

# Analisis Debit Andalan *Inflow* Waduk Bulango Ulu di Provinsi Gorontalo

Miskar Maini <sup>1,\*</sup>, Furqan Ali Yusuf <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

\*Email (Penulis Korespondensi): [miskar.maini@si.itera.ac.id](mailto:miskar.maini@si.itera.ac.id)

## Abstrak

*Ketersediaan debit andalan sangat penting untuk memenuhi kebutuhan irigasi, air baku, dan pembangkit listrik di Gorontalo. Waduk Bulango Ulu dirancang untuk mendukung kebutuhan ini, namun ketidakpastian debit inflow akibat variabilitas iklim dan perubahan penggunaan lahan memerlukan analisis debit andalan guna memastikan pasokan air sepanjang tahun. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit andalan inflow Waduk Bulango Ulu sebagai dasar bagi pengelolaan yang optimal. Metode Weibull digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung debit andalan inflow pada berbagai kondisi, yaitu tahun basah (35%), normal (50%), dan kering (65%), serta debit andalan 80% untuk perencanaan irigasi. Dengan memproyeksikan nilai debit yang mewakili ketersediaan air pada kondisi basah, normal, dan kering, penelitian ini berupaya memberikan rekomendasi bagi pengelola waduk dalam menyusun strategi pemanfaatan sumber daya air yang adaptif terhadap perubahan musim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi ketersediaan air (inflow) di Waduk Bulango Ulu cukup signifikan, dengan rata-rata debit keandalan 35% (musim basah) sebesar 19,546 m<sup>3</sup>/s, debit keandalan 50% (musim normal) sebesar 16,141 m<sup>3</sup>/s, debit keandalan 65% (musim kering) sebesar 13,328 m<sup>3</sup>/s, dan debit keandalan 80% (musim kering standar untuk perencanaan irigasi) sebesar 10,636 m<sup>3</sup>/s. Studi ini menyimpulkan bahwa analisis debit andalan inflow Waduk Bulango Ulu dapat mendukung pengelolaan air dan pola operasi waduk yang adaptif terhadap perubahan iklim dan kondisi musim.*

**Kata kunci:** Debit andalan, inflow, waduk bulango ulu, musim basah, musim kering

## 1. Pendahuluan

Waduk Bulango Ulu di Provinsi Gorontalo memiliki peran strategis dalam mendukung kebutuhan air untuk berbagai sektor, termasuk irigasi, air baku, dan pembangkit listrik (PLTA). Kebutuhan akan pasokan air yang andal dan berkelanjutan menjadi semakin krusial di tengah tantangan perubahan iklim dan peningkatan aktivitas lahan di wilayah ini. Ketidakpastian dalam pola aliran sungai menyebabkan variabilitas debit *inflow* yang dapat mempengaruhi efektivitas waduk dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat untuk berbagai penggunaan seperti air baku, air irigasi dan PLTA (Elmasari & Nurhadi, 2019; Lukas, Daniel Rohi, 2017; Mopangga, 2020; Musa et al., 2020; Pratiwi et al., 2022; Sari & Adli Yusuf, 2016). Oleh karena itu, analisis debit andalan *inflow* sangat diperlukan guna menyediakan informasi dasar untuk pengelolaan waduk yang optimal (Febriyani et al., 2020; Lesmana & Milenia, 2023; Rudi Saputri & Saves, 2023).

Debit andalan, yang mengindikasikan debit minimum yang dapat diandalkan pada periode tertentu, penting untuk menjamin ketersediaan air di embung maupun waduk sepanjang tahun (Maini & Mashuri, 2019a; Maini & Susanti, 2021). Penelitian ini menggunakan metode Weibull (Lesmana & Milenia, 2023; M Pugel et al., 2015; Muljana, 2022; Permana & Apriliyani, 2020; Raharjo et al., 2016; Rudi Saputri & Saves, 2023; Yolenta et al., 2014), untuk menghitung debit *inflow* andalan pada berbagai kondisi debit andalan pada setiap tahun basah ( $Q_{35}$ ), normal ( $Q_{50}$ ) dan kering ( $Q_{65}$ ) serta debit andalan 80% untuk kepentingan perencanaan irigasi ( $Q_{80}$ ). Dengan memproyeksikan nilai debit yang mewakili ketersediaan air pada kondisi basah, normal dan kering, penelitian ini berupaya memberikan rekomendasi bagi pengelola waduk untuk menyiapkan strategi pemanfaatan sumber daya air yang adaptif terhadap kondisi lingkungan yang berubah.

Studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai variasi debit *inflow* dan dampaknya terhadap pasokan air di waduk. Dengan demikian, hasil analisis debit andalan ini tidak hanya bermanfaat dalam perencanaan teknis waduk tetapi juga sebagai acuan dalam menyusun kebijakan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan bagi Provinsi Gorontalo.

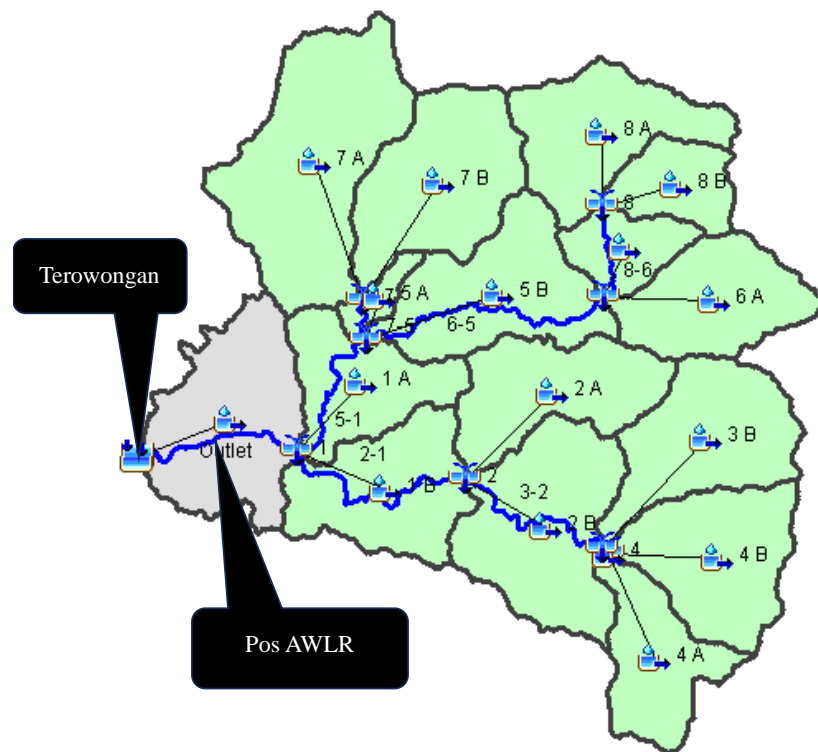
## 2. Metode

Bendungan Bulango Ulu direncanakan dibangun di Desa Tulo'a di Kecamatan Bolango Utara, Desa Mongiilo dan Desa Owata di Kecamatan Bulango Ulu Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo.

Data debit yang digunakan adalah data sekunder hasil pencatatan tinggi muka air sungai dari stasiun AWLR Sungai Mongiilo Owata di DAS Bulango dari tahun 2016 hingga 2021, selain data sekunder penelitian ini juga melakukan pengukuran debit secara langsung di Sungai Mongiilo Owata dekat dengan titik genangan daerah hulu waduk. Perhitungan debit andalan DAS Bulango Ulu dari data historis AWLR dari tahun 2016 hingga 2021 dengan menggunakan Metode Weibull. Perhitungan debit andalan dilakukan dengan skema pada setiap tahun basah 35% ( $Q_{35}$ ), normal 50% ( $Q_{50}$ ) dan kering 65% ( $Q_{65}$ ). Selain itu penelitian ini juga menganalisis standar debit andalan untuk penggunaan air irigasi rata-rata tengah bulanan debit andalan 80%.



**Gambar 1.** Kondisi existing Sungai Mongiilo Owata di DAS Bulango Ulu Provinsi Gorontalo



**Gambar 2.** Peta DAS Bulango Ulu Provinsi Gorontalo

Pada umumnya kebutuhan air terdiri dari kebutuhan air domestik dan non domestik. Debit andalan untuk irigasi dan air baku yang ditetapkan 80% dan 90% adalah untuk sistem pengambilan tidak dengan skema ada waduk, untuk skema release air waduk sesuai dengan kriteria pedoman bendungan debit andalan yang digunakan untuk kepentingan operasional dengan sistem kondisi basah yaitu debit keandalan 35%, kondisi normal dengan debit keandalan 50% dan kondisi kering dengan debit keandalan 65%. Banyak metode yang dapat dilakukan untuk menghitung probabilitas debit andalan diantaranya adalah dengan metode Weibull. Persamaan yang digunakan dengan metode Weibull menggunakan Persamaan (1).

$$P = \frac{m}{(n + 1)} \quad (1)$$

Keterangan :

$P$  = probabilitas,

$m$  = nomor urut data dari besar ke kecil,

$n$  = jumlah data.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Sungai Mongoilolo Owata yang mengalir pada daerah studi merupakan sungai perenial yang debit airnya ada sepanjang tahun, akan tetapi mengalami fluktuasi debit pada saat musim hujan dan musim kemarau. Bagian hulu sungai Mongoilolo Owata dibangun Waduk untuk mensuplai irigasi, PLTA, air baku dan sebagai pengendali banjir. Waduk Bulango Ulu terletak pada Daerah Tangkapan Air (DTA) seluas 243,19 km<sup>2</sup>, yang memberikan kontribusi signifikan terhadap volume tampungan dan elevasi muka air dalam berbagai kondisi debit. Elevasi muka air maksimum pada kondisi banjir rencana *Probable Maximum Flood* ( $Q_{PMF}$ ) mencapai +103,83 m dengan volume tampungan total sebesar 132,32 juta m<sup>3</sup> dan luas genangan 614,72 ha. Pada kondisi debit banjir rencana dengan kala ulang 1000 tahun, elevasi maksimum yang tercatat adalah +98,90 m dengan volume tampungan 104,04 juta m<sup>3</sup>. Sedangkan pada kala ulang 50 tahun, elevasi maksimum berada di +97,50 m, menggenangi area seluas 518,60 ha

dengan volume 96,63 juta m<sup>3</sup>. Untuk kondisi normal, waduk beroperasi dengan elevasi muka air normal (MAN) pada +95,00 m dan tampungan efektif 52,32 juta m<sup>3</sup>, dengan luas genangan sebesar 483,05 ha.

Analisis dalam penelitian ini menggunakan data sekunder ketinggian muka air yang digunakan adalah hasil pencatatan stasiun AWLR di Sungai Mongoilo Owata di DAS Bulango, data muka air tersebut dapat dikonversi menjadi debit aliran terukur. Data debit yang telah dikumpulkan adalah data debit harian sepanjang 6 tahun (2016-2021). Memperhatikan data debit yang tersedia, penggunaan data disesuaikan dengan analisis ketersediaan air yang dilakukan. Untuk analisis ketersediaan air, digunakan data debit harian rata-rata per setengah bulan tahun 2016 sampai dengan tahun 2021. Debit setengah bulanan rerata di stasiun Sungai Mongoilo Owata DAS Bulango Ulu yang dihitung berdasarkan pencatatan tahun 2016-2021 disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

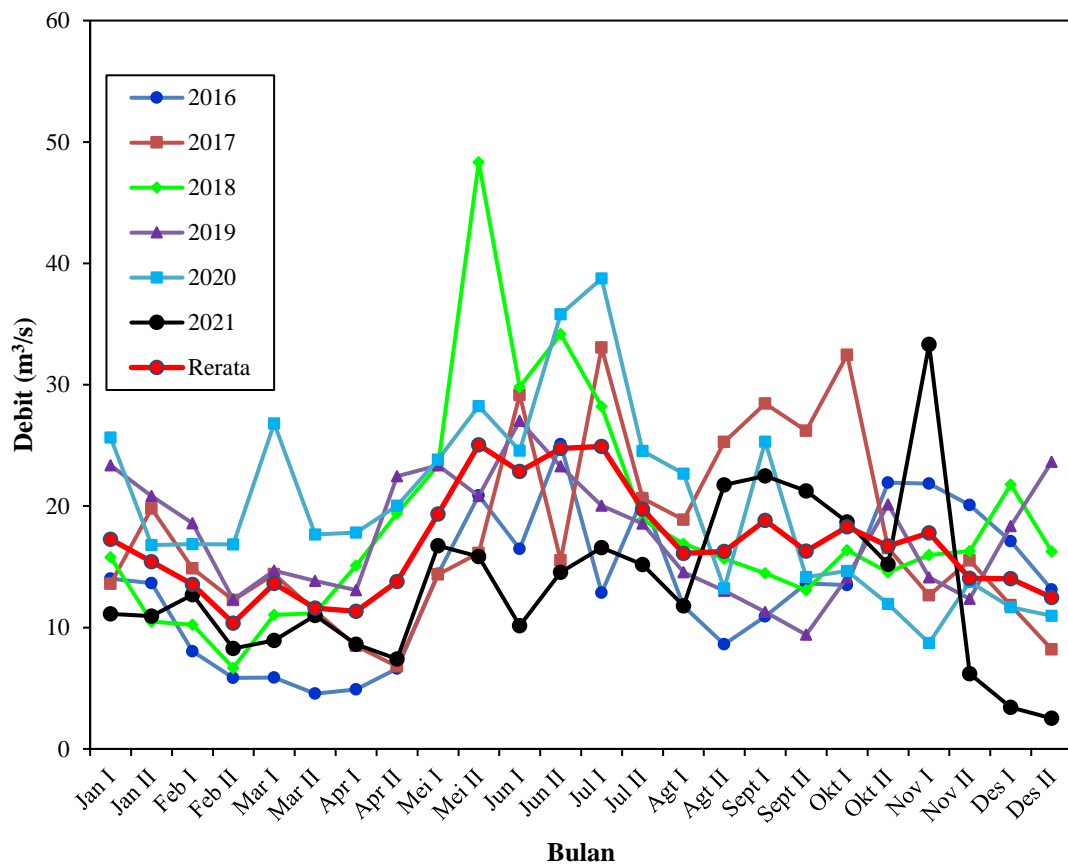
**Tabel 1.** Debit Terukur Rata-rata Setengah Bulanan Tahun 2016 – 2021 (Januari I – Juni II)

Tahun	Bulan											
	Jan		Peb		Mar		Apr		Mei		Jun	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2016	14.03 7	13.66 6	8.031	5.853	5.865	4.550	4.902	6.623	14.41 0	20.87 5	16.46 7	25.10 9
2017	13.61 4	19.80 4	14.86 5	12.24 8	14.40 4	11.36 6	8.477	6.795	14.36 0	16.14 0	29.17 0	15.52 7
2018	15.80 1	10.49 6	10.23 1	6.675	11.04 3	11.18 4	15.11 7	19.39 7	23.37 1	48.33 3	29.81 0	34.18 0
2019	23.36 7	20.83 2	18.57 7	12.31 3	14.67 6	13.83 4	13.08 0	22.47 1	23.36 7	20.83 2	27.03 6	23.28 8
2020	25.64 6	16.78 0	16.87 7	16.84 4	26.81 5	17.66 0	17.81 6	20.03 5	23.84 5	28.24 4	24.57 1	35.80 6
2021	11.12 3	10.93 1	12.71 0	8.272	8.932	10.99 9	8.617	7.409	16.73 8	15.84 9	10.14 2	14.54 4
Min	11.12 3	10.49 6	8.031	5.853	5.865	4.550	4.902	6.623	14.36 0	15.84 9	10.14 2	14.54 4
Max	25.64 6	20.83 2	18.57 7	16.84 4	26.81 5	17.66 0	17.81 6	22.47 1	23.84 5	48.33 3	29.81 0	35.80 6
Rerata	17.26 4	15.41 8	13.54 8	10.36 8	13.62 3	11.59 9	11.33 5	13.78 8	19.34 8	25.04 6	22.86 6	24.74 2
Jumlah Hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15
Volume (MCM)	22.37 5	21.31 4	17.55 9	11.64 5	17.65 5	16.03 4	14.69 0	17.87 0	25.07 5	34.62 3	29.63 4	32.06 6

**Tabel 2.** Debit Terukur Rata-rata Setengah Bulanan Tahun 2016 – 2021 (Juli I – Desember II)

Tahun												
	Jul		Agt		Sep		Okt		Nop		Des	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2016	12.85 7	20.66 3	11.76 3	8.617	10.92 0	13.63 5	13.48 5	21.94 6	21.86 7	20.09 4	17.10 7	13.13 5
2017	33.06 4	20.65 1	18.88 7	25.29 0	28.45 5	26.20 8	32.46 0	16.53 3	12.66 3	15.53 3	11.82 4	8.194
2018	28.21 1	18.88 0	16.90 3	15.64 9	14.48 5	13.07 4	16.36 3	14.55 6	15.98 1	16.29 1	21.76 3	16.27 7
2019	20.04 3	18.56 3	14.55 1	13.01 2	11.27 0	9.404	14.12 8	20.13 3	14.13 2	12.36 8	18.33 8	23.65 4
2020	38.74 8	24.54 7	22.67 6	13.23 2	25.31 5	14.16 9	14.66 2	11.95 2	8.725	13.76 5	11.66 9	10.96 9

2021	16.58 6	15.19 1	11.79 4	21.75 7	22.48 2	21.23 6	18.68 7	15.20 4	33.32 4	6.202	3.427	2.516
Min	12.85 7	15.19 1	11.76 3	8.617	10.92 0	9.404	13.48 5	11.95 2	8.725	6.202	3.427	2.516
Max	38.74 8	24.54 7	22.67 6	25.29 0	28.45 5	26.20 8	32.46 0	21.94 6	33.32 4	20.09 4	21.76 3	23.65 4
Rerata	24.91 8	19.74 9	16.09 6	16.25 9	18.82 1	16.28 8	18.29 8	16.72 1	17.78 2	14.04 2	14.02 1	12.45 8
Jumlah Hari	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16
Volume (MCM)	32.29 4	27.30 1	20.86 0	22.47 7	24.39 2	21.10 9	23.71 4	23.11 5	23.04 6	18.19 8	18.17 2	17.22 1



**Gambar 3.** Debit Rerata Setengah Bulanan Sungai Mongoiilo Owata di DAS Bulango Tahun 2016 - 2021.

*Inflow* debit terukur dari tahun 2016 hingga 2021 menunjukkan potensi signifikan dari aliran air yang masuk ke Waduk Bulango Ulu. Berdasarkan data historis tersebut, debit rerata setengah bulanan minimum tercatat sebesar 2,516 m<sup>3</sup>/s, sedangkan debit maksimum mencapai 48,333 m<sup>3</sup>/s, dengan debit rerata setengah bulanan mencapai 16,850 m<sup>3</sup>/s. Variasi debit ini menunjukkan adanya fluktuasi aliran air yang cukup besar setiap bulannya, yang dapat memengaruhi pengelolaan waduk dalam menampung aliran masuk (*inflow*) dan menjaga stabilitas cadangan air.

Tahap berikutnya dalam analisis debit andalan menggunakan metode Weibull dimulai dengan mengurutkan data debit dari nilai terbesar hingga terkecil. Langkah ini bertujuan untuk memperoleh probabilitas kejadian masing-masing data debit yang dihitung menggunakan Persamaan (1). Pendekatan Weibull ini memungkinkan penentuan debit andalan yang memiliki probabilitas tertentu untuk digunakan dalam perencanaan sumber daya air. Pemanfaatan sumber daya air sangat penting untuk mengetahui kapasitas dari sumber air yang tersedia baik



untuk kepentingan identifikasi potensi nilai ekonomi (Maini & Mashuri, 2019b) maupun potensi dari penurunan kapasitas akibat sedimentasi (Maini & Mashuri, 2020)

Hasil perhitungan dan analisis debit andalan yang diperoleh melalui metode ini disajikan secara rinci pada Tabel 3 dan divisualisasikan dalam Gambar 4. Tabel dan gambar tersebut memberikan gambaran yang jelas mengenai distribusi dan pola debit andalan, yang menjadi dasar dalam penentuan volume air yang tersedia sesuai kebutuhan perencanaan.

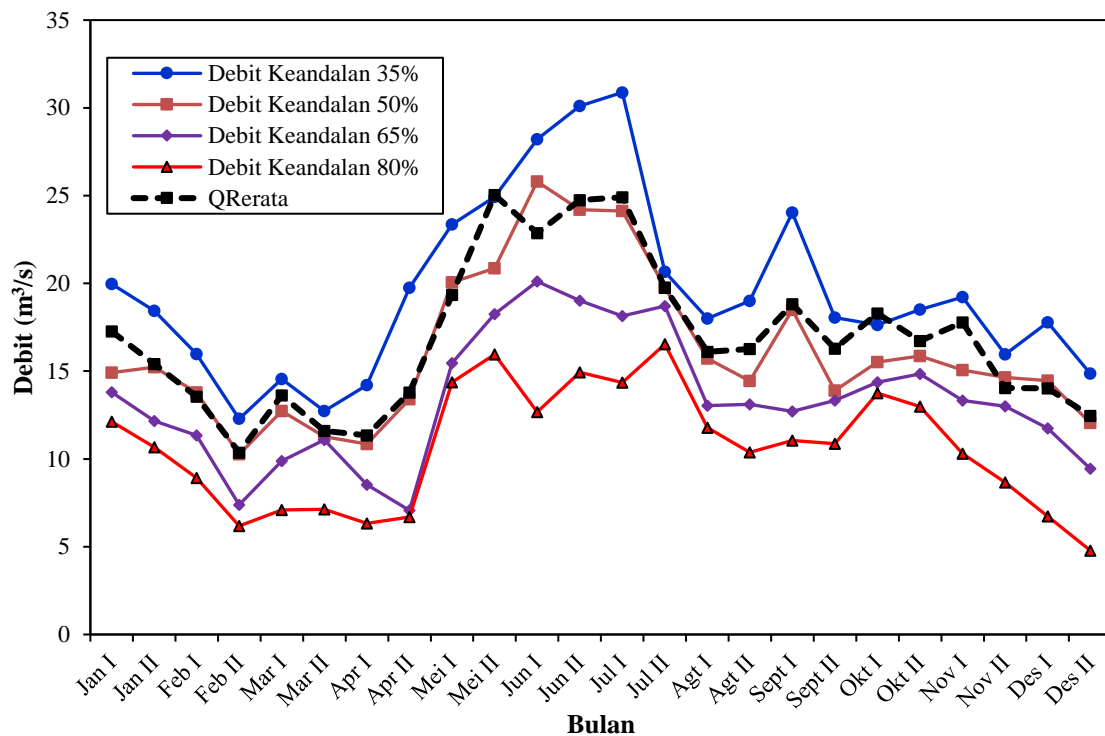
**Tabel 3.** Debit Andalan *Inflow* setengah bulanan Waduk Bulango Ulu (Metode Weibull)

Bulan	Debit Andalan				Q <sub>Rerata</sub> (m <sup>3</sup> /s)
	Musim Basah	Musim Normal	Musim Kering	Musim Kering Standar Irigasi	
	Debit Keandalan 35%	Debit Keandalan 50%	Debit Keandalan 65%	Debit Keandalan 80%	
	Q <sub>35</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>65</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>80</sub> (m <sup>3</sup> /s)	
Jan I	19.962	14.919	13.804	12.119	17.264
Jan II	18.443	15.223	12.161	10.670	15.418
Feb I	15.972	13.788	11.346	8.911	13.548
Feb II	12.284	10.260	7.394	6.182	10.368
Mar I	14.554	12.724	9.882	7.092	13.623
Mar II	12.724	11.275	11.082	7.129	11.599
Apr I	14.200	10.848	8.540	6.332	11.335
Apr II	19.748	13.403	7.071	6.692	13.788
Mei I	23.369	20.052	15.457	14.380	19.348
Mei II	24.928	20.854	18.251	15.965	25.046
Jun I	28.210	25.803	20.114	12.672	22.866
Jun II	30.098	24.199	19.019	14.937	24.742
Jul I	30.880	24.127	18.142	14.349	24.918
Jul II	20.657	19.765	18.705	16.539	19.749
Agt I	17.994	15.727	13.035	11.775	16.096
Agt II	19.008	14.440	13.111	10.375	16.259
Sept I	24.040	18.483	12.717	11.060	18.821
Sept II	18.055	13.902	13.326	10.872	16.288
Okt I	17.641	15.513	14.369	13.742	18.298
Okt II	18.513	15.868	14.847	12.994	16.721
Nov I	19.219	15.057	13.324	10.300	17.782
Nov II	15.950	14.649	12.996	8.668	14.042
Des I	17.784	14.465	11.738	6.724	14.021
Des II	14.863	12.052	9.443	4.787	12.458
<b>Rerata (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>19.546</b>	<b>16.141</b>	<b>13.328</b>	<b>10.636</b>	<b>16.850</b>
<b>Vol. Tahunan (juta m<sup>3</sup>)</b>	<b>616.393</b>	<b>509.038</b>	<b>420.318</b>	<b>335.423</b>	<b>531.379</b>

Hasil analisis dari Tabel 3 menunjukkan bahwa potensi ketersediaan air yang akan mengisi Waduk Bulango Ulu setiap tahunnya cukup signifikan, dengan rata-rata mencapai <https://journal.scitechgrup.com/index.php/jtasm>

sekitar 531,379 juta  $\text{m}^3$  per tahun atau setara dengan 1,46 juta  $\text{m}^3$  per hari. Jumlah volume *inflow* rata-rata ini mencerminkan kapasitas waduk yang besar dalam menampung air dan kestabilan debit yang cukup tinggi. Hal ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air di wilayah sekitarnya, terutama pada musim kemarau ketika pasokan air biasanya berkurang.

Penelitian ini juga menjadi dasar dalam penyusunan analisis imbalan air waduk serta pola operasi yang efektif untuk mendukung pengelolaan sumber daya air di Waduk Bulango Ulu. Dengan adanya informasi ini, pengelolaan air di waduk dapat dilakukan secara berkelanjutan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, seperti irigasi, kebutuhan air baku, dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perencanaan yang bertujuan menjaga keberlanjutan pasokan air di wilayah tersebut.



**Gambar 4.** Debit Andalan *Inflow* Waduk Bulango Ulu (Metode Weibull)

Berdasarkan hasil perhitungan debit andalan menggunakan metode Weibull yang disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4, potensi ketersediaan air yang masuk ke Waduk Bulango Ulu menunjukkan variasi yang cukup signifikan sepanjang tahun. Debit andalan minimum terjadi pada bulan Februari, dengan nilai debit andalan 35% sebesar 12,284  $\text{m}^3/\text{s}$ , debit andalan 50% sebesar 10,260  $\text{m}^3/\text{s}$ , debit andalan 65% sebesar 7,394  $\text{m}^3/\text{s}$ , dan debit andalan 80% sebesar 6,182  $\text{m}^3/\text{s}$ . Kondisi ini menunjukkan bahwa bulan Februari cenderung memiliki pasokan air yang lebih rendah, sehingga penting untuk mempertimbangkan strategi pengelolaan air yang efektif pada periode ini.

Sebaliknya, debit andalan maksimum tercatat pada bulan Juli, yang memberikan nilai debit andalan 35% sebesar 30,880  $\text{m}^3/\text{s}$ , debit andalan 50% sebesar 24,127  $\text{m}^3/\text{s}$ , debit andalan 65% sebesar 18,142  $\text{m}^3/\text{s}$ , dan debit andalan 80% sebesar 14,349  $\text{m}^3/\text{s}$ . Variasi debit ini menunjukkan bahwa bulan Juli memiliki potensi aliran air yang lebih tinggi, memungkinkan Waduk Bulango Ulu untuk menampung lebih banyak air yang dapat dimanfaatkan selama musim kemarau. Informasi ini menjadi dasar dalam penyusunan pola operasi waduk untuk memastikan ketersediaan pasokan air yang berkelanjutan sepanjang tahun.

Pada tingkat keandalan debit 35%, rata-rata *inflow* yang masuk ke waduk diperkirakan mencapai 19,546 m<sup>3</sup>/s. Angka ini menandakan aliran air yang cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan secara maksimal, terutama pada musim penghujan atau kondisi debit tinggi lainnya. Selanjutnya, pada keandalan 50%, rata-rata debit *inflow* menurun menjadi 16,141 m<sup>3</sup>/s, namun masih tetap mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air yang cukup besar.

Ketika tingkat keandalan meningkat menjadi 65% dan 80%, rata-rata *inflow* yang masuk ke waduk masing-masing berkurang menjadi 13,328 m<sup>3</sup>/s dan 10,636 m<sup>3</sup>/s. Penurunan ini menggambarkan potensi ketersediaan air yang lebih rendah di bawah kondisi-kondisi *inflow* yang lebih kering. Informasi ini sangat penting dalam pengelolaan cadangan air waduk, terutama untuk menghadapi musim kemarau, serta dalam menjaga stabilitas pasokan air untuk irigasi, pemenuhan irigasi, kebutuhan air baku, dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) di daerah sekitar.

## Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa potensi ketersediaan air (*inflow*) di Waduk Bulango Ulu sangat signifikan, dengan volume air rata-rata mencapai sekitar 531,379 juta m<sup>3</sup> per tahun atau setara dengan 1,46 juta m<sup>3</sup> per hari. Berdasarkan analisis debit keandalan, diperoleh rata-rata debit pada kondisi keandalan 35% (musim basah) sebesar 19,546 m<sup>3</sup>/s, keandalan 50% (kondisi normal) sebesar 16,141 m<sup>3</sup>/s, keandalan 65% (musim kering) sebesar 13,328 m<sup>3</sup>/s, dan keandalan 80% (musim kering) sebesar 10,636 m<sup>3</sup>/s. Variasi debit *inflow* ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kapasitas waduk dalam menampung air di berbagai kondisi hidrologi, baik pada periode basah maupun kering. Data ini mendukung pentingnya strategi pengelolaan air yang adaptif dan berkelanjutan, sehingga waduk dapat berfungsi optimal dalam memenuhi kebutuhan air untuk irigasi, air baku, dan pembangkit listrik sepanjang tahun.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Balai Besar Wilayah Sungai Sulawesi II Gorontalo, serta PT. Yodya Karya (Persero), atas dukungan yang sangat berharga dalam bentuk informasi, data, dan diskusi yang konstruktif. Bantuan dari kedua pihak ini telah memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung kelancaran penelitian serta pencapaian tujuan yang diharapkan.

## Daftar Pustaka

- Elmasari, Y., & Nurhadi, N. (2019). Optimasi Artificial Neural Network Dengan Genetic Algorithm pada Prediksi Debit Inflow Waduk Sengguruh. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 4(2). <https://doi.org/10.29100/jupi.v4i2.1442>
- Febriyani, F., Wahono, E. P., & Kusumastuti, D. I. (2020). Analisis Debit Andalan sebagai Inflow Waduk Temburun dengan Menggunakan Metode Basic Month. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 25(2). <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i2.35>
- Lesmana, S. B., & Milenia, A. N. (2023). Analisis Ketersediaan Air pada Daerah Tangkapan Waduk Sempor dengan Model Mock. *Bulletin of Civil Engineering*, 3(1). <https://doi.org/10.18196/bce.v2i3.17117>
- Lukas, Daniel Rohi, H. H. T. (2017). Studi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1).



- M Pugel, P., Idris, K., & Fitria, L. (2015). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Belitang Kabupaten Sekadau Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 3(1). <https://doi.org/10.26418/jtlb.v3i1.12618>
- Maini, M., & Mashuri. (2020). The Study of Sedimentation at Jongkong Reservoir in District Central of Bangka through Erosion of Catchment Area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 537(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/537/1/012003>
- Maini, M., & Mashuri, M. (2019a). Analisis Imbangan Air Embung Jongkong Kabupaten Bangka Tengah Melalui Kapasitas Tampung. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 7(1). <https://doi.org/10.33019/fropil.v7i1.1402>
- Maini, M., & Mashuri, M. (2019b). Identifikasi Potensi Nilai Ekonomi Air (NEA) Pemanfaatan Sumber Daya Air Embung Jongkong Kabupaten Bangka Tengah. *JURNAL KAJIAN TEKNIK SIPIL*, 4(2). <https://doi.org/10.52447/jkts.v4i2.1692>
- Maini, M., & Susanti, J. E. (2021). Potensi Pemanfaatan Sumber Daya Air Kulong Bekas Penambangan Timah untuk Menunjang Imbangan Air di Kabupaten Bangka Tengah. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 8(2). <https://doi.org/10.33019/fropil.v8i2.1932>
- Mopangga, S. (2020). Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Bolango. *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 7(2). <https://doi.org/10.37971/radial.v7i2.191>
- Muljana, J. (2022). Studi Kelayakan Daerah Irigasi Way Wayah Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 3(2). <https://doi.org/10.23960/jpi.v3n2.79>
- Musa, L. O., Klistafani, Y., & Sumarwanto, R. (2020). Sistem Monitoring Debit Inflow untuk Operasi Harian Pembangkit PLTA Bakaru. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 18(1). <https://doi.org/10.31963/sinergi.v18i1.2239>
- Permana, S., & Apriliyani, R. K. (2020). Analisis dan Potensi Daerah Aliran Sungai Cirompang-Bojong Kabupaten Garut. *Jurnal Konstruksi*, 18(1). <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.18-1.804>
- Pratiwi, M. A., Jayadi, R., & Kironoto, B. A. (2022). Kajian Potensi Pemanfaatan Waduk Bener Untuk Pemenuhan Air Baku dan Air Irigasi. *Jurnal Teknik Pengairan*, 13(1). <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.01.02>
- Raharjo, S. R., Suprpto, M., & Muttaqien, A. Y. (2016). Prediksi Pasok dan Kebutuhan Air Sungai Ciliwung Ruas Bendung Katulampa-Jembatan Panus Depok. *Matriks Teknik Sipil*, 4(2).
- Rudi Saputri, E. G. F., & Saves, F. (2023). Analisis Debit Andalan Metode Nreca untuk Kebutuhan Air Irigasi dan Neraca Air Waduk Bagong Trenggalek. *SONDIR*, 7(1). <https://doi.org/10.36040/sondir.v7i1.5859>
- Sari, V., & Adli Yusuf, A. N. (2016). Neural Network Autoregressive Exogenous ( Nnarx ) Untuk Meramalkan Inflow Debit Air Di Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(1).
- Yolenta, K., Barlian, S., & Gunarto, D. (2014). Pemanfaatan Air Sungai Bayung sebagai Sumber Air Bersih Bagi Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 2(2).

*This is an open access journal distributed under the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited*