



## Evaluasi Pengoperasian dan Penelusuran Banjir Bendungan Bili-bili (Studi Kasus Bendungan Bili-bili)

| <b>INFO PENULIS</b>   | <b>INFO ARTIKEL</b>  |
|---|--|
| Nur Auliafitri<br>Universitas Muhammadiyah Makassar<br><a href="mailto:Nurauliafitri57@gmail.com">Nurauliafitri57@gmail.com</a> | ISSN: 3026-3603<br>Vol. 2, No. 2 Oktober 2024<br><a href="http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst">http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst</a> |
| Sri Wahyuni Nasir<br>Universitas Muhammadiyah Makassar  |  |
| Abd. Rakhim Nanda<br>Universitas Muhammadiyah Makassar  |  |
| Agussalim<br>Universitas Muhammadiyah Makassar  |  |

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

### **Saran Penulisan Referensi:**

Auliafitri, N., Nasir, S. W., Nanda A. R., & Agussalim. (2024). Evaluasi Pengoperasian dan Penelusuran Banjir Bendungan Bili-bili. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 476-483.

### **Abstrak**

Bendungan Bili-Bili yang merupakan bendungan yang terbesar di Provinsi Sulawesi Selatan yang di bangun mulai tahun 1992 terletak  $\pm$  30 km di sebelah timur kota Makassar dan berada pada bagian 476 nalis DAS Jeneberang. Waduk ini membendung Sungai Jeneberang yang berada di Desa Bili-Bili Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa. Bendungan Bili-Bili mulai diresmikan penggunaannya pada tahun 1999. Waduk ini merupakan waduk serbaguna yang dibangun dengan tujuan utamanya adalah untuk pengendalian banjir kota Makassar, pemenuhan kebutuhan air irigasi seluas  $\pm$  23,000 Ha, suplai air baku sebesar 3,3 m<sup>3</sup>/dtk dan pembangkit listrik tenaga air sebesar 20,1 MW. Daerah tangkapan air waduk Bili-Bili memiliki luas 384,40 km<sup>2</sup> dengan perencanaan umur operasi 50 tahun (JRBDP, 2004), namun dalam perkembangan terakhir terjadi penurunan pemanfaatan fungsi layanan waduk akibat adanya perubahan kondisi daerah tangkapan waduk karena adanya erosi akibat perubahan pemanfaatan lahan dan juga terjadinya longsoran dinding kaldera gunung Bawakaraeng pada tahun 2004 yang merupakan hulu DAS Jeneberang sebagai sumber utama air waduk Bili-Bili

**Kata kunci :** Banjir, Bendungan, Waduk

### Abstract

Bili-Bili Dam, the largest dam in South Sulawesi Province, was built in 1992 and is located approximately 30 km east of Makassar City and is located in the Jeneberang River basin. This reservoir dams the Jeneberang River located in Bili-Bili Village, Bontomarannu District, Gowa Regency. Bili-Bili Dam was officially opened in 1999. This reservoir is a multipurpose reservoir built with the main purpose of controlling flooding in Makassar City, fulfilling irrigation water needs of approximately 23,000 Ha, supplying raw water of 3.3 m<sup>3</sup>/sec and generating hydroelectric power of 20.1 MW. The Bili-Bili reservoir catchment area has an area of 384.40 km<sup>2</sup> with a planned operational life of 50 years (JRBDP, 2004), but in recent developments there has been a decline in the utilization of the reservoir's service function due to changes in the condition of the reservoir catchment area due to erosion due to changes in land use and also the landslide of the Bawakaraeng mountain caldera wall in 2004 which is the upstream of the Jeneberang DAS as the main source of water for the Bili-Bili reservoir.

**Keywords:** Flood, Dam, Reservoir

### A. Pendahuluan

Bendungan menurut Peraturan Menteri Nomor 72/PRT/1997 yaitu setiap bangunan penahan air buatan, jenis urugan atau jenis lainnya yang menampung air atau dapat menampung air, termasuk pondasi, bukit/tebing tumpuan, serta bangunan pelengkap dan peralatannya, termasuk juga bendungan limbah galian, tetapi tidak termasuk bendung dan tanggul.

Bendungan Bili-Bili yang merupakan bendungan yang terbesar di Provinsi Sulawesi Selatan yang di bangun mulai tahun 1992 terletak ± 30 km di sebelah timur kota Makassar dan berada pada bagian 477 nalis DAS Jeneberang. Waduk ini membendung Sungai Jeneberang yang berada di Desa Bili-Bili Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa.

Bendungan Bili-Bili mulai diresmikan penggunaannya pada tahun 1999. Waduk ini merupakan waduk serbaguna yang dibangun dengan tujuan utamanya adalah untuk pengendalian banjir kota Makassar, pemenuhan kebutuhan air irigasi seluas ± 23,000 Ha, suplai air baku sebesar 3,3 m<sup>3</sup>/dtk dan pembangkit listrik tenaga air sebesar 20,1 MW. Daerah tangkapan air waduk Bili-Bili memiliki luas 384,40 km<sup>2</sup> dengan perencanaan umur operasi 50 tahun (JRBDP, 2004), namun dalam perkembangan terakhir terjadi penurunan pemanfaatan fungsi layanan waduk akibat adanya perubahan kondisi daerah tangkapan waduk karena adanya erosi akibat perubahan pemanfaatan lahan dan juga terjadinya longsoran dinding kaldera gunung Bawakaraeng pada tahun 2004 yang merupakan hulu DAS Jeneberang sebagai sumber utama air waduk Bili-Bili.

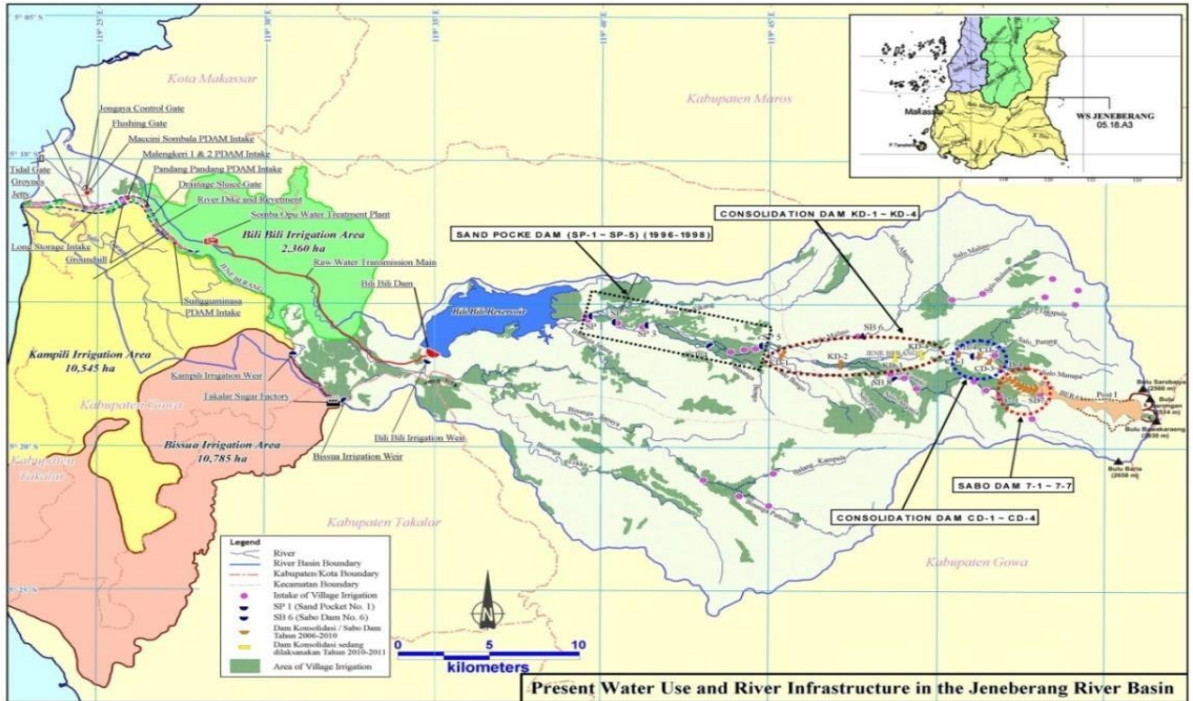
Banjir terjadi di wilayah sungai Jeneberang hilir yang menyebabkan puluhan rumah tergenang terutama yang ada di bantaran sungai. Upaya pengendalian banjir di wilayah Sungai Jeneberang hulu adalah dengan pengoperasian bendungan Bili-Bili. Salah satu fungsi utama waduk Bili-Bili adalah sebagai pengendali banjir, mulai tanggal 19 Januari 2019 sampai kejadian banjir tersebut, telah dilaksanakan operasi pengendalian banjir di bendungan Bili-Bili dengan operasi pembukaan pintu spillway sesuai dengan SOP dan pola operasi waduk bendungan Bili-Bili, tetapi hal tersebut oleh Sebagian masyarakat justru di anggap sebagai penyebab terjadinya banjir di bagian hilir bendungan (Nasaruddin, 2022).

Hujan lebat mulai mengguyur Sulawesi Selatan sejak Senin (21/1) lalu. Dengan intensitas yang lebat dan tanpa henti, hujan menyebabkan volume Bendungan Bili-Bili di Kabupaten Gowa meningkat hingga ke level waspada. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika telah memberikan informasi bahwa pada tanggal 19 Januari 2019 sampai dengan 23 Januari 2019, curah hujan di Kabupaten Gowa berpotensi hujan lebat antara 250 mm sampai 300 mm/hari.

Curah hujan yang tinggi dikawasan tersebut diakibatkan oleh adanya daerah bertekanan rendah di sekitar Laut Timor. Selain itu, kelembaban yang tinggi disertai labilnya udara membuat pertumbuhan awan hujan sangat signifikan di sana. Melihat ancaman jebolnya Bendungan Bili-Bili jika hujan terus terjadi, maka pemerintah setempat, setelah berdiskusi dengan sejumlah instansi terkait, memutuskan untuk membuka pintu bendungan.

**B. Metodologi**

Lokasi waduk serbaguna Bili - Bili terletak sekitar ± 30 km sebelah utara timur kota Makassar pada poros Makassar Malino, tepatnya di Bili - Bili Desa Romangloe Kecamatan Bontomarannu Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan 1 km ke478nalisaulu antara pertemuan sungai Jeneberang dengan sungai Jenelata. Sumber air waduk Bili - Bili berasal dari sungai Jeneberang yang bersumber dari gunung Bawakaraeng pada elevasi + 2833.3 meter di atas permukaan air laut.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

**Jenis Penelitian dan Sumber Data**

1. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari lokasi penelitian dengan melakukan observasi serta dokumentasi terhadap kondisi lokasi penelitian Bendungan Bili-bili Kabupaten Gowa

**C. Hasil dan Pembahasan**

**1. Distribusi Hujan**

Perhitungan distribusi hujan jam-jaman menggunakan metode Mononobe dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Rumus : } I = \frac{R}{24} \left\{ \frac{24}{t} \right\}^{2/3}$$

Dari hasil perhitungan ini, akan diperoleh curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu dimana pendistribusian hujan jam-jaman ini akan dimasukkan ke dalam perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik sehingga dapat diketahui besarnya debit banjir akibat hujan.

Untuk t = 2 menit

$$I_5 = \frac{112.68}{24} \left\{ \frac{24}{5/60} \right\}^{2/3} = 204.76 \text{ mm/jam}$$

$$I_{10} = \frac{176.07}{24} \left\{ \frac{24}{5/60} \right\}^{2/3} = 319.94 \text{ mm/jam}$$

$$I_{25} = \frac{306.85}{24} \left\{ \frac{24}{5/60} \right\}^{2/3} = 557.59 \text{ mm/jam}$$

$$I_{50} = \frac{440.84}{24} \left\{ \frac{24}{5/60} \right\}^{2/3} = 801.05 \text{ mm/jam}$$

$$I_{100} = \frac{634.99}{24} \left\{ \frac{24}{5/60} \right\}^{2/3} = 1153.86 \text{ mm/jam}$$

$$I_{200} = \frac{905.78}{24} \left\{ \frac{24}{5/60} \right\}^{2/3} = 1645.91 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan distribusi hujan jam-jaman dengan menggunakan metode Mononobe untuk tahun berikutnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

Tabel 1. Perhitungan Distribusi Hujan

| Waktu<br>(menit) | I 5<br>(mm/jam) | I 10<br>(mm/jam) | I 25<br>(mm/jam) | I 50<br>(mm/jam) | I 100<br>(mm/jam) | I 200<br>(mm/jam) |
|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 5                | 204.76          | 319.94           | 557.59           | 801.05           | 1153.86           | 1645.91           |
| 10               | 128.99          | 201.55           | 351.26           | 504.63           | 726.89            | 1036.86           |
| 15               | 98.44           | 153.81           | 268.06           | 385.11           | 554.72            | 791.27            |
| 20               | 81.26           | 126.97           | 221.28           | 317.90           | 457.91            | 653.18            |
| 25               | 70.03           | 109.42           | 190.69           | 273.96           | 394.62            | 562.89            |
| 30               | 62.01           | 96.89            | 168.87           | 242.60           | 349.45            | 498.47            |
| 35               | 55.96           | 87.43            | 152.38           | 218.91           | 315.32            | 449.79            |
| 40               | 51.19           | 79.98            | 139.40           | 200.26           | 288.47            | 411.48            |
| 45               | 47.32           | 73.94            | 128.87           | 185.14           | 266.68            | 380.40            |
| 50               | 44.11           | 68.93            | 120.13           | 172.58           | 248.59            | 354.60            |
| 55               | 41.40           | 64.69            | 112.73           | 161.96           | 233.29            | 332.77            |
| 60               | 39.07           | 61.04            | 106.38           | 152.83           | 220.14            | 314.02            |
| 65               | 37.04           | 57.87            | 100.85           | 144.89           | 208.70            | 297.70            |
| 70               | 35.25           | 55.08            | 95.99            | 137.90           | 198.64            | 283.35            |
| 75               | 33.67           | 52.60            | 91.68            | 131.70           | 189.71            | 270.61            |
| 80               | 32.25           | 50.39            | 87.82            | 126.16           | 181.72            | 259.22            |
| 85               | 30.97           | 48.39            | 84.34            | 121.16           | 174.52            | 248.95            |
| 90               | 29.81           | 46.58            | 81.18            | 116.63           | 168.00            | 239.64            |

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. Rekapitulasi Debit Banjir Dengan Metode Nakayasu DAS Jeneberang

| Kala Ulang | Perencanaan Hasil Studi |                     |
|------------|-------------------------|---------------------|
|            | CH Rancangan            | Q Banjir Rancangan  |
|            | mm                      | m <sup>3</sup> /det |
| 5          | 112.68                  | 699.35              |
| 10         | 176.07                  | 681.64              |
| 25         | 306.85                  | 859.52              |
| 50         | 440.84                  | 1006.37             |
| 100        | 634.99                  | 1165.83             |
| 200        | 905.78                  | 1339.72             |

Sumber : Hasil Perhitungan

## 2. Analisa Debit Berdasarkan Data AWLR

Data yang dikumpulkan oleh AWLR adalah data yang sesuai dengan kondisi permukaan air, sehingga dapat digunakan untuk memantau perubahan tinggi muka air seiring waktu. Data banjir yang masuk ke waduk, tersedia mulai tahun 2000 sampai dengan tahun 2019. Dalam periode tersebut data tahun 2008 dan 2009 tidak digunakan karena banyak terdapat pencatatan yang kosong. Resume debit puncak banjir yang masuk ke waduk, disajikan pada tabel 4.18. Dalam kurun waktu operasi waduk selama lebih dari 20 tahun, debit banjir terbesar yang pernah terjadi adalah pada tahun 2019, dimana debit puncaknya mencapai 3.326 m<sup>3</sup>/detik.

Tabel 3. Debit Banjir Rancangan Waduk Bili-bili

| Kala Ulang | Debit (m <sup>3</sup> /d) |
|------------|---------------------------|
| 5          | 1.433                     |
| 10         | 1.674                     |
| 25         | 1.996                     |
| 50         | 2.243                     |
| 100        | 2.513                     |
| 200        | 2.791                     |

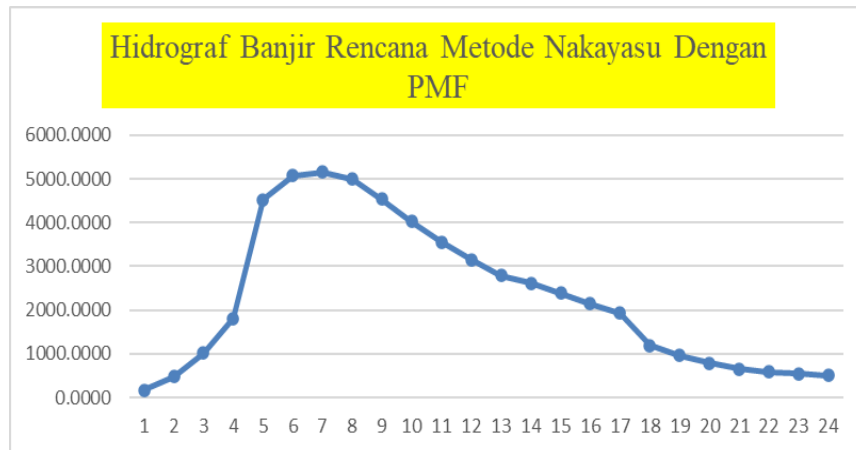
Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data debit yang masuk ke Waduk Bili-Bili selama 20 tahun periode operasi waduk, debit banjir terbesar yang pernah tercatat adalah kejadian banjir 22 Januari 2019,

dimana debit puncaknya mencapai 3.326 m<sup>3</sup>/detik, sesuai hasil perhitungan besarnya debit tersebut melebihi kala ulang 200 tahun.

### 3. Hidrograf Banjir Rancangan

Bentuk hidrograf banjir diperoleh dari pendekatan terhadap data hasil pencatatan pada 8 seri hidrograf banjir yang “relatif” memiliki puncak tunggal. Setelah itu, dilakukan analisis bentuk hidrograf banjir dengan mempertimbangkan faktor waktu naik, waktu dasar dan rasio debit puncak terhadap baseflow.



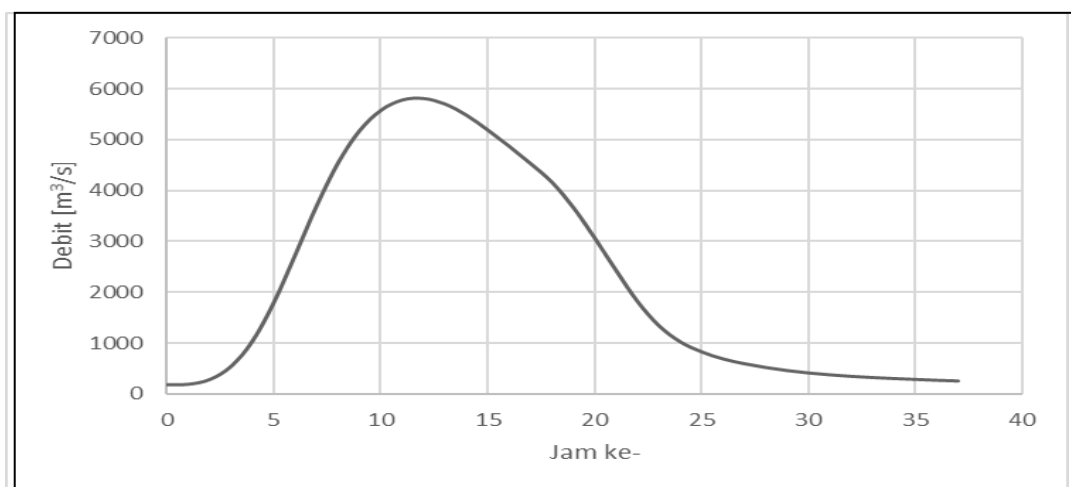
Gambar 2. Hidrograf banjir rancangan (inflow) Waduk Bili-Bili

### 4. Aliran Dasar

Aliran dasar untuk PMF ditetapkan sama dengan aliran dasar pada hidrograf banjir kala ulang 10.000 tahun, yaitu sebesar 174 m<sup>3</sup>/d.

### 5. Hidrograf PMF

Apabila dibandingkan dengan perhitungan yang pernah dilakukan sebelumnya maka nilai PMF pada studi tahun 2020 ini adalah nilai terbesar. Berdasarkan data perencanaan (1988), nilai PMF adalah sebesar 3.800 m<sup>3</sup>/detik. Adapun untuk tahun 2012 nilai PMF adalah sebesar 5.511 m<sup>3</sup>/detik. Pada tahun 2018, nilai PMF dianggap setara dengan Q<sub>10.000</sub>, yaitu sebesar 4.261 m<sup>3</sup>/detik. Dengan mempertimbangkan kejadian banjir 22 Januari 2019, dimana debit yang terjadi adalah sebesar 3.326 m<sup>3</sup>/detik, maka nilai PMF sebesar 5.814 m<sup>3</sup>/detik dapat dianggap wajar.



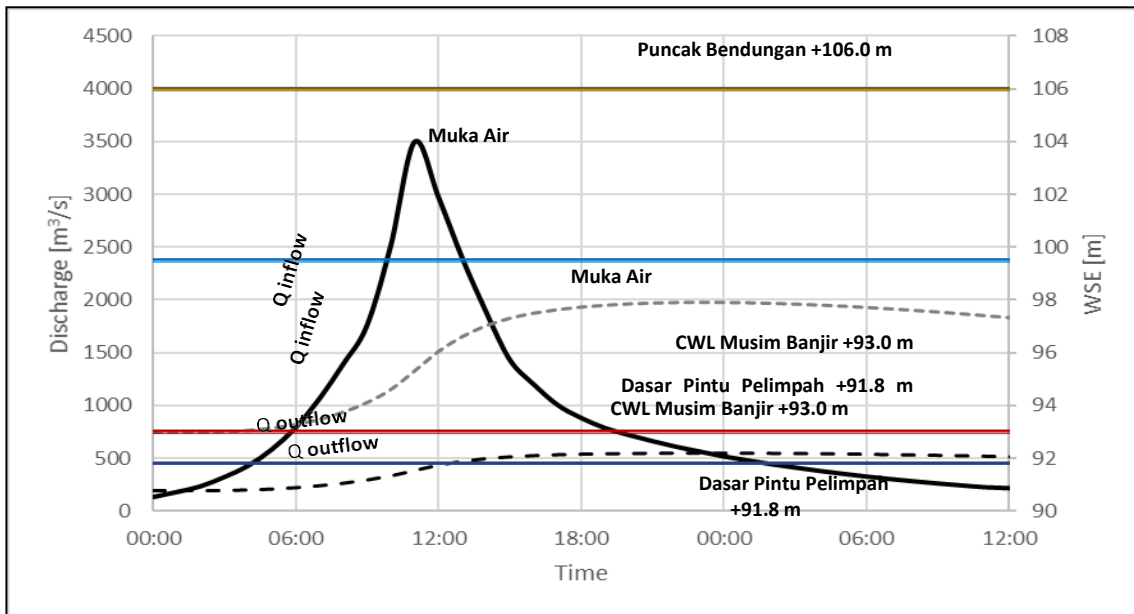
Gambar 3. Hidrograf PMF inflow Waduk Bili-Bili

### 6. Simulasi Penelusuran Banjir

Simulasi penelusuran banjir dilakukan dengan bantuan *software* HEC-HMS versi 4.2.1. Data-data yang dibutuhkan adalah data hidrograf debit *inflow* ke waduk, karakteristik tampungan dan data karakteristik pelimpah. Data karakteristik pelimpah yang digunakan bersumber dari hasil model tes fisik pelimpah Bendungan Bili-Bili tahun 1988.

Selain itu, sebagaimana lazimnya bendungan yang dilengkapi pelimpah berpintu, maka perlu ditetapkan *control water level* (CWL) pada saat musim banjir. Nilai CWL dalam simulasi penelusuran banjir direpresentasikan menjadi nilai *initial water level*. Berdasarkan data operasi yang ada, saat ini CWL ditetapkan pada elevasi +99.5 m atau sama dengan elevasi pelimpah bebas. Pintu pelimpah akan dibuka pada saat elevasi muka air mencapai elevasi +99.5 m.

Berdasarkan hasil simulasi penelusuran PMF, dengan nilai PMF puncak sebesar 5.814 m<sup>3</sup>/d, apabila CWL tetap pada posisi +99.5 m, maka muka air waduk akan melebihi puncak bendungan (*overtopping*). Oleh karena itu, CWL perlu diturunkan. Nilai CWL perlu dicoba-coba sedemikian rupa sehingga muka air waduk maksimum masih aman terhadap bahaya *overtopping* (tinggi jagaan cukup) dan juga operasi waduk dalam mensuplai kebutuhan layanan masih tetap handal. seperti yang disajikan pada gambar di bawah ini hasil simulasi penelusuran banjir pada penelusuran PMF Waduk Bili-Bili.



Gambar 4. Hasil Simulasi Penelusuran PMF Waduk Bili-bili

Tabel 4. Resume Hasil Penelusuran Banjir Waduk Bili-bili

| Kala Ulang  | $Q_{inflow}$ Max [m <sup>3</sup> /d] | $Q_{outflow}$ Max [m <sup>3</sup> /d] | Muka Air Max [m] |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| 50 Tahun    | 2.248                                | 425                                   | 95,88            |
| 100 Tahun   | 2.513                                | 453                                   | 96,31            |
| 1.000 Tahun | 3.500                                | 551                                   | 97,89            |
| PMF         | 5.814                                | 2.926                                 | 104,74           |

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah melalui serangkaian proses iterasi, ditetapkan nilai CWL musim banjir pada elevasi +93.0 m. Dengan CWL tersebut, muka air banjir maksimum hasil penelusuran PMF adalah pada elevasi 104,74 m dengan tinggi jagaan 1,26 m. Untuk pelimpah berpintu, tinggi jagaan PMF minimal 1,25 m. Dengan demikian, CWL +93.0 telah cukup untuk mengamankan bendungan dari bahaya *overtopping*.

### 7. Kapasitas Pelimpah

Bendungan Bili Bili memiliki dua jenis pelimpah, yaitu pelimpah berpintu dan pelimpah bebas. Pelimpah berpintu dengan elevasi dasar +91,8 m sebanyak 2 unit. Masing-masing pintu memiliki ukuran lebar 7,0 m dan tinggi 7,7 m. Pada praktiknya, selama ini pintu dibuka maksimum setinggi 7,0 m. Adapun untuk pelimpah bebas, jumlahnya 2 unit dengan masing-masing panjang mercu pelimpah 35 m dan elevasi mercu pada +99,5 m.

Berdasarkan data perencanaan (1988), muka air maksimum direncanakan pada elevasi +103,0 m dengan debit *outflow* sebesar 2.000 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan hasil penelusuran banjir, muka air maksimum PMF mencapai elevasi +104,74 m dengan debit *outflow* sebesar 2.926 m<sup>3</sup>/detik. Dengan demikian, nilai muka air maksimum dan debit *outflow* maksimum hasil perhitungan tahun 2020 ini, disimpulkan di atas nilai-nilai pada data perencanaan.

Berdasarkan grafik dan persamaan *rating curve* pelimpah berpintu dan pelimpahbebas hasil model tes fisik Bendungan Bili-Bili, kapasitas pelimpah total pada elevasi +106,0 m (sama dengan elevasi puncak bendungan) adalah sebesar 3.864 m<sup>3</sup>/detik (tinggi pintu pelimpah maksimum terbuka 7 m). Nilai  $Q_{PMFin}$  sebesar 5.814 m<sup>3</sup>/d (25%-nya sebesar 1.454 m<sup>3</sup>/d) dan  $Q_{PMFout}$  sebesar 2.926 m<sup>3</sup>/d. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kapasitas pelimpah Bendungan Bili-Bili telah memenuhi ketentuan yang disyaratkan.

#### D. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan grafik dan persamaan *rating curve* pelimpah berpintu dan pelimpah bebas hasil simulasi banjir Bendungan Bili-Bili, kapasitas pelimpah total pada elevasi +106,0 m (sama dengan elevasi puncak bendungan) adalah sebesar 3.864 m<sup>3</sup>/detik (tinggi pintu pelimpah maksimum terbuka 7 m). Nilai  $Q_{PMFin}$  sebesar 5.814 m<sup>3</sup>/d (25%-nya sebesar 1.454 m<sup>3</sup>/d) dan  $Q_{PMFout}$  sebesar 2.926 m<sup>3</sup>/d. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kapasitas pelimpah Bendungan Bili-Bili masih memenuhi ketentuan yang disyaratkan dan efektif sebagai pengendalian banjir.
2. Pada operasi waduk Bili-Bili pada saat kondisi normal yang tercatat pada muka air +99,50 m, volume tampungan waduk mengalami perubahan dari 347,812 juta m<sup>3</sup> menjadi 248,091 juta m<sup>3</sup> ini dikarenakan adanya sedimen yang mengendap di dasar waduk. Operasi waduk pada saat kondisi banjir maksimum yang masuk ke waduk adalah 3464 m<sup>3</sup>/detik yang tercatat pada muka air +101,87 m, dengan kondisi banjir ini masih aman dengan tinggi jagaan 1,25 m berdasarkan perhitungan elevasi tinggi jagaan Bendungan Bili-Bili.

#### Saran

1. Pengoperasian pintu pelimpah waduk Bili-Bili pada kondisi normal di sesuaikan dengan SOP waduk Bili-Bili pada saat Perencanaan, sedangkan pada kondisi banjir pintu pelimpah di buka pada elevasi 93,00m secara bertahap untuk mengurangi kenaikan tinggi muka air di waduk.
2. Perlu ada SOP pembukaan pintu pelimpah pada saat kondisi banjir.
3. Pola operasi waduk Bili-Bili seharusnya di Update setiap tahun sesuai dengan perubahan tampungan akibat sedimentasi.
4. Sangat diperlukan pengendalian sedimentasi di hulu waduk, antara lain dengan penataan konservasi DAS dan pembangunan check dam.

#### E. Referensi

- Anonyus. (n.d). *Pedoman Pegoperasian dan Pemeliharaan Waduk Bili - Bili*, Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang.
- Arsyad, S. (2012). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Asdak, C, (2004). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Edisi III, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Asrib, AR. Purwanto, JY. Sukandi dan Erizal. (2011). *Dampak Longsoran Kaldera Terhadap Tingkat Sedimentasi Di Waduk Bili-Bili Provinsi Sulawesi Selatan*. *Jurnal Hidrolitan*. 2 (3) : 135 -146, 2011. ISSN 2086-4825.
- Beauty Anggraheny Ikhwyaty. (2014). *Desain Kontrol Pintu Bendungan Otomatis untuk Mencegah Banjir Menggunakan VHDL*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- Bisri, M. (2009). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. CV Asrori.
- Fuat, S & Simons, D. B., (1992). *Sediment Transport Technology Water and Sediment Dynamics*. Book Crafter, Michigan USA.
- H.R. Mulyanto For Jica & STC Yogyakarta. (2000). *Sedimentation In Reservoir And Its Control*
- H.R. Mulyanto. *Efek Konservasi Sistem Sabo Untuk Pengendalian Sedimen di Waduk*. Graha Ilmu
- Hardiyatmo, H. C., (2006). *Mekanika Tanah I*, Edisi keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kartasapoetra, A. G. (1991). *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*. Jakarta: Bumi Aksara
- Linsley, Jr. R. K., (1996). *Hidrologi untuk Insinyur*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Malang Bambang Triatmojo, *Hidrologi Terapan*, Maret 2008. Malang: Universitas Brawijaya.
- Oktiarini, Dwi, Warsito Atmodjo, dan Widada, S. (2015). *Transport Sedimen di Perencanaan Pelabuhan Marunda*, Jakarta Utara.

- Pekik, Gunawan. (2014). *Perencanaan Spillway dan Optimasi Pengoperasian Waduk Pada Bendungan Desa Bandungharjo Kecamatan Toroh Kabupaten Grobogan*. Jawa Tengah: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung, 166 hlm.
- Poerbandono, dan Eka Djunarsjah. (2005). *Survei Hidrografi*. P.T. Refika Aditama, Bandung.
- Rizky Aditya Tristanto, Widiandi Soepto, Heri Suprijanto. (2017). *Studi Aturan Lepas untuk Operasi Waduk di Bendungan Pengga Kabupaten Lombok Tengah*.
- Roby Hambali and Yayuk Apriyanti. (2016). *Studi karakteristik sedimen dan laju sedimentasi sungai di Pulau Bangka (Studi Kasus Sungai Daeng Kabupaten Bangka Barat)*.
- Sani, A. (2008). *Analisis Kapasitas Waduk dengan Metode Ripple dan Behavior (Studi Kasus Pada Waduk Mamak Sumbawa)*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Sarono, W., & Asmoro, W. (2007). *Evaluasi Kinerja Waduk Wadas Lintang*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Soemarto, C. D. (1995). *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, H. (n.d). *Pengukuran dan pengelolaan Data Aliran Sungai ( Hidrometri)*, Penerbit “ Nova “
- Strand, R. I. and Pamberton, E. L. (1982). *Reservoir Sedimentation, Denver, Technical Guidline for Bureau of Reclamation*.