

# Kinerja Pola Operasi Waduk Bli-Bili

Rini S Harun<sup>\*1</sup> | Zaky Fhanisworo<sup>2</sup> | Anshar<sup>1</sup> | Fauzan Hamdi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang, Indonesia. [riniharun36@yahoo.com](mailto:riniharun36@yahoo.com)

<sup>2</sup> Balai Hidrolik dan Geoteknik, Indonesia.

<sup>3</sup> Prodi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

[zakydpu@gmail.com](mailto:zakydpu@gmail.com)

[anshar\\_pu@yahoo.com](mailto:anshar_pu@yahoo.com)

[fauzanhamdi@unismuh.ac.id](mailto:fauzanhamdi@unismuh.ac.id)

## Korespondensi

\*Rini S Harun: [riniharun36@yahoo.com](mailto:riniharun36@yahoo.com)

**ABSTRAK:** Waduk Bli-Bili merupakan waduk multiguna terbesar di Propinsi Sulawesi Selatan berfungsi sebagai pengendalian risiko banjir di bagian hilir akibat luapan air Sungai Jeneberang serta untuk mengoptimalkan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya air pada bagian hulu DAS. Pada tahun 2004 terjadi bencana berupa runtuhnya dinding kaldera Gunung Bawakaraeng yang merupakan hulu DAS Jeneberang sehingga menyebabkan beberapa bagian dinding kaldera menjadi tidak stabil.

Kapasitas tampungan Waduk Bli-Bili mengalami pengurangan kapasitas sebesar 99,72 juta m<sup>3</sup> selama 20 tahun waduk beroperasi. Pada desain awal, kapasitas waduk sebesar 347,81 juta m<sup>3</sup> berkurang menjadi 248,09 juta m<sup>3</sup> pada tahun 2019. Kebutuhan air Waduk Bli-Bili rerata setiap tahun sebesar 27,24 juta m<sup>3</sup>. Kebutuhan terbesar berada pada bulan Juni sampai dengan Agustus dengan rerata kebutuhan sebesar 39,3 juta m<sup>3</sup>, keandalan Waduk Bli-Bili dalam memenuhi kebutuhan air sebesar 80,92% yang berarti waduk mampu memenuhi kebutuhan air sebesar 80,92% dari keseluruhan kebutuhan air.

## KATA KUNCI

Kapasitas Tampungan, Kebutuhan, Ketersediaan

**ABSTRACT:** Bli-Bili Reservoir is the largest multipurpose reservoir in South Sulawesi Province, which functions as a flood risk control in the downstream due to the overflow of the Jeneberang River and to optimize the management and utilization of water resources in the upstream part of the watershed. In 2004 a disaster occurred in the form of the collapse of the caldera wall of Mount Bawakaraeng which is the upstream of the Jeneberang watershed, causing some parts of the caldera wall to become unstable.

The storage capacity of the Bli-Bili Reservoir has decreased by 99.72 million m<sup>3</sup> during the 20 years the reservoir has been operating. In the initial design, the reservoir capacity of 347.81 million m<sup>3</sup> was reduced to 248.09 million m<sup>3</sup> in 2019. The water demand for the Bli-Bili Reservoir is on average 27.24 million m<sup>3</sup> annually. The biggest demand is from June to August with an average demand of 39.3 million m<sup>3</sup>, the reliability of the Bli-Bili Reservoir in meeting water needs is 80.92%, which means the reservoir is able to meet water needs of 80.92% of the total water demand.

## Keywords:

Storage Capacity, Need, Availability

## 1 | PENDAHULUAN

Waduk adalah wadah buatan yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan. Bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, dan beton, yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan

menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (Peraturan Menteri PUPR, 2015). Waduk berfungsi untuk menyimpan air yang berlebih pada saat musim penghujan agar dapat dimanfaatkan guna pemenuhan kebutuhan air dan daya air pada waktu yang diperlukan serta pengendalian daya rusak air. Waduk merupakan tampungan air yang terbentuk akibat adanya bangunan yang melintang sungai (bendungan) sehingga aliran air yang membawa material di sungai akan tertampung dan terendapkan di dalam waduk (Umayektinisa, 2016). Beberapa material yang mengendap pada tampungan waduk akan menyebabkan tampungan berkurang sehingga kinerja operasi waduk dapat terganggu.

Waduk Bili-Bili merupakan waduk multiguna terbesar di Provinsi Sulawesi Selatan yang diresmikan penggunaannya pada tahun 1999 berfungsi sebagai pengendalian risiko banjir di bagian hilir akibat luapan air Sungai Jeneberang serta untuk mengoptimalkan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air pada bagian hulu DAS Jeneberang (BBWS Pompengan Jeneberang, 2020). Pada tahun 2004 terjadi bencana berupa runtuhnya dinding kaldera Gunung Bawakaraeng yang merupakan hulu DAS Jeneberang sehingga menyebabkan beberapa bagian dinding kaldera menjadi tidak stabil. Peristiwa longsoran kaldera tersebut menyebabkan berkurangnya kapasitas tampungan Waduk Bili-Bili akibat banyaknya material yang masuk ke waduk (Asrib, 2011). Perubahan kapasitas tampungan Waduk saat desain (tahun 1998) dan tahun 2019 berdasarkan Laporan Batimetri Bendungan Bili-Bili.

## 2 | METODE

### 2.1 | Pengumpulan Data

Data pendukung yang dibutuhkan dalam studi ini yaitu Peta lokasi Studi, data teknis bendungan, kurva kapasitas waduk, laporan operasi waduk, inflow, kebutuhan air dan laju evaporasi.

### 2.2 | Analisis Data

#### 2.2.1 | Waduk

Debit air yang masuk ke waduk dapat berupa aliran air yang masuk dari sungai dan daerah sekelilingnya serta curah hujan yang jatuh langsung pada permukaan waduk (BPSDM PUPR, 2017). Untuk menghitung *inflow* waduk berdasarkan laporan harian operasi waduk digunakan persamaan dasar keseimbangan air waduk (neraca air) yang merupakan fungsi dari masukan, keluaran dan tampungan waduk seperti disajikan dalam Persamaan 1 :

$$I - O = \frac{ds}{dt} \quad (1)$$

dimana :

I = debit masuk (m<sup>3</sup>/det)

O = debit keluar (m<sup>3</sup>/det)

ds/dt = ΔS adalah perubahan tampungan (m<sup>3</sup>/det)

Atau secara rinci dapat ditulis sebagai berikut:

$$S_{t+1} = S_t + I_t + R_t + E_t + L_t + O_t + O_{st} \quad (2)$$

dimana :

S<sub>t</sub> = tampungan waduk pada periode t

S<sub>t+1</sub> = tampungan waduk pada periode t+1

I<sub>t</sub> = masukan waduk pada periode t

R<sub>t</sub> = hujan yang jatuh di atas permukaan waduk, pada periode t

E<sub>t</sub> = kehilangan air akibat evaporasi pada periode t

#### 2.2.2 | Kebutuhan Air

Debit keluar (*outflow*) dihitung berdasarkan kebutuhan air sesuai fungsi dari waduk tersebut. Menurut Razuardi (2005), kebutuhan air

merupakan akumulasi dari seluruh kebutuhan air seperti kebutuhan air untuk irigasi, air baku, pemeliharaan sungai dan PLTA. Untuk menentukan kebutuhan air dapat digunakan persamaan 3.

$$Q_{ka} = Q_{ab} + Q_{ir} + Q_l + Q_{sg} \quad (3)$$

Dimana:

$Q_{ka}$  = Kebutuhan air

$Q_{ab}$  = Kebutuhan air baku

$Q_{ir}$  = Kebutuhan irigasi

$Q_l$  = Kebutuhan listrik

$Q_{sg}$  = Kebutuhan Pemeliharaan Sungai

### 2.2.3 | Kinerja Waduk

Secara matematis, definisi di atas dapat dituliskan dengan variabel “ $Z_t$ ” yang nilainya ditentukan sesuai dua definisi diatas dan disajikan dalam persamaan:

$$Z_t^1 = 1 \text{ untuk } R_t \geq D_t, \quad 0 \text{ untuk } R_t < D_t \quad (4)$$

$$Z_t^2 = 1 \text{ untuk } R_t \geq D_t, \quad R_t / D_t \text{ untuk } R_t < D_t \quad (5)$$

Dalam jangka panjang, nilai keandalan system untuk definisi keandalan yang pertama ditulis dengan persamaan berikut :

$$\alpha_1 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Z_t^1 \quad (6)$$

Dimana:

$n$  = Jangka waktu pengoperasian

$R_t$  = Release pada waktu ke-t

$D_t$  = Demand pada waktu ke-t

$\alpha_1$  = Keandalan waduk, gagal total jika kebutuhan tidak terpenuhi

$\sum_{t=1}^n Z_t^2$  = Jumlah total waktu waduk mampu memenuhi kebutuhan ( $R_t \geq D_t$ )

Untuk definisi keandalan ke-2

$\sum_{t=1}^n (1 - Z_t^2)$  = Jumlah total waktu waduk tidak mampu memenuhi kebutuhan ( $R_t < D_t$ ) Untuk definisi keandalan ke-2

### Kelentingan

$$W_t = \begin{cases} 1 & \text{jika } R_{t-1} \leq D_{t-1} \text{ dan } R_t \geq D_t \\ 0, & \text{sebaliknya} \end{cases} \quad (7)$$

Dalam jangka panjang, nilai rerata dari “ $W_t$ ” akan menunjukkan jumlah rerata terjadinya transisi waduk dari keadaan gagal keadaan memuaskan. Jumlah rerata terjadinya transisi ini dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\rho = \frac{1}{n} = \sum_{t=1}^n W_t \quad (8)$$

Dimana:

$\rho$  = probabilitas (rerata frekwensi) terjadinya transisi waduk dari keadaan gagal ke keadaan memuaskan.

Jangka waktu rerata waduk dalam keadaan gagal secara kontinu merupakan jumlah total waktu rerata waduk mengalami gagal dibagi dengan frekwensi rerata terjadinya transisi waduk dan secara matematis dapat dituliskan berikut :

$$T_{\text{gagal}} = \frac{\sum_{t=1}^n (1 - Z_t^1)}{\sum_{t=1}^n W_t} \quad (9)$$

Dimana:

$T_{\text{gagal}}$  = jangka waktu rerata waduk berada dalam keadaan gagal secara kontinu.

Dalam jangka panjang, jangka waktu rerata waduk berada dalam keadaan gagal secara kontinu dapat dituliskan sebagai berikut:

$$T_{\text{gagal}} = \frac{1 - \alpha_1}{\rho} \quad (10)$$

Semakin lama jangka waktu rerata waduk berada dalam keadaan gagal maka semakin kecil kelentingannya sebagai akibatnya maka kekonsekuensi dari keadaan gagal tersebut juga akan besar. Indikator kelentingan didefinisikan sebagai  $\gamma_1$  (kinerja kelentingan), dengan persamaan berikut :

$$\gamma_1 = \frac{1}{T_{\text{gagal}}} = \frac{1}{1 - \alpha_1} \quad (11)$$

## Kerawanan

Kerawanan adalah besaran dari kegagalan yang didapat dari perbedaan antara kapasitas waduk dan jumlah air yang dibutuhkan dibagi dengan jumlah air yang dibutuhkan (Qomariah, 1992). Dalam hal ini jika terjadi kegagalan maka dapat diukur seberapa besar suatu kegagalan yang terjadi. Kerawanan didefinisikan sebagai nilai kekurangan (DEFt) air pelepasan dari kebutuhannya, nilai DEF, didefinisikan dengan persamaan :

$$DEF_t = \begin{cases} D_t - R_t, & \text{jika } R_t \leq D_t \\ 0, & \text{jika } R_t \geq D_t \end{cases} \quad (12)$$

Oleh karena kinerja kerawanan di atas dapat dirumuskan dengan berbagai penafsiran seperti pada persamaan berikut :

Nilai rerata “deficit ratio”

$$V_1 = \frac{\sum_{t=1}^n DEF_t}{\sum_{t=1}^n W_t} \quad (13)$$

Nilai maksimum “deficit ratio”

$$V_2 = \max_t \left\{ \frac{DEF_t}{D_t} \right\} \quad (14)$$

Nilai maksimum “deficit”

$$V_3 = \max_t \{DEF_t\} \quad (15)$$

### 3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 | Kapasitas Tampungan Waduk Bili-Bili

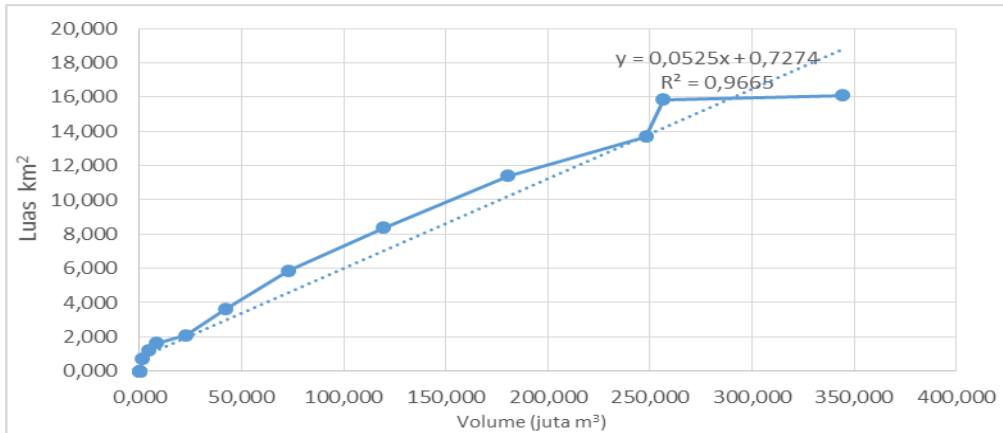
Pada elevasi muka air normal +99,5 m telah terjadi perubahan kapasitas tampungan waduk dari awal operasi waduk tahun 1999 sebesar 347,81 juta m<sup>3</sup> menjadi 248,09 juta m<sup>3</sup> di tahun 2019, sehingga terjadi pengurangan kapasitas waduk sebesar 99,72 juta m<sup>3</sup>. Perubahan kapasitas tampungan waduk pada kondisi desain sampai dengan Tahun 2019 disajikan pada Tabel 1.

TABEL 1 Perubahan Kapasitas Tampungan Waduk Bili-Bili

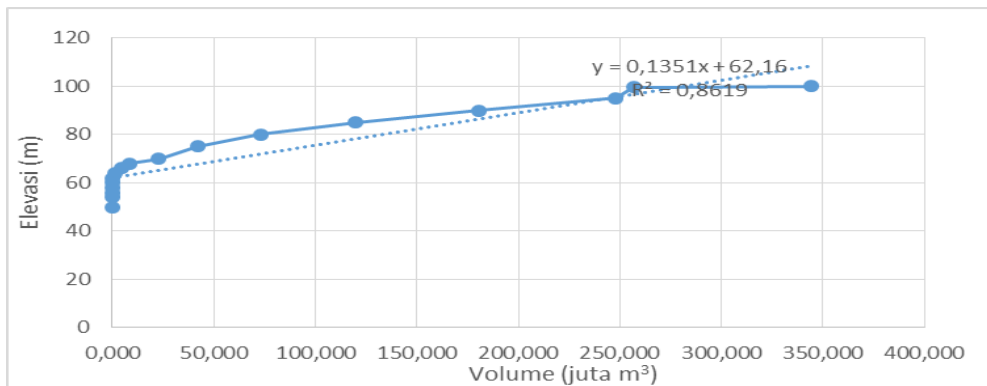
Elevasi	Volume (Juta m <sup>3</sup> )						
	Desain	2008	2010	2012	2016	2018	2019
50	-	-	-	-	-	-	-
54	0,461	-	-	-	-	-	-
56	1,768	-	-	-	-	-	-
58	3,812	-	-	-	-	-	-
60	6,584	-	-	-	-	-	-
62	10,122	0,518	-	0,071	0,070	-	-
64	14,582	1,985	0,921	0,918	0,813	0,259	0,201
66	20,144	5,035	3,275	3,580	2,991	1,768	1,483
68	26,786	9,646	7,026	7,611	6,555	4,676	4,324
70	34,456	15,285	11,806	12,705	11,261	8,838	8,461
75	59,056	33,318	27,046	29,048	26,629	23,388	22,791
80	93,586	61,280	52,215	51,232	47,194	42,471	41,999
85	140,136	98,364	87,205	87,017	78,612	71,745	72,940
90	200,281	149,043	135,789	134,910	26,924	116,135	119,462
95	273,071	217,131	200,695	94,450	186,611	174,967	180,421
<b>99,5</b>	<b>347,812</b>	<b>287,641</b>	<b>268,340</b>	<b>259,500</b>	<b>245,201</b>	<b>239,764</b>	<b>248,091</b>
100	356,568	295,718	276,033	267,430		247,758	256,610
105	451,841	389,870	369,030				344,491
110	558,456	496,490	476,440				

Sumber : BBWS Pompengan Jeneberang, 2020

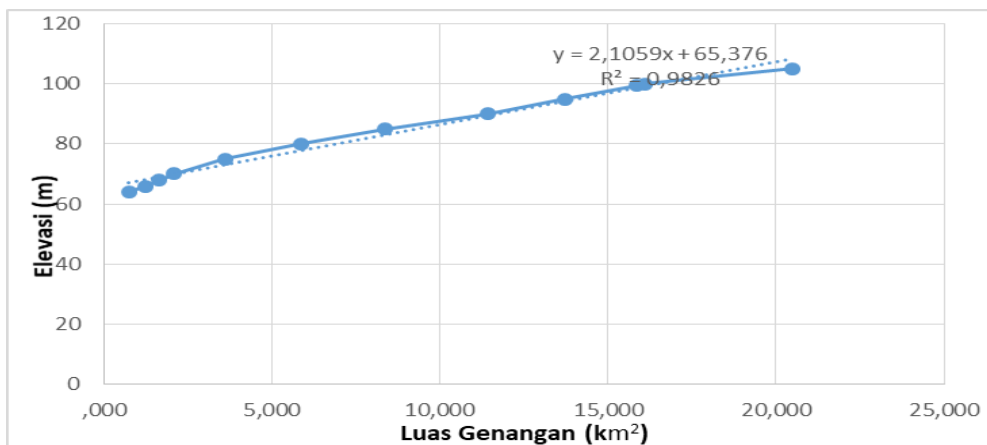
Untuk menghitung kapasitas waduk digunakan kurva H-V-A sehingga diperoleh persamaan grafik seperti pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



**GAMBAR 1** Kurva Luas Genangan dan Volume Waduk Tahun 2019



**GAMBAR 2** Kurva Elevasi dan Volume Waduk Tahun 2019



**GAMBAR 3** Kurva Elevasi dan Luas Genangan Waduk Tahun 2019

Dari kurva kapasitas tampungan dan luas genangan Waduk Bili-Bili pada Gambar 1 dan Gambar 2 didapatkan hubungan antara luas genangan dan volume waduk serta hubungan antara elevasi dan volume waduk sebagai berikut:

Hubungan antara luas genangan dan volume waduk

$$L = 0,0525X + 0,727 \tag{16}$$

Dimana :

L = Luas permukaan waduk (km<sup>2</sup>)

X = Volume tampungan waduk (juta m<sup>3</sup>)

Hubungan antara elevasi dan volume waduk

$$T = 1,351X + 62,16 \tag{17}$$

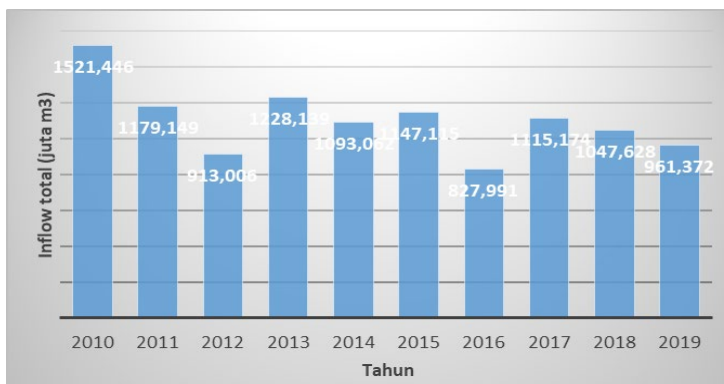
Dimana :

T = Elevasi Waduk (m)

X = Volume tampungan waduk (juta m<sup>3</sup>)

### 3.2 | Inflow Waduk

Besarnya inflow waduk diperoleh berdasarkan laporan harian operasi Waduk Bili-Bili berupa debit inflow harian yang kemudian dibuat menjadi debit rata-rata dua mingguan selama tahun 2010 sampai 2019, menggunakan satuan dalam juta m<sup>3</sup>. Inflow tahunan yang masuk ke Waduk Bili-Bili setiap tahun tersaji pada Gambar 4. Debit inflow 2 mingguan Waduk Bili-Bili tersaji pada Tabel 2.



GAMBAR 4 Debit inflow tahunan Waduk Bili-Bili (BBWS-PJ, 2020)

TABEL 2 Debit Inflow Rerata Dua Mingguan Waduk Bili-Bili (juta m<sup>3</sup>)

TAHUN	JAN		FEB		MAR		APR		MAY		JUN		JUL		AUG		SEP		OCT		NOV		DEC		Rerata
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
2010	251,74	144,45	102,11	64,81	41,53	54,95	50,29	47,11	78,39	61,62	32,74	35,50	40,00	41,63	20,70	21,04	30,79	23,40	30,08	31,56	79,10	64,70	94,18	79,03	63,39
2011	128,09	122,95	95,31	57,95	97,85	100,73	84,27	57,46	66,94	50,47	33,81	33,74	43,83	35,00	20,16	20,02	53,34	10,29	8,59	9,10	8,85	9,59	10,69	20,12	49,13
2012	161,73	59,99	72,64	75,07	75,80	97,71	50,12	47,52	73,12	19,21	21,27	18,33	15,19	9,16	6,53	6,43	5,21	3,88	11,94	12,16	6,37	16,69	18,04	28,89	38,04
2013	111,15	131,14	64,53	170,90	117,81	51,81	22,61	57,26	27,39	38,17	82,68	59,86	52,87	52,27	26,61	25,56	13,56	13,65	13,56	9,74	9,70	15,75	18,84	40,72	51,17
2014	110,95	237,48	102,14	102,41	57,39	52,90	50,57	51,46	30,45	26,42	29,83	33,12	34,97	36,48	12,26	12,20	9,98	9,64	9,16	8,31	12,28	16,08	21,87	24,70	45,54
2015	129,35	92,06	116,03	117,31	119,62	95,20	63,40	39,84	72,80	28,36	32,87	34,55	35,10	35,84	15,19	14,89	9,65	9,66	9,60	9,64	9,69	9,69	10,86	35,93	47,80
2016	33,93	33,30	39,76	46,66	69,14	71,68	92,32	57,95	35,84	22,17	28,40	33,02	34,30	30,61	11,77	11,66	9,75	11,50	12,40	12,37	13,45	24,17	36,95	54,90	34,50
2017	82,39	82,41	216,25	118,65	66,41	51,08	47,32	37,71	31,25	29,08	33,04	32,29	33,04	33,00	9,83	9,84	10,00	9,92	11,86	9,90	11,03	24,18	31,40	93,30	46,47
2018	70,81	125,71	156,35	127,60	69,60	84,31	44,08	33,78	30,64	30,93	32,96	33,07	33,02	31,76	11,06	11,06	11,28	12,39	12,20	13,17	13,10	13,91	17,61	27,21	43,65
2019	37,42	257,09	142,43	41,49	56,13	52,00	24,68	30,45	52,63	35,94	36,09	34,32	30,14	29,56	12,22	12,08	11,71	10,77	9,20	9,23	9,26	9,27	8,05	9,24	40,06

Sumber : Hasil Perhitungan

### 3.3 | Kebutuhan Air

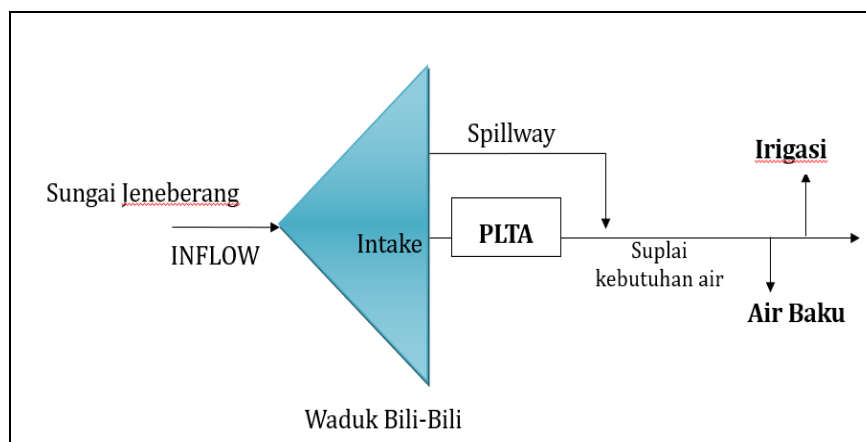
Kebutuhan air pada Waduk Bili-Bili meliputi air baku, irigasi dan pemeliharaan sungai. Sedangkan untuk kebutuhan PLTA mengikuti kebutuhan irigasi dan air baku yang keluar melalui intake bendungan. Waduk Bili-Bili mengairi areal irigasi pada tiga daerah irigasi dengan luas total sebesar 23.518 ha meliputi D.I. Bili-Bili seluas 2.368 ha, D.I. Kampili 10.425 ha, dan D.I. Bissua 10.725 ha. Berdasarkan perhitungan jumlah kebutuhan air Waduk Bili-Bili, diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.

**TABEL 3** Kebutuhan Air Waduk Bili-Bili Tahun 2019

No	Periode		Irigasi (Juta m <sup>3</sup> )	Air Baku (Juta m <sup>3</sup> )	Pemeliharaan sungai (Juta m <sup>3</sup> )	Jumlah Kebutuhan Air (Juta m <sup>3</sup> )
1	Januari	15	22,17	1,21	0,864	24,25
2		31	22,17	1,33	0,950	24,46
3	Februari	15	20,49	1,21	0,864	22,56
4		28	20,49	0,97	0,691	22,15
5	Maret	15	20,49	1,21	0,864	22,56
6		31	20,49	1,24	0,950	22,68
7	April	15	20,49	1,12	0,864	22,47
8		30	20,49	1,12	0,864	22,48
9	Mei	15	20,49	1,12	0,864	22,48
10		31	22,17	1,24	0,950	24,36
11	Jun	15	37,35	1,12	0,864	39,34
12		30	37,35	1,12	0,864	39,34
13	Juli	15	37,35	1,12	0,864	39,34
14		31	37,35	1,24	0,950	39,54
15	Agustus	15	37,35	1,12	0,864	39,34
16		31	26,71	1,24	0,950	28,90
17	September	15	26,71	1,12	0,864	28,70
18		30	16,14	1,12	0,864	18,12
19	Oktober	15	16,14	1,12	0,864	18,12
20		31	16,14	1,21	0,950	18,30
21	November	15	26,27	1,24	0,864	28,37
22		30	26,27	1,12	0,864	28,26
23	Desember	15	26,27	1,12	0,864	28,26
24		31	26,27	1,33	0,950	28,55

Sumber : Laporan POW Bili-Bili, BBWS-PJ (2020)

Skema sistim Waduk Bili-Bili meliputi sumber air, arah aliran, posisi penampungan dan pelayanan tersaji pada Gambar 5.



**GAMBAR 5** Skema Sistim Waduk Bili-Bili (BBWSPJ, 2018)



### 3.4 | Laju Evaporasi

Data laju evaporasi Waduk Bili-Bili diperoleh dari data klimatologi stasiun meteorologi Bontobili Kabupaten Gowa. Laju evaporasi merupakan data harian satuan mm/hari yang diolah menjadi data 2 mingguan dengan satuan juta m<sup>3</sup>. Berdasarkan data bulanan tahun 2010 sampai dengan 2019, laju evaporasi tertinggi terjadi pada bulan Januari tahun 2019 yaitu sebesar 17,6 mm/hari sedangkan laju evaporasi terendah terjadi di bulan Januari tahun 2014 yaitu 0,8 mm/hari. Besarnya laju evaporasi rerata 2 mingguan Waduk Bili-Bili, pada Tabel 4.

**TABEL 4** Evaporasi Waduk Bili-Bili Tahun 2019

Tahun	Periode (juta m <sup>3</sup> )																							
	JAN I	JAN II	FEB I	FEB II	MAR I	MAR II	APR I	APR II	MEI I	MEI II	JUN I	JUN II	JUL I	JUL II	AGT I	AGT II	SEP I	SEP II	OKT I	OKT II	NOV I	NOV II	DES I	DES II
2010	0,87	0,91	0,74	0,89	1,07	1,09	1,05	1,04	1,08	0,77	0,82	0,72	0,79	1,06	0,87	1,08	0,87	0,74	0,96	1,14	0,94	0,82	0,84	0,49
2011	8,49	5,11	3,48	2,66	3,40	5,32	6,09	2,71	2,36	2,27	1,19	0,93	1,02	0,88	0,78	0,63	0,50	0,41	0,36	0,60	0,77	1,19	2,04	3,15
2012	0,45	1,07	1,21	0,71	0,45	0,68	0,86	1,64	3,00	0,66	1,01	0,70	0,80	0,66	0,50	0,72	0,74	0,63	0,56	0,42	0,27	0,25	0,14	0,40
2013	0,86	0,55	0,63	1,12	0,33	0,76	0,25	0,77	0,88	0,50	0,74	0,39	0,18	0,44	0,81	0,91	0,67	0,87	0,53	0,42	0,42	0,27	0,67	0,19
2014	1,59	1,41	2,91	3,74	1,28	0,60	0,58	0,66	0,94	3,08	4,63	1,20	1,17	0,92	0,92	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,53	0,30	0,47
2015	0,87	0,78	0,80	0,71	0,96	0,94	1,16	4,66	4,94	3,94	0,98	0,90	0,79	0,92	1,10	1,18	1,07	0,92	0,79	0,73	0,74	0,91	0,59	0,67
2016	0,53	0,62	0,47	0,72	0,54	0,82	0,83	1,10	0,82	0,86	0,55	0,78	0,73	0,84	0,97	1,11	1,13	1,06	0,93	0,77	0,84	0,63	0,78	0,66
2017	0,53	0,62	0,47	0,72	0,54	0,82	0,83	1,10	0,82	0,86	0,55	0,78	0,73	0,84	0,97	1,11	1,13	1,06	0,93	0,77	0,84	0,63	0,78	0,66
2018	1,85	0,56	0,33	0,61	0,57	0,87	0,59	0,76	0,79	0,39	0,89	0,32	0,89	0,80	0,95	0,86	0,88	0,89	0,60	0,79	0,52	0,17	0,00	0,29
2019	0,57	0,61	0,74	0,64	0,69	0,72	0,63	0,40	0,94	0,94	0,51	0,67	0,86	0,74	0,80	0,67	0,85	0,78	0,69	0,67	0,49	0,44	0,28	0,36

Sumber : Data Hidrologi BBWS Pompengan Jeneberang, 2020

### 3.5 | Kinerja Operasi Waduk

Untuk menilai kinerja pengoperasian waduk dalam memenuhi kebutuhan air digunakan indikator keandalan (reliability), kelentingan (reciency) dan kerawanan (vulnerability). Keandalan waduk adalah tingkat keberhasilan waduk dalam melayani kebutuhan. Analisis kinerja waduk dilakukan dengan membandingkan release waduk dengan kebutuhan air pada setiap periode. Hasil analisis kinerja Waduk Bili-Bili tersaji pada Tabel 5.

**TABEL 5** Kinerja Operasi Waduk

No	Indikator Kinerja	Nilai
1	Keandalan Waduk	80,92 %
2	Kelentingan Waduk	
	- Banyaknya periode operasi	240 periode
	- Banyaknya periode sukses	119 periode
	- Banyaknya periode gagal	121 periode
	- Banyaknya transisi gagal ke sukses	10 periode
	- Waktu transisi dari gagal ke sukses (kelentingan)	0,22
3	Kerawanan Waduk	
	- Total defisit	1.305,2 juta m <sup>3</sup>
	- Maksimum defisit	37,81 juta m <sup>3</sup>
	- Rerata defisit	29,45 juta m <sup>3</sup>
	- Maksimum deficit ratio	5,44 juta m <sup>3</sup>

Sumber : Analisis Data, 2021

Keandalan waduk Bili-Bili dalam memenuhi kebutuhan air sebesar 80,92 % pada 240 periode operasi terdapat 119 periode sukses dan 121 periode gagal. Banyaknya transisi dari gagal ke sukses 10 periode dengan nilai kelentingan 2,22 dan total deficit air sebesar 1305,2 juta m<sup>3</sup>

## 4 | KESIMPULAN

Kapasitas tampungan Waduk Bili-Bili mengalami pengurangan kapasitas sebesar 99,72 juta m<sup>3</sup> selama 20 tahun waduk beroperasi. Pada desain awal, kapasitas waduk sebesar 347,81 juta m<sup>3</sup> berkurang menjadi 248,09 juta m<sup>3</sup> pada tahun 2019. Debit inflow rata-rata yang masuk ke Waduk Bili-Bili pada periode tahun 2010 sampai dengan tahun 2019 adalah 1103,4 juta m<sup>3</sup>. Kebutuhan air Waduk Bili-Bili rerata setiap tahun sebesar 27,24 juta m<sup>3</sup>. Kebutuhan terbesar berada pada bulan Juni sampai dengan Agustus dengan rerata kebutuhan sebesar 39,3 juta m<sup>3</sup>. Berdasarkan perhitungan unjuk kinerja waduk, keandalan Waduk Bili-Bili dalam memenuhi kebutuhan air sebesar 80,92% yang berarti waduk mampu memenuhi kebutuhan air sebesar 80,92% dari keseluruhan kebutuhan air. Kelentingan atau kemampuan waduk untuk kembali ke keadaan sukses dari keadaan gagal sebesar 0,22 dan besarnya defisit air dalam pemenuhan kebutuhan adalah 1.305,2 juta m<sup>3</sup>.

Untuk menjaga kapasitas tampungan Waduk Bili-Bili maka perlu dilakukan metode penanganan sedimen secara intensif agar kinerja operasi waduk dalam memenuhi kebutuhan bisa lebih optimal.

## Daftar Pustaka

- Asdak, C., 1995, Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta Gajah Mada University Press.
- Cahyono, Joko. 2009. Pengantar Teknologi Sabo. Yogyakarta: Yayasan Sabo Indonesia
- Iman Subarka, Ir. 1990, Hidrologi untuk perencanaan Bangunan Air, Penerbit Idea Dharma Bandung.
- Japan International Cooperation Agency ( JICA ), Volcanic Sabo Technical Centre, Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen 1985
- Kamiana I made, 2011. Teknik perhitungan debit rencana bangunan air. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Oehadijono, 1993. Dasar – Dasar Teknik Perhitungan Dbit rencana bangunan air. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Prasetyo. 2007. Penggunaan Check DAM Dalam Usaha Menanggulangi Erosi Alur, UNDIP, [http://eprints.undip.ac.id/33860/5/1813\\_CHAPTER\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/33860/5/1813_CHAPTER_II.pdf). Diakses tanggal 9/7/2016.
- Roth, D. Henry, 1993. Dasar – Dasar Ilmu Tanah. Terjemahan oleh Senarsono. Jakarta: Erlangga
- Soemarto. 1999. Hidrologi Teknik, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Soewarno., 1995, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Hidrologi ilid 1, Nova, Bandung
- Sosrodarsono, S dan Takeda, 1993. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta : Pradnya Paramita
- Sri Harto Br. 1993. Analisis Hidrologi. PT Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Suripin, Ir. Dr. M.Eng, 2003, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Penerbit Andi Semarang.
- Triatmodjo, Bambang, 2008, Hidrologi Terapan. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Beta
- Yulianto, Anwar, 2014, Perencanaan Check Dam Kali Gung Kabupaten Tegal. Universitas Diponegoro.