

PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN DESAIN ALTERNATIF KOLAM TAMPUNG EMBUNG KASIH DI DESA KASIYAN PATI

Chandra Nandilla Prasetyastiti¹, Novita Dessi Riskiyanti², Ummi Chasanah³, Baswendro⁴

^{1,2} Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

^{3,4} Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

Email : Chasanah.Ummi01@yahoo.co.id, cnandilla@gmail.com

Abstrak

Embung atau cekungan penampung adalah cekungan yang digunakan untuk mengatur dan menampung suplai aliran air hujan serta untuk meningkatkan kualitas air di badan air yang terkait. Embung digunakan untuk menjaga kualitas air tanah, mencegah banjir, estetika, hingga pengairan. Analisis dilakukan pada proyek pembangunan Embung Kasih Desa Kasiyan, Kecamatan Sukolilo, Kabupaten Pati. Dalam perencanaan desain alternatif kolam tampungan pada pembangunan Embung Kasih dengan dimensi yang lebih luas serta dengan bahan yang berbeda untuk pembangunan Embung Kasih di Desa Kasiyan. Berdasarkan hasil pembahasan yang sudah dilakukan pada pekerjaan kolam tampung menggunakan perkuat bagian bawah dengan menggunakan pancang dolken yaitu trucuk bambu berdiameter 10-12cm dengan panjang 3m berjaran 20cm per masing-masing bambu. Dan mengganti lereng embung dengan pekerjaan kolom dan sloof dengan pasangan batu belah yang semula menggunakan jaring kawat (*wiremesh*) dan pengecoran.

Kata Kunci : embung, kolam tampung, desain ulang

Abstract

*Reservoirs or storage basins are basins used to regulate and accommodate the supply of rainwater flows and to improve water quality in related water bodies. Reservoirs are used to maintain groundwater quality, prevent flooding, aesthetics, and irrigation. The analysis was carried out on the Embung Kasih development project in Kasiyan Village, Sukolilo District, Pati Regency. In planning alternative designs for storage ponds for the construction of Embung Kasih with wider dimensions and with different materials for the construction of Embung Kasih in Kasiyan Village. Based on the results of the discussion that has been carried out on the storage pond work, strengthening the bottom using dolken stakes, namely bamboo poles with a diameter of 10-12 cm with a length of 3 m with a row of 20 cm per each bamboo. And replacing the embung slopes with column and sloof work with split stone masonry which originally used (*wire mesh and*) casting.*

Keywords: reservoir, storage pond, redesign

Pendahuluan

Jumlah penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya di Daerah Desa Kasiyan dan sekitarnya, Kabupaten Pati dan aktifitas masyarakat di sekitar makin beragam serta membuat kebutuhan air bersih semakin meningkat dari persoalan keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air, kebutuhan air bersih yang dapat digunakan sehari-hari di kehidupan masyarakat seperti kebutuhan air bersih terpenuhi dan sekaligus bisa menjadi pengairan untuk sawah maka dibangun Embung Kasih ini.

Selain untuk meningkatkan air bersih untuk warga juga menjadi tempat wisata bagi masyarakat Kabupaten Pati yaitu sebuah taman dengan menyuguhkan nuansa air.

Sumber daya air merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa. Air merupakan benda yang sangat penting dan mutlak dibutuhkan bagi kehidupan dan penghidupan umat manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan sepanjang masa. Oleh karena itu, sumber daya air dikuasi oleh Negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Hal ini sesuai dan diamanatkan dalam pasal 33 ayat (3) UUD 1945. Secara substansi, kebutuhan manusia akan air harus memadai dari aspek kuantitas, kualitas, dan kontinuitas (berkesinambungan). Pada sekitar 20 tahun terakhir, sejalan dengan penambahan penduduk, peningkatan aktivitas manusia dan laju pencemaran lingkungan, ketersediaan air yang dirasakan semakin terbatas.

Sesuai dengan Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2018 tentang percepatan penyediaan embung kecil dan bangunan penampung air lainnya di desa, beberapa Lembaga/Kementerian telah menjadikan pembangunan embung sebagai prioritas pembangunan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui balai/UPT terkait menginstruksikan untuk membangun banyak embung di area pedesaan. embung desa akan menjadi sumber air vital untuk mengairi sawah terutama pada musim kemarau.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat diusulkan beberapa hal berikut ini : 1). Mendesain ulang kolam tampung dengan bahan yang berbeda agar meminimalisir bangunan agar tidak terjadi longsor. 2). Menghitung ulang bahan pada bangunan kolam tampung yang berpusat pada dinding kolam tampung. Dan 3). Menghitung debit tampungan kolam pada proyek embung kasih.

Tinjauan Pustaka

Bebit Banjir

Debit banjir merupakan banyaknya air yang mengakibatkan banjir yang mengalir per satuan waktu dari sumber mata air. Debit banjir pada setiap profil sungai merupakan data yang paling penting untuk perencanaan, perbaikan, dan pengaturan sungai. Debit banjir diperoleh dari debit maksimum yang berguna untuk keperluan perencanaan penanggulangan banjir di masa mendatang. (Jurnal Forum Mekanika, Volume 6 Nomor 2, 2017). Adapun parameter-parameter statistik tersebut antara lain :

1. Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad \text{dengan : } \bar{X} = \text{nilai rata-rata debit}$$

$$\sum Xi = \text{nilai debit ke-} i \text{ n}$$

$$n = \text{jumlah data}$$

2. Standar deviasi

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n-1} \right] \quad \text{dengan: } S = \text{standar deviasi}$$

$$Xi = \text{nilai debit ke-} i$$

$$\bar{X} = \text{nilai rata-rata debit}$$

$$n = \text{jumlah data}$$

3. Koefisien skewness

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad \text{dengan: } Cs = \text{koefisien skewness}$$

$$Xi = \text{nilai debit ke-} i$$

$$\bar{X} = \text{nilai rata-rata debit}$$

n = jumlah data

S = standar deviasi

4. Koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \quad \text{dengan : } Ck = \text{koefisien kurtosis}$$

X_i = nilai debit ke- i

$\bar{X}$ = nilai rata-rata debit

n = jumlah data

S = standar deviasi

5. Koefisien variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad \text{dengan : } Cv = \text{koefisien variasi}$$

$\bar{X}$ = nilai rata-rata debit

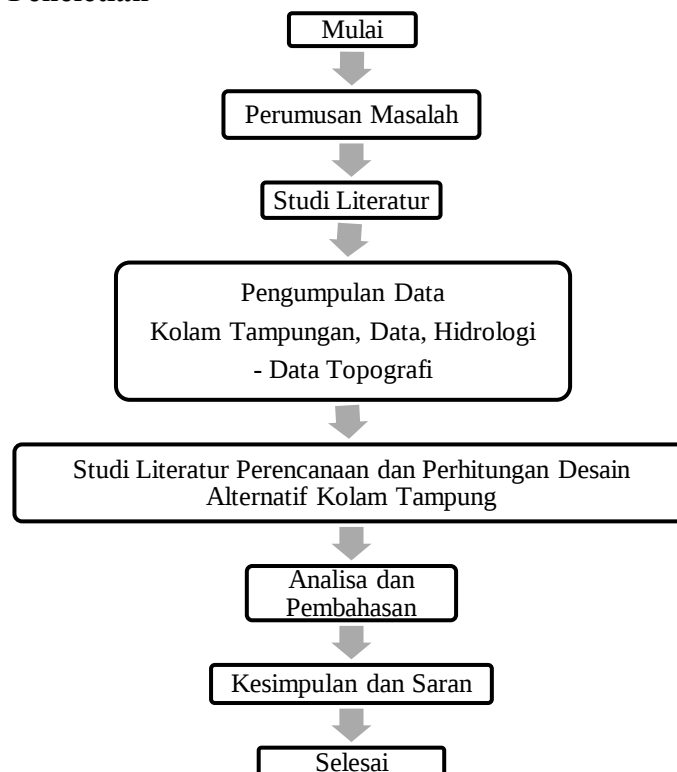
S = standar deviasi

Embung

Embung adalah bangunan artifisial yang berfungsi untuk menampung dan menyimpan air dengan kapasitas volume tertentu, lebih kecil dari kapasitas waduk/bendungan. Embung biasanya dibangun dengan membendung sungai kecil atau dapat dibangun di luar sungai. Jumlah kebutuhan tersebut akan menentukan tinggi tubuh embung dan kapasitas tampungan. (Rustam, 2010). Metode perhitungan stabilitas tubuh bendungan dengan metode irisa bidang luncur bundar yang akan dibagi beberapa irisan, maka faktor keamanan diperoleh menggunakan persamaan seperti berikut :

$$fs = \frac{\sum(c.l + (N - U - Ne) \tan \phi)}{\sum(T + Te)}$$

Metodologi Penelitian



Gambar 1. Data Bagan Alir
(Sumber : Data Peneliti, 2023)

Hasil dan Pembahasan

Desain Alternatif Kolam Tampung

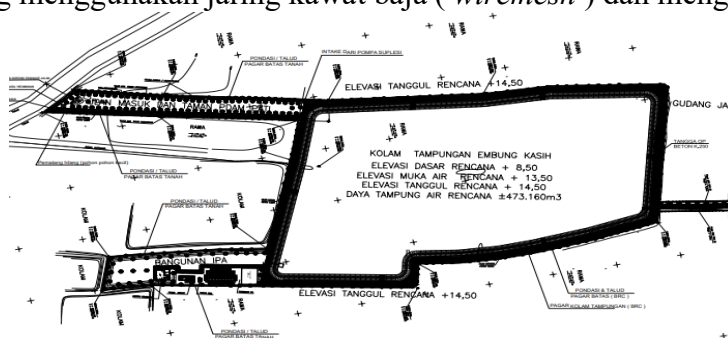
Kolam tampungan adalah salah satu cara pengendalian debit puncak yang berfungsi untuk menurunkan puncak banjir sehingga terjadi banjir yang tiba-tiba dengan waktu yang singkat. Modifikasi kolam tampungan pada embung kasih direncanakan dengan tujuan supaya proses tidak terjadi longsor dengan lebih baik dan cara mengubah desain dan mengganti bahan material kolam tampung.

Tujuan Desain Alternatif Kolam Tampung

Tujuan dibuatnya desain alternatif kolam tampung adalah dapat merencanakan desain bangunan pengambilan kolam tampung, dapat memberikan pengetahuan tentang perencanaan desain bangunan pengambilan kolam tampung, dan desain bangunan pengambilan kolam tampung yang dibuat antara lain adalah detail taman, menambah luas kolam tampung, mengganti pondasi yang lama menggunakan pondasi batu belah.

Desain Kolam Tampung Lama

Desain kolam tampungan atau embung yang lama berbentuk kurang lebih seperti buah mangga dengan volume 103321,28 m³. Menggunakan perkuatan tanah dengan trucuk bambu 3m dengan jarak satu bambu ke bambu lain 60cm. Dinding lereng pada kolam tampung menggunakan jaring kawat baja (*wiremesh*) dan menggunakan beton K.250

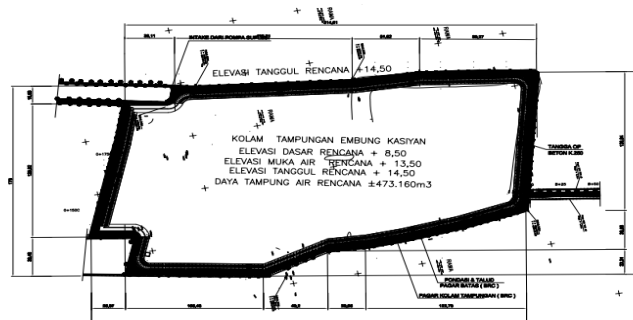


Gambar 2. Desain Kolam Tampung Lama

(Sumber : Data Peneliti, 2022)

Desain Kolam Tampung Baru

Desain kolam tampung yang baru memiliki luas dan bentuk yang berbeda dengan desain kolam tampung lama yang berbentuk seperti buah mangga, dengan kedalaman yang sama 6m. Dalam desain kolam tampung yang baru menggunakan perkuatan dalam tanah dengan trucuk bambu 3m yang lebih banyak dengan jarak setiap bambu adalah 20cm. Desain kolam tampung yang baru menggunakan beton K.300 dan mengganti material pada lereng dengan batu belah.



Gambar 3. Desain Kolam Tampung Baru

(Sumber : Peneliti, 2023)

Perhitungan Curah Hujan Rencana menggunakan metode Gumbel

Tabel 1. Hubungan Reduksi Variat Rata - Rata (Y_n) Dengan Jumlah Data (N)

N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n
10	0,4592	35	0,5402	60	0,5521	85	0,5578
11	0,4996	36	0,5410	61	0,5524	86	0,5580
12	0,5053	37	0,5418	62	0,5527	87	0,5581
13	0,5070	38	0,5424	63	0,5530	88	0,5583
14	0,5100	39	0,5430	64	0,5533	89	0,5585
15	0,5128	40	0,5436	65	0,5535	90	0,5586

(Sumber : Soewarno, 1995)

Keterangan : Y_n = Nilai rata – rata dari reduksi variant (*mean of reduced Variated*)
yang nilainya tergantung dari jumlah data (N)

N = Jumlah data

Tabel 2. Jumlah Data

Curah Hujan Harian Maksimum Sta Kayen 194	
Tahun	X_i (mm)
2009	67
2010	154
2011	106
2012	124
2013	155
2014	102
2015	105
2016	60
2017	83
2018	140
2019	57

(Sumber : Penulis, 2022)

Tabel 3. Perhitungan nilai rata - rata

No	X_i	($X_i - X \text{ rata - rata}$) ²
1	155	2518,215
2	154	2418,851
3	140	1237,760
4	124	367,942
5	106	1,397
6	105	0,033
7	102	7,942
8	83	476,033
9	67	1430,215
10	60	2008,669
11	57	2286,579
	1153	12753,636

(sumber : perhitungan penulis 2023)

X rata – rata = 104,818

Standar Deviasi (S) = 35,71

$$\begin{aligned}
 S_n &= 0,9496 \\
 Y_n &= 0,4996 \\
 1/a &= 37,60765976 \\
 b &= 86,029395
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Perhitungan periode ulang curah hujan maksimum

PUH	YT	Curah Hujan Maksimum Untuk Berbagai Periode Ulang
2	0,366513	99,8130912
5	1,499000	142,403277
10	2,250367	170,6604315
15	2,673752	186,5829505
20	2,970195	197,731478
25	3,1985234	206,3183748
50	3,901939	232,7721893
100	4,600149	259,0302334

(sumber : perhitungan penulis 2023)

Perhitungan Curah Hujan Rencana menggunakan metode Log Pearson III

Metode Log Pearson Type III Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tiga parameter penting dalam Metode Log Pearson Tipe III, yaitu: 1. Harga rata-rata (R) 2. Simpangan baku (S) 3. Koefisien kemencengan (G) Hal yang menarik adalah jika $G = 0$ maka distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Tipe III ubah data dalam bentuk logaritmik : $Y = \log X$

Tabel 5. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III

Tahun	Xi (mm)	Log Xi (mm)	Log X (mm)	(Log Xi-Log X) (mm)	(Log Xi-Log X)^2 (mm ²)	(Log Xi-Log X)^3 (mm ³)
2009	67,00	1,826	1,996	-0,170	0,029	-0,00487
2010	154,00	2,188	1,996	0,192	0,037	0,00707
2011	106,00	2,025	1,996	0,030	0,001	0,00003
2012	124,00	2,093	1,996	0,098	0,010	0,00094
2013	155,00	2,190	1,996	0,195	0,038	0,00738
2014	102,00	2,009	1,996	0,013	0,000	0,00000
2015	105,00	2,021	1,996	0,026	0,001	0,00002
2016	60,00	1,778	1,996	-0,217	0,047	-0,01028
2017	83,00	1,919	1,996	-0,077	0,006	-0,00045
2018	140,00	2,146	1,996	0,151	0,023	0,00341
2019	57,00	1,756	1,996	-0,240	0,057	-0,01378
Jumlah	1153,00	21,952			0,248	0,00324

(sumber : perhitungan penulis 2023)

Hitung harga rata-rata :

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad \gg \quad X \text{ rata - rata} = 104,8181818$$

Hitung harga simpangan baku :

$$S := \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad \gg \quad \text{Standar Deviasi (S)} = 0,1501619$$

Hitung logaritma hujan dengan periode ulang T menggunakan menggunakan persamaan : $Y_T = \frac{Y}{T} + K \cdot s$

Tabel 6. Perhitungan Periode Ulang T Tahun

T (tahun)	LogX (mm)	KT	S (mm)	LogXT (mm)	XT (mm)
2	1,996	-0,018	0,150	1,993	98,379
5	1,996	0,836	0,150	2,121	132,158
10	1,996	1,293	0,150	2,190	154,775
25	1,996	1,787	0,150	2,264	183,636
50	1,996	2,110	0,150	2,312	205,348

	y	=	-0,017	0,063085755	-0,016	-0,018
	x	=	0,1063			
	x1	=	0,1			
	x2	=	0,2			
	y1	=	-0,017			
	y2	=	-0,033			
T5	y	=	0,836	0,063085755	-0,005	0,836
	x	=	0,1063			
	x1	=	0,1			
	x2	=	0,2			
	y1	=	0,836			
	y2	=	0,831			
T10	y	=	1,292	0,063085755	0,009	1,293
	x	=	0,1063			
	x1	=	0,1			
	x2	=	0,2			
	y1	=	1,292			
	y2	=	1,301			
T25	y	=	1,785	0,063085755	0,033	1,787
	x	=	0,1063			
	x1	=	0,1			
	x2	=	0,2			
	y1	=	1,785			
	y2	=	1,818			
T50	y	=	2,107	0,063085755	0,052	2,110
	x	=	0,1063			
	x1	=	0,1			
	x2	=	0,2			
	y1	=	2,107			
	y2	=				

y^2	=	2,159
-------	---	-------

(sumber : perhitungan penulis 2023)

Menentukan Nilai K untuk metode Log Pearson III atau Harga K untuk Metode Sebaran Log Pearson III dari sumber Soewarno 1999.

Perhitungan Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan.

Triatmodjo (2008) menyatakan bahwa analisis frekuensi merupakan suatu analisis yang perlu dilakukan untuk menentukan jenis sebaran curah hujan yang terjadi pada suatu daerah, selain itu Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas.

Tabel 7. Analisis Frekuensi Curah Hujan Metode Gumbel

Analisa Frekuensi Curah Hujan Metode Gumbel					
No	Xi	Xi - X	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	155	50,182	2518,215	126368,601	6341406,162
2	154	49,182	2418,851	118963,502	5850841,320
3	140	35,182	1237,760	43546,659	1532050,636
4	124	19,182	367,942	7057,799	135381,425
5	106	1,182	1,397	1,651	1,951
6	105	0,182	0,033	0,006	0,001
7	102	102,000	10404,000	1061208,000	108243216,000
8	83	-21,818	476,033	-10386,176	226607,472
9	67	-37,818	1430,215	-54088,126	2045514,592
10	60	-44,818	2008,669	-90024,911	4034752,845
11	57	-47,818	2286,579	-109340,027	5228441,293
Jumlah	1153	104,818	23149,694	1093306,977	133638213,696
			46299,388	2186613,955	267276427,392

(sumber : perhitungan penulis 2023)

Standar Deviasi (S) = 3,24
 Koefisienskewness(Cs) = 0,086077053
 Koefisien kurtosis (Ck) = 2,5583x15

Tabel 8. Perhitungan Analisa Frekuensi Curah Hujan Metode Log Pearson III

Analisa Frekuensi Curah Hujan Metode Log Pearson III							
No	Tahun	Xi	X	Xi - X	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2009	67,000	104,818	-37,818	1430,215	-54088,126	2045514,592
2	2010	154,000	104,818	49,182	2418,851	118963,502	5850841,320
3	2011	106,000	104,818	1,182	1,397	1,651	1,951
4	2012	124,000	104,818	19,182	367,942	7057,799	135381,425
5	2013	155,000	104,818	50,182	2518,215	126368,601	6341406,162

6	2014	102,000	104,818	-2,818	7,942	-22,382	63,078
7	2015	105,000	104,818	0,182	0,033	0,006	0,001
8	2016	60,000	104,818	-44,818	2008,669	-90024,911	4034752,845
9	2017	83,000	104,818	-21,818	476,033	-10386,176	226607,472
10	2018	140,000	104,818	35,182	1237,760	43546,659	1532050,636
11	2019	57,000	104,818	-47,818	2286,579	-109340,027	5228441,293
Jumlah		1153,000			12753,636	32076,595	25395060,774

(sumber : perhitungan penulis 2023)

Standar Deviasi (S) = 34,0502788

Koefisienskewness(Cs) = 0,09930621

Koefisien kurtosis (Ck) = 3,17482243

Tabel 9. Distribusi syarat untuk dilakukan pengujian

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	$Cs \approx 0$	0,086077053	memenuhi
		$Ck \approx 3$	2,5583E+15	
2	Log – Normal	$Cs = 0,9862$	Cs = 0,0994	Tidak memenuhi
		Ck = 4,7777	Ck = 3,1748	
3	Gumbel	$Cs \approx 1,396$	0,086077053	Tidak memenuhi
		$Ck \approx 5,4002$	2,5583E+15	
4	Log – Pearson III	$Cs \approx 0$ Jika ketiga jenis tidak memenuhi	Cs = 0,0994	Memenuhi

(sumber : CD, Soemarto, 1999)

Untuk memilih distribusi yang sesuai dengan data yang ada, perlu dilakukan uji statistik. Pengujian biasanya dilakukan dengan uji Chi-kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorof. a. Uji Chi Kuadrat Pengujian chi-kuadrat dilakukan dengan menggunakan parameter χ^2 .

Perhitungan Rencana Debit Banjir

Pengukuran debit Sungai dilakukan dengan membagi lebar sungai menjadi jumlah pias, dengan lebar dapat dibuat sama atau berbeda. kecepatan aliran dan kedalaman air diukur masing-masing pias, yaitu pada vertikal yang mewakili pias tersebut, debit setiap pias dihitung dengan mengalikan kecepatan rerata dan luas tampang alirannya. Debit Sungai adalah jumlah debit di seluruh pias. Ada beberapa metode menghitung debit diantaranya adalah metode tampang tengah, tampang rereta, integrasi kedalaman-kecepatan, dan kontur kecepatan.

Menggunakan metode tampang rerata tampang lintan sungai dianggap tersusun dari sejumlah pias yang masing-masing dibatasi oleh dua vetikal yang berdampingan. Jika V3 dan V4 adalah kecepatan rereta pada vertikal ketiga dan keempat, sedangkan d3 dan d4 adalah kedalama air di kedua vertikal. Serat W3 adalah lebar antara dua vertikal, maka : Metode Tampang Rerata

$$\text{Luas Tampang Pias 3-4} = A_{3-4} = \frac{d_3+d_4}{2} w_3 = \frac{6+6}{2} 39,3263 = 235,9575 \text{ m}^3$$

$$\text{Debit melalui pias 3-4} = q_{3-4} = \frac{\bar{v}_3+\bar{v}_4}{2} \left(\frac{d_3+d_4}{2} \right) w_3 = 383,430938 \text{ m}^3$$

$$\text{Secara Umum debit melalui pias } x \text{ dan } x+1 = q_x - x+1 = \left(\frac{\bar{v}_x+\bar{v}_{x+1}}{2} \right) \left(\frac{d_x+d_{x+1}}{2} \right) w_x$$

$$= 2363,042 \text{ m}$$

Kesimpulan

1. Desain alternatif dengan dimensi dan bahan material kolam tampungan agar tidak mengalami kelongsoran, dengan hasil desain alternatif menghasilkan debit 2363,042 m³.
2. Berdasarkan perhitungan analisa curah hujan pada perencanaan air bendung desain ulang kolam tampungan metode gumbel menghasilkan standar deviasi dengan nilai 35,71, memenuhi syarat perhitungan gumbel dan metode Log Pearson III menghasilkan standar deviasi dengan nilai 0,150162, sehingga memenuhi syarat Log Pearson III.
3. Berdasarkan perhitungan distribusi frekuensi curah hujan perencanaan bendung kolam tampungan metode gumbel menghasilkan nilai (memenuhi) $CS = 0,086077053$, $CK = 2,5583 \times 15$, sehingga memenuhi syarat perhitungan gumbel, untuk metode Log Pearson III menghasilkan dengan nilai $CS = 0,09930621$, $CK = 3,17482243$ maka sesuai syarat metode Log Person III (memenuhi).
4. Perhitungan rencana anggaran biaya desain alternatif sebesar RP 39. 647.224.100 (*Tiga Puluh Sembilan Milyar Enam Ratus Empat Puluh Tujuh Juta Dua Ratus Dua Puluh Empat Ribu Seratus Rupiah*).

Daftar Pustaka

- Abdul Halim, Muhammad Syam Kusufi. 2016. Teori, Konsep dan Aplikasi Akuntansi Sektor Publik Dari Anggaran Hingga Laporan Keuangan Dari Pemerintah Hingga Tempat Ibadah. Jakarta : Salemba Empat
- Alexander. 2009. Laporan Tugas Akhir Perencanaan Embung Tambakboyoy Kabupaten Sleman D.I.Y (Design Of Tambak Boyo *Small* Dan Sleman D.I.Y Area). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Allan Ashworth. 1998. Perencanaan Biaya Bangunan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Bambang Triatmodjo. 2008. Hidrologi Terapan. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Braja M. Das, 1993. Mekanika Tanah. Erlangga, Jakarta.
- C.D. Soemarto, 1999, Hidrologi Teknik, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Djojowiriono, 1984. Manajemen Konstruksi, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Gatot Setya Budi, 2011. Pengujian Kuata Tarik dan Modulus Elastistas Tulangan Baja. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Hardiyanto H.C. 2002. Mekanika Tanah I. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ibrahim.H. Bachtiar, 1993. Rencana Dan *Estimate Real Of Cost*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Istimawan Dipohusodo, 1994. Struktur Beton Bertulang. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Nafarin, M. 2013. Penganggaran Perusahaan. Edisi Ketiga, Cetakan Kedua, BukuI. Jakarta: Salemba Empat.
- Niron, John W. 1992. Rencana Anggaran Biaya, CV. Asona, Jakarta.
- Rustam, R. K. 2010. Tata Ruang Air, Penerbit CV. Andi, Yogyakarta.
- Sasongko Dan Parulian, C Sasongko, 2015. Anggaran, Jakarta: Salemba Empat
- Sudarmoko, 1996. Diagram Perencanaan Kolom Beton Bertulang, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soedibyo, 2003. Teknik Bendungan . Pradnya Paramita , Jakarta.
- Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 2003. Hidrologi Untuk Pengairan, Pradnya Paramita, Jakarta.

Soewarno, 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Nova, Bandung