

Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Untuk Pengembangan Budidaya Ikan Air Tawar

Qory Hidayati¹, Dinar Retno Sari¹, Nurwahidah Jamal³, Nurwahidah Jamal⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Rekayasa Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan, Balikpapan, Indonesia

Article Info

Article history:

Diterima 10 September 2024

Revisi 15 September 2024

Diterbitkan 4 Oktober 2024

Keywords:

ESP32

PLTH

Blynk

Panel Surya

Mikrohidro

ABSTRAK

Pemanfaatan sumber energi terbarukan menjadi solusi penting untuk menghadapi permasalahan energi di masa depan. Energi terbarukan, seperti energi matahari dan tenaga air, menawarkan sumber energi yang ramah lingkungan dan berlimpah pada pengembangan budidaya ikan air tawar. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) yang menggabungkan energi matahari (Photovoltaic) dan tenaga Mikrohidro untuk mengurangi penggunaan listrik dari PLN. Metode yang digunakan berbasis eksperimen yang diaplikasikan untuk pembangkit listrik pada budidaya ikan. Alat ini dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU (ESP32) untuk monitoring real-time melalui aplikasi BLYNK, memungkinkan pemantauan tegangan dari jarak jauh. Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan kombinasi energi matahari dan tenaga Mikrohidro efektif dalam mengurangi ketergantungan pada listrik PLN. Selain itu, sistem monitoring berbasis blynk memberikan kemudahan dalam pengawasan dan pemeliharaan alat. Dengan demikian, alat PLTH ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan efisien bagi pengelolaan energi di tambak ikan dan aplikasi serupa lainnya. Daya dari turbin yang dihasilkan sebesar 1.281 W.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Qory Hidayati,

Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan, 76126, Indonesia

Email: qory.hidayati@poltekba.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber energi terbarukan memiliki peran aktif dalam menjawab permasalahan energi di masa yang akan datang. Energi terbarukan adalah energi yang bersifat ramah lingkungan dan memiliki cadangan yang tidak pernah habis. Energi terbarukan dapat menjadi alternatif dari energi yang tidak terbarukan seperti Energi berbahan dasar bahan bakar fosil. Energi matahari adalah contoh energi terbarukan yang bersifat terbarukan dan ketersediaannya yang melimpah di Indonesia. Selain itu tenaga surya merupakan sumber energi yang murah, bersih, ramah lingkungan dan sangat potensial untuk dikembangkan [1].

PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air sebagai sumber penggerak utama untuk memutar turbin dan generator. Adapun terdapat tiga kategori pembangkit tenaga listrik yaitu skala besar, mini, dan mikro. Belum ada ketentuan yang lebih jelas mengenai pembagian skala tersebut, dikarenakan setiap negara mempunyai ketentuan skala tersendiri. dalam kehidupan sehari-hari alat ini sama halnya dengan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya [2]. Sedangkan Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Dalam kehidupan sehari-hari alat ini gunakan sebagai sistem penerangan cahaya, sistem pemompaan air, motor kipas, kabin remote, pembangkit listrik cadangan.

Pada penelitian “Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) di Pulau Bunaken Menggunakan Software Homer”. Penelitian ini menggunakan pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga diesel sebagai sumber utama pembangkit listriknya. dan Software Homer digunakan pada penelitian ini untuk menghitung nilai optimal untuk hasil keluaran NPC (Net Present Cost) [3].

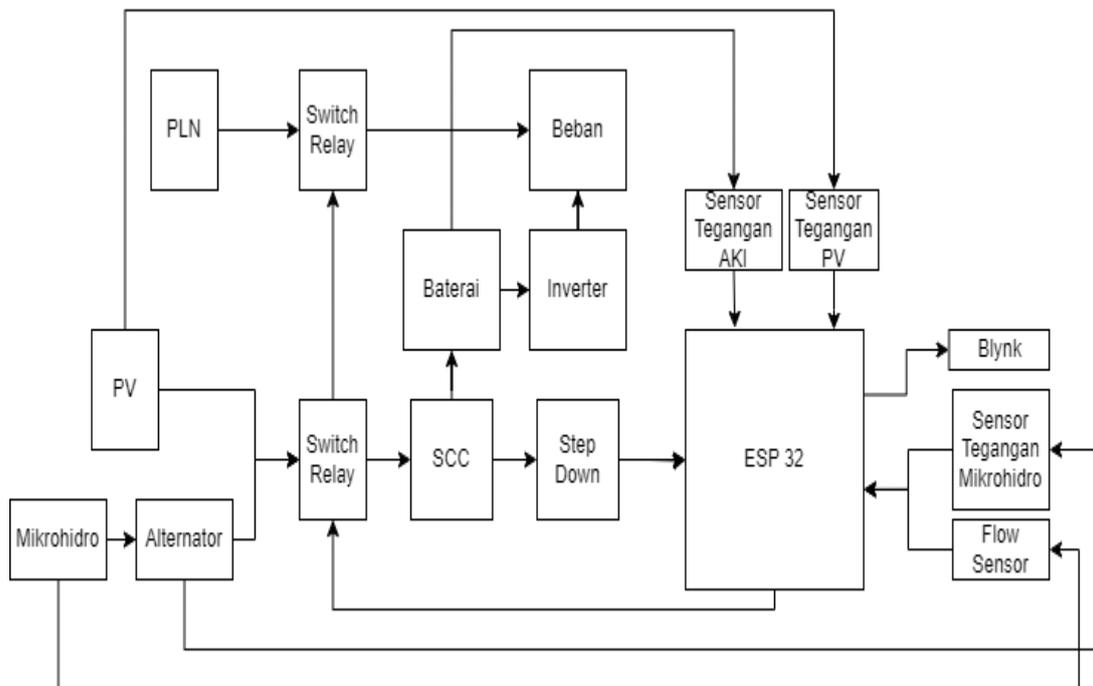
Pada penelitian “Pemodelan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada System Smartgrid Pembangkit Photovoltaic Dan PLN Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Monitoring Penggunaan Daya Listrik”. Penelitian ini menggunakan PhotoVoltaic dan PLN sebagai Automatic Transfer Switch. Pada penelitian ini menggunakan 2 sensor sebagai input yaitu sensor tegangan DC dan sensor PZEM-004t. mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah ESP 32. Yang menggunakan aplikasi blynk untuk mengendalikan modul relay 4 channel secara otomatis dan jarak jauh. Penelitian ini menggunakan Automatic Transfer Switch (ATS) jika PhotoVoltaic mengalami penurunan tegangan menjadi 11 V maka secara otomatis akan berpindah sumber energi listriknya menjadi PLN [3]. Penelitian “Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air PAM berbasis IoT dengan Bot Telegram”. Penelitian ini menggunakan sensor flow meter sebagai input untuk membaca debit air yang dikeluarkan. Kegunaan RTC pada penelitian ini untuk menampilkan waktu pada saat proses monitoring pada mikrokontrollernya yaitu Arduino uno yang menggunakan modul wifi ESP 8266 sebagai penghubung dengan internet agar dapat terhubung ke bot telegram [4]. Dan penelitian “Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid antara PLN dan PLTS”. Penelitian ini menggunakan modul sensor tegangan untuk mengetahui jumlah tegangan yang masuk dari PLN dan PLTS. Teknologi ini menggunakan mikrokontroler Arduino nano sebagai pengontrol rangkaian elektronik serta menjalankan program. Pada penelitian ini relay digunakan sebagai sistem Automatic Transfer Switch. Jika terjadinya penurunan tegangan pada PLTS maka secara otomatis sumber energi listrik akan berpindah menjadi PLN dari sebelumnya PLTS [5]. Untuk Solar panel dapat dikembangkan [13],[14],[15].

Pada Penelitian ini mitra di Kelurahan Sepinggian Raya yang merupakan pengelola UMKM tambak ikan yang berada di Jl. Marsma R. Iswahyudi, Gg. Hidayah, Kelurahan Sepinggian Raya, Kecamatan Balikpapan Selatan. Pengelola memiliki masalah yakni tagihan listrik yang sangat mahal yang dimana \pm Rp 100.000,- dalam kurun waktu 3-4 hari. Listrik ini digunakan untuk mengaktifkan 3 pompa oksigen yang tersambung kepada 6 tambak ikan nila yang 24 jam harus aktif. Di sekitar lokasi tambak ikan nila terdapat bendungan dengan aliran yang cukup deras. Berdasarkan hasil pengamatan kondisi ini dapat digunakan untuk membantu menghasilkan energi listrik dengan teknologi mikrohidro. Tenaga yang dihasilkan dari mikrohidro dapat dimanfaatkan untuk mengaktifkan 3 pompa oksigen yang ada pada tambak ikan nila. Terdapat juga lahan luas yang dapat dimanfaatkan untuk pemasangan PhotoVoltaic yang dapat memanfaatkan energi sinar matahari menjadi energi listrik.

Oleh karena itu pembuatan alat untuk melakukan pengkonversian energi matahari menjadi energi listrik dan pemanfaatan aliran air menjadi sumber energi listrik dapat dilakukan dengan tujuan mengurangi jumlah pemakaian sumber energi listrik dari PLN. Alat ini dapat melakukan monitoring tegangan yang masuk dan jumlah kapasitas pada baterai dan mengirimkan pesan informasi secara real-time berbasis Telegram. Dengan demikian dapat mengetahui seberapa besar tegangan yang dihasilkan oleh kedua sumber energi listrik. Dengan membuat alat yang dapat memanfaatkan kedua jenis sumber daya energi yang ada pada sekitar area tambak ikan mampu membantu mengurangi jumlah pemakaian listrik PLN pada rumah pengelola serta membantu memonitoring kapasitas baterai dan tegangan yang dihasilkan dari jarak jauh tanpa harus melakukan pengecekan secara manual.

2. METODE

Penelitian ini dengan metode Research and Development (R&D) bertujuan untuk mengembangkan produk atau sistem baru serta memperbaiki yang sudah ada dengan menerapkan langkah-langkah sistematis. Metode ini mencakup beberapa tahap, mulai dari identifikasi kebutuhan, pengembangan produk, uji coba, evaluasi, hingga penyempurnaan produk berdasarkan hasil uji coba. Sebagai bagian dari penelitian terapan, metode R&D berfokus pada penerapan pengetahuan teoritis untuk menghasilkan solusi praktis yang bisa digunakan dalam konteks nyata. Produk atau sistem yang dikembangkan melalui metode ini sering kali diujicobakan dalam lingkungan nyata untuk memastikan fungsionalitas dan efektivitasnya sebelum diimplementasikan secara luas. Pada Rancangan pembangkit listrik tenaga *hybrid* ini dapat kita lihat pada blok diagram di gambar 1.

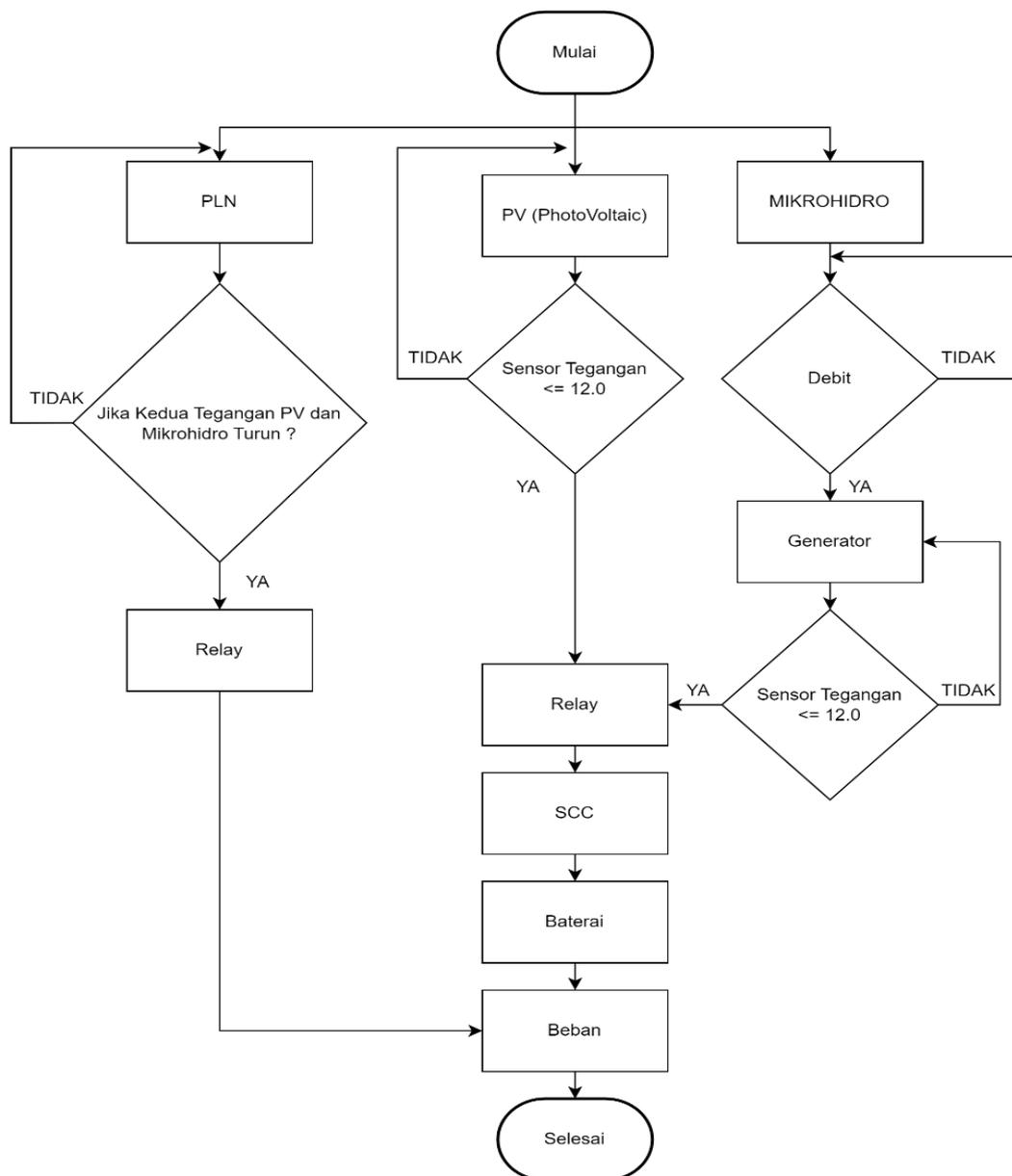


Gambar 1. Blok Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid

Pada Gambar 1 diatas merupakan blok diagram rancangan alat, adapun penjelasan dari gambar tersebut sebagai berikut :

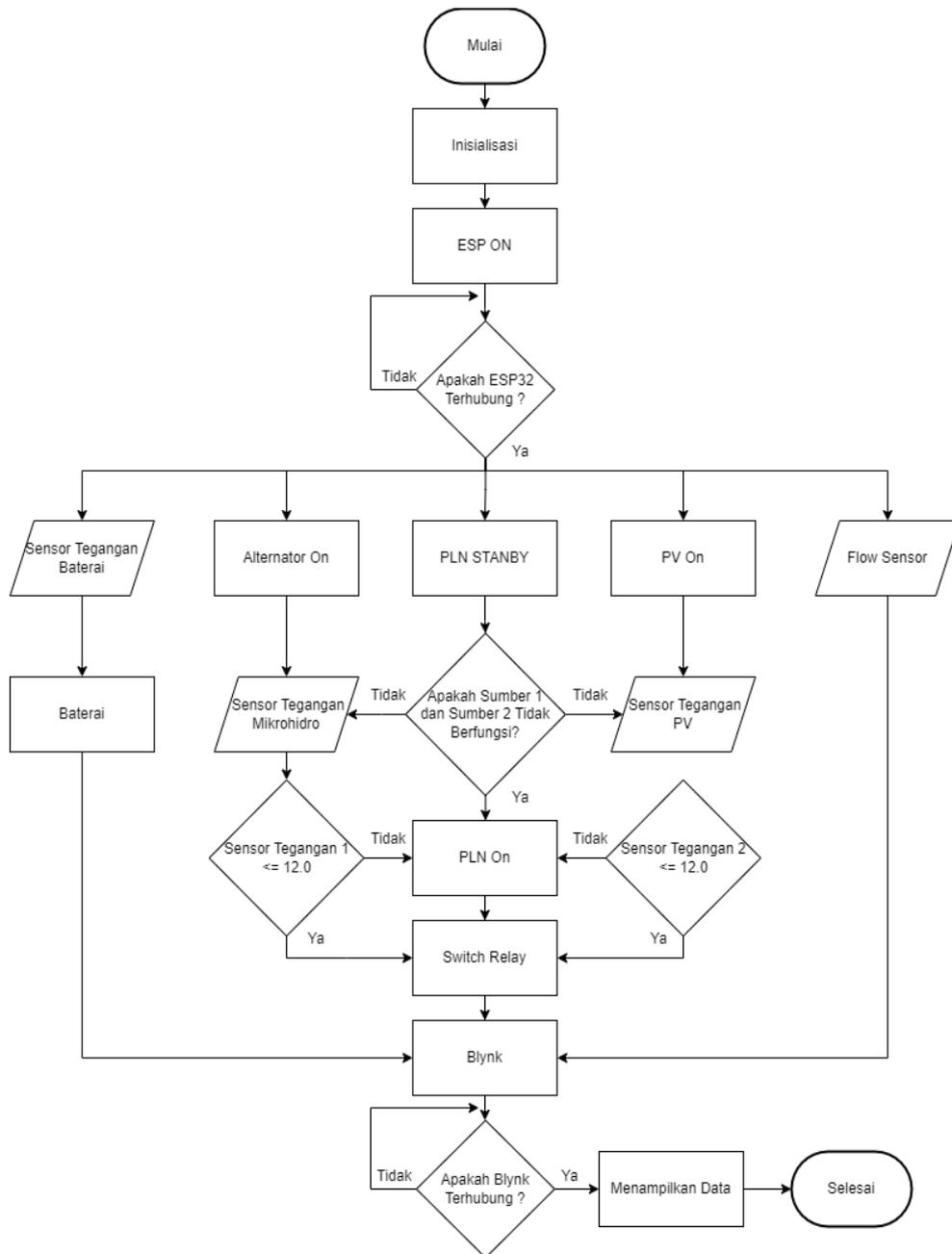
1. Komponen *PV (PhotoVoltaic)* berfungsi untuk mengalirkan sumber daya pertama kepada rangkaian alat tersebut.
2. Komponen Mikrohidro berfungsi untuk mengalirkan sumber daya kedua kepada rangkaian alat tersebut.
3. PLN berfungsi untuk mengalirkan sumber daya ketiga jika tegangan pada PV dan Mikrohidro menurun.
4. *Switch Relay* berfungsi untuk mengatur input sumber daya pertama atau kedua.
5. Komponen SCC berfungsi untuk pengontrol sistem *Charging* pada baterai agar baterai tidak mengalami kondisi *Overcharging*.
6. *Step Down* berfungsi untuk menurunkan arus tegangan yang dikeluarkan oleh SCC untuk dihubungkan menuju ESP-32.
7. *Inverter* berfungsi sebagai pengubah arus DC menjadi arus AC.
8. ESP-32 berfungsi sebagai *Mikrokontroller* pada rangkaian alat ini.
9. Sensor Tegangan berfungsi untuk mengetahui berapa jumlah tegangan yang masuk ke dalam rangkaian alat.
10. *Flow Sensor* berfungsi untuk menghitung jumlah debit air yang keluar.
11. Tambak ikan berfungsi sebagai output yang dikeluarkan dari baterai.
12. Blynk berfungsi sebagai monitoring jumlah debit air yang keluar dan status pemakaian sumber tegangan secara real time.

Adapun *flowchart* rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Flowchart Rancangan Alat PLTH

Adapun *flowchart* rancangan program pada alat dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Flowchart program pada alat PLTH

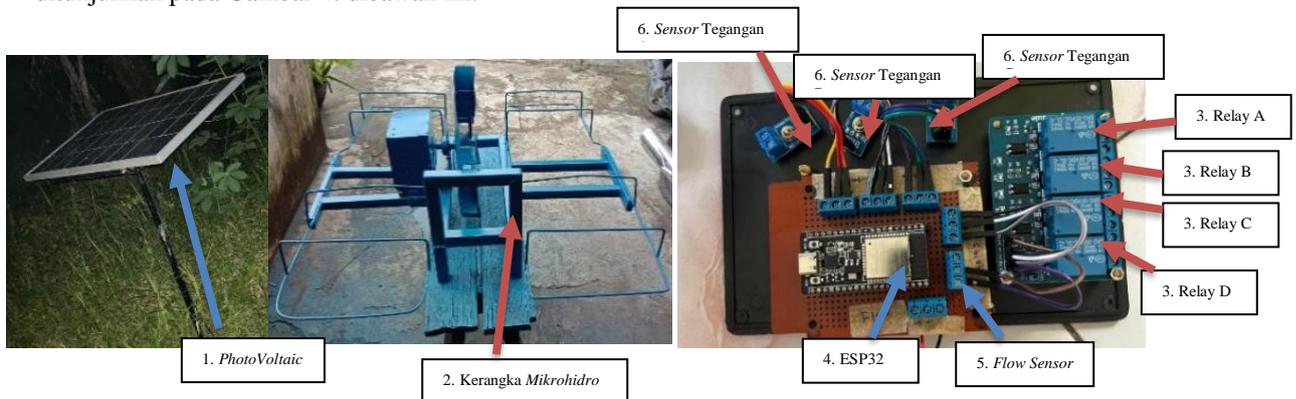
Berdasarkan *flowchart* rancangan alat pada gambar 2 dan gambar 3 di atas maka dapat dijelaskan jika sensor tegangan mendeteksi tegangan ≤ 12.0 V maka ESP32 akan memerintahkan relay untuk menghubungkan arus dari salah satu input. Dan jika salah satu input tegangannya mulai menurun maka input yang lainnya yang akan terhubung ke SCC. Kemudian SCC akan memberi output menuju stepdown yang dimana akan menjadi input dari ESP32 yang digunakan untuk membaca ataupun memonitoring debit air yang keluar menggunakan *flow sensor* yang dihubungkan menuju *blynk*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menganalisa rancangan implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid dilakukan dengan menguji dari tiap-tiap bagian rangkaian untuk mendapatkan hasil apakah alat yang telah dirancang sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian alat dilakukan untuk memastikan bahwa alat yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan.

3.1 Tampilan & Cara Kerja Alat PLTH (Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid)

Berikut adalah tampilan dari PLTH Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid yang telah dibuat, dapat ditunjukkan pada Gambar 4. dibawah ini.



Gambar 4. Tampilan Keseluruhan Alat

Berikut keterangan pada Gambar 4..

1. *PhotoVoltaic* berfungsi sebagai input tegangan untuk mengisi daya pada baterai.
2. *Kerangka Mikrohidro* berfungsi sebagai input tegangan alternatif untuk mengisi daya pada baterai.
3. *Relay (A, B, C, D)* berfungsi mengatur input tegangan antara *PhotoVoltaic* dan *Mikrohidro*.
4. *ESP-32* berfungsi sebagai *mikrokontroler* pada rangkaian PLTH
5. *Flow Sensor* berfungsi menghitung debit air dan volume air yang keluar menuju *Mikrohidro*
6. *Sensor Tegangan* berfungsi mengukur tegangan dc yang dihasilkan oleh *PhotoVoltaic* dan *Mikrohidro*.

3.2 Pengujian Mikrohidro

Mikrohidro merupakan pembangkit listrik yang berguna untuk mengkonversi aliran air yang mengalir menjadi energi listrik.. Pada Gambar 5 dapat dilihat hasil pengujian dari tegangan yang dihasilkan oleh *Mikrohidro*.



Gambar 5. Pengujian Mikrohidro

Gambar 5 menunjukkan hasil percobaan yang dilakukan menggunakan multimeter yang akan diuji pada jam yang berbeda. Pengujian mikrohidro dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *Mikrohidro*

Jam	Tegangan yang Dihasilkan
13.52	22 V
15.53	7 V
19.03	13 V
20.56	15 V
21.18	17 V

Adapun spesifikasi pada mikrohidro yang terdapat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Tipe dan Spesifikasi Mikrohidro

TIPE	SPESIFIKASI
Turbin	Turbo Propeller
Daya	1.281 W
Diameter	350
Debit Air	61 /m

3.3 Pengujian *PhotoVoltaic* (PV)

PhotoVoltaic merupakan pembangkit listrik yang berguna untuk mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan menjadi parameter nilai agar sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan oleh SCC. Untuk mengetahui kondisi nilai tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan multimeter. Pengujian *Photovoltaic* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian *PhotoVoltaic*

Jam	Tegangan yang Dihasilkan
11.48	19 V
17.22	17 V
18.01	9 V
18.37	2 V
20.07	0 V

Adapun spesifikasi yang terdapat pada *PhotoVoltaic* 100Wp yang dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Spesifikasi *PhotoVoltaic* 100Wp

Spesifikasi	
Jenis	Polycrystalline
Kapasitas	100 Wp
V _m (v)	18.4
I _m (A)	5.68
V _{oc} (V)	22.0
I _{sc} (A)	6.33

3.4 Pengujian Sensor Tegangan

Sensor tegangan Merupakan modul yang berguna untuk mendeteksi dan mengukur tegangan. Modul ini Bekerja menggunakan prinsip pembagi tegangan resistor, dimana tegangan input yang dibaca pada output modul ini pembagian 5 terhadap tegangan input. Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan tujuan. Untuk menjadi parameter nilai berupa nilai tegangan yang sesuai dengan kebutuhan. Pengujian dilakukan dengan memprogram sensor tegangan untuk mengetahui kondisi tegangan yang masuk dan menampilkannya pada serial monitor Arduino IDE. Data pengujian sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Pengujian Sensor Tegangan

Nilai Tegangan Sebenarnya	Nilai Tegangan pada Sensor	Error
4.96 V	4.82 V	0,028 %
4.96 V	4.85 V	0,022 %

4.96 V	4.34 V	0,125 %
4.96 V	4.58 V	0,076 %
4.96 V	4.84 V	0,024 %
Rata – rata <i>error</i>		0,055 %

Pada Tabel 5 menunjukkan data hasil pengujian sensor tegangan terhadap nilai tegangan yang sebenarnya. Dengan rata-rata *error* 0,055% sehingga didapat akurasi = 100% - 0,055%, yang menghasilkan nilai akurasi yaitu 99,945%.

3.5 Pengujian Relay 4 Channel

Pengujian pada *Relay* dilakukan untuk memastikan bahwa relay berfungsi dengan baik atau tidak. Modul *Relay* yang digunakan pada perangkat ini yaitu *Relay 4 Channel*. *Relay* jenis ini akan berfungsi jika diberikan tegangan dengan nilai 5 V, maka *Relay* akan berfungsi untuk menyambung tegangan yang diinginkan. Pengujian *Relay 4 Channel* dilakukan dengan tujuan. Untuk memastikan bahwa perangkat yang digunakan apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Untuk mengetahui kondisi perangkat apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak pengujian ini dilakukan dengan memprogram *Relay 4 Channel* menggunakan aplikasi Arduino IDE. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Pengujian *Relay*

Pin	Status	Keterangan
IN2	ON	Baik
IN3	ON	Baik
IN4	ON	Baik

4 Pengujian Flow Sensor

Flow Sensor merupakan perangkat yang berguna untuk mendeteksi debit air yang masuk melalui *Flow Sensor*. Modul ini bekerja apabila air masuk maka kipas yang ada didalamnya akan berputar. Maka sensor ini membaca seberapa banyak putaran pada kipas tersebut lalu dikonversi menjadi liter/menit. Pengujian *Flow Sensor* ini dilakukan dengan tujuan untuk mendeteksi berapa liter/menit air yang keluar. Untuk mendeteksi berapa liter/menit air yang keluar dilakukan dengan memprogram *Flow Sensor* menggunakan aplikasi Arduino IDE. Pada tabel 7 menunjukkan hasil pengujian *Flow Sensor* yang dilakukan melalui program pada ESP-32 untuk dapat melihat nilai debit yang akan ditampilkan pada *Serial Monitor*.

Tabel 7. Data Pengujian *Flow Sensor*

Kondisi	Hasil
Air Mengalir Kecil	0.34 L/Min
Air Mengalir Sedang	49 L/Min
Air Mengalir Deras	60 L/Min

5 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan ini dilakukan untuk memastikan bahwa alat yang telah diimplementasikan ini bekerja sesuai dengan yang diharapkan dan telah direncanakan, Dapat dilihat pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Pengujian Alat Keseluruhan

Pukul	MIKROHIDRO		PANEL SURYA		AKI		BEBAN	
	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)
08.00	15.5	1.6	13.1	2.7	12,3	20	27	8
09.00	15.8	1.6	15.9	3.1	12,3	20	27	8
10.00	15.1	1.5	17.5	4.3	12,3	20	27	8
11.00	16.1	1.5	19.7	4.8	12,2	20	27	8
12.00	14.0	1.4	20.5	5.9	12,4	20	27	8
13.00	14.2	1.4	21.3	6.1	12,4	20	27	8
14.00	22.0	2.1	20.1	5.9	12,5	20	27	8
15.00	19.2	1.9	19.9	5.7	12,2	20	27	8
16.00	17.3	1.7	18.3	5.2	12,3	20	27	8

Pada Tabel 8 menunjukkan hasil pengujian keseluruhan dari alat yang diuji. Jika tegangan pada panel surya bernilai dibawah 10 maka tegangan yang masuk menuju SCC ialah hasil dari tegangan mikrohidro. Jika panel surya mengeluarkan tegangan diatas 10 maka tegangan dari mikrohidro akan diputus dan menyambungkan kembali tegangan yang dikeluarkan oleh panel surya. Jika kedua sumber daya bernilai dibawah 5 maka relay akan memutus jalur inverter dan menyambungkan PLN sebagai cadangan daya.

4. KESIMPULAN

Pembuatan alat pembangkit listrik tenaga hybrid menggunakan 2 pembangkit listrik seperti, Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Cara kerja alat ini ialah saat tenaga surya bernilai diatas 10 V maka tegangan panel surya akan masuk kedalam SCC. Jika berada dibawah 10 V maka tegangan panel surya akan terputus dan tegangan mikrohidro akan masuk kedalam SCC. Apabila kedua tegangan berada dibawah 5 V maka PLN yang sebagai sumber cadangan akan masuk menuju beban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Balikpapan yang telah dukungan terhadap pelaksanaan penelitian pemerataan dan kepada semua pihak atas partisipasi dalam mensukseskan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Soba, A., Suoth, V., A., dan Kolibu, H., S., Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Plth) Di Pulau Bunakem Menggunakan Software Homer. Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE, 8(1), 7-12. 2019
- [2] Ardo, B., Emidiana, Perawati. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepah Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang. Jurnal TEKNO, 19(1), 81-92. 2022
- [3] Safitri, N., Rihayat, T., Riskina, S. Buku Teknologi Photovoltaic. Aceh: Yayasan Puga Aceh Riset. 2019
- [4] Kristanto, A., W., A., Kartini, U., T., Agung, A., I., dan Suprianto, B.. Pemodelan Automatic Transfer Switch (Ats) Pada System Smartgrid Pembangkit Photovoltaic Dan Pln Berbasis Internet Of Things (Iot) Untuk Monitoring Penggunaan Daya Listrik. Jurnal Teknik Elektro, 11(2), 351-360. 2022
- [5] Maulidin, M., A., R., Ali, T., N., dan Mustofa, M., I., Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air Pam Berbasis Iot Dengan Bot Telegram. Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science, 2(1), 46-50. 2020
- [6] Juan, B. B., Suriana, I.I.W., Sukadana, W., dan Yasa, W. S.. Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Antara Pln Dan Plts. Jurnal Ilmiah Telsinas, 2(2), 41-51. 2020
- [7] Nurjaman, H., B., dan Purnama, T.,.. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. Jurnal Edukasi Elektro, 6(2), 136-142. 2022
- [8] Alham, N., R., Rumawan, F., H., Muslimin, Utomo, R., M., dan Maulana, A... Aplikasi Photovoltaic Cell (Pv) Terhadap Variasi Beban Elektrik Sebagai Energi Alternatif. Jurnal Teknik Elektro UNIBA, 5(2), 123-129. 2021
- [9] Nizam, M., Yuana, H., dan Wulansari, Z., . Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, 6(2), 767-772. 2022
- [10] Syururi, M., A., Kaloko, B., S., dan Cahyadi, W... Rancang Bangun Inverter 600 Watt Dengan Metode Sinusoidal Pulse Width Modulation. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 11(3), 147-154. 2022
- [11] Hermanto, I., D., W., Kartini, U., T., Suprianto, B., Endryansyah. Sistem Monitoring Dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya Dan Angin Berbasis Internet Of Things (IoT). Jurnal Teknik Elektro, 11(03), 371-378. 2022
- [12] Noviansyah, M., dan Saiyar, H.,.. Perancangan Alat Kontrol Relay Lampu Rumah Via Mobile. Jurnal Akrab Juara, 4(4), 85-97. 2019
- [13] Tielung, M., H., F., Adries, S., F., Pudihang, M., Maluegha, B., L... Perhitungan Potensi Mikrohidro Desa Dumoga Kabupaten Bolaang Mongondow. Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, 5(2), 48-57. 2019

- [14] Elo, Y., L., Rusliadi, Syahdinar, Z., F.,. Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Sungai Air Besar Kampung Air Besar Kabupaten Fakfak. *Journal Of Electical Engineering And Technology*, 4(1), 9-14. 2023
- [15] L. Darwito, H. Nurdin, P. Purwantono, and A. Kurniawan, "Analysis of Power and Efficiency of Cross-flow Turbine Due to Changes in Runner Rotation", *MOTIVECTION*, vol. 4, no. 1, pp. 9-16, Feb. 2022.