air, perikanan, peternakan, pemeliharaan sungai dan lalu lintas air. Kegiatan pengendalian banjir, drainase dan pembuangan limbah termasuk dalam pengaturan sumber daya air sehingga kelebihan air tersebut tidak menimbulkan bencana, (*Bambang Triatmodjo, 2013*).

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Pasal 1 Tahun 2010 tentang Bendungan, bahwa bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan

menampung limbah tambang (*tailing*), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk.

Pembagian tipe bendungan urugan menurut Sosrodarsono & Kensaku Takeda, dapat digolongkan dalam 3 tipe utama yaitu dapat dilihat pada tabel 1.

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah yang dinyatakan dalam satuan mm, (*Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2002*).

Tabel 1. Klasifikasi Umum Bendungan Urugan

Type	Skema Umum	Keterangan
Bendungan Homogen		Apabila 80% dari seluruh bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang bergradasi hampir sama.
Bendungan Zonik	Bendungan Zonik	Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lurus air, tetapi dilengkapi dengan tali kedap air di udinya.
	Bendungan Zonik Miring	Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lurus air, tetapi dilengkapi dengan tali kedap air yang berkedudukan miring ke luar.
	Bendungan Zonik Vertikal	Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lurus air, tetapi dilengkapi dengan tali kedap air yang berkedudukan vertikal.
Bendungan Sekel		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lurus air, tetapi dilengkapi dengan tali kedap air yang berkedudukan vertikal.

(Sumber: Ir. Suyono Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2002)

Hujan berpeluang maksimum atau PMP didefinisikan sebagai tinggi terbesar hujan dengan durasi tertentu yang secara meteorologi dimungkinkan bagi suatu daerah pengaliran dalam

suatu waktu dalam tahun tanpa adanya kelonggaran yang dibuat untuk trend klimatologis jangka Panjang, (*CD. Soemarto, 1999*).

Curah hujan maksimum boleh jadi (*Probable Maximum Precipitation/ PMP*) dihitung dengan menggunakan metode *Hersfield*, sebagai berikut;

$$X_{PMP} = X + K_m \cdot S \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

X_{PMP} = Hujan banjir maks boleh jadi

X = Nilai rata-rata hujan/banjir

K_m = Faktor Kofisien *Hersfield*

S = Standar deviasi

Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Untuk menentukan debit yang terdapat pada aliran sungai banyak metode yang dapat digunakan. Penelitian ini menggunakan metode hidrograf metode HSS Nakayasu

Volume Tampungan Waduk

Kapasitas volume tampungan waduk yang bentuknya beraturan dapat dihitung dengan rumus untuk menghitung benda padat. Kapasitas waduk pada kedudukan alamiah biasanya haruslah ditetapkan berdasarkan pengukuran topografi, (*Ray K. Linsley, 1989*).

Perhitungan ini didasarkan pada data peta topografi dengan skala 1:10.000 dan beda tinggi kontur 1 m. Cari luas permukaan waduk yang dibatasi

garis kontur, kemudian dicari volume yang dibatasi oleh dua garis kontur yang berurutan dengan menggunakan rumus pendekatan volume, (Ir. Soedibyo, 1993).

$$V = 1/3 \cdot DX (Fx + Fy + (Fx + Fy)^{1/2}) \dots (2)$$

dimana :

V = Volume tampungan (m²)

Δx = Beda tinggi kontur (m)

Fy = Luas yang dibatasi kontur 1 (km²)

Fx = Luas yang dibatasi kontur 2 (km²)

Menurut Sosrodarsono & Kensaku Takeda, tubuh bendungan merupakan bangunan utama yang dibuat melintang menutupi alur sungai yang akan dibendung dengan perhitungan kekuatan tertentu untuk mendapatkan daerah tampungan berupa waduk. Bagian perencanaan tubuh bendungan antara lain :

Tinggi bendungan adalah perbedaan antara elevasi permukaan pondasi dan elevasi mercu bendungan. Permukaan pondasi adalah dasar dinding kedap air atau dasar dari pada zone kedap air, Tinggi jagaan adalah perbedaan antara elevasi permukaan maksimum-rencana air dalam waduk dan elevasi mercu bendungan. Dalam hal-hal tertentu tambahan tinggi tembok penahan ombak diatas mercu bendungan kadang-kadang diperhitungkan pula pada penentuan tinggi jagaan. Angka standar untuk tinggi jagaan pada bendungan didasarkan pada tinggi bendungan yang direncanakan, maka angka standar

untuk tinggi jagaan pada bendungan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Angka Standar Tinggi Jagaan

Tinggi Bendungan (m)	Tinggi Jagaan (m)
< 50 m	Hf ≥ 2
50 – 100 m	Hf ≥ 3
≥ 100 m	Hf ≥ 3,5

Sumber: Sosrodarsono & Kensaku

Takeda, 2002

Kemiringan rata-rata lereng bendungan (*slope gradient*) yakni lereng udik dan lereng hilir adalah perbandingan antara panjang garis vetikal yang melalui puncak dan panjang garis horizontal yang melalui tumit lereng tersebut.

Lebar mercu bendungan yang memadai diperlukan agar puncak bendungan dapat bertahan terhadap hempasan ombak di atas permukaan lereng yang berdekatan dengan mercu tersebut dan dapat bertahan terhadap aliran filtrasi yang melalui bagian puncak tubuh bendungan yang bersangkutan. Lebar minimum mercu bendungan (b), digunakan rumus sebagai berikut, (Sosrodarsono dan Kensaku Takeda, 2002):

$$b = 3,6 H^{1/3} - 3,0 \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

b : Lebar mercu

H : Tinggi bendungan

Analisis Stabilitas Tubuh Bendungan

Analisis dan perhitungan untuk stabilitas tubuh bendungan urugan, terdiri dari 3 (tiga) kegiatan utama yaitu, (Sosrodarsono & Kensaku

1. Gaya-gaya atau beban-beban yang bekerja pada bendungan urugan adalah: berat tubuh bendungan, Tekanan *hydrostatis*. Tekanan air pori dan Beban Seismis (*seismic orce*)

2. Stabilitas Lereng Bendungan

Biasanya konstruksi tubuh bendungan urugan direncanakan pada tingkat stabilitas dengan faktor keamanan 1,2 atau lebih, sebagai syarat untuk dapat diizinkan pembangunannya

3. Stabilitas terhadap aliran filtrasi

Baik tubuh bendungan maupun pondasinya diharuskan mampu mempertahankan diri dari gaya-gaya yang ditimbulkan oleh adanya aliran filtrasi yang mengalir di celah-celah antara butiran tanah pembentuk tubuh bendungan dan pondasi tersebut.

Menurut Soedibyo, syarat untuk keamanan terhadap rembesan berada antara 2% – 5% dari debit yang masuk (*Qinflow*) ke dalam waduk.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di proyek Bendungan Karalloe secara administrasi terletak di Desa Garing, Desa Datara Kec. Tompobulu dan Desa Garing, Kelurahan Tonrorita Kec. Biring Bulu Kab. Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan dengan waktu studi dilakukan selama 6 bulan.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Adapun penelitian yang dilakukan adalah studi kasus, sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air, Cipta Karya dan Tata Ruang Prov. Sul-Sel dan konsultan perencana pada bendungan Karalloe, meliputi; data Geometri berupa data peta kontur/*topografi* bendungan Karalloe, data Hidrologi berupa data curah hujan sungai Kelara-Karalloe serta data teknis bendungan Karalloe Karalloe.

HASIL DAN PEMBAHASAN

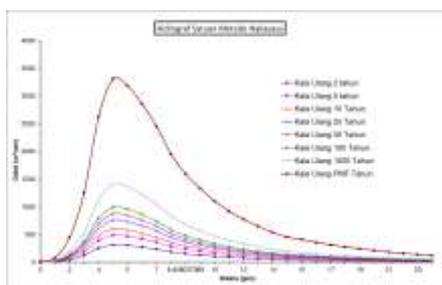
A. Analisis Hidrologi

Curah hujan rata-rata wilayah dihitung dengan menggunakan metode *polygon thiessen* yang terdiri dari 3 stasiun pencatatan curah hujan yaitu curah hujan Stasiun Malino, curah hujan Stasiun Malakaji, curah hujan Stasiun Kelara dengan masing-masing stasiun curah hujan selama 41 tahun mulai tahun 1977 sampai dengan tahun 2017 dan memiliki luas daerah aliran sungai (DAS) sebesar 183,75 km².

Hasil perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun = 57,60 mm, 5 tahun = 88,69 mm, 10 tahun = 110,28 mm, 25 tahun = 138,42 mm, 50 tahun = 159,79 mm, 100 tahun = 181,40 mm, 200 tahun = 203,51 mm, 500 tahun = 242,31 mm, 1000 tahun = 256,78 mm.

Curah hujan efektif untuk periode ulang 2 tahun = 43,200 mm/hari, 5 tahun 66,516 mm/hari, 10 tahun = 82,713 mm/hari, 25 tahun = 103,812 mm/hari, 50 tahun = 119,846 mm/hari, 100 tahun = 136,051 mm/hari, 1000 tahun = 192,583 mm/hari, PMF tahun = 451,55 mm/hari.

Analisis Debit Banjir Metode HSS Nakayasu



Gambar 1. Grafik Rekapitulasi Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu

Gambar 1, menyatakan bahwa debit puncak pada perhitungan hidrograf banjir dengan metode HSS Nakayasu pada periode ulang 1000 tahun sebesar 1411,687 m³/dtk dan QPMF tahun sebesar 3307,826 m³/dtk pada waktu 4,147 jam.

Perhitungan Volume Tampungan Waduk

Berdasarkan luas area tiap kontur dengan menggunakan aplikasi autocad, dapat dilihat pada tabel 2;

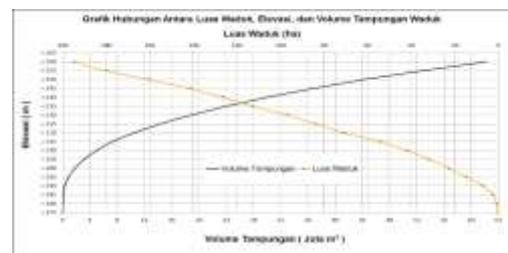
Dari tabel 2 hasil perhitungan tampungan waduk, maka dapat diperoleh grafik hubungan antara luas waduk, elevasi, dan volume tampungan waduk

yang dapat dilihat pada gambar 2

Tabel 2. Elevasi, Beda Tinggi dan Luas Area

No.	Titik Elevasi (m)	Beda Tinggi (m)	Luas Area (Ha)
1	El. 1+ 175	5.00	F1 0.02
2	El. 2+ 180	5.00	F2 0.77
3	El. 3+ 185	5.00	F3 2.38
4	El. 4+ 190	5.00	F4 7.16
5	El. 5+ 195	5.00	F5 14.70
6	El. 6+ 200	5.00	F6 22.56
7	El. 7+ 205	5.00	F7 31.79
8	El. 8+ 210	5.00	F8 41.73
9	El. 9+ 215	5.00	F9 53.95
10	El.10+ 220	5.00	F10 70.73
11	El.11+ 225	5.00	F11 83.83
12	El.12+ 230	5.00	F12 97.02
13	El.13+ 235	5.00	F13 112.82
14	El.14+ 240	5.00	F14 126.35
15	El.15+ 245	5.00	F15 141.66
16	El.16+ 250	5.00	F16 160.43
17	El.17+ 255	5.00	F17 180.04
18	El.18+ 260	5.00	F18 194.47

Sumber: Peta Topografi



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Elevasi, Luas Dan Volume Waduk

Dari gambar 2, Dari grafik dapat dinyatakan semakin tinggi elevasi, maka semakin besar luas waduk dan semakin besar pula kapasitas tampungan waduk.

B. Analisis Kebutuhan Tampungan

Kebutuhan tampungan waduk terdiri dari kebutuhan tampungan efektif waduk dan kebutuhan tampungan mati waduk.

Kebutuhan tampungan efektif waduk diperoleh dengan cara kebutuhan

air baku (1,15 juta m³) + kebutuhan irigasi (29,55 m³) = 30,70 juta m³ dan berada pada elevasi +240,50 m.

Jadi tampungan total dengan cara tampungan efektif (30,70 juta m³) + tampungan mati (11,05 juta m³) = 41,75 juta m³ yang berada pada elevasi +248,30 m.

C. Perencanaan Dimensi Tubuh Bendungan

1. Desain Hidrolik Bendungan

a. Tinggi Muka Air Normal (h₀)

Elevasi muka air normal ditentukan berdasarkan tampungan waduk. Dari perhitungan tampungan waduk diperoleh sebesar 41,70 juta m³ dan berada pada elevasi +248,30 m.

Tinggi muka air normal (h₀)

$$\begin{aligned} &= \text{EL.MAN} - \text{EL. Dasar Saluran} \\ &= 248,30 - 175 \\ &= 73,30 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Tinggi Muka Air Banjir (h₁)

Dari perhitungan penelusuran banjir diperoleh elevasi muka air banjir periode ulang 1000 tahun pada elevasi +253,80 m

Tinggi Muka Air Banjir (h₁)

$$\begin{aligned} &= \text{EL.MAB} - \text{EL. Dasar Saluran} \\ &= 253,80 - 175 \\ &= 78,80 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Desain Hidrolik Bendungan

Desain tubuh bendungan ini menggunakan tipe Bendungan Urugan Batu Dengan Lapis Permukaan Beton (CFRD), dengan tinggi bendungan 81,80 m, lebar puncak 12,70 m, panjang bendungan 339,90 m dan tinggi jagaan

3 m. Memiliki luas area genangan sebesar 154,05 ha dengan volume tampungan sebesar 41,70 m³/dtk yang berada pada elevasi muka air normal +248,30 m.

Kemiringan bendungan tipe urugan batu maka digunakan kemiringan:

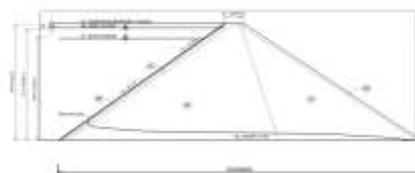
$$\text{Hulu} = 1,4 \text{ H} : 1,0 \text{ V}$$

$$\text{Hilir} = 1,5 \text{ H} : 1,0 \text{ V}$$

D. Analisis Stabilitas Tubuh Bendungan

1. Stabilitas Bendungan Terhadap Aliran Filtrasi

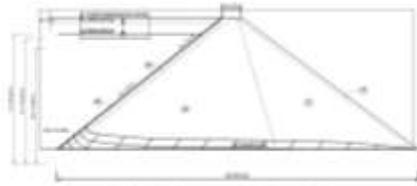
Berdasarkan hasil desain dimensi tubuh bendungan, dilakukan perhitungan garis depresi. Gambar 3, dapat dinyatakan bahwa bentuk dari parabola di atas merupakan garis depresi yang sesungguhnya.



Gambar 3. Formasi Garis Depresi Sesungguhnya

2. Stabilitas Bendungan terhadap Rembesan

Gambar 4, jaringan trayektori terjadi pada ketinggian 14,59 m dengan bidang irisan angka pembagi dari garis trayektori aliran filtrasi (N_f) sebanyak 5, dan bidang irisan angka pembagi dari garis *equi-potensial* (N_p) sebanyak 13.



Gambar 4. Jaringan Aliran Trayektori

Dari perhitungan di atas, diperoleh kapasitas rembesan pada tubuh bendungan sebesar $6,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan sebesar $55,452 \text{ m}^3/\text{hari}$. Maka, untuk menghitung Q_{fijin} dapat dihitung dengan cara berikut, dengan Q_{inflow} diketahui $1411,69 \text{ m}^3/\text{dtk}$;

$$Q_f = 2\% \times 1411,69 \text{ m}^3/\text{dtk} = 28,23 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

3. Stabilitas Lereng Bendungan Terhadap Longsor

Stabilitas lereng bendungan ditinjau dalam dua kondisi, yakni bendungan dalam kondisi kosong dan dalam kondisi muka air banjir dengan menggunakan 4 titik tinjauan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan yang sesuai dengan syarat keamanan stabilitas tubuh bendungan.

Untuk mengetahui faktor keamanan tubuh bendungan yang kemungkinan terjadinya longsor pada perencanaan ini dengan syarat faktor keamanan 1,2

Tabel 3. Stabilitas Lereng Hulu Bendungan

NO	Kondisi Kosong		Fs	Ket	Kondisi Muka Air Banjir		Fs	Ket
	Hulu	Hilir			Hulu	Hilir		
1	2,15	2,10	1,2	Aman	8,40	7,20	1,2	Aman
2	2,10	2,30	1,2	Aman	8,25	7,00	1,2	Aman
3	2,20	2,50	1,2	Aman	8,10	6,85	1,2	Aman
4	2,40	2,20	1,2	Aman	8,35	7,00	1,2	Aman

Sumber : Hasil perhitungan

D. Pembahasan

Terdapat perbedaan antara hasil studi perencanaan yang baru dengan perencanaan yang ada. Adapun hasil yang diperoleh pada Tabel 4.

Dari tabel 4, dapat dinyatakan bahwa terjadi perbedaan analisis hidrologi yang signifikan antara studi perencanaan baru dengan perencanaan yang ada, karena jumlah data curah hujan pada studi perencanaan baru sebanyak 41 tahun sedangkan data curah hujan perencanaan yang ada sebanyak 35 tahun. Semakin banyak jumlah data curah hujan, maka semakin besar pula hasil yang diperoleh.

Tabel 4. Rekapitulasi Analisis Hidrologi Perencanaan Yang Ada dan Studi Perencanaan Baru

Kali Ulang	Perencanaan Yang Ada (Konsultansi Perencana)		Studi Perencanaan Baru	
	CH Rancangan	Q Banjir Rancangan	CH Rancangan	Q Banjir Rancangan
	mm	m^3/det	mm	m^3/det
2	48,41	137,25	57,60	316,67
5	74,78	249,48	88,69	487,58
10	92,92	330,45	110,28	606,31
25	116,36	435,83	138,42	760,97
50	134,02	515,23	159,79	878,50
100	151,75	594,98	181,40	997,30
1000	212,64	869,29	256,78	1411,69
PMF	482,62	2086,61	601,67	3307,83

Sumber; Hasil Perhitungan

Hasil perencanaan dimensi tubuh bendungan diketahui pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perencanaan Tubuh Bendungan Yang Ada dan Studi Perencanaan Tubuh Bendungan

No	Parameter	Perenc. Yang Ada	Studi Perenc. Baru
1	Tipe Bendungan	Urugan Batu Dengan Lapis Permukaan Beton (CFRD)	
2	Lebar Puncak Bendungan (B)	8,00 m	12,70 m
3	Panjang Bendungan (L)	332,00 m	339,90 m
4	Tinggi bendungan (H)	81,00 m	81,80 m
5	Kemiringan Hulu	1,4 H : 1,0 V	
6	Kemiringan Hilir	1,5 H : 1,0 V	
7	Elevasi Puncak Bendungan	+253,00 m	+256,80 m
8	Volume Tampungan Efektif	29,50 juta m ³	30,70 juta m ³
9	Elevasi Muka Air Normal	+248,50 m	+248,30 m
10	Tinggi Jaguan (H _J)	3,00 m	
11	Elevasi Muka Air Banjir	+252,46 m	+253,80 m
12	Area Genangan	164,00 Ha	154,05 Ha
13	Volume Tampungan Mati	11,05 juta m ³	
14	Volume Tampungan Total	40,50 juta m ³	41,75 juta m ³

Sumber; Hasil Perhitungan

Tabel 5 di atas, dapat dinyatakan bahwa terjadi perbedaan dimensi bendungan yang signifikan antara studi perencanaan baru dan perencanaan yang ada, karena debit banjir yang ada pada studi perencanaan baru lebih besar dibandingkan dengan debit banjir perbedaan yang ada. Terjadi pergeseran as bendungan yang mengakibatkan perubahan volume tampungan yang lebih besar, sehingga diperoleh elevasi muka air normal dan area genangan yang lebih rendah pada studi perencanaan baru dibandingkan dengan perencanaan yang ada.

Hasil perhitungan keamanan tubuh bendungan terhadap rembesan diperoleh hasil $Q_f = 6,42 \times 10^{-4}$ sedangkan $Q_{fijin} = 28,23 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Sehingga, perencanaan bendungan ini aman terhadap rembesan karena $Q_{hitung} = 6,42 \times 10^{-4}$ lebih kecil (<) dari $Q_{fijin} = 28,23 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

Angka keamanan stabilitas lereng bendungan dalam kondisi muka

air banjir yang lebih besar daripada angka keamanan stabilitas lereng dalam kondisi kosong.. Karena dalam kondisi kosong tingkat kepadatan tubuh bendungan rendah sehingga rembesan air yang masuk kecil, begitu pula sebaliknya dalam kondisi muka air banjir tingkat kepadatan tubuh bendungan besar sehingga rembesan air yang masuk sangat banyak.

PENUTUP/ SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini :

1. Perencanaan tubuh bendungan terjadi perbedaan dimensi bendungan yang signifikan antara studi perencanaan baru dengan perencanaan yang ada.
2. Analisis stabilitas tubuh bendungan dinyatakan bahwa; Stabilitas bendungan terhadap rembesan dan stabilitas lereng terhadap longsor dinyatakan aman dan memenuhi syarat dan Stabilitas lereng hulu dan hilir bendungan memiliki angka keamanan dalam kondisi muka air banjir yang lebih besar daripada angka keamanan dalam kondisi kosong.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhyaksa, B. Mutiara, Suprijanto H. & Sisinggih, D. 2011. *Studi Perencanaan Kontruksi Tubuh Bendungan Pada Waduk Suplesi Konto Wiyu Di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang Provinsi Jawa*

Jurnal Teknik Hidro

Volume 13 Nomor 1, Februari 2020

Timur. Jurnal Mahasiswa Teknik
Pengairan Brawijaya.

Alexander & Harahab, Syarifuddin.

2009. *Perencanaan Embung
Tambaboyo Ka. Sleman D.I.Y.*
Semarang: Laporan Tugas Akhir
Teknik Sipil Umum, Universitas
Diponegoro.

Asdak, Chow, dkk., 1995. *Hidrologi
dan Pengelolaan Daerah Aliran
Sungai*. Yogyakarta: Universitas
Gadjah Mada Dinas Sumber Daya
Air, Cipta Karya dan Tata Ruang

Linsley, Ray K., 1989. *Hidrologi
Untuk Insinyur*. Jakarta :
Penerbit Erlangga.

Megantoro, Trias. 2014. *Perencanaan
Bendungan Tipe Urugan di
Perkebunan Cinta Manis, PT.
Perkebunan Nusantara VII.*
Palembang : Laporan Tugas Akhir
Teknik Sipil Umum, Universitas
Diponegoro.

Pondaag, Ricky & Yasser. 2016.
*Perencanaan Bendung Tonggauna
Kabupaten Kolaka Timur, Sulawesi
Tenggara*. Semarang : Laporan
Tugas Akhir Teknik Sipil Umum,
Universitas Diponegoro. PT. Widya
Graha Asana

Soediby, 2003. *Teknik Bendungan*.
Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
Soediby, 1993. *Teknik
Bendungan*. Jakarta : PT. Pradnya
Paramita. Soemarto, CD. 1999.

Hidrologi Teknik. Surabaya : Usaha
Nasional.

Sosrodarsono, Suyono & Takeda,
Kensaku. 2002. *Bendungan Tipe
Urugan*. Jakarta : PT. Pradnya
Paramita

Sosrodarsono, Suyono & Takeda,
Kensaku. 2003. *Hidrologi
Untuk Pengairan*. Jakarta : PT.
Pradnya Paramita.

Triatmodjo, Bambang. 2013. *Hidrologi
Terapan*. Yogyakarta : Penerbit
Beta Offset Yogyakarta.

WikiSDA, 2013. *Bendungan Karalloe*
[http://sda.pu.go.id/wiki/index.php/
Bendungan Karalloe](http://sda.pu.go.id/wiki/index.php/Bendungan_Karalloe)) Diakses Pada
15 April 2018. (23 Januari 2013)
at 11:13