

# Studi Potensi Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Tabulahan

Dita Sabrina<sup>1\*</sup>, Zulvyah Faisal<sup>2</sup>, Muh Taufik Iqbal<sup>3</sup>, Pratiwi Aziz<sup>3</sup>, Teti Minarni<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
\* [ditasabrina@poliupg.ac.id](mailto:ditasabrina@poliupg.ac.id)

**Abstract:** *This study analyzes the potential and operational planning of the Tabulahan hydropower plant located at the Bonehau River, Periangan Village, Tabulahan District, Mamasa Regency, West Sulawesi. The project utilizes a water catchment area of 306 km<sup>2</sup> upstream of the dam and 324 km<sup>2</sup> downstream of the plant. The discharge analysis uses the Flow Duration Curve (FDC) method with the results showing adequate discharge availability. A reliable discharge of 22.80 m<sup>3</sup>/s was selected based on a reliability level of 85%-90%, with a design discharge of 8.97 m<sup>3</sup>/s for each turbine. For further planning analysis, the power generation discharge was set at Q<sub>50%</sub> (14.72 m<sup>3</sup>/second) and the river maintenance discharge (Eco flow) at Q<sub>95%</sub> (21.60 m<sup>3</sup>/second). With an installed power capacity of 10 MW, the Tabulahan hydropower plant is designed to optimize the potential of water resources with a sustainable approach.*

**Keywords:** *Reliable Discharge; Tabulahan Hydropower Plant; FDC*

**Abstrak:** Penelitian ini menganalisis potensi dan perencanaan operasional PLTA Tabulahan yang terletak di Sungai Bonehau, Desa Periangan, Kecamatan Tabulahan, Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat. Proyek ini memanfaatkan daerah tangkapan air seluas 306 km<sup>2</sup> di hulu bendungan dan 324 km<sup>2</sup> di hilir rumah pembangkit. Analisis debit menggunakan metode Flow Duration Curve (FDC) dengan hasil menunjukkan ketersediaan debit yang memadai. Debit andal sebesar 22,80 m<sup>3</sup>/detik dipilih berdasarkan tingkat keandalan 85% -90%, dengan debit desain masing-masing turbin sebesar 8,97 m<sup>3</sup>/detik. Untuk analisis perencanaan lebih lanjut, debit pembangkit ditetapkan pada Q<sub>50%</sub> (14,72 m<sup>3</sup>/detik) dan debit pemeliharaan sungai (Eco flow) pada Q<sub>95%</sub> (21,60 m<sup>3</sup>/detik). Dengan kapasitas daya terpasang sebesar 10 MW, PLTA Tabulahan dirancang untuk mengoptimalkan potensi sumber daya air dengan pendekatan berkelanjutan.

**Kata kunci :** Debit Andal; PLTA Tabulahan; FDC

## I. PENDAHULUAN

Sebagai makhluk hidup, air adalah komponen utama yang sangat penting dalam kehidupan. Keberadaannya memiliki peran vital bagi kelangsungan hidup manusia. Air merupakan salah satu substansi yang paling melimpah di bumi, terutama di permukaannya, dan menjadi elemen penting bagi semua makhluk hidup serta kekuatan utama yang secara terus-menerus membentuk bumi. Dalam pengaturan iklim di permukaan bumi, jumlah air mencapai sekitar 1.386 juta km<sup>3</sup> atau sekitar 70% [1], sehingga sebagian besar permukaan bumi tertutupi oleh perairan. Dari jumlah tersebut, sekitar 97% merupakan air laut, sementara 3% sisanya adalah air tawar dalam bentuk es (glacier), air permukaan, air di atmosfer, dan air bawah tanah [2]. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan dan pengendalian air yang baik agar pemanfaatannya dapat mendukung kelangsungan hidup makhluk hidup dengan menjaga ketersediaan air.

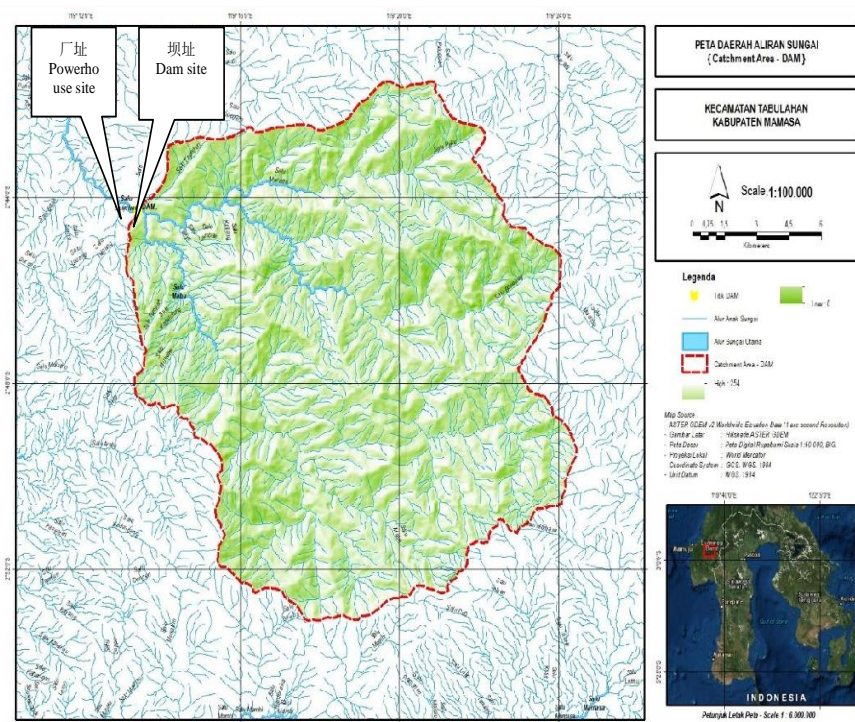
Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (waduk) dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu [3]. Ketersediaan air di bumi yang sangat melimpah akan tetapi setia manusia mempunyai kewajiban untuk mempergunakannya dengan baik bahkan perlu adanya pengelolaan dan pemanfaatan yang bijak, sehingga air dapat dilestarikan [4]. Salah satu potensi di Sulawesi Barat yang dapat dikembangkan adalah sungai Bonehau yang airnya mengalir sepanjang tahun. Sehingga keberadaan sungai Bonehau yang dapat dijadikan pusat pembangkit listrik tenaga air untuk menjawab kebutuhan listrik masyarakat Desa Periangan, Kecamatan Tabulahan, yang meningkat seiring dengan perkembangan

penduduk yang begitu pesat setelah terbentuknya provinsi baru ini, yang mana hal ini telah memicu perkembangan ekonomi di Provinsi Sulawesi Barat. Hal lain yang dapat berkembang akibat adanya pembangkit listrik ini adalah industri kecil yang nantinya akan meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat Desa Periangan dan sekitarnya. Hidrologi sangat penting dalam perencanaan PLTA karena keilmuan ini yang akan memberikan analisis mengenai ketersediaan air yang sangat diperlukan untuk penggerak turbin untuk menghasilkan energi listrik [5]. Konsep siklus air adalah bahwa jumlah air di wilayah tertentu di dunia dipengaruhi oleh input dan output yang dihasilkannya [6].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

PLTA Tabulahan terletak di Sungai Bonehau di Desa Periangan, Kecamatan Tabulahan, Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat, Indonesia. Area Proyek terletak di  $2^{\circ}44'20.39''\text{LS}$  -  $2^{\circ}44'0.30''\text{LS}$  dan  $109^{\circ}13'38.52''\text{BT}$  -  $109^{\circ}12'43.19''\text{BT}$ . Pekerjaan utama PLTA Tabulahan terletak sekitar 320 m di hilir persimpangan sungai Mabu dan Kalana, dengan daerah tangkapan air terkendali di hulu lokasi bendungan adalah  $306 \text{ km}^2$ . Lokasi rumah pembangkit di tepi kiri sungai sekitar 1,6 km di hilir lokasi bendungan, dengan daerah tangkapan air terkendali seluas  $324 \text{ km}^2$ . Sistem air DAS Tabulahan dan lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### B. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah cara yang digunakan dalam meneliti suatu objek dalam rangka pengumpulan data penelitian dengan menggunakan teknik-teknik tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode seperti berikut :

#### 1. Penelitian desain

Pengumpulan data dengan metode ini dilakukan dengan melakukan tinjauan langsung di lapangan dengan melakukan survei di Desa Periangan, Kecamatan Tabulahan, Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat, Indonesia. Melalui survei tersebut, maka penulis akan memperoleh data yang berhubungan dengan rumusan masalah dan tujuan.

2. Penelitian pustaka

Penelitian pustaka adalah memperoleh data khususnya data tertulis yang berhubungan dengan objek penelitian, diperoleh dengan cara membaca sejumlah buku, literatur-literatur, serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan masalah-masalah penelitian yang sedang dibahas.

Tahapan-tahapan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Survey Pendahuluan
2. Studi Literatur
3. Pengumpulan Data
4. Proses Analisa Data/Tahap perhitungan

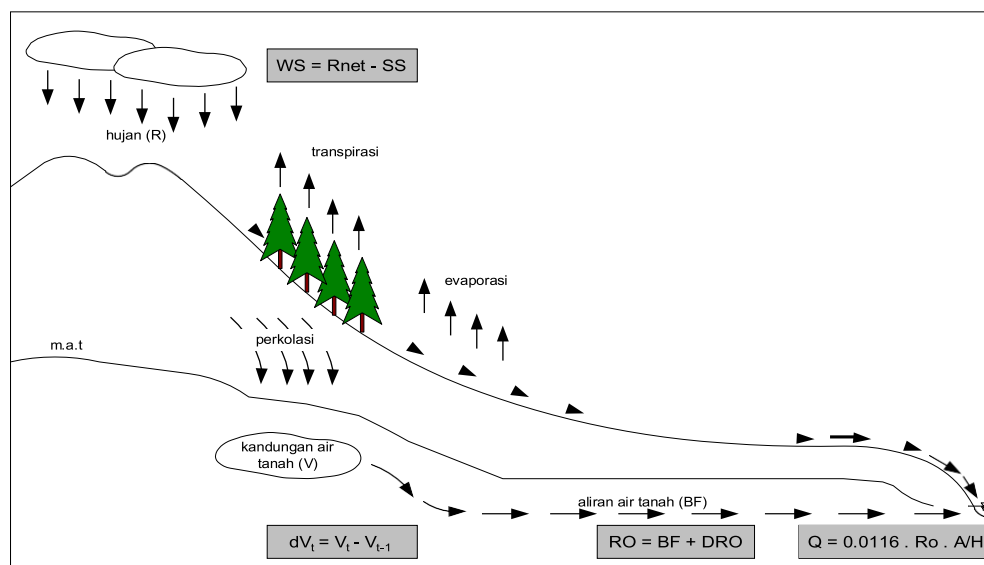
**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Analisis Hidrologi**

Analisis hidrologi secara umum dimaksudkan untuk mengetahui dan mendapatkan karakteristik hidrologi pada lokasi PLTA. Tujuannya adalah untuk mengetahui ketersediaan air, Flow Duration Curve (kurva durasi aliran), debit sesaat, debit andalan atau potensi air, dan debit banjir baik yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam penelitian ketersediaan air PLTA. Data ketersediaan dilengkapi dengan pengukuran langsung di lapangan. Selain mengumpulkan data studi hidrologi dari laporan terdahulu yang ada juga dipelajari apakah hasil studi terdahulu masih valid untuk kondisi saat ini.

**B. Ketersediaan Air**

Sebelum menentukan volume air yang tersedia dari PLTA, aliran bulanan rata-rata harus dihitung dengan berbagai metode seperti SNI19-6738-2002, dan kurva frekuensi harus dianalisis, simulasi F.J Mock dan simulasi N-Reca. Karakteristiknya masing-masing yaitu pemilihan metode yang sesuai biasanya didasarkan pada pertimbangan yaitu ketersediaan data, tujuan perhitungan dan pengalaman. Saat menganalisis limpasan dari PLTA, metode analisis aliran yang digunakan terutama menggunakan data curah hujan untuk simulasi F.J Mock. Karena aliran data tidak langsung diekstraksi, metode perhitungan debit F.J Mock digunakan. Metode F.J. Mock. memperkenalkan model sederhana simulasi keseimbangan air bulanan untuk aliran yang meliputi data hujan, evaporasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran [7-9].



Gambar 2. Metode F.J Mock

Data yang dibutuhkan pada pemodelan F.J Mock adalah berupa a) Curah hujan bulanan rata-rata b) Curah hujan rata-rata harian per bulan c) Penguapan bulanan d) Karakteristik wilayah sungai.

Simulasi F.J Mock yang diterapkan untuk kesimbangan air sebagai berikut:

follows:  $Q : (Dro + Bf) F$

$Dro : Ws - 1$

$Ws : R - Et \quad Q = (R - Et - 1 + Bf) F$  dimana,

di mana, R adalah curah hujan (mm); Et - evaporasi (mm); Bf adalah Debit dasar ( $m^3/det/km^2$ ); F adalah area pengairan ( $km^2$ ).

Debit rata-rata tahunan di lokasi PLTA Tabulahan adalah  $22,8 m^3/det$  yang diperoleh melalui hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Debit bulanan pada lokasi PLTA Tabulahan ( $m^3/det$ )

Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2003	18.3	27.0	42.2	42.4	32.6	25.6	20.2	10.9	31.9	25.0	31.8	20.7
2004	37.5	22.7	19.9	13.6	22.6	24.6	40.9	20.0	12.2	28.8	31.4	22.6
2005	11.5	39.5	15.6	28.6	22.8	15.4	19.0	7.4	14.2	17.3	17.3	28.2
2006	29.6	4.6	29.6	20.6	8.7	12.5	10.0	5.0	6.6	7.6	31.7	32.6
2007	40.8	28.3	23.5	27.7	26.8	23.2	28.1	5.5	32.5	15.8	0.0	0.0
2008	22.4	9.4	26.8	39.0	17.5	0.0	6.0	7.8	10.0	24.9	34.3	33.2
2009	33.1	0.0	60.2	0.0	24.1	22.6	3.5	7.6	3.6	20.2	22.9	13.8
2010	21.9	32.8	20.5	30.3	26.2	37.6	15.0	5.2	14.7	23.7	38.4	15.4
2011	18.3	23.7	25.8	20.0	21.4	0.0	7.6	21.2	31.5	33.6	28.9	15.0
2012	15.1	12.3	15.7	23.7	22.9	10.5	11.8	0.0	1.0	10.0	9.4	29.3
2013	0.0	31.2	23.2	54.3	26.9	25.8	21.5	17.5	23.8	28.1	28.4	8.0
2014	33.8	11.6	26.6	23.5	29.2	21.5	21.8	14.5	10.4	39.1	18.8	22.0
2015	22.1	26.6	18.0	32.8	12.3	18.2	16.8	4.7	8.6	23.0	38.7	18.9
2016	36.8	21.4	12.2	35.5	13.4	24.2	7.9	6.8	12.1	22.1	27.2	13.5
2017	32.2	10.4	21.3	0.0	23.2	10.5	1.2	3.5	12.2	3.8	35.5	35.6
2018	11.7	11.3	17.5	32.7	18.3	18.9	28.4	16.3	23.1	8.8	30.2	22.9
2019	13.6	1.8	19.6	19.3	29.8	26.7	26.1	29.0	3.4	6.3	24.7	39.6
2020	24.2	23.8	30.1	53.1	19.6	18.0	2.9	0.0	2.4	4.6	17.3	19.5
2021	25.0	27.5	28.4	47.8	31.0	36.2	18.0	8.5	25.3	54.1	21.3	10.8
2022	21.0	20.9	21.9	16.6	49.3	28.3	11.4	10.0	16.7	13.7	37.3	24.1
Average	23.4	19.3	24.9	28.1	23.9	20.0	15.9	10.1	14.8	20.5	26.3	21.3

### C. Evapotranspirasi

Dalam perhitungan evapotranspirasi digunakan data klimatologi yang diambil dari stasiun Klimatologi Mamuju. Data klimatologi yang ada meliputi : data suhu udara rata-rata, data kelembaban relatif rata-rata, data kecepatan angin, dan data lama penyinaran matahari. Sedangkan perhitungan data klimatologi rata-rata disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Klimatologi Tahun 2023

No	Bulan	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Nisbi (%)	Kecepatan Angin (km/day)	Lama Penyinaran (jam/hr)
1	Januari	26.40	88.00	70.60	3.6
2	Februari	26.24	88.00	70.60	4.7
3	Maret	26.45	87.40	42.20	5.9
4	April	26.50	87.60	53.80	5.0
5	Mei	26.60	87.20	61.40	5.1
6	Juni	26.50	87.80	69.60	5.3
7	Juli	26.55	87.00	83.0	5.7
8	Agustus	26.52	87.20	97.4	5.4
9	September	26.41	87.00	98.9	4.0
10	Oktober	26.40	87.40	81.6	4.2
11	November	26.42	88.00	72.5	5.5
12	Desember	26.35	88.80	72.5	4.8

Sumber : Hasil Pencatatan dari Stasiun Klimatologi Mamuju [10]

Tabel 3. Perhitungan Evapotranspirasi

Parameter	Satuan	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Agt.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
Suhu (t)	°C	22,42	22,50	22,60	22,64	22,82	22,48	22,04	21,88	22,42	23,00	22,98	22,80
Sinar Matahari (n/N)	%	51,97	52,63	53,70	52,83	56,98	54,10	52,24	61,00	67,67	71,71	64,59	52,34
Kelembaban relatif (Rh)	%	83,60	84,40	84,40	85,60	85,20	83,60	84,80	83,00	81,20	79,80	82,40	85,00
Kecepatan Angin (u)	m/dt	0,48	0,46	0,33	0,35	0,28	0,25	0,26	0,37	0,48	0,41	0,55	0,74
w		0,72	0,73	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
Ra	mm/hari	15,43	15,77	15,63	14,97	13,90	13,30	13,50	14,37	15,13	15,57	15,43	15,30
Rs	mm/hari	8,19	8,42	8,44	8,01	7,75	7,21	7,18	8,33	9,31	9,92	9,24	8,15
f(t)	mm/hari	15,11	15,14	15,16	15,17	15,22	15,13	15,01	14,98	15,11	15,27	15,26	15,22
ea	mbar	27,11	27,25	27,42	27,49	27,79	27,22	26,47	26,22	27,11	28,10	28,07	27,76
ed	mbar	22,67	23,00	23,14	23,53	23,68	22,75	22,44	21,76	22,02	22,42	23,13	23,60
f(ed)	mbar	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
f(n/N)		0,57	0,57	0,58	0,58	0,61	0,59	0,57	0,65	0,71	0,75	0,68	0,57
f(u)	m/dt	0,38	0,38	0,35	0,35	0,34	0,33	0,33	0,36	0,38	0,37	0,40	0,44
Rn1	mm/hari	1,12	1,12	1,14	1,11	1,17	1,16	1,13	1,31	1,43	1,50	1,34	1,10
ea - ed	mbar	4,45	4,25	4,28	3,96	4,11	4,46	4,02	4,46	5,10	5,68	4,94	4,16
ETu*	mm/hari	4,11	4,21	4,18	3,94	3,76	3,48	3,44	3,99	4,56	4,90	4,61	4,15
c		1,10	1,10	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10
ETo	mm/hari	4,52	4,63	4,18	3,55	3,38	3,14	3,10	3,99	5,01	5,39	5,08	4,57

Sumber : Hasil Perhitungan

#### D. Flow Duration Curve (FDC)

Ada dua cara untuk menggambarkan variasi aliran (debit) sungai sepanjang tahun yaitu dengan cara annual hydrograph dan FDC (Flow Duration Curve).

Annual hydrograph menunjukkan variasi aliran sepanjang tahun, sedangkan FDC merupakan aliran yang terdistribusi sepanjang periode. Sumbu y adalah aliran (debit), sumbu x adalah persentase kejadian aliran. Kejadian persentase aliran (debit) untuk 85% - 90 % menggambarkan nilai karakteristik untuk debit minimum sungai atau debit andal.

Untuk perhitungan Flow Duration Curve (FDC), terlebih dahulu dihitung frekuensi kumulatif debit. Setelah itu FDC digambarkan dengan hubungan persentase frekuensi kumulatif (%) dan nilai median debit bulanan (m<sup>3</sup>/det).

Tabel 4. Frekuensi Kumulatif Debit Tabulahan

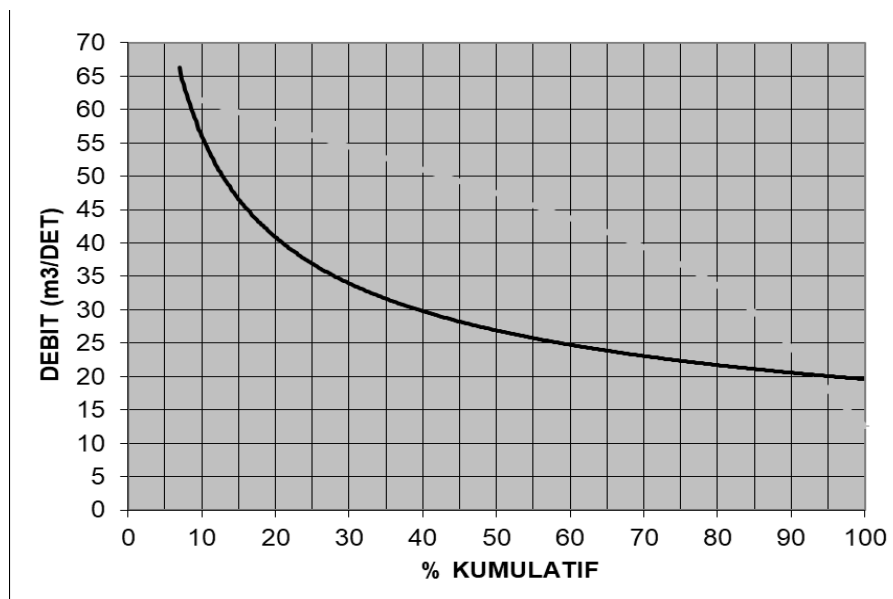
NO	Debit Bulanan (m <sup>3</sup> /det)	Frekuensi (bulan)	Frekuensi Kumulatif	
			(bulan)	%
1	50 - 75	10	10	6,94
2	25 - 50	96	106	73,61
3	0 - 25	38	144	100,00

Keterangan: Jumlah data debit bulanan sebanyak 144 buah

Tabel 5. Persentase Frekuensi Kumulatif (%) dan Nilai Median Debit Bulanan (m<sup>3</sup>/det)

No	P (%)	Debit (m <sup>3</sup> /det)
1	6,94	62,5
2	73,61	37,5
3	100,00	12,5

Kurva durasi aliran (FDC) selanjutnya dapat dilihat pada gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 3. Kurva Durasi Aliran PLTA Tabulahan

Setelah diperoleh gambaran FDC (Flow Duration Curve) Sungai Bonehao. Dapat dilihat bahwa ketersediaan debit pada sungai Bonehao cukup besar. Sehingga dengan menggunakan kurva FDC dengan persentase 85% - 90% dapat dipilih debit andal sebesar : 22,80 m<sup>3</sup>/det. Dengan pertimbangan bahwa debit andal sebesar: 22,80 m<sup>3</sup>/det , terdistribusi pada persentase 85%-90%, berdasarkan frekuensi kumulatif untuk mendapatkan grafik FDC dari hasil perhitungan F.J Mock.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah :

- a. Untuk analisa perencanaan dasar selanjutnya dipilih debit pembangkit pada Q50% sebesar 14,72 m<sup>3</sup>/det dan untuk pemakaian debit pemeliharaan sungai (ekoflow) sebesar Q95% yaitu 21,60 m<sup>3</sup>/det. Sehingga debit andalan untuk pembangkitan adalah sebesar 22.80 m<sup>3</sup>/det, menghasilkan kapasitas daya (P) sebesar 10 MW sebagaimana yang telah direncanakan. Debit desain untuk masing-masing turbin sebesar 8,97 m<sup>3</sup>/s.
- b. Untuk meningkatkan kehandalan operasi, komposisi turbin dan generator dibagi menjadi 2 (dua) unit yaitu 2 x 5 MW.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Pimpinan, Dosen dan Staf Politeknik Negeri Ujung Pandang dan pihak yang membantu dalam jalannya proses pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indarto, *Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara, 2012.
- [2] M. Lutfi and D. Sodiq, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Air Di Bendungan Cipanas Sumedang," *J. Tek. Energi*, vol. 11, no. 2, pp. 18–23, 2022, doi: 10.35313/energi.v11i2.3534.
- [3] Tamrin, "Kajian Potensi Energi Sungai Khayan Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Di Kalimantan Utara," *Semin. Nas. Teknol. 4 Samarinda, 9 Novemb. 2017 Kaji.*, vol. 4, no. November, pp. 46–52, 2017.
- [4] R. Kalbuardhi and D. Suwarno, "Analisis Ketersediaan Air Waduk Jatiluhur Sebagai Dasar Penerapan Pola Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Air," *G-Smart*, vol. 2, no. 2, p. 51, 2021, doi: 10.24167/g.s.v2i2.1573.
- [5] W. P. Mulyana, S. Permana, and I. Farida, "Pengaruh Curah Hujan Harian terhadap Ketersediaan Air pada Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Sungai Cisanggiri Kecamatan Cihurip Kabupaten Garut," *J. Konstr.*, vol. 11, no. 1, pp. 63–77, 2014, doi: 10.33364/konstruksi/v.11-1.85.
- [6] Jaya, Barly. 2016. Analisis Ketersediaan Air Terhadap Kebutuhan Air Pada DAS Percut Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Di Kabupaten Deli Serdang, USU. Medan.
- [7] Limantara, Lily Montarcih. 2010. Hidrologi Praktis. Malang : CV. Lubuk Agung Bandung, 2010
- [8] Anwar, Dian N.K., Kiki F. S., Analisis Ketersediaan Air dengan Metode F.J. Mock untuk Kebutuhan Air Bersih di DAS Borong Kabupaten Manggarai Timur, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur (SENTIKUIN) 2018, Vol. 1, page C2.1-C2.6. Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tungadewi,
- [9] Tiurma E. S., Eben O. Z., Estetika Z., Analisis Debit andalan, CONSTRUCT : Jurnal Teknik Sipil Vol. 2, No. 2, Mei 2023
- [10] H. Perdinand, Data Klimatologi, 2023, Badan Meterologi Klimatologi dan Geologi, Stasiun Meterologi kelas II Tampa Padang Mamuju.