

Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Patihan Kabupaten Madiun

Potential Analysis of Microhydro Power Plant in The Patihan River, Madiun Regency

Ardiansyah¹, Ina Sunaryatiningsih^{1*}, Churnia Sari¹

¹Universitas PGRI Madiun, Indonesia, Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro

E-mail: inas@unipma.ac.id*

Disubmit : 16-08-2023; Direvisi: 28-08-2023; Dipublikasikan:10-09-2023

Abstrak

Air merupakan sumber energi terbarukan yang menjadi kebutuhan masyarakat. Sudah selayaknya air dikembangkan untuk kebutuhan seperti listrik. Contohnya adalah air sungai yang dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Sungai Patihan merupakan sungai yang berlokasi di Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi dari Air Sungai Patihan untuk dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Perhitungan analisis dilakukan terhadap debit air, tinggi jatuh efektif, potensi daya listrik yang bisa dihasilkan di Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Analisis akan melalui metode observasi lalu dimasukkan ke rumus yang akan digunakan untuk mengukur data debit air, tinggi jatuh air, daya listrik. Setelah itu akan dilakukan perbandingan perhitungan menggunakan software. Software yang digunakan adalah Homer. Hasil dari perhitungan manual didapatkan rata-rata potensi daya sebesar 741 kW, sedangkan perhitungan menggunakan perhitungan simulasi software Homer didapatkan rata-rata potensi daya sebesar 742,2 kW. Setelah dilakukan perhitungan manual dan software lalu terdapat selisih. Perhitungan manual dan menggunakan software Homer terdapat perbedaan 1,2 kW.

Kata kunci: Homer, Mikrohidro, PLTMH, Potensi, Sungai Patihan

Abstract

Water is a renewable energy source that is a community need. It is appropriate that water is developed for needs such as electricity. An example is river water being developed into a microhydro power plant. Patihan River is a river located in Madiun Regency, East Java Province, Indonesia. This research was conducted to determine the potential of Patihan River Water to be used as a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). Analysis calculations are carried out on water discharge, effective fall height, potential electric power that can be generated at a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). The analysis will be through the observation method and then entered into a formula that will be used to measure water discharge data, water fall height, electric power. After that, comparison calculations will be carried out using software. The software used is Homer. The results of manual calculations obtained an average power potential of 741 kW, while calculations using the Homer software simulation obtained an average power potential of 742.2 kW. After manual and software calculations, there is a difference. Manual calculations and using Homer software there is a difference of 1.2 kW.

Keywords: Homer, Micro hydro, PLTMH, Potential, Patihan River

PENDAHULUAN

Menurut [1], topografi yang berbentuk perbukitan dengan adanya beda tinggi aliran sungai yang cukup curam dapat berpotensi untuk menghasilkan energi listrik. Keberadaan potensi aliran air permukaan bisa menjadi salah satu sumber energi [2]. Pemanfaatan sebagai pembangkitan listrik merupakan salah satu Contoh pemanfaatan sumber daya air [3]. Akan tetapi, tidak semua sungai dapat berpotensi menghasilkan energi listrik. Ada beberapa faktor yang membengaruhi sungai tidak berpotensi untuk menghasilkan listrik, di antaranya yaitu debit air sungai yang kurang dan arus sungai yang tenang. Pengaruh debit air dan arus sungai sangat penting untuk meningkatkan kinerja dari pembangkit listrik. Salah satu item dari perencanaan sistem yaitu pemilihan turbin yang sesuai dengan head dan debit air [4].

Menurut [5], kehidupan manusia sangat membutuhkan keberadaan listrik, yang di mana listrik sangat membantu. Konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional [6]. Sehingga kebutuhan listrik jadi semakin meningkat dari waktu ke waktu. Bisa dikatakan listrik turut ikut membantu dalam perkembangan zaman karena hampir setiap teknologi yang ada sekarang ini digerakkan oleh listrik [7]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan [8]. Kebutuhan energi listrik akan sangat banyak di masa akan datang. Di Indonesia sangat banyak sekali terdapat energi terbarukan yang dapat dikelola menjadi pembangkit listrik.

Potensi dari energi air sangat besar sekali, akan tetapi masih belum maksimal dalam pemanfaatannya [9]. Air merupakan sumber energi terbarukan yang menjadi kebutuhan masyarakat. Total potensi energi baru terbarukan yang ada di Indonesia mencapai 417,8 GW [10]. Sudah selayaknya air dikembangkan untuk kebutuhan seperti listrik. Contohnya adalah air sungai yang dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Aliran sungai sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber dari pembangkit listrik [11]. Pemanfaatan dari air sungai untuk sumber energi sudah cukup lama dipakai. Jumlah sungai yang banyak akan kurang efektif jika hanya dimanfaatkan untuk konsumsi, tempat rekreasi dan untuk mengairi lahan pertanian. Keterbatasan cadangan energi fosil menyebabkan urgensi penggunaan energi baru dan terbarukan menjadi perhatian pemerintah, pengusaha dan peneliti di bidang ketenagalistrikan [12].

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Patihan yang berada di Dusun Patihan, Desa Darmorejo, Mejayan, Kabupaten Madiun, Jawa Timur, Indonesia. Objek penelitian ini adalah air sungai Patihan sebagai sumber pembangkit listrik tenaga mikrohidro dan dilakukan observasi lapangan selama 5 bulan. Metode penelitian yang digunakan pada

penelitian ini adalah observasi atau pengukuran dan melakukan perbandingan menggunakan software Homer. HOMER adalah software model simulasi yang mensimulasikan sistem yang layak untuk semua kemungkinan kombinasi peralatan yang dipertimbangkan [13].

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 1, 2 dan 3.

Luas penampang

$A = L \times h$ (1)

Keterangan;

| | | | |
|---|---|------------------|-------------------|
| A | = | Luas penampang | (m ²) |
| L | = | Lebar aliran air | (m) |
| h | = | Kedalaman air | (m) |

[8]

Perhitungan luas penampang menggunakan roll meter untuk mengetahui lebar aliran air dalam penampang dan data kedalaman air dapat diperoleh melalui menggunakan kayu mistar.

Kecepatan aliran air

$v = \frac{s}{t}$ (2)

Keterangan;

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

Debit aliran air

$Q = A \times v$ (3)

Keterangan

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

[14]

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 4:

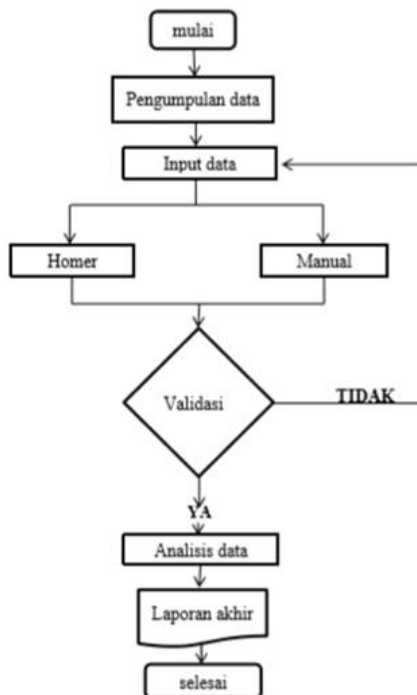
$P = k \times Q \times h \times eff$ (4)

Keterangan;

| | | | |
|-----|---|-------------------|---------------------|
| k | = | konstanta | (m/s) |
| Q | = | Debit air | (m ³ /s) |
| h | = | Tinggi jatuh air | (m) |
| eff | = | Effisiensi | (%) |
| P | = | Daya pembangkitan | (kW) |

[15]

Langkah Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Luas Penampang

Analisis luas penampang air dapat diperoleh menggunakan data lebar penampang & kedalaman air yang sudah diperoleh melalui observasi lapangan yang hasilnya sudah disajikan pada Tabel 1 & 2.

Tabel 1. Luas penampang

| Bulan | Lebar penampang (m) | Kedalaman air (m) | Luas penampang (m ²) |
|--------|---------------------|-------------------|----------------------------------|
| Maret | 8 | 1,2 | 9,6 |
| April | 8 | 1 | 8 |
| Mei | 8 | 1,3 | 10,4 |
| Juni | 8 | 0,99 | 7,92 |
| Juli | 8 | 0,97 | 7,76 |
| Jumlah | Rata-rata | | 8,736 |

Hasil dari luas penampang sungai Patihan pada lima kali perhitungan pengambilan data yaitu rata-rata sebesar 8,736 m². Berdasarkan perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa pada bulan Mei dengan kedalaman 1,3 m adalah hasil luas penampang paling luas dari empat bulan lainnya.

Analisis Kecepatan

Analisis 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*.

Tabel 2 hasil perhitungan kecepatan air

| Bulan | Jarak (m) | Waktu (s) | Kecepatan (m/s) |
|--------|-----------|-----------|-----------------|
| Maret | 10 | 12,5 | 0,8 |
| April | 10 | 10,5 | 0,95 |
| Mei | 10 | 11,5 | 0,86 |
| Juni | 10 | 10,5 | 0,95 |
| Juli | 10 | 10,9 | 0,91 |
| jumlah | Rata-rata | | 0,89 |

Tabel 2 menunjukkan hasil dari kecepatan aliran air sungai Patihan dengan mengambil lima kali pengambilan data selama rentang bulan Maret sampai dengan bulan Juli. Dari lima pengambilan data tersebut diperoleh rata-rata yang dihasilkan yaitu kecepatan aliran air sebesar 0,89 m/s. Pada tabel 2 menunjukkan bahwa dianalisis bulan April dan Juni didapatkan hasil paling cepat dengan kecepatan 0,95 m/s. Hal itu disebabkan karena waktu tempuh dari tiga bulan lainnya lebih lambat. Pada bulan April dan Juni waktu yang diperlukan yaitu 10,5 detik dan menyebabkan kecepatan laju air lebih cepat dari tiga bulan lainnya. Berdasarkan hal-hal tersebut bisa dianalisis pada tabel 2 untuk mendapatkan kecepatan yaitu ditentukan dengan waktu dari tempuh botol.

Analisis Debit

Tabel 3. Debit air

| Bulan | Luas penampang (m ²) | Kecepatan (m/s) | Debit air (m ³ /s) |
|--------|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Maret | 9,6 | 0,8 | 7,68 |
| April | 8 | 0,95 | 7,6 |
| Mei | 10,4 | 0,86 | 8,94 |
| Juni | 7,92 | 0,95 | 7,52 |
| Juli | 7,76 | 0,91 | 7,06 |
| Jumlah | Rata-rata | | 7,76 |

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil rata-rata debit air sungai Patihan adalah 7,76 (m³/s). Debit tersebut merupakan hasil rata-rata dari perhitungan bulan Maret sampai Juli. terdapat perbedaan debit air dikarenakan pengaruh dari luas penampang dan kecepatan laju air. Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa kecepatan air mempengaruhi debit air, semakin cepat laju air maka debit air semakin lebih tinggi.

Analisis Daya

Untuk mengetahui berapa daya hasil pembangkitan listrik diperlukan analisis daya. Perhitungan potensi daya pembangkitan listrik dapat diperoleh dengan persamaan 4. Dalam persamaan tersebut meliputi dari potensi daya listrik, data debit

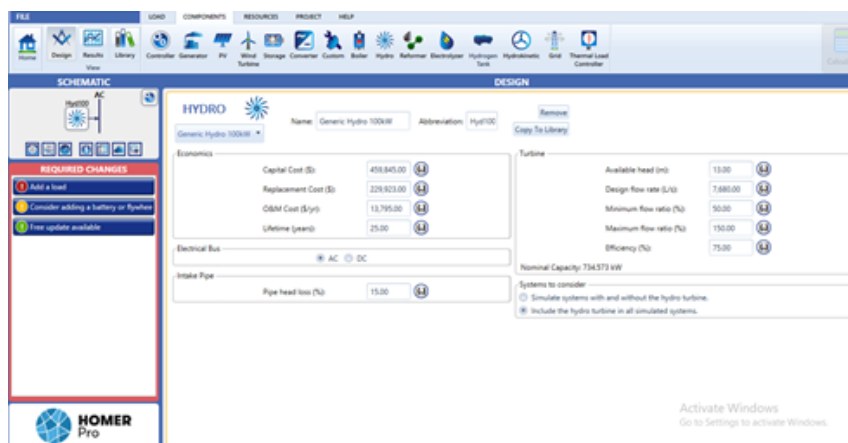
air, tinggi jatuh air yg bisa diperoleh dengan menggunakan aplikasi Altimeter. Perhitungan potensi daya listrik juga memerlukan konstanta beserta efisiensi turbin. Perhitungan potensi daya pembangkitan listrik dapat diperoleh dari persamaan 4.

Tabel 4. Analisis potensi daya

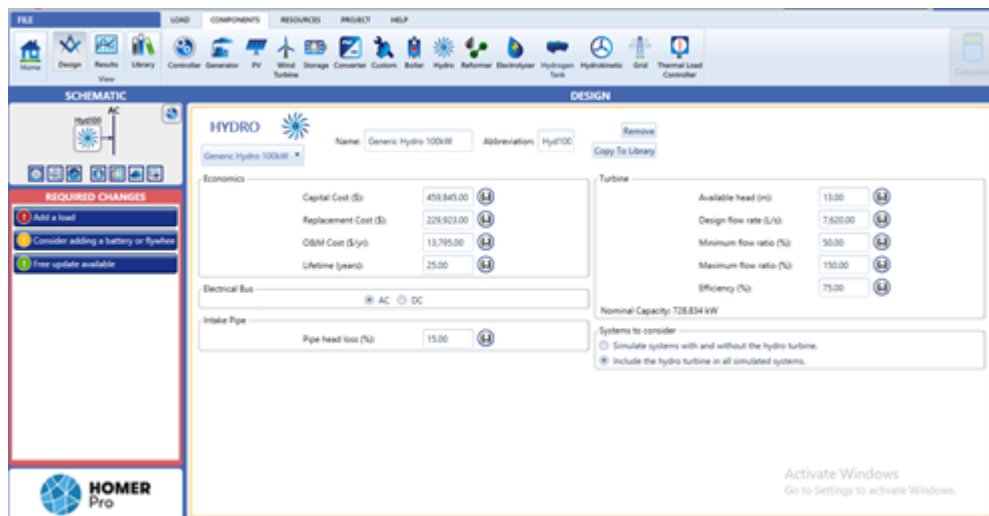
| Bulan | Gravitasi (m/s) | Debit (m ³ /s) | Head Net (m) | Effisiensi (%) | Daya (kW) |
|--------|--------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|--------------|
| Maret | 9,8 | 7,68 | 13 | 75% | 733 |
| April | 9,8 | 7,62 | 13 | 75% | 762 |
| Mei | 9,8 | 8,94 | 13 | 75% | 854 |
| Juni | 9,8 | 7,52 | 13 | 75% | 718 |
| Juli | 9,8 | 7,06 | 13 | 75% | 674 |
| Jumlah | Rata-rata | | | | 741 |

Pada Tabel 4 menunjukkan data daya pembangkitan listrik menggunakan persamaan dengan hasil rata-rata 741 kW. Berdasarkan data dari tabel 4 bisa dianalisis untuk potensi daya pembangkitan listrik terbesar diperoleh pada debit 8,49 m³/s yang menghasilkan potensi daya pembangkitan sebesar 854 kW. Untuk potensi daya listrik yang terendah terdapat pada 7,06 m³/s yang hanya bisa membangkitkan listrik sebesar 674 kW. Maka bisa disimpulkan bahwa debit air menjadi faktor penentu dari besar atau kecilnya potensi daya pembangkitan daya listrik. Semakin tinggi debit air maka potensi pembangkitan besar.

Hasil simulasi menggunakan software Homer

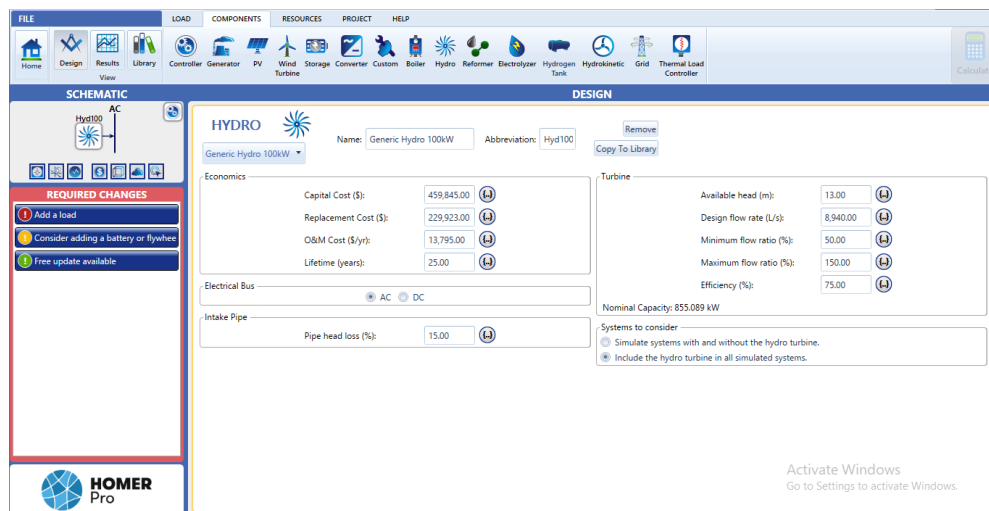
**Gambar 2. Hasil simulasi bulan Maret**

Gambar 2 menunjukkan hasil dari simulasi potensi daya pembangkitan daya menggunakan Homer. Dari hasil simulasi tersebut akan diketahui bahwa bulan Maret memperoleh daya pembangkitan sebesar 734,573 kW. Data tersebut dihasilkan dengan memasukkan data bulan Maret yaitu, data tinggi jatuh air 13 meter, data debit air sebesar 7,68 m³/s dan efisiensi 75%.



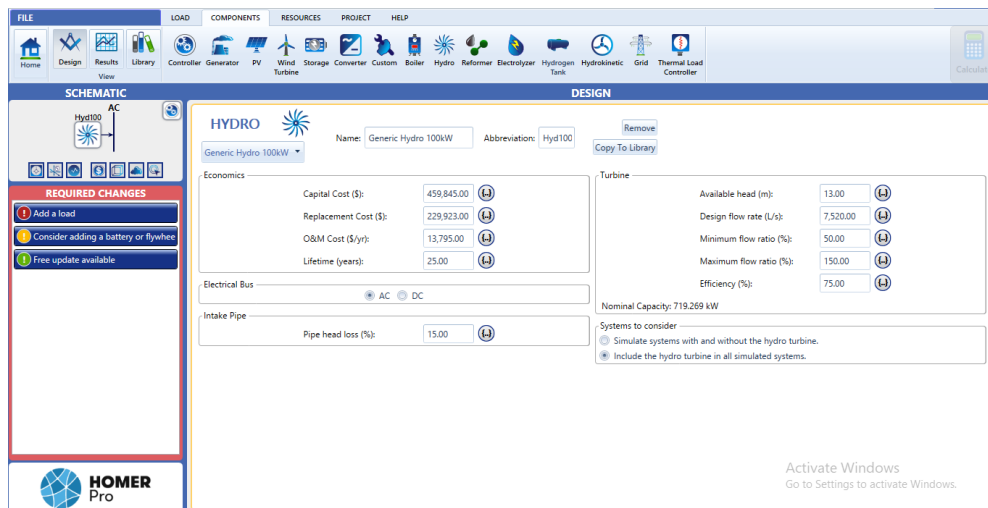
Gambar 3. Hasil simulasi bulan April

Gambar 3 menunjukkan hasil dari simulasi potensi daya pembangkitan daya menggunakan Homer. Dari hasil simulasi tersebut akan diketahui bahwa bulan April memperoleh daya pembangkitan sebesar 728,834 kW. Data tersebut dihasilkan dengan memasukkan data bulan April yaitu, data tinggi jatuh air 13 meter, data debit air sebesar 7,6 m³/s dan efisiensi 75%.



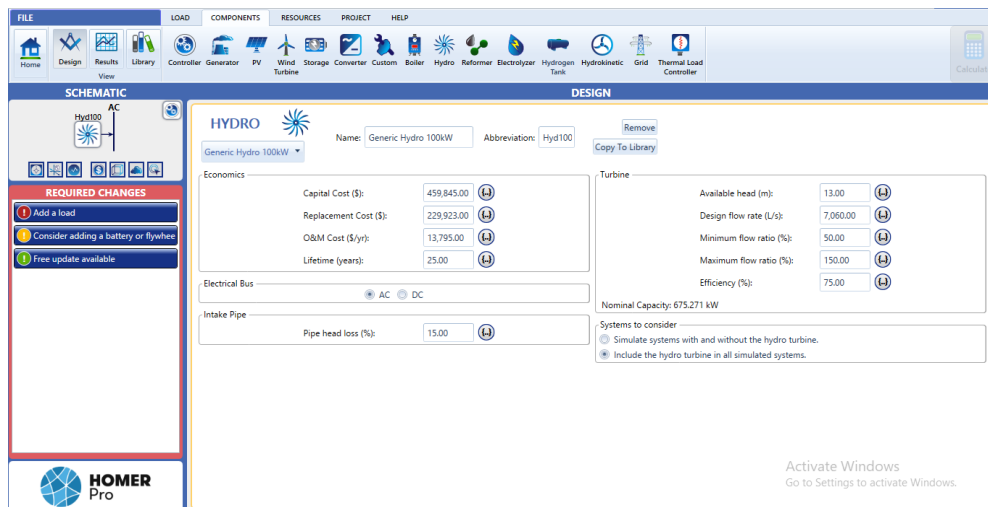
Gambar 4. Hasil simulasi bulan Mei

Gambar 4 menunjukkan hasil dari simulasi potensi daya pembangkitan daya menggunakan Homer. Dari hasil simulasi tersebut akan diketahui bahwa bulan Mei memperoleh daya pembangkitan sebesar 855,089 kW. Data tersebut dihasilkan dengan memasukkan data bulan Mei yaitu, data tinggi jatuh air 13 meter, data debit air sebesar 8,94 m³/s dan efisiensi 75%.



Gambar 5. Hasil simulasi bulan Juni

Gambar 5 menunjukkan hasil dari simulasi potensi daya pembangkitan daya menggunakan Homer. Dari hasil simulasi tersebut akan diketahui bahwa bulan Juni memperoleh daya pembangkitan sebesar 719,269 kW. Data tersebut dihasilkan dengan memasukkan data bulan Mei yaitu, data tinggi jatuh air 13 meter, data debit air sebesar 7,52 m³/s dan efisiensi 75%.



Gambar 6. Hasil simulasi bulan Juli

Gambar 6 menunjukkan hasil dari simulasi potensi daya pembangkitan daya menggunakan Homer. Dari hasil simulasi tersebut akan diketahui bahwa bulan Juli memperoleh daya pembangkitan sebesar 675,271 kW. Data tersebut dihasilkan dengan memasukkan data bulan Juli yaitu, data tinggi jatuh air 13 meter, data debit air sebesar 7,76 m³/s dan efisiensi 75%.

Perbandingan perhitungan daya manual dan menggunakan software Homer

Berdasarkan data perhitungan manual dan data simulasi maka didapatkan hasil perbandingan daya pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan daya

| Bulan | Daya perhitungan manual (kW) | Daya simulasi Homer (kW) |
|-----------|------------------------------|--------------------------|
| Maret | 733 | 734 |
| April | 726 | 728 |
| Mei | 854 | 855 |
| Juni | 718 | 719 |
| Juli | 674 | 675 |
| Rata-rata | 741 | 742,2 |

Pada Tabel 5 ditunjukkan data dari perbandingan daya pembangkitan listrik setiap bulan. Perbandingan dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual menggunakan persamaan rumus dan menggunakan simulasi homer. Pada tabel di atas ditunjukkan bahwa perhitungan dengan menggunakan simulasi homer lebih besar dibandingkan dengan menggunakan perhitungan manual. Rata-rata perhitungan manual sebesar 741 kW dan perhitungan rata-rata menggunakan software homer 742,2 kW. Maka bisa disimpulkan bahwa terdapat selisih kurang lebih 1,2 kW.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil daya pembangkitan listrik yang menggunakan perhitungan manual dan software Homer, maka bisa disimpulkan bahwa Sungai Patihan berpotensi untuk dijadikan sebagai PLTMH dengan rata-rata pembangkitan daya sebesar 741 kW. Berdasarkan potensi daya tersebut, dapat memenuhi kebutuhan daya listrik untuk masyarakat setempat dan juga dapat digunakan untuk sumber listrik sebagai penerangan di sekitar area jalan masuk Sungai Patihan.

Berdasarkan hasil perbandingan potensi pembangkitan menggunakan perhitungan manual dan simulasi software Homer, terdapat hasil simulasi software homer lebih besar dari perhitungan manual yaitu 1,2 kW.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Marhendi, "STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO DI SUNGAI BRUKAH (KALI BENING, BANJARNEGARA)," vol. 20, no. 1, pp. 10–16, 2019.
- [2] Y. A. Kusuma and B. Fandidarma, "Pendampingan Pembuatan Mikrohidro sebagai Alternatif Penerangan Jalan Desa Kresek Kabupaten Madiun," *Cendekia J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, p. 46, 2022, doi: 10.32503/cendekia.v4i1.2456.
- [3] M. S. Anam, I. Sunaryantiningsih, and I. T. Yuniahastuti, "Analisis Potensi Sumber Daya Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh)," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 3, no. 01, p. 08, 2022, doi: 10.25273/electra.v3i01.13485.
- [4] I. Sunaryantiningsih and R. I. Vidyastari, "Perencanaan Turbin Screw pada studi potensi hydropower di kawasan air terjun serambang park," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 3, no. 2, p. 46, 2023, doi: 10.25273/electra.v3i2.15968.
- [5] S. S. Murni, A. Suryanto, J. T. Elektro, and U. N. Semarang, "ANALISIS EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO MENGGUNAKAN HOMER (Studi Kasus PLTMH Parakandowo Kabupaten Pekalongan)," vol. 1, no. 2, 2020.

- [6] I. G. Widharma Saputra, "Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Application of Distributed Control System)," no. May, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.30435.48162.
- [7] B. Olanda and D. Susilo, "Desain dan Rancang Instalasi Listrik Sederhana Skala Rumah Tangga," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 1, no. 2, p. 7, 2021, doi: 10.25273/electra.v1i2.8959.
- [8] C. Nurhidayah, A. Saputra, A. Hafid, and A. Faharuddin, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Air Terjun Gollae Kabupaten Pangkep," vol. 14, 2022.
- [9] Ikrar Hanggara dan Harvi Irvani, "Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur," *J. Reka Buana*, vol. 2, no. 2, pp. 149–155, 2017.
- [10] R. A. Putra, I. T. Yuniahastuti, and R. D. Laksono, "Skenario Perbaikan Nilai Keandalan Loss of Load Probability pada PLTH Pantai Baru Pandansimo," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 2, no. 1, p. 16, 2021, doi: 10.25273/electra.v2i1.10500.
- [11] I. Solihat, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)," *J. Inov. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 151–156, 2020.
- [12] A. Pradipta and I. Sunaryantiningsih, "Performance analysis of a standalone hybrid renewable electric generation system during fault condition," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1375, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1375/1/012040.
- [13] A. W. Akbar, N. Hiron, and N. Nadrotan, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sumber Energi Terbarukan (Homer) Di Daerah Pesisir Pantai Pangandaran," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 12–18, 2019, doi: 10.37058/jeee.v1i1.1191.
- [14] J. I. I. Teknik, "Jurnal Energy," vol. 12, no. 2, pp. 57–64, 2022.
- [15] Aprianto, "Analisis Potensi Air Terjun Untuk Pembangkit Listrik Mikrohidro Di Kawasan Wisata Girmanik," *JE-Ums*, vol. 4, no. 2, pp. 1780–1793, 2014.