



PERENCANAAN EMBUNG TAMANREJO KECAMATAN SUKOREJO, KABUPATEN KENDAL

Arvie Narayana, Bachtiar Khoirom W, Abdul Kadir^{*)}, Dwi Kurniani^{*)}

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

ABSTRAK

Penduduk di Desa Tamanrejo, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal pada umumnya bermata pencahariaan sebagai petani yang mengandalkan kebutuhan air irigasi dari sungai Kajar untuk mengairi sawah. Tetapi tidak jarang para penduduk Desa Tamanrejo mengalami gagal panen akibat debit sungai Kajar tidak dapat memenuhi kebutuhan air irigasi. Untuk mengatasi hal tersebut dibangun bangunan air berupa embung. Luas DAS Embung Tamanrejo 12,88 km². Embung Tamanrejo direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di wilayah Kecamatan Sukorejo, Daerah irigasi yang akan dilayani seluas 750 Ha. Penentuan dimensi Embung Tamanrejo menggunakan debit banjir rencana dari metode HSS Gama I sebesar 83,189 m³/dtk dengan periode ulang 50 tahun Debit andalan Sungai Kajar diperhitungkan berdasarkan metode water balance. Pada bulan Agustus sampai November terjadi kekurangan air sebesar 95.822,61 m³. Volume tampungan embung sebesar 162.636,19 m³ yaitu pada elevasi +140,00m sampai +148,00m. Hasil perhitungan neraca air menunjukkan bahwa volume tampungan embung sebesar 162.636,19 m³ dapat mencukupi kebutuhan air irigasi saat debit sungai mengalami kekurangan. Pembangunan Embung Tamanrejo berupa pembuatan bangunan spillway dengan kontruksi pemasangan batu dan tubuh embung menggunakan urugan tanah. Embung direncanakan setinggi 11 m, dengan elevasi dasar embung pada +140,00 m dan elevasi puncak embung pada +151,00 m. Lebar puncak embung 5,00 m, kemiringan hulu 1:3 dan kemiringan hilir 1:2,25. Dalam perencanaan Embung Tamanrejo digunakan Pelimpah Ogee tipe Terbuka (overflow spillway) dengan lebar 25 m, panjang 13 m dan elevasi puncak pada +148,00 m, menggunakan kolam olak USBR tipe III dengan panjang 5,00 m. Rencana waktu pelaksanaan selama 24 minggu dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp.6.258.700.000,000 (Enam Milyar Dua Ratus Lima Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah). Kesimpulan dengan dibangun embung maka dapat mengatasi kekurangan air irigasi

kata kunci: *embung Tamanrejo, irigasi, debit andalan*

ABSTRACT

Residents in the village Tamanrejo, District Sukorejo, Kendal in general to work as farmers who rely on irrigation water requirements of Kajar river to irrigate the fields. But

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

it is not uncommon for residents of the village Tamanrejo crop failures due to river discharge Kajar can not meet the needs of irrigation water. To overcome this building constructed in the form of reservoir water. Extensive watershed of Embung Tamanrejo is 12,88 km². Embung Tamanrejo planned to meet the needs of irrigation water in the District Sukorejo, irrigation area that will be served an area of 750 hectares. Determination of dimensions Embung Tamanrejo using flood discharge plan of HSS Gama first method of 83,189 m³ / sec with a return period of 50 years. Debit mainstay Kajar River is calculated based on the method of water balance. In August to November there is a shortage of water at 95.822,61 m³. Small Dam volume of 162.636,19 m³ is at an elevation of + 140,00m to + 148,00m. The results of the water balance calculations indicate that the volume of 162.636,19 m³ can meet the need of irrigation water when the river flow shortage. Development Embung Tamanrejo be making buildings with construction masonry spillway and dam body using land fill. Embung planned height of 11 m, with a base elevation at the dam crest elevation +140,00 m and the top reservoir at +151,00 m. Dam crest width 5,00 m, the upstream slope of 1:3 and the downstream slope of 1: 2,25. In planning Embung Tamanrejo used Concrete drop Open Ogee type (overflow spillway) with a width of 25 m, a length of 13 m and a peak elevation at +148,00 m, using an megrim USBR Type III with a length of 5,00 m. Plan implementation time is 24 weeks with work plan budget of RP.6.258.700.000,00 (Six Billion Two Hundred Fifty Eighth Million Seven Hundred Thousand Rupiah). Conclusion with built small dam can overcome the shortage of irrigation water

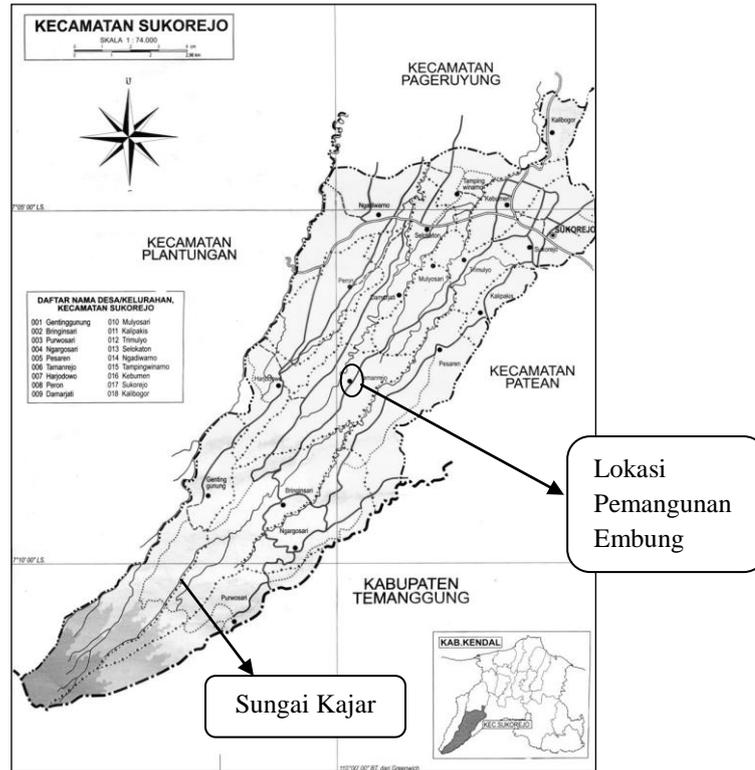
keywords: *Tamanrejo small dam, irrigation, flood discharge*

LATAR BELAKANG

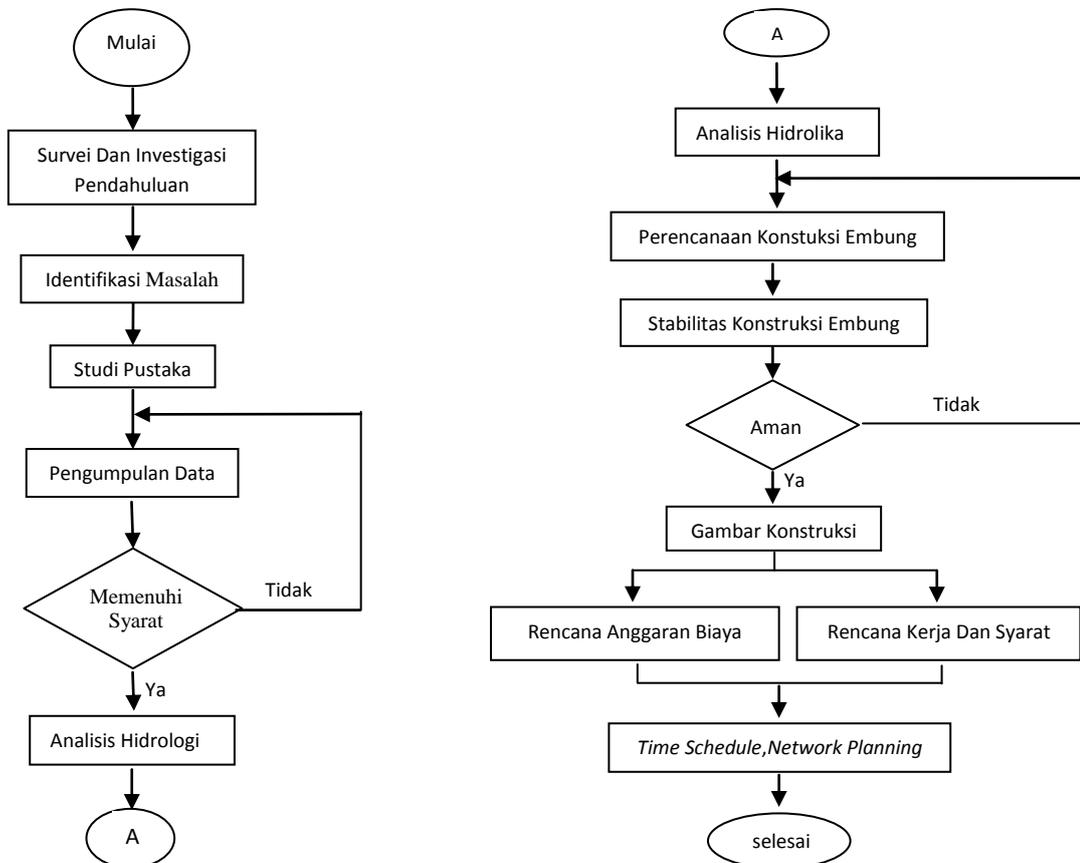
Penduduk di Desa Tamanrejo, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal pada umumnya bermata pencaharian sebagai petani yang mengandalkan kebutuhan air irigasi dari sungai Kajar untuk mengairi sawah. Tetapi tidak jarang petani di Desa Tamanrejo mengalami gagal panen akibat debit sungai Kajar tidak dapat memenuhi kebutuhan air irigasi. Hal tersebut merupakan permasalahan yang dihadapi oleh Daerah Kabupaten Kendal khususnya dan Jawa Tengah umumnya. Pemerintah Daerah Kabupaten Kendal mengambil langkah-langkah untuk menghadapi permasalahan tersebut dengan membangun bangunan air berupa embung yang berfungsi untuk menjaga ketersediaan air. Hal ini dilakukan karena penduduk Desa Tamanrejo sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani yang tentunya sangat bergantung pada ketersediaan air untuk mengairi sawah. Luas daerah irigasi seluas 750 Ha. Lokasi embung terletak pada posisi 7°8'10.25" – 7° 8'16.49" LS dan 109° 59'31.86" – 109 59'36.40" BT di meandering Sungai Kajar, Desa Tamanrejo, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal, Propinsi Jawa Tengah. (Gambar 1)

METODOLOGI

Perencanaan embung diawali dengan melakukan survey dan investigasi di lokasi yang bersangkutan untuk memperoleh data perencanaan yang lengkap dan teliti. Metodologi yang baik dan benar merupakan acuan untuk menentukan langkah-langkah kegiatan yang perlu diambil dalam perencanaan. Metodologi penyusunan perencanaan Embung Desa Tamanrejo dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi perencanaan Embung Desa Tamanrejo



Gambar 2. Metodologi

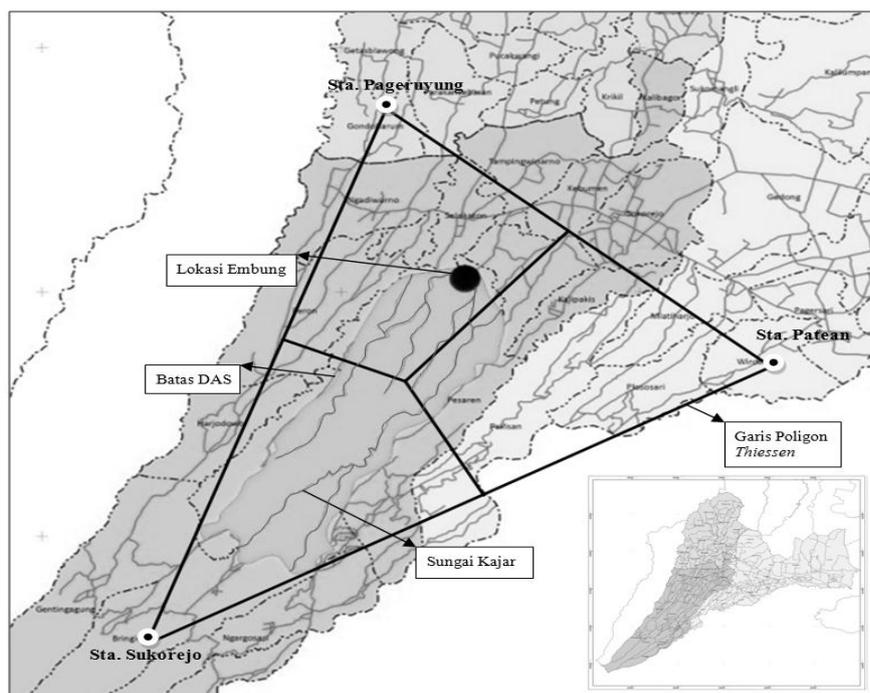
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan Rata-Rata

Dalam analisis curah hujan rata-rata daerah aliran sungai ini digunakan metode *Thiessen* yaitu dengan membuat *Polygon Thiessen* karena kondisi topografi dan jumlah stasiun curah hujan yang memenuhi syarat. Ada tiga stasiun curah hujan yang berpengaruh dalam perhitungan ini yaitu Stasiun Sukorejo, Stasiun Patean, dan Stasiun Pageruyung. Dari tiga stasiun tersebut ditarik garis penghubung, lalu garis penghubung tersebut ditarik garis sumbu tegak lurus yang berada di tengah garis penghubung. Sehingga terbentuk daerah pengaruh masing-masing stasiun yang dibatasi oleh garis sumbu tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan, luas pengaruh stasiun dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 1. Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Embung Tamanrejo

No	Nama Stasiun Pengamatan	Luas DAS (km ²)	Bobot (%)
1	Sukorejo	9,940	0,772
2	Patean	0,730	0,057
3	Pageruyung	2,210	0,172
Luas Total		12,880	1,000



Gambar 3. *Polygon Thiessen* DAS Embung Tamanrejo

Perhitungan Distribusi Curah Hujan

Distribusi curah hujan yang digunakan adalah metode Log Pearson Tipe III dengan nilai sebaran sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan metode *Log Pearson Tipe III*

No	Periode (tahun)	Peluang (%)	S.LogX	LogXrt	Cs	k	Y	Rt (mm)
1	2	50	0,102	2,074	0,044	-0,013	2,073	118,186
2	5	20	0,102	2,074	0,044	0,832	2,159	144,220
3	10	10	0,102	2,074	0,044	1,289	2,206	160,614
4	25	4	0,102	2,074	0,044	1,776	2,256	180,140
5	50	2	0,102	2,074	0,044	2,093	2,288	194,109
6	100	1	0,102	2,074	0,044	2,380	2,317	207,687

Analisis Debit Banjir Rencana

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh debit banjir rencana untuk metode-metode dan periode ulang tertentu adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Dengan Beberapa Metode

No	Periode Ulang Tahun	<i>Haspers</i> (m ³ /det)	<i>Weduwen</i> (m ³ /det)	HSS Gama I (m ³ /det)	FSR (m ³ /det)	1/3PMF (m ³ /det)	<i>Passing Capacity</i> (m ³ /det)
1	2	151,516	79,903	43,663	-		
2	5	184,891	103,768	57,216	31,234		
3	10	205,908	119,496	59,068	50,316	112,349	56,878
4	25	230,942	138,530	75,917	80,273		
5	50	248,849	152,067	83,189	120,444		
6	100	266,257	165,494	90,258	166,282		

Berdasarkan pertimbangan efisiensi dan ketidakpastian besarnya debit banjir yang terjadi di daerah tersebut, tingkat ketelitian perhitungan serta pertimbangan untuk perhitungan *flood routing* yang menggunakan parameter waktu dalam hitungan jam-jaman maka debit rencana yang digunakan berdasarkan perhitungan Metode HSS Gama I dengan periode ulang 50 tahun sebesar 83,189 m³/dtk untuk bangunan pelimpah.

Perhitungan Volume Tampungan Embung

Untuk mencari volume tampungan dari kondisi topografi eksisting, dapat dicari melalui luas permukaan genangan air waduk yang dibatasi garis kontur. Dari hasil perhitungan volume tampungan bendungan tiap elevasi kemudian diakumulasi dan dibuat grafik hubungan antara elevasi kontur dengan luas area dan grafik hubungan antara elevasi kontur dengan volume embung. Berikut tabel perhitungan volume embung:

Tabel 4. Perhitungan Volume Tampungan Embung

Elevasi Embung (m)	Luas Permukaan(m ²)	Volume Storage (m ³)
140	0,000	0,000
141	6.950,813	3.475,406
142	12.388,500	13.145,063
143	16.340,063	27.509,344
144	19.429,313	45.394,031
145	23.821,875	67.019,625
146	29.846,250	93.853,688
147	34.593,750	126.073,688
148	38.531,250	162.636,188
149	43.294,500	203.549,063
150	47.500,875	248.946,750

Perhitungan Volume Sedimen Embung

Perhitungan besarnya volume yang disediakan untuk sedimen selama 50 tahun adalah:

$$V_s = 24,393.939 \text{ m}^3 \longrightarrow \text{Akan menjadi dead storage dari Embung Tamanrejo}$$

Perhitungan Debit Andalan

Debit andalan merupakan debit minimal yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk memenuhi kebutuhan air. Perhitungan ini menggunakan cara analisis *water balance* dari Dr. *F.J Mock* berdasarkan data curah hujan bulanan, jumlah hari hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran.

Tabel 5. Penentuan debit andalan untuk kebutuhan air irigasi

No	Debit Andalan (m ³ /detik)											
	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	1,76	1,81	1,28	1,01	0,36	0,42	0,22	0,24	0,16	0,13	0,10	1,36
2	2,25	1,87	1,37	1,25	0,59	0,48	0,31	0,24	0,18	0,28	0,18	1,54
3	2,76	1,92	1,74	1,27	0,72	0,55	0,53	0,25	0,35	0,48	0,83	1,74
4	2,88	2,03	2,00	1,30	0,79	0,61	0,76	0,37	0,58	0,69	0,90	1,77
5	2,93	2,22	2,10	1,70	1,33	1,25	0,90	0,56	0,75	0,95	1,13	2,06
6	2,97	2,24	2,13	1,72	1,39	1,27	0,90	0,58	0,76	0,98	1,14	2,09
7	3,04	2,85	2,31	1,82	1,45	1,28	0,93	0,64	0,79	1,05	1,15	2,12
8	3,44	2,94	2,35	1,86	1,57	1,30	0,98	0,78	0,80	1,08	1,18	2,16
9	3,52	2,95	2,44	1,88	1,78	1,34	1,03	0,78	0,83	1,13	1,20	2,31
10	4,08	3,08	2,57	1,89	1,93	1,34	1,08	0,89	0,84	1,13	1,22	2,32
11	4,43	3,12	2,65	1,93	2,08	1,38	1,10	0,92	0,85	1,14	1,37	2,54
12	4,49	3,37	2,71	2,33	2,28	1,40	1,10	0,95	0,87	1,17	1,39	2,74
13	4,62	3,38	2,86	2,39	2,37	1,40	1,14	0,99	0,87	1,22	1,63	2,81
14	4,67	3,43	2,92	2,55	2,44	1,42	1,15	1,05	0,89	1,25	2,28	2,93
15	4,72	3,44	3,09	2,65	2,74	1,45	1,17	1,10	0,90	1,30	2,37	2,95
16	5,22	3,47	3,19	2,67	3,09	1,49	1,20	1,15	0,92	1,34	2,39	2,99
17	5,39	3,65	3,23	2,78	3,12	1,73	1,22	1,24	0,94	1,39	2,44	3,39
18	5,64	3,96	3,38	3,56	3,19	1,75	1,25	1,32	0,94	1,58	3,52	3,48
19	5,72	4,23	4,39	4,07	3,45	1,96	1,30	1,35	1,00	1,59	4,79	3,70
20	5,96	4,29	4,97	4,14	3,90	2,30	1,76	1,76	1,34	2,13	7,76	5,50

Dari Tabel 5. debit andalan yang akan digunakan adalah debit andalan dengan kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20% atau kemungkinan terpenuhi sebesar 80%. Dari data debit andalan, kemudian dicari debit dengan kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20%. Rangkaing tersebut didapat dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 M &= 1/5 \times n + 1 \\
 &= 1/5 \times 20 + 1 \\
 &= 5 \text{ (Data debit andalan yang digunakan pada urutan ke-5)}
 \end{aligned}$$

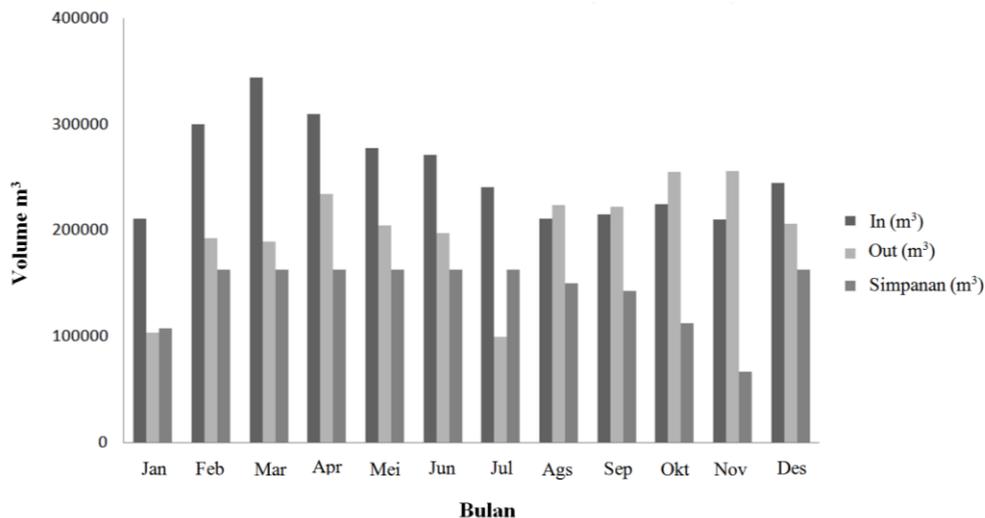
Neraca Air

Neraca air diperhitungkan dengan pendekatan debit andalan dari analisis data debit, perhitungannya didekati dengan selisih dari inflow dan outflow dari embung. 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 6. Perhitungan Neraca Air

Bulan	Inflow			Kebutuhan				Surplus (+)	Simpanan	
	Debit	Kumulatif	Irigasi	Evaporasi	Rembesan	Sedimen	Jumlah	Defisit (-)	embung	
	m ³ /dt	m ³								
Jan	2,93	210.971,93	210.971,93	97.200,00	579,37	3.401,72	2.032,83	103.213,91	107.758,02	107.758,02
Feb	2,22	191.808,00	299.566,02	186.624,00	416,47	3.401,72	2.032,83	192.475,02	107.091,00	162.636,19
Mar	2,10	181.440,00	344.076,19	182.736,00	654,95	3.401,72	2.032,83	188.825,50	155.250,69	162.636,19
Apr	1,70	146.880,00	309.516,19	225.504,00	2.831,06	3.401,72	2.032,83	233.769,61	75.746,58	162.636,19
Mei	1,33	114.912,00	277.548,19	198.288,00	660,67	3.401,72	2.032,83	204.383,22	73.164,97	162.636,19
Jun	1,25	108.000,00	270.636,19	190.512,00	953,02	3.401,72	2.032,83	196.899,56	73.736,63	162.636,19
Jul	0,90	77.760,00	240.396,19	91.368,00	2.604,60	3.401,72	2.032,83	99.407,14	140.989,05	162.636,19
Agust	0,56	48.384,00	211.020,19	216.950,40	1.349,54	3.401,72	2.032,83	223.734,49	-12.714,30	149.921,89
Sep	0,75	64.800,00	214.721,89	215.136,00	1.556,30	3.401,72	2.032,83	222.126,84	-7.404,95	142.516,94
Okt	0,95	82.080,00	224.596,94	247.860,00	1.298,55	3.401,72	2.032,83	254.593,10	-29.996,16	112.520,77
Nop	1,13	97.632,00	210.152,77	249.480,00	945,42	3.401,72	2.032,83	255.859,96	-45.707,19	66.813,58
Des	2,06	177.984,00	244.797,58	199.584,00	692,52	3.401,72	2.032,83	205.711,07	39.086,51	162.636,19



Gambar 4. Grafik Neraca Air

Dari hasil perhitungan neraca air dapat disimpulkan bahwa dengan volume tampungan embung sebesar 162.636,19 m³ dapat mencukupi kebutuhan air irigasi.

Analisis Flood Routing

Dari analisis *flood routing* diperoleh muka air banjir (MAB) pada embung yaitu pada elevasi +149.20m yang terjadi pada jam ke-5 dengan debit maksimum sebesar 72,84 m³/detik.

Analisis Hidrolis Embung dan Pelengkapannya

Analisa hidrolis embung dilakukan dengan mengambil data debit rencana dan data debit *outflow spillway*. Didapatkan embung dengan tinggi *spillway* 8 meter, menggunakan *spillway* tipe ogee terbuka dengan hulu tegak dan lebar *spillway* 25 meter. Desain kolam olah menggunakan *USBR* Tipe III dengan panjang kolam olah 5 meter, jumlah gigi pemancar sebanyak 31 buah dengan lebar 0.4 meter dan jumlah gigi pembentur sebanyak

20 buah dengan lebar 0.6 meter. Embung direncanakan memiliki lebar *crest* 5 meter pada elevasi +151 meter dan elevasi dasar embung +140 meter dengan lebar embung sebesar 62.37 meter.

Analisis Stabilitas Embung

Dari analisa perhitungan Stabilitas Embung yang telah dilakukan, didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi Stabilitas Embung

Kondisi Embung	Nilai SF	Syarat	Keterangan
a. Embung Belum Terisi Air	3,040	SF > 1,200	Aman
b. Embung Terisi Air Penuh	2,124	SF > 1,200	Aman
c. Embung Mengalami Penurunan Air Mendadak	1,989	SF > 1,200	Aman

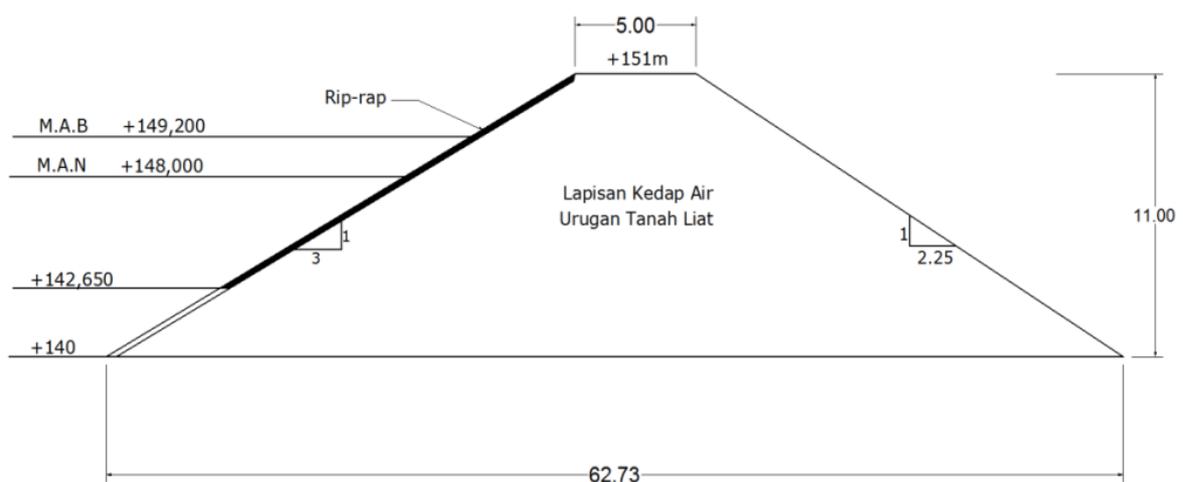
Analisis Stabilitas Spillway

Dari analisa perhitungan Stabilitas *Spillway* yang telah dilakukan, didapat hasil sebagai berikut:

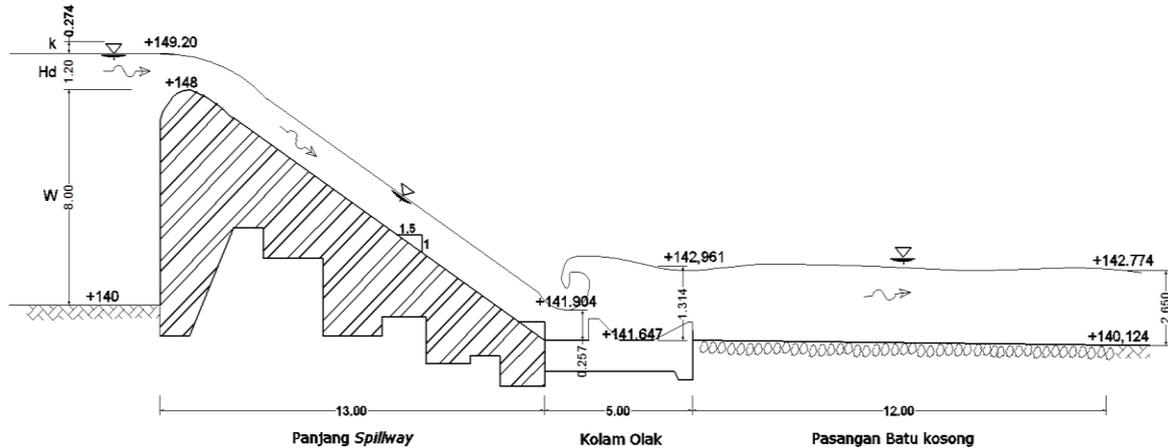
Tabel 8. Rekapitulasi Stabilitas *Spillway*

Kondisi Air	Guling	Geser	Daya Dukung Tanah	Syarat	Keterangan
a. Normal	SF = 3,031	SF = 1,775	$\sigma_{maks} = 5,519$	SF > 1,500 $\sigma_{maks} < \sigma (17,740)$	Aman
b. Banjir	SF = 2,523	SF = 1,524	$\sigma_{maks} = 7,997$	SF > 1,500 $\sigma_{maks} < \sigma (17,740)$	Aman

Setelah seluruh kriteria perencanaan terpenuhi, dilakukan desain embung dengan hasil seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Sketsa Tubuh Embung



Gambar 6. Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN PROYEK

Rencana anggaran biaya menggunakan perhitungan volume unit price dengan nilai konstruksi Rp. 6,258,700,000.00. Jadwal pelaksanaan menggunakan metode NWP dengan rencana waktu pelaksanaan pembangunan Embung Tamanrejo adalah selama 24 minggu.

KESIMPULAN

1. Pada saat tidak adanya embung ditemukan adanya defisit air pada bulan Agustus sampai November dimana terjadi kekurangan air sebesar 95.822,61 m³, setelah adanya embung kekurangan air dapat dihindari karena tampungan embung sebesar 162.636,19 m³ dapat mencukupi kebutuhan air irigasi seluas 750 ha.
2. Direncanakan pembangunan Embung Tamanrejo untuk kebutuhan air irigasi dengan debit kebutuhan air irigasi sebesar 1,54 lt/dt/ha. Dengan dimenasi tinggi embung 11 m (elevasi +151m), memiliki volume tampungan efektif 162.636,19 m³ dan bangunan pelimpah pada elevasi +148m yang menggunakan kolam olak tipe USBR III
3. Rencana Anggaran Biaya pembangunan Embung Tamanrejo sebesar Rp. 6.258.700.000,00 (Enam Milyar Dua Ratus Lima Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah)

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum
- Hardiharjaja. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma
- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Yogyakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Loebis, Joesron. 1997. *Hidrologi Untuk Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma
- Soedibyo. 1993. *Teknik Bendungan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Soemarto, CD.1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Jilid I*. Bandung: Nova
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda Kensaku. 1989. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi