

PERENCANAAN EMBUNG TAMBAKROMO UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BAKU

Mushafa Fahmi, Fandy Halim
Pranoto Samto Atmojo, Sriyana

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239,
Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Semakin langkanya sumber air, perlu ada upaya yang harus dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan air tersebut. Salah satu cara PT. Indocement untuk memenuhi kebutuhan air sebesar 60 liter/detik dengan memanfaatkan potensi sungai Beku dengan merencanakan pembangunan Embung Tambakromo, di Desa Wukirsari, Kecamatan Tambakromo, Kabupaten Pati.

Berdasarkan hasil analisis debit andalan dengan metode FJ MOCK diperoleh debit sebesar 120 liter/detik. Untuk desain tubuh embung dipakai data hidrologi debit banjir dengan Metode HSS Gamma I dengan debit banjir rencana periode ulang 1000 tahun sebesar 116,92 m³/detik. Kapasitas tampungan Embung Tambakromo sebesar 5.000.000 m³. Tinggi tubuh Embung Tambakromo adalah 20 meter, lebar mercu embung 7 meter, lebar spillway 15 meter, tinggi spillway 2 meter.

Perkiraan biaya untuk membangun Embung Tambakromo adalah sebesar Rp.33.874.000.000,00.

Kata Kunci : Embung Tambakromo, Air Baku

ABSTRACT

The increasing scarcity of water resources, there needs to be an effort that must be implemented to meet the needs of the water. One way PT. Indocement to meet the water requirement of 60 liters / second to harness the potential of Beku river with Tambakromo Embung development plan, in Wukirsari Village, District Tambakromo, Pati.

Based on the mainstay discharge analysis by the method of FJ mock obtained the discharge of 120 liters / sec. For the body design of the small dam used the flood discharge hydrological data with HSS Gamma I method with flood discharge plan 1000 years return period amounted 116.92 m³/second. Tambakromo Small Dam capacity is 5,000,000 m³. Tambakromo Small Dam height is 20 meters, 7 meters wide summit reservoir, spillway width of 15 meters, spillway height is 2 meters.

Estimated cost to build Tambakromo Small Dam amounted Rp.33.874.000.000, 00.

Keywords: Tambakromo Small Dam, Raw Water

PENDAHULUAN

Semakin langkanya sumber air untuk kebutuhan air baku di wilayah Pati seperti pada saat kemarau mengalami kekurangan air, sebaliknya pada saat musim hujan mengalami kelebihan air namun tidak bisa dimanfaatkan atau ditampung, sehingga perlu adanya upaya yang harus dilakukan yaitu membangun infrastruktur bangunan air. Begitu pula dengan PT. Indocement perlu membangun infrastruktur bangunan air guna menampung air baku untuk memenuhi kebutuhan air baku agar kebutuhan operasional kawasan industri tersebut terpenuhi.

Berdasarkan hal tersebut maka PT. Indocement membangun embung yang bertujuan untuk kebutuhan operasional di daerah Kabupaten Pati, sehingga kebutuhan air untuk operasional akan terpenuhi. Selain sebagai tampungan air di musim penghujan yang sekaligus dapat mencegah banjir.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan suatu konstruksi bangunan air berupa embung pada Sungai Beku. Pembuatan embung ini adalah upaya untuk memenuhi kebutuhan air baku kawasan industri dan masyarakat disekitarnya.

ANALISIS HIDROLOGI

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Faktor hidrologi yang mempengaruhi wilayah hulu Sungai Beku adalah curah hujan (*presipitasi*). Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi di suatu wilayah. Berdasarkan data curah hujan tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk memperkirakan debit banjir rancangan, kebutuhan air dan debit andalan. Adapun langkah - langkah dalam perhitungan hidrologi adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- b. Menganalisis curah hujan harian Daerah Aliran Sungai.
- c. Menghitung parameter statistik.
- d. Memilih jenis sebaran yang dapat digunakan.
- e. Menguji kecocokan sebaran.
- f. Menganalisis curah hujan rencana.
- g. Menghitung intensitas curah hujan rencana.
- h. Menghitung hujan berpeluang maksimum.
- i. Menghitung debit banjir rencana.
- j. Menghitung debit andalan.
- k. Menghitung kebutuhan air baku.
- l. Menghitung kebutuhan air irigasi.
- m. Menghitung volume tampungan Embung.
- n. Menganalisis volume tampungan Embung.
- o. Menghitung neraca air yang merupakan perbandingan antara debit air yang tersedia dengan debit air yang dibutuhkan.

Dalam analisis curah hujan rata – rata digunakan metode *Thiessen* dengan tiga stasiun hujan yang berpengaruh dalam perhitungan yaitu Stasiun Cabean, Stasiun Kayen, dan Stasiun Gabus. Dari data yang didapat, hasil perhitungan curah hujan ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 1 Perhitungan Curah Hujan dengan Metode Thiessen

NO	TAHUN	Sta. Cabean	Sta. Kayen	Sta. Gabus	RH Rencana	Tanggal	RH Rencana Maks
		mm	mm	mm	mm		mm
Bobot (%)		31,3	68,7	0			
1	2003	125	125	25	125	4 Desember	125
		125	125	25	125	4 Desember	
		0	0	77	0	6 Februari	
2	2004	70	70	0	70	30 Desember	70
		70	70	0	70	30 Desember	
		0	0	55	0	21 Februari	
3	2005	40	40	1	40	4 Maret	40
		40	40	1	40	4 Maret	
		11	11	80	11	30 Desember	
4	2006	98	98	14	98	26 Februari	98
		98	98	14	98	26 Februari	
		0	0	95	0	24 Februari	
5	2007	59	48	0	51	8 Maret	73
		0	106	25	73	25 Desember	
		40	0	35	13	26 Desember	
6	2008	58	45	21	49	14 Februari	91
		20	124	20	91	7 Februari	
		0	9	48	6	20 Maret	
7	2009	85	36	0	51	6 Maret	110
		12	155	20	110	14 Januari	
		24	64	40	51	16 April	
8	2010	125	0	0	39	21 Februari	79
		30	102	62	79	18 Oktober	
		30	102	62	79	18 Oktober	
9	2011	68	18	25	34	20 Desember	72
		0	105	25	72	12 Januari	
		57	14	150	27	3 Desember	
10	2012	100	11	25	39	14 Februari	41
		0	60	5	41	12 November	
		37	31	50	33	8 Januari	

Kemudian menghitung parameter statistik dan menentukan distribusi sebaran yang akan diuji dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof. Berdasarkan analisis distribusi data hujan menggunakan distribusi sebaran Log Pearson Tipe III di dapat rekapitulasi curah hujan rencana sebagai berikut :

Tabel 2 Rekapitulasi perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III

Periode Ulang	Curah Hujan Rencana (mm/jam)
2	79,092
5	102,478
10	114,476
25	126,590
50	133,918
100	140,106

Perhitungan debit rencana menggunakan beberapa metode, antara lain Rasional, *Weduwen*, *Haspers*, dan *HSS Gamma I*. Hasil perhitungan debit rencana dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana (m^3/dt)

Periode Ulang	Weduwen	Haspers	Rasional	HSS Gama I
2	15,50	109,05	118,26	46,71
5	22,26	138,77	153,23	68,08
10	26,24	153,61	171,17	66,54
25	30,68	168,32	189,28	90,10
50	33,60	177,09	200,24	96,80
100	36,28	184,42	209,49	102,45
1000	46,07	202,89	233,18	116,92

Dari hasil perhitungan debit di atas dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan hasil perhitungan antara metode-metode yang dipakai. Oleh karena itu berdasarkan pertimbangan dari segi keamanan dan ketidakpastian besarnya debit banjir yang pernah terjadi pada daerah tersebut maka ditetapkan bahwa debit banjir rencana yang digunakan adalah debit banjir periode ulang 25 tahun yang diambil dari perhitungan metode HSS Gama I yaitu sebesar 90,10 m^3/dt .

Setelah mengetahui debit banjir rencana, kemudian mencari debit andalan dengan menggunakan cara analisis water balance dari Dr. F.J Mock berdasarkan data curah hujan bulanan, jumlah hari hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran. Hasil rekapitulasi perhitungan debit andalan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4 Rekapitulasi Perhitungan Debit Andalan (m^3/dt)

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
2003	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,14	0,13	0,21
2004	0,46	0,47	0,46	0,30	0,36	0,19	0,18	0,14	0,12	0,12	0,12	0,17
2005	0,47	0,37	0,38	0,31	0,20	0,19	0,17	0,15	0,12	0,12	0,14	0,29
2006	0,83	0,42	0,31	0,29	0,26	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,11	0,14
2007	0,35	0,36	0,42	0,47	0,19	0,21	0,15	0,15	0,13	0,14	0,18	0,31
2008	0,61	1,06	0,44	0,30	0,24	0,18	0,15	0,14	0,14	0,15	0,16	0,09
2009	0,59	0,57	0,38	0,37	0,27	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,14	0,15
2010	1,13	0,53	0,28	0,27	0,23	0,27	0,18	0,18	0,22	0,24	0,16	0,39
2011	0,86	0,46	0,60	0,34	0,23	0,19	0,17	0,14	0,13	0,14	0,23	0,34
2012	1,01	0,58	0,75	0,26	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	0,14	0,21	0,23

Tabel 5 Debit Andalan Embung Tambakromo (m^3/dt)

Peluang Q Andalan	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
10,00%	1,13	1,06	0,75	0,47	0,36	0,27	0,18	0,18	0,22	0,24	0,23	0,39
20,00%	1,01	0,58	0,60	0,37	0,27	0,21	0,18	0,15	0,14	0,15	0,21	0,34
30,00%	0,86	0,57	0,46	0,34	0,26	0,19	0,17	0,15	0,13	0,14	0,18	0,31
40,00%	0,83	0,53	0,44	0,31	0,24	0,19	0,17	0,14	0,13	0,14	0,16	0,29
50,00%	0,61	0,47	0,42	0,30	0,23	0,19	0,16	0,14	0,13	0,14	0,16	0,23
60,00%	0,59	0,46	0,38	0,30	0,23	0,18	0,15	0,14	0,12	0,14	0,14	0,21
70,00%	0,47	0,42	0,38	0,29	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	0,12	0,14	0,17
80,00%	0,46	0,37	0,31	0,27	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	0,12	0,13	0,15
90,00%	0,35	0,36	0,28	0,26	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,12	0,12	0,14
100,00%	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,11	0,09
Rerata	0,66	0,51	0,42	0,31	0,24	0,20	0,16	0,14	0,14	0,14	0,16	0,23
Q80%	0,46	0,37	0,31	0,27	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	0,12	0,13	0,15

Untuk Embung Tambakromo dengan debit andalan 80% didapat debit sebesar 0,12 $m^3/det = 120lt/det$.

kebutuhan air baku

Kemudian menganalisis kebutuhan air baku di daerah yang akan dilayani oleh Embung Tambakromo, Pemenuhan kebutuhan air baku dari Embung Tambakromo diperuntukkan bagi kebutuhan operasional pabrik pada kawasan industri sebesar 60 lt/dt dan melayani 30 % untuk umum (Hidran Umum) sebesar 30 lt/orang/hari untuk jumlah penduduk di 4 (empat) kecamatan disekitar embung Tambakromo yaitu kecamatan Tambakromo, kecamatan Kayen, Kecamatan Gabus, dan kecamatan Winong. Total kebutuhan yang direncanakan untuk Embung Tambakromo adalah sebesar 6787,29 m³/hari.

Tabel 6 Kebutuhan Air Baku

No	Keterangan	Satuan	Jumlah
1	Jumlah Penduduk	jiwa	225253
2	Tingkat Pemakaian Air		
	a. Domestik		
	Hidran Umum	m3/orang/hari	0,03
	b. Non Domestik		
	Industri	m3/detik	0,06
3	Tingkat Pelayanan	%	100
4	Rasio Pelayanan		
	a. Hidran Umum	%	30
	b. Industri	%	70
5	Kebutuhan Domestik		
	Hidran Umum	m3/hari	2027,28
6	Kebutuhan Non Domestik		
	Industri	m3/hari	3628,8
7	Total	m3/hari	5656,07
8	Kehilangan Air	%	20
9	Total Kebutuhan Air	m3/hari	6787,29

Volume Tampungan Embung

Untuk mencari volume tampungan dari kondisi topografi eksisting, dapat dicari melalui luas permukaan genangan air waduk yang dibatasi garis kontur, kemudian dicari volume yang dibatasi oleh dua garis kontur yang berurutan dengan menggunakan rumus pendekatan volume sebagai berikut:

$$V_x = \frac{1}{3} \times Z \times (F_y + F_x + \sqrt{F_y \times F_x})$$

dengan:

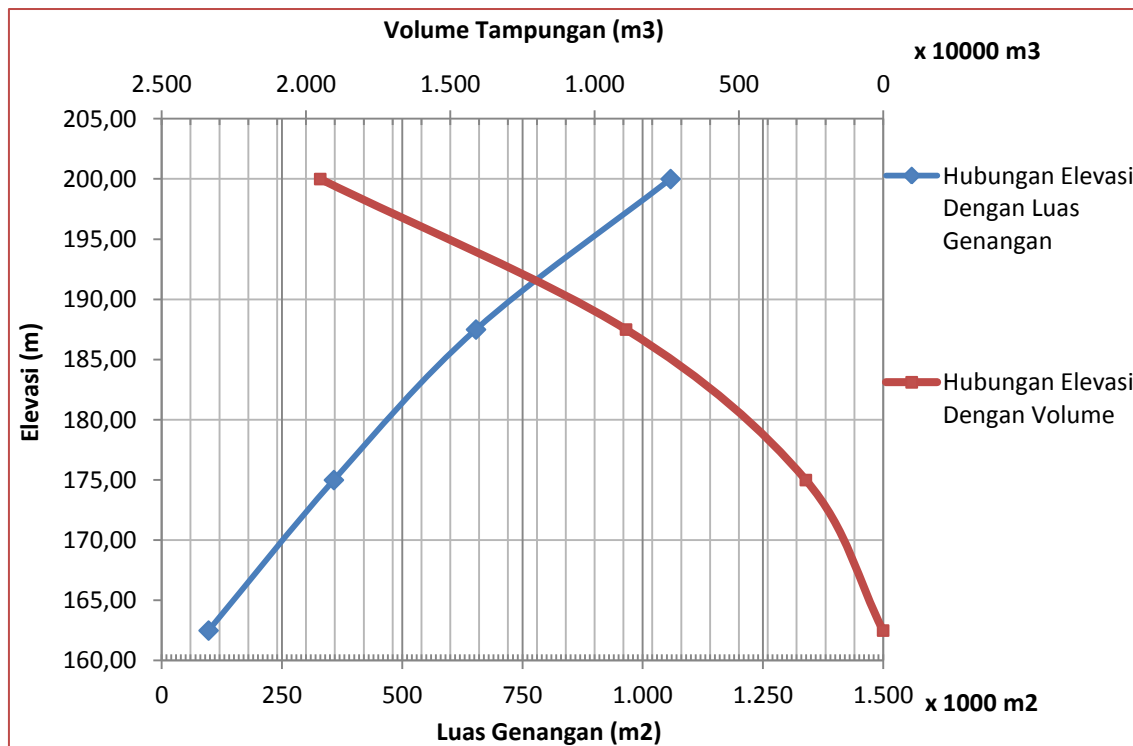
V_x = volume pada kontur (m³)

- Z = beda tinggi antar kontur (m)
- Fy = luas pada kontur Y (m²)
- Fx = luas pada kontur X (m²)

Dari hasil perhitungan volume tampungan embung tiap elevasi kemudian diakumulasi dan dibuat grafik hubungan antara elevasi kontur dengan luas area dan grafik hubungan antara elevasi kontur dengan volume embung.

Tabel 7 Perhitungan Volume Tampungan Embung Tambakromo

No	Elevasi	Luas Genangan	Volume	Volume Komulatif
	(m)	(m ²)	(m ³)	(m ³)
1	162,50	97.597,82	0.00	0.00
2	175,00	358.103,58	2.677.712,20	2.677.712,20
3	187,50	653.538,07	6.230.885,78	8.908.597,98
4	200,00	1.058.191,37	10.597.230,53	19.505.828,51



Gambar 1 Grafik Kolerasi antara Elevasi, Volume Tampungan dengan Luas Genangan Embung Tambakromo

Analisis Volume Tampungan Embung

Berdasarkan hubungan elevasi +180 m, luas genangan sebesar 468.214 m², debit Inflow dan Outflow maka volume tampungan Embung yang direncanakan adalah sebesar 5000.000 m³.

Dari hasil perhitungan volume kehilangan air akibat evaporasi pada permukaan Embung didapatkan V_e sebesar 34.465 m³ selama 1 tahun. Adapun perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8 Perhitungan Evaporasi pada Permukaan Embung

No	Uraian	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	Kelambaban Relatif	%	96,25	96,39	96,05	95,03	94,99	97,55	97,72	98,08	93,93	97,73	97,86	98,30
2	Suhu Udara	°C	26,10	26,26	26,10	26,01	26,08	25,92	26,08	25,89	25,68	25,86	25,66	26,02
3	Kecepatan Angin	m/detik	0,81	0,84	0,67	0,60	0,56	0,61	0,67	0,80	0,86	0,87	0,62	0,62
4		mile/hr	43,52	45,36	36,18	32,29	30,02	32,94	36,18	43,09	46,31	47,12	33,70	33,70
5	Sinar Matahari	(%)	31,07	29,84	37,39	45,00	54,98	65,72	73,06	67,66	63,07	51,64	45,60	33,23
6	Tekanan Uap jenuh (ea) tabel 2a dan 2b dgn data	mm/Hg	25,45	25,74	25,45	25,31	25,45	25,08	25,45	25,08	24,79	25,08	24,79	25,31
7	Tekanan Uap Sebenarnya (ed) [6]*[1]	mm/Hg	24,50	24,81	24,45	24,05	24,17	24,46	24,87	24,60	23,28	24,51	24,26	24,88
8	Evaporasi (E) 0.35*[5]-[6]*[1+[4/100]]	mm/hr	0,48	0,47	0,48	0,58	0,58	0,29	0,28	0,24	0,77	0,29	0,25	0,20
9		m/detik	5,55E-09	5,5E-09	5,5E-09	6,7E-09	6,7E-09	3,3E-09	3,2E-09	2,8E-09	8,9E-09	3,4E-09	2,9E-09	2,3E-09
10	Jumlah detik (1 bulan)	detik	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
evaporasi tiap bulan dalam m ³														
[5]*[9]*luas genangan*[10] (m ³)			2163	1851	2599	3679	4634	2644	2933	2368	6832	2202	1590	971
total kehilangan selama 1 tahun (m ³)			34465											

Berdasarkan data penyelidikan tanah yang ada, jenis tanah dilokasi perencanaan Embung berupa tanah lempung. Jenis tanah ini memiliki koefisien filtrasi sebesar 3×10^{-6} cm/detik. Sehingga besarnya volume yang disediakan untuk resapan Embung dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$3 \times 10^{-6} \text{ cm/detik} = 0,93312 \text{ m/tahun} \text{ Sehingga besarnya } V_i$$

$$\begin{aligned} V_i &= \text{Koefisien filtrasi} \times \text{Luas Genangan} \\ &= 0,93312 \text{ m/tahun} \times 468.214 \text{ m}^2 \\ &= 436.900 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

Perhitungan Volume Sedimen Embung

Volume yang disediakan untuk sedimen pada embung dapat diperkirakan dengan pendekatan laju erosi tanah yang terjadi pada skala DAS (0,2 kg/m²/tahun). Besarnya volume sedimen ini juga dipengaruhi oleh jenis tanah yang terdapat pada daerah tersebut.

Berdasarkan data penyelidikan tanah di KecamatanTambakromo, Desa Wukirsari, diketahui bahwa jenis tanah dasar penyusun daerah tersebut berupa tanah lempung dengan massa jenis (γ) sebesar 2640 kg/m³. Diasumsikan laju erosi 0,2 berdasarkan tabel 2.7. Perhitungan besarnya volume yang disediakan untuk sedimen selama 25 tahun adalah:

$$\begin{aligned} V_s &= (\text{Laju Erosi} / \gamma) \times \text{Luas Daerah Tangkapan} \times \text{Umur Rencana} \\ &= (0,2 / 2640) \times 13,977 \times 106 \times 25 \\ &= 26.472 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan Volume Efektif Tampungan

Volume tampungan untuk melayani kebutuhan air disebut juga Volume Efektif storage. Volume efektif storage adalah besarnya volume penyimpanan air di dalam embung untuk memenuhi kebutuhan air baku. Volume storage dihitung berdasarkan besarnya debit andalan yang ada.

Diketahui :

$$\text{Volume Tampungan Embung elevasi + 180 m (Vt180)} = 5.000.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Evaporasi (Ve)} = 34.465 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Sedimen (Vs)} = 26.472 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Tampungan Mati} = V_s = 26.472 \text{ m}^3 \text{ (pada elevasi + 163 m)}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Air efektif} &= V_t + 305 - V_e - V_s \\ &= 5.000.000 - 34.465 - 26.472 \\ &= 4.939.063 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan Neraca Air

Neraca air diperhitungkan dengan pendekatan debit andalan dari analisis data debit, perhitungannya didekati dengan:

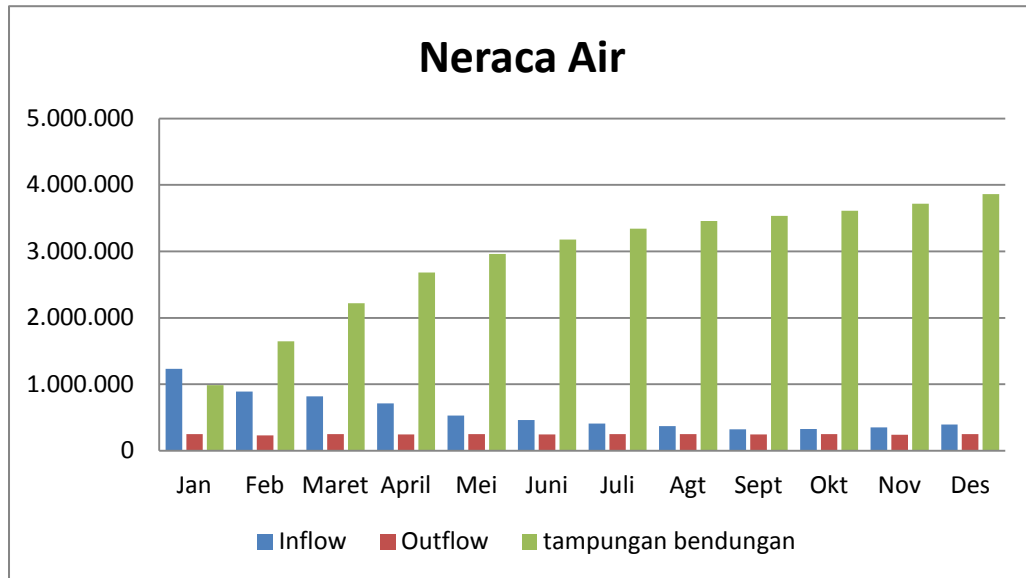
$$S = \text{Inflow} - \text{Outflow}$$

Perhitungan neraca air ini digambarkan dalam grafik neraca air setelah ada embung. Adapun perhitungan-perhitungan dan grafik-grafiknya disajikan dalam tabel dan gambar sebagai berikut:

Tabel 9 Neraca Air

unit	Bulan											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Q inflow	1.233.751	890.066	819.920	710.388	527.246	462.784	409.762	368.786	321.126	324.815	348.742	394.817
Q kebutuhan	210.406	190.044	210.406	203.619	210.406	203.619	210.406	210.406	203.619	210.406	203.619	210.406
Evaporasi	2.163	1.851	2.599	3.679	4.634	2.644	2.933	2.368	6.832	2.202	1.590	971
Resapan	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408	36.408
Q outflow	248.978	228.303	249.413	243.706	251.448	242.671	249.747	249.182	246.859	249.016	241.617	247.785
Surplus	984.773	661.763	570.507	466.683	275.798	220.113	160.015	119.603	74.267	75.799	107.125	147.032
Defisit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tamp. Bendungan	984.773	1.646.536	2.217.043	2.683.726	2.959.524	3.179.637	3.339.652	3.459.255	3.533.522	3.609.321	3.716.446	3.863.478

Antara Inflow dan Outflow tidak terjadi defisit, yang terjadi adalah surplus atau air yang tertampung. Air yang tertampung setiap bulan di akumulasikan sehingga menjadi sebesar 3.863.478 m³.



Gambar 2 Grafik Neraca Air

Penelusuran banjir (*Floodrouting*)

Data – data yang diperlukan pada penelusuran banjir lewat waduk adalah:

- Hubungan volume tampungan dengan elevasi Embung.
- Hubungan debit keluar dengan elevasi muka air di Embungserta hubungan debit keluar dengan tampungan.
- Hidrograf inflow, I.
- Nilai awal dari tampungan S, inflow I, debit keluar pada t =0.

Digunakan pelimpah (*spillway*) ambang lebar dengan elevasi dan volume sebagai berikut:

$$Q = \frac{2}{3} \times Cd \times B \times \sqrt{2g} \times H^{\frac{3}{2}}$$

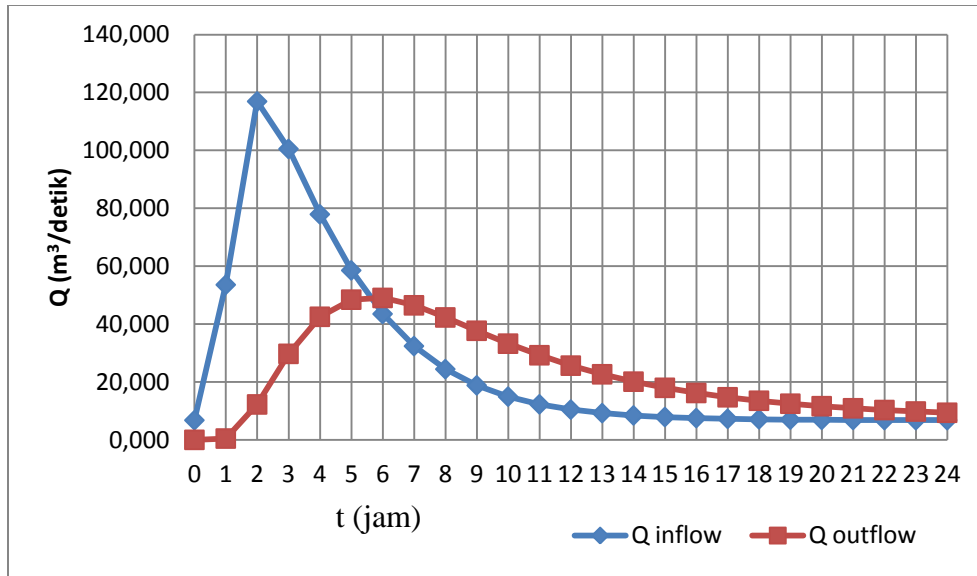
Cd = 1,7 – 2,2 m^{1/2}/det diambil 2,2 m^{1/2}/det.

$$B = 15 \text{ m}$$

$$Q = 97,448 \times H^{3/2}$$

Tabel 10 Perhitungan *FloodRouting*

Jam	t	Q Inflow	Q rerata	Qrerata*t	Asumsi Elevasi	Q Outflow	Q Out rerata	Storage	Storage Normal	Storage Banjir	Storage Kumul	Elevasi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0		6,764			180,000	0						180,000
	3600		30,165	108594,6			0,223	803,3081	5000000	107791,33	5107791,33	
1		53,566			180,028	0,446						180,069
	3600		85,242	306871,4			6,340	22822,3		284049,14	5391840,46	
2		116,918			180,251	12,233						180,251
	3600		108,707	391344,9			20,969	75489,09		315855,86	5707696,32	
3		100,496			180,453	29,706						180,453
	3600		89,200	321121,6			36,107	129985,7		191135,85	5898832,18	
4		77,905			180,575	42,509						180,575
	3600		68,221	245596,8			45,470	163691,5		81905,25	5980737,43	
5		58,537			180,627	48,431						180,627
	3600		51,017	183662,2			48,729	175426,1		8236,15	5988973,58	
6		43,497			180,633	49,028						180,633
	3600		37,942	136589,6			47,751	171904,4		-35314,73	5953658,85	
7		32,386			180,610	46,475						180,610
	3600		28,402	102247,8			44,377	159756,2		-57508,40	5896150,46	
8		24,418			180,573	42,279						180,573
	3600		21,617	77821,03			39,983	143937,8		-66116,73	5830033,73	
9		18,816			180,531	37,686						180,531
	3600		16,873	60742,88			35,455	127638,7		-66895,78	5763137,95	
10		14,930			180,488	33,224						180,488
	3600		13,597	48950,43			31,227	112418,3		-63467,83	5699670,12	
11		12,264			180,448	29,231						180,448
	3600		11,360	40894,4			27,431	98751,86		-57857,46	5641812,66	
12		10,455			180,411	25,631						180,411
	3600		9,848	35452,11			24,139	86901,33		-51449,22	5590363,44	
13		9,241			180,378	22,647						180,378
	3600		8,833	31800,24			21,372	76937,73		-45137,48	5545225,96	
14		8,426			180,349	20,096						180,349
	3600		8,153	29349,78			19,031	68513,31		-39163,53	5506062,43	
15		7,879			180,324	17,967						180,324
	3600		7,696	27705,48			17,081	61491,78		-33786,30	5472276,13	
16		7,513			180,302	16,195						180,302
	3600		7,389	26602,13			15,453	55630,18		-29028,05	5443248,08	
17		7,266			180,284	14,710						180,284
	3600		7,184	25861,76			14,104	50774,7		-24912,94	5418335,14	
18		7,101			180,268	13,498						180,268
	3600		7,046	25364,96			12,986	46750,49		-21385,53	5396949,61	
19		6,990			180,254	12,475						180,254
	3600		6,953	25031,6			12,047	43369,25		-18337,65	5378611,96	
20		6,916			180,242	11,619						180,242
	3600		6,891	24807,91			11,261	40538,12		-15730,21	5362881,75	
21		6,866			180,232	10,902						180,232
	3600		6,849	24657,81			10,598	38153,13		-13495,32	5349386,43	
22		6,833			180,223	10,294						180,223
	3600		6,821	24557,09			10,042	36151,39		-11594,30	5337792,13	
23		6,810			180,216	9,790						180,216
	3600		6,803	24489,51			9,574	34467,52		-9978,01	5327814,12	
24		6,795			180,210	9,359						180,210
MAX		116,918			180,633	49,028					5988973,58	180,633



Gambar 3 Grafik *FloodRouting*

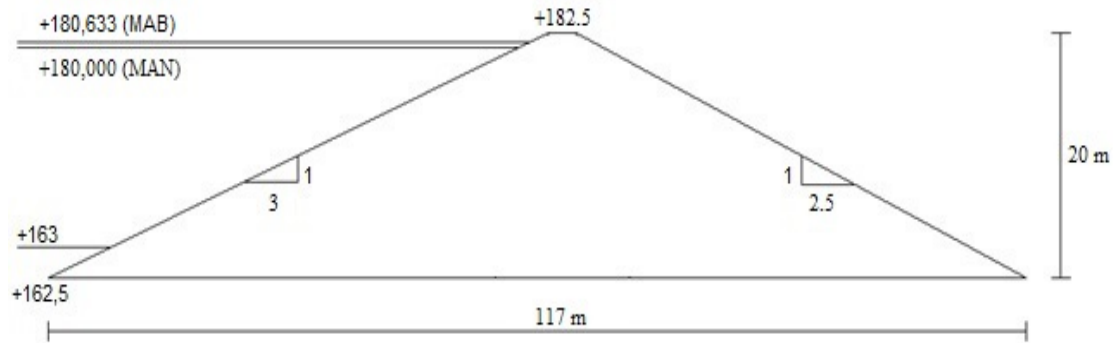
Penelusuran banjir lewat pelimpah erat kaitannya dengan penentuan tinggi puncak embung. Sedangkan elevasi muka air waduk maksimum tergantung dari dimensi dan tipe pelimpah. Berdasarkan perhitungan flood routing di atas didapat storage maksimum yang terjadi adalah sebesar 5.988.973,58 m³ dengan elevasi maksimum +180,633 m, sehingga elevasi puncak embung = elevasi muka air banjir + tinggi jagaan = 180,633 + 2 (diambil 2 meter untuk memberi keamanan akibat gelombang air yang ditimbulkan oleh angin) = 182,633m. Maka elevasi puncak embung direncanakan pada ketinggian 182,5 m.

PERENCANAAN KONSTRUKSI EMBUNG

Dalam perencanaan ini dibatasi pada perencanaan tubuh Embung, analisis stabilitas, dan bangunan pelengkap, yang meliputi bangunan pelimpah dan bangunan penyadap.

Berdasarkan analisis tumpangan Embung, muka air normal, banjir dan tumpangan mati, didapat dimensi tubuh Embung sebagai berikut :

- Lebar Mercu Embung **7 m**.
- Lebar Dasar Embung **117 m**.
- Panjang Embung **405 m**.
- Kemiringan Lereng Embung (*slope gradient*) dengan pertimbangan keamanan stabilitas longsor, maka diambil kemiringan 1:3 untuk sebelah hulu dan 1:2,5 untuk sebelah hilir.



Gambar 4 Sketsa penentuan tinggi, lebar, dan panjang dasar Embung

RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN

Rencana Anggaran Biaya untuk desain Embung Tambakromo adalah sebagai berikut:

Tabel 11 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Total
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp17.800.265,00
II	PEKERJAAN PENGELAK	Rp1.781.615.511,83
III	PEKERJAAN UTAMA	Rp22.496.641.281,96
IV	PEKERJAAN PELIMPAH	Rp6.288.310.027,48
V	PEKERJAAN TOWER INTAKE	Rp210.357.647,00
	TOTAL	Rp30.794.724.733,27
	PPN 10%	Rp3.079.472.473,33
	TOTAL + PPN 10%	Rp33.874.197.206,60
	DIBULATKAN	Rp33.874.000.000,00
	TERBILANG	
Tiga Puluh Delapan Milyar Delapan Ratus		
Tujuh Puluh Empat Juta Rupiah		

Pelaksanaan bendung direncanakan dengan waktu 73 minggu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

Debit banjir rencana Embung Tambakromo didasarkan pada perhitungan dan pengolahan data curah hujan, metode yang digunakan diantaranya adalah Metode Werduwen, Harsper, Rasional, dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I. Hasil perhitungan debit yang didapat digunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I dengan debit banjir rencana periode ulang 1000 tahun sebesar $116,92 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Embung Tambakromo memiliki kapasitas tampungan $5.000.000 \text{ m}^3$, dipergunakan sebagai suplai air baku untuk memenuhi kebutuhan kawasan industri di Kecamatan Tambakromo.

Dari data yang diperoleh dan hasil perhitungan konstruksi, embung yang direncanakan adalah tipe bendungan urugan tanah lempung, karena jenis tanah yang tersedia di sekitar embung adalah lempung. Elevasi puncak embung pada $+ 182,50 \text{ m}$. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan :

1. Tinggi embung direncanakan berdasarkan elevasi Muka Air Banjir (MAB) dan tinggi jagaan dengan tinggi total 20 m.
2. Berdasarkan perhitungan lebar mercu didapatkan lebar mercu embung sebesar 7,00 m.
3. Pelimpah banjir (*spillway*) untuk saluran pengarah aliran didapatkan lebar sebesar 15 m.
4. Tingkat Layanan untuk memenuhi kebutuhan air baku sebesar 70%.
5. Dari perhitungan didapatkan ukuran kolam olak adalah $10 \text{ m} \times 27,5 \text{ m}$, dengan USBR tipe II.
6. Urugan tanah untuk mendukung beban dari tubuh bendungan diambil dari tanah disekitar Embung Tambakromo, Kabupaten Pati.

Saran :

1. Untuk mendapatkan perhitungan desain yang benar-benar akurat, maka pemakaian metode perhitungan harus disesuaikan dengan kondisi yang ada. Disamping itu data-data yang digunakan dalam perhitungan juga haruslah dianalisis secara teliti dengan menggunakan berbagai macam teori yang ada.
 2. Untuk memaksimalkan fungsi dari embung ini maka perlu diadakan penyuluhan terhadap masyarakat yang ada di sekitar.
 3. Perlu pemeriksaan secara berkala terhadap kondisi konstruksi agar kerusakan-kerusakan yang akan terjadi dapat diantisipasi dengan cepat.
 4. Pihak pengelola kawasan industri harus tetap menjaga kebersihan di lokasi industri ataupun di daerah sekitar embung agar tidak mengganggu kenyamanan masyarakat.
- Agar embung berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, maka hal yang harus diperhatikan adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berkelanjutan dengan mengeruk sedimen setiap 5 tahun sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. 2005. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Srikandi, Surabaya.
- Christady, Hary. 1998. *Mekanika Tanah II*. Penerbit Gadjah Mada University Press
- Christady, Hary. 1996. *Teknik Pondasi 1*. Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Standar Perencanaan Bangunan Air*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume I (Survai dan Investigasi)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume II (Analisis Hidrologi)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume III (Desain Pondasi dan Tubuh Bendungan)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume IV (Desain Bangunan Pelengkap)*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume V (Pekerjaan Hidromekanik, Instrumentasi dan Bangunan Pelengkap)*.
- Direktorat Irigasi. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi*. Galang Persada, Bandung.
- Hindarko, S. 2002. *Drainase Kawasan Daerah*. Penerbit Esha, Jakarta.
- Honing. 2003. *Konstruksi Bangunan Air*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Joetata et. al. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Kodoatie, R. J. , Sjarief, R. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya air Terpadu*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kodoatie, R. J. 2002. *Hidrolika Terapan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Loebis, Joesron. 1987. *Banjir Rencana untuk bangunan Air*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Soediby. 2003. *Teknik Bendungan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. 1983. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. 2002. *Bendungan Type Urugan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sri Harto Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. Penerbit Idea Dharma, Bandung.
- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Beta Offset, Yogyakarta.