

**ANALISIS KAPASITAS TAMPUNGAN EMBUNG TRISOBO DI SUNGAI ULO,
DESA TRISOBO KECAMATAN BOJA, KABUPATEN KENDAL
PROVINSI JAWA TENGAH**

Sutyas Aji¹⁾, Dedi, H., Z²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

e-mail : sutyas@yahoo.com

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

e-mail : dedizebua@gmail.com

ABSTRACT

Blorong, one of the rivers in Kabupaten Kendal, is an important source of water for the community of Desa Trisobo. Unfortunately it often becomes the source of flooding for the city of Kendal. To mitigate flooding, Embung (reservoir) Trisobo, was constructed in the water catchment area of Blorong at Ulo River in Trisobo.

Hidrological analysis on Embung Trisobo was carried out in this study, which covered the calculation of discharge, reliable/dependable discharge, reliable/dependable volume and kebutuhan air baku. The capacity of the reservoir was calculated based on the Standard and Criteria for the Design of Embung, issued by the Directorate of Water Resources and the Indonesian undang undang Nomor 7 2004.

Result from the hidrological analysis revealed that the based on its topography the capacity of the reservoir was 696,005 m³. The demand of water for the community at Kecamatan Boja with 67,410 people was 80 liter/person/day. The minimum demand for water during five months of dry season was 488,592 m³.

Key words : reinforcement, portal

I. PENDAHULUAN

Sungai Blorong merupakan salah satu sungai di Kabupaten Kendal yang menjadi sumber air baku untuk berbagai keperluan bagi masyarakat Desa Trisobo. Selain itu sungai ini juga sering menimbulkan masalah banjir di Kota Kendal. Upaya konservasi di daerah aliran sungai Blorong menjadi sangat penting untuk dilakukan guna menjaga kelestarian sumber air bagi masyarakat dan juga memperkecil resiko banjir yang ditimbulkan dari meluapnya sungai ini. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan membuat embung di daerah aliran sungai (DAS) Blorong, yaitu di Sungai Ulo, tepatnya di Desa Trisobo. Sungai Ulo merupakan anak sungai dari Sungai Blorong. Tujuan analisis Perencanaan Teknis Embung di Sungai Ulo ini adalah untuk mengetahui besarnya debit banjir pada periode,

debit andalan, cakupan pelayanan air bersih, kebutuhan dan konsumsi air, dan volume tampungan. Hasil analisis ini, diharapkan menjadi bahan kajian perhitungan debit banjir, dan juga menganalisis tampungan embung, berdasarkan kapasitas tampungan embung sehingga kebutuhan air di Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah dapat terpenuhi serta dapat juga digunakan sebagai bagian dari pengembangan ilmu yang lebih luas mengenai sumber daya air.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Evaporasi dan evapotranspirasi

Embung adalah bangunan konservasi air berbentuk kolam untuk menampung air hujan dan air limpasan (*run off*) serta sumber air lainnya. Dengan harapan selama musim kemarau kapasitas tampungan embung akan dimanfaatkan untuk dapat memenuhi kebutuhan penduduk, ternak dan tanaman (Sumber: *Puslitbang Pengairan, 1994*).

Evaporasi atau penguapan adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air). Proses ini adalah kebalikan dari kondensasi. Penguapan adalah bagian esensial dari siklus air (siklus hidrologi). Evapotranspirasi merupakan faktor penting dalam memprediksi debit dari data hujan dan klimatologi dengan menggunakan Metode Mock. Alasannya adalah karena evapotranspirasi ini memberikan nilai yang besar untuk terjadinya debit dari suatu daerah aliran sungai. Evapotranspirasi diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air dari suatu daerah aliran sungai akibat kombinasi proses evaporasi dan transpirasi. Pendekatan yang digunakan untuk mengetahui nilai evapotranspirasi adalah persamaan empiris Penman seperti pada persamaan dibawah ini.

$$E = 0,35 (e_a - e_d) \left(1 + \frac{V}{100}\right) \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan E = Evaporasi (mm/hari), e_a = tekanan uap jenuh pada suhu rata-rata harian (mm/Hg), e_d = tekanan uap yang sebenarnya (mm/Hg), dan V = kecepatan angin pada ketinggian 2 m diatas permukaan tanah (mm/hari).

2.2. Hujan

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Presipitasi sendiri dapat berwujud padat (misalnya salju dan hujan es) atau aerosol (seperti embun dan kabut). Hujan terbentuk apabila titik air yang terpisah jatuh ke bumi dari awan. Tidak semua air hujan sampai ke permukaan bumi karena sebagian menguap ketika jatuh melalui udara kering

2.3. Daerah Tangkapan Air (DTA) Dan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Tangkapan Air (DTA) adalah suatu daerah dimana air hujan, es dan salju yang turun didaerah tersebut akan menjadi sumber dari massa air yang diamati. Daerah Tangkapan Air dari sebuah sungai disebut sebagai Daerah Aliran Sungai (DAS). Batas dari Daerah Aliran Sungai merupakan garis punggung (bukit atau gunung) dari suatu wilayah. Pada sistim drainase kota, sebuah bangunan (jalan, gedung dan lain-lain) sering kali menjadi batas daerah aliran sebuah saluran (sungai buatan).

Batas dari Daerah Tangkapan Air adalah garis batas yang mencakup wilayah terluas antara wilayah yang dikelilingi garis punggung dengan garis aquifer. Pada kondisi geologi tertentu, kadang kala terjadi aliran bawah tanah lintas DAS, dimana outlet aliran bawah tanah tersebut jatuh diluar DAS. Oleh karena itu, Daerah Tangkapan Air menggambarkan areal yang lebih luas dari Daerah Aliran Sungai. (Sumber: *M. Syahril Dep. Teknik Sipil, ITB*).

2.4. Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, rumah sakit dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, dan pelayanan umum. Kebutuhan akan air dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik. Kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga antara lain, untuk keperluan minum, masak, mandi, mencuci pakaian, serta keperluan lainnya. Kebutuhan air non domestik yaitu digunakan untuk kantor, tempat ibadah, tempat-tempat umum, dan lain-lain. Kebutuhan air bersih di daerah perkotaan ditunjukan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kebutuhan air bersih di daerah perkotaan

Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air (lt/orang/hari)
I	Kota Metropolitan	> 1000.000	190
II	Kota Besar	500.000 – 1000.000	170
III	Kota Sedang	100.000 – 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 – 100.000	130
V	Kota Kecamatan	20.000	100

Sumber: *Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002*

Sesuai dengan *Millenium Development Goals (MDG)* pedoman yang perlu diketahui selain proyeksi jumlah penduduk dalam memprediksi jumlah kebutuhan air bersih adalah :

- a. Tingkat Pelayanan Masyarakat
- b. Pelayanan Sambungan Langsung / Rumah

- c. Sambungan Tak Langsung atau Sambungan Bak Umum
- d. Konsumsi Air Bersih
- e. Kehilangan Air
- f. Analisis Kebutuhan Air Total

2.5. Volume Tampungan Berdasarkan Kondisi Topografi (VP)

Keadaan topografi suatu daerah akan sangat menentukan daya tampung maksimum sebuah embung untuk menampung air. Perhitungan kapasitas tampungan dilaksanakan dengan melakukan analisa topografi yang diperoleh dari hasil pengukuran situasi yang sudah dilakukan. Cara menghitung kapasitas tampungan tersebut adalah dengan menghitung luasan garis kontur dari tinggi muka air maksimum kondisi lapangan sampai dasar embung/telaga yang terbagi menjadi beberapa garis kontur.

2.6. Hidraulika Pelimpah

Persamaan debit limpasan untuk perencanaan pelimpah Embung Trisobo dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$Q = 1,71 B_e H^{3/2} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan H = tinggi air di atas mercu, Q = debit limpasan di atas mercu bendung (m³/det), dan B_e = lebar mercu bendung ekivalen (m) seperti ditunjukkan dalam Persamaan (2.3) dan angka koefisien kontraksi K_a dan K_p seperti ditunjukan pada Ttabel 2.1.

$$B_e = B - 2 H_1 (n K_p + K_a) \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan n = jumlah pilar, K_p = koefisien kontraksi pilar, K_a = koefisien kontraksi di pangkal bendung, dan H₁ = tinggi energi dihilu bendung.

Tabel 2.1. Angka Koefisien Kontraksi K_a dan K_p

No	Uraian Pilar	Kp
1.	Untuk pilar berujung segi empat dengan sudut yang dibulatkan	0.02
2.	Untuk pilar perujung bulat	0.01
3.	Untuk pilar berujung runcing	0.00
No	Urian Pangkal Bendung	Ka
1.	Untuk pangkal bendung dari tembok segi empat dengan tembok hulu 90 derajat kearah aliran	0,20
2.	Untuk pangkal bendung dari tembok bulat dengan tembok hulu 90 derajat kearah aliran dan 0,15 H ₁ < r < 0,5 H ₁	0,10
3.	Untuk pangkal bendung dari tembok bulat dengan tembok hulu tidak lebih dari 45 derajat kearah aliran dan r > 0,5 H ₁	0,00

Sumber : PT Cipta Ekapura Engineering Consultan (Perencanaan Teknis Embung Sub DAS Blorong.

III. LANDASAN TEORI

3.1. Keadaan Lokasi Embung Trisobo

Embung Trisobo terletak di Desa Trisobo, Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal. Pada $07^{\circ} 04' 15''$ BT dan $110^{\circ} 17' 10''$ LS. Kondisi saat ini lokasi rencana Embung Trisobo adalah berupa suatu lembah dengan kedalaman lembah kurang lebih 10 meter dan lebar bagian atas kurang lebih 40 meter. Di dasar lembah tersebut terdapat alur sungai kecil yang disebut Sungai Ulo, dengan lebar dan kedalaman alur sungai kurang lebih 3,0 meter. Berdasarkan informasi masyarakat sekitar, bahwa Sungai Ulo ini tidak pernah kering di sepanjang musim. Di musim kemarau tinggi muka airnya kurang lebih 0,3 sampai 0,5 meter, dengan lebar alur air 1,0 sampai 1,50 meter.

3.2. Data

Kondisi geologi permukaan embung Trisobo sebagian besar adalah daerah perbukitan, terdiri atas fenomena eksokarst dan endokarst. Bentuk eksokarst berupa bukit-bukit kerucut (*sinusoidal/pepino*) serta bentuk negatif seperti danau (*doline, uvala*), lorong lembah (labyrinth karst), dan mata air. Morfologi satuan perbukitan bergelombang mempunyai kemiringan lereng berkisar dari agak landai sampai agak terjal ($5 - 25^{\circ}$) dengan ketinggian antara 50 m sampai 300 m di atas permukaan laut. Sekitar 25% Kendal ditempati oleh satuan ini, yang tersebar di sebelah selatan Kendal. Berdasarkan hasil registrasi penduduk Kecamatan Boja pada tahun 2008, diketahui jumlah penduduk Kecamatan Boja adalah sebanyak 67410 jiwa yang terdiri dari 33095 jiwa berjenis kelamin laki-laki dan sebanyak 34315 jiwa berjenis kelamin perempuan. Perkembangan jumlah penduduk kecamatan Boja adalah sebesar 4,92%. Dalam analisis hidrologi, ketersediaan data di lapangan sangat penting. Data hidrologi berkaitan dengan potensi hidrologis pada daerah aliran sungai setempat. Data hidrologi dapat berupa data hujan, penguapan, aliran permukaan, dan aliran air tanah di daerah tangkapan hujan embung Trisobo. Data ini bermanfaat untuk memberi informasi potensi hidrometeorologis daerah yang akan dikembangkan serta menunjang analisis hidrologi. Data klimatologi diperoleh dari data klimatologi stasiun Batang Kecamatan Boja Kabupaten Kendal yaitu data iklim, hujan, kelembaban relatif, temperatur udara, dan debit banjir.

3.3. Metode Mock

Pada umumnya debit sungai tidak dicatat, oleh karena itu debit sungai diperkirakan dengan suatu metode empiris, antara lain metode Mock, dari informasi penduduk setempat, atau dengan memakai perbandingan dari luas tangkapan daerah irigasi lain yang serupa. Metode Simulasi Mock merupakan model sederhana simulasi keseimbangan air tanah untuk aliran sungai di Indonesia, hasil perhitungan ini dibandingkan dengan debit limpasan langsung (Debit Pengamatan).

IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

Data hujan yang dipergunakan dalam analisis adalah data curah hujan harian yang tercatat pada stasiun pencatatan hujan Boja, di Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah. Dari catatan data yang ada, dipakai untuk memperoleh besar banjir tahunan yang mungkin terjadi pada kala ulang tertentu. Data hujan harian maksimum stasiun hujan boja disajikan dalam Tabel 4.1. Tujuan utama analisis hidrologi adalah untuk memperoleh debit rencana dan hidrograf banjir sungai Ulo yang akan digunakan sebagai data penting dalam menentukan perhitungan debit aliran banjir. Dalam hal ini besar banjir rancangan disajikan dalam bentuk hidrograf banjir yang dihitung beberapa periode ulang yaitu 2 th, 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th.

Tabel 4.1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Boja.

No	Sebelum Direngking		Setelah Direngking	
	Tahun	Curah Hujan (mm)	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2000	132	2001	121
2	2001	140	2000	132
3	2002	121	2005	133
4	2003	165	2001	140
5	2004	150	2004	150
6	2005	133	2003	165
7	2006	168	2006	168
8	2007	205	2007	205
9	2008	210	2008	210

Sumber : PT Cipta Ekapura Engineering Consultan (Perencanaan Teknis Embung Sub DAS Blorong).

4.2. Analisis frekuensi

Data yang digunakan dalam perhitungan frekuensi ini adalah data debit atau data hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun. Hasil perhitungan frekuensi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

$$Y_r = \frac{\sum Y}{N} = \frac{1424}{9} = 158,22 \quad ; \quad S = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_r)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{8119,956}{9 - 1}} = 31,858$$

$$C_v = \frac{S}{Y_r} = \frac{31,858}{158,222} = 0,201$$

$$C_s = \frac{\sum (Y - Y_r)^2 N}{(N - 1)((N - 2) S^2)} = \frac{15068277 \times 9}{(9 - 1)(9 - 2) \cdot 31,858} = 0,746$$

$$C_k = \frac{\sum (Y - Y_r)^4 N^2}{(N - 1)((N - 2)(N - 3) S^2)} = \frac{1489878156 \times 9^2}{(9 - 1)(9 - 2 - 3) \cdot 31,858} = \frac{1296801262}{346109332} = 3,487$$

Berdasarkan data parameter statistik dapat disimpulkan bahwa distribusi ujan harian maksimum mendekati ke distribusi normal. Hasil hitungan nilai parameter statistik data hujan di atas disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4.2. Sifat Statistik Data Hujan

Sifat Statistik	Simbol	DPS Ulo Di Trisobo
Curah Hujan	Y	1424
Jumlah Data Hujan	N	9
Rerata Seri Data	Yr	158,222
Standar Deviasi	S	31,858
Koefisien Variasi	Cv	0,201
Koefisien Asimetri	Cs	0,746
Koefisien Kurtosis	Ck	3,487

Tabel 4.3. Hasil Analisis Frekuensi Hujan Maksimum Stasiun Hujan Boja

m	Th	Y (mm)	Y _{di} rengking	Yrata2	P(Xi ≤ X) = (m/N + 1) %	Y ²	(Y-Yr)	(Y-Yr) ²	(Y-Yr) ³	(Y - Yr) ⁴
1	2000	132	121	158.222	0,1	14641	-37.222	1385.477	-51570.235	1919547.304
2	2001	140	132	158.222	0,2	17424	-26.222	687.593	-18030.071	472784.5242
3	2002	121	133	158.222	0,3	17689	-25.222	636.149	-16044.957	404685.9115
4	2003	165	140	158.222	0,4	19600	-18.222	332.041	-6050.456	110251.4143
5	2004	150	150	158.222	0,5	22500	-8.222	67.601	-555.818	4569.933598
6	2005	133	165	158.222	0,6	27225	6.778	45.941	311.390	2110.601576
7	2006	168	168	158.222	0,7	28224	9.778	95.609	934.868	9141.135187
8	2007	205	205	158.222	0,8	42025	46.778	2188.181	102358.744	4788137.332
9	2008	210	210	158.222	0,9	44100	51.778	2680.961	138814.813	7187553.406
		∑Y	1424	Jumlah		233428	0.002	8119.556	150168.277	14898781.56
		Yr	158.222							

4.3 Uji chi-kuadrat

Tabel 4.4. Normalitas data hujan dengan uji Chi Kuadrat

No.	Nilai Batas Sub. Kelompok (%)	Jumlah data		$(O_i - E_i)^2$	$X_h = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O _i	E _i		
1.	P < 25	2	2	0	0
2.	25 < P < 50	3	2	1	0,5
3.	50 < P < 75	2	2	0	0
4.	75 < P < 100	2	3	-1	-0,333
Jumlah (G)		9			0,167

Kesimpulan: karena $0,167 < X^2_{kritik} = 3,325$ (untuk $n = 9$ dan $\alpha = 0,05$), maka distribusi normal dapat diterima. Dari hasil yang diperoleh diatas disimpulkan bahwa distribusi hujan harian maksimum mendekati ke distribusi normal, dimana sifat khusus distribusi ini adalah harga asimetri

mendekati nol ($C_s = 0$), dan dengan kurtosis mendekati tiga ($C_k = 3$). Ketentuan distribusi normal menggunakan persamaan garis teoritis yaitu :

$$P(Y_r - S) = (158,222 - 31,858) = 126,364 \text{ mm} = 15,87 \%$$

$$P(Y_r) = 158,222 = 50,00 \%$$

$$P(Y_r + S) = 158,222 + 31,858 = 190,08 = 84,14 \%$$

Tabel 4.4. Hujan rencana di DAS Embung Trisobo (Normal)

No.	Periode Ulang (T)	$P = \left(\frac{1}{T} 100\right)$	R (mm)
1	2	50	157
2	5	20	184
3	10	10	199
4	25	4	210,35
5	50	2	220,33
6	100	1	230,16

Tabel 4.5. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Boja.

m	Y di rengking	$P = \left(\frac{m}{n+1} \%\right)$
1	121	10
2	132	20
3	133	30
4	140	40
5	150	50
6	165	60
7	168	70
8	205	80
9	210	90

4.3. Debit Banjir Metode Rasional

Dalam menentukan nilai koefisien aliran (C), tergantung pada jenis permukaan yang berada di lokasi perencanaan embung yang akan dibangun.

Tabel 4.6. Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien Aliran	Harga dari C	%	Nilai (C)
C1	0,60	30 %	0,18
C2	0,40	5 %	0,02
C3	0,60	25 %	0,15
C4	0,80	30 %	0,24
C5	0,50	10 %	0,05
ΣC_{rata}			0,64

Kemiringan lereng di DAS = 0,0018, Luas DAS (A) = 5,7 km², panjang sungai (L) = 5,3 km, koefisien aliran (C_{rata}) = 0,64.

$$W = 72 \left(\frac{H}{L} \right)^{0,6} = 72 (0,0018)^{0,6} = 1,624 \text{ km/jam}$$

$$T = \frac{L}{W} = \frac{5,3}{1,624} = 3,264 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{0,67} = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{3,264} \right)^{0,67} = \frac{R}{24} (3,807) = 0,158 R$$

$$Q = 0,278 \times C_{\text{rata-rata}} \times I \times A = 0,278 \times 0,64 \times 0,158 \times 5,7 = 0,160 R$$

Tabel 4.7. Perhitungan debit banjir berdasarkan metode rasional

No.	Periode Ulang	R (mm)	Q (m ³ /dt)
1	2	157	25,12
2	5	184	29,44
3	10	199	31,84
5	25	210,35	33,656
6	50	220,33	35,253
7	100	230,16	36,826

4.4. Analisis Data Klimatologi

Analisis dengan metode Penman untuk stasiun klimatologi Batang Kecamatan Boja selengkapnya disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.8. Data Klimatologi Stasiun Batang

No	Bulan	Suhu Rata-rata°C	Kelembaban Udara(%)	Kecepatan Angin (m/det)	Lama Penyinaran (%)
1	Januari	28.7	84	1.81	47
2	Febuari	28.4	88	2.64	14
3	Maret	27.7	83	1.33	38
4	April	28.2	80	1.58	55
5	Mei	28.8	77	1.64	66
6	Juni	28.0	79	1.75	59
7	Juli	28.6	76	1.81	67
8	Agustus	29.1	76	2.61	63
9	September	29.0	75	1.39	72
10	Oktober	28.6	78	1.75	52
11	November	28.0	80	1.39	44
12	Desember	28.0	83	1.33	32
Rata-rata		28.43	79.92	1.75	50.75

4.5. Perhitungan debit andalan dan volume andalan dengan metode Fj. Mock

Metode analisis yang dipakai adalah Metode Fj. Mock, metode ini didasarkan pada konsep keseimbangan air (water balance) dimana volume air yang ada adalah tetap hanya sirkulasi dan distribusinya yang bervariasi. Metode Mock memperhitungkan volume air yang masuk, keluar dan tersimpan dalam tanah. Hasil analisis debit andalan dan volume andalan Sungai Ulo Desa Trisobo, Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal disajikan pada Tabel 4.10 samapi 4.13.

4.6. Analisis Data Penduduk

Klasifikasi dan struktur kebutuhan air Kecamatan Boja dengan jumlah penduduk 67410 jiwa dengan perkembangan penduduk 4,92% (diambil jumlah penduduk tahun proyeksi 2008) adalah :

$$Cp = 80\% \times Pn \times Kd = 80\% \times 67410 \text{ jiwa} \times 130 \text{ lt/org/hari} = 7.010.640 \text{ lt/hari}$$

Tabel 4.9. Hitungan Analisis Penman Klimatologi Stasiun Batang Kecamatan Boja

Kecepatan Angin (U2)	m/dt	1,81	2,64	1,33	1,58	1,64	1,75	1,81	2,61	1,39	1,75	1,39	1,33	
Lintang 07°04'15"LS	Desimal	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	7,54	
Albedo		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Lama Penyinaran Matahari(%)	%	47	14	38	55	66	59	67	63	72	52	44	32	
PERHITUNGAN (PROSIDA / PENMAN)														
Tabel A dan (1)	$f(T_{\text{a}}) \times 10^{-2}$		9,410	9,370	9,290	9,350	9,430	9,320	9,400	9,460	9,450	9,400	9,320	9,320
Tabel A dan (1)	$\Delta L^{-1} \times 10^2$		2,950	2,910	2,810	2,880	2,960	2,860	2,940	3,010	2,990	2,940	2,860	2,860
Tabel A dan (1)	$P_{\text{w}_{\text{a}} \text{,jsa}}$	mm Hg	29,510	28,000	27,850	28,660	29,680	28,320	29,340	31,200	31,030	29,340	28,320	28,320
Tabel A dan (1)	$\gamma + \Delta$		2,200	2,180	2,110	2,160	2,210	2,140	2,190	2,240	2,230	2,190	2,140	2,140
(2) x (9)	$P_{\text{w}_{\text{a}} \text{,i}}$	mm Hg	24,788	24,640	23,116	22,928	22,854	22,373	22,298	23,712	23,273	22,885	22,656	23,506
Tabel B dan (11)	$f(T_{\text{gp}})$		0,099	0,100	0,115	0,117	0,119	0,124	0,124	0,109	0,114	0,118	0,121	0,111
(9) - (11)	$P_{\text{w}_{\text{a}} \text{,jsa}} \times P_{\text{w}_{\text{a}} \text{,i}}$		4,722	3,360	4,735	5,732	6,826	5,947	7,042	7,488	7,758	6,455	5,664	4,814
Tabel C dan (3)	$\gamma \times f(U2)$		0,256	0,331	0,206	0,228	0,235	0,247	0,256	0,327	0,212	0,250	0,214	0,207
(13) x (14)	$\gamma E_{\text{q}} = 4 \times 5 (1)$		1,209	1,112	0,975	1,307	1,604	1,469	1,803	2,449	1,645	1,614	1,212	0,997
Tabel D dan (4)	$e a_{\text{sh}}^{\text{H}} \times 10^{-2}$		9,160	9,180	8,900	8,290	7,590	7,190	7,320	7,910	8,580	9,000	9,110	9,110
Tabel E dan (6) + (4)	$a_{\text{sh}} \times f(r)$		0,214	0,117	0,555	0,214	0,253	0,253	0,292	0,253	0,292	0,214	0,555	0,516
(16) x (17)	$H_{\text{ra}}^{\text{ne}} = 6 \times 7 (1)$		1,960	1,074	4,940	1,774	1,920	1,819	2,137	2,001	2,505	1,926	5,056	4,701
8 x (1 - (6))	$m = 8 (1-r)$		4,240	6,880	4,960	3,600	2,720	3,280	2,640	2,960	2,240	3,840	4,480	5,440
1 - ((19) : 10)	$f(m) = 1 - (m : 10)$		0,576	0,312	0,504	0,640	0,728	0,672	0,736	0,704	0,776	0,616	0,552	0,456
(7) x (12) x (20)	$H_{\text{ra}}^{\text{ne}} = 1(1) \times 3 \times 8 (2)$		0,537	0,292	0,538	0,700	0,817	0,777	0,858	0,726	0,836	0,683	0,623	0,472
(18) - (21)	$H_{\text{ra}}^{\text{ne}} - H_{\text{ra}}^{\text{mb}} = 7(2) - 9$		1,424	0,782	4,401	1,074	1,103	1,042	1,280	1,275	1,669	1,243	4,434	4,229
(8) x (22)	$\Delta H_{\text{ra}}^{\text{ne}} = 1(2) \times 10 (1)$		4,200	2,275	12,367	3,093	3,266	2,981	3,762	3,839	4,991	3,654	12,680	12,095
(15) + (23)	$\gamma E_{\text{q}} + \Delta H_{\text{ra}}^{\text{ne}} = 5(2) + 10 (2)$		5,408	3,387	13,342	4,400	4,870	4,450	5,565	6,287	6,636	5,267	13,892	13,092
(24) : (10)	$E_{\text{o}} = (\gamma E_{\text{q}} + \Delta H_{\text{ra}}^{\text{ne}}) : (\gamma + \Delta)$	mm/hr	2,458	1,554	6,323	2,037	2,204	2,080	2,541	2,807	2,976	2,405	6,492	6,118
Evapotranspirasi (Eo)	mm/bln		76,210	45,056	196,024	61,109	68,313	62,388	78,768	87,011	89,274	74,560	194,748	189,644
												Rata2 = 101,925		

Tabel 4.10. Hasil Analisis Debit Andalan Embung Trisobo dengan Metode FJ. Mock

Bln / Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	Debit Total (m ³ /dt)
2000	0,826	0,634	0,363	0,057	0,586	0,065	0,019	0,006	0,002	0,189	0,586	0,065	3,398
2001	1,010	0,424	0,151	0,259	0,238	0,196	0,027	0,008	0,002	0,001	0,000	0,000	2,316
2002	0,878	1,112	0,454	0,510	0,219	0,053	0,013	0,004	0,001	0,000	0,000	0,401	3,645
2003	0,442	1,305	0,480	0,416	0,205	0,033	0,010	0,003	0,001	0,124	0,099	0,353	3,471
2004	0,927	0,982	0,950	0,603	0,585	0,078	0,023	0,007	0,002	0,001	0,000	0,292	4,450
2005	0,595	0,507	0,426	0,842	0,284	0,422	0,091	0,020	0,006	0,176	0,008	0,310	3,687
2006	1,175	1,107	0,445	1,218	1,012	0,134	0,040	0,012	0,004	0,001	0,000	0,535	5,683
2007	0,437	0,899	1,346	1,097	0,147	0,094	0,018	0,006	0,002	0,000	0,243	0,456	4,745
2008	1,041	0,770	0,559	0,633	0,482	0,066	0,020	0,006	0,002	0,312	0,272	0,659	4,822

Tabel 4.11. Hasil Analisis Debit Andalan Rata-rata Embung Trisobo dengan Metode FJ. Mock

m	Bln / Thn	Debit Total (m ³ /dt)	(DT) renking	P(Xi ≤ X) = (m/N + 1) %
1	2000	3,398	2,316	10
2	2001	2,316	3,398	20
3	2002	3,645	3,471	30
4	2003	3,471	3,645	40
5	2004	4,450	3,687	50
6	2005	3,687	4,450	60
7	2006	5,683	4,745	70
8	2007	4,745	4,822	80
9	2008	4,822	5,683	90
		∑DT renking =	36,217	

Dipakai Nilai Debit rata-rata 50% yaitu = 3,687 (thn 2005)

Tabel 4.12. Hasil Analisis Volume Andalan Embung Trisobo dengan Metode FJ. Mock

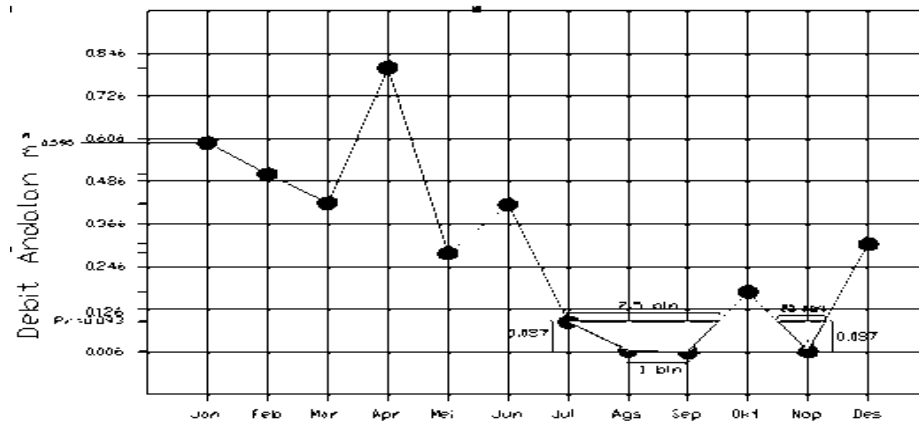
(x10³ m³/bln)

Bln / Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	Volume Total (x10 ³ m ³ / bln)
2000	2140,371	1644,165	941,037	148,612	1519,365	167,634	50,290	15,087	4,526	489,144	1519,761	169,013	8809,005
2001	2618,367	1098,032	391,554	671,628	616,733	507,043	68,932	20,68	6,204	1,861	0,558	0,168	6001,760
2002	2276,367	2882,885	1177,162	1320,946	568,261	136,657	32,67	9,801	2,94	0,882	0,265	1040,667	9449,503
2003	1144,515	3381,533	1243,906	1077,145	531,205	85,686	25,706	7,712	2,314	322,679	255,687	915,779	8993,867
2004	2401,491	2544,416	2463,078	1563,851	1516,018	203,025	60,908	18,272	5,482	1,645	0,493	758,073	11536,752
2005	1542,423	1314,772	1104,229	2183,736	735,048	1094,046	235,911	51,905	15,571	456,686	20,838	802,275	9557,440
2006	3045,039	2868,394	1154,601	3156,343	2622,52	346,424	103,927	31,178	9,353	2,806	0,842	1385,916	14727,343
2007	1132,299	2331,484	3489,381	2843,506	380,609	243,854	47,818	14,345	4,304	1,291	629,607	1182,444	12300,942
2008	2697,351	1995,605	1448,888	1639,879	1249,913	172,306	51,692	15,508	4,652	807,523	705,081	1709,141	12497,539

Tabel 4.13. Hasil Analisis Volume Andalan Rata-rata Embung Trisobo dengan Metode Mock ($\times 10^3 \text{ m}^3/\text{bln}$)

m	Bln / Thn	Volume Total (m^3/dt)	(VT) rengking	$P(X_i \leq X) = (m/N + 1) \%$
1	2000	8741,219	7117,867	10
2	2001	7117,867	8741,219	20
3	2002	10120,062	9283,488	30
4	2003	9283,488	10120,062	40
5	2004	12263,651	9557,440	50
6	2005	9557,440	12263,651	60
7	2006	15350,004	12395,335	70
8	2007	12395,335	12670,112	80
9	2008	12670,112	15350,004	90
		$\Sigma \text{VT rengking} =$	93874,151	

Dipakai Nilai Volume rata2 50% yaitu = 9557,440 (thn 2005)



Gambar 4.1. Grafik Kebutuhan Volume Embung

4.7. Volume tampungan berdasarkan kondisi topografi (VP)

Berdasarkan gambar rencana maka volume atau kapasitas tampungan embung Trisobo yang rincian hitungannya disajikan pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14. Perhitungan hubungan luas genangan area dan volume genangan

Elv	Luas	$\text{Vol} = (0,5 * (\text{Luas1} + \text{Luas2}) * (\text{Elv2} - \text{Elv1}))$	$\text{Vol Kum} = (\text{Vol Kum1} + \text{Vol2})$
246	0	0	0
247	34317,48370	17158,74185	17158,74185
248	39488,09560	36902,78965	54061,53150
249	49094,14480	44291,12020	98352,65170
250	58805,65030	53949,89755	152302,54925
251	69457,85540	64131,75285	216434,30210
252	78974,48960	74216,17250	290650,47460
253	93046,81880	86010,65420	376661,12880
254	100707,56350	96877,19115	473538,31995
255	111278,47760	105993,02055	579531,34050
256	121668,84400	116473,66080	696005,00130

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.19, dapat diketahui bahwa embung dapat menampung air mulai pada elevasi 247 m dengan luas areal 34317,48370 m² dan diperoleh volume kumulatif sebesar 17158,74185 m³ pada elevasi 256 m dengan luas areal 121668,84400 m² diperoleh volume kumulatif 696005,00130 m³.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil yang telah dilakukan terhadap data, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Besarnya debit banjir pada periode/kala ulang adalah :
 1. Q Kala ulang 2 tahun = 25,12 m³/dt
 2. Q Kala ulang 5 tahun = 29,44 m³/dt
 3. Q Kala ulang 10 tahun = 31,84 m³/dt
 4. Q Kala ulang 25 tahun = 33,656 m³/dt
 5. Q Kala ulang 50 tahun = 35,253 m³/dt
 6. Q Kala ulang 100 tahun = 36,826 m³/dt
- b. Debit andalan dengan menggunakan metode Mock, dengan nilai debit total rata-rata diambil 50% yaitu = 3,645 m³/dt dan volume andalan dengan nilai debit total rata-rata diambil 50% yaitu = 9557,440 m³/bln.
- c. Cakupan pelayanan air bersih (Cp) dengan jumlah penduduk 67410 jiwa (tahun 2008) = 7.010.640 liter/hari
- d. Kebutuhan volume minimum Embung Trisobo = 488.592 m³
- e. Volume tampungan maksimum berdasarkan kondisi topografi (Vp) = 696.005 m³.

5.2. Saran

Agar volume tampungan embung Trisobo tetap dapat menampung air hujan dan air tanah untuk kebutuhan masyarakat Desa Trisobo, Kecamatan Boja dan juga untuk mengatasi debit banjir yang tinggi, maka perlu diupayakan penanaman pohon di sekitar embung Trisobo sebagai usaha untuk mengatasi dan mencegah terjadinya debit banjir yang memuncak dan juga kebutuhan air untuk masyarakat dapat slalu tersedia sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offst, Yogyakarta.
- Raharjo, G.D., 2010, *Laporan Akhir Analisis Ketersediaan Air Kali Sruwoh DAS Embung Bejiharto, DS. Bejiharto Kecamatan Karang Mojo Kabupaten Gunung Kidul*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UKRIM, Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Harseno, E, 2005, *Bahan Kuliah Irigasi dan Bangunan Air*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UKRIM, Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- I Made Kamiana, 2010, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Universitas Palangka Raya (UNPAR), Palangka Raya.
- Ibnu Kasiro, Wanny Adidharma, Bhre Susantini Rusli, CL. Nugroho dan Sunarto, 1997, *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering Di Indonesia*, Yayasan Badan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Mochamad Hasan Wijaya, 2007, *Laporan Akhir Perencanaan Embung Kendo Kecamatan Rasanae Timur Kabupaten Bima*, Nusa Tenggara Barat (NTB). ([http:// Perencanaan Embong Kendo Kecamatan Rasanae.co.id](http://PerencanaanEmbongKendoKecamatanRasanae.co.id))
- Prasumi dan Aniek Masrevaniah, 2008, *Bangunan Air*, Sukandi, Malang.
- Sudiyono, 2009, *Laporan Akhir Analisis Penentuan Kapasitas Tampungan Embung Serut*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Ukrim, Yagyakarta. (Tidak dipublikasikan)
- Waibull-Gumbel, 2010, *Laporan Akhir Analisis Ketersediaan Air Kali Sruwoh DAS Embung Bejiharto, DS. Bejiharto Kecamatan Karang Mojo Kabupaten Gunung Kidul*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UKRIM, Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan)