

## Analisa Potensi Sumber Daya Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

**M. Syafiul Anam<sup>\*1</sup>, Ina Sunaryantiningsih<sup>2</sup>, Irna Tri Yuniahastuti<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Universitas PGRI Madiun; Indonesia, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro

e-mail: <sup>\*1</sup>syafiulanam274@gmail.com, <sup>2</sup>inas@unipma.ac.id, <sup>3</sup>irnatri@unipma.ac.id

### **Abstrak**

*Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai penggerak utama turbin dan generator. Daya yang dihasilkan oleh PLTMH bergantung dengan debit air yang mengalir dan tinggi jatuh air yang tersedia pada Bendungan Gonggang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi daya pembangkitan listrik dengan memanfaatkan sumber daya air pada Bendungan Gonggang. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi lapangan untuk mengetahui data sekunder dan data primer berdasarkan studi literasi yang sudah dilakukan. Penelitian ini memberikan gambaran mengenai potensi daya pembangkitan listrik pada Bendungan Gonggang dengan melakukan observasi lapangan selama 4 bulan. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil rata-rata potensi daya pembangkitan listrik di Bendungan Gonggang yaitu sebesar 492 kW.*

**Kata kunci** — Mikrohidro, Pembangkit Listrik, Renewable energy, Reservoir

### **Abstract**

*Micro hydro power plant is a power plant that uses water as the main driving force for turbines and generators. The power generated by the MHP depends on the flow of water flowing and the height of the water available in the Gonggang Dam. This study aims to determine the potential for electricity generation by utilizing water resources at the Gonggang Dam. The research method used in this research is field observation to find out secondary data and primary data based on literacy studies that have been carried out. This study provides an overview of the potential for electricity generation at the Gonggang Dam by conducting field observations for 4 months. Based on the results of the study, it was found that the average potential for electricity generation in the Gonggang Dam was 492 kW*

**Keywords** — Microhydro, Power Plant, Renewable Energy, Reservoir

## **I. PENDAHULUAN**

Sumber daya air merupakan kebutuhan dasar hidup manusia. Dilansir dari rencana strategis Direktorat Jendral Sumber Daya Air Kementerian PUPR; Indonesia mempunyai ketersediaan sumber daya air sebesar 2,78 triliun m<sup>3</sup>/tahun, hingga saat ini baru 222,59 miliar m<sup>3</sup>/tahun air yang dapat dimanfaatkan [1]. Pemanfaatan sebagai pembangkitan listrik merupakan salah satu Contoh pemanfaatan sumber daya air. Pemanfaatan air sebagai pembangkitan listrik merupakan bentuk dari eksplorasi pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang menggunakan air sebagai sumber energi potensial.

Berdasarkan definisi dari *International Energy Agency* (IEA) Energi baru terbarukan atau biasa disebut juga *renewable energy* merupakan proses alam yang menciptakan suatu energi yang diisi ulang terus menerus. Pemanfaatan energi baru terbarukan di Indonesia berdasarkan potensi masing-masing sumber merupakan sebuah langkah jangka panjang yang diambil pemerintah pada sektor energi [2].

Pemerintah Indonesia melalui kementerian terkait pada tahun 2025 mulai menargetkan perkembangan energi baru dan terbarukan mencapai kenaikan 23%, angka pertumbuhan tersebut akan terus dikembangkan hingga 31% pada tahun 2025 sesuai dengan amanat Undang-Undang No.30/2007 yang diturunkan dalam Peraturan Presiden No. 79/2014 [3]. Bauran energi terbarukan masih kurang maksimal dikarenakan berbagai hal salah satunya yaitu variabilitasnya dan ketidakpastian sumber daya yang tersedia [4]. Peningkatan pertumbuhan energi terbarukan akan menimbulkan efek positif bagi keadaan bumi, berkurangnya pembakaran akan mengurangi pula efek gas rumah kaca. Hal ini sejalan dengan komitmen Pemerintah Indonesia mengacu pada isi perjanjian *paris agreement*, Indonesia ikut andil dalam sektor energi untuk mengurangi efek gas rumah kaca sesuai UU No.16/2016 [5]

Sistem pembangkit listrik PLTMH adalah proses pemanfaatan air sebagai penggerak utama untuk dijadikan suatu pembangkit listrik. Sumber air dari PLTMH dapat bersumber dari sumber bendungan, sungai dan air terjun [6]. Dalam prosesnya PLTMH memanfaatkan debit aliran air dan head sebagai komponen utama, head merupakan suatu beda ketinggian antara muka air dengan air yang keluar dari turbin air [7]. PLTMH merupakan suatu pembangkitan energi yang efisien dan dapat diandalkan dari sumber energi terbarukan yang bersih, keandalan dan efisiensi tersebut merupakan keunggulan yang dimiliki oleh PLTMH [8].

Penelitian terdahulu yaitu penelitian dari Murni dan Suryanto berkaitan dengan penghitungan potensi daya pembangkitan menggunakan software Homer [9] dan penelitian Yudha Ragil dan Ina Sunaryantiningsih yang meneliti potensi daya air terjun srambang park menggunakan persamaan [2]. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti melakukan analisa potensi sumber daya air bendungan gonggang menggunakan software Homer.

## **II. METODE PENELITIAN**

### **2.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Peneliti ini dilakukan di Bendungan Gonggang yang berada di Dusun Ledok, Desa Janggan, Kecamatan Poncol, Kabupaten Magetan, Jawa Timur. Dengan objek penelitian sumber daya air bendungan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dan dilakukan observasi lapangan selama 4 bulan.

### **2.2 Analisis Data**

Perhitungan data debit air memerlukan data luas penampang dan kecepatan aliran air, data luas penampang dan kecepatan aliran air dapat diperoleh dengan persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3:

Luas penampang

$$A = I \times h \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan;

- A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)
- I = lebar aliran air (m)
- h = Kedalaman air (m)

Perhitungan luas penampang menggunakan roll meter untuk mengetahui lebar aliran air dalam penampang dan data kedalaman air dapat diperoleh melalui *pielscale* yang terdapat pada bangunan penampang air.

Kecepatan aliran air

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan;

- v = Kecepatan air (m/s)
- s = Jarak botol dialirkan (m)
- t = Waktu (s)

Debit aliran air

$$Q = A \times v \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan;

- Q = Debit aliran air (m<sup>3</sup>/s)
- A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)
- v = Kecepatan aliran air (m/s)

[10]

Proses aliran air di dalam pipa menimbulkan energi potensial dan turbin mengkonversi menjadi energi mekanik. Energi mekanik air akan memutar turbin yang telah terhubung pada generator, generator akan mengkonversi energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Besar daya pembangkitan dapat diperoleh melalui persamaan 2.4:

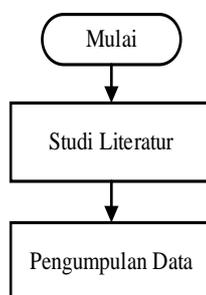
$$P = 9,8 \times Q \times h \times eff \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

- 9,8 = Gravitasi
- Q = Debit air (m<sup>3</sup>/s)
- h = Tinggi jatuh air (m)
- eff = Efisiensi
- P = Daya pembangkitan (kW)

[11, p. 86]

### 2.3 Langkah Penelitian



Gambar 2.1 *Flowchart* Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisa Luas

Analisa luas penampang air dapat diperoleh menggunakan data lebar penampang & kedalaman air yang sudah diperoleh melalui observasi lapangan yang hasilnya sudah disajikan pada tabel 3.1 & 3.2. Analisa luas penampang air dilakukan menggunakan persamaan 3.1:

$$A = I \times h \dots\dots\dots(2.1)$$

Tabel 3.1 Luas penampang

No	Lebar Penampang	Kedalaman	Luas Penampang
----	-----------------	-----------	----------------

		Air	
<b>1</b>	4	0,72	2.88
<b>2</b>	4	0,74	2.96
<b>3</b>	4	0,78	3.12
<b>4</b>	4	0,72	2.88
<b>Rata-rata</b>			2.96

Pada tabel 3.1 menunjukkan hasil analisa berdasarkan data yang diperoleh menggunakan persamaan 3.2. Percobaan 1 dengan lebar 4 m dan kedalaman air 0,72 m maka diperoleh luas penampang 2,88 m<sup>2</sup>. Percobaan 2 dengan lebar penampang 4 m dan kedalaman air mencapai 0.74 m hasil yang didapatkan luas penampang yaitu 2,96 m<sup>2</sup>.

Percobaan ke 3 dengan lebar penampang 4 m dan kedalaman air mencapai 0,78 m hasil yang didapat yaitu 3.12 m<sup>2</sup>. Percobaan yang terakhir dengan kedalaman air 0,72 dan lebar penampang 4 m didapatkan hasil perhitungan luas penampang sebesar 2.88 m<sup>2</sup>.

Berdasarkan data hasil perhitungan pada tabel 3.1 maka analisa luas penampang air Bendungan Gonggang pada 4 kali percobaan didapatkan hasil rata-rata sebesar 2.96 m<sup>2</sup>. Berdasarkan analisa tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pada percobaan ke 3 yaitu pada kedalaman 0,78 m merupakan hasil luas penampang paling besar dari pada ke 3 percobaan yang dilakukan, diperoleh luas penampang 3,12 m<sup>2</sup> lebih besar dari pada hasil percobaan ke 1,2, dan 4. Hal yang membedakan dari percobaan lainnya yaitu kedalaman penampang air mempengaruhi perhitungan luas penampang air seeperti yang tersaji pada tabel 3.1.

**3.2 Analisa Kecepatan**

Analisa kecepatan aliran air diperoleh melalui olah data jarak dari data hasil observasi yang sudah diambil yaitu data jarak lintasan dan waktu tempuh botol dari garis *start* hingga garis *finish*. Dari hasil 4 kali percobaan yang disajikan pada tabel 4.3 & 4.4 maka akan di lakukan analisa menggunakan persamaan 2.2:

$$v = s \div t \dots\dots\dots(2.2)$$

Tabel 3.2 hasil perhitungan kecepatan air

No	Jarak	Waktu	Kecepatan
<b>1</b>	12	5.4	2.2
<b>2</b>	12	5.0	2.4
<b>3</b>	12	5.3	2.26
<b>4</b>	12	5.4	2.2
<b>Rata-rata</b>			2.26

Pada tabel 3.2 menunjukan data hasil analisa menggunakan persamaan 3.2. Percobaan 1 yang dilakukan dengan menghasilkan jarak lintasan 12 m dan waktu

tempuh botol selama 5.4 detik, maka diperoleh hasil kecepatan aliran air yaitu 2.2 m/s. Percobaan 2 yang dilakukan dengan menghasilkan jarak lintasan 12 m dan waktu tempuh botol selama 5.0 detik, maka diperoleh hasil kecepatan aliran air yaitu 2.4 m/s.

Percobaan 3 menghasilkan jarak yang sama yaitu 12 m dan waktu tempuh botol selama 5.3 detik, diperolehlah hasil kecepatan aliran air sebesar 2.26 m/s. Percobaan yang terakhir yaitu dengan jarak 12 m dan waktu tempuh botol selama 5.4 m/s, diperolehlah hasil dari analisis kecepatan aliran air sebesar 2.2 m/s.

Berdasarkan data hasil perhitungan pada tabel 3.2 maka analisa kecepatan aliran air Bendungan Gonggang pada 4 kali percobaan didapatkan hasil rata-rata sebesar 2.26 m/s. Berdasarkan dari tabel 4.6 maka dapat dianalisa bahwa pada percobaan ke 2 waktu tempuh diperoleh lebih cepat dari pada percobaan 1,3, dan 4. Waktu yang diperlukan pada percobaan ke 3 yaitu 5.0 detik sehingga menghasilkan kecepatan laju air yang lebih cepat dari pada percobaan 1,3, dan 4. Maka dapat disimpulkan bahwa pada tabel 3.2 hal yang menentukan kecepatan adalah waktu tempuh botol, semakin sedikit waktu yang diraih maka kecepatan semakin tinggi.

**3.3 Analisa Debit**

Analisa debit aliran air Bendungan Gonggang dapat diperoleh dengan mengolah data hasil dari perhitungan luas penampang dan kecepatan aliran air. Perhitungan debit air dapat dihitung dengan persamaan 2.3:

$$Q = A \times v \dots\dots\dots(2.3)$$

Tabel 3.3 Debit air

No	Luas Penampang	Kecepatan	Debit air
1	2.88	2.2	6.33
2	2.96	2.4	7.10
3	3.12	2.26	7.05
4	2.88	2.2	6.33
Rata-rata			6.70

Pada tabel 3.3 menunjukkan hasil analisa debit air menggunakan data luas penampang dan kecepatan aliran air yang sudah diolah menggunakan persamaan 3.1 dan 3,2. Hasil analisa untuk mengetahui debit aliran air Bendungan Gonggang dengan 4 kali percobaan didapatkan hasil yaitu: percobaan 1 dengan luas penampang 2.88 m<sup>2</sup> dan kecepatan aliran air sebesar 2.2 m/s, maka diperoleh hasil debit air percobaan 1 sebesar 6.33 m<sup>3</sup>/s. Percobaan ke 2 dengan luas penampang 2.96 m<sup>2</sup> dan kecepatan aliran air sebesar 2.4 m/s, hasil analisa debit aliran air diperoleh sebesar 7.10 m<sup>3</sup>/s.

Selanjutnya yaitu percobaan ke 3 dengan mempunyai nilai luas penampang 3.12 m<sup>2</sup> serta kecepatan aliran air 2.26 m/s, maka didapatkan hasil perhitungan debit air sebesar 7.05 m<sup>3</sup>/s. Percobaan terakhir yaitu dengan luas 2.88 m<sup>2</sup> dan kecepatan aliran air sebesar 2.2 m/s, maka didapatkan perolehan debit aliran air sebsar 6.33 m<sup>3</sup>/s.

Berdasarkan ulasan analisa debit aliran air maka dapat disimpulkan bahwa debit aliran air Bendungan Gonggang pada bulan Mei 2022 dengan 4 kali pengambilan data disetiap minggunya, diperoleh hasil rata-rata debit air sebesar 6.70 m<sup>3</sup>/s. debit air paling besar didapatkan pada percobaan ke 2 dengan debit sebesar 7.10 m<sup>3</sup>/s.

**3.4 Analisa Daya**

Analisa daya listrik dilakukan untuk mengetahui berapa daya hasil pembangkitan listrik, dalam perhitungan daya listrik potensi daya listrik dilambangkan dengan huruf “P” memerlukan data debit air (Q) dan tinggi jatuh air (H) yang didapatkan dari hasil observasi lapangan. Dalam perhitungannya diperlukan juga konstanta gravitasi (k) dan efisiensi turbin (η). Perhitungan potensi daya pembangkitan listrik dapat diperoleh dari persamaan 3.4:

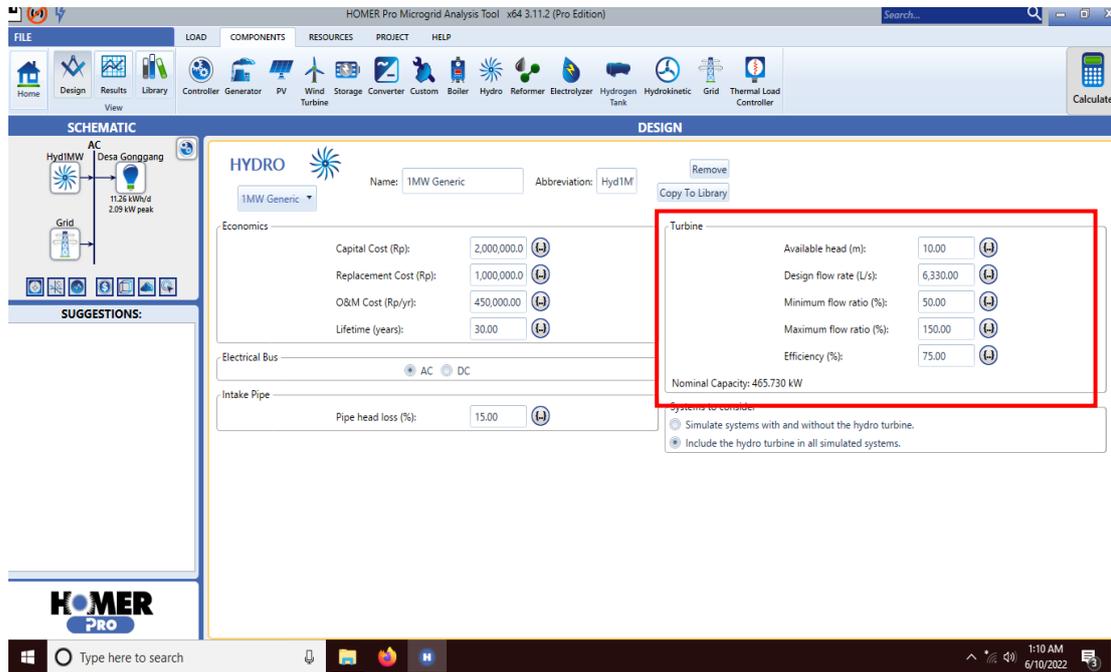
$$P = 9.8 \times Q \times h \times eff \dots\dots\dots(3.4)$$

Tabel 3.4 Analisa potensi daya

No	Gravitasi	Debit	Head Net	Effisiensi	Daya
1	9,8	6.33	10	75%	465
2	9,8	7.10	10	75%	522
3	9,8	7.05	10	75%	518
4	9,8	6.33	10	75%	465
Rata-rata					492

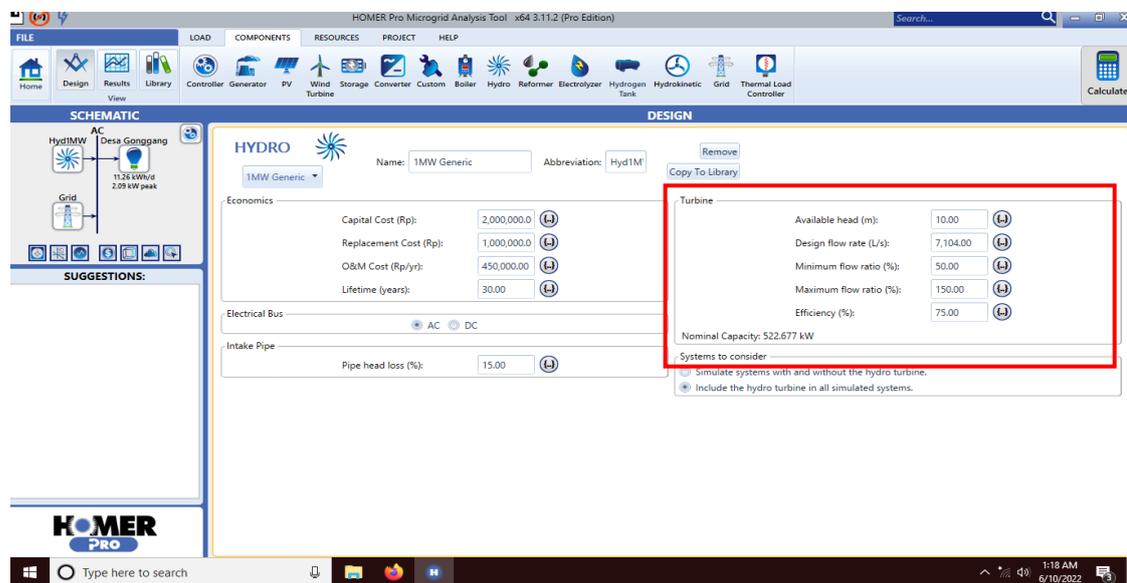
Pada tabel 3.4 menunjukkan hasil Analisa potensi daya listrik menggunakan persamaan 3.4. Hasil yang diperoleh yaitu pada percobaan 1 dengan debit 5.84 m<sup>3</sup>/s diperoleh hasil pembangkitan sebesar 465 kW. Pada percobaan ke 2 dengan debit aliran air yang lebih besar 7.10 m<sup>3</sup>/s didapatkan hasil sebesar 521 kW. Percobaan ke 3 menghasilkan potensi daya pembangkitan sebesar 518 kW dengan aliran debit sebesar 7.05 m<sup>3</sup>/s. Dan percobaan yang terakhir dengan debit aliran air sebesar 6.33 m<sup>3</sup>/s, hasil potensi daya pembangkitan sebesar 465 kW.

### 3.5 Hasil simulasi menggunakan software Homer



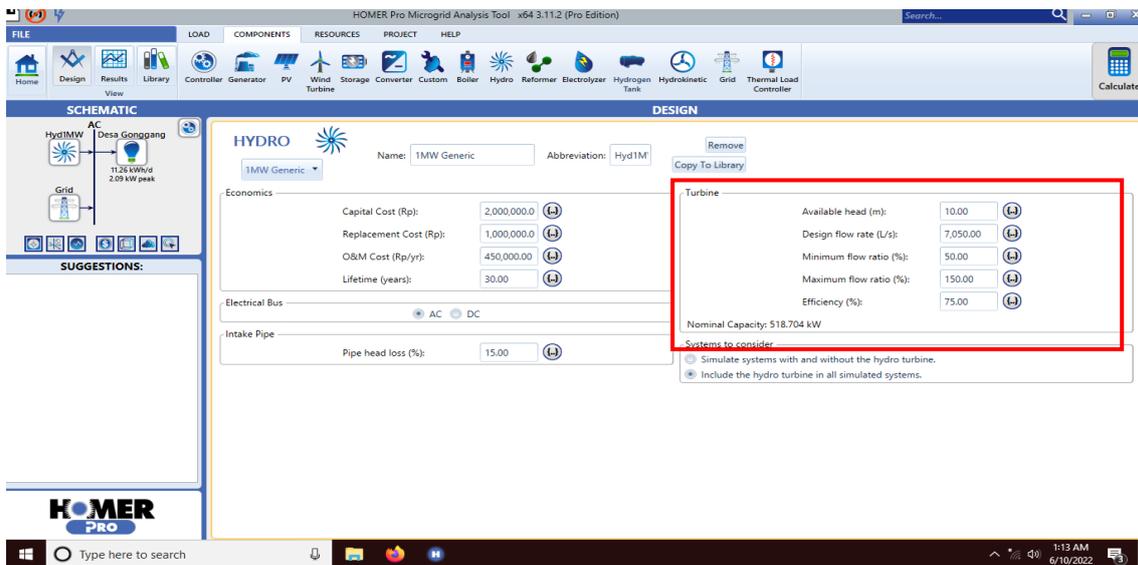
Gambar 3.1 Hasil percobaan 1

Gambar 3.1 menampilkan hasil simulasi potensi daya pembangkitan diperoleh daya pembangkitan sebesar 465,730 kW dengan data tinggi jatuh air 10 meter dan debit air sebesar  $6.33 \text{ m}^3/\text{s}$  serta efisiensi 75%.



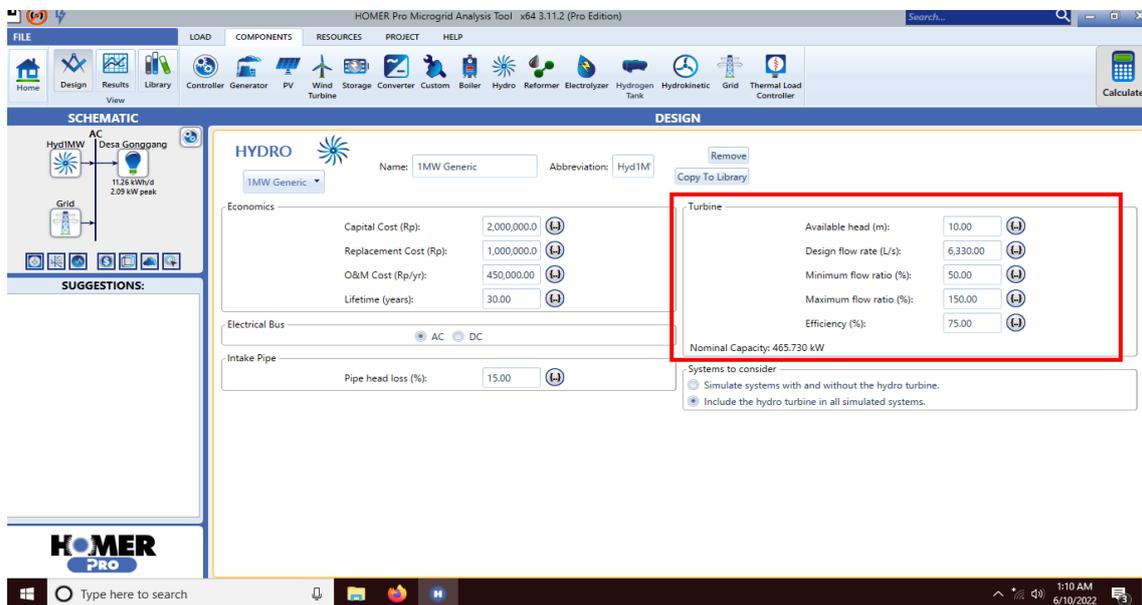
Gambar 3.2 Hasil percobaan 2

Gambar 3.2 menampilkan hasil simulasi potensi daya pembangkitan diperoleh daya pembangkitan sebesar 522 kW dengan data tinggi jatuh air 10 meter dan debit air sebesar  $7.10 \text{ m}^3/\text{s}$  serta efisiensi 75%.



Gambar 3.3 Hasil percobaan 3

Gambar 3.3 menampilkan hasil simulasi potensi daya pembangkitan diperoleh daya pembangkitan sebesar 518,667 kw, dengan data tinggi jatuh air 10 meter dan debit air sebesar  $7,05 \text{ m}^3/\text{s}$  serta efisiensi 75%.



Gambar 3.4 Hasil percobaan 4

Gambar 3.4 menampilkan hasil simulasi potensi daya pembangkitan diperoleh daya pembangkitan sebesar 465,730 kW dengan data tinggi jatuh air 10 meter dan debit air sebesar  $6.33 \text{ m}^3/\text{s}$  serta efisiensi 75%.

Berdasarkan ulasan data tersebut dapat disimpulkan bahwa analisa potensi daya pembangkitan listrik paling besar didapatkan pada debit  $7.10 \text{ m}^3/\text{s}$ , serta yang paling rendah pada debit  $6.33 \text{ m}^3/\text{s}$  yang hanya membangkitkan listrik sebesar 465 kW

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan pada Bab IV tentang Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro dapat ditarik beberapa kesimpulan

1. Berdasarkan analisa yang dilakukan dengan menggunakan data primer dan sekunder yang dikumpulkan selama 4 bulan, didapatkan besar debit air Bendungan Gonggang dengan rata-rata  $6.70 \text{ m}^3/\text{s}$
2. Berdasarkan analisa yang dilakukan dengan menggunakan persamaan dari studi literatur yang dilakukan didapatkan hasil potensi daya pembangkitan rata-rata sebesar 492 kW. Potensi daya pembangkitan menggunakan hasil debit air dan tinggi jatuh air pada bendungan gonggang yang merupakan data primer dan data sekunder penelitian.
3. Berdasarkan analisa yang dilakukan pada Software Homer Energy didapatkan besar energi yang dihasilkan percobaan 1 daya pembangkitan sebesar 465,730 kW, Percobaan 2 diperoleh daya pembangkitan sebesar 522,677 kW, percobaan 3 sebesar 518,667 kw dan percobaan 4 sebesar 465,730 kW.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Strategis, "Rencana Strategis Ditjen Sumber Daya Air 2020-2024," *Kementerian. Pekerj. Umum dan Perumah. Rakyat*, 2020.
- [2] Ina Sunaryantiningsih and Y. R. Praditya, *Teknologi Tepat Guna Untuk Indonesia Tangguh*, no. 1. 2021.
- [3] F. Tumiwa, "Sikap politik Jokowi dan tantangan pengembangan energi terbarukan di 2020 - IESR," 2020. <https://iesr.or.id/en/jokowi-dan-tantangan-pengembangan-energi-terbarukan-di-2020> (accessed May 25, 2022).
- [4] L. Wang *et al.*, "A micro hydro power generation system for sustainable microgrid development in rural electrification of Africa," *2009 IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet. PES '09*, pp. 1–8, 2009, doi: 10.1109/PES.2009.5275244.
- [5] H. EBTKE, "Direktorat Jenderal EBTKE - Kementerian ESDM," 2021. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/01/15/2767/capaian.kinerja.2020.dan.rencan.a.kerja.2021.subsektor.ebtke> (accessed May 25, 2022).
- [6] A. Bahtiar, D. Hidayat, J. M. Mindara, and B. M. Wibawa, "Aplikasi pembangkit listrik mikrohidro untuk penerangan lingkungan masyarakat di Kecamatan Ciwidey Kabupaten Bandung," *Dharmakarya*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [7] E. Hatch, "Low head hydro market assessment: main report: vol. 1," 2008.
- [8] B. A. Nasir, "Design of micro-hydro-electric power station," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 2, no. 5, pp. 39–47, 2013.
- [9] S. S. Murni and A. Suryanto, "Analisis Efisiensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan HOMER (Studi Kasus PLTMH Parakandowo Kabupaten Pekalongan)," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 34–38, 2021, doi: 10.22146/juliet.v1i2.61282.
- [10] M. Wongphat and S. Premrudeepreechacharn, "Evaluation of engineering and economic feasibility of micro-hydropower plant project," *IYCE 2015 - Proc. 2015 5th Int. Youth Conf. Energy*, pp. 1–6, 2015, doi:

10.1109/IYCE.2015.7180813.

[11] D. Marsudi, *Pembangkitan Energi Listrik*. 2011.