



PERENCANAAN EMBUNG TAMANREJO KECAMATAN SUKOREJO, KABUPATEN KENDAL

Bachtiar Khoironi Wibowo, Arvie Narayana, Abdul Kadir^{*)}, Dwi Kurniani^{*)}

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

ABSTRAK

Jumlah penduduk dan aktifitas masyarakat yang semakin meningkat mengakibatkan kebutuhan air irigasi semakin meningkat dan menimbulkan persoalan keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air. Untuk mengatasi hal tersebut dibangun bangunan air berupa embung. Embung Tamanrejo terletak di Sungai Kajar, Kecamatan Sukorejo Kabupaten Kendal. Embung Tamanrejo direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di wilayah Kecamatan Sukorejo, Daerah irigasi yang akan dilayani diperkirakan seluas 750 Ha. Debit andalan Sungai Kajar diperhitungkan berdasarkan metode F.J Mock dengan kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20%. Pada bulan Agustus sampai November terjadi kekurangan air sebesar 108.493,75 m³. Volume tampungan embung sebesar 126.073,69 m³ yaitu pada elevasi +140,00m sampai +147,00m. Hasil perhitungan neraca air menunjukkan bahwa volume tampungan embung sebesar 126.073,69 m³ dapat mencukupi kebutuhan air irigasi saat debit sungai mengalami kekurangan. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi didapat 1,54 lt/dt/ha sebagai angka kebutuhan air irigasi rata-rata. Pembangunan Embung Tamanrejo berupa pembuatan bangunan spillway dan tubuh embung menggunakan urugan tanah. Penentuan dimensi Embung Tamanrejo menggunakan debit banjir rencana dari metode HSS Gama I sebesar 83,189 m³/dtk dengan periode ulang 50 tahun. 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 +147,00 m, menggunakan kolam olak USBR tipe III dengan panjang 5,00 m. Rencana waktu pelaksanaan adalah 24 minggu dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 6.258.700.000,00 (Enam Milyar Dua Ratus Lima Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah). Kesimpulan dengan dibangun Embung maka dapat mengatasi kekurangan air irigasi.

kata kunci : irigasi, debit andalan, embung

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

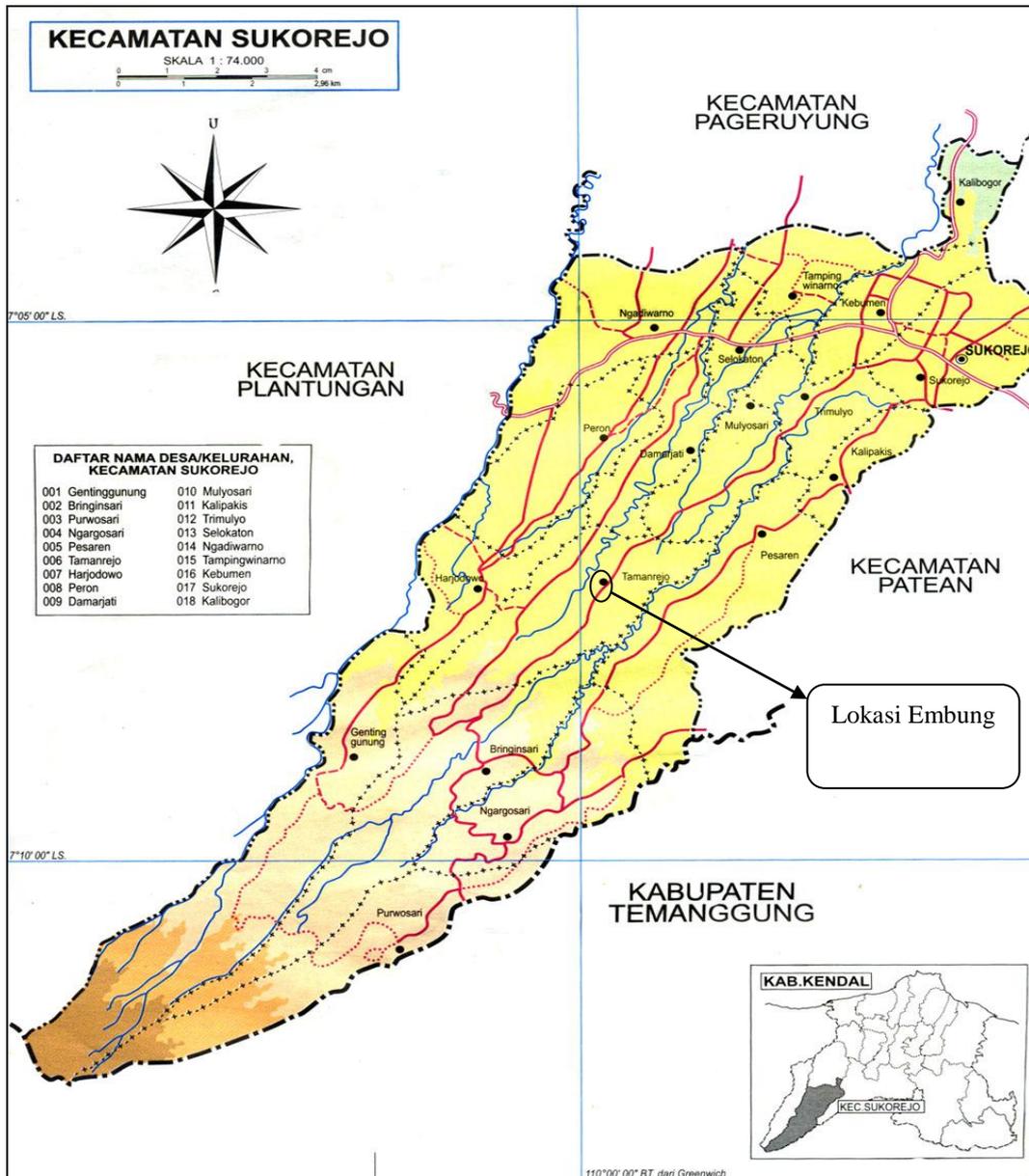
ABSTRACT

The population and community activities that lead to increased irrigation water demand is increasing and causing problems between water balance demand and water availability. To overcome this case was built water building of small dam. Tamanrejo small dam situated on the Kajar River, Sukorejo Kendal Regency. Tamanrejo small dam is planned to meet the needs of irrigation water in the District Sukorejo, irrigation area that will be served an estimated area of 750 acres. Discharge mainstay Kajar River calculated based FJ. Mock method with the probability of 20% is not being met. In Agustus until November there is a shortage of water at 108.493,75 m³. Small dam volume of 126.073,69 m³ is at an elevation of +140,00 m to +147,00 m. The result of water balance calculations indicate that the volume of 126.073,69 m³ can to meet the need of irrigation water when the river have flow shortage. Calculation results obtained irrigation water needs 1,54 l/sec/acres as irrigation water requirement rate on average. Construction of a small dam Tamanrejo be making use of the spillway and dam embankment body. Determination of dimensions small dam Tamanrejo use flood discharge plan from the HSS Gama I method of 83,189 m³/sec with a return period of 50 years. The planned small dam 11 m high, with a base elevation ponds +140,00 m, +151,00 m small dam crest elevation. Small dam crest width of 5,00 m, upstream slope of 1:3 and downstream slope of 1:2,25. In planning small dam Tamanrejo used ogee type open spillway (overflow spillway) with a width of 25 m, length 13 m and elevation crest spillway at +147,00 m, using an eject 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 Eight Million Seven Hundred Thousand Rupiah). Conclusion with built small dam can overcome the shortage of irrigation water.

keywords: *irrigation, discharge mainstay, small dam*

PENDAHULUAN

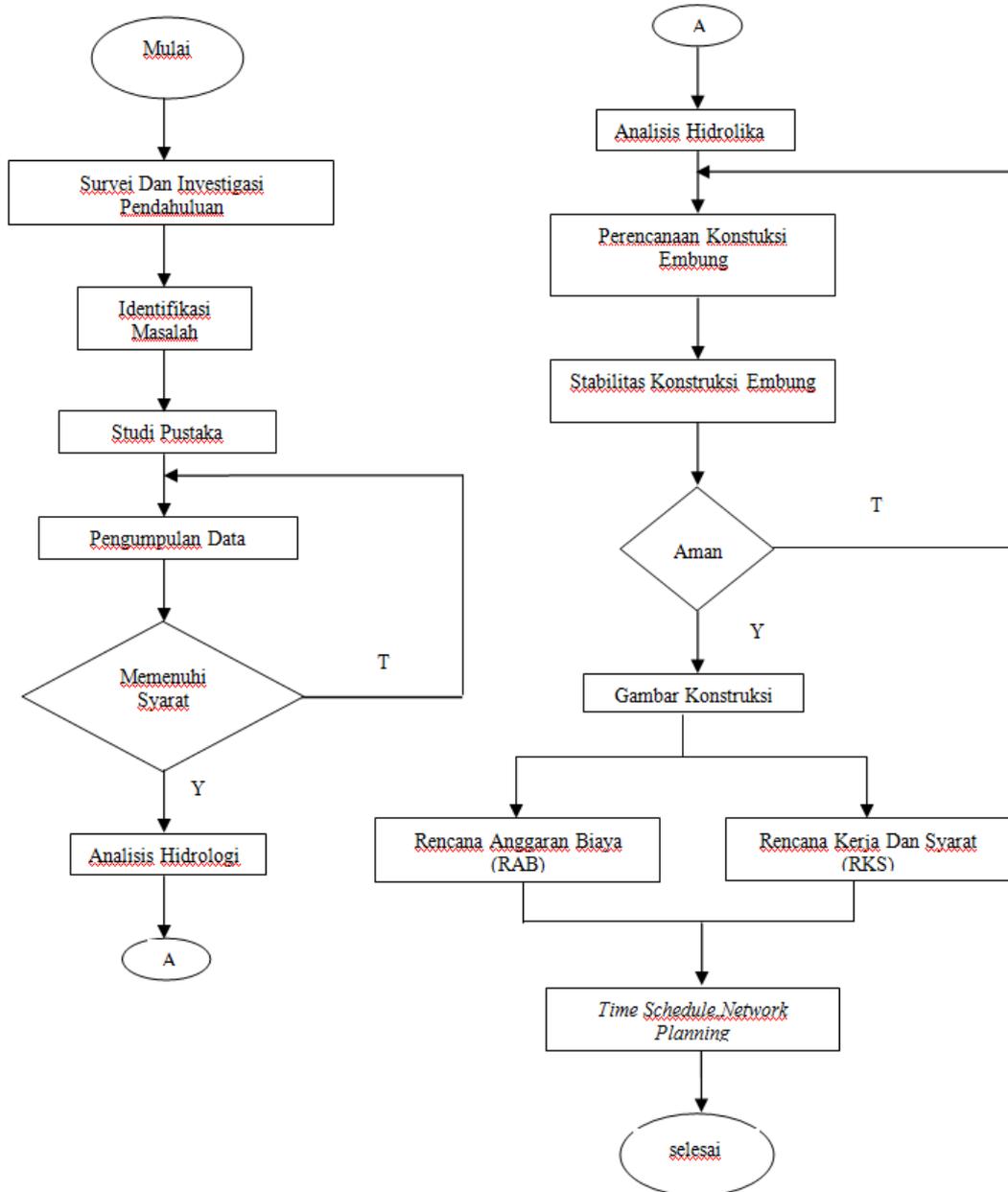
Jumlah penduduk yang semakin meningkat di Desa Tamanrejo, Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal dan di sekitar Daerah Aliran Sungai Kajar yang memiliki luas 12,88km² aktifitas masyarakatnya semakin beragam serta kebutuhan akan air untuk irigasi yang semakin meningkat menyebabkan persoalan keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air. 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 mengusahakan mengembalikan fungsi daerah resapan, serta membangun bangunan air berupa embung yang berfungsi untuk menjaga ketersediaan air. Hal ini dilakukan Pemerintah Daerah Kabupaten Kendal karena di Desa Tamanrejo penduduknya sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani yang tentunya sangat bergantung pada ketersediaan air untuk mengairi sawah. Dimana untuk mengairi sawahnya para petani hanya mengandalkan ketersediaan air dari Sungai Kajar. Luas daerah irigasi diperkirakan sekitar 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. Lokasi perencanaan Embung Tamanrejo

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 sebagai berikut :



Gambar 2. Bagan alir perencanaan Embung Tamanrejo

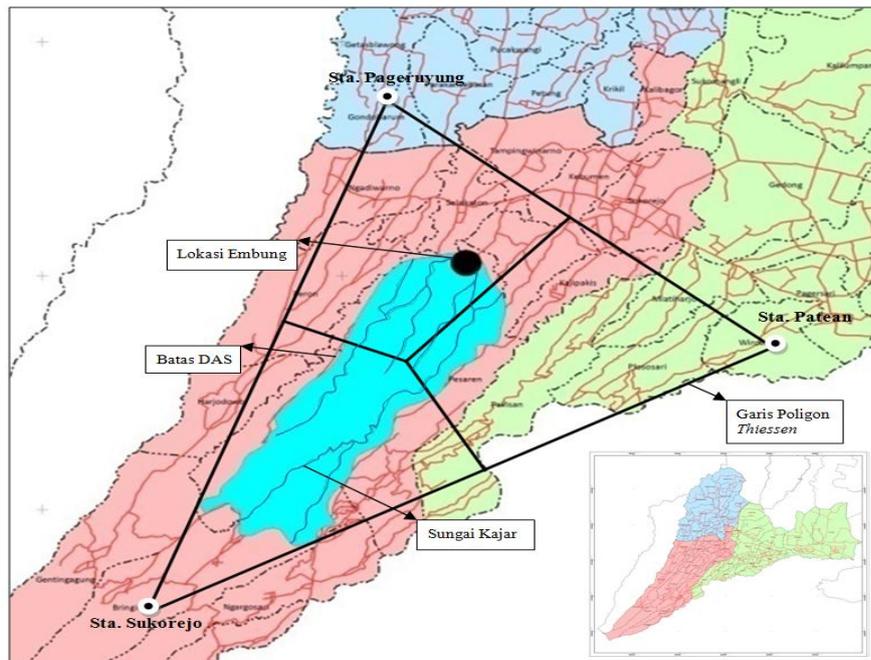
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan DAS / Kawasan

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. Data curah hujan diambil 20 tahun tiap stasiun mulai tahun 1993 sampai 2012. Berdasarkan hasil perhitungan, luas pengaruh stasiun dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 1. Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Kali Kajar

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 Sungai Kajar

Analisis 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

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

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	Haspers (m ³ /det)	Weduwen (m ³ /det)	HSS Gama I (m ³ /det)	FSR (m ³ /det)	1/3PMF (m ³ /det)	Passing Capacity (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:

$$\begin{aligned}
 V_s &= (\text{Laju Erosi} / \gamma) \times \text{Luas Daerah Tangkapan} \times \text{Umur Rencana} \\
 &= (0.2 / 2640) \times 12.88 \times 10^6 \times 50 \\
 &= 24,393.939 \text{ m}^3 \longrightarrow \text{Akan menjadi dead storage dari Embung Tamanrejo}
 \end{aligned}$$

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

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 :

$$M = 1/5 \times n + 1$$

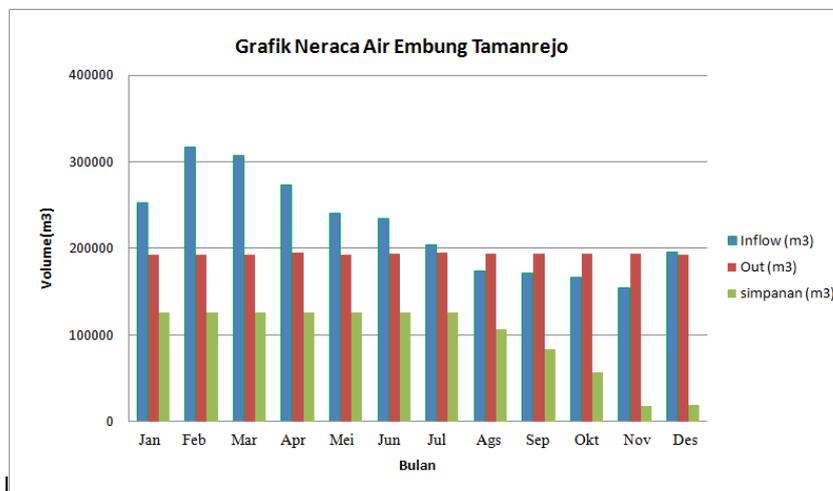
$$= 1/5 \times 20 + 1 = 5 \text{ (Data debit andalan yang digunakan pada urutan ke-5)}$$

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	Hari	Inflow			Kebutuhan			Jumlah	Surplus (+) Defisit (-)	Simpanan Embung	
		Debit m ³ /dt	Kumulatif m ³	Keb. Air m ³	Evaporasi m ³	Rembesan m ³	Sedimen m ³				
Jan	31	2,93	253.166,32	253.166,32	187.038,72	579,37	3.401,72	2.032,83	193.052,63	60.113,69	126.073,69
Feb	28	2,22	191.808,00	317.881,69	187.038,72	416,47	3.401,72	2.032,83	192.889,74	124.991,95	126.073,69
Mar	31	2,10	181.440,00	307.513,69	187.038,72	654,95	3.401,72	2.032,83	193.128,22	114.385,47	126.073,69
Apr	30	1,70	146.880,00	272.953,69	187.038,72	2.831,06	3.401,72	2.032,83	195.304,33	77.649,36	126.073,69
Mei	31	1,33	114.912,00	240.985,69	187.038,72	660,67	3.401,72	2.032,83	193.133,94	47.851,75	126.073,69
Jun	30	1,25	108.000,00	234.073,69	187.038,72	953,02	3.401,72	2.032,83	193.426,28	40.647,41	126.073,69
Jul	31	0,90	77.760,00	203.833,69	187.038,72	2.604,60	3.401,72	2.032,83	195.077,86	8.755,83	126.073,69
Agust	31	0,56	48.384,00	174.457,69	187.038,72	1.349,54	3.401,72	2.032,83	193.822,81	-19.365,12	106.708,57
Sept	30	0,75	64.800,00	171.508,57	187.038,72	1.556,30	3.401,72	2.032,83	194.029,56	-22.521,00	84.187,57
Okt	31	0,95	82.080,00	166.267,57	187.038,72	1.298,55	3.401,72	2.032,83	193.771,82	-27.504,25	56.683,31
Nop	30	1,13	97.632,00	154.315,31	187.038,72	945,42	3.401,72	2.032,83	193.418,68	-39.103,37	17.579,94
Des	31	2,06	177.984,00	195.563,94	187.038,72	692,52	3.401,72	2.032,83	193.165,79	2.398,15	19.978,09



Gambar 4. Grafik Neraca Air

Dari hasil perhitungan neraca air dapat disimpulkan bahwa dengan volume tampungan embung sebesar 126,073.688 m³ dapat mencukupi kebutuhan air irigasi.

Analisis Flood Routing

Dari analisis *flood routing* diperoleh muka air banjir (MAB) pada embung yaitu pada elevasi +148.31m yang terjadi pada jam ke-4 dengan debit maksimum sebesar 83,08 m³/detik.

Analisis Hidrolis Embung dan Pelengkapnnya

Analisa hidrolis embung dilakukan dengan mengambil data debit rencana dan data debit *outflow spillway*. Didapatkan embung dengan tinggi *spillway* 7 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. Hasil Perhitungan Stabilitas Embung

Kondisi Embung	Nilai SF	Syarat	Keterangan
a. Embung Belum Terisi Air	3,040	SF > 1,200	Aman
b. Embung Terisi Air Penuh	2,046	SF > 1,200	Aman
c. Embung Mengalami Penurun Air Mendadak	1,922	SF > 1,200	Aman

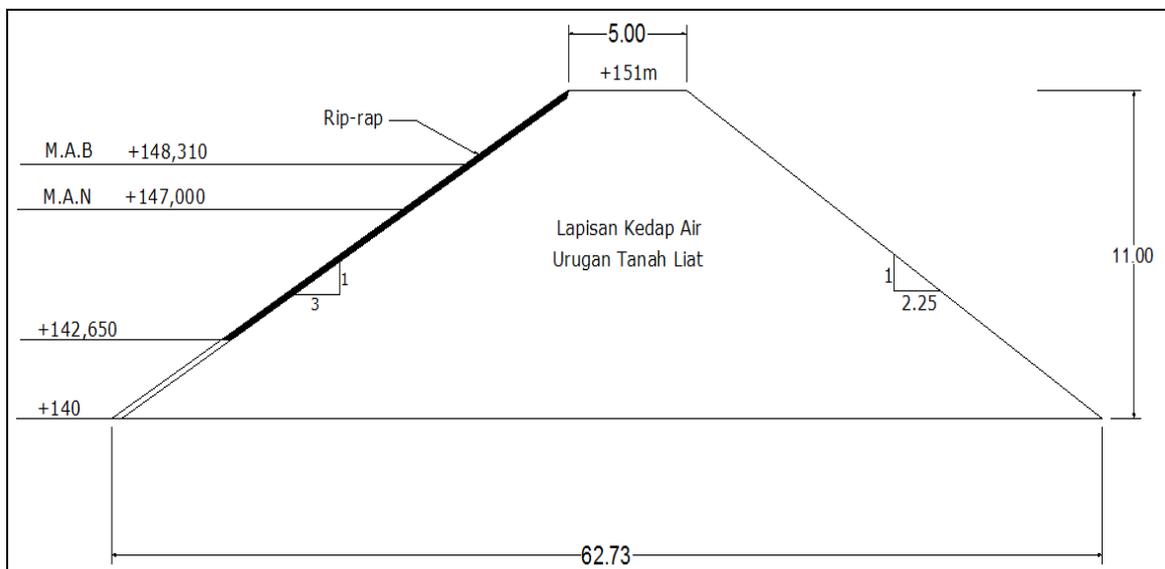
Analisis Stabilitas Spillway

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

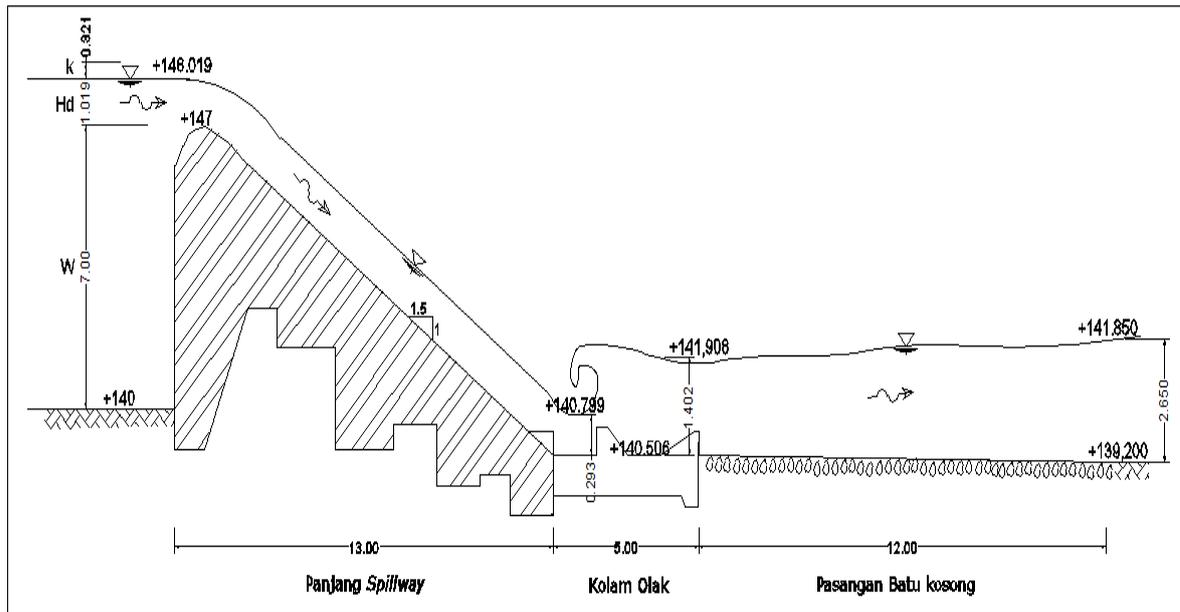
Tabel 8. Hasil Perhitungan Stabilitas Spillway

Kondisi Air	Guling	Geser	Daya Dukung Tanah	Syarat	Keterangan
a. Normal	SF = 3,589	SF = 1,958	$\sigma_{maks} = 5,519$	SF > 1,500 $\sigma_{maks} < \sigma (17,740)$	Aman
b. Banjir	SF = 2,449	SF = 1,514	$\sigma_{maks} = 8,261$	SF > 1,500 $\sigma_{maks} < \sigma (17,740)$	Aman

Setelah seluruh kriteria perencanaan terpenuhi, dilakukan desain embung dengan hasil seperti pada Gambar 5 dan desain spillway pada Gambar 6.



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

- Pada saat tidak adanya embung ditemukan adanya defisit air pada bulan Agustus sampai November dimana terjadi kekurangan air sebesar $108.493,75 \text{ m}^3$, setelah adanya embung kekurangan air dapat dihindari karena tampungan embung sebesar $126.073,688 \text{ m}^3$ dan dapat mencukupi kebutuhan air irigasi dengan luas 750 ha.
- Direncanakan pembangunan Embung Tamanrejo untuk kebutuhan air irigasi dengan debit kebutuhan air irigasi sebesar $1,54 \text{ lt/dt/ha}$. Dengan dimensi tinggi Embung 11 meter (elevasi +151 m), memiliki volume tampungan efektif $126.073,688 \text{ m}^3$ dan bangunan pelimpah pada elevasi +147 meter yang menggunakan kolam olak tipe USBR III.
- Rencana Anggaran Biaya pembangunan Embung Taman Rejo sebesar Rp.6.258.700.000,00 (Enam Milyar Dua Ratus Lima Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Tibu 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.