

**PERANCANGAN BENDUNG GERAK KARANGTALUN
DI KABUPATEN KULON PROGO, YOGYAKARTA**
(Design of Karangtalun Barrage at Kulonprogo Regency, Yogyakarta)

Saktyianto Ajinugroho., Garyas Praja Siswadi
Suseno Darsono^{*)}, Sugiyanto^{*)}

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

ABSTRAK

Selain alternatif pembangunan tampungan air berupa waduk, untuk mengatasi permasalahan di Bendung Karangtalun dapat juga dengan cara dibangunnya bendung gerak. Alasan perlunya pembangunan bendung gerak ini muncul didasarkan pada hasil survey, yang memperlihatkan bahwa kondisi bagian hilir Bendung Karangtalun saat ini sudah rusak akibat adanya degradasi dasar sungai di bagian hilir. Mercu bendung pun sudah mengalami kerusakan beberapa kerusakan akibat benturan batu. Hal ini dikhawatirkan bahwa suatu saat bendung ini akan runtuh.

Bendung gerak bertujuan pengambilan air Kali Progo ke saluran Kali Bawang dapat lebih di andalkan karena adanya bendung gerak yang dilengkapi dengan pintu pengambilan dan pintu pembilas. kebutuhan air baku di wilayah (daerah aliran sungai) DAS Progo serta mengairi dua daerah irigasi yaitu Kalibawang dan Mataram dan didesain dengan debit banjir rencana periode ulang 100 tahun sebesar 1157 m³/det.

Bendung gerak direncanakan setinggi 10 m. Bendung ini dilengkapi dengan empat pintu utama radial dengan tinggi 7 m dan lebar 10 m, kolam olak menggunakan tipe ambang lebar 35 m. Pembangunan Bendung gerak membutuhkan biaya sekitar Rp 222 milyar dan waktu rencana pelaksanaan 40 minggu.

Kata kunci : Bendung gerak, Sungai Progo, Pintu Radial

ABSTRACT

In addition to the construction of an alternative form of water reservoirs, to tackle the problem at the Weirs Karangtalun can also be by way of construction of the barrage. The reason for the need for the construction of the dam movement emerged based on the survey results, which show that Karangtalun weir downstream conditions are now damaged due deggredasi riverbed downstream. Weir crest had already suffered some damage due to collision damage to the stone. It is feared that one day the dam will collapse.

Barrage to capture the motion of the water to drain Progo river can be more time in the count because of the barrage that comes with taking the doors and door rinse. raw water needs in the catchemet area Progo 2 of irrigation kalibawang and mataram, flood discharge plan is designed with 100-year return period of 1157 m³/sec.

Barrage height of 10 m. Weir is equipped with radial main door, stilling basin using the threshold type width of 35 m. Construction of barrage to cost about 222 billion and a plan of implementation 40 weeks.

Keywords : Barrage, Progo river, Radialgate

PENDAHULUAN

Di wilayah daerah aliran Sungai Progo maka diperlukan kajian untuk penampungan air dengan bendung, alternative yang dipakai yaitu dengan membangun bendung gerak Karangtalun yang mengalir Kalibawang dan Selokan Mataram. Sebagai sumber utama yaitu Selokan Mataram memiliki debit air yang cukup besar. Jika dilihat dari debit banjir yang mengalir pada Sungai Progo bisa memberikan air yang berlimpah bagi Kota dan Kabupaten Di Magelang maupun Di Yogyakarta. Untuk mendapatkan elevasi yang memberikan tinggi muka air layanan yang cukup bagi daerah kajian, pengambilan dilakukan di titik yang tidak jauh dari lokasi *free intake*.

Apabila kekurangan air khususnya pada musim kemarau, pengambilan air dilakukan dengan cara membuka pintu bendung gerak. Melihat potensi yang ada di daerah tersebut, maka pembuatan bangunan untuk kebutuhan irigasi areal pertanian yang bersifat permanen sangatlah dibutuhkan agar hasil pertanian dapat maksimal. Dengan adanya bangunan utama, bendung gerak Karangtalun dan juga disertai sistem irigasi yang baik diharapkan hasil panen petani dapat meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Kondisi bendung Karangtalun di Kali Progo sudah sangat memprihatinkan akibat gerusan di bagian hilir bendung.
- b. Bendung gerak memungkinkan untuk membilas endapan pasir dari merapi dengan membuka pintu pada saat banjir di Kali Progo.
- c. Bendung gerak sebagai tampungan memanjang Kali Progo, dan pengontrol tinggi muka air
- d. Pengambilan air Kali Progo ke saluran Kalibawang dapat lebih di andalkan karena adanya bendung gerak yang dilengkapi dengan pintu pengambilan dan pintu pembilas. Lokasi bendung gerak di Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta

TAHAPAN PERANCANGAN

Beberapa teori yang akan digunakan dalam analisis dan perhitungan perencanaan bendung antara lain :

Analisis Curah Hujan

- Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana.
- Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama.
- Analisa hujan rata-rata kawasan menggunakan metode poligon Thiessen.



Gambar 1.1 Peta Poligon Thiessen

Analisis Debit Banjir Dengan Model HEC-HMS

HEC-HMS adalah software yang dikembangkan oleh U.S Army Corps of Engineering. Software ini digunakan untuk analisa hidrologi dengan mensimulasikan proses curah hujan dan limpasan langsung (*run off*) dari sebuah wilayah sungai. *HEC-HMS* di desain untuk bisa diaplikasikan dalam area geografik yang sangat luas untuk menyelesaikan masalah, meliputi suplai air daerah pengaliran sungai, hidrologi banjir, dan limpasan air di daerah kota kecil ataupun kawasan tangkapan air alami. Hidrograf satuan yang dihasilkan dapat digunakan langsung ataupun digabungkan dengan software lain yang digunakan dalam ketersediaan air, drainase perkotaan, ramalan dampak urbanisasi, desain pelimpah, pengurangan kerusakan banjir, regulasi penanganan banjir, dan sistem operasi hidrologi (*U.S Army Corps of Engineering, 2001*).

Model *HEC-HMS* dapat memberikan simulasi hidrologi dari puncak aliran harian untuk perhitungan debit banjir rencana dari suatu DAS (*Daerah Aliran Sungai*). Model *HEC-HMS* mengemas berbagai macam metode yang digunakan dalam analisa hidrologi. Dalam pengoperasiannya menggunakan basis sistem windows, sehingga model ini menjadi mudah dipelajari dan mudah untuk digunakan, tetapi tetap dilakukan dengan pendalaman dan pemahaman dengan model yang digunakan. Di dalam model *HEC-HMS* mengangkat teori klasik hidrograf satuan untuk digunakan dalam permodelannya, antara lain hidrograf satuan sintetik *Synder, Clark, SCS*, ataupun kita dapat mengembangkan hidrograf satuan lain dengan menggunakan fasilitas user define hydrograph (*U.S Army Corps of Engineering, 2001*). Sedangkan untuk menyelesaikan analisis hidrologi ini, digunakan hidrograf satuan sintetik dari *SCS (soil conservation service)* dengan menganalisa beberapa parameternya, maka hidrograf ini dapat disesuaikan dengan kondisi di Pulau Jawa.

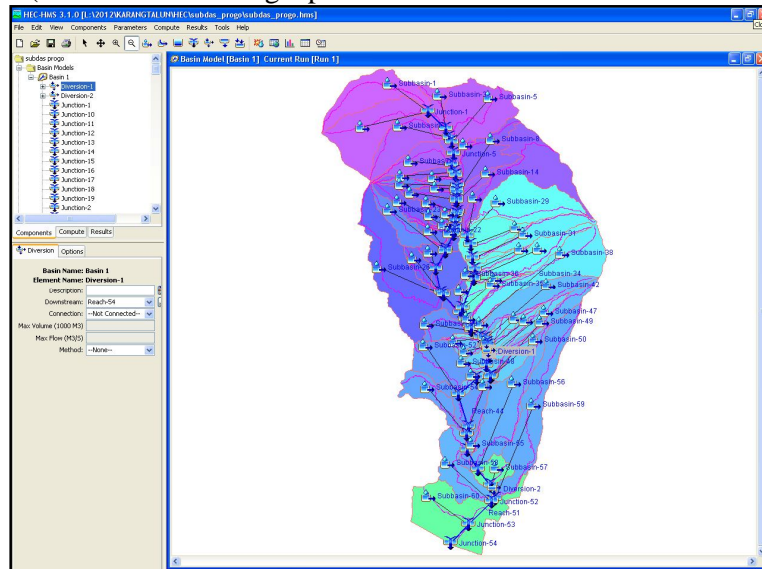
Konsep dasar perhitungan dari model *HEC-HMS* adalah data hujan sebagai input air untuk satu atau beberapa sub daerah tangkapan air (*sub basin*) yang sedang dianalisa.

Jenis datanya berupa intensitas, volume, atau kumulatif volume hujan. Setiap sub basin dianggap sebagai suatu tandon yang non linier dimana inflownya adalah data hujan. Aliran permukaan, infiltrasi, dan penguapan adalah komponen yang keluar dari sub basin.

Langkah – langkah dalam perhitungan debit banjir rencana dengan HEC-HMS :

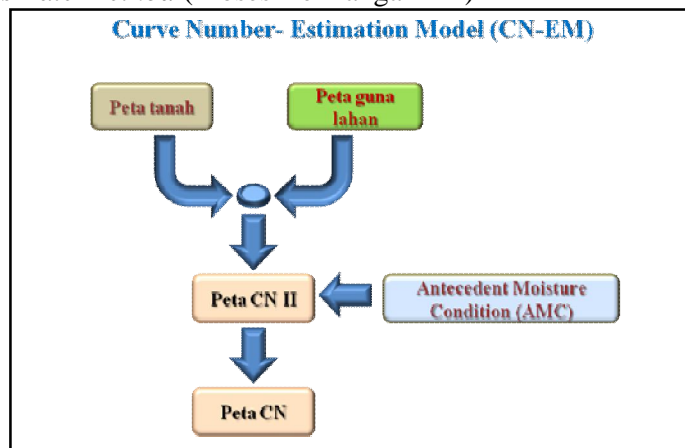
1. Membuat *basin model*, untuk menggambarkan DAS dan elemen-elemennya.
2. Membuat meteorologic model sebagai input data bagi basin model.
3. Membuat control spesification yang digunakan sebagai control terhadap data pada meteorologic model.
4. Menjalankan program dengan run manager untuk mendapatkan hasil simulasi.

Basin Model (Model Daerah Tangkapan Air



Gambar 1.2 Basin Model Pada Lokasi Studi

Sub Basin Loss Rate Method (Proses Kehilangan Air)



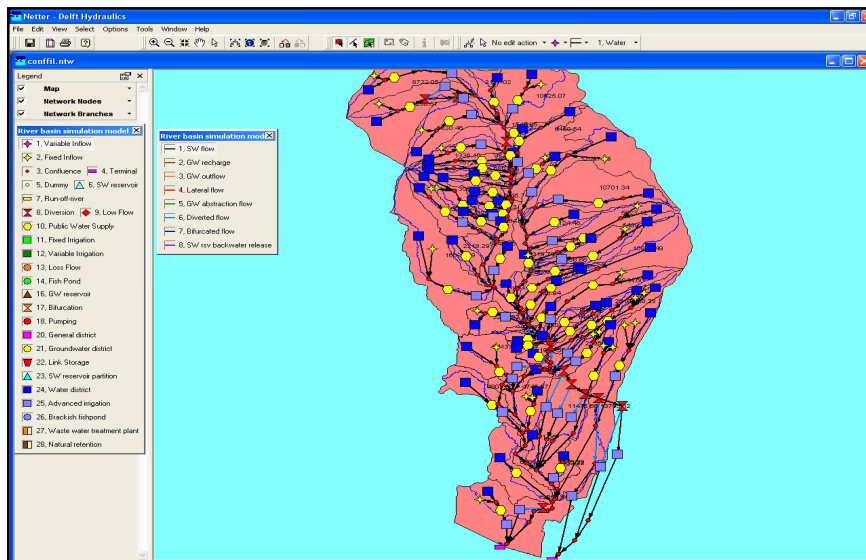
Gambar 1.3 Bagan Alir Model Penentuan Nilai CN

Analisis Neraca Air Dengan Model Ribasim

Neraca air merupakan alat utama untuk menyusun prakiraan sumberdaya air yang tersedia, dan kernudian ketersediaan sumber daya air tersebut akan dipakai oleh para pemanfaat maupun pengembangan daya guna sumber daya air pada pengelolaan wilayah sungai.

Neraca air disusun dengan menggunakan Sistem Pengambilan Keputusan–Decision Support System (DSS)- dimana sistem tersebut memberi kemudahan secara utuh terhadap hal-hal yang berhubungan dengan uraian perangkat database beserta fungsi-fungsinya dalam wilayah sungai, dan kemudian kemampuannya untuk melakukan simulasi secara efektif semua akibat variasi-variasi upaya perencanaan (perubahan-perubahan prasarana), maupun perubahan fisik-alamiah pada sistem tersebut (misalnya : karakteristik aliran air/runoff).

Simulasi neraca air merupakan fungsi pokok dari DSS, hal ini melibatkan dua perangkat dasar neraca yaitu ketersediaan dan kebutuhan air “water supply- and demand”. Simulasi ini disediakan untuk pola-pola khusus kebutuhan air masa mendatang maupun konfigurasi khas wilayah sungai (strategi pengelolaan wilayah sungai) untuk memenuhi sasaran kebutuhan air. Strategi Pengelolaan Wilayah Sungai itu sendiri didalamnya termasuk pekerjaan rekayasa konstruksi (waduk, bendung, saluran dan sebagainya) maupun sistem operasi pengaturan untuk pengelolaan kebutuhan air.



Gambar 1.4 Permodelan model Ribasim

Perencanaan Konstruksi bendung

Perhitungan mercu bendung, kolam olak, pintu radial bendung, kantong lumpur, pintu intake

Stabilitas Bendung

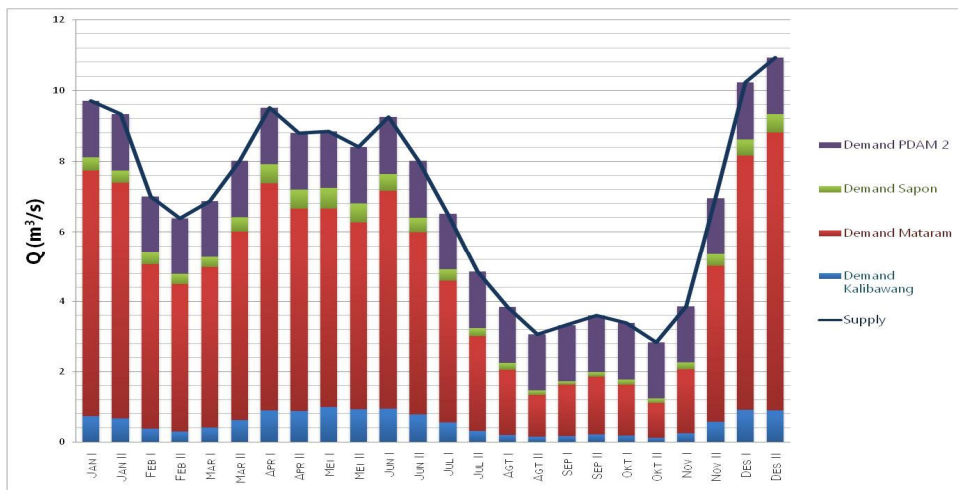
- Gaya Vertikal, antara lain: Berat Sendiri Bendung, Gaya Angkat (*Up-lift*), Gaya *Hidrostatik*
- Gaya Horisontal, antara lain: Gaya Gempa, Tekanan Tanah Pasif dan Aktif

Pola Tanam

Daerah Irigasi Kalibawang melayani lahan seluas 1832.63 ha. Daerah Irigasi Mataram melayani lahan seluas 4973.02 ha. Tanaman yang ditanam Padi, Kedelai dan tebu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Neraca setelah dibangun bendung



Gambar 1.5 Neraca Air Total Setelah Dibangun Bendung

Debit kebutuhan air untuk saluran ditentukan berdasarkan perhitungan metode Ribasim didapat Q kalibawang 1 m³/s. dan Q Mataram 8 m³/s.

Tabel 1.1 Pola Tanam Kalibawang

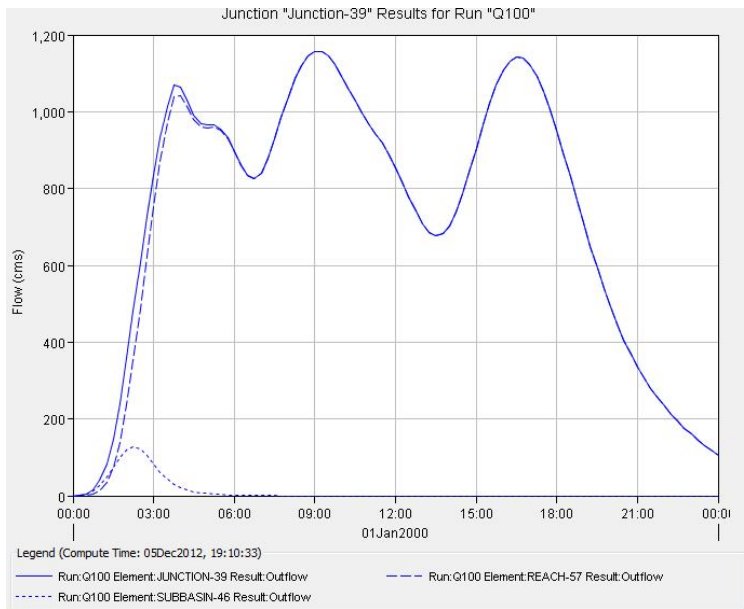
URAIAN	ket	November	desember	januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	september	Oktober													
daerah irigasi kalibawang																										
pengolahan tanah																										
masa pertumbuhan padi																										
masa pertumbuhan kedelai																										
Luas area (ha)	550																									
luas pola tanam (ha)	192																									
Kebutuhan air (R/dt/ha)		0,00	1,00	0,77	0,31	0,38	0,51	0,16	0,11	0,42	1,10	0,73	0,40	0,31	0,32	1,05	1,01	1,01	0,80	0,22	0,35	0,52	0,52	0,46	0,25	
Kebutuhan air (R/dt/ha)		1,00	0,26	0,31	0,25	0,51	0,51	0,11	0,41	1,10	0,57	0,40	0,34	0,31	0,32	1,01	1,01	0,80	0,20	0,35	0,48	0,52	0,42	0,42	0,21	0,00
Kebutuhan air (R/dt/ha)	ratio2	0,50	0,63	0,54	0,28	0,44	0,51	0,14	0,26	0,76	0,84	0,60	0,37	0,31	0,32	1,03	1,01	0,90	0,50	0,23	0,42	0,52	0,41	0,34	0,13	
Debit kebutuhan air (m ³ /dt)	ratio2	0,10	0,12	0,10	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,15	0,16	0,11	0,07	0,10	0,18	0,20	0,13	0,17	0,10	0,06	0,08	0,10	0,08	0,06	0,02	
kebutuhan air dipetak sawah		0,50	0,63	0,54	0,28	0,44	0,51	0,14	0,26	0,76	0,84	0,60	0,37	0,31	0,32	1,03	1,01	0,90	0,50	0,23	0,42	0,52	0,41	0,34	0,13	
Saluran terier	1,25	0,62	0,79	0,68	0,35	0,56	0,63	0,17	0,33	0,95	1,04	0,74	0,46	0,34	1,16	1,28	1,26	1,13	0,68	0,36	0,52	0,65	0,58	0,42	0,16	
saluran sekunder	1,17	0,73	0,92	0,79	0,41	0,63	0,74	0,20	0,38	1,11	1,22	0,91	0,54	0,39	1,35	1,50	1,47	1,32	0,73	0,42	0,61	0,75	0,65	0,49	0,18	
saluran primer	1,11	0,81	1,02	0,88	0,45	0,72	0,82	0,22	0,43	1,23	1,36	0,97	0,60	0,48	1,50	1,67	1,63	1,46	0,81	0,47	0,68	0,84	0,76	0,54	0,21	
debit kebutuhan air disalurkan primer	1,11	0,81	0,20	0,17	0,05	0,14	0,16	0,04	0,08	0,24	0,26	0,13	0,12	0,23	0,23	0,31	0,23	0,16	0,03	0,03	0,16	0,15	0,10	0,04		
URAIAN	ket	November	desember	januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	september	Oktober													
daerah irigasi kalibawang																										
pengolahan tanah																										
masa pertumbuhan padi																										
Luas area (ha)	550																									
luas pola tanam	330																									
Kebutuhan air (R/dt/ha)		0,00	1,36	1,26	0,96	0,37	0,30	0,82	0,33	0,22	1,36	1,23	0,30	0,36	0,37	0,37	0,55	0,23								
Kebutuhan air (R/dt/ha)	ratio2	1,36	1,32	0,96	0,34	0,30	0,30	0,33	0,15	1,36	1,33	0,30	0,83	0,37	0,37	0,55	0,23									
Debit kebutuhan air (m ³ /dt)	ratio2	0,68	1,34	1,11	0,35	0,34	0,30	0,61	0,27	0,73	1,35	1,07	0,30	0,38	0,37	0,76	0,33	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kebutuhan air dipetak sawah		0,68	1,34	1,11	0,35	0,34	0,30	0,61	0,27	0,73	1,35	1,07	0,30	0,38	0,37	0,76	0,33	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saluran terier	1,25	0,85	1,68	1,33	1,13	1,17	1,13	0,76	0,34	0,93	1,68	1,33	1,12	1,22	1,21	1,35	0,48	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
saluran sekunder	1,17	0,39	1,36	1,62	1,33	1,37	1,32	0,88	0,33	1,16	1,37	1,56	1,31	1,43	1,42	1,11	0,57	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
saluran primer	1,11	1,10	2,18	1,60	1,54	1,52	1,46	0,98	0,44	1,28	2,18	1,73	1,45	1,58	1,57	1,23	0,63	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
debit kebutuhan air disalurkan primer	1,11	0,36	0,12	0,51	0,51	0,50	0,48	0,32	0,14	0,42	0,72	0,37	0,48	0,32	0,32	0,41	0,21	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
URAIAN	ket	November	desember	januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	september	Oktober													
daerah irigasi kalibawang																										
masa pertumbuhan tebu																										
Luas area (ha)	550																									
luas pola tanam	28																									
Kebutuhan air (R/dt/ha)		0,00	0,28	0,26	0,37	0,41	0,46	0,23	0,48	0,43	0,51	0,43	0,43	0,33	0,33	0,44	0,44	0,45	0,45	0,51	0,51	0,54	0,41	0,45	0,34	
Kebutuhan air (R/dt/ha)	ratio2	0,28	0,28	0,37	0,37	0,46	0,51	0,48	0,48	0,51	0,51	0,43	0,43	0,33	0,33	0,44	0,44	0,45	0,45	0,51	0,54	0,41	0,41	0,34	0,34	
Debit kebutuhan air (m ³ /dt)	ratio2	0,14	0,28	0,31	0,31	0,44	0,43	0,36	0,48	0,50	0,51	0,43	0,43	0,33	0,33	0,44	0,44	0,45	0,45	0,51	0,53	0,48	0,41	0,33	0,34	
kebutuhan air dipetak sawah		0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,07	0,03	0,10	0,10	0,03	0,03	0,06	0,06	0,08	0,08	0,03	0,03	0,10	0,10	0,03	0,08	0,08	0,06	
Saluran terier	1,25	0,14	0,28	0,31	0,31	0,44	0,43	0,38	0,48	0,50	0,51	0,43	0,43	0,33	0,33	0,44	0,44	0,45	0,45	0,51	0,53	0,48	0,41	0,33	0,34	
saluran sekunder	1,17	0,15	0,35	0,39	0,41	0,54	0,61	0,49	0,60	0,62	0,64	0,61	0,61	0,41	0,41	0,55	0,55	0,56	0,56	0,64	0,68	0,53	0,51	0,43	0,42	
saluran primer	1,11	0,21	0,41	0,45	0,55	0,64	0,71	0,56	0,70	0,73	0,75	0,71	0,71	0,48	0,48	0,64	0,64	0,66	0,66	0,75	0,77	0,63	0,53	0,37	0,43	
debit kebutuhan air disalurkan primer	1,11	0,04	0,03	0,10	0,12	0,14	0,15	0,12	0,15	0,16	0,16	0,15	0,15	0,10	0,10	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,15	0,15	0,12	0,11	

Tabel 1.2 Pola Tanam Mataram

URAIAN	ket	November		desember		januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		september		Oktober	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
dsorah irigasi mataram		[Diagram showing crop patterns for dsorah irigasi mataram]																							
pengolahan tanah		[Diagram showing soil processing patterns]																							
masa pertumbuhan padi		[Diagram showing rice growth stages]																							
masa pertumbuhan kedelai		[Diagram showing soybean growth stages]																							
Luas area (ha)	1,432																								
Luas pola tanam (ha)	358																								
Kebutuhan sir (lt/dt/ha)		0.00	1.03	1.01	0.62	0.38	0.51	0.11	0.07	0.05	1.12	0.76	0.70	1.07	1.05	1.06	1.02	1.07	0.80	0.22	0.35	0.52	0.52	0.42	0.21
Kebutuhan sir (lt/dt/ha)		1.03	0.34	0.62	0.58	0.51	0.51	0.07	0.38	0.33	0.09	0.37	0.31	0.73	0.73	1.01	1.01	0.80	0.20	0.35	0.48	0.52	0.42	0.21	0.00
Kebutuhan sir (lt/dt/ha)		0.52	0.63	0.82	0.60	0.44	0.51	0.09	0.23	0.43	0.61	0.57	0.51	0.30	0.83	1.04	1.01	0.35	0.50	0.23	0.42	0.52	0.47	0.32	0.11
Debit kebutuhan sir(m/dt)		0.18	0.25	0.23	0.21	0.16	0.18	0.03	0.08	0.18	0.22	0.20	0.18	0.32	0.32	0.37	0.36	0.33	0.18	0.10	0.15	0.13	0.11	0.11	0.04
kebutuhan air dipetak sawah		0.52	0.63	0.82	0.60	0.44	0.51	0.09	0.23	0.43	0.61	0.57	0.51	0.30	0.83	1.04	1.01	0.35	0.50	0.23	0.42	0.52	0.47	0.32	0.11
Saluran terzier	1.25	0.64	0.86	1.02	0.75	0.56	0.63	0.11	0.28	0.61	0.76	0.71	0.63	1.13	1.11	1.29	1.27	1.17	0.63	0.36	0.52	0.65	0.58	0.39	0.13
saluran sekunder	1.11	0.75	1.00	1.13	0.88	0.65	0.74	0.13	0.33	0.72	0.88	0.83	0.74	1.32	1.30	1.51	1.48	1.37	0.73	0.42	0.61	0.76	0.68	0.46	0.15
saluran primer	1.11	0.84	1.11	1.32	0.97	0.72	0.82	0.15	0.37	0.80	0.98	0.92	0.82	1.46	1.44	1.68	1.64	1.52	0.81	0.47	0.68	0.84	0.76	0.51	0.17
debit kebutuhan sir disaluran primer		0.30	0.40	0.47	0.35	0.26	0.30	0.05	0.13	0.28	0.35	0.33	0.23	0.52	0.52	0.60	0.59	0.54	0.23	0.17	0.24	0.30	0.27	0.18	0.06

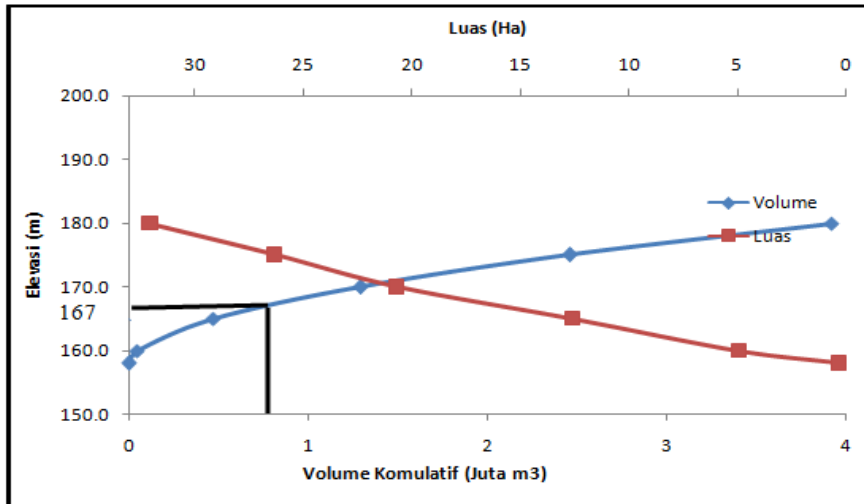
Debit Banjir

Debit banjir rencana dipakai dengan metode *HEC-HMS* 100 th 1157 m³/dtk



Gambar 1.6 Hidrograf Banjir 100 th

Volume Tampungan Bendung



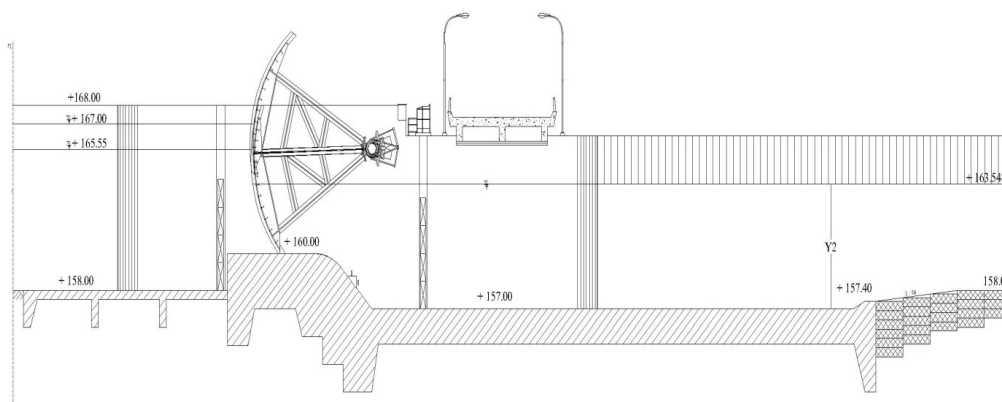
Gambar 1.7 Kurva Hubungan Antara Elevasi, Luas dan Volume

Volume tampungan bendung kondisi banjir 750.000 m³ untuk elevasi 167 m

Perhitungan Konstruksi

Perencanaan mercu menggunakan tipe ambang, dengan menggunakan debit banjir rencana permodelan *HEC-HMS* 100 th 1157 m³/dtk didapat tinggi air banjir diatas mercu $H_1 = 5.553$ m. tinggi mercu bendung 2 m dan elevasi hulu sungai +15, elevasi di hilir bendung 163.54 m. kedalaman kritis $h_c = 4.050$ m

Kolam olak menggunakan tipe ambang Bila $1,7 < Fr_u \leq 2,5$ maka kolam olak diperlukan untuk meredam energi secara efektif. $Fr_u = 2,34$. Dengan panjang kolam olak 35 m dan tebal end sill = 1.6 m



Gambar 1.8 Bendung Gerak

Stabilitas Bendung

Tabel 1.3 Rekap Gaya yang Bekerja Pada Kondisi Normal

No.	Jenis gaya	Gaya		Momen	
		Horizontal	Vertikal	Guling	Tahanan
		(ton)	(ton)	(ton/m)	(ton/m)
1	Berat Sendiri		108.80		610.60
2	Gempa	15.81		71.71	
3	Tekanan Tanah Aktif	6.57		6.57	
4	Tekanan Tanah Pasif	-58.53		95.4	95.4
5	Ufflift		-37.51	152.33	
6	hydrostatis	2.00		13.33	
Jumlah (Σ)		34.15	71.29	339.34	706

Kontrol terhadap stabilitas

a. Terhadap guling

$$Sf = \frac{\Sigma Mh}{\Sigma Mv} > 1.5$$

$$SF = \frac{706}{339.34} = 2.08 > 1.5 \text{ Aman}$$

b. Terhadap geser

$$Sf = f \frac{\Sigma Rv}{\Sigma Rh} > 1.25$$

$$SF = 0.75 \frac{71.29}{34.15} = 1.57 > 1.25 \text{ aman}$$

c. Daya dukung tanah

$$e = \left[\frac{B}{2} - \frac{\Sigma Mv - \Sigma Mh}{\Sigma Rv} \right] \leq \frac{B}{6}$$

$$e = 0.15 \leq 1.77 \text{ (Aman)}$$

d. Keamanan terhadap tekanan tanah

$$\sigma = \frac{Rv}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$\sigma_1 = \frac{71.29}{10.6} \left(1 + \frac{6 \times (0.15)}{10.6} \right) = 7.83 \text{ ton/m}^2 < 32,64 \text{ } (\sigma_{ijin}) \text{ Aman}$$

$$\sigma_2 = \frac{71.29}{10.6} \left(1 - \frac{6 \times (0.15)}{10.6} \right) = 5.62 \text{ ton/m}^2 < 32,64 \text{ } (\sigma_{ijin}) \text{ Aman}$$

Tabel 1.4 Rekapitulasi Perhitungan Gaya–Gaya Pada Kondisi Banjir Rencana

No	Jenis gaya	Gaya		Momen	
		Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
		(ton)	(ton)	(ton/m)	(ton/m)
1	Berat Sendiri		108.40		610.60
2	Gempa	15.81		71.71	
3	Tekanan Tanah Aktif	6.57		6.57	
4	Tekanan Tanah Pasif	-58.53		95.4	95.4
5	Ufflift		-68.49	310.66	
6	hydrostatis	10.34	44.45	68.44	227.87
Jumlah (Σ)		23.81	89.22	565.78	990.66

(Sumber : perhitungan)

a. Terhadap guling

$$Sf = \frac{\Sigma Mh}{\Sigma Mv} > 1.25$$

$$SF = \frac{990.66}{565.78} = 1.75 > 1.25 \text{ Aman}$$

b. Terhadap geser

$$Sf = f \frac{\Sigma Rv}{\Sigma Rh} > 1.25$$

$$SF = 0.75 \frac{89.22}{23.81} = 2.81 > 1.25 \text{ aman}$$

c. Daya dukung tanah

$$e = \left[\frac{B}{2} - \frac{\Sigma Mh - \Sigma Mv}{\Sigma Rv} \right] \leq \frac{B}{6}$$

$$e = 0.54 \leq 1.77 \text{ (Aman)}$$

d. Keamanan terhadap tekanan tanah

$$\sigma = \frac{Rv}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$\sigma_1 = \frac{89.22}{10.6} \left(1 + \frac{6 \times (0.54)}{10.6} \right) = 11.48 \text{ ton/m}^2 < 32.64 (\sigma_{ijin}) \text{ Aman}$$

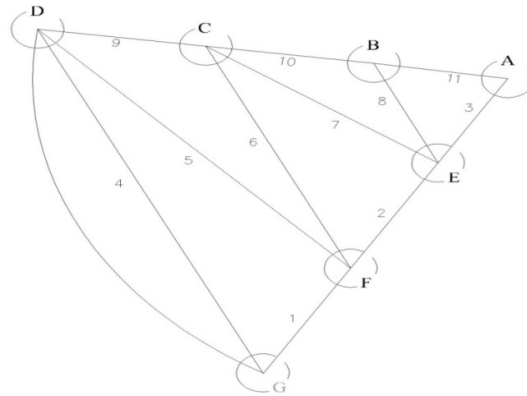
$$\sigma_2 = \frac{89.22}{10.6} \left(1 - \frac{6 \times (0.54)}{10.6} \right) = 5.35 \text{ ton/m}^2 < 32,64 (\sigma_{ijin}) \text{ Aman}$$

Pintu Radial Bendung Gerak

a. Perencanaan tersebut berdasarkan data-data di bawah ini :

Lebar pintu (b)	= 10 m
γ air	= 1000 kg/m ³
Jarak antara pilar	= 10 m
Jari-jari pintu	= 7 m

b. menentukan gaya yang bekerja pada pintu



Gambar 1.9 Gaya Pada joint Titik buhul Pintu Radial

Tabel 1.5 Hasil Gaya batang

No. Batang	Gaya batang (P) N	Mutu baja fy(Mpa)	Luas A(mm ²)	Area ZX(cm ²)	Profil IWF
1	872,022	370	2356.817	23.56817	250X125x5x8
2	251.132	370	0.678735	0.006787	250X125x5x8
3	743775.51	370	2010.204	20.10204	250X125x5x8
4	1116495.81	370	3017.556	30.17556	250X125x5x8
5	294476.55	370	795.8826	7.958826	250X125x5x8
6	587489.29	370	1587.809	15.87809	250X125x5x8
7	1,111,142	370	3003.086	30.03086	250X125x5x8
8	-0.0004	370	-1.1E-06	-1.1E-08	250X125x5x8
9	-44996371	370	-121612	-1216.12	250X125x5x8
10	220504.57	370	595.9583	5.959583	250X125x5x8
11	220504.57	370	595.9583	5.959583	250X125x5x8

Perhitungan Balok Horizontal

$$\text{Max} = \frac{1}{4} \cdot p \cdot l = \frac{1}{4} \cdot 8,277 \cdot 2,5 = 5,173 \text{ tm}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{maks}}}{Z_x}$$

$$Z_x = 139810,81 \text{ mm}^3 = 139,81 \text{ cm}^3$$

Profil IWF 175 x 90 x 5 x 8

Perhitungan Struktur Balok Radial

$$\text{Momen desain } M_c = R_{bv} \times 2,33$$

$$M_c = 400861,125 \times 2,33 = 934006,42 \text{ Nm} = 934006420 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{M_c}{Z_x}$$

$$Z_x = 2524341,676 \text{ mm}^3 = 2524,34 \text{ cm}^3$$

Profil IWF 600 x 200 x 11 x 17

Perhitungan Hidrolis Kantong Lumpur Saluran Mataram

Dari hasil perhitungan diperoleh dimensi kantong lumpur sebagai berikut:

Lebar dasar kantong lumpur (B) = 8.8m

Kapasitas pintu pengambilan debit untuk irigasi (Qn) = 8 m/dt

Kapasitas pintu pengambilan debit untuk pengurasan (Qp) = 9.6 m/dt

Kemiringan permukaan air di kantong lumpur pada (In) = 0.000254

Kemiringan dasar kantong lumpur (Ic) = 0.0066

Panjang saluran kantong lumpur L = 182m

Perhitungan Hidrolis Kantong Lumpur Saluran Kalibawang

Lebar dasar kantong lumpur (B) = 5 m

Kapasitas pintu pengambilan debit untuk irigasi (Qn) = 1 m/dt

Kapasitas pintu pengambilan debit untuk pengurasan (Qp) = 1.2m/dt

Kemiringan permukaan air di kantong lumpur pada (In) = 0.0014

Kemiringan dasar kantong lumpur (Ic) = 0.04

Panjang saluran lumpur L = 60 m

Tabel 1.6 Rekapulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	HARGA
1	Pekerjaan Persiapan	33,828,000.00
2	Pekerjaan Tanah (Saluran)	19,506,536,676.86
3	Bendung	1,258,785,480.00
4	Pekerjaan Saluran Diversion Chanel	71,190,782,718.22
5	Pekerjaan Pembilas Bendung	6,882,463,529.16
6	Pekerjaan Bagunan Intake	2,943,871,103.48
7	Saluran Intake	2,902,884,002.04
8	Saluran Pembawa	11,898,042,858.15
9	Pas. Batu Kali Saluran P1-P4 (Kantong Lumpur)	13,113,156,694.42
10	Saluran ke Penguras	7,197,426,423.02
11	Pekerjaan Penguras Kantong Lumpur	818,676,830.82
12	Pekerjaan Pengambilan Saluran Primer	818,676,830.82

13	Dinding Penahan Banjir	20,308,580,820.00
14	Jembatan Utama	35,000,000,000.00
15	Jembatan Inspeksi	4,000,000,000.00
16	Lain-lain	4,618,000,000.00
	Total	202,491,711,966.98
	PPN 10%	20,249,171,196.70
	Total + PPN 10%	222,740,883,163.67
	Dibulatkan	222,760,000,000.00

KESIMPULAN

Bendung gerak memungkinkan untuk membilas endapan pasir di bagian hulu bendung ke hilir dengan membuka pintu pada saat banjir di Kali Progo. Debit banjir rencana dihitung dengan *software* HEC-HMS, Debit banjir rencana 100 th yang digunakan 1157 m³/s. Konstruksi bangunan kolam olak menggunakan tipe ambang dan konstruksi pintu bendung menggunakan tipe pintu gerak radial 4 buah dengan lebar 10 m dan tinggi 7 m. Biaya pembangunan Bendung gerak ini direncanakan sebesar Rp 222,760,000,000.00.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 01*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta,1986.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 02*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta,1986.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 03*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta,1986.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 04*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta,1986.
- Hinds, Creager, Justin, *Engineering for Dams*, John Wiley & Sons. Inc, London 1961.
- Kodoatie. Robert J, Sugiyanto, *Banjir*, Pustaka Pelajar, Semarang, 2001.

- Kodoatie. Robert J, *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Andi, Yogyakarta, 2002.
- Loebis Joesron. Ir. M.Eng, *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Cetakan ke-1, Jakarta, 1987.
- Marta W. Joice, Ir., Adhidarma Wanny, Ir. Dipl. H., *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi*, Nova, Bandung , 1992.
- Maryono Agus Dr.Ing.Ir., W. Muth Prof.Dipl.Ing.,*Hidrolika Terapan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2002
- M.Das Braja, , *Mekanika Tanah*, PT.Erlangga, Jakarta 1998.
- Soemarto.CD. Ir.B.E.I. Dipl H, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya 1987.
- Soewarno, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova, Bandung,1995.
- Sosrodarsono Suyono. Ir, Takeda Kensaku, *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Cetakan Ke-9, Jakarta, 2003.
- Suripin, *Buku Ajar Hidrolika*, Jurusan Teknik Sipil FT Undip, Semarang, 2004.
- Triatmodjo Bambang. Prof. Dr. Ir., *Hidrologi Terapan*, Beta Offset Yogyakarta, Yogyakarta, 2008
- Tim Dosen Teknik Sipil Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta se-Indonesia, *Irigasi dan Bangunan Air*, Gunadarma, Jakarta, 1997.

