

OPERASI PINTU AIR BENDUNG GERAK SERAYU DALAM USAHA PENGENDALIAN BANJIR DAN IRIGASI

Oleh: Imam Suhardjo

Abstraksi

Agar terjamin pasokan aliran air irigasi teknis dan menyediakan air baku untuk domestik dan industri, maka dibangun Bendung Gerak Serayu (Serayu Barrage) guna menggantikan pengambilan air bebas maupun dengan pompa.

Untuk mengevaluasi kinerja operasi pintu air perlu mengetahui system operasi pintu pada barrage spillway dalam kondisi muka air normal maupun emergency (banjir dan kemarau panjang).

Berdasarkan data survei sejak bendung gerak dioperasikan tahun 1997 sampai dengan 2010 dalam berbagai kondisi muka air, kinerja operasi berjalan sesuai dengan rencana yang artinya muka air upstream dapat dikendalikan dengan baik.

Kata Kunci: Bendung Gerak. Kontrol, Muka Air Sungai Serayu

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan pada jaringan irigasi Serayu (Gambarsari dan Pasanggrahan) dengan sistem pengambilan bebas dan pompa pada tahun 1939, yang menyadap air dari Sungai Serayu untuk memberikan air irigasi seluas 20.000 ha di Kabupaten Banyumas dan Cilacap.

Masalah dan kendala yang timbul dengan sistem pengambilan bebas ini adalah tidak terjaminnya ketinggian muka air minimal yang dibutuhkan untuk pengoperasian pompa, terutama pada musim kemarau yang elevasi permukaan airnya menurun tajam.

Kondisi ini berakibat terganggunya kinerja operasi pompa air, sehingga pemberian air untuk irigasi tidak bisa memenuhi kebutuhan baik dari segi waktu maupun kuantitas. Hal ini menyebabkan luas areal pelayanan menjadi berkurang. Keadaan ini diperburuk dengan adanya gangguan pada musim hujan sebagai akibat kurang atau tidak berfungsinya saluran-saluran drainase.

Demikian pula pemanfaatan air irigasi secara optimal melalui pembagian air secara merata tidak sepenuhnya tercapai. Selain daripada itu sejalan dengan umur pompa yang bertambah, maka biaya operasional dan pemeliharaan dari tahun ke tahun semakin bertambah besar.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu untuk mengadakan penyempurnaan sistem pengambilan air yang lebih baik. Alternatif terbaik ditinjau dari segi teknik dan ekonomi adalah dibangunnya bendung gerak (*Barrage Spillway*). Pilihan ini diambil guna mengatasi dampak banjir Sungai Serayu terutama bagian hulu/udik bendung berupa bangunan penting seperti jalan raya jurusan Purwokerto – Cilacap/Bandung dan jembatan kereta api yang melintang di atas Sungai Serayu, kurang lebih 700 m dari lokasi bendung gerak Serayu.

B. Maksud dan Tujuan

1. Maksud

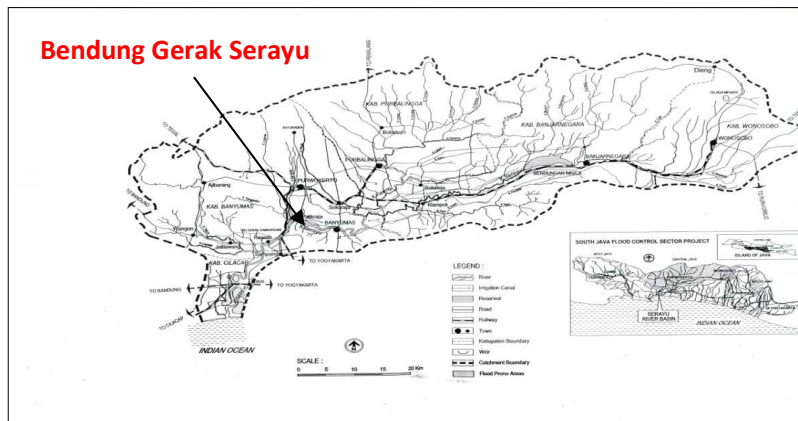
- a. Menjamin pasokan aliran air irigasi teknis seluas 20.795 ha ($32 \text{ m}^3/\text{detik}$) yang meliputi wilayah: Kabupaten Banyumas 3.358 ha, Cilacap 17.057 ha dan Kebumen 380 ha.
- b. Menyediakan air baku untuk domestik dan industri kota Cilacap, Maos dan Kroya sebesar $5,26 \text{ m}^3/\text{detik}$
- c. Mengatasi genangan pada daerah irigasi seluas 2,390 ha yang terjadi pada setiap musim penghujan
- d. Mengatasi/mengendalikan dampak banjir yang terjadi di bagian hulu bendung pada bangunan penting

2. Tujuan

- a. Meningkatkan produksi beras dengan cara peningkatan intensitas tanam menjadi 200%
- b. Menunjang pengembangan kota Cilacap melalui penyediaan air baku
- c. Meningkatkan taraf hidup masyarakat dan petani
- d. Menunjang pengembangan wisata (sungai) di Kabupaten Banyumas
- e. Penurunan tingkat resiko ancaman terhadap jiwa manusia dan harta benda.

C. Lokasi

Bendung gerak Serayu yang dibangun dari tahun 1990-1996 dengan dana Rp 48.568.000.000,00 terletak di ruas Sungai Serayu, di Desa Gambarsari Kecamatan Kebasen Kabupaten Banyumas Propinsi Jawa Tengah, di sebelah Selatan $\pm 15 \text{ km}$ dari Kota Purwokerto. Atau pada posisi $109,203^\circ$ Bujur Timur dan $7,524$ Lintang Selatan.



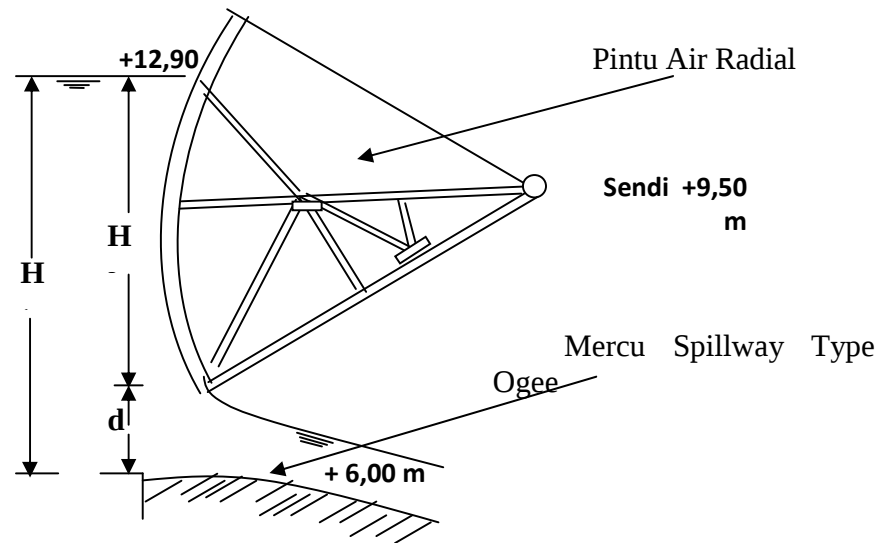
Gambar 1. Lokasi Bendung Gerak Serayu

II. OPERASI PINTU AIR BENDUNG GERAK SERAYU

Dalam upaya penanggulangan/pengendalian dampak banjir Sungai Serayu, maka diperlukan kinerja operasi pintu agar banjir yang terjadi tidak berdampak buruk pada penduduk/masyarakat di sekitar bangunan itu. Operasi pintu berkaitan dengan pembukaan maupun penutupan pintu (radial), sehingga kebutuhan air irigasi dan air baku/industri terpenuhi di saat air sungai kondisi normal maupun banjir.

A. Data Teknis Bendung

- Tipe : Bendung gerak dengan pintu radial
- Lebar bendung : 109,60 m yang terdiri
 - Pintu : $8 \times 10,70 \text{ m} = 85,60 \text{ m}$
 - Pilar : $3 \times 4,00 \text{ m} = 12,00 \text{ m}$
 - $4 \times 3,00 \text{ m} = 12,00 \text{ m}$
- Pintu radial : jari-jari $R = 9,00 \text{ m}$, jumlah 8 buah *type underflow* (aliran air sungai disalurkan melalui bawah pintu pengatur)
- Muka air operasi : + 12,90 m
- Elevasi puncak bangunan : + 15,00 m
- Debit banjir rencana 100 th : $2470 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Debit pengambilan : $32 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Debit pengurasan : $24 \text{ m}^3/\text{detik}$



Gambar 2. Sketsa Bukaannya Pintu Radial

Pada pintu air tipe segmen/radial pengaruh bukaan pintu terhadap elevasi muka air di hulu, berdasarkan persamaan berikut ini

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot C \cdot L (H_1^{3/2} - H_2^{3/2})$$

Dengan

H_1 : tinggi muka air terhadap sisi atas mercu (m)

H_2 : tinggi muka air terhadap sisi bawah pintu (m)

d : tinggi bukaan pintu ($=H_1-H_2$) (m)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

L : lebar bukaan pintu (m)

C : nilai koefisien debit aliran, yang nilainya tergantung dari nilai ratio/perbandingan $d/$ dan H_1

Waktu operasional pintu

$$t = - \frac{A}{C_d \cdot L \cdot d \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} h^{-1/2} dh$$

A = Luas tampungan (m²)

C_d = koefisien debit

= 0,62

B. Operasi Pintu Air Bendung Gerak

Mengatur pintu-pintu bendung gerak Serayu dengan type underflow, yang penyaluran air sungai melalui bawah pintu pengatur adalah sebagai berikut

1. Selama $Q_s > Q_i$, pintu pengambilan (inlaat) dibuka 100%, sedang pintu-pintu ruang penyalur bendung ditutup 100%.

Q_s = debit aliran sungai

Q_i = debit aliran pengambilan (inlaat) saluran induk

2. Bilamana Q_s menjadi lebih besar dari Q_i ($Q_s > Q_i$), maka selama konsentrasi lumpur masih mencapai derajat kritis pintu inlaat masih dibiarkan terbuka 100% dan pintu-pintu penyalur (bendung gerak) mulai diangkat berangsur-angsur, ruang demi ruang sesuai dengan naik/bertambahnya Q_s .
3. Kelebihan debit sungai setelah disadap ($= Q_s - Q_i$) harus disalurkan ke bagian hilir sungai, melalui bagian bawah pintu-pintu ruang penyalur bendung dan tidak diperkenankan melalui bagian atas, kecuali diperlukan untuk sementara menghanyutkan sampah-sampah yang tertimbun/tertahan pintu-pintu ruang penyalur
4. Oleh karena kenaikan permukaan air sungai dalam waktu banjir, tidak diperkenankan membahayakan daerah hulu bendung gerak, maka perlu diusahakan supaya pintu-pintu ruang penyalur harus sudah dalam keadaan terbuka sebelum air banjir sampai bendung gerak.

Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan pos tanda bahaya bagian hulu bendung (dalam hal ini pos Banyumas), yang dapat mengadakan hubungan langsung dan cepat dengan para petugas jaga bendung gerak Serayu.

Para penjaga pos tanda bahaya tersebut berkewajiban untuk terus menerus melaporkan dan mencatat (setiap jam) fluktuasi/naik turunnya air di tempat itu kepada pengawas/operator bendung.

Atas dasar laporan yang diterima dari pos-pos tersebut, para petugas bendung gerak akan melakukan tugasnya sesuai dengan petunjuk operasi pintu air

bendung gerak dalam usaha pengendalian/ penanggulangan dampak banjir sungai.

Dalam operasi pintu air bendung gerak Serayu dilakukan dengan tenaga listrik baik saat membuka maupun menutup pintu radial yang berada di ruangan-ruangan penyalur bendung.



Gambar 3. Pintu radial tampak hilir dengan *Flap Gate*

III. PEMBAHASAN

A. Umum

Faktor-faktor yang mempengaruhi penetapan atau pemilihan jenis pengendalian banjir

- Debit banjir sungai
- Keadaan alur sungai dan daerah aliran sungai (DAS) atau *catchment area*
- Karakteristik hidraulik sungai
- Tingkat kerugian akibat banjir
- Standar debit banjir rencana
- Akseptabilitas masyarakat

Tujuan pengendalian banjir sungai terutama: penurunan tingkat resiko ancaman terhadap jiwa manusia dan harta benda (Sumber: bahan kuliah Hidraulika Lanjut Istiarto)

Berdasarkan perihal tersebut di atas pemilihan jenis bangunan bendung gerak dengan pintu radial adalah tepat dan benar. Karena bendung gerak yang terletak

pada alur sungai Serayu dengan karakteristik hidraulik sungai yang mempunyai kelandaian rendah (ruas sungai mendekati muara di laut Samudra Hindia). Maka dengan bangunan bendung gerak muka air sungai di hulu saat air normal dan air banjir dapat dikendalikan/diatur sedemikian, sehingga tingkat kerugian dan tingkat resiko akibat air banjir sungai dapat diatasi.

Jembatan kereta api maupun jalan raya tidak pernah terendam/tergenang air sungai Serayu saat banjir, merupakan bukti bahwa operasi pintu air sejak tahun 1996 sampai dengan tahun 2010 berjalan baik.

B. Data Debit Aliran Sungai Serayu

Berdasarkan data tinggi muka air AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) stasiun Gambarsari data debit aliran Q Serayu minimum dan Q Serayu di atas bahaya I tertera dalam Tabel 1.

Dari Tabel 1, tentang data debit Sungai Serayu dapat diketahui, bahwa pada hari Rabu, 9 November 2000, jam 16.00 WIB terjadi debit banjir periode 50 tahunan (Q_{50th}) yang merupakan debit rencana pada perancangan bangunan bendung gerak Serayu. Terjadi genangan air antara 50 sampai dengan 250 cm yang meliputi Kaliwangi 2,60 ha dan rumah 75 buah sedangkan Tumiyang 7,00 ha dan rumah 39 buah.

Maka atas dasar perihal tersebut di atas, maksud dan tujuan dari pembangunan bendung gerak Serayu tercapai, yaitu sebelum ada bendung justru daerah tergenang banjir mencapai 2.390 ha.

Tabel 1. DATA DEBIT (Q) SERAYU MINIMUM DAN Q SERAYU DI ATAS BAHAYA I /EL. D/S + 9,50 (1.265 m³/det)

	TANGGAL NO	JAM	ELEVASI BENDUNG		EL. BMS (M)	Q (DEBIT) m ³ /det.				KETERANGAN
			U/S (M)	D/S (M)		LIMPAS	IRIGASI	PA.KBS	SERAYU	
1	6 & 7-11-1997	-		6.38		0	20.111	0,32	20.431	Debit min Serayu yg pernah terjadi th. 1997
2	6 Okt 1998	12.00		10.22	17.78	1.392,00	5.367	0	1.397,37	
3	4 Nop 1998	06.00		9.96	17.42	1.390,00	5.002	0,16	1.395,16	
4	27 Des. 1998	10.00		10.66	18.99	1.464,00	3.881	0	1.467,88	
5	2 Jan. 1999	11.00		10.55	18.98	1.485,00	5.394	0	1.490,39	
6	16 Mar. 1999	03.00	12.41	9.79	17.69	1.402,00	7.178	0,16	1.409,34	
7	25 Des. 1999	04.00	12.53	9.58	17.47	1.398,00	10.360	0	1.408,36	
8	1 Jan. 2000	07.00	12.37	9.65	17.42	1.334,00	12.248	0	1.346,25	
9	5 Pebr. 2000	04.00	12.54	9.96	17.88	1.525,00	14.345	0	1.539,35	
10	22 Mart 2000	02.00	12.45	10.10	18.07	1.496,00	14.345	0	1.510,35	
11	30 Okt. 2000	06.00	12.56	10.67	18.15	1.569,00	5.810	0	1.574,81	
12	4 Nop. 2000	05.00	12.25	10.64	19.09	1.439,00	0	0	1.439,00	
13	9 Nop. 2000	14.00	12.65	11.90	20.59	2.276,00	4.952	0	2.280,95	Banjir Serayu th. 2000 genangan 50 s/d 250 cm
		18.00	12.45	10.25		2.548,05	4.952	0	2.553,00	Kaliwangi 2,60 ha 75 rumah tumiyang 7 ha 39 rumh
14	12 Des. 2000	05.00	12.36	9.98	17.84	1.440,00	17.900	0,146	1.458,05	
15	7 Mart. 2001	03.00	12.30	9.66	18.03	1.453,00	9.516	0	1.462,52	
16	17 Jan. 2002	23.00	12.02	9.68	18.20	1.418,00	21.168	0,433	1.439,60	
17	2 Pebr. 2003	07.00	11.79	9.90	18.72	1.529,00	10.325	0	1.539,33	Nop. 2002 mulai pakai tabel Debit
18	4 Sept. 2003	05.00s/d10.00	12.38	5.10	13.37	8,13	0	0	8,13	
19	5 Sept. 2003	04.00s/d06.00	12.06	5.00	13.31	6,37	0	0	6,37	Debit Serayu terendah th. 2003
20	22 Nop. 2003	21.00	11.97	9.60	16.61	1.327,00	9.760	0	1.336,76	
21	7 Juli 2004	18.00s/d11.00	12.78	5.00	13.60	6,37	14.514	0	20.884	Debit Serayu terendah th. 2004
22	8 Okt. 2004	11.00	12.60	5.00	13.42	6,37	20.819	0,32	27.509	
23	30 Des. 2004	08.00	11.58	9.72	18.33	1.404,00	5.479	0	1.409.479	
24	6 Jan 2005	07.00	11.73	9.37	17.20	1.190,00	11.797	0	1.201.797	
25	12 & 13 Sept 2005	09.00s/d07.00	12.65	5.00	13.38	6,37	9.721	0	16.091	
26	28 Okt 2005	05.00	11.35	10.25	18.58	1.675,00	11.410	0,307	1.686,717	Kaliwangi dan Tumiyang tergenang 20 s/d 50 cm
										Kaliwangi 6,5 ha 53 rumah Tumiyang 3 ha 4 rumah
27	1 Jan 2006	02.00s/d03.00	11.60	9.47	18.10	1.248,00	11.387	0	1.259,387	
28	27 Pebr 2006	02.00	11.93	9.55	17.81	1.295,00	7.882	0	1.302,882	
29	4 Agst 2006	09.00s/d10.00	12.75	5.10	13.53	8,13	6.737	0	14.857	
30	22 Sept 2007	24.00	12.74	5.00	13.49	6,37	1.527	0	813	
31	26 Des 2007	10.00	12.35	9.05	17.90	1.023,00	21.280	0,273	1.044.553	
32	5 Pebr 2008	05.00	12.54	6.94	16.84	6.940	22.378	0,160	29.478	

Analisa dan Pembahasan

1. Analisa Hidraulik

Dari hasil pengamatan tinggi muka air stasiun AWLR Gambarsari hulu bendung (*upstream*) dan hilir bendung (*down stream*), yang dapat dibaca secara otomatis di ruang kontrol (elektronik/digital) dan dapat dihitung debit aliran Sungai Serayu baik yang melimpas di ruang penyalur (*Spillway gate*) dan yang disadap untuk saluran induk dengan cara analisa frekuensi.

Penerapan debit aliran banjir tidak permanen (*unsteady flow*), maka simulasi aliran dapat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak/software HEC-RAS 4,0 (*Hydraulic Engineering Center's-River Analysis System*), yaitu program model hidraulika yang dirancang untuk membuat simulasi aliran. Masukan (*input*) data yang dibutuhkan dalam program model hidraulika adalah

a. Data geometri sungai

- 1) Penampang memanjang (*long section*)
- 2) Penampang melintang (*cross section*)
- 3) Koefisien kekasaran sungai, n (Manning)

b. Data *unsteady flow*

- 1) Hidrograf banjir (*flow hydrograph*)
- 2) Kondisi awal
- 3) Kondisi batas

Dari hasil simulasi aliran, dapat ditentukan pembukaan pintu ruang penyaluran (*spillway gate*) dari nomor 1 sampai nomor 8, berapa bukaan pintu yang diperlukan terutama saat terjadi banjir agar dampak banjir sungai baik di bagian hulu dan hilir sungai sekecil mungkin.

Di bawah ini penulis cantumkan hasil pengaturan pintu air bendung gerak (*Barrage Spillway*) pada waktu terjadi banjir 50 tahunan pada hari Rabu, 9 November 2000, jam 16.00 dengan debit banjir $Q_{50th} = 2553 \text{ m}^3/\text{detik}$

Spillway gate No. 1 = 4.43 m *open*

Spillway gate No. 2 = 6.73 m *open*

Spillway gate No. 3 = 4.37 m *open*

Spillway gate No. 4 = 7.43 m *open*

Spillway gate No. 5 = 7.01 m *open*
Spillway gate No. 6 = 7.13 m *open*
Spillway gate No. 7 = 7.20 m *open*
Spillway gate No. 8 = 6.38 m *open*
Flap gate No. 1 = 100% *open*
Flap gate No. 2 = 100% *open*
Current voltage : 365 volt
Current apmerage : 165 ampere
Total Kwh date : 2831 KWh x 10

2. Pembahasan

Berdasarkan data debit Serayu (tabel 1), pada banjir $Q_{50\text{tahun}}$, tanggal 9 November 2000 jam 16.00 WIB tinggi muka air *upstream* +12.45 m sedang *down stream* +10.25 m. Dengan demikian pengaturan pembukaan pintu air bendung gerak adalah sudah benar

$$Q_{s\ 100\text{th}} = +12.45\text{ m} < Q_{\text{imax}} = +12.90\text{ m}$$

- Elevasi banjir sungai $Q_{50\text{th}} < \text{elevasi debit pengambilan } Q_{\text{inlaat maksimum}} = 32\text{ m}^3/\text{detik}$
- Q pengambilan saat itu masih terlayani (tersedia)
- Luasan tergenang menjadi berkurang secara signifikan yakni dari 2390 ha menjadi 9,60 ha persawahan.

Sedang dari pengaturan pembukaan pintu petugas operasional pintu, mengatur sedemikian rupa pintu no. 1 (dekat dengan pintu pengambilan saluran induk) dibuka pada posisi $d_1 = 4,43\text{ m}$ atau tidak penuh atau lebih kecil dari bukaan pintu-pintu di tengah (no. 4, 5, 6), hal ini dimaksudkan untuk menghindari erosi tebing sungai bagian hilir bendung. Demikian pula pada pintu bukaan pada pintu no.8 $d_8 < d_7$, maka

$$d_1 = 4,43\text{ m} < d_2 = 6,73\text{ m}$$

$$d_8 = 6,38\text{ m} < d_7 = 7,20\text{ m}$$

sehingga kerusakan yang terjadi di hilirpun harus diminimalisir akibat dampak banjir.

Namun penambangan pasir di bagian hilir bendung hendaklah dibatasi, sebab akan berakibat degradasi dasar sungai yang berimplikasi permukaan dasar sungai menjadi turun, sehingga pada saat air laut pasang lama-lama dapat masuk ke alur sungai Serayu.

IV. KESIMPULAN

1. Kinerja operasi bendung gerak Serayu dari tahun 1996 sampai dengan tahun 2009 baik, hal ini terbukti pengendalian dampak banjir dan pemenuhan kebutuhan air irigasi serta air baku berhasil dengan baik.
2. Hendaklah pemeliharaan dan perawatan alat dan perlengkapan penunjang dilakukan dengan sebaiknya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1978, *Buletin Pengairan*, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Jakarta
- Anonim, 2007, *Buletin Pengairan*, Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak, Yogyakarta
- Istiarto, 2009, *Teknik Sungai*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta
- Jansen, P.Ph., Bendegom, L., 1979, *Water Movement, Principles of River Engineering*, Pitman, London
- United States Department of The Interior, 1977, *Design of Small Dams*, United States Government Printing Office, Washington