

PENYELIDIKAN KEMAMPUAN WADUK DARMA DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN

(Studi Kasus: Waduk Darma di Jawa Barat)

Nina Pebriana

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Surakarta
Jl. Raya Palur Ngringo Km. 5, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57773
ninapebriana@gmail.com

Air merupakan sumber daya utama yang sangat riskan jika tidak diolah dan dimanfaatkan sebaik-sebaiknya untuk pemanfaatan bersama baik untuk kegiatan sehari-hari seperti mandi, memasak, mencuci hingga bercocok tanam. Waduk sebagai suatu wadah tampungan yang sangat efektif dalam menampung kelebihan air pada musim hujan dan tetap bisa mendistribusikannya pada musim kemarau.

Waduk Darma adalah salah satu wadah tampungan dari 840 danau serta 162 waduk buatan yang besar dan kecil diseluruh Indonesia yang dibangun pada daerah aliran Sungai Cisanggarung bagian hulu pada tahun 1924 sampai dengan 1962 dibawah pengelolaan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Cimanuk-Cisanggarung. Waduk Darma dimanfaatkan untuk berbagai keperluan yaitu, penyediaan air baku untuk PDAM Kabupaten Kuningan sebanyak 80 liter/detik, penyediaan air irigasi untuk pertanian meliputi areal 19.737 ha untuk Kabupaten Kuningan seluas 6.620 ha dan Kabupaten Cirebon seluas 13.117 ha, selain itu waduk Darma dimanfaatkan untuk budi daya ikan, pengendalian banjir serta pariwisata.

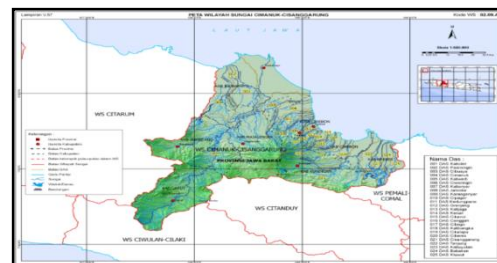
Berdasarkan data terakhir kapasitas waduk Darma menurun menjadi ± 30 juta m^3 dari ± 40 juta m^3 . Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti sedimentasi yang terjadi pada tampungan waduk, kurangnya konservasi lingkungan disekitar waduk, pemanasan global sehingga volume hujan menjadi berkurang serta faktor kebocoran (seepage) pada waduk tersebut dan sebagainya.

Berbagai faktor penyebab penurunan kapasitas tampungan menjadi alasan bagi penulis untuk melakukan penyelidikan terhadap waduk Darma atas kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan akan permintaan (*demand*) yang didistribusikan oleh Waduk Darma tersebut.

Kata Kunci: pengoperasian waduk, *inflow*, *demand*, *rule curve*, *release*.

PENDAHULUAN

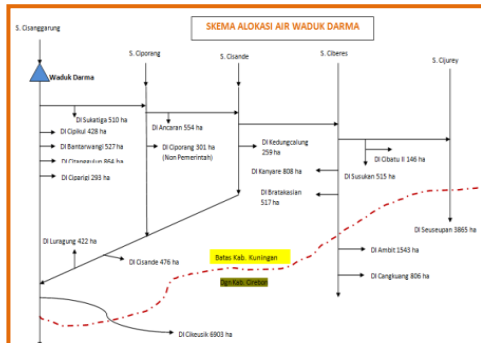
Waduk Darma dibangun pada tahun 1924 sampai dengan tahun 1962 sebagai daerah penelitian yang merupakan daerah tangkapan air (DTA) yang terletak pada bagian hulu aliran Cisanggarung. Pemanfaatan waduk Darma yang paling utama yaitu bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akan air seperti irigasi, PDAM dan air bersih untuk keperluan lainnya. Perkembangan peradaban masyarakat sekitar Waduk Darma yang semakin maju akan menyebabkan ketergantungan atas air dalam jumlah yang semakin besar, berdasarkan data dari Balai Pengelolaan Sumberdaya Air (PSDA) Cimanuk-Cisanggarung menyebutkan kapasitas tampungan debit air waduk Darma sekitar ± 30 juta m^3 dari ± 40 juta m^3 .



Gambar 1 Peta wilsungai Cimanuk – Cisanggarung
(Sumber : BBWS Cimanuk-Cisanggarung)

Turunnya kapasitas tampung debit air disebabkan oleh beberapa faktor seperti sedimentasi yang terjadi pada tampungan waduk, kurangnya konservasi lingkungan disekitar waduk dan yang pasti dengan semakin tuanya planet bumi, terjadinya

pemanasan global yang mengakibatkan berkurangnya jumlah volume air hujan selain itu faktor kebocoran (*seepage*) yang terjadi diwaduk Darma. Keadaan ini mendorong penulis untuk menyelidiki keadaan waduk Darma dalam memenuhi kebutuhan air bagi pengguna (*stake holder*) waduk Darma tersebut.



Gambar 2 Skema alokasi air waduk Darma (Sumber : BBWS Cimanuk – Cisanggarung)

Selama ini kondisi pengoperasian waduk sering dianggap sebagai kondisi yang pasti (deterministik) artinya data yang mempengaruhi pengoperasian waduk seperti data inflow serta data kebutuhan terhadap air sudah ditentukan atau diketahui sebagai data pasti (*certain*). Aktualnya data inflow dan data kebutuhan air tidak diketahui secara pasti (*uncertain*) pada saat diputuskan untuk melepaskan volume air (*release*).

CARA PELAKSANAAN PENELITIAN

a. Pengolahan Data

Berdasarkan pengumpulan, pembacaan dan pengolahan data lapangan waduk Darma maka didapatlah nilai *inflow*, *outflow*, *storage* dan kebutuhan (*demand*) dari waduk Darma. Tujuan utama waduk Darma ini adalah untuk pemenuhan kebutuhan irigasi dan juga air baku untuk PDAM. Data yang digunakan merupakan data lapangan tahun 2002 s/d 2012. Untuk keperluan analisa data selanjutnya data *inflow*, tampungan (*storage*) dan permintaan (*demand*) yang digunakan adalah data rata-rata selama 11 tahun. Setahun air (dari 1 januari hingga 30 desember) dibagi menjadi 12 periode. Data evaporasi dan data kebocoran dihitung

disetiap bulannya dari data harian yang ada,

Tabel 1 Data teknis Waduk Darma

Parameter	Nilai
Elevasi Permukaan air Maksimum (mdpl)	+ 713
Kapasitas Maximum (m ³)	38,500,000
Elevasi Minimum / Dead Storage (mdpl)	+ 702.60
Kapasitas Efektif (m ³)	36,500,000
Elevasi dasar waduk (mdpl)	+ 694
Luas Waduk (Ha)	425
Luas DAS Cisanggarung (Ha)	480
Kebutuhan Air baku PDAM Kuningan (ltr/dtk)	60

(Sumber : BBWS Cimanuk – Cisanggarung)

Tabel 2 Hubungan elevasi, luas muka air dan volume

Elevasi	Luas Muka air m ²	Volume m ³
702.60	2,025,000	7,120,000
703.22	2,180,000	8,640,000
704.46	2,486,400	11,420,000
705.08	2,620,000	13,060,000
706.32	2,893,800	16,340,000
707.56	3,138,800	20,240,000
708.18	3,265,200	22,240,000
709.42	3,464,000	26,480,000
710.04	3,586,400	28,620,000
711.28	3,780,600	33,120,000
712.52	3,984,800	37,980,000
713.00	4,090,000	38,620,000

(Sumber : BBWS Cimanuk – Cisanggarung)

Tabel 3. Evaporasi yang terjadi disetiap bulannya

Bulan	Laju Evaporasi (mm/hari)
Januari	1.6
Februari	2
Maret	1.7
April	1.73
Mei	1.75
Juni	2.05
Juli	1.82
Agustus	1.82
September	2.12
Oktober	2.35
November	1.93
Desember	2

(Sumber : BBWS Cimanuk – Cisanggarung)

Tabel 4. Hubungan elevasi(m) dan kebocoran(m³/s)

No	TMA	Rembesan m ³ /s
1	703.7726667	0.005
2	703.972	0.005
3	704.39	0.005066667
4	704.310625	0.0054375
5	704.924375	0.006
6	705.4106667	0.006133333
7	706.7926667	0.0092
8	708.0266667	0.0136
9	709.041875	0.017125
10	710.0166667	0.023733333
11	710.1386667	0.025866667
12	710.993125	0.03225
13	711.170625	0.03625
14	711.676	0.045133333
15	711.7666667	0.049266667
16	712.47	0.0564
17	712.59875	0.059625
18	712.6826667	0.06

(Sumber : BBWS Cimanuk – Cisanggarung)

b. Rule Curve

Rule curve atau kurva zonasi fluktuasi muka air waduk yang diperlukan sebagai acuan atau pedoman dalam pengaturan release air waduk. Untuk membuat *rule curve* dilakukan sebagai berikut :

- a. Menentukan persamaan dari data hubungan antara storage dan elevasi berdasarkan data yang diketahui.
- b. Input data storage aktual sehingga dapat diketahui elevasi aktual
- c. Untuk menentukan elevasi dengan release dengan menggunakan rumus kesetimbangan air waduk sebagai berikut :

$$S_t = S_{t-1} + I_t - R_t - E_t - P_t$$

dimana :

S_t = volume tampungan pada akhir tahap

S_{t-1} = volume tampungan pada awal tahap

R_t = total pelepasan (*release*) pada akhir tahap

E_t = evaporasi yang terjadi pada akhir tahap

P_t = kebocoran yang terjadi diakhir tahap setelah didapat nilai storage dapat dihitung nilai elevasi

- d. Plot nilai elevasi ditiap bulannya.
- e. Plot nilai sorage ditiap bulannya.

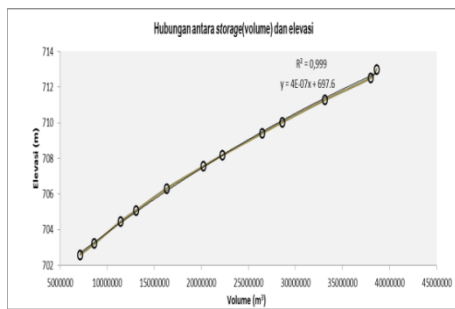
HASIL DAN ANALISA

Kebutuhan air irigasi dan air baku, tampungan air waduk (*storage*), evaporasi serta kebocoran yang dipakai pada penelitian ini adalah kebutuhan rata-rata selama 11 tahun dari tahun 2002 sampai dengan 2012 berdasarkan datayang didapat dari BBWS Cimanuk-Cisanggarung. Sehingga berdasarkan data tersebut penulis bisa menghitung pelepasan (*release*) aktual yang dilakukan oleh waduk Darma disetiap bulannya, hasilnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Data kebutuhan air dihilir, *inflow, storage* rata-rata, evaporasi, *seepage* dan *release* aktual

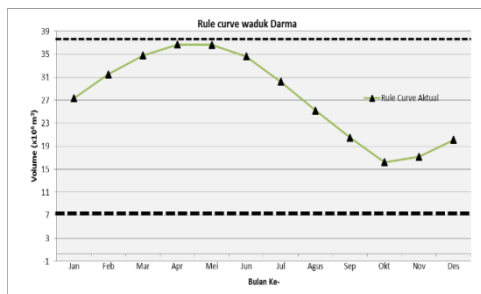
Jumlah Hari	Periode dlm 1 bulan	Demand x 10 ⁶ m ³	Inflow Rata ² x 10 ⁶ m ³	Storage x 10 ⁶ m ³	Evaporasi (10 ⁶ m ³)	Seepage (10 ⁶ m ³)	Release Aktual (10 ⁶ m ³)
				20,000			
31	Jan	7,281	24,894	26,943	4,28544	0,0214806	13,645
28	Feb	9,014	25,642	31,115	4,8384	0,0314258	16,600
31	Mar	19,771	63,305	34,367	4,55328	0,0506748	55,448
30	Apr	31,740	89,073	36,289	4,48416	0,0612400	82,606
31	Mei	42,792	87,585	36,231	4,6872	0,0628571	82,894
30	Jun	108,037	128,342	34,201	5,3136	0,0481060	125,010
31	Jul	166,681	170,048	29,837	4,874688	0,0300169	169,506
31	Agus	179,005	188,039	24,808	4,874688	0,0167835	188,176
30	Sep	181,825	198,621	20,104	5,49504	0,0094287	197,821
31	Okt	103,690	113,905	15,852	6,29424	0,0059598	111,857
30	Nov	26,704	36,240	16,773	5,00256	0,0064154	30,310
31	Des	17,237	31,856	19,739	5,3568	0,0093410	23,523

Gambaran kondisi tampungan berdasarkan data pada tabel 2 dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.

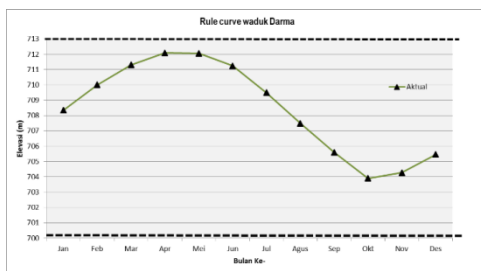


Gambar 3. Kurva hubungan elevasi (m) dan storage (m³)

Rule curve merupakan zona fluktuasi yang menjadi acuan bagi pengelola waduk dalam pengaturan pelepasan (release) dari dari air waduk.



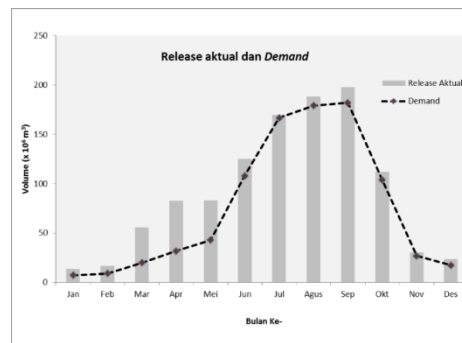
Gambar 4. Rule curve Waduk Darma plot volume



Gambar 5. Rule curve Waduk Darma plot elevasi

Dari kedua plot rule terlihat bahwa pengaturan pelepasan waduk (release) masih berada pada zona batsa atas dan batas bawah dari Waduk.

Pada saat pelepasan (release) waduk, kebutuhan akan air waduk berdasarkan tabel 5 terlihat bahwa kebutuhan air baku dan irigasi merupakan komposisi yang paling besar terhadap nilai akhir dari pelepasan (release) aktual. Berikut ini merupakan gambaran demand terhadap release aktual.



Gambar 6. Release aktual terhadap demand (kebutuhan)

Pada grafik terlihat bahwa penyelidikan release (pelepasan) terhadap kebutuhan (demand) masih terpenuhi artinya besarnya kebutuhan (demand) pada grafik masih berada dibawah grafik pelepasan air waduk. Untuk memperkuat data hasil penyelidikan penulis juga membuat persentase nilai pemenuhan kebutuhan berdasarkan angka persentasi seperti teribat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 6. Persen (%) pemenuhan kebutuhan (demand)

Periode dlm 1 bulan	Demand x 10 ⁶ m ³	Release Aktual x 10 ⁶ m ³	Pemenuhan Kebutuhan (%)
Januari	7,281	13,645	187,407
Februari	9,014	16,600	184,161
Maret	19,771	54,063	273,443
April	31,740	82,606	260,256
Mei	42,792	82,894	193,711
Juni	108,037	125,010	115,711
Juli	166,681	169,506	101,695
Agustus	179,005	188,176	105,124
September	181,825	197,821	108,797
Oktober	103,690	111,857	107,876
November	26,704	30,310	113,506
Desember	17,237	23,523	136,469
Rata-rata % Pemenuhan			157,346

Perhitungan persen pemenuhan kebutuhan (demand) berdasarkan pelepasan (release) berdasarkan tabel terlihat rata-rata diatas seratus persen bahkan dibulan-bulan tertentu diatas 200 persen. Artinya berdasarkan pola operasi waduk masih memenuhi kebutuhan pengguna (stake holder) dari waduk.

KESIMPULAN dan SARAN

a. Rule curve aktual masih memenuhi kebutuhan dan menjadi acuan bagi

- pengelola untuk menjalankan kegiatannya.
- b. Keadaan yang cukup saat ini tetap menjadi masukan bahwa kedepannya masalah-masalah akan tetap bertambah seperti peningkatan penduduk, irigasi pertanian, industri rumahan, industri kecil ataupun menengah disekitar waduk yang akan menambah peningkatan akan kebutuhan terhadap air waduk.
- c. Menjadi masukan untuk penelitian selanjutnya mencari optimasi pola operasi waduk yang berkaitan erat dengan meningkatnya permasalahan yang akan terjadi kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Montarcih,Lily L,Dr. Ir. M.Sc.,
Soetopo,Widandi, Dr. Ir. M.Eng, 2011,
“*Manajemen Sumber Daya Air*”.
Lubuk Agung Bandung, Bandung.
- Montarcih,Lily L,Dr. Ir. M.Sc, “*Hidrologi Praktis*”. Lubuk Agung Bandung, Bandung
- Natalia, Karni, 2008, *Penyusunan Rule Curve Waduk Menggunakan Model Program Dinamik Deterministik*, Jurnal Teknik Sipil, Volume 8, No. 3, 225-236p.
- Purwitasari A, Novita, Kridasantausa Iwan, Tanpa Tahun, *Pengoperasian Waduk Kedung Ombo dengan Program Non Linier*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma. http://repository.gunadarma.ac.id:8000/Jurnal_Aniek_&_Novita1_882.pdf
- Suharyanto, 2005, *Pengoperasian Waduk Dalam Rangka Penanganan Bahaya Kekeringan dan Banjir*, Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 13, No. 1, Edisi XXXI.
- Sudjarwadi, 1989, *Operasi Waduk*, PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 217p.