

PERENCANAAN LONG STORAGE PADA BENDUNG CIPERO KABUPATEN TEGAL

Andy Yogananda Imawan, Mohamad Agus Faozan, Suharyanto^{*)}, Priyo Nugroho^{*)}

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

ABSTRAK

Bendung Ciperio terletak di Kabupaten Tegal, bendung tersebut didirikan pada tahun 1888 difungsikan untuk mencukupi kebutuhan air Daerah Irigasi Rambut. Kondisi Bendung Ciperio sekarang sudah tidak mampu untuk memenuhi seluruh kebutuhan air Daerah Irigasi Rambut. Kondisi ini disebabkan oleh beberapa sebab yaitu berkurangnya daerah catchment area di bagian hulu bendung, selain itu sedimentasi di hulu bendung menyebabkan Bendung Ciperio tidak dapat berfungsi maksimal. Sebagai solusinya maka perlu dilakukan perencanaan untuk membangun sebuah bangunan Long storage Ciperio. Long storage Ciperio merupakan suatu bangunan memanjang yang terletak di Sungai Ciperio yang nantinya dapat meningkatkan ketersediaan air untuk Daerah Irigasi Rambut. Analisis yang dilakukan dalam perencanaan Long storage Ciperio terdiri dari 3 bagian pokok yaitu yang pertama adalah analisis hidrologi, tahap perhitungan hidrolika dan tahap desain bangunan. Tahap analisis hidrologi bertujuan untuk menentukan debit banjir, debit andalan, dan kebutuhan air di Daerah Irigasi Rambut. Tahap kedua adalah tahap perhitungan hidrolika, tahap ini bertujuan untuk menentukan dimensi dari bangunan Long storage. Tahap ketiga adalah tahap desain, ini adalah tahapan perhitungan anggaran biaya dari perencanaan Long storage Ciperio. Dalam studi ini diperoleh hasil bahwa Long storage Ciperio dapat memenuhi kebutuhan air sebesar 40.835.047,680 m³ pertahun. Sehingga diambil kesimpulan bahwa Long Storage Ciperio dapat meningkatkan jumlah ketersediaan air untuk Daerah Irigasi Rambut.

kata kunci : *Bendung Ciperio, Long storage Ciperio, Ketersediaan air*

ABSTRACT

Ciperio weir is located at Tegal, The weir was built in 1888 and functioned to fulfill Rambut irrigation area water needs. The condition of Ciperio weir is not able to fulfill all of Rambut irrigation area water needs. This condition is caused by several things. It is because of the reduction of Ciperio catchment area in the upstream, more over the sedimentation in the upstream of Ciperio make the weir is not functioning optimally. the solution is necessary to build Ciperio long storage, Long storage Ciperio is an elongated building, located at Ciperio River that will increasing the availability of water for Rambut irrigation area. The analysis in the planning of Ciperio Long Storage consists of three main parts. The first is hydrological analysis, then Hydraulics calculation phase and design phase of the building. Hydrological analysis phase aims to determine the flood discharge,

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

the discharge mainstay, and the water needs in Rambut irrigation area. The second phase is the phase of hydraulics calculation, This phase aims to determine the dimensions of long storage building. , The third stage is the phase of design, This is a calculation of the cost of Cipero long storage. In this study is showed that the long storage can fulfill the water needs in the amount of 40.835.047,680 m³ every year. it can be concluded that the Cipero long storage can increase the amount of available water for irrigation area Rambut.

keywords: *Cipero weir, Cipero long storage, Water availability*

PENDAHULUAN

Bendung Cipero yang merupakan bendung tetap yang dibangun pada tahun 1888-1890 oleh pemerintah Belanda. Bendung Cipero dilengkapi dengan 4 (empat) pintu pengambilan di sisi kiri ke Saluran Induk Rambut. Pada saat ini Bendung Cipero sudah tidak mampu mengairi kebutuhan air irigasi secara maksimal karena adanya endapan sedimen di bagian hulu Bendung Cipero, selain itu usia dari Bendung Cipero sendiri yang lebih dari 100 tahun menyebabkan penurunan kemampuan pelayanan bendung tersebut, oleh sebab itu Bendung Cipero dianggap tidak lagi sanggup untuk mengairi irigasi yang paling jauh. Saat ini Bendung Cipero melayani D.I Rambut dengan luas 7.634 ha untuk mengairi dua wilayah Kecamatan yaitu Kecamatan Warureja dengan luas areal 3.740 ha dan Kecamatan Suradadi dengan luas areal 3.894 ha (Sumber: DPU Pengairan Tegal). Kerena kebutuhan akan ketersediaan air yang makin lama makin meningkat sedangkan jumlah ketersediaan air di Bendung Cipero yang semakin berkurang maka dibutuhkan sebuah bangunan tampungan baru di bagian hulu Bendung Cipero dalam bentuk tampungan *Long storage*. *Long storage* merupakan tampungan air memanjang di sungai. Bangunan ini biasanya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi atau air baku. (Soemarto, 1999).

Adapun tujuan dari studi ini adalah untuk :

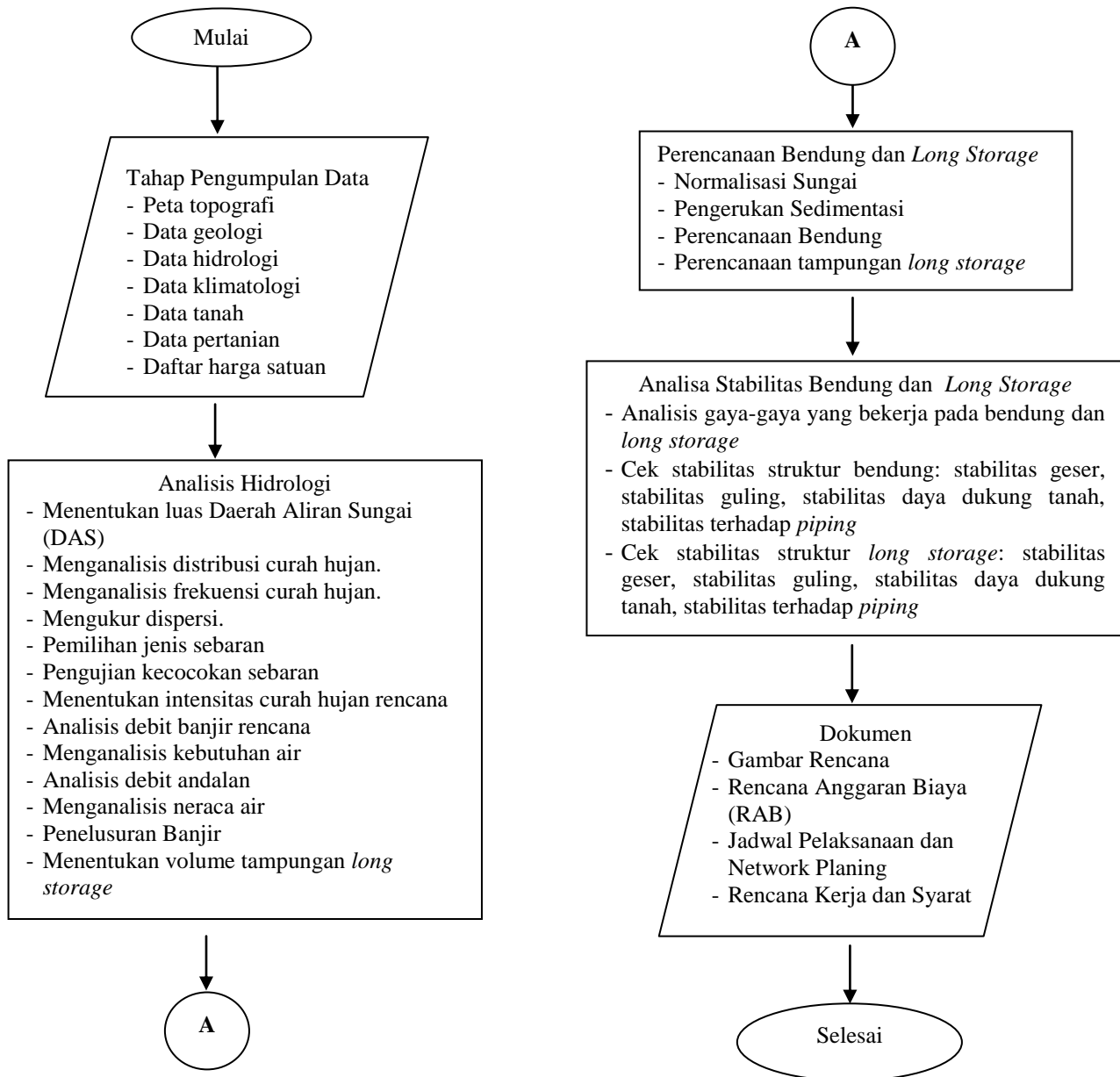
- Menganalisis frekuensi curah hujan Daerah Irigasi Rambut.
- Menentukan intensitas curah hujan rencana Daerah Irigasi Rambut.
- Menganalisis debit banjir rencana Daerah Irigasi Rambut.
- Menganalisis kebutuhan air.
- Mendesain bangunan tampungan air yang sesuai untuk Daerah Irigasi Rambut.
- Menghitung estimasi biaya yang diperlukan untuk pembangunan bangunan tampungan air.

Dengan adanya bangunan tampungan baru berupa *long storage* diharapkan bahwa ketersediaan air di Daerah Irigasi Rambut dapat ditingkatkan sehingga kebutuhan akan air untuk irigasi dapat lebih terpenuhi dan diharapkan nantinya akan meningkatkan perekonomian daerah dan kesejahteraan petani.

METODE PENELITIAN

Keandalan hasil perencanaan erat kaitannya dengan alur kerja yang jelas, metoda analisis yang tepat dan kelengkapan data pendukung di dalam perencanaan bendung dan perencanaan tampungan *long storage*. Tahap analisa dibagi menjadi dua, yaitu tahap analisa hidrologi dan tahap analisa hidrolika. Tahap analisa hidrologi bertujuan untuk menganalisa neraca air, sedangkan tahap analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan dimensi dari bangunan tampungan air. Analisa hidrologi merupakan satu bagian analisis

awal dalam perencanaan bangunan-bangunan hidraulik. Analisa hidrologi merupakan bagian yang penting karena akan sangat mempengaruhi analisa-analisa selanjutnya. Analisis hidrologi bertujuan untuk menganalisis curah hujan rencana, perhitungan intensitas curah hujan, analisis debit banjir rencana, analisis debit andalan dan kebutuhan air yang nantinya akan menjadi acuan dalam perencanaan bangunan tampungan air selanjutnya. Adapun tahap-tahap perencanaan bendung adalah sebagai berikut:

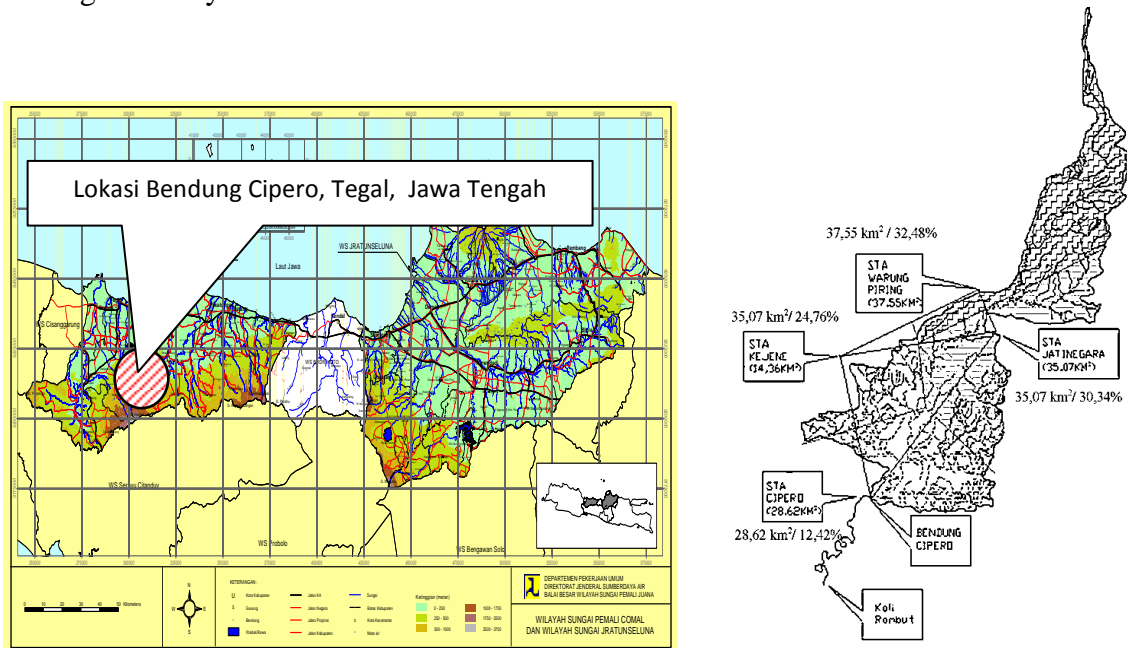


Gambar 1. Bagan alir pelaksanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu metode yang digunakan dalam analisis curah hujan rencana adalah Metode *Thiessen*. Poligon *Thiessen* diperlukan dalam perhitungan curah hujan. Perhitungan dengan Metode *Thiessen* dapat ditampilkan pada Gambar 2 dibawah ini. Dari gambar pembagian

Poligon *Thiessen* dibawah, maka dapat dihitung nilai koefisien *Thiessen* untuk masing-masing daerahnya.



Gambar 2. Lokasi Bendung Cipero dan Poligon *Thiessen* pada DAS Bendung Cipero

Setelah didapat nilai koefisien *Thiessen* untuk masing-masing daerah, maka dapat dihitung besarnya curah hujan rata-rata maksimum tahunan. Adapun hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum tahunan dari keempat stasiun tersebut yang nantinya digunakan untuk perhitungan selanjutnya di ditampilkan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Curah hujan harian maksimum yang terpakai

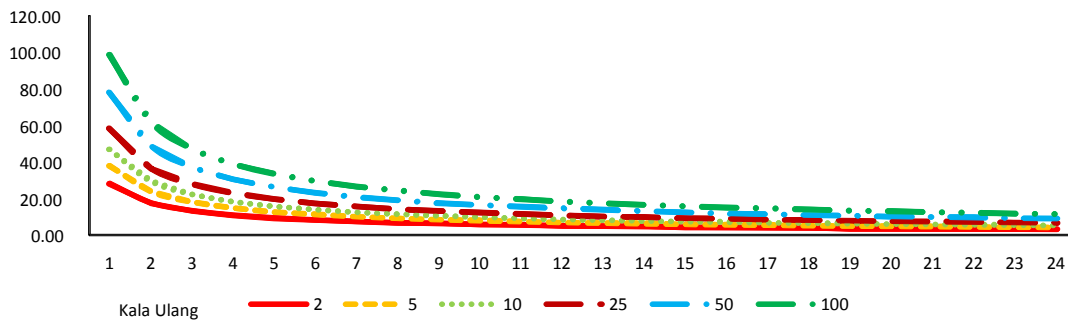
Tahun	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Curah hujan (mm)	98,09	206,06	106,8	102,4	81,98	104,56	169,71	136,80	76,51	83,03	90,44	79,78
Tahun	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Curah hujan (mm)	49,85	66,03	52,12	59,64	72,51	122,24	72,92	72,19	78,69	95,54	77,80	108,97

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan metode Poligon *Thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum guna menentukan debit banjir, maka dilakukan analisis sebaran dengan metode statistik. Terdapat empat distribusi dalam perhitungan parameter statistik curah hujan yaitu Distribusi Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III. Hasil perhitungan parameter statistik dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pemilihan jenis distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Normal	$Cs \sim 0 \pm 0,3$	1.6710	Tidak Memenuhi
		$Ck \sim 3,00$	5.0022	Tidak Memenuhi
2	Gumbel	$Cs = 1,14$	1.6710	Memenuhi
		$Ck = 5,4$	5.0022	Memenuhi
3	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3$	0.0267	Memenuhi
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3.08$	3.9858	Memenuhi
4	Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	0.0267	Memenuhi
		$Ck = 1,5Cs^2 + 3 = 3,040$	3.9858	Memenuhi

Dari tabel diatas yang memenuhi syarat adalah distribusi Gumbel, Log Normal dan Log Pearson Tipe 3. Langkah selanjutnya adalah melakukan uji keselarasan sebaran dengan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov untuk mengetahui apakah sebaran bisa diterima atau tidak. Dari hasil uji *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov* tersebut diperoleh bahwa sebaran data ternyata dapat diterima. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa parameter statistik yang memenuhi syarat adalah log normal. Perhitungan intensitas hujan skala ulang T tahun dari hasil perhitungan distribusi log normal dengan menggunakan Metode *Mononobe* dapat dilihat dalam grafik berikut ini:



Gambar 3. Grafik intensitas hujan DAS Kali Rambut

Perhitungan debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan Metode *Haspers*. Hasil perhitungan rekapitulasi debit banjir sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil rekapitulasi debit banjir rencana

Tahun m ³ /dt	HSS Gama 1 m ³ /dt	Haspers m ³ /dt	FSR Jawa Sumatera m ³ /dt	<i>Passing Capacity</i> m ³ /dt
2	144,09	142,56	368,23	101,7
5	206,73	190,56	440,50	
10	276,27	234,90	536,86	
25	367,61	290,54	677,96	
50	528,17	388,35	808,73	
100	705,43	491,82	956,71	

Dari tabel di atas didapatkan hasil yang berbeda dari tiga metode yang sudah dilakukan dengan menggunakan rumus pendekatan. Debit yang didapatkan dari metode pendekatan kemudian dibandingkan dengan debit yang dihasilkan dari metode *Passing Capacity* dengan periode ulang ± 50 tahun yaitu sebesar 101,72 m³/det. Berdasarkan hasil yang didapat dari Metode *Passing Capacity*, debit banjir rencana yang paling mendekati adalah debit banjir dengan Metode *Haspers* yaitu sebesar 142,56 m³/det. Dengan mempertimbangkan faktor keamanan dan debit banjir yang pernah terjadi sebelumnya di daerah tersebut, maka debit banjir yang dipilih dari ketiga metode diatas adalah debit banjir rencana Metode *Haspers* dengan periode ulang 100 tahun yaitu sebesar 491,82 m³/det.

Setelah debit banjir rencana diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah analisis kebutuhan air, dalam analisis ini dilakukan perhitungan menggunakan metode Penman untuk menghitung evapotranspirasi potensial, dimana nantinya akan digunakan untuk perhitungan kebutuhan air. Setelah itu dilakukan perhitungan curah hujan efektif yang nantinya juga

akan digunakan untuk perhitungan kebutuhan air. Hasil dari perhitungan kebutuhan air didapatkan dari hasil analisis pola tanam.

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan debit andalan yang nantinya akan dimasukkan ke dalam neraca air. Neraca air (*water balance*) diperoleh dengan membandingkan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Apabila terjadi kondisi surplus berarti kebutuhan air lebih kecil dari ketersediaan air, dan sebaliknya apabila defisit berarti kebutuhan air lebih besar dari ketersediaan air. Neraca air hasil perhitungan dapat dilihat berikut ini:

Tabel 4. Perhitungan neraca air DAS Rambut

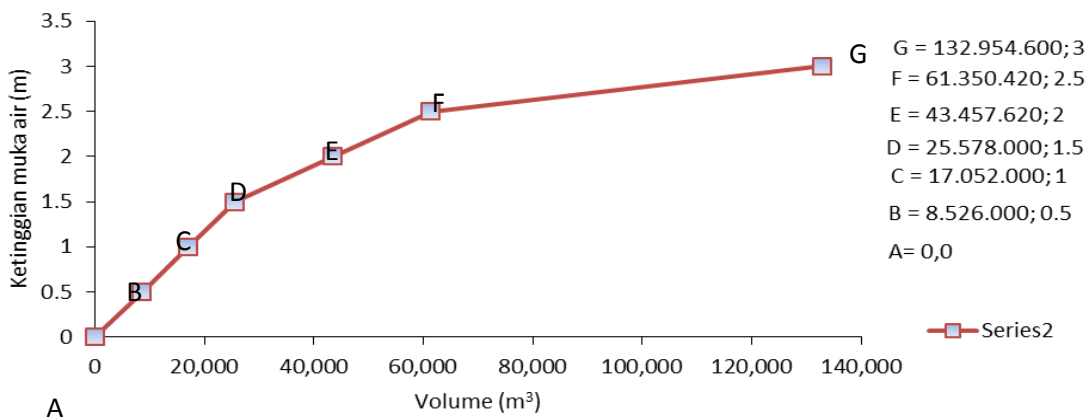
Uraian	Oktober		November		Desember		Januari		Februari		Maret	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Total debit kebutuhan (m ³ /dt)	3.59	9.69	10.39	11.09	9.12	9.94	6.02	1.83	6.53	10.55	9.45	10.12
Debit andalan (m ³ / dt)	3.03	5.21	5.94	6.02	5.97	5.79	5.81	7.42	7.39	7.28	6.64	6.51
Pemenuhan kebutuhan (%)	84.45	53.78	57.16	54.28	65.51	58.19	96.57	100.00	100.00	69.06	70.23	64.34
Uraian	April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Total debit kebutuhan (m ³ /dt)	11.01	10.84	8.23	3.30	2.49	4.58	4.36	2.85	0.42	0.19	0.29	0.10
Debit andalan (m ³ / dt)	4.81	5.56	3.79	2.09	1.66	1.34	1.27	1.03	0.68	0.62	0.55	0.56
Pemenuhan kebutuhan (%)	43.67	51.33	46.03	63.26	66.61	29.35	29.16	36.06	100.00	100.00	100.00	100.00

Dari hasil perhitungan tabel neraca air diatas didapatkan bahwa defisit ketersediaan air terbesar terjadi pada periode Juli I dimana debit andalan hanya dapat memenuhi kebutuhan air sebesar 29,16 % saja dan mengalami defisit sebesar 70,84 %.

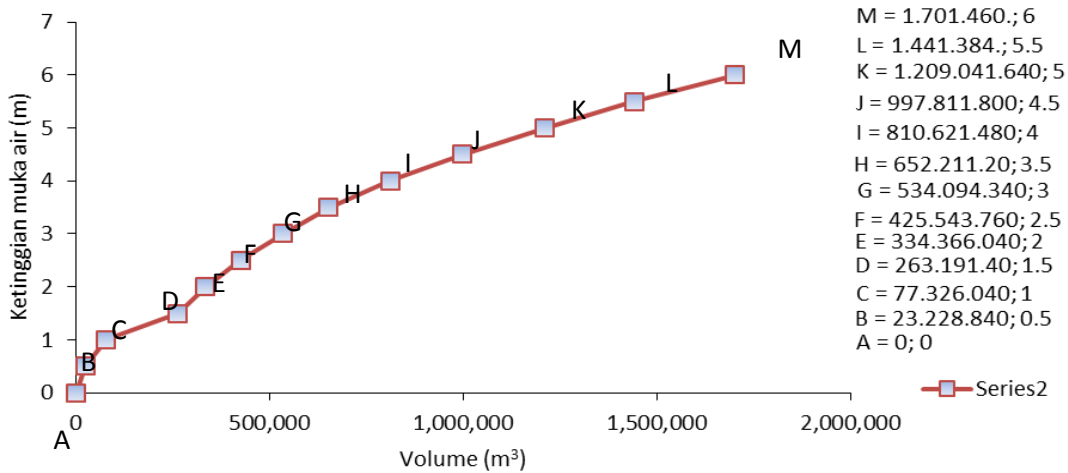
PERHITUNGAN LONG STORAGE

Tujuan dari perhitungan *long storage* adalah untuk menentukan dimensi dan panjang dari *long storage* dan menghitung kapasitas volume yang nantinya dapat ditampung oleh *long storage* tersebut. Selain itu dalam perhitungan ini juga ditentukan posisi dari penempatan tanggul dari *long storage* pada lokasi-lokasi yang sekiranya membutuhkan dengan perhitungan dilakukan menggunakan HEC-RAS. Long storage direncanakan dibuat dengan sistem seri yaitu tampungan I dan tampungan II. Tampungan I berdasarkan tinggi bendung eksisting dan tampungan II berdasarkan bendung baru dengan tinggi mercu sebesar 6 m.

Volume tampungan akibat adanya *long storage* ditampilkan dalam grafik berikut:



Gambar 3. Grafik komulatif perhitungan volume air Tampungan I



Gambar 4. Grafik komulatif perhitungan volume air Tampungan II

Dengan adanya *long storage* tersebut defisit air pada Bendung Cipro dapat berkurang sehingga pemenuhan kebutuhan air irigasi dapat meningkat

Tabel 5. Perbandingan volume kebutuhan

Tampungan	Patok	Panjang <i>long storage</i> (m)	Volume <i>long storage</i> (m ³)	Defisit awal (m ³)	Defisit setelah ada <i>long storage</i> (m ³)
I	P0 - P10	650	132.954,600	-74.999.520,00	→ -45.675.951,120
II	P10 -P23	1.640	1.701.460,320		

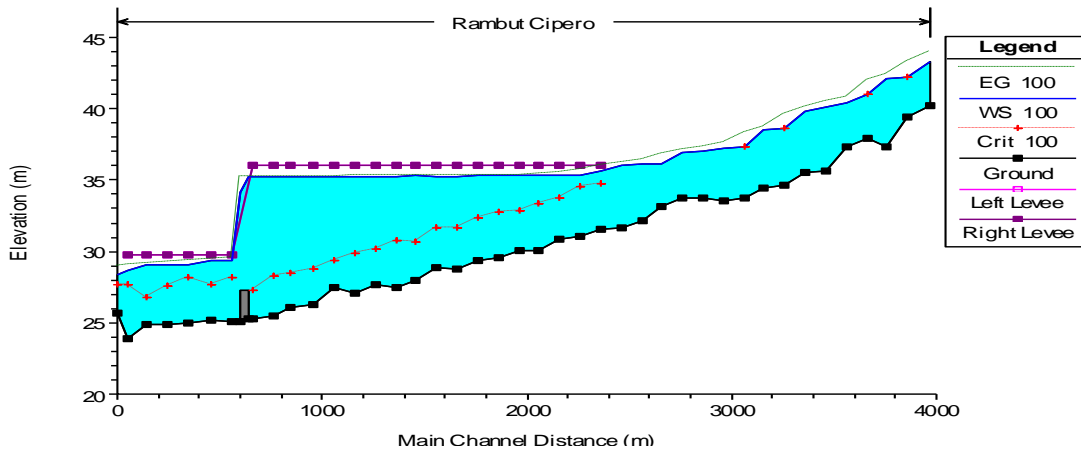
Setelah adanya *long storage* pemenuhan kebutuhan air irigasi meningkat menjadi seperti berikut:

Tabel 6. Perhitungan neraca air setelah adanya *long storage*

Uraian	Oktober		November		Desember		Januari		Februari		Maret	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Total debit kebutuhan (m ³ /dt)	3.59	9.69	10.39	11.09	9.12	9.94	6.02	1.83	6.53	10.55	9.45	10.12
Debit andalan baru (m ³ / dt)	4.45	6.63	7.36	7.44	7.39	7.21	7.23	8.84	8.81	8.70	8.06	7.93
Pemenuhan kebutuhan (%)	100.00	68.37	70.79	67.05	80.98	72.49	100.00	100.00	100.00	82.42	85.24	78.31
Uraian	April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Total debit kebutuhan (m ³ /dt)	11.01	10.84	8.23	3.30	2.49	4.58	4.36	2.85	0.42	0.19	0.29	0.10
Debit andlan baru (m ³ /dt)	6.23	6.98	5.21	3.51	3.08	2.76	2.69	2.45	2.10	2.04	1.97	1.98
Pemenuhan kebutuhan (%)	56.54	64.35	63.25	100.00	100.00	60.16	61.59	85.81	100.00	100.00	100.00	100.00

Berdasarkan hasil perhitungan yang baru setelah adanya *long storage* didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan pemenuhan kebutuhan air yang cukup signifikan dimana pada bulan Juli 1 yang sebelumnya hanya mampu memenuhi kebutuhan air sebesar 29,16% meningkat menjadi 61,59% sehingga dengan adanya *long storage* tersebut dapat diandalkan untuk meningkatkan pemenuhan kebutuhan air.

Berdasarkan perencanaan diatas, maka dilakukan simulasi kembali menggunakan *software* HEC RAS apakah desain penampang baru telah mampu menampung debit banjir rencana atau tidak. Adapun hasil simulasi HEC RAS pasca pendimensian *long storage* ditampilkan pada Gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5. *Running Profil long storage* pasca pendimensian debit rencana Q_n 100 tahun

Dari hasil tersebut didapatkan bahwa *Long Storage* Cipero membutuhkan penambahan tanggul di sisi kiri dan kanan bendung dengan panjang sisi kanan sepanjang 2.042,988 m dan sisi kiri sepanjang 2.474,444 m.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari perencanaan *Long Storage* Bendung Cipero Kabupaten Tegal, Jawa Tengah adalah :

1. Perencanaan *Long Storage* Bendung Cipero menggunakan debit banjir 100 tahun (Q_{100}) sebesar 491,82 m³/det.
2. Luas area sawah yang akan diairi = 7.634 ha, dengan kebutuhan air sebesar 1,69 lt/det/ha.
3. Perencanaan *Long Storage* Bendung Cipero dibangun di titik P7 dengan elevasi dasar saluran + 25,275.
4. Bendung Baru Cipero memiliki lebar efektif sebesar 47,16 m.
5. Tinggi mercu Bendung direncanakan setinggi 6 m dengan menggunakan tipe mercu bulat.
6. Kolam olak yang digunakan adalah kolam olak USBR tipe IV.
7. Direncanakan perencanaan *long storage* sistem seri Tampungan I dan Tampungan II.
8. Panjang *long storage* sisi kanan sepanjang 2.042,988 m dan sisi kiri sepanjang 2.474,444 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah*. Jakarta: PT.Erlangga.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan 01*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Harto, Sri BR. 1996. *Analisis Hidrologi*. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa UGM
- Ibrahim, Bachtiar. 1994. *Rencana Dan Estimate Real Cost*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Joice, Marta W dan Adhidarma Wanny. 1992. *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*, Bandung: Nova.
- Kh, V Sunggono. 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Kodoatie, Robert J dan Sugiyanto. 2001. *Banjir*. Semarang: Pustaka Pelajar.

- Kodoatie, Robert J. 2002. *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka Dan Pipa*. Yogyakarta: Andi.
- Loebis, Joesron. 1987. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Mawardi, Erman dan Moch. Memed. 2006. *Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis*. Bandung: Alfabeta.
- Soemarto, CD., 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono dan Masateru Tominaga. 1994. *Perbaikan Dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda Kensaku. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita. Cetakan ke-9.
- Suripin. 2004. *Buku Ajar Hidrolika*. Semarang: Jurusan Teknik Sipil FT Undip.
- Tim Dosen Teknik Sipil Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta se-Indonesia. 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma.
- Wahyuni, Sri Eko, 2013. *Buku Ajar Kuliah Hidrologi*, Universitas Diponegoro, Semarang..