

ANALISIS PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR DAS TUKAD SABA DENGAN DIBANGUNNYA WADUK TITAB DI KABUPATEN BULELENG

Siti Nur Iindah Sari, Mawiti Infantri Yekti, dan I Nyoman Norken

Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar

Email: sitinurindahsari2901@gmail.com

ABSTRAK

DAS Saba memiliki luas 69,54 km² dan panjang pengaliran 36 km. Daerah pengaliran sungai tersebut merupakan daerah perbukitan, sehingga air hujan secara cepat mengalir yang kemudian menjadi banjir. Kondisi lahan pada daerah genangan umumnya terdiri dari ladang padi yang tergantung dari hujan, tidak terdapat sistem irigasi teknis sehingga pola tata tanam tergantung dari hujan. Sehingga untuk mengatasi masalah tersebut dibangun Waduk Titab. Waduk Titab berfungsi sebagai penyediaan air irigasi untuk DI Saba seluas 1.396,40 ha dan Puluran 398,42 ha, air baku sebanyak 0,35 m³/dt dan PLTA dengan 2 x 0,75 MW. Mengingat pentingnya manfaat Waduk Titab, maka dilakukan penelitian terhadap kapasitas tampungan Waduk Titab. Analisis ini diawali dengan menghitung debit keandalan dari data debit terukur, didapatkan Q₈₀ sebesar 2,01 m³/dt. Selanjutnya menghitung kebutuhan irigasi, sedangkan kebutuhan air dan PLTA digunakan dari data perencanaan eksisting. Kemudian melakukan simulasi menggunakan program RIBASIM. Hasil simulasi menunjukkan skenario 2 menghasilkan tingkat keandalan sebesar 83,33%, skenario 3 menghasilkan tingkat keandalan sebesar 82,22%, dan skenario 4 menghasilkan tingkat keandalan 58,54%. Skenario ke 2 merupakan hasil yang optimum. Selanjutnya diperlukan verifikasi model RIBASIM menggunakan data debit pengamatan di bendung Saba. Hasil verifikasi menunjukkan keakuratan data yang cukup baik dengan koefisien korelasi sebesar 0,74 dan determinasi 0,55.

Kata kunci: Waduk Titab, DAS Saba, debit andalan, kebutuhan air irigasi, kebutuhan air baku, PLTA, RIBASIM

ANALYSIS OF TUKAD SABA WATERSHED RESOURCES DEVELOPMENT WITH THE BUILDING OF TITAB RESERVOIRS IN BULELENG DISTRICT

ABSTRACT

The Saba river basin has an area of 69.54 km² and the length of the drainage is 36 km. The river drainage area is a hilly area, so that rainwater flows quickly which then becomes a flood. The land condition in the inundation area generally consists of rice fields that depend on rain, there is no technical irrigation system so that the cropping pattern depends on the rain. So to overcome this problem a Titab Reservoir was built. The Titab Reservoir serves as the supply of irrigation water for DI Saba with an area of 1,396.40 ha and Pulp of 398.42 ha, raw water as much as 0.35 m³/s and PLTA with 2 x 0.75 MW. Given the importance of the benefits of the Titab Reservoir, a study of the reservoir capacity of the Titab Reservoir was conducted. The analysis begins with calculating the reliability discharge from measured discharge data, obtained Q₈₀ of 2.01 m³/dt. Furthermore, calculating irrigation needs, while water and hydropower needs are used from existing planning data. Then do the simulation using the RIBASIM program. The simulation results show scenario 2 produces a reliability level of 83.33%, scenario 3 produces a reliability level of 82.22%, and scenario 4 produces a reliability level of 58.54%. Scenario 2 is the optimum result. Furthermore, verification of the RIBASIM model is needed using observational discharge data at the Saba dam. The verification results show that the data accuracy is quite good with a correlation coefficient of 0.74 and determination of 0.55.

Keywords: Titab Reservoir, Saba river basin, mainstay discharge, irrigation water needs, water supply, power energy, RIBASI

1. PENDAHULUAN

DAS Saba merupakan salah satu DAS di Bali yang memiliki luas 69,54 km² dan panjang pengaliran 36 km. DAS Saba. Sumber-sumber air permukaan yang tersedia bagi daerah Buleleng dan sekitarnya sebagian besar berasal dari DAS Saba yang telah dimanfaatkan untuk mengairi sawah dan kegiatan non-pertanian. Daerah pengaliran sungai tersebut juga merupakan daerah perbukitan, hal ini mengakibatkan air hujan secara cepat akan mengalir menjadi aliran permukaan (*surface runoff*), yang kemudian mengalir menuju sungai menjadi banjir yang datang secara cepat dan surut secara cepat pula. Kondisi lahan pada daerah genangan umumnya terdiri dari ladang padi yang tergantung dari hujan, tidak terdapat sistem irigasi teknis sehingga pola tata tanam tergantung dari hujan. Sehingga untuk memantapkan program pembangunan secara terpadu dan menjaga kelestarian sumber daya air serta lingkungannya dibangun Waduk Titab. Waduk Titab berfungsi sebagai penyediaan air irigasi untuk daerah Saba seluas 1.396,40 ha dan Puluran seluas 398,42 ha, penyediaan air baku untuk Kecamatan Seririt, Banjar Busungbiu, sebanyak 0,35 m³/dt dan untuk pembangkit tenaga listrik dengan kapasitas terpasang 2 x 0,75 MW.

Dalam analisis ini, untuk mempermudah proses simulasi waduk digunakan program RIBASIM 7.01.21 (Wortelboer, et. al, 2014; Omar, 2019) merupakan program yang dirancang untuk analisis keseimbangan air di basin/sungai untuk disimulasikan, kemudian menghasilkan *waterbalance* untuk memberikan informasi dasar tentang ketersediaan/kuantitas air serta komposisi aliran di setiap lokasi pada setiap saat/waktu dalam wilayah sungai. Berdasarkan penjelasan di atas maka analisis ini diberi judul “Analisis Pengembangan Sumber Daya Air DAS Tukad Saba Dengan Dibangunnya Waduk Titab Di Kabupaten Buleleng”.

2. ANALISIS INFLOW DAN OUTFLOW

2.1 Neraca air waduk

Menurut Triatmodjo (2010), neraca air di waduk didasarkan pada persamaan kontinuitas yang merupakan hubungan antara air masuk, air keluar dan jumlah tampungan, yang secara matematis dapat dinyatakan dalam bentuk berikut:

$$E = P + Q - O - I - \Delta S$$

dengan: E : evaporasi (mm/hari)
P : presipitasi (mm/hari)
Q : debit aliran masuk (m³/s)
O : debit aliran keluar (m³/s)
I : volume infiltrasi dari waduk ke dalam tanah (m³/s)
 ΔS : perubahan volume tampungan (m³/s)

2.2 Debit andalan

Debit andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Untuk keperluan irigasi, debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80%, sedang untuk keperluan air baku biasanya ditetapkan 90%. Perhitungan debit andalan menggunakan rumus dari Weibull:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

dengan: P : probabilitas terjadinya kumpulan nilai (misalnya: debit) yang diharapkan selama periode pengamatan (%)

m : nomor urut kejadian, dengan urutan variasi dari besar ke kecil

n : jumlah data pengamatan debit

2.3 Kebutuhan air irigasi

Menurut Triatmodjo (2014), kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, sistem golongan, jadwal tanam dan lain-lain.

Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan:

$$KAI = \frac{(Etc + IR + WLR + P - Re)}{IE} \times A$$

dengan: KAI : kebutuhan air irigasi, dalam liter/detik
Etc : kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari
IR : kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan, dalam mm/hari
WLR : kebutuhan air untuk mengganti lapisan air, dalam mm/hari
P : perkolasi, dalam mm/hari
Re : hujan efektif, dalam mm/hari

- IE : efisiensi irigasi, dalam %
A : luas areal irigasi, dalam ha

2.4 Kebutuhan air konsumtif

Menurut Triatmodjo (2014), kebutuhan air untuk tanaman di lahan diartikan sebagai kebutuhan air konsumtif dengan memasukkan faktor koefisien tanaman (kc). Persamaan umum yang digunakan adalah:

$$Etc = Eto \times kc$$

- dengan: Etc : kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari
Eto : evapotranspirasi, dalam mm/hari
kc : koefisien tanaman

2.5 Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (KAPLH)

Perhitungan kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (Standart Perencanaan Irigasi, KP-01, 1986) yaitu persamaan sebagai berikut:

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right)$$

- dengan: IR : kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, dalam mm/hari
M : kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan. = $E_o + P$
P : perkolasi, dalam mm/hari
 E_o : evaporasi air terbuka (= $1,1 \times Eto$), dalam mm/hari
e : koefisien

2.6 Kebutuhan Air untuk Padi

Persamaan untuk menghitung kebutuhan bersih air di sawah untuk padi (NFR) selama pertumbuhan adalah sebagai berikut (Dinas PU KP-01, 1986) :

$$NFR = ETc + P + LP - Re$$

- dengan: NFR : Kebutuhan bersih air di petak sawah (mm/hari)
ETc : Kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari)
P : Perkolasi (mm/hari)
LP : Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm/hari)
Re : Curah hujan efektif (mm/hari)

2.7 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi acuan (ET_o) adalah besarnya evapotranspirasi dari tanaman hipotetik (teoritis) yaitu dengan ciri ketinggian 12 cm, tahanan dedaunan yang ditetapkan sebesar 70 dt/m dan albedo (pantulan radiasi) sebesar 0,23, mirip dengan evapotranspirasi dari tanaman rumput hijau yang luas dengan ketinggian seragam, tumbuh subur, menutup tanah seluruhnya dan tidak kekurangan air (Smith, 1991 dalam Weert, 1994). Rumus yang menjelaskan evapotranspirasi acuan secara teliti adalah rumus *Penman-Monteith*, yang pada tahun 1990 oleh FAO dimodifikasi dan dikembangkan menjadi rumus *FAO Penman-Monteith* (Anonim, 1999; Yekti, 2017) yang diuraikan sebagai berikut :

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

- dengan: ET : Evapotranspirasi acuan (mm/hari),
Rn : Radiasi netto pada permukaan tanaman ($MJ/m^2/hari$),
G : Kerapatan panas terus-menerus pada tanah ($MJ/m^2/hari$),
T : Temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m ($^{\circ}C$),
 u_2 : Kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s),
 e_s : Tekanan uap jenuh (kPa),
 e_a : Tekanan uap aktual (kPa),
D : Kurva kemiringan tekanan uap ($kPa/^{\circ}C$),
g : Konstanta psychrometric ($kPa/^{\circ}C$).

2.8 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan tersebut merupakan curah hujan wilayah yang harus diperkirakan dari titik pengamatan yang dinyatakan dalam millimeter (Sudarsono, 1980). Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahunan (Perencanaan

jaringan irigasi, KP-01, 1986, 165), dengan persamaan sebagai berikut:

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{15} (R_{80})$$

dengan: R_e : curah hujan efektif (mm/hari)

R_{80} : curah hujan andalan tengah bulan (mm/hari)

2.9 Decision Support System River Basin Simulation Model (DSS-RIBASIM)

DSS-Ribasim merupakan salah satu model alokasi air yang dapat digunakan pada tahap perencanaan pengembangan sumberdaya air, maupun secara operasional untuk membantu pengambilan keputusan taktis (misalnya sebagai sarana negosiasi operasi beberapa waduk, atau pemberian ijin pengambilan air industri). Model ini dikembangkan oleh Delft Hydraulic dari Negeri Belanda sejak tahun 1985. Model yang konsep dasarnya diilhami oleh model MITSIM dari Amerika Serikat ini telah digunakan pada lebih dari 20 negara di dunia (Hutmoko, 2011).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan penelitian

Penelitian ini dirancang untuk menganalisis fungsi Waduk Titab yang mengambil peran dalam pengembangan sumber daya air di wilayah Buleleng khususnya DAS Saba bagian hilir.

3.2 Lokasi Waduk Titab

Lokasi Waduk Titab terletak pada Satuan Wilayah Sungai Zona Bali Utara dan secara administratif termasuk di lima wilayah desa, yaitu Desa Telaga, Desa Busungbiu Kecamatan Busungbiu serta Desa Ularan dan Desa Ringdikit di Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng.

3.3 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah Waduk Titab selesai dibangun dan sudah melalui uji coba pada bulan November 2017-Februari 2018. Kondisi Waduk Titab saat ini telah beroperasi untuk irigasi dan masih dalam proses pembangunan jaringan untuk air baku.

3.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan di bagian hilir Waduk Titab, khususnya di daerah irigasi Saba dan Puluran.
2. Data yang digunakan adalah data debit tercatat di bagian hilir DAS Saba, yaitu di wilayah Buleleng dengan koordinat 114°55,880' BT 08°11,762' LS.
3. Dalam penelitian ini tidak memperhitungkan biaya kebutuhan air.
4. Data irigasi yang dipakai dalam analisis dihitung berdasarkan data debit sepuluh tahun terakhir, yaitu dari tahun 2007-2016.
5. Data Air Baku dan PLTA yang dipakai untuk simulasi RIBASIM adalah data sekunder berdasarkan perencanaan Balai Wilayah Sungai Bali-Penida tahun 2104.
6. Debit andalan yang digunakan untuk analisis kebutuhan irigasi, air baku dan PLTA adalah debit andalan 80% (Q_{80})
7. Simulasi RIBASIM dilakukan dengan 4 skenario, yaitu pemanfaatan irigasi dengan kondisi sebelum dibangun waduk Titab, pemanfaatan irigasi setelah dibangun Waduk Titab, pemanfaatan irigasi dan air baku setelah dibangun Waduk Titab, pemanfaatan irigasi, air baku dan PLTA setelah dibangun Waduk Titab.

3.5 Penentuan Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu data sekunder didapat dari Balai Wilayah Sungai Bali-Penida, Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar, konsultan perencana dari PT Indra Karya berupa data curah hujan, data debit terukur, peta DAS Saba, peta lokasi waduk Titab, data teknis Waduk Titab, data iklim, skema irigasi, air baku dan PLTA, data pola tata tanam, dan kurva genangan waduk. Dan data primer didapat dari survey lapangan dan wawancara berupa foto dokumentasi, keadaan eksisting saluran irigasi dan waduk Titab.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan survey lapangan di Waduk Titab di Buleleng dan menyusuri Tukad Saba bagian hilir untuk mengetahui kondisi saat ini.

2. Mencari data yang dibutuhkan di Balai Wilayah Sungai Bali-Penida, Balai Besar Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar, dan konsultan perencana untuk mencari informasi terkait operasi Waduk Titab dengan melakukan wawancara dan memohon data-data kebutuhan analisis.
3. Melakukan perhitungan data hidrologi sebagai data teknis penelitian.
4. Merencanakan skenario simulasi untuk kebutuhan dalam analisis simulasi di program RIBASIM.
5. Input data ke program RIBASIM dan melakukan *running*.
6. Mengambil kesimpulan dan saran dari hasil simulasi dalam program RIBASIM.

3.7 Analisis data

Analisis data dilakukan dengan perhitungan manual untuk mendapatkan *inflow* dan *outflow*, kemudian dimasukkan kedalam program RIBASIM.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis debit andalan

Perhitungan debit andalan menghasilkan Q_{80} rata-rata $1,26 \text{ m}^3/\text{dt}$, Q_{80} maksimum $2,01 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan Q_{80} minimum $0,81 \text{ m}^3/\text{dt}$.

4.2 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah total kebutuhan air yang diperlukan untuk mengairi sawah di DI Saba dan DI Puluran seluas 1.794,82 ha. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan.

- a. Data DI Saba menunjukkan total kebutuhan air irigasi selama satu tahun yaitu pada pola tanam I sebesar $30,67 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam II sebesar $31,95 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam III sebesar $34,13 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam IV sebesar $32,88 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam V sebesar $32,82 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$ dan pola tanam VI sebesar $27,22 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$ masing-masing dengan luas area irigasi 1396,40 ha.
- b. Data DI Puluran menunjukkan total kebutuhan air irigasi selama satu tahun yaitu pada pola tanam I sebesar $8,75 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam II sebesar $9,12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam III sebesar $9,74 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam IV sebesar $9,38 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$, pola tanam V sebesar $9,37 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$ dan pola tanam VI sebesar $7,76 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{th}/\text{ha}$ masing-masing dengan luas area irigasi 398,42 ha.

4.3 Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku dalam penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu data perencanaan dari Balai Wilayah Sungai Bali-Penida. Proyeksi kebutuhan air baku untuk Kecamatan Seririt, Banjar dan Busung Bui diproyeksikan sampai tahun 2043 mencapai $0,359 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau 13,33 juta m^3 pertahun.

4.4 Kebutuhan PLTA

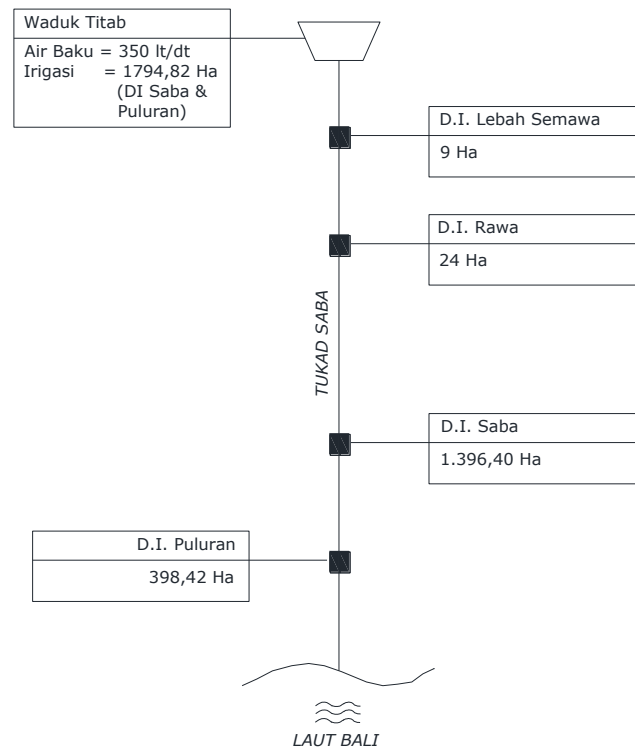
Kebutuhan PLTA dalam penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu data perencanaan dari Balai Wilayah Sungai Bali-Penida. Kebutuhan air untuk pembangkit listrik terdiri dari dua debit yaitu untuk debit beban dasar sebesar $4,25 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dan debit beban puncak sebesar $0,55 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dengan memanfaatkan tampungan air di waduk.

4.5 Skenario Program RIBASIM 7.01.21

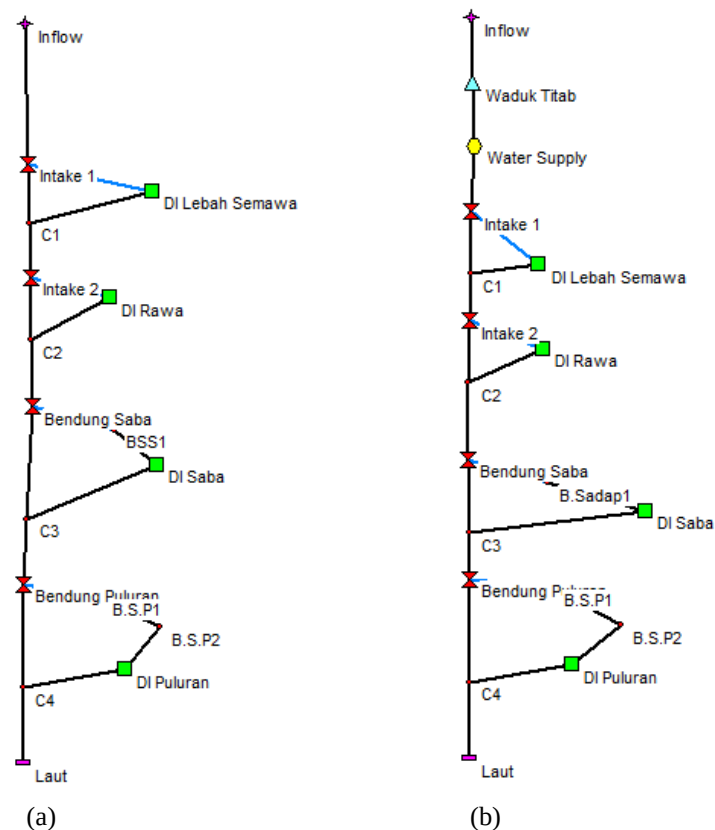
Simulasi RIBASIM dimulai dengan membuat skenario atau beberapa alternatif. Dalam penelitian di waduk Titab dibuat 4 skenario dengan 6 pola tata tanam (PTT) yang ditunjukkan seperti berikut ini:

1. Skenario 1
 - kondisi sebelum dibangun Waduk Titab atau kondisi eksisting
 - dengan debit inflow keandalan 80% (Q_{80}), max = $2,01 \text{ m}^3/\text{dt}$, min = $0,81 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan rata-rata = $1,26 \text{ m}^3/\text{dt}$
 - pemanfaatan irigasi dengan pola tanam palawija-padi-palawija
2. Skenario 2
 - kondisi setelah dibangun Waduk Titab
 - dengan debit keandalan 80% (Q_{80}), max = $2,01 \text{ m}^3/\text{dt}$, min = $0,81 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan rata-rata = $1,26 \text{ m}^3/\text{dt}$
 - pemanfaatan irigasi dengan pola tanam palawija-padi-palawija
3. Skenario 3
 - kondisi setelah dibangun Waduk Titab
 - dengan debit keandalan 80% (Q_{80}), max = $2,01 \text{ m}^3/\text{dt}$, min = $0,81 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan rata-rata = $1,26 \text{ m}^3/\text{dt}$
 - pemanfaatan irigasi dengan pola tanam palawija-padi-palawija
 - pemanfaatan air baku sebesar $0,35 \text{ m}^3/\text{dt}$
4. Skenario 4
 - kondisi setelah dibangun Waduk Titab

- dengan debit keandalan 80% (Q_{80}), max = $2,01 \text{ m}^3/\text{dt}$, min = $0,81 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan rata-rata = $1,26 \text{ m}^3/\text{dt}$
- pemanfaatan irigasi dengan pola tanam palawija-padi-palawija
- pemanfaatan air baku sebesar $0,35 \text{ m}^3/\text{dt}$
- pemanfaatan PLTA sebesar 1,5 MW



Gambar 1 Skema pembagian air waduk Titab untuk irigasi
Sumber : Balai Wilayah Sungai Bali-Penida, 2018



Gambar 2 Skema jaringan (a) sebelum dan (b) sesudah dibangun Waduk Titab
Sumber : Analisis program RIBASIM

4.5.1 Hasil Simulasi Skenario 1

Skenario 1 merupakan simulasi dengan kondisi aliran air irigasi di DI Saba dan DI Puluran sebelum dibangun waduk Titab menggunakan debit andalan 80%.

Hasil simulasi RIBASIM pada skenario 1 dengan kondisi sebelum dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran tidak terpenuhi. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa hasil maksimum terletak pada pola tata tanam 1 (PTT1) yang dimulai pada awal Januari dengan kebutuhan air irigasi DI Saba 2,01 m³/dt dan DI Puluran 0,57 m³/dt, kekurangan air irigasi DI Saba 0,33 m³/dt dan DI Puluran 0,08 m³/dt.

4.5.2 Hasil Simulasi Skenario 2

Skenario 2 merupakan simulasi dengan kondisi aliran air irigasi di DI Saba dan DI Puluran setelah dibangun waduk Titab menggunakan debit andalan 80%. Berikut ini disajikan hasil *running* simulasi waduk Titab dalam bentuk skema irigasi (*link flows*).

Hasil simulasi RIBASIM pada skenario 2 dengan kondisi setelah dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran terpenuhi. Keandalan waduk maksimum terletak pada pola tata tanam 1 (PTT1) yang dimulai tanam awal Januari yaitu 83,33%. Kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran adalah 2,01 m³/dt dan 0,57 m³/dt, kekurangan air irigasi DI Saba dan DI Puluran adalah 0,26 m³/dt dan 0,01 m³/dt.

4.5.3 Hasil Simulasi Skenario 3

Skenario 3 merupakan simulasi dengan kondisi aliran air irigasi di DI Saba dan DI Puluran setelah dibangun waduk Titab, serta pemanfaatan air baku menggunakan debit andalan 80%.

Hasil simulasi RIBASIM pada skenario 3 dengan kondisi setelah dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran, serta kebutuhan air baku terpenuhi. Keandalan waduk terbesar terletak pada pola tata tanam 3 (PTT3) yang dimulai awal Februari yaitu sebesar 82,22%. Kebutuhan air irigasi rata-rata tahunan DI Saba dan DI Puluran adalah 2,04 m³/dt dan 0,58 m³/dt, kekurangan air irigasi rata-rata tahunan DI Saba dan DI Puluran adalah 0,38 m³/dt dan 0,05 m³/dt. Sedangkan kebutuhan air minum konstan sebesar 0,35 m³/dt, kekurangannya mencapai 0,03 m³/dt.

4.5.4 Hasil Simulasi Skenario 4

Skenario 4 merupakan simulasi dengan kondisi aliran air irigasi di DI Saba dan DI Puluran setelah dibangun waduk Titab, serta pemanfaatan air baku dan PLTA menggunakan debit andalan 80%.

Hasil simulasi RIBASIM pada skenario 4 dengan kondisi setelah dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran, serta kebutuhan air baku terpenuhi, sedangkan kebutuhan PLTA tidak terpenuhi. Keandalan waduk terbesar hanya mencapai 58,54% yaitu pada pola tata tanam 2 (PTT2) yang dimulai pada pertengahan Januari. Kebutuhan air irigasi rata-rata tahunan DI Saba dan DI Puluran adalah 2,07 m³/dt dan 0,59 m³/dt, kekurangan air rata-rata tahunan mencapai 0,37 m³/dt dan 0,02 m³/dt. Sedangkan kebutuhan air minum konstan 0,35 m³/dt dan kekurangannya 0,08 m³/dt. Kebutuhan PLTA 100,20 GWh dan kekurangannya 100,11 GWh.

4.5.5 Verifikasi model RIBASIM

Hasil verifikasi model RIBASIM pada tabel di atas menunjukkan bahwa data hasil perhitungan masih bisa diterima atau mendekati data debit terukur dengan nilai korelasi terkecil pada tahun 2014 yaitu 0,74 > 0,5, determinasi 0,55 > 0,5, serta nilai kesalahan MAE 1,12 < 2,70, MSE 1,81 < 4,34 dan RMSE 1,34 < 2,08. Semakin kecil atau mendekati 0 nilai kesalahan maka verifikasi model semakin memenuhi. Dengan hasil tersebut maka debit hasil perhitungan dapat diterima sebagai data dalam model simulasi RIBASIM.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari analisis waduk Titab dengan bantuan program RIBASIM adalah kebutuhan irigasi pada skenario 1 dengan kondisi sebelum dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran tidak terpenuhi. Diketahui bahwa hasil maksimum terletak pada pola tata tanam 1 (PTT1) yang dimulai pada awal Januari dengan kebutuhan air irigasi DI Saba 2,01 m³/dt dan DI Puluran 0,57 m³/dt, kekurangan air irigasi DI Saba 0,33 m³/dt dan DI Puluran 0,08 m³/dt. Hasil simulasi RIBASIM pada skenario 2 dengan kondisi setelah dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran terpenuhi. Keandalan waduk maksimum terletak pada pola tata tanam 1 (PTT1) yang dimulai tanam

awal Januari yaitu 83,33%. Kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran adalah 2,01 m³/dt dan 0,57 m³/dt, kekurangan air irigasi DI Saba dan DI Puluran adalah 0,26 m³/dt dan 0,01 m³/dt.

Hasil simulasi RIBASIM pada skenario 3 dengan kondisi setelah dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran, serta kebutuhan air baku terpenuhi. Keandalan waduk terbesar terletak pada pola tata tanam 3 (PTT3) yang dimulai awal Februari yaitu sebesar 82,22%. Kebutuhan air irigasi rata-rata tahunan DI Saba dan DI Puluran adalah 2,04 m³/dt dan 0,58 m³/dt, kekurangan air irigasi rata-rata tahunan DI Saba dan DI Puluran adalah 0,38 m³/dt dan 0,05 m³/dt. Sedangkan kebutuhan air minum konstan sebesar 0,35 m³/dt, kekurangannya mencapai 0,03 m³/dt. Hasil simulasi RIBASIM pada skenario 4 dengan kondisi setelah dibangun waduk Titab, menunjukkan bahwa kebutuhan air irigasi DI Saba dan DI Puluran, serta kebutuhan air baku terpenuhi, sedangkan kebutuhan PLTA tidak terpenuhi. Keandalan waduk terbesar hanya mencapai 58,54% yaitu pada pola tata tanam 2 (PTT2) yang dimulai pada pertengahan Januari. Kebutuhan air irigasi rata-rata tahunan DI Saba dan DI Puluran adalah 2,07 m³/dt dan 0,59 m³/dt, kekurangan air rata-rata tahunan mencapai 0,37 m³/dt dan 0,02 m³/dt. Sedangkan kebutuhan air minum konstan 0,35 m³/dt dan kekurangannya 0,08 m³/dt. Kebutuhan PLTA 100,20 GWh dan kekurangannya 100,11 GWh.

Hasil di atas menunjukkan bahwa skenario yang optimum adalah skenario 2 yaitu pada kondisi setelah dibangun waduk Titab dan hanya dimanfaatkan untuk mengairi kebutuhan irigasi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan bagi Balai Wilayah Sungai Bali-Penida dalam pengoperasian waduk Titab. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa dengan pola pendekatan eksisting yaitu dengan pola tanam palawija-padi-palawija, skenario 2 adalah hasil optimum simulasi operasi waduk Titab yang dimulai awal Januari. Prioritas utama adalah untuk pemanfaatan irigasi, tanpa pemanfaatan air minum dan PLTA. Jika pemipaan untuk air minum sudah dibangun, maka kebutuhan air minum yang awalnya 0,35 m³/dt perlu dikurangi agar terpenuhi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Hatmoko, W. 2011. *Mengenai Dss-Ribasim Decision Support System River Basin Simulation Model*. Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang Pekerjaan Umum.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1986. *Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi Kp-01*. Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Krogt, W. V. D. 2013. "River Basin Simulation Model RIBASIM Version 7.00" (user manual). Netherlands: Deltares.
- Omar, M. M. 2019. *Evaluation of actions for better water supply and demand management in Fayoum, Egypt using RIBASIM*. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2013.12.008>.
- Sudarsono, 1980. *A Study of Elasticity of Demand and Supply of Indonesian Fisheries 1960-1977*. Journal. Tropical Ecology and Development.
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2014. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Wortelboer, F. G., Van De Roovaart, J. C., Karaaslan, Y., Erdemli, M. and Çankaya, B.F. 2014. *Models for the water framework directive—Using RIBASIM and WFD Explorer*. Book Sustainable Watershed Management. Taylor & Francis Group.
- Yekti, M.I. 2017. "Role of Reservoir Operation in Sustainable Water Supply to Subak Irrigation Schemes in Yeh Ho River Basin". UNESCO-IHE Institute for Water Education, In Delft, the Netherland.
- Yulistianto, B dan Kironoto, B.A. 2008. "Kajian Pengembangan Pengelolaan Sumberdaya Air Pada Wilayah Sungai Progo-Opak Serang Dengan RIBASIM". *Dinamika Teknik Sipil*, Volume 8, Nomor 1, Januari 2008: 10–20. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.