

PLTS SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF HYDROFARM BERBASIS IoT

Fitriani Said¹, Abil Huda², Abdul Hafiz³

^{1,2,3}Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹fitrianiubt22@gmail.com

²abyl6666@gmail.com

³hafizabdul1152@gmail.com

Abstract—Hydrofarm can be utilized in limited areas. This hydrofarm system uses a pump load to flow water as a planting medium. Thus, a sufficient electricity source is needed. Some farmers who want to reduce the use of electricity costs will use renewable energy. Therefore, this study applies PLTS as the main power supply source and will be combined with a power supply from PLN. Where the electricity produced by this PLTS can be monitored with the PZEM004T sensor and can be monitored from the blynk application with the help of IoT. This research method is quantitative. The results of the PLTS system design managed to supply the highest load at a value of 91.61 W. This design also applies ATS to move between supplies from PLN and PLTS. The PZEM004T sensor reading error for voltage output is 0.27% and current is 1.35%. For the distance of ESP32 as a data sender with a hotspot source without obstacles as far as 70 m and for the distance of data that can be received by users is unlimited as long as ESP32 and users are accessed by the internet.

Keywords—PLTS, Hydrofarm, IoT, PZEM004T, blynk

Intisari—Hydrofarm dapat dimanfaatkan di wilayah yang terbatas. Sistem hydrofarm ini menggunakan beban pompa untuk mengalirkan air sebagai media tanam. Sehingga, diperlukan sumber listrik yang cukup. Beberapa petani yang ingin mengurangi penggunaan biaya listrik akan menggunakan energi terbarukan. Oleh karena itu penelitian ini menerapkan PLTS sebagai sumber catu daya utama dan akan dikombinasikan dengan catu daya yang berasal dari PLN. Dimana hasil listrik yang dihasilkan PLTS ini dapat dimonitoring dengan sensor PZEM004T dan dapat dipantau dari aplikasi blynk dengan bantuan IoT. Metode penelitian ini bersifat kuantitatif. Hasil rancang bangun sistem PLTS ini berhasil menyuplai beban tertinggi di nilai 91,61 W. Rancang bangun ini juga menerapkan ATS untuk memindahkan antara suplai dari PLN maupun PLTS. Kesalahan pembacaan sensor PZEM004T untuk keluaran tegangan sebesar 0,27% dan arus sebesar 1,35%. Untuk jarak ESP32 sebagai pengirim data dengan sumber hotspot tanpa halangan sejauh 70 m dan untuk jarak data yang dapat diterima pengguna tak terbatas asalkan ESP32 dan pengguna terakses oleh internet.

Kata Kunci—PLTS, Hydrofarm, IoT, PZEM004T, blynk

I. PENDAHULUAN

Di zaman modern ini banyak masyarakat yang gemar akan sistem pertanian *hydrofarm*. sistem pertanian ini dinilai tidak memerlukan banyak lahan. *Hydrofarm* sendiri membutuhkan pompa listrik untuk proses mengalirkan air sebagai media tanamnya.

Hydrofarm ialah salah satu cara dalam melakukan budidaya tanaman, aneka macam jenis sayuran dan buah-buahan bisa dibudidayakan dengan menggunakan metode ini. Teknik ini bekerja dengan tidak ditanam di atas tanah mirip cara tanam umumnya, melainkan memakai bantuan dari air [20]. Dengan penggunaan air sebagai media tanamnya maka akan memerlukan pompa sebagai alat penunjang utama. Pompa akan disambungkan ke catu daya listrik, sehingga beberapa petani yang ingin mengkombinasikan antara PLTS dan PLN. Potensi tenaga surya di negara kita sendiri sangat besar yakni kurang lebih 4,8 kWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp, tetapi yang telah dimanfaatkan kurang lebih 10 MWp [15].

Petani *hydrofarm* yang ingin memantau besaran listrik terpakai dapat dimonitoring secara *real time*. Dengan bantuan IoT yang telah berkembang di zaman sekarang sehingga petani bisa memantau dari jauh hanya dengan *smartphone* saja.

Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dibuat penelitian “Rancang Bangun PLTS Sebagai Energi Alternatif *Hydrofarm* Berbasis IoT”. Diharapkan dengan adanya alat ini dapat membantu masyarakat yang gemar berkebun terutama dengan konsep *hydrofarm* dapat bekerja dengan suplai energi terbarukan dan juga ramah lingkungan, dimana arus dan tegangan yang masuk ke beban dapat dimonitoring melalui *smartphone*. Sistem ini akan dipasang *mikrokontroler* yang terhubung ke *internet* dan akan mengirim data mengenai beberapa parameter tersebut ke aplikasi yang dapat dimonitoring di *smartphone*.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memenuhi kebutuhan listrik untuk beban *hydrofarm*, serta untuk memonitor keluaran listrik yang digunakan oleh beban tersebut. Manfaat penelitian ini meliputi pemanfaatan energi PLTS untuk memenuhi kebutuhan listrik, kontribusi ekologis dalam mengatasi masalah lingkungan, dan kemampuan untuk memantau pemakaian listrik dari jarak jauh.

II. LANDASAN TEORI

A. ATS

ATS adalah singkatan dari *Automatic Transfer Switch*. Dari kata tersebut dapat diartikan bahwa saklar yang berfungsi secara otomatis. Akan tetapi saklar tersebut bekerja secara otomatis berdasarkan kemungkinan jika sumber listrik [4].

B. Sistem Pertanian *Hydrofarm*

Indonesia adalah negara yang dijuluki negara agraris dikarenakan kebanyakan penduduknya memilih mata pencarian di sektor pertanian. Dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat. Sehingga beberapa masyarakat menggunakan sistem *hydrofarm* untuk mengatasi permasalahan kurangnya lahan tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 1 dapat dilihat penggunaan *hydrofarm* pada sistem pertanian.



Gambar 1. *Hydrofarm*.

C. *Internet of things*

IoT merupakan istilah yang mengacu pada jaringan kolektif yang terhubung dan juga merupakan penghubung komunikasi antara *cloud* dan perangkat, maupun antar perangkat itu sendiri.

D. Energi Matahari

Energi panas merupakan energi yang dihasilkan oleh matahari. Energi yang dipancarkan berupa radiasi cahaya dengan bentuk elektromagnetik pendek dan tidak semua dari radiasinya yang dapat ditangkap oleh mata telanjang.

E. PLTS

Pembangkit listrik ini merupakan pembangkit yang merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Perubahan energi ini terjadi pada sel-sel yang berada pada panel surya. PLTS dapat dilihat pada Gambar 2 [2].



Gambar 2. Panel Surya [16].

F. Faktor yang berpengaruh pada daya Sel Surya

1. Intensitas radiasi panas matahari
Jika semakin intensitas dari radiasi matahari yang diterima oleh panel maka akan lebih banyak menghasilkan daya listrik pula.
2. Efisiensi pada beban
Efisiensi itu terjadi ketika *photovoltaic* (PV) bekerja di dekat MPPT. Aki/baterai juga harus mendekati pada voltase V_{mp} . Jika diketahui voltase baterai berada di bawah atau di atas V_{mp} , maka akan menghasilkan ketidakefisienan.
3. Bayangan
Bayangan/*shading* merupakan penghalang dimana satu sampai lebih *silicon* dari panel surya yang tidak mendapatkan radiasi matahari yang akan

mengurangi keluaran arus maupun voltase dari panel surya.

G. Rumus Perhitungan

1. Perhitungan daya listrik AC

$$P = V \times I \times \cos\theta \quad (1)$$

Keterangan;

V : Tegangan (V)

I : Arus (A)

$\cos\theta$: faktor daya

2. Perhitungan daya keluaran panel surya

$$P = V \times I \quad (2)$$

3. Perhitungan nilai rata-rata

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

4. % ketepatan

$$\%ketepatan = \left| 1 - \frac{|y_n - x_n|}{x_n} \right| \times 100 \quad (4)$$

Keterangan :

y_n : Hasil pengukuran dengan sensor

x_n : Hasil pengukuran dengan alat standar

H. Jenis Modul Sel PV

Sel PV merupakan salah satu teknologi yang menghasilkan listrik yang ramai digunakan pada akhir-akhir ini. Solar sel memiliki beberapa jenis yang dimana memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Jenis-jenis dari sel surya adalah sebagai berikut:

1. *Monocrystalline Silicon*



Gambar 3. PV *Monocrystalline Silicon* [16]

Dapat dilihat pada Gambar 3 jenis sel surya ini memiliki bahan dasar dari *silicon* yang di iris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Jenis sel ini dikatakan sebagai jenis sel surya yang paling efisien untuk digunakan. Hal ini disebabkan oleh penampangnya yang dapat menerima dan menyerap cahaya lebih baik dari jenis sel surya yang lain.

2. *Polycrystalline Silikon*



Gambar 4. PV *Polycrystalline Silikon* [16]

Pada Gambar 4. jenis sel surya ini merupakan panel dari batang *silicon* yang dilelehkan. Teknologi panel ini memiliki tampilan yang unik karena seperti ada retakan-retakan dalam sel surya miliknya [5].

3. Thin Film Solar Cell



Gambar 5. PV Thin Film Solar Cell [16]

Pada Gambar 5. di atas merupakan jenis sel surya ini menggunakan sel surya yang tipis yang kemudian dipasangkan pada sebuah lapisan dasar. Jika dilihat dengan kasat mata akan terlihat memiliki dua lapisan. Kelebihan dari sel surya ini sesuai dengan kondisi fisiknya yang tipis [6].

4. Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic



Gambar 6. PV Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic [16]

Sel surya yang disebutkan sebelumnya memiliki hanya dua lapisan, maka sesuai dengan namanya teknologi solar panel satu ini memiliki 3 lapisan. Untuk solar panel ini tidak dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Sesungguhnya panel surya pada Gambar 6 ini digunakan untuk perangkat yang digunakan ke luar angkasa [11].

I. Cara Kerja Sel PV

Prinsipnya energi yang dipancarkan oleh matahari akan dirubah melalui sel PV (*photovoltaic*) yang terbuat dari bahan-bahan semikonduktor. Bahan dari semikonduktor ini mempunyai partikel yaitu *proton* dan *electron*.

J. Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC merupakan sensor tegangan yang mengukur tegangan dari 0-25 VDC. Sensor ini bekerja dengan tegangan masukan Vcc 5 volt. Sensor ini dapat dilihat pada Gambar 2.7. Cara kerja sensor ini yaitu mengukur arus pada rangkaian paralel melalui *block* terminal. Kemudian pin pada sensor ini dihubungkan dengan arduino [3].



Gambar 7. Sensor Tegangan DC [19]

K. SCC (*Solar Charge Controller*)

Proses pengecasan dengan sel surya ke aki/baterai tidak sama dengan pengecasan baterai konvensional (*battery charger*) yang menggunakan listrik PLN. Hal ini dikarenakan karena arus listrik yang dihasilkan daya panel surya bisa tinggi, bisa juga rendah tergantung dari panasnya radiasi matahari. Proses pengecasan akan berlangsung selama ada radiasi matahari. *Solar charge controller* juga disebut dengan *Battery Charge Regulator* (BCR) merupakan sistem elektronika pada sistem PABS untuk mengontrol pengecasan baterai dari tangkapan sinar matahari melalui modul PV [12].

1. PWM (*Pulse Wide Modulation*)



Gambar 8. SCC tipe PWM [10]

Pada Gambar 8 *solar charge controller* (SCC) model ini menggunakan lebar *pulse* dari *on* dan *off* elektrik, sehingga tercipta *sinewave electrical form*. SCC jenis ini bisa melakukan penyesuaian dengan voltase pada aki maupun baterai.

2. MPPT (*Maximum Power Point Tracker*)

Pada Gambar 9 SCC tipe ini memiliki kemampuan pengisian atau pengecasan yang lebih besar. Maka dari itu MPPT lebih cenderung mahal dibandingkan jenis PWM.



Gambar 9. SCC tipe MPPT [10]

Diantara 2 jenis SCC ini yang lebih sering dipakai untuk sistem PLTS adalah SCC tipe MPPT. Dikarenakan kualitas pada proses pengecasan pada beban. Terdapat keunggulan dari SCC tipe MPPT dari jenis PWM, karena MPPT dapat mendeteksi daya rendah keluaran dari modul PV sekecil apapun dan sangat lebih efisien dibandingkan SCC jenis PWM [7].

L. Aki(accumulator)

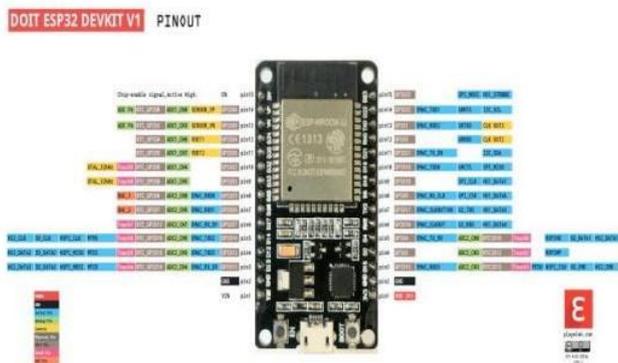
Aki(accumulator) adalah penyimpanan energi listrik yang terdiri dari bahan-bahan kimia yang dapat mengubah bahan kimia menjadi energi listrik. Aki tergolong elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya. Dapat dilihat pada Gambar 10 bahwa setiap baterai mempunyai kutub positif (katode) dan negatif (anode) sebagai penghantar arus listrik.



Gambar 10. Aki(accumulator) [14]

M. NodeMCU ESP32

ESP32 dikenalkan oleh *Espressif System* sebagai mikrokontroler yang meneruskan dari mikrokontroler sebelumnya yaitu ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah dilengkapi dengan modul *bluetooth* dan modul *Wi-Fi* sehingga sangat mendukung dalam membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. ESP32 memiliki fitur yang cukup lengkap karena mendukung *input/output* analog maupun digital, PWM, SPI, I2C, dll. [18].



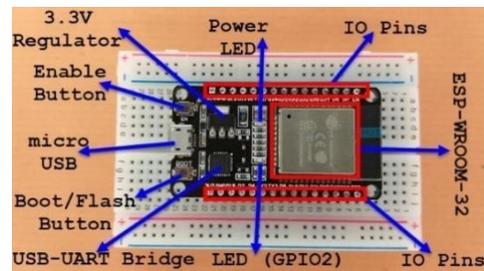
Gambar 11. ESP32 [8]

ESP32 adalah komponen RF terintegrasi seperti *Power Amplifier*, *Low-Noise Receive Amplifier*, *Antenna Switch* dan *Filter*. Hal ini yang membuat perancangan *hardware* pada ESP32 menjadi sangatlah mudah karena hanya sedikit memerlukan komponen eksternal. ESP32 memiliki lebih banyak fitur dari pada generasi sebelumnya esp8266.

Tabel I
Spesifikasi NodeMCU ESP32 [18]

Spesifikasi NodeMCU ESP32	
Tegangan input	5 volt
Tegangan operasi	5 volt
ADC pin	18 buah
DAC pin	2 buah
Flash memory	128 KB
SRAM	320 KB
Clock Speed	240MHz
Berat	25 gr
PXL	58,6 x 29 mm
Komunikasi	WiFi, Bluetooth, I2C, SPI, Seial

Pada *board* ESP32 memiliki 30 pin (15 pin disetiap sisi) dapat dilihat pada Gambar 12 ada beberapa *board* yang memiliki 36 pin dan ada juga beberapa yang memiliki pin lebih sedikit. Jadi, periksa kembali pin sebelum membuat koneksi.



Gambar 12. Layout ESP32 [18]

N. Layar OLED

Organic Light-Emitting Diode (OLED) merupakan layar *display* yang terbuat dari semikonduktor yang berfungsi sebagai pemancar cahaya yang terbuat dari lapisan *organic* [21].



Gambar 13. Layar OLED [9]

Cara kerja OLED berdasarkan medan listrik yang diterapkan pada elektroda. Jika medan listrik mengalir maka fungsi kerja katoda berkurang memungkinkan elektron berpindah dari katoda ke pita konduksi di lapisan organik yang menghasilkan lubang pada pita valensi. Anoda akan mendorong lubang menuju pita valensi organik dan menyebabkan terjadinya proses rekombinasinya elektron dan lubang pada lapisan organik, yang menyebabkan elektron akan turun dan bergabung dengan lubang (*hole*), kemudian memberikan energi berlebih berupa foton cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Akhirnya, emisi cahaya pada panjang gelombang tertentu akan diperoleh tergantung pada jenis bahan pancaran cahaya yang digunakan [21].

O. Sensor PZEM004T

Sensor PZEM004T pada Gambar 14 merupakan sensor yang dapat mengukur tegangan, arus, daya dan energi dari listrik AC. Sensor ini mengeluarkan *output* dengan komunikasi serial. Jika ingin dihubungkan ke ESP32 maka komunikasi yang dipakai adalah komunikasi serial.



Gambar 14. Sensor PZEM004T [17]

Sensor ini dapat mengukur tegangan AC hingga 250 VAC dan memiliki maksimal pengukuran arus dinilai 10/100 A.

P. Inverter

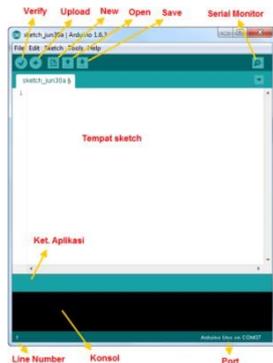
Seperti pada Gambar 15 dibawah ini, *inverter* merupakan rangkaian elektronika daya yang memiliki fungsi untuk mengkonversi listrik DC menjadi listrik AC satu fasa maupun hingga tiga fasa dengan frekuensi dan tegangan yang dapat diatur. Peralatan ini banyak digunakan baik di rumah tangga maupun industri untuk konversi energi listrik.



Gambar 15. Gambar Produk Inverter [1]

Q. Program Arduino

Jika dalam suatu *project* akan dieksekusi maka akan membutuhkan aplikasi Arduino IDE/*Intergrated Development Environment*. Secara fungsional perangkat lunak ini untuk mengkodng, *open*, dan editing pada *source code* yang kemudian akan diprogram oleh penggunanya.



Gambar 16. Bagian-bagian *software* Arduino IDE [10]

R. Aplikasi *Blynk*

Merupakan aplikasi yang dibutuhkan penggunanya untuk membuat proyek kontrol maupun monitoring pada

sistem yang telah dibuat. Pengguna sangat mudah menggunakannya karena telah terhubung lewat internet.

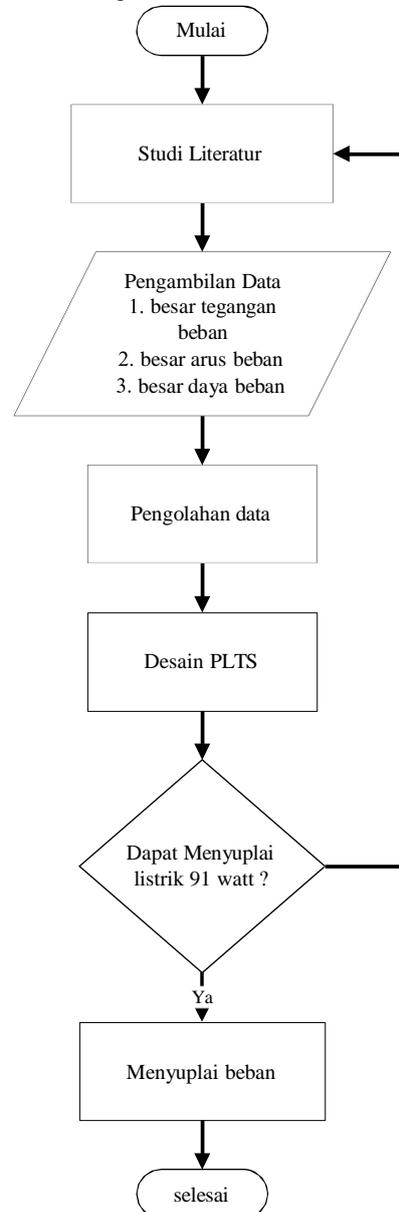
Aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 17, dimana berfungsi untuk kontrol yang jaraknya jauh, bisa juga memonitoring dari nilai yang terbaca oleh sensor.



Gambar 17. *Blynk* [13]

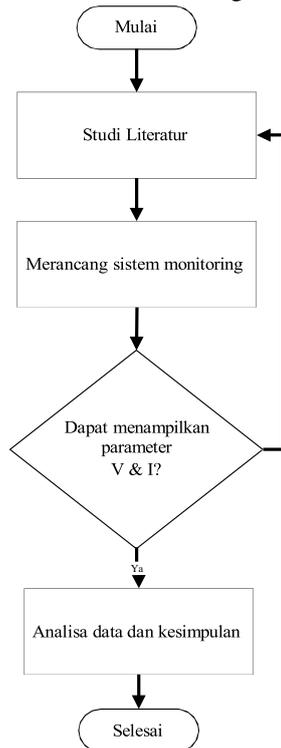
III. METODE PENELITIAN

A. *Flowchart* rancangan desain sistem PLTS



Gambar 18. *Flowchart* rancangan desain sistem PLTS

B. Flowchart desain sistem monitoring



Gambar 19. Flowchart perancangan desain monitoring

C. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif, yang bertujuan untuk menjawab masalah penelitian melalui data numerik dan analisis statistik, serta melakukan observasi untuk mengumpulkan data pendukung terkait sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penelitian dilaksanakan dari bulan Oktober 2023 hingga Februari 2024 di Lab. EBT, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan. Parameter data yang diambil meliputi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya serta listrik yang masuk ke beban, yang kemudian dikirim ke smartphone pengguna melalui sistem IoT. Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup tang kombinasi, obeng, multimeter, smartphone, laptop, dan beberapa alat lainnya, sedangkan bahan yang digunakan terdiri dari panel surya, solar charger controller, baterai, NodeMCU ESP32, sensor PZEM004T, dan berbagai komponen listrik lainnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem PLTS

Perancangan sistem PLTS ini dilakukan dengan cara menentukan beban yang akan digunakan untuk *hydrofarm*. Setelah itu membangun sistem PLTS dengan *backup* PLN yang memungkinkan perpindahan suplai daya dari PLTS ke PLN ketika baterai mengalami penurunan kapasitas. Dari perancangan ini telah berhasil membangun sistem PLTS sebagai energi alternatif yang dapat menyuplai beban *hydrofarm*. Kemampuan sistem PLTS ini dapat menyuplai beban hingga 440 W sesuai dengan kapasitas maksimal dari *circuit breaker* 2 A sebagai pengaman sistem dan kemampuan maksimal dari *inverter* yang hanya berkapasitas 500 W. Perancangan sistem ini dikatakan berhasil karena dapat menghasilkan tegangan

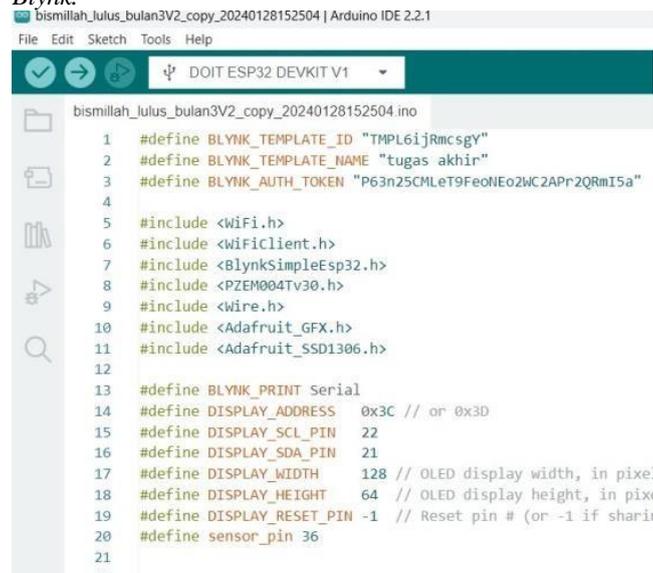
AC dengan nilai dikisaran 223-235 VAC masih aman untuk alat beroperasi. Dalam pengambilan data dalam waktu 30 hari beban tertinggi yang sempat terukur adalah 91,61 W.

Tabel II
Daftar Beban yang Disuplai oleh Sistem PLTS

No	Nama Beban	Jumlah Beban
1	Pompa <i>submarine</i>	36 W
2	Pompa <i>aquarium</i>	25 W
3	Beban <i>monitoring hydrofarm</i> (ESP32, relai 8-channels, sensor TDS, sensor jarak, sensor pH dan LCD 16x2 I2C)	5,2 W
4	Pompa DC 4 x 0,5 A	24
Total		90,2 W

B. Pengujian Pada Sistem Perangkat Lunak (Software)

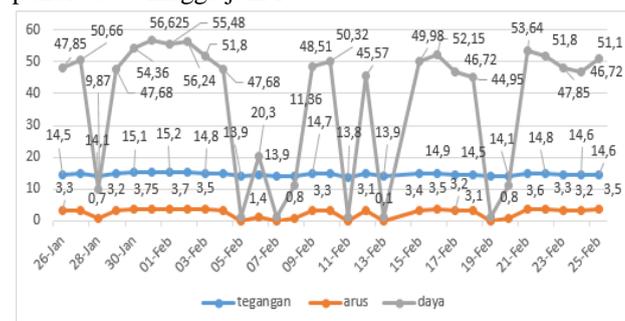
Pengujian pada sistem perangkat lunak menggunakan software Arduino IDE. *Coding* program meliputi sensor tegangan yang berfungsi untuk membaca nilai tegangan DC pada baterai aki beserta sensor PZEM004T yang berfungsi untuk memonitoring hasil listrik yang dihasilkan. Setelah diproses pembacaan arus dan tegangan dapat ditampilkan pada OLED 128x64 I2C dan aplikasi *Blynk*.



Gambar 20. Coding Program Keseluruhan

C. Perancangan Sistem PLTS

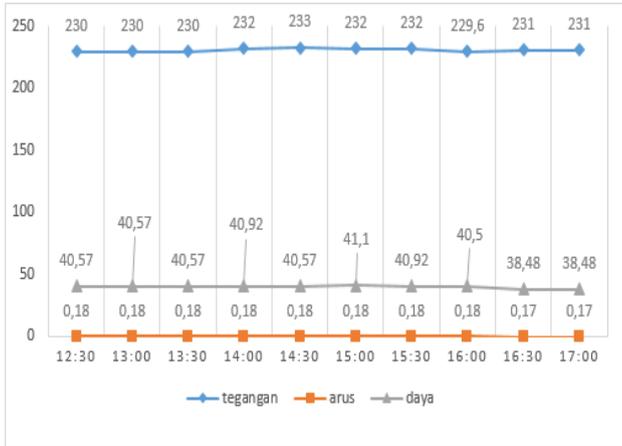
Langkah yang pertama dilakukan adalah melakukan pengukuran pada saat matahari telah sedikit terang yaitu pukul 08.00 hingga jam 17.00.



Gambar 21. Grafik waktu beserta keluaran tegangan dan arus tanpa beban pada modul PV

Pada Grafik 21 diketahui bahwa dilakukan bahwa dilakukan pengujian pada tanggal 26 Januari sampai tanggal 24 Februari. Pada pengukuran *output* modul PV saat cerah maka menghasilkan tegangan dan arus yang tinggi. Hal ini sangat dibutuhkan oleh sistem PLTS agar dapat terus menyuplai ke SCC untuk terus mengisi baterai. Jika cuaca berawan dan mendung besaran tegangan dan arus yang dihasilkan cukup turun besarnya.

D. Pengujian Sistem ATS



Gambar 22. Grafik Pengukuran Keluaran PLTS

Pada Gambar 22 Pada grafik tersebut didapatkan data keluaran listrik yang terpakai oleh beban. Dimana PLTS mulai menyulai daya pada pukul 12.30 dikarenakan baterai terisi ketika cuaca mulai cerah sehingga PLTS dapat menyulai daya ke beban *hydrofarm*. PLTS akan mulai menyulai beban ketika tegangan aki >11 VDC.

E. Pengujian Sensor PZEM004T

Tabel III

Pengujian sensor PZEM004T untuk pengukuran tegangan

Uji coba ke-n	Sensor PZEM004T (V)	Voltmeter (V)
1	229,17	229
2	229,29	230
3	229,2	230
4	229,24	230
5	229,22	230
6	229,17	230,08
7	228,18	229
8	228,16	229
9	228,41	229
10	228,56	229
11	227,44	228,69
12	226,025	226,87
13	227,03	227,38
14	229,17	229
15	231,66	232,26
16	231,34	232,57
17	232,1	232,63
18	231,05	231,89
19	231,22	229,31
20	226,41	226,77
21	229,21	230

Uji coba ke-n	Sensor PZEM004T (V)	Voltmeter (V)
22	233,94	235
23	226,37	226,64
24	225,81	226,57
25	226,13	227
26	225,39	226,2
27	228,18	229
28	228,17	229
29	228,17	229
30	228,17	229
Rata-rata	228,72	229,32

Berdasarkan pengujian yang dilakukan selama 30 hari, pengukuran keluaran tegangan dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ke beban menunjukkan bahwa sensor PZEM004T memiliki akurasi sebesar 99,73%, yang hampir setara dengan alat standar voltmeter. Rata-rata tegangan yang diukur oleh sensor PZEM004T adalah 228,72 V, sedangkan rata-rata tegangan yang diukur oleh alat standar adalah 229,32 V. Persentase ketepatan dihitung dengan rumus %ketepatan = $|1 - |(y_n - x_n)/x_n|| \times 100$, yang menghasilkan nilai 99,73%, menunjukkan bahwa sensor PZEM004T dapat diandalkan untuk monitoring keluaran tegangan.

Tabel IV

Pengujian sensor PZEM004T untuk Pengukuran Arus

Uji Coba Ke-n	Sensor PZEM004T(A)	Amperemeter (A)
1	0,116	0,115
2	0,116	0,114
3	0,116	0,114
4	0,116	0,113
5	0,116	0,113
6	0,116	0,113
7	0,18	0,178
8	0,195	0,19
9	0,225	0,22
10	0,189	0,184
11	0,188	0,184
12	0,196	0,19
13	0,186	0,183
14	0,191	0,187
15	0,2	0,19
16	0,2	0,19
17	0,178	0,17
18	0,184	0,18
19	0,186	0,182
20	0,186	0,18
21	0,35	0,34
22	0,355	0,35
23	0,34	0,33
24	0,34	0,33
25	0,33	0,32
26	0,35	0,34
27	0,34	0,33
28	0,35	0,34
29	0,346	0,34
30	0,347	0,34
Rata-rata	0,223	0,22

Berdasarkan pengujian yang dilakukan selama 30 hari, pengukuran keluaran arus beban hydrofarm menunjukkan bahwa sensor PZEM004T memiliki tingkat akurasi sebesar 98,65%, dengan error pembacaan sebesar 1,35% dibandingkan dengan amperemeter standar. Rata-rata arus yang diukur oleh sensor PZEM004T adalah 0,223 A, sedangkan rata-rata arus yang diukur oleh alat standar adalah 0,226 A. Persentase ketepatan dihitung menggunakan rumus $\% \text{ketepatan} = |1 - |(y_n - x_n)/x_n|| \times 100$, yang menghasilkan nilai 98,65%, menunjukkan bahwa sensor PZEM004T dapat diandalkan untuk monitoring keluaran arus.

Tabel V
Hasil uji coba pengukuran sensor tegangan DC

Uji ke-	Sensor tegangan DC(V)	Voltmeter(V)
1	12,05	12,04
2	12,05	12,04
3	12,05	12,04
4	12,06	12,04
5	12,06	12,09
6	12,06	12,09
7	12,03	12,09
8	12,03	12,09
9	12,03	12,09
10	12,03	12,03
11	12,03	12,03
12	12,03	12,06
13	12,03	12,07
14	12,03	12,09
15	12,05	12,09
16	11,99	12,01
17	12,03	12,01
18	12,08	12,01
19	12,1	12,03
20	12,11	12,09
21	12,04	12,09
22	12,05	12,09
23	12,06	12,09
24	12,04	12,09
25	12,03	12,09
26	12,11	12,09
27	12,06	12,06
28	12,05	12,1
29	12,08	12,06
30	12,01	12,07
Rata-rata	12,05	12,06

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada sensor tegangan DC, perhitungan rata-rata menunjukkan bahwa sensor memiliki nilai rata-rata tegangan sebesar 12,05 V, sedangkan alat standar mencatat rata-rata 12,06 V. Persentase ketepatan dihitung menggunakan rumus $\% \text{ketepatan}$ yang menghasilkan nilai 99,91%. Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali untuk menentukan nilai rata-rata, standar deviasi, dan keakuratan, di mana standar deviasi untuk sensor adalah 0,005 dan untuk alat ukur adalah 0,006. Hasil ini

menunjukkan bahwa sensor tegangan DC memiliki keakuratan yang sangat tinggi dalam pengukuran.

F. Pengujian Sistem Monitoring

Tabel VI

Hasil pengukuran uji jarak ESP32

Uji ke-n	Uji jarak ESP32 dengan <i>Hotspot</i>	
	Jarak	Status
1	2 m	Terhubung
2	4 m	Terhubung
3	6 m	Terhubung
4	8 m	Terhubung
5	10 m	Terhubung
6	12 m	Terhubung

Berdasarkan Tabel 6. diatas telah dilakukan pengujian jarak antara ESP32 dengan sumber jaringan dan dapat disimpulkan bahwa untuk jarak 1-12 m ESP32 tetap dapat terhubung dengan sumber *hotspot* dari *smartphone*. Pengujian ini dilakukan tanpa halangan untuk jarak maksimal yang pernah diuji tanpa ada penghalang mampu tetap tersambung sejauh 70 m.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian tugas akhir ini terfokus pada rancang bangun sistem PLTS sebagai energi alternatif *hydrofarm* berbasis IoT. Dari penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem PLTS yang dapat menyuplai listrik ke beban *hydrofarm*. Perancangan ini dikatakan berhasil karena dapat menghasilkan keluaran listrik sesuai dengan standar alat dan PLN dimana listrik yang dihasilkan bertegangan 224-235 V yang masih masuk toleransi tegangan yang dibutuhkan untuk kebutuhan suplai beban *hydrofarm*. Hasil perancangan ini juga berhasil menyuplai beban tertinggi ketika semua beban aktif pada 91,61 W.
2. Pada penelitian ini juga berhasil merancang sistem IoT untuk memonitoring hasil keluaran listrik berupa tegangan dan arus terpakai oleh beban *hydrofarm*. Monitoring ini berhasil dilakukan dengan melihat data yang ditampilkan oleh layar OLED maupun aplikasi *blynk*. Untuk nilai akurasi tegangan yang dibaca oleh sensor setelah dibandingkan dengan alat standar adalah 99,73%, sedangkan nilai akurasi yang dihasilkan oleh arus adalah 98,65%. Untuk monitoring dengan IoT jarak ESP32 dengan sumber *hotspot* tanpa halangan terukur terjauh 70 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan yang medanai penelitian ini. Serta kepada Bapak Kasnanto yang ikut andil menyupport penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Ali. (2018). Aplikasi Elektronika Daya Pada Sistem Tenaga Listrik. Yogyakarta: UNY Press.

- [2] Anjarani Wiwi, H. A. (2023). Desain PLTS Menggunakan Helioscope Berbasis Web Pada SMA Negeri 3 Malinau. *POLEKTRO*, 109.
- [3] Budi, W. S., Indrasari, W., & Fahdiran, R. (2020, December). KARAKTERISASI SENSOR ARUS DAN TEGANGAN UNTUK APLIKASI MAXIMUM POWER POINT TRACKER PADA SISTEM PENYIMPANAN ENERGI LISTRIK PANEL SURYA. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)* (Vol. 9, pp. SNF2020FA-77).
- [4] Ginting, P. H., & Sinuraya, E. W. (2014). Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega 16. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 16(3), 128-134.
- [5] Haryudo Isnur Subuh, W. T. (2022). Rancang Bangun Monitoring Arus dan Tegangan Pada PLTS Sistem On Grid Berbasis Internet of Thing (IOT) Menggunakan Aplikasi Telegram. *Teknik Elektro*, 447-452.
- [6] Hidayat Taufal, F. D. (2019). Rancang Bangun Smart Meter Berbasis. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO ITP*, 87-92.
- [7] Lee, D. K., In, J., & Lee, S. (2015). Standard deviation and standard error of the mean. *Korean journal of anesthesiology*, 68(3), 220.
- [8] Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73-79.
- [9] Nugroho, G. W., & Effendi, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Luas Permukaan Kulit Menggunakan Konveyor dan Sensor Optik Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik ITS*, 11(1), F1-F7.
- [10] Nugroho Indriarto, d. (2021). Sistem Ats Hybrid Dengan Daya Plts Dan Pln Untuk Pompa Hidroponik Berbasis IoT. *SENASAINS*, 1-8.
- [11] Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan akurasi pengukuran suhu dan kelembaban antara sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal infotel*, 6(2), 49-56.
- [12] Sinaga, R., & Ratu, M. F. M. (2019). Simulasi Pengujian Karakteristik Pompa Air Menggunakan Catu Daya Modul Surya Dan Baterai Siklus Dalam
- [13] Rostini, A. N., & Junfithrana, A. P. (2020). Aplikasi smart home node mcu iot untuk blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1-7.
- [14] astramotor. (2019, october 30). *Aki Motor Dan Cara Merawatnya Agar Tidak Soak*. Retrieved from astramotor: <https://www.astramotor.co.id/aki-motor-dan-cara-merawatnya-agar-tidak-soak/>
- [15] ESDM. (2012, juni 19). *Matahari Untuk PLTS di Indonesia*. Retrieved from kementerian energi dan sumber daya mineral: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia>
- [16] Hexanasemstaid. (2022, April 7). *Jenis-jenis Panel Surya dan Kelebihannya*. Retrieved from HEXANASEMSTA: <https://www.hexana.co.id/post/jenis-jenis-panel-surya-dan-kelebihannya-1>
- [17] Jimmi, S. (2020, November 16). *Membaca Sensor PZEM-004t dengan nodemcu Arduino*. Retrieved from mikroavr: <https://mikroavr.com/sensor-pzem-004t-arduino/>
- [18] MIQ. (2022, Maret 11). *Mikrokontroler ESP32*. Retrieved from Muhammad Iqbal: <https://miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id/mikrokontroler-esp32/>
- [19] Pambudi.G, W. (2020, mei 17). *Cara Mengakses Sensor Tegangan DC menggunakan Arduino*. Retrieved from Cronyos.com: <https://www.cronyos.com/cara-mengakses-sensor-tegangan-dc-menggunakan-arduino/>
- [20] Rully, P. D. (2022, November 18). *Hidroponik Adalah: Manfaat, Metode, Jenis Tanaman, dan Cara Membuat*. Retrieved from detikbali: <https://www.detik.com/bali/berita/d-6412997/hidroponik-adalah-manfaat-metode-jenis-tanaman-dan-cara-membuat>
- [21] Saptaji. (2022, Maret 3). *MENAMPILKAN KARAKTER DI OLED 128x64 SSD1306 MENGGUNAKAN ARDUINO UNO*. Retrieved from SAPTAJI.COM: <http://saptaji.com/2022/03/03/menampilkan-karakter-di-oled-128x64-ssd1306-menggunakan-arduino-uno/>