

DESAIN BENDUNG KALIGENDING PADA DAERAH NON CEKUNGAN AIR TANAH (NON – CAT)

Arya Pratapa Priyahita, Trian Maulana, Robert J. Kodoatie ^{*)}, Hary Budienny ^{*)}

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

ABSTRAK

Pada Tahun 1992 Bendung Kaligending dibangun di Desa Kaligending, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen. Tetapi pada Tahun 1998 mercu bendung dibongkar karena oleh masyarakat sekitar dianggap sebagai penyebab banjir didaerah Karangsambung. sehingga setelah mercu bendung dibongkar air tidak dapat masuk ke pintu pengambilan dan menyebabkan Daerah Irigasi Kaligending tidak mendapatkan suplai air dari Bendung Kaligending. Lokasi Bendung Kaligending terletak di daerah Non Cekungan Air Tanah (NON-CAT). Di dalam tanah pada daerah non - cekungan air tanah, air mengalir hanya pada lapisan soil water zone, sedangkan pada daerah cekungan air tanah air mampu mengalir hingga lapisan ground water zone. Untuk memenuhi kebutuhan air irigasi perlu dilakukan perhitungan ketersediaan air. Ketersediaan air dihitung menggunakan metode F. J Mock yang telah dimodifikasi. Bendung Kaligending dibangun di sungai Luk Ulo dengan Luas DAS 253,52 km² dan dengan luas daerah irigasi 2984 Ha. Bendung Kaligending direncanakan menggunakan debit banjir rencana periode ulang 50 tahun sebesar 1361,19 m³/dtk menggunakan metode FSR JAWA SUMATRA. Bendung Kaligending direncanakan dengan mercu bulat dengan tinggi mercu 3,7 m dan lebar efektif 102 m. Panjang saluran kantong lumpur 39 m dengan lebar dasar saluran 7,72 m. Panjang kolam olak 20,28 m. Dengan memperhitungkan volume dan harga satuan, pembangunan Bendung Kaligending direncanakan dengan biaya Rp 133,796,306.

kata kunci : *Bendung Kaligending, Non CAT, Debit Banjir Rencana, Irigasi*

ABSTRACT

In 1992, Kaligending Weir was Built at Kaligending Village, Karangsambung District in Kebumen. In 1998 the Kaligending Weir was dismantled due to the flood at Karangsambung which the people considered was caused by the weir. this made the water unable to enter the intake and made the Irigated area not being supplied by the water from Kaligending Weir. The Kaligending Weir is located on non groundwater area. At non-Groundwater basin, water flows only on the soil water zone, meanwhile at groundwater basin, there are water flow in the ground water zone layer. Calculating the water availability is needed to fulfill the irigated water demand. Water availability is calculated using modified F.J. Mock Method. Kaligending Weir was constructed at Luk Ulo River with a 253,52 km² basin area and 2984 Ha irrigated area. Kaligending Weir is planned by

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

using 1361,19 m³/s flood discharge with a 50 years period calculated by FSR JAWA SUMATERA method. Kaligending Weir uses a 3,7 tall round crest. The stilling basin is 39 m long and 7,72 m wide. By considering the volume and unit price, Kaligending Weir cost Rp. 133,796,306,000.

keywords: *Kaligending weir, Non Groundwater Basin, flood discharge plan, irrigation*

PENDAHULUAN

Sungai Luk Ulo merupakan salah satu sungai yang cukup besar potensinya dan perlu dikembangkan untuk dapat dimanfaatkan. Bendung Kaligending di bangun menjadi bendung yang permanen atau bendung tetap yang melayani areal seluas 2948 ha, dengan tinggi mercu 2 m dan lebar intake 3 x 1.90 m dan pembangunannya selesai pada Tahun 1992. Pada Tahun 1999 berdasarkan putusan pengadilan permukaan bendung dipotong setinggi 2 meter karena bendung ini dianggap oleh masyarakat desa Karangsembung sebagai penyebab banjir di desa tersebut. Dengan dibongkarnya mercu bendung ini maka air yang dari bendung tidak dapat masuk ke saluran induk seperti yang direncanakan semula yang seharusnya masuk melalui pintu pengambilan bendung yang ada. Sehingga areal pertanian yang sebelumnya mendapat suplai air irigasi dari Bendung Kaligending ini tidak mendapatkan suplai air. (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2004).

Jalan keluar yang diambil untuk mengatasi kebutuhan air di Daerah Irigasi Kaligending adalah memberikan suplesi sebesar 3 m³/dt ke saluran Induk Kaligending dari saluran Induk Wadaslintang Barat melalui bangunan suplesi yang berjarak ± 7 km di hilir Bendung Kaligending. Melihat potensi yang ada di daerah tersebut, maka perencanaan ulang bendung sangatlah dibutuhkan agar air dapat mengalir ke saluran induk. Dengan mempertimbangkan masalah yang ada sebelumnya pada bendung kaligending yaitu adanya protes masyarakat karena menimbulkan banjir dan juga mempertimbangkan suplai air irigasi di areal pertanian sehingga bendung kaligending direncanakan ulang dengan menggunakan tipe bendung tetap dengan memperhatikan masalah yang ada yaitu banjir di daerah hulu. Dengan memindahkan lokasi bendung yang semula berada di desa Kaligending dipindahkan dengan jarak 1,4 km ke arah Hulu bendung Kaligending lama. Dengan dipindahkannya lokasi perencanaan bendung dan perencanaan yang baik, masalah yang terjadi yaitu banjir dapat teratasi dan dapat memenuhi kebutuhan air irigasi di daerah tersebut. Dengan adanya bendung tetap dan sistem irigasi yang baik diharapkan dapat menunjang peningkatan produksi pertanian khususnya untuk memantapkan swasembada pangan, meningkatkan kesejahteraan dan pertumbuhan ekonomi (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2004).

Bendung Kaligending ini merupakan salah satu bendung yang memiliki karakteristik hidrogeologis berupa daerah bukan Cekungan Air Tanah (Non – CAT), dimana pada daerah tersebut tidak ada aliran dasar (*base flow*), air sungai lebih banyak bersumber dari hasil lepasan aliran Antara (*interflow*) daripada aliran air tanah (*groundwater flow*). Interflow merupakan aliran air tak jenuh (*unsaturated flow*) dalam zona akar (*root zone*) hasil peresapan (*infiltrasi*) air hujan yang masuk kedalam tanah (Nyman, 2002). Daerah Bukan CAT umumnya berupa batuan ataupun material yang *impermeable* dengan lapisan tanah (humus) tipis di atasnya, semua air hujan hanya akan menjadi aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran antara (*interflow*). Di DAS, kedalaman tanah yang mampu

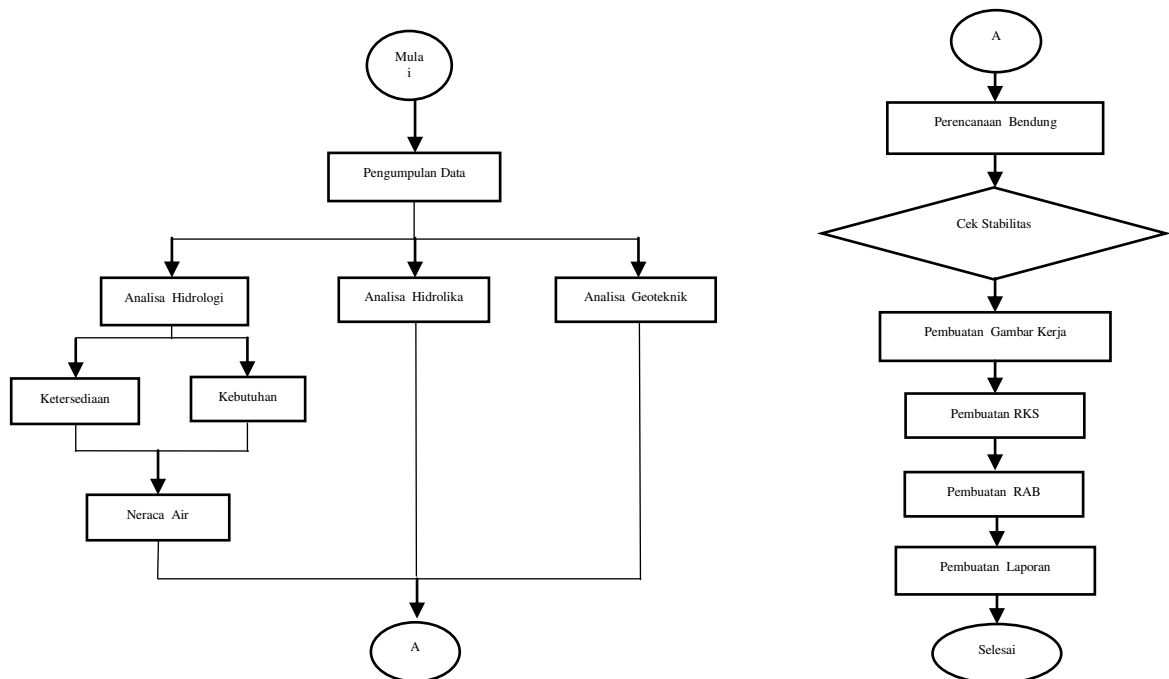
menyimpan air hanya di daerah vadose atau root zone (daerah kedalaman humus tanah) (Kodoatie dan Syarief, 2010). Secara teoritis dengan kondisi seperti itu, daerah Bukan CAT akan menjadi salah satu daerah yang rawan terhadap banjir dan kekeringan apabila air hujan hanya menjadi aliran permukaan saja.

Maksud dari “Desain Bendung Kaligending pada Daerah Non Cekungan Air Tanah (Non – CAT)” adalah merencanakan kembali Bendung Kaligending untuk memenuhi kebutuhan air irigasi.

Adapun tujuannya adalah untuk menganalisis baik dari segi hidrologi, hidrolika, geoteknik dan mekanika tanah. Selain itu juga merencanakan bangunan bendung dan pelengkapannya antara lain: pintu pengambilan, (*intake*), kantong lumpur, kolam olak, bangunan penguras.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam suatu perencanaan bendung, diawali dengan survei dan investigasi dari lokasi yang bersangkutan guna memperoleh data yang berhubungan dengan perencanaan yang lengkap dan teliti. Setelah data yang diperoleh lengkap maka dilakukan perhitungan untuk mencari debit, kebutuhan air dan ketersediaan air. Selanjutnya adalah merencanakan bendung dan bangunan pelengkap yang ditinjau terhadap guling, geser dan daya dukung tanah. Penyusunan metode perencanaan harus dibuat sedetail mungkin agar lebih teliti dalam melaksanakan pekerjaan analisis untuk kegiatan persiapan, pekerjaan lapangan maupun pekerjaan detail desain. Penyusunan akhir Perencanaan Bendung Kaligending menggunakan metodologi sebagai berikut:



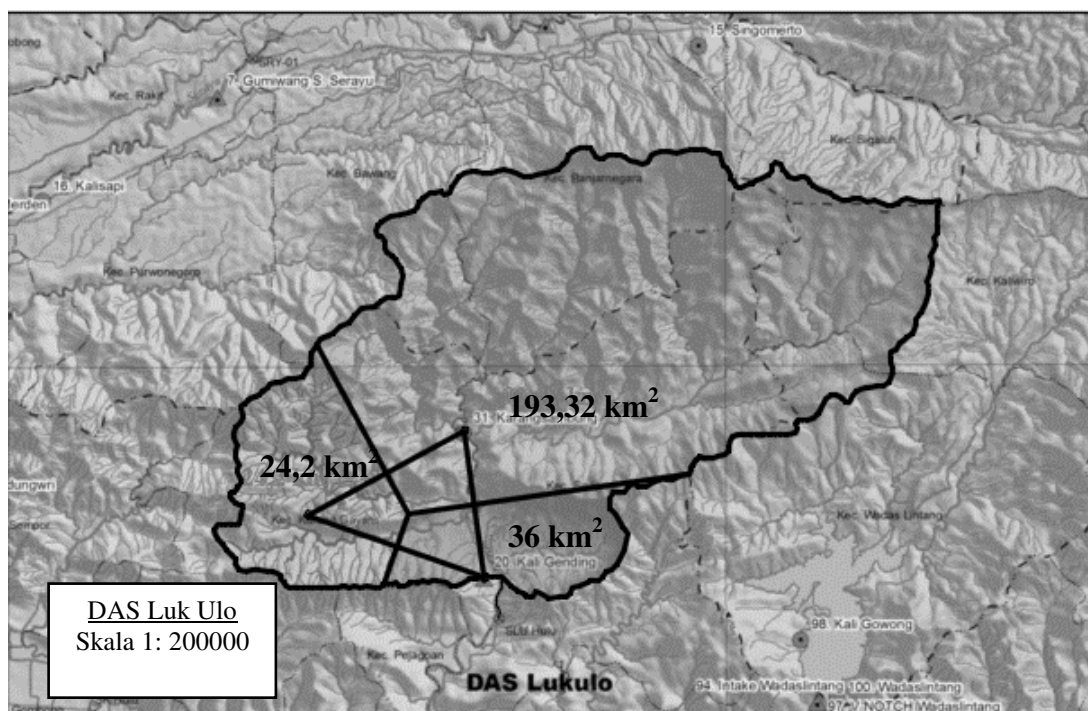
Gambar 1. Bagan Alir Metode Perencanaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi sangat diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan bangunan air seperti bendung. Analisis tersebut digunakan untuk mengerahui debit banjir maksimum sehingga bangunan air yang dibuat harus mampu melewati banjir maksimum yang terjadi. Penggunaan rumusan hidrologi disesuaikan dengan penggunaan periode ulang yang digunakan.

Analisis Data Curah Hujan Maksimum

Pada DAS Luk Ulo terdapat 3 stasiun hujan, yaitu Stasiun Kaligending, Stasiun Karangsambung dan Stasiun Karanggayam seperti pada Gambar 2. Setiap stasiun penakar hujan memiliki daerah pengaruh tersendiri terhadap suatu daerah aliran sungai. Salah satu metode yang sering digunakan untuk perhitungan hujan rata-rata DAS adalah menggunakan metode poligon *Thiessen*. Metode poligon *Thiessen* memperhitungkan prosentase daerah pengaruh setiap stasiun penakar hujan terhadap luasan di sekitar stasiun tersebut. Metode tersebut digunakan apabila penyebaran stasiun curah hujan pada daerah yang ditinjau tidak merata. Untuk mendapatkan hujan rata-rata daerah, maka dapat dilakukan dengan membagi hasil kali curah hujan dan luas daerah yang berpengaruh dengan luas total daerah aliran sungai.



Gambar 2. Daerah Pengaruh Poligon Thiessen DAS Ciliwung Hulu.
(BBWS Serayu - Opak)

Perhitungan Curah Hujan Rencana

Pada perhitungan hujan rencana, terlebih dahulu dilakukan analisis curah hujan rencana. Hal tersebut bertujuan untuk menentukan dan menguji data sebaran curah hujan rencana.

Setelah dilakukan perhitungan, distribusi yang mendekati adalah metode *Log Pearson Tipe III*. Setelah itu di uji kecocokan menggunakan uji *chi kuadrat* dan uji *smirnov kolmogorof* dan hipotesa diterima.

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana sebagai dasar perhitungan menggunakan beberapa metode, seperti metode *Hasper*, Metode FSR Jawa Sumatra, Metode GAMA 1, Metode HEC HMS dan Metode *Passing Capacity*. Rekapitulasi debit banjir rencana disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana.

No.	Tahun	Metode <i>Hasper</i> (m ³ /dtk)	FSR Jawa Sumatra (m ³ /dtk)	GAMA 1 (m ³ /dtk)	HEC HMS (m ³ /dtk)	<i>Passing Capacity</i> (m ³ /dtk)
1.	2	497,67	-	604,26		574,01
2.	5	607,06	747,75	777,74		
3.	10	668,09	908,57	874,52		
4.	25	735,67	1135,72	981,69	1217,30	
5.	50	780,52	1361,10	1047,15	1327,60	
6.	100	821,31	1609,96	1111,46		
7.	200	859,17	1894,04	1171,18		

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan hasil yang berbeda dari 5 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 debit sebesar 574,01 m³/det. Berdasarkan pertimbangan keamanan, efisiensi, ekonomi, sosial dan politik, maka pada Bendung Kaligending dipakai kala ulang 50 tahun. Sedangkan besarnya debit untuk perencanaan dipakai debit maksimum dengan metode FSR Jawa Sumatra sebesar 1361,19 m³/detik.

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi sangat tergantung kebutuhan air untuk tanaman. Kebutuhan air untuk tanaman adalah banyaknya air yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh secara optimal. Kebutuhan air irigasi merupakan jumlah kebutuhan seluruh areal yang akan diairi. Sesuai dengan SK BUPATI Kebumen tentang pola tanam air, Bendung Kaligending dibagi menjadi 3 golongan. Golongan pertama dengan luas 717 Ha, yang kedua dengan luas 1094 Ha dan yang ketiga dengan luas 1112 Ha. Dengan keseluruhan luas daerah irigasinya yaitu 2948 Ha. Pada Desa Bendung Kaligending pola tanam yang digunakan yaitu Padi – Padi – Palawija dengan Q maks = 2,31 m²/detik.

Debit Andalan

Analisis debit andalan (*dependable flow*) merupakan perhitungan debit minimum sungai untuk memenuhi debit yang telah ditentukan agar dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Perhitungan debit andalan diperoleh dari perhitungan ketersediaan air dengan menggunakan cara analisis *water balance* dari Dr. F.J. Mock.. Hasil dari perhitungan ini dilakukan rangking dari urutan hasil paling besar ke hasil yang paling kecil lalu diambil dengan peluang 80%. Karena di Indonesia wilayahnya dibagi menjadi 2

karakteristik yaitu cekungan air tanah (CAT) dan non cekungan air tanah (NON CAT) maka dalam perhitungan analisis *water balance* dari *F. J. Mock* juga berbeda atau dimodifikasi. Pada tabel 2 berikut merupakan modifikasi perhitungan metode *F. J. Mock* untuk daerah cekungan air tanah (CAT) dan daerah Non cekungan air tanah (NON CAT). Rekapitulasi perhitungan debit andalan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Modifikasi Cara Perhitungan Metode *F. J. Mock* antara Daerah CAT dan Daerah Non CAT

Daerah Non CAT	Daerah CAT
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actual Evapotranspiration</i> $\Delta E / E_p = (m / 20) \times (18 - n)$ $\Delta E = (m / 20) \times (18 - n) \times E_p$ $E_t = E_p - \Delta E$ - <i>Water Surplus</i> $SMS = ISMS + (P - E_t)$ $WS = (P - E_t) + SS$ - <i>Soilwater Storage</i> - <i>Infiltrasi (I) = WS x if</i> $V(n) = k.V(n-1) + 0,5.(1 + k). I(n)$ $\Delta V_n = V(n) - V(n-1)$ - <i>Interflow = I - ΔV (n)</i> - <i>Water Available</i> $DRO = WS - I$ $WA = Interflow + DRO$ 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Actual Evapotranspiration</i> $\Delta E / E_p = (m / 20) \times (18 - n)$ $\Delta E = (m / 20) \times (18 - n) \times E_p$ $E_t = E_p - \Delta E$ - <i>Water Surplus</i> $SMS = ISMS + (P - E_t)$ $WS = (P - E_t) + SS$ - <i>Soilwater Storage</i> - <i>Infiltrasi (I) = WS x if</i> $V(n) = k.V(n-1) + 0,5.(1 + k). I(n)$ $\Delta V_n = V(n) - V(n-1)$ - <i>Interflow = I - ΔV (n)</i> - <i>Ground Water Storage</i> - <i>Perkolasi (P) = WS x if</i> $V(n) = k.V(n-1) + 0,5.(1 + k). I(n)$ $\Delta V_n = V(n) - V(n-1)$ - <i>Baseflow = P - ΔV (n)</i> - <i>Water Available</i> $DRO = WS - P$ $WA = Interflow + Baseflow + DRO$

Tabel 3. Rekapitulasi Debit Andalan

No	Peluang	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	0,06	19,38	18,89	15,59	14,98	18,42	7,50	4,96	3,72	17,08	15,43	23,88	25,19
2	0,13	17,31	12,82	14,93	12,82	17,62	3,80	3,76	3,28	16,24	14,91	21,64	17,08
3	0,19	13,92	12,79	13,62	12,43	14,93	3,35	3,31	3,01	11,99	13,53	20,58	15,78
4	0,25	13,85	11,16	12,78	9,81	11,57	2,99	2,98	2,96	4,31	13,08	19,52	15,31
5	0,31	13,11	11,15	12,35	8,90	6,99	2,97	2,87	2,84	3,68	11,75	18,79	14,46
6	0,38	11,95	9,99	11,25	8,31	4,95	2,83	2,81	2,80	2,95	8,65	18,37	13,65
7	0,44	10,94	9,98	9,68	7,64	4,80	2,60	2,46	2,44	2,93	8,54	17,09	13,30
8	0,50	9,01	9,70	7,55	7,54	4,42	2,46	2,45	2,44	2,81	7,97	13,09	13,05
9	0,56	7,73	9,60	7,12	6,71	3,50	2,39	2,26	2,23	2,79	7,80	11,38	12,88
10	0,63	7,68	8,49	6,24	5,55	3,45	2,16	2,10	2,17	2,42	6,14	9,01	10,97
11	0,69	7,37	5,54	6,16	5,45	2,84	2,14	2,04	2,08	2,37	5,22	7,92	6,43
12	0,75	5,68	5,46	5,16	5,22	2,39	2,13	1,95	2,03	2,02	3,52	5,98	5,73
13	0,80	5,52	5,36	5,01	4,91	2,39	2,11	1,76	1,99	1,97	3,37	5,81	5,69
14	0,81	4,90	4,97	4,40	3,65	2,37	2,05	1,00	1,81	1,77	2,77	5,14	5,54
15	0,82	4,80	3,02	3,72	2,37	2,13	1,86	0,99	1,39	0,97	1,75	3,04	3,29
16	0,88	1,82	1,46	2,97	0,00	0,00	0,83	0,91	0,97	0,95	1,72	0,32	1,85
Potensi		9,69	8,77	8,66	7,27	6,42	2,76	2,41	2,39	4,83	7,89	12,60	11,26

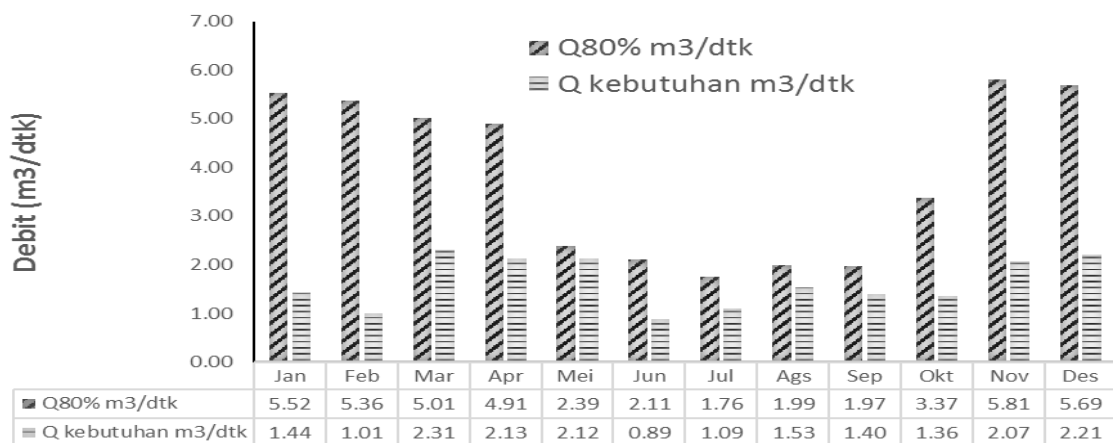
Ketersediaan air sungai yang terdapat pada daerah *non* - cekungan air tanah lebih sedikit daripada daerah cekungan air tanah. Tabel 3 menunjukkan perhitungan F.J. Mock yang telah dimodifikasi berdasarkan letak daerah tersebut yaitu daerah Non Cekungan Air Tanah (NON-CAT). Jika di bendung Kaligending ini diperhitungkan pada Daerah Cekungan Air Tanah maka untuk debit andalan maksimumnya adalah 8,81 m³/dtk sedangkan di daerah Non cekungan air tanah debit andalan maksimumnya adalah 5,81 m³/dtk.

Neraca Air

Neraca air (*water balance*) adalah perbandingan kebutuhan air tanaman yang digunakan dengan debit andalan. Jika debit terpenuhi, maka pola tanam yang telah di analisis sebelumnya dapat digunakan. Jika debit andalan kurang dari debit yang dibutuhkan, maka ada 2 hal yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Melakukan modifikasi pola tanam.
2. Memberlakukan rotasi teknis / golongan.

Neraca air diperhitungkan berdasarkan volume ketersediaan air (*inflow*) dan volume kebutuhan air (*outflow*).



Gambar 3. Grafik Neraca Air.

Mercu Bendung

Dalam perencanaan Bendung Kaligending untuk menentukan tinggi yang dibutuhkan oleh mercu bendung di dapat dari skema bangunan daerah irigasi dan data yang kami peroleh dari BBWS Serayu – Opak. Dari skema dan data tersebut diperoleh elevasi sawah tertinggi dan panjang saluran primer, saluran sekunder dan saluran tersier, sehingga didapat kemiringan salurannya. Setelah itu dikalkulasikan dan ditambah dengan kehilangan tekanan pada bangunan. Di dapat ketinggian mercu bendung adalah + 36,01m.

Lebar Efektif Bendung

Lebar sungai yang akan di rencanakan untuk membangun bendung bervariasi antara 70 – 100 m, tetapi karena debit yang melewati bendung Kaligending sangat besar lebar bendung diambil 85 m sesuai lebar bendung asli.

$B=1,2 \times$ lebar sungai rata-rata

$$B=1,2 \times 85 \text{ m}$$

$$B=102 \text{ m.}$$

$$B_e=B - 2 (n.K_p + K_s) H_1 \dots\dots\dots(1)$$

$$B_e=102 - 2 (2 \times 0,01 + 0,1) H_1$$

$$B_e=102 - 0,24 H_1 \text{ m.}$$

Ketinggian Energi Di Atas Mercu

Untuk menghitung tinggi energi di atas mercu bendung, digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q=\frac{2}{3} \times C_d \times B_e \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3}g} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- Q = Q_{50} = Debit banjir rencana (m³/det).
- Cd = Koefisien debit.
- Be = Lebar efektif bendung (m).
- H1 = Tinggi energi di atas mercu bendung (m).

Dengan mengasumsikan nilai Cd = 1,3 maka:

$$1361,1 = \frac{2}{3} \times 1,3 \times (102 - 0,24 H_1) \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,81}$$

$$1361,1 = 2,22 \times 102 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$1361,1 = 226,44 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$H_1 = 3,25 \text{ m.} \quad \longrightarrow \quad B_e = 101,22 \text{ m}$$

Bendung direncanakan menggunakan mercu bulat dengan 1 jari-jari, di mana nilai r = 1,5m.

$$\frac{H_1}{r} = \frac{3,25}{1,5} = 1,52 \rightarrow C_0 = 1,35$$

(Grafik Koefisien C₀ untuk Bendung Ambang Bulat)

$$\frac{p}{H_1} = \frac{3,7}{3,25} = 1,14 < 1,5 \rightarrow C_1 = 0,97$$

(Grafik Koefisien C₁)

$$\frac{p}{H_1} = \frac{3,7}{3,25} = 1,14 \rightarrow C_2 = 0,99$$

(Grafik Koefisien C₂)

$$C_d = C_0 \times C_1 \times C_2 = 1,35 \times 0,97 \times 0,99 = 1,30$$

Maka dilakukan perhitungan ulang sebagai berikut:

$$1361,1 = \frac{2}{3} \times 1,30 \times (102 - 0,24 H_1) \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,81}$$

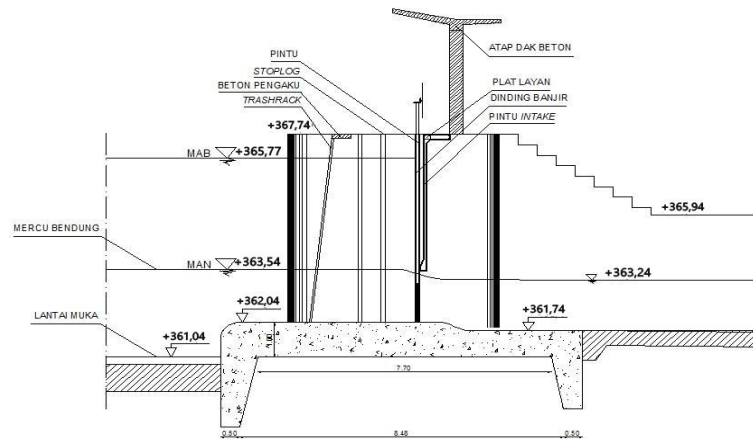
$$733,90 = 2,22 \times 102 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$733,90 = 226,44 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$H_1 = 3,31 \text{ m.} \quad \longrightarrow \quad Be = 101,21 \text{ m}$$

Bangunan Pengambilan (Intake)

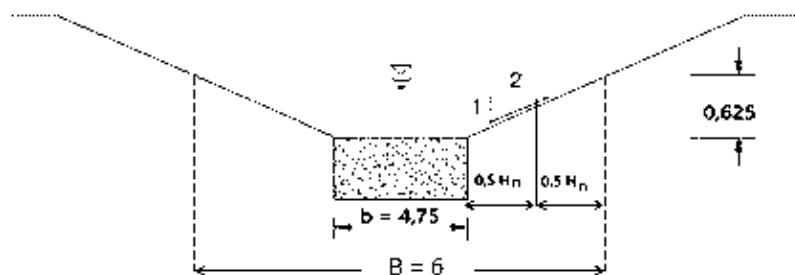
Pintu pengambilan dilengkapi dengan pintu dan bagian depannya terbuka untuk menjaga jika terjadi muka air tinggi selama banjir, besarnya bukaan pintu bergantung kepada kecepatan aliran masuk yang diizinkan. Kecepatan ini bergantung kepada ukuran butir bahan yang dapat diangkut (Dirjen Pengairan, 1986).



Gambar 4. Bangunan Pengambilan.

Kantong Lumpur

Kantong lumpur merupakan bangunan yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan aliran dan kesempatan pada sedimen untuk mengendap. Untuk menampung endapan sedimen tersebut, dasar bagian saluran tersebut diperdalam dan diperlebar. Tampang ini dibersihkan setiap jangka waktu tertentu dengan cara membilas sedimennya kembali ke sungai dengan aliran super kritis. Kantong lumpur ditempatkan dibagian awal dari saluran primer tepat dibagian belakang pengambilan (Dirjen Pengairan, 1986).



Gambar 5. Penampang Saluran Kantong Lumpur.

Bangunan Pembilas

Bangunan pembilas adalah salah satu perlengkapan pokok bendung yang terletak di dekat dan menjadi satu kesatuan dengan intake. Berfungsi untuk menghindarkan angkutan muatan sedimen dan mengurangi muatan sedimen layang yang masuk ke intake (Dirjen Pengairan, 1986).

Bangunan pembilas yang terdapat pada Bendung Kaligending menggunakan 3 buah bangunan pembilas dengan lebar 2 m dan menggunakan 3 pilar dengan lebar 1 m.

Analisis Stabilitas Bendung

Analisis stabilitas bendung berdasarkan teori yang ada diperhitungkan pada kondisi kosong dan banjir.

Kondisi Kosong

1. Terhadap Guling:

$$SF = \frac{\sum MT}{\sum MG} = \frac{419,98}{36,06} = 11,65 > 1,5 \text{ (aman)}$$

2. Terhadap Geser:

$$SF = f_x \cdot \frac{\sum RV}{\sum RH} = 0,75 \times \left(\frac{89,48}{17,41} \right) = 3,85 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Kondisi Normal

1. Terhadap Guling:

$$SF = \frac{\sum MT}{\sum MG} = \frac{259,52}{124,2} = 2,09 > 1,5 \text{ (aman)}$$

2. Terhadap Geser:

$$SF = f_x \cdot \frac{\sum RV}{\sum RH} = 0,75 \times \left(\frac{58,53}{18,535} \right) = 2,37 > 1,5 \text{ (aman)}$$

3. Terhadap Daya Dukung Tanah:

- a. Eksentrisitas.

$$e = \left(\frac{B}{2} \right) - \left(\frac{MT - \sum MG}{RV} \right) < \frac{B}{6} \text{(3)}$$

$$e = \left(\frac{9}{2} \right) - \left(\frac{259,52 - 124,2}{58,53} \right)$$

$$e = 1,19 < \frac{B}{6} = 1,5 \text{ (aman).}$$

- b. Tekanan Tanah.

$$\sigma = \frac{q \text{ ult}}{SF} \text{(4)}$$

$$\sigma \text{ ijin} = 96,77 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = \frac{RV}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) < \sigma \text{ ijin} \text{(5)}$$

$$\sigma = \frac{58,53}{9,00} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 1,19}{9,00} \right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma_{max} = 11,66 \text{ t/m}^2 < 96,77 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

$$\sigma_{min} = 1,34 \text{ t/m}^2 > 0,00 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

Kondisi Banjir

1. Terhadap Guling:

$$SF = \frac{\sum MT}{\sum MG} = \frac{343,32}{124,2} = 2,76 > 1,5 \text{ (aman)}$$

2. Terhadap Geser:

$$SF = f_x \cdot \frac{\sum RV}{\sum RH} = 0,75 \times \left(\frac{161,24}{31,4} \right) = 2,05 > 1,5 \text{ (aman)}$$

3. Terhadap Daya Dukung Tanah:

a. Eksentrisitas.

$$e = \left(\frac{B}{2} \right) - \left(\frac{MT - \sum MG}{RV} \right) < \frac{B}{6}$$

$$e = \left(\frac{9}{2} \right) - \left(\frac{343,32 - 124,2}{74,16} \right)$$

$$e = 1,44 < \frac{B}{6} = 1,5 \text{ (aman).}$$

b. Tekanan Tanah.

$$\sigma = \frac{RV}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma = \frac{74,16}{9} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 1,44}{9} \right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma_{max} = 16,15 \text{ t/m}^2 < 96,77 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

$$\sigma_{min} = 0,33 \text{ t/m}^2 > 0,00 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Rencana anggaran biaya diperoleh berdasarkan perhitungan volume dan harga satuan untuk daerah sekitar. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil rencana anggaran biaya Bendung Kaligending yaitu Rp. 133,796,306,000 (Seratus Tiga Puluh Tiga Milyar Tujuh Ratus Sembilan Puluh Enam Juta Tiga Ratus Enam Ribu Rupiah).

KESIMPULAN

Dari perhitungan Desain Bendung Kaligending Pada Daerah Non Cekungan Air Tanah (Non CAT) di sungai Luk Ulo ini kami dapat menyimpulkan:

1. Posisi bendung direncanakan diubah yaitu dipindah dengan jarak 1,4 km ke arah hulu Bendung Kaligending lama.
2. Dari perhitungan bahwa ketersediaan air yang ada di DAS Luk Ulo dapat memenuhi kebutuhan Daerah Irigasi Kaligending dengan areal seluas 2948 ha.
3. Tidak diperlukan suplesi dari Waduk Wadaslintang karena suplai air dari Bendung Kaligending dapat mencukupi kebutuhan air yang ada di Daerah Irigasi Kaligending.

4. Periode ulang untuk perencanaan Bendung Kaligending ini yaitu 50 tahun dengan debit sebesar 1361,19 m³/dtk.
5. Tipe bendung yang digunakan adalah bendung tetap dengan tinggi bendung 3,7 meter.
6. Pada daerah banjir dibuat tanggul banjir dengan ketinggian 2,5 m.
7. Pembangunan Bendung Kaligending yaitu 133,796,306,000 (Seratus Tiga Puluh Tiga Milyar Tujuh Ratus Sembilan Puluh Enam Juta Tiga Ratus Enam Ribu Rupiah)

SARAN

Untuk mengurangi kesalahan yang terjadi pada saat perencanaan dan pelaksanaan pembangunan Bendung Kaligending perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Perencanaan bendung harus memperhitungkan manfaat, lokasi, dan kesulitan kesulitan yang mungkin timbul untuk mendapatkan hasil yang optimal dan biaya pembangunan yang ekonomis.
2. Perlu pemeriksaan berkala terhadap kondisi konstruksi agar rusakankerusakan yang terjadi dapat ditangani dengan cepat.
3. Petugas operasional bendung sebaiknya dipilih orang yang berpengalaman, sehingga operasional bendung berfungsi dengan baik dalam menyuplai air bagi kebutuhan irigasi

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 1986. *Standart Perencanaan Irigasi KP – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 1986. *Standart Perencanaan Irigasi KP – 02 Bangunan Utama*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2004.
- Kodoatie, Robert J, 2012. *Tata Ruang Air Tanah*. Yogyakarta.Penerbit : Andi Offset.
- Kodoatie, Robert J dan Roestam Sjarief., 2010. *Tata Ruang Air Tanah*. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Peraturan Bupati Kebumen No 51 Tahun 2014 tentang *Pedoman Pola Tanam dan Rencana Tata Tanam DI Kabupaten Kebumen Tahun 2014/2015*.
- Salamun, 2006. *Bangunan Air. Diklat Ajar*
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Penerbit: Beta offset. Yogyakarta.