

KAJIAN OPTIMASI PENGOPERASIAN WADUK DARMA KABUPATEN KUNINGAN - JAWA BARAT

Zaenal Muttaqin

Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ) Cirebon

Email : zaenal230188@gmail.com

Abstrak

Waduk Darma merupakan salah satu waduk buatan yang berada pada daerah aliran sungai Cisanggarung bagian hulu. Sejak Waduk Darma dioperasikan pada tahun 1962 sampai sekarang, kondisi persediaan air di Waduk Darma terus menyusut. Penyusutan itu diduga akibat adanya kebocoran teknis (seepage) terutama di Rockfill Dam dan Babakan Dam. Dalam permasalahan yang ingin dicapai terhadap Waduk Darma, diperlukan data-data sebagai pendukung berupa: system dan kinerja operasional waduk, pengumpulan data hidrologi, prosedur dan pembuatan pola pengoperasian waduk, pengumpulan data kinerja irigasi dan penyusunan pola operasi waduk. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa pengoperasian Waduk Darma masih optimal karena berdasarkan hasil analisis simulasi operasi waduk menunjukkan bahwa volume air Waduk Darma masih diatas Minimum Operating Level (MOL). Berdasarkan catatan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Cimanuk-Cisanggarung, sejak Waduk Darma dibangun pada jaman Pemerintahan Kolonial Belanda sampai sekarang, kondisi persediaan air di Waduk Darma terus menyusut. Penyusutan itu diduga akibat proses sedimentasi (pelumpuran) yang cukup tinggi. proses sedimentasi yang cukup tinggi di Waduk Darma sebagian dipicu oleh penebangan pohon di areal hutan sekitar lokasi waduk, sehingga ketika hujan turun air dan lumpur masuk ke dalam waduk dan dalam waktu yang cukup lama terjadi penumpukan lumpur.

Kata Kunci : *Simulasi, Optimasi, Operasi, Waduk.*

Pendahuluan

Waduk merupakan suatu bangunan air yang digunakan untuk menampung debit air berlebih pada saat musim basah supaya kemudian dapat dimanfaatkan pada saat debit rendah atau pada saat musim kering (Sudjarwadi, 1987).

Pada umumnya waduk berfungsi sebagai tempat untuk menampung, mengeluarkan/menyalurkan air yang sebagian besar dimanfaatkan untuk mengairi lahan pertanian atau untuk beberapa kepentingan lainnya diantaranya yaitu untuk

Kajian Optimasi Pengoperasian Waduk Darma Kabupaten Kuningan - Jawa Barat

pengendalian banjir pada saat musim hujan, budi daya ikan air tawar dan juga sebagai tempat sarana rekreasi/pariwisata. Air yang terdapat di waduk sendiri bersumber dari air hujan, air tanah dan dari daerah aliran sungai (DAS) yang dialirkan melalui sungai-sungai yang bermuara ke waduk tersebut.

Waduk Darma merupakan salah satu waduk buatan yang berada pada daerah aliran sungai Cisanggarung bagian hulu. Secara administratif terletak di Kecamatan Darma Kabupaten Kuningan Propinsi Jawa Barat. Luas Waduk Darma mencapai 425 hektar dan dapat menampung air maksimum 58.978.571,106 m³ yang digunakan untuk menyuplai lahan seluas 22.060 hektar. Waduk buatan ini dibangun dengan cara membendung aliran sungai Cisanggarung dan beberapa anak sungainya seperti Kali Cikalapa, Kali Cilame, Kali Cilandak, Kali Cimuncang dan Kali Cinangka, serta beberapa sumber mata air seperti Cibuntu, Balong Beunteur dan Citambang.

Sejak Waduk Darma dioperasikan pada tahun 1962 sampai sekarang, kondisi persediaan air di Waduk Darma terus menyusut. Penyusutan itu diduga akibat adanya kebocoran teknis (*seepage*) terutama di Rockfill Dam dan Babakan Dam selain itu juga karena terjadinya proses sedimentasi (pelumpuran) yang cukup tinggi. proses sedimentasi yang cukup tinggi di Waduk Darma sebagian dipicu oleh penebangan pohon di areal hutan sekitar lokasi waduk, sehingga ketika hujan turun, air dan lumpur masuk ke dalam waduk dan dalam waktu yang cukup lama terjadi penumpukan lumpur. Penyusutan volume air di Waduk Darma selain akibat kebocoran teknis (*seepage*) dan sedimentasi, juga karena kurang kontrolnya terhadap manajemen pengoperasian dan pengelolaan air di Waduk Darma tersebut, sehingga pada saat musim kering jumlahnya bisa menurun drastis. Maka dari itu apabila tidak segera diperbaiki manajemen dan pengelolaannya, dikhawatirkan dalam hitungan waktu hanya beberapa tahun saja kondisi waduk bisa dinyatakan kritis. Apabila sudah dalam tahap kritis, tidak menutup kemungkinan beberapa wilayah yang pasokan air bersih maupun irigasinya mengandalkan waduk itu akan terjadi bencana kekurangan air.

Dengan adanya permasalahan-permasalahan di atas, maka penulis tertarik untuk menindaklanjuti permasalahan tersebut dan mencoba mengkaji mengenai bagaimana pola pengoperasian dari Waduk Darma tersebut sebagai bahan kajian.

Adapun Maksud dan Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini yaitu untuk menganalisis Hidrologi Waduk Darma dan Kinerja Irigasi Waduk Darma.

Metode Penelitian

Penelitian eksperimen merupakan suatu penelitian yang menjawab pertanyaan “jika kita melakukan sesuatu pada kondisi yang dikontrol secara ketat maka apakah yang akan terjadi?”. Untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang dikontrol secara ketat maka kita memerlukan perlakuan (*treatment*) pada kondisi tersebut dan hal inilah yang dilakukan pada penelitian eksperimen. Sehingga penelitian eksperimen dapat dikatakan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono : 2010).

Ada tiga unsur penting yang harus diperhatikan dalam melakukan penelitian ini, yaitu kontrol, manipulasi, dan pengamatan. Variabel kontrol disini adalah inti dari metode eksperimental, karena variabel control inilah yang akan menjadi standar dalam melihat apakah ada perubahan, maupun perbedaan yang terjadi akibat perbedaan perlakuan yang diberikan. Sedangkan manipulasi disini adalah operasi yang sengaja dilakukan dalam penelitian eksperimen. Dalam penelitian ini, yang dimanipulasi adalah variabel independen dengan melibatkan kelompok-kelompok perlakuan yang kondisinya berbeda. Setelah peneliti menerapkan perlakuan eksperimen, ia harus mengamati untuk menentukan apakah hipotesis perubahan telah terjadi (Observasi).

Hasil dan Pembahasan

1. Perhitungan Curah Hujan Efektif

a. Curah Hujan Efektif Waduk Darma

Data curah hujan efektif yang digunakan dalam analisis ditunjukkan seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Curah Hujan Efektif ½ Bulanan

Hujan ½ Bulanan (mm)	% Efektif
0 – 15	0
15 – 50	70
50 – 75	60
75 – 100	45
100 – 250	40
> 250	-

Sumber : Direktorat Jendral Pengairan. Dept. PU ” A Review of The Feasibility of Jatigede Dam Project ” Okt 1983.

Data curah hujan ½ bulanan dan curah hujan efektif untuk stasiun Waduk Darma ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 2 Curah Hujan Efektif Waduk Darma

Bulan	Periode	Rata-Rata 1/2 Bulanan (mm)	Mean	% Efektif	Curah Hujan Efektif 1/2 Bulanan (mm)
1	2	3	4	5	6 = 4 x 5
JAN	I	217	164	40	6574,51
	II	203	196	40	7834,38
FEB	I	219	183	40	7332,18
	II	165	145	40	5786,15
MAR	I	193	177	40	7087,31
	II	159	143	40	5716,57
APR	I	140	132	40	5279,17
	II	97	89	45	4010,36
MEI	I	91	72	60	4291,30
	II	64	47	70	3307,47
JUN	I	44	30	70	2091,37
	II	32	23	70	1615,86
JUL	I	21	23	70	1609,65
	II	18	12	0	0,00
AGS	I	12	23	70	1628,93
	II	16	24	70	1710,20
SEP	I	27	22	70	1556,59
	II	23	26	70	1788,61
OKT	I	51	47	70	3282,26
	II	67	47	70	3289,01
NOP	I	90	72	60	4344,13
	II	163	137	40	5496,48
DES	I	156	131	40	5246,33
	II	186	180	40	7216,19

Sumber : Hasil Analisis Perhitungan

Catatan : % Efektif Terlampir Pada Tabel 4.1 Koefisien Curah Hujan Efektif ½ Bulanan Pada Halaman 55.

b. Analisis *Inflow* Menggunakan Metode Hidrograf Sintetis Nakayasu

Analisis hidrograf sintetis nakayasu diuraikan sebagai berikut :

Luas DTA (A) = 24,044 km² (hasil dari peta DAS)

Panjang Sungai = 8,9 km² (hasil dari peta DAS)

Tabel 3 Volume Ketersediaan Air (*Inflow*) Waduk Darma ½ Bulanan

Bulan	Periode	Volume Curah Hujan rata-rata 1/2 Bulanan (M ³)
JAN	I	5204660,000
	II	4879318,667
FEB	I	5264760,000
	II	3966600,000
MAR	I	4647733,333
	II	3824764,000
APR	I	3357586,667
	II	2339092,000
MEI	I	2178825,333
	II	1549336,552
JUN	I	1050548,000
	II	757260,000
JUL	I	494063,448
	II	438522,759
AGS	I	297598,621
	II	392367,143
SEP	I	648251,034
	II	556235,862
OKT	I	1214020,000
	II	1616289,333
NOP	I	2157990,667
	II	3915955,733
DES	I	3746233,333
	II	4480558,621
JUMLAH		58978571,106

Sumber : Hasil Analisis Perhitungan

Catatan : Volume Curah Hujan ½ Bulanan (m³) Terlampir Pada Tabel 4.7. – 4.18. Pada Halaman 64 – 75.

**Tabel 4 Rekap Pengeluaran Air (*Outflow*) Waduk Darma
½ Bulanan**

Bulan	Periode	Pengeluaran					
		Gorong ² (Tunnel) (m ³ /dt)	Rembesan		Pelimpah (m ³ /dt)	PDAM Kuningan (m ³ /dt)	Jumlah air yang keluar (m ³ /dt)
			Rockfill (m ³ /dt)	Babakan (m ³ /dt)			
Januari	I	0,177	0,011	0,005	0,225	0,038	0,4556
	II	0,818	0,014	0,005	0,512	0,039	1,3879
Februari	I	0,641	0,018	0,007	0,308	0,031	1,0036
	II	3,339	0,018	0,010	0,436	0,040	3,8431
Maret	I	3,422	0,024	0,007	0,649	0,033	4,1343
	II	1,261	0,029	0,012	0,508	0,035	1,8446
April	I	1,601	0,033	0,016	0,347	0,030	2,0281
	II	0,993	0,038	0,020	0,518	0,027	1,5966
Mei	I	0,991	0,037	0,022	0,438	0,029	1,5170
	II	1,114	0,037	0,023	0,449	0,029	1,6510
Juni	I	1,547	0,035	0,021	0,352	0,057	2,0126
	II	1,756	0,031	0,020	0,270	0,029	2,1052
Juli	I	1,848	0,031	0,016	0,228	0,036	2,1591
	II	2,391	0,026	0,016	0,159	0,035	2,6267
Agustus	I	2,423	0,019	0,013	0,136	0,043	2,6342
	II	2,647	0,015	0,008	0,064	0,043	2,7766
September	I	2,669	0,013	0,007	0,155	0,045	2,8887
	II	2,640	0,010	0,004	0,164	0,045	2,8641
Oktober	I	2,101	0,009	0,005	0,681	0,042	2,8379
	II	1,238	0,008	0,004	0,882	0,043	2,1739
Nopember	I	0,954	0,007	0,004	-	0,045	1,0111
	II	1,178	0,008	0,005	0,757	0,048	1,9958
Desember	I	1,311	0,009	0,005	0,194	0,043	1,5610
	II	0,936	0,010	0,007	0,270	0,044	1,2659
Jumlah		39,9950	0,4908	0,2621	8,6999	0,9269	50,3747
Rata-rata		1,6665	0,0204	0,0109	0,3783	0,0386	2,1147
Mean		1,4205	0,0175	0,0091	0,3166	0,0380	1,8016

Sumber : Balai PSDA Wilayah Sungai Cimanuk - Cisanggarung

**Tabel 5 Volume Pengeluaran Air (*Outflow*) Waduk Darma
½ Bulanan**

Bulan	Periode	Pengeluaran					
		Gorong ² (Tunnel) (m ³)	Rembesan		Pelimpah (m ³)	PDAM Kuningan (m ³)	Jumlah air yang keluar (m ³)
			Rockfill (m ³)	Babakan (m ³)			
Januari	I	213555,370	13513,703	6358,686	272028,364	45607,505	551063,628
	II	989714,755	17401,099	5613,065	618806,526	47321,036	1678856,480
Februari	I	775059,792	21217,479	7953,627	372444,477	37264,262	1213939,637
	II	4038722,930	21482,733	12556,386	527048,237	48765,603	4648575,889
Maret	I	4138720,928	28737,298	8866,364	784662,581	39906,840	5000894,009
	II	1525592,864	34837,318	14487,563	614561,635	41797,032	2231276,412
April	I	1936953,630	40458,265	19845,935	419965,795	36012,529	2453236,154
	II	1201431,434	45868,446	24206,182	626542,750	33243,325	1931292,137
Mei	I	1198845,272	45194,052	26352,233	529552,404	35177,731	1835121,692
	II	1347018,026	44885,964	27306,584	542516,573	35337,973	1997065,120
Juni	I	1871306,240	42634,449	25823,113	426036,503	68619,730	2434420,035
	II	2123590,065	37920,437	23636,962	326174,654	34885,886	2546208,004
Juli	I	2235229,850	37455,707	19675,857	275776,973	43549,217	2611687,604
	II	2892039,450	31615,618	19204,149	192071,340	42346,759	3177277,317
Agustus	I	2931059,954	23257,571	15556,976	164825,572	51583,305	3186283,378
	II	3201301,100	18551,386	10032,633	76867,698	51818,518	3358571,336
September	I	3228123,017	15842,611	8100,112	187740,884	54343,262	3494149,884
	II	3193830,109	12353,140	5164,134	198936,566	54175,468	3464459,416
Oktober	I	2541924,180	10520,071	6475,656	823415,040	50342,401	3432677,348
	II	1497141,652	9288,333	4401,757	1067245,200	51500,496	2629577,438
Nopember	I	1154422,632	9050,275	4802,096	-	64387,150	1232662,154
	II	1424425,735	9300,635	6403,825	916070,400	57928,059	2414128,654
Desember	I	1585729,852	10408,268	6294,919	234121,556	51682,004	1888236,599
	II	1132213,049	11854,260	7877,891	326015,981	53117,541	1531078,722
Jumlah		48377951,886	593649,116	316996,706	10523427,711	1130713,631	60942739,050
Rata-rata		2016747,995	24735,380	13208,196	457540,335	47113,068	2558344,974
Mean		1718205,400	21178,166	11023,173	382911,661	46207,989	2179526,389

Sumber : Hasil Analisis Perhitungan

c. Evaporasi Waduk Darma ½ Bulanan

Dalam perhitungan laju evaporasi diperlukan data klimatologi yaitu lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, kelembaban udara dan lain-lain.

Tabel 4.34. Evaporasi Rencana ½ Bulanan Waduk Darma

Bulan	Periode	Evaporasi (mm/m ² Luas Permukaan)	Volume Evaporasi (m ³)
JAN	I	42	178500
	II	41	174250
FEB	I	64	272000
	II	64	272000
MAR	I	81	344250
	II	81	344250
APR	I	71	301750
	II	71	301750
MEI	I	56	238000
	II	56	238000
JUN	I	79	335750
	II	78	331500
JUL	I	90	382500
	II	90	382500
AGS	I	88	374000
	II	88	374000
SEP	I	85	361250
	II	84	357000
OKT	I	88	374000
	II	88	374000
NOV	I	56	238000
	II	56	238000
DES	I	48	204000
	II	47	199750

Sumber : Hasil Analisis Perhitungan

2. Analisis Simulasi Operasi Waduk Darma

Persamaan dasar dalam simulasi waduk yaitu persamaan dasar simulasi neraca air yang merupakan fungsi dari masuk (*inflow*), keluaran (*outflow*) dan tampungan waduk yang dapat disajikan dalam persamaan sebagai berikut :

$$S_{t-1} = S_t + \text{Inflow} - \text{Evaporasi} - \text{Outflow}$$

Dimana :

S_{t-1} : Volume waduk pada periode t-1 (m^3)

S_t : Volume waduk pada periode t (m^3)

Adapun kebijakan dalam operasi waduk tahunan diasumsikan sebagai berikut :

- a. Pada bulan mulainya tahun hidrologi yaitu bulan oktober, volume waduk diasumsikan $\frac{1}{2}$ volume efektif waduk.

$$S_t = 0,5 (S_{FSL} - S_{MOL}) + S_{MOL}$$

S_t : Volume waduk pada periode t (m^3)

S_{FSL} : Volume waduk pada "full supply level" (m^3)

S_{MOL} : Volume waduk pada "minimum operating level" (m^3)

- b. Jika *inflow* bulanan dan *outflow* bulanan menyebabkan muka air di waduk melebihi FSL maka *outflow* harus diperbesar sedemikian, sehingga muka air waduk tidak melebihi FSL. Demikian pula jika akibat *inflow* dan *outflow* bulanan menyebabkan muka air di waduk lebih rendah dari MOL maka *outflow* harus dikurangi sedemikian, sehingga muka air waduk tidak turun dibawah MOL, maka kondisi ini harus dapat dipenuhi.

$$R_i = S_{i-1} + Q_i - S_{MOL} \quad \text{Jika } S_{i-1} + Q_i - R_d < S_{MOL}$$

$$R_i = R_d \quad \text{Jika } S_{FSL} \geq S_{i-1} + Q_i - R_d \geq S_{MOL}$$

$$R_i = S_{i-1} + Q_i - S_{FSL} \quad \text{Jika } S_{i-1} + Q_i - R_d > S_{FSL}$$

Dimana :

R_i = outflow bulan yang nyata pada bulan i (m^3)

S_{i-1} = Volume waduk pada bulan i - 1 (m^3)

Q_i = *inflow* bulanan pada bulan i (m^3)

R_d = *outflow* bulanan yang sesuai dengan kebutuhan (m^3)

- c. Perhitungan Operasi Waduk

Diketahui :

$$S_{FSL} = 58.978.571,106 \text{ m}^3 \quad \text{dengan} \quad Elv_{FSL} = + 712,68 \text{ m}^3$$

$$S_{MOL} = 7.390.000 \text{ m}^3 \quad \text{dengan} \quad Elv_{MOL} = + 702,620 \text{ m}^3$$

Kajian Optimasi Pengoperasian Waduk Darma Kabupaten Kuningan - Jawa Barat

$$\begin{aligned} S_t &= 0,5 (S_{FSL} - S_{MOL}) + S_{MOL} \\ &= (0,5 (58.978.571,106 - 7.390.000)) + 7.390.000 \\ &= 29.492.980,553 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan S_{t-1} disajikan pada tabel berikut ini :

$$S_{t-1} = S_t + Inflow - \text{Evaporasi} - Outflow$$

Cek terhadap ElV_{FSL} dan ElV_{MOL} jika hasilnya “ok” lanjutkan jika “tidak ok” maka *outflow* harus disesuaikan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada bab-bab sebelumnya, maka kajian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan catatan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Cimanuk-Cisanggarung, Sejak Waduk Darma dibangun pada jaman Pemerintahan Kolonial Belanda sampai sekarang, kondisi persediaan air di Waduk Darma terus menyusut. Penyusutan itu diduga akibat proses sedimentasi (pelumpuran) yang cukup tinggi. proses sedimentasi yang cukup tinggi di Waduk Darma sebagian dipicu oleh penebangan pohon di areal hutan sekitar lokasi waduk, sehingga ketika hujan turun air dan lumpur masuk ke dalam waduk dan dalam waktu yang cukup lama terjadi penumpukan lumpur.
2. Permasalahan yang terjadi pada Waduk Darma yaitu terjadinya proses sedimentasi dan adanya kebocoran teknis (*seepage*) terutama di *Rockfill Dam* dan *Saddle Dam*. Besar kecilnya debit kebocoran sangat berkaitan erat dengan elevasi muka air waduk.
3. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa pengoperasian Waduk Darma masih optimal karena berdasarkan hasil analisis simulasi operasi waduk menunjukkan bahwa volume air Waduk Darma masih diatas *Minimum Operating Level (MOL)*.
4. Pada saat-saat dimana air tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman dengan pengaliran menerus, maka pemberian air tanaman dilakukan secara bergilir.

BIBLIOGRAFI

- Linsley, R.K dan Joseph B. Franzini. 1984. *Teknik Sumber Daya Air. Diterjemahkan oleh Djoko Sasongko*. Erlangga : Jakarta.
- Anonim. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi (KP-01), Direktorat Jendral Pengairan DPURI*. Bandung : Galaxy Persada.
- Dinas PU Pengairan. 1994. Buku Data D.I Waduk Darma.
- Supervisi Konstruksi Rehabilitasi Bendungan Darma dan Malahayu. 1997. *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Hidromekanikal Waduk Darma*.
- Dinas Pekerjaan Umum Prop. DT. I Jawa Barat wilayah pengairan seksi Cirebon / Kuningan, Nota Penjelasan Waduk Darma.
- Rono Cahyadi. 2008. *Studi Erosi dan Sedimen di Daerah Aliran Sungai Bagian Hulu dalam Menentukan Perkiraan Sisa Umur Rencana Waduk Darma Kabupaten Kuningan - Jawa Barat*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati, Cirebon.