

## **RANCANG BANGUN *SOLAR TRACKER DUAL AXIS* UNTUK PLTS DENGAN SISTEM *MONITORING* DAN *SWITCHING* BERBASIS *IoT***

**Gama Berdi<sup>1</sup>, Dhea Cindi Larasati<sup>2</sup>, Afritha Amelia<sup>3</sup>**

Teknik Elektronika<sup>1</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

Teknik Listrik<sup>2</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

Teknik Telekomunikasi<sup>3</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

gamaberdi@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, dheacindilarasati@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>,

afrithaamelia@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Indonesia menghadapi tantangan global dalam transisi energi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mendinginkan bumi. Komitmen Indonesia diwujudkan melalui peta jalan *Net Zero Emissions 2060*. Meski demikian, lebih dari 80% energi dunia masih berasal dari sumber fosil, yang berkontribusi pada pemanasan global. Dalam upaya mengurangi penggunaan energi konvensional, Indonesia telah mengembangkan teknologi energi alternatif dan ramah lingkungan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), terutama PLTS *Photovoltaic*. Pengujian Aplikasi Blynk menunjukkan sistem *monitoring* dengan empat *gauge* untuk sensor arus, tegangan, frekuensi, dan daya, serta dua display *value* untuk sensor temperatur. Sistem ini dilengkapi *switch* dan *push button* untuk peralihan antara PLTS dan PLN, mode auto/manual, serta *switching stop* kontak. Sistem *monitoring* kinerja PLTS berbasis IoT menggunakan ESP32 dirancang dengan baik dengan 3 kali pengujian menunjukkan galat pembacaan sebesar 19,5% untuk sensor tegangan dan 0,6% untuk sensor arus pada beban lampu Hannochs tipe Vario 24 W. Untuk sensor tegangan sumber listrik PLTS, galatnya adalah 0,1%, arus 0,1%, frekuensi 1,12%, dan temperatur 4%. Penggunaan sistem *tracking* menghasilkan arus dan tegangan yang lebih tinggi dibandingkan tanpa *tracking*, dengan arus rata-rata 0,40 A (tanpa *tracking* 0,35 A) dan tegangan rata-rata 16,1 V (tanpa *tracking* 15,7 V). Sistem tanpa tracker menghasilkan daya 5,4 W, sementara dengan tracker menghasilkan daya 6,44 W, menunjukkan peningkatan arus sebesar 12,5% dan peningkatan daya 16,1%.

**Kata Kunci** : *Solar Tracker Dual Axis, Monitoring, Switching, PLTS, IoT*

### **PENDAHULUAN**

Indonesia menghadapi tantangan global dalam transisi energi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mendinginkan bumi. Indonesia telah berkomitmen untuk mewujudkan dekarbonisasi nasional melalui peta *Net Zero Emissions 2060*. Meskipun demikian, lebih dari 80 % energi dunia masih berasal dari sumber energi fosil, yang menyumbang pada pemanasan global. Dalam usahanya mengurangi penggunaan energi konvensional, Indonesia telah mengembangkan teknologi energi alternatif dan ramah lingkungan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terutama PLTS *Photovoltaic*. *Hybrid system* adalah sebuah alternatif sistem yang dapat diterapkan di perumahan dengan tingkat kebutuhan listrik yang tinggi. *Hybrid system* ini menggabungkan sumber energi terbarukan sebagai sumber utama dengan listrik dari PLN sebagai sumber energi cadangan. Dalam *hybrid system*, energi terbarukan yang digunakan bisa berasal dari matahari, angin, dan sumber energi terbarukan lainnya, yang kemudian dikombinasikan dengan listrik dari PLN. Dengan demikian, *hybrid system* ini menjadi sumber tegangan yang lebih efisien, efektif, dan dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan listrik di perumahan. Namun, efisiensi PLTS sangat tergantung pada penempatan panel surya agar mendapatkan paparan sinar matahari yang optimal.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Sistem pelacak sinar matahari, seperti sistem *dual axis*, dapat meningkatkan efisiensi PLTS dengan cara mengatur posisi panel sesuai dengan pergerakan matahari. Kondisi lingkungan yang dinamis dan gangguan eksternal dapat mempengaruhi kinerja PLTS. Oleh karena itu, diperlukan alat *Monitoring* yang dapat memantau kinerja PLTS secara terus-menerus dan memberikan notifikasi jika terjadi penurunan kinerja agar dapat dilakukanantisipasi. Saat ini, sistem *off-grid* PLTS masih mengendalikan listrik yang bersumber dari

PLN sebagai cadangan secara manual. Yang dinilai kurang efektif dan membutuhkan waktu yang lama dalam penerapannya. Untuk meningkatkan efisiensi, diperlukan pengembangan sistem otomatisasi dan kontrol jarak jauh menggunakan sistem teknologi *Internet of Things (IoT)*. Penyelesaian atas masalah tersebut memerlukan pengembangan teknologi komunikasi nirkabel serta sistem *Monitoring* dan kontrol yang berbasis *Internet of Things (IoT)* yang telah banyak dikembangkan akhir-akhir ini.

Dari masalah yang diuraikan di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem pelacakan matahari *dual axis* untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dilengkapi dengan sistem pemantauan dan pengalihan listrik dari sumber AC PLN ke PLTS menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang berbasis aplikasi *Blynk*. Data pemantauan konsumsi energi listrik akan dikirimkan secara *nirkabel* ke internet melalui *router nirkabel*, memungkinkan pemilik rumah atau pihak yang berkepentingan untuk mengakses data tersebut secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk*.

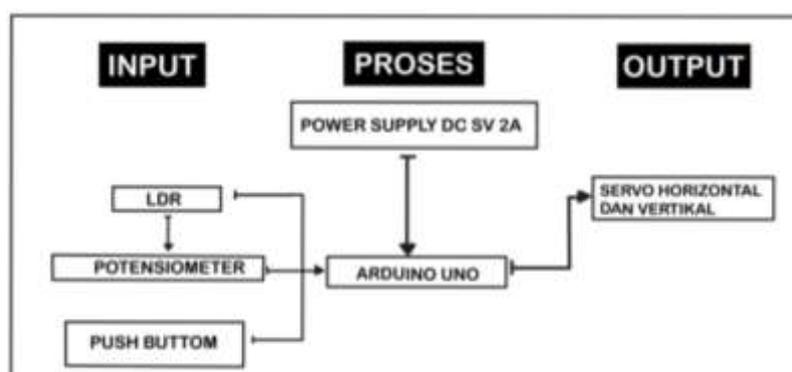
## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah merancang sistem pelacakan matahari *dual axis* untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem pemantauan dan pengalihan energi dari sumber AC PLN ke PLTS menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang menggunakan aplikasi *Blynk*. Data tentang penggunaan energi listrik akan secara *nirkabel* dipancarkan ke internet melalui jaringan *router nirkabel*, memungkinkan pemilik rumah atau pihak yang berkepentingan untuk mengakses data tersebut secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk*. Berdasarkan tahapan penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, ada tiga fase yang akan dibahas adalah perancangann perangkat keras, perancangan perangkat lunak, penggabungan perangkat keras dan lunak tahapan penelitian akan dibahas adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Fishbone diagram tahapan rancangan penelitian



Gambar 2. Diagram blok tracker dual axis

Diagram ini menggambarkan sebuah sistem dengan tiga komponen utama: *Input*, Proses, dan *Output*. Berikut adalah deskripsi parafrase dari sistem tersebut:

1. *Input*:

- Terdiri dari LDR (*Light Dependent Resistor*), potensiometer, dan *push button*.
- Komponen-komponen ini digunakan untuk mengirim sinyal ke Arduino Uno.

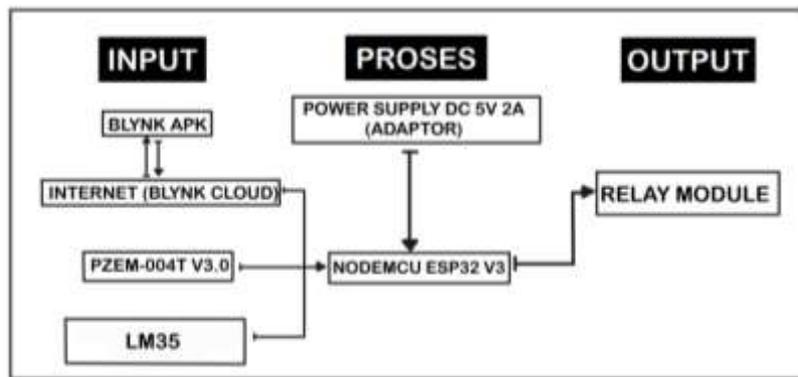
2. Proses:

- Arduino Uno diberi daya oleh suplai listrik DC 5V 2A.
- Arduino Uno memproses sinyal *input* dari LDR, potensiometer, dan *push button*.

3. *Output*:

- Sinyal yang sudah diproses dikirim ke servo yang mengontrol gerakan horizontal dan vertikal.

Pengaturan ini kemungkinan melibatkan pengendalian posisi servo berdasarkan input dari LDR, potensiometer, dan *push button*, dengan Arduino Uno berfungsi sebagai unit pemrosesan utama.



Gambar 3. Diagram blok sistem *monitoring* dan *switching*

Diagram ini menggambarkan sebuah sistem dengan tiga komponen utama: *Input*, Proses, dan *Output*. Berikut adalah deskripsi parafrase dari sistem tersebut:

1. *Input*:

- Terdiri dari *Blynk* APK yang terhubung melalui internet (*Blynk Cloud*), sensor PZEM-004T V3.0, dan sensor temperatur LM35.
- Komponen-komponen ini digunakan untuk mengirim sinyal ke *NodeMCU* ESP32 V3.

2. Proses:

- *NodeMCU* ESP32 V3 diberi daya oleh suplai listrik DC 5V 2A (adaptor).
- *NodeMCU* ESP32 V3 memproses sinyal input dari *Blynk Cloud*, sensor PZEM-004T V3.0, dan sensor temperatur LM35.

3. *Output*:

- Sinyal yang sudah diproses dikirim ke modul *relay*.

Pengaturan ini kemungkinan melibatkan pengendalian modul *relay* berdasarkan *input* dari *Blynk Cloud*, sensor PZEM-004T V3.0, dan sensor temperatur LM35, dengan *NodeMCU* ESP32 V3 berfungsi sebagai unit pemrosesan utama.

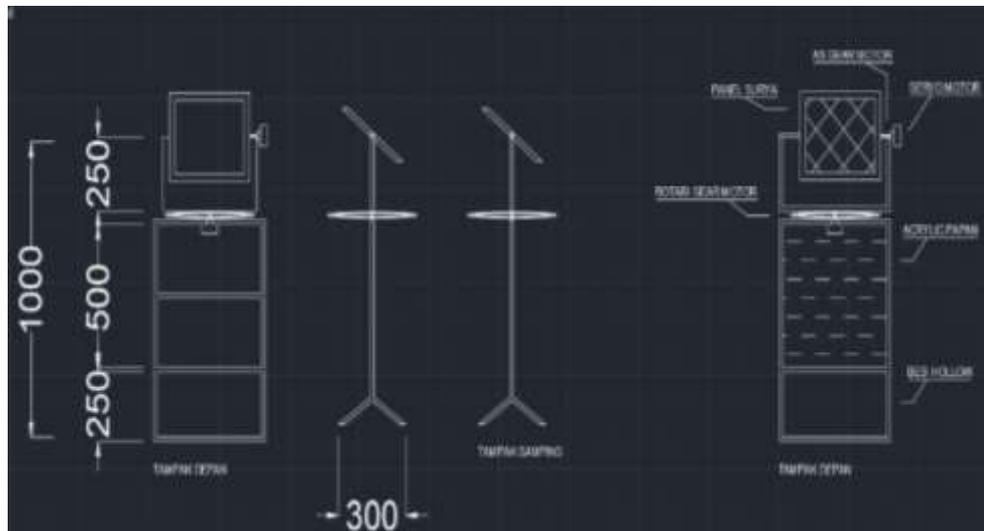
### Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dimulai dengan desain rangka panel sampai rangkaian modul pada perangkat keras sesuai dengan gambar untuk *solar tracker dual axis*, *monitoring dan Switching pada PLTS*. Dengan menggunakan sistem kendali yaitu *Arduino UNO* sebagai proses dari *input sensor LDR*, *potensiometer*, *push button* kemudian memberikan sinyal kepada servo untuk bergerak mengikuti cahaya matahari. Sistem kendali dari *monitoring dan Switching* yaitu *NodeMCU* ESP 32 yang di hubungkan melalui internet untuk dapat di kendalikan melalui aplikasi

Blynk dengan sensor *PZEM-004T V3.0*, sensor *LDR* yang memberikan *output* kepada *relay module* untuk *Switching* yang akan mengalihkan aliran listrik dari sumber AC PLN ke PLTS.

### Desain rangka panel

Desain rangka panel dilakukan agar perangkat yang dibuat memiliki bentuk modern dan portabel. Langkah pertama yang dilakukan adalah memotong besi *hollow* dan besi siku sesuai dengan kebutuhan sistem sehingga dimensi alat dapat terhubung dengan baik.



Gambar 4. Desain sketsa rancangan rangka PLTS

### Penempatan komponen

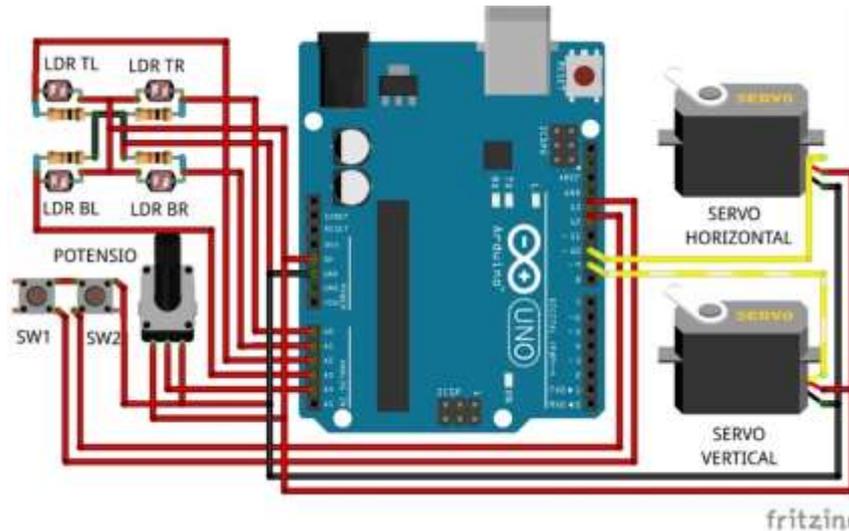
Penempatan komponen dilakukan agar desain alat yang diinginkan dapat terstruktur dengan baik, sehingga proses pengoneksian bisa dilakukan dengan terarah dan memberikan ruang yang cukup untuk penempatan kabel. Penempatan komponen yang rapi juga memudahkan penulis dalam mengoperasikan alat jika terjadi kesalahan atau kerusakan pada sistem.

### Pengkoneksian

Dalam pengkoneksian kabel antar komponen, penting untuk memperhatikan penempatan kabel, karena kesalahan pada *input* dan *output* tegangan atau kesalahan pada kaki komponen sensor dapat menyebabkan kerusakan pada sensor. Penempatan kabel juga harus diperhatikan agar kabel tidak mudah terlepas dari komponen, yang dapat menyebabkan sistem mengalami kerusakan.

### Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan perancangan alur dan program yang akan dijalankan pada sistem. Perancangan perangkat lunak dimulai dengan pembuatan diagram alir (*flowchart*), setelah itu dilakukan inisialisasi *port* mikrokontroler yang akan digunakan.

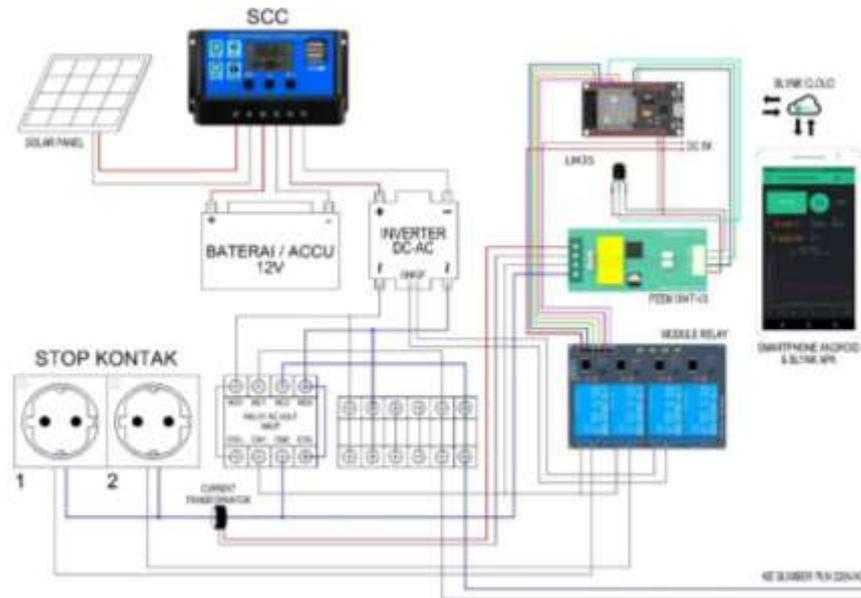


Gambar 5. Rangkaian modul solar tracker dual axis

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Arduino Uno R3 :Sebagai mikrokontroler utama untuk mengontrol keseluruhan sistem.
2. Servo Motor :Dua buah servo motor MG996R 180° untuk menggerakkan panel surya secara horizontal dan vertikal.
  - Servo horizontal (Tipe: MG996R 180°)
  - Servo vertikal (Tipe: MG996R 180°)
3. LDR (*Light Dependent Resistor*):Empat buah LDR yang digunakan sebagai sensor cahaya untuk mendeteksi posisi matahari.
  - *LDR-Top Left*
  - *LDR-Top Right*
  - *LDR-Bottom Left*
  - *LDR-Bottom Right*
4. Resistor :Empat buah resistor dengan nilai 330Ω yang terhubung dengan LDR.
5. *Push Button* :Dua buah *push button* sebagai saklar untuk mengubah mode dan sumbu pergerakan.
  - *Mode switch*
  - *Axis switch*
6. Potensiometer :Untuk mengatur sensitivitas sensor atau parameter lain yang diperlukan.
7. Kabel konektor :Untuk menghubungkan komponen-komponen sesuai dengan rangkaian yang telah dirancang.
8. Power Supply :Sumber daya DC 7-10V untuk menyalakan Arduino dan komponen lainnya.
9. Panel Surya :Panel surya yang akan diposisikan sesuai dengan arah matahari.

Rangkaian ini dirancang untuk membuat solar tracker dengan dua sumbu, yang dapat mengoptimalkan penyerapan sinar matahari oleh panel surya dengan menggerakkan panel secara otomatis mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari.

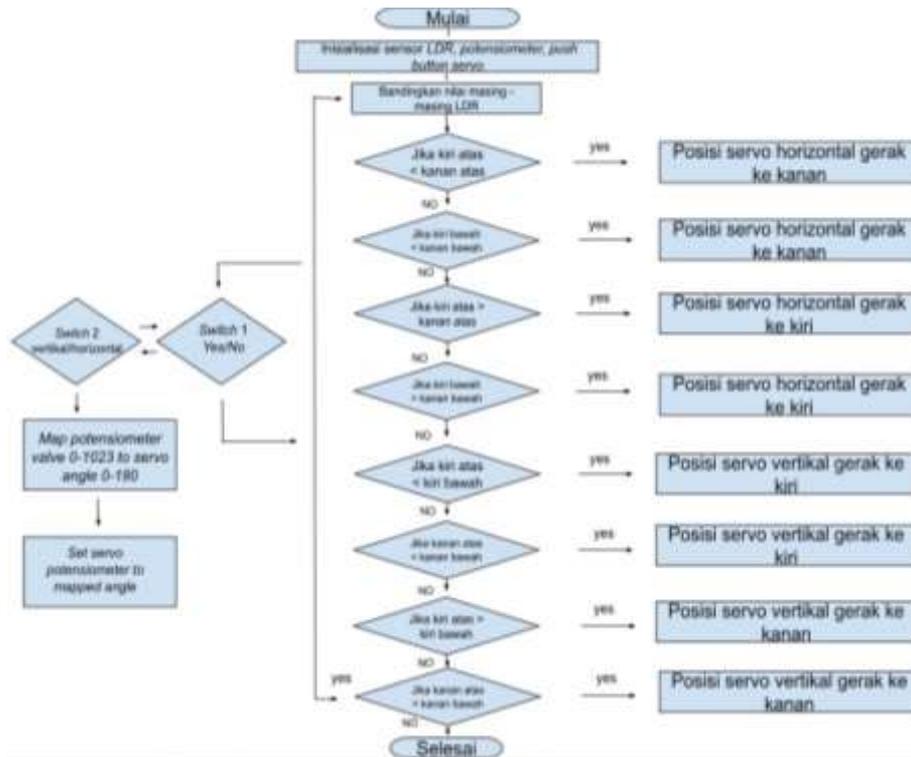


Gambar 6. Rangkaian modul sistem *monitoring* dan *switching* PLTS

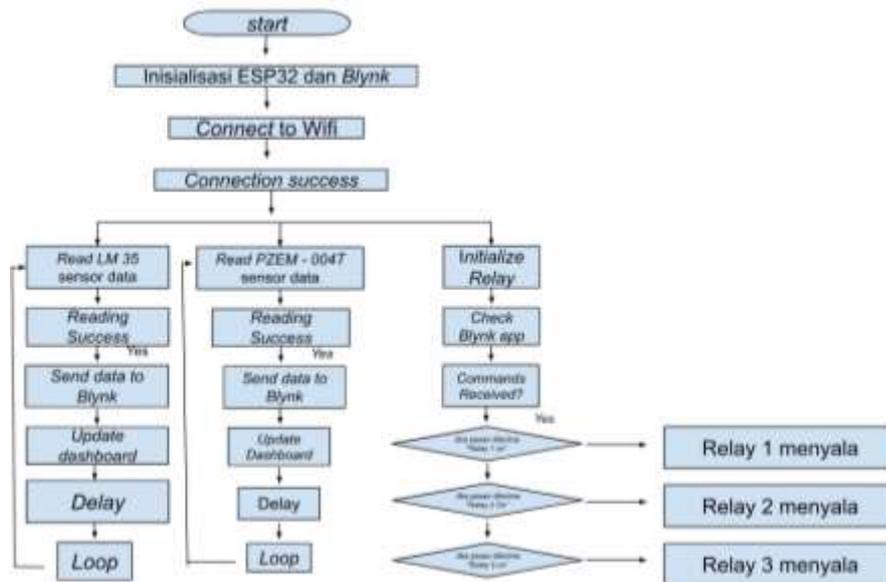
Berikut ini adalah rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan gambar yang diberikan:

1. Solar Panel :Digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik.
2. SC :Digunakan untuk mengatur pengisian daya ke baterai atau *accu* 12V dari solar panel.
3. Baterai 12V :Berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan dari solar panel.
4. Inverter DC-AC :Berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) dari baterai menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh perangkat rumah tangga.
5. Stop Kontak :Berfungsi sebagai output untuk menghubungkan perangkat listrik.
6. *Current Transformer*: Digunakan untuk mengukur arus listrik yang mengalir melalui sistem.
7. PZEM-004T-V3 :Digunakan untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan energi yang digunakan oleh sistem.
8. LM35 :Digunakan sebagai sensor untuk mengukur temperatur.
9. ESP32 :Modul Wi-Fi yang digunakan untuk menghubungkan sistem ke internet dan mengirim data ke *Blynk Cloud*.
10. Module Relay :Digunakan untuk mengendalikan arus listrik yang mengalir ke perangkat listrik melalui perintah yang diberikan dari sistem kontrol.
11. Aplikasi *Blynk* :Digunakan untuk menampilkan data sensor secara *real-time* yang diperoleh dari sistem dan dikirim ke *Blynk Cloud*.

Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengelola energi yang dihasilkan oleh panel surya, serta mengendalikan perangkat listrik melalui aplikasi *Blynk* yang terhubung ke internet.



Gambar 7. Flowchart tracker dual axis



Gambar 5 Flowchart sistem monitoring dan switching

Diagram alir pada gambar menunjukkan proses kerja solar tracker dual axis untuk PLTS dengan sistem monitoring dan Switching berbasis IoT. Pada awal program dilakukan inisialisasi port. Kemudian berikan sample cahaya pada LDR. Kemudian mikrokontroler akan memproses sinyal yang diterima. Jika cahaya yang diberikan terdaftar, maka Motor servo akan berputar secara vertical dan horizontal. Kemudian sistem monitoring dan Switching pada PLTS di kendalikan melalui Node MCU ESP 32, yang dikirimkan sinyal melalui sensor LM35 sebagai pendeteksi suhu, sensor PZEM-004T sebagai pendeteksi tegangan, arus, frekuensi, relay module sebagai Switching yang akan mengalihkan aliran listrik dari sumber AC PLN ke PLTS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dan hasil analisis dari alat yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan prinsip kerja yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam pengujian ini meliputi pengamatan langsung pada sistem yang telah dibuat dan pengamatan terhadap pembacaan alat ukur yang dipasang, serta respon yang ditunjukkan. Hasil dari pengukuran alat ukur yang dipasang dapat disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.



Gambar 9. Hasil rancangan alat

### Platform Penerima Data

Dalam pengujian aplikasi *Blynk*, tampilan display yang digunakan meliputi empat *gauge*, dua *display value* dan *switch* dari berbagai jenis tampilan yang disediakan oleh aplikasi tersebut. Sensor arus, tegangan, frekuensi dan daya menggunakan tampilan *gauge*, sedangkan sensor temperatur dan menggunakan tampilan *display value*. *Push button* PLTS ke PLN atau sebaliknya, mode auto/manual dan sistem *switching* stop kontak. Berikut adalah tampilan sistem *monitoring* kinerja dan *switching photovoltaic* dengan menggunakan aplikasi *Blynk*.



Gambar 10. Tampilan *Blynk*

### Akurasi Sensor

Dalam proses pengujian akurasi sensor, dilakukan selama 3 kali pengujian menggunakan dua variable dengan *Blynk* dan alat ukur, pengukuran dengan beban lampu Hannochs tipe Vario 24 W, Sensor temperatur LM35, tegangan sumber listrik, frekuensi sumber listrik. Langkah ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase kesalahan dan mengidentifikasi kekurangan sistem. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Akurasi sensor PZEM-004T untuk lampu tipe 24 W

No	Pengukuran	Arus			Daya		
		Blynk	Alat ukur	Selisih	Blynk	Alat ukur	Selisih
1	(1)	0,146 A	0,145 A	0,001	19,4 W	22,5 W	3,1
2	(2)	0,146 A	0,145 A	0,001	18,1 W	22,3 W	4,2
3	(3)	0,146 A	0,144 A	0,002	18,1 W	22,3 W	4,2
<b>Rata-rata</b>				<b>0,001 A</b>		<b>Rata-rata</b>	<b>3,8 W</b>

Tabel 2. Akurasi sensor LM35 untuk temperatur

No	Pengukuran	Temperatur		
		Blynk	Alat ukur	Selisih
1	(1)	31,7 °C	33,4 °C	1,7
2	(2)	32,2 °C	33,4 °C	1,2
3	(3)	32,2 °C	33,4 °C	1,2
<b>Rata-rata</b>				<b>1,3 °C</b>

Tabel 3. Akurasi sensor PZEM-004T untuk tegangan sumber listrik PLTS

No	Pengukuran	Tegangan		
		Blynk	Alat ukur	Selisih
1	(1)	222,2 V	222,8 V	0,6
2	(2)	222,0 V	222,2 V	0,2
3	(3)	221,8 V	222,3 V	0,5
<b>Rata-rata</b>				<b>0,4 V</b>

Tabel 4. Akurasi sensor PZEM-004T untuk frekuensi sumber listrik PLTS

No	Pengukuran	Frekuensi		
		Blynk	Alat ukur	Selisih
1	(1)	49,9 Hz	49,9 Hz	0
2	(2)	50,0 Hz	49,9 Hz	0,1
3	(3)	49,9 Hz	50,0 Hz	0,1
<b>Rata-rata</b>				<b>0,06 Hz</b>

### Hasil Data

Dalam proses pengukuran, terdapat perbedaan hasil pembacaan sensor pada aplikasi *Blynk* dengan pembacaan alat ukur. Berdasarkan tabel di atas, aplikasi *Blynk* menunjukkan hasil pembacaan yang menyimpang dari alat ukur yaitu:

Tabel 5. Selisih pengukuran Beban lampu Hannochs tipe vario 24 W

Beban lampu tipe vario 24 W	
<b>Daya</b>	Arus
<b>3,8 W</b>	0,001 A

Tabel 6. Selisih pengukuran sensor LM35 temperatur

Sensor LM35 temperatur
<b>1,3 °C</b>

Tabel 7. Selisih pengukuran sensor PZEM-004T tegangan sumber listrik

Sensor PZEM-004T tegangan sumber listrik PLTS
<b>0,4 V</b>

Tabel 8. Selisih pengukuran sensor PZEM-004T frekuensi sumber listrik

Sensor PZEM-004T frekuensi sumber listrik PLTS
<b>0,06 Hz</b>

Untuk mengetahui besarnya galat (*error*) pada sistem, nilai penyimpangan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus. Namun, sebelum menghitung galat persentase, perlu meletakkan data tertinggi pada sistem dan mengurangkannya dengan hasil pengukuran.

Tabel 9. Data tertinggi pada sistem

No	Nama	Data Tertinggi (W, Hz, V, °C, A)
1	Daya lampu Hannochs tipe Vario 24 W pada Blynk	19,4 W
2	Arus lampu Hannochs tipe Vario 24 W pada Blynk	0,146 A
3	Sensor LM35 Temperatur pada Blynk	32,2 °C
4	Sensor PZEM-004T tegangan sumber listrik PLTS	222,2 V
5	Sensor PZEM-004T frekuensi sumber listrik PLTS	50,0 Hz

Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan nilai galat yang sebenarnya. Maka, perhitungannya adalah sebagai berikut:

Daya lampu Hannochs tipe Vario

$$\begin{aligned}
 24 \text{ W pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\
 &= 19,4 \text{ W} - 3,8 \text{ W} \\
 &= 15,6 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Arus lampu Hannochs tipe Vario

$$\begin{aligned}
 24 \text{ W pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\
 &= 0,146 \text{ A} - 0,001 \text{ A} \\
 &= 0,145 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Temperatur pada *Blynk* = Data tertinggi sistem – Range Pengukuran

$$\begin{aligned}
 &= 32,2 \text{ °C} - 1,3 \text{ °C} \\
 &= 30,9 \text{ °C}
 \end{aligned}$$

Tegangan Sumber

$$\begin{aligned}
 \text{Listrik PLTS pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\
 &= 222,2 \text{ V} - 0,4 \text{ V} \\
 &= 221,8 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Frekuensi sumber

$$\begin{aligned}
 \text{listrik pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\
 &= 50,0 \text{ Hz} - 0,06 \text{ Hz} \\
 &= 49,4 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data di atas, diperoleh persentase kesalahan sebagai berikut:

- Daya lampu Hannochs tipe Vario 24 W

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Error} &= \frac{15,6-19,4}{19,4} \times 100 \\
 &= -0,195 \times 100 \\
 &= 19,5 \%
 \end{aligned}$$

- Arus lampu Hannochs tipe Vario 24 W

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Error} &= \frac{0,145-0,146}{0,146} \times 100 \\
 &= -0,006 \times 100 \\
 &= 0,6 \%
 \end{aligned}$$

- Temperatur  

$$\% \text{ Error} = \frac{30,9-32,2}{32,2} \times 100$$

$$= - 0,04 \times 100$$

$$= 4 \%$$
- Sensor PZEM-004T untuk tegangan sumber listrik PLTS  

$$\% \text{ Error} = \frac{221,8-222,2}{222,2} \times 100$$

$$= - 0,001 \times 100$$

$$= 0,1 \%$$
- sensor PZEM-004T untuk frekuensi sumber listrik PLTS  

$$\% \text{ Error} = \frac{49,4-50,0}{50,0} \times 100$$

$$= - 0,012 \times 100$$

$$= 1,12 \%$$
- Pembacaan tes sensor LDR pada *software* Arduino untuk *Solar Tracker Dual Axis*  
 Berdasarkan hasil pembacaan sensor, semakin banyak cahaya yang terdeteksi oleh LDR, semakin tinggi nilai sinyal yang dikirimkan ke motor servo melalui Arduino UNO. Sensor LDR berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang mengenai panel surya dan mengoptimalkan orientasinya agar mendapatkan cahaya maksimal, sehingga meningkatkan efisiensi pengisian baterai.

Tabel 10. Perbandingan hasil pengujian tracker system

No	Waktu (WIB)	Arus (A)		Tegangan (V)	
		Dengan tracking system	Tanpa tracking system	Dengan tracking system	Tanpa tracking system
1	07.30	0,7	0,5	13,8	13,6
2	08.00	0,7	0,5	13,8	13,6
3	08.30	0,8	0,6	13,9	13,6
4	09.00	0,8	0,6	13,1	12,9
5	09.30	0,10	0,8	14,0	13,8
6	10.00	0,12	0,10	14,5	14,2
7	10.30	0,14	0,12	14,7	14,5
8	11.00	0,18	0,16	14,1	13,9
9	11.30	0,21	0,19	15,1	14,2
10	12.00	0,28	0,25	17,8	17,4
11	12.30	0,32	0,29	18,0	17,2
12	13.00	0,38	0,36	18,3	17,9
13	13.30	0,41	0,37	18,5	18,2
14	14.00	0,53	0,51	18,6	18,3
15	14.30	0,48	0,43	18,4	18,1
16	15.00	0,47	0,45	18,2	18,0

17	15.30	0,40	0,37	17,6	17,3
18	16.00	0,38	0,33	17,2	16,7
19	16.30	0,37	0,35	16,7	16,3
20	17.00	0,35	0,31	15,7	15,4
<b>Rata-rata</b>		<b>0,40 A</b>	<b>0,35 A</b>	<b>16,1 V</b>	<b>15,7 V</b>

Dengan memperoleh data dari hasil pengujian, langkah berikutnya adalah menghitung daya serta persentase peningkatan arus dan daya listrik yang dihasilkan antara panel surya dinamis dan panel surya statis.

Untuk mencari daya yang di hasilkan yaitu :

- *Dual axis solar tracker* tanpa *tracker* (Statis)  

$$P = V \cdot I$$

$$= 15,7 \text{ V} \times 0,35 \text{ A}$$

$$= 5,4 \text{ W}$$
- *Dual axis solar tracker* dengan *tracker* (Dinamis)  

$$P = V \cdot I$$

$$= 0,40 \text{ V} \times 16,1 \text{ A}$$

$$= 6,44 \text{ W}$$

Untuk mencari presentase arus dan daya listrik :

- Arus  

$$= \frac{\text{Arus Dinamis} - \text{Arus Statis}}{\text{Arus Dinamis}} \times 100$$

$$= \frac{0,40 - 0,35}{0,40} \times 100$$

$$= 0,125 \times 100$$

$$= 12,5 \%$$
- Daya  

$$= \frac{\text{Daya Dinamis} - \text{Daya Statis}}{\text{Daya Dinamis}} \times 100$$

$$= \frac{6,44 - 5,4}{6,44} \times 100$$

$$= 0,161 \times 100$$

$$= 16,1 \%$$

## SIMPULAN

Aplikasi *Blynk* diuji dengan tampilan yang mencakup empat *gauge* untuk sensor arus, tegangan, frekuensi, dan daya, serta dua *display value* untuk sensor temperatur. Sistem ini dilengkapi dengan *switch* dan *push button* untuk beralih antara PLTS dan PLN, mode auto/manual, serta *switching stop* kontak. Sistem *monitoring* kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya berbasis *IoT* menggunakan ESP32 dirancang dengan baik. Pengujian dilakukan 3 kali menunjukkan galat pembacaan sebesar 19,5% untuk sensor tegangan dan 0,6% untuk sensor arus pada beban lampu Hannochs tipe Vario 24 W. Galat untuk sensor tegangan sumber listrik PLTS adalah 0,1%, arus 0,1%, frekuensi 1,12%, dan temperatur 4%. Sistem dengan *tracking* menghasilkan arus dan tegangan lebih tinggi dibandingkan tanpa *tracking*. Arus rata-rata dengan *tracking* adalah 0,40 A (tanpa *tracking* 0,35 A) dan tegangan rata-rata 16,1 V (tanpa *tracking* 15,7 V). Sistem tanpa *tracker* menghasilkan daya 5,4 W, sementara dengan *tracker* menghasilkan daya 6,44 W. Persentase peningkatan arus adalah 12,5% dan peningkatan daya 16,1%.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- (EBTKE), D. J. (2022, Februari 18). Masa Transisi Energi Menuju Net Zero Emisiion. p. 1. Retrieved from <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/21/3091/masa.transisi.energi.menuju.net.zero.emission?lang=id>.
- Effendy, M. A. (2021). *Rancang Bangun Monitoring Kinerja Surya Panel berbasis IoT menggunakan Arduino UNO*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Hermawan, R. (2020). *Sistem Sun Tracking Pada Solar Cell*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Hidayat, N. F. (2019). *Rancang Bangun Pemantauan Tegangan Pada Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT)*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nurindra, A. (2019). *Perencanaan Pembangkitan Listrik Tenaga Surya Photovoltaic Dengan Sitem Off-grid*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.