

**PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM PEMANTAUAN  
PANEL SURYA BERBASIS IOT**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ALTIKA ZULFA KURNIAWAN**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2024**

## **ABSTRAK**

### **PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM PEMANTAUAN PANEL SURYA BERBASIS IOT**

**Oleh :**

**ALTIKA ZULFA KURNIAWAN**

Pembangkit listrik di Indonesia saat ini masih bergantung pada energi fosil, yang mana ketersediannya semakin terbatas, sehingga diperlukannya sumber energi listrik yang berasal dari energi terbarukan salah satunya yaitu PLTS. Dengan adanya pembangkit energi baru dan terbarukan efeknya dapat mengurangi penggunaan energi fosil sekaligus mengurangi emisi karbon yang ada. Pada PLTS perlu dilakukannya pengukuran nilai tegangan dan arus agar dapat mengetahui daya yang dapat dihasilkan. Jika pengukuran dilakukan secara manual dan harus dilakukan secara terus menerus maka tidak akan efektif dan efisien dalam penggunaannya. Sehingga berdasarkan hal tersebut, perlu dibuat alat sistem pemantauan tegangan, arus, dan daya pada panel surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *prototype* sistem pemantauan panel surya berbasis IoT. Berdasarkan percobaan *prototype* sistem pemantauan panel surya yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan hanya memiliki nilai rata-rata error sebesar 0,56% untuk tegangan dan 7% untuk arus.

*Kata kunci* – PLTS Off-Grid, Sistem Pemantauan, IoT

**ABSTRACT****PROTOTYPE DESIGN OF MONITORING SYSTEM IOT-BASED  
SOLAR PANEL MONITORING SYSTEM****By :****ALTIKA ZULFA KURNIAWAN**

Power generation in Indonesia is currently still dependent on fossil energy, whose availability is increasingly limited, so the need for sources of electrical energy derived from renewable energy, one of which is PLTS. With the existence of new and renewable energy plants, the effect can reduce the use of fossil energy while reducing existing carbon emissions. In PLTS it is necessary to measure the value of voltage and current in order to know the power that can be generated. If the measurement is done manually and must be done continuously, it will not be effective and efficient in its use. So based on this, it is necessary to make a monitoring system tool for voltage, current, and power in solar panel. This research aims to develop an IoT-based solar panel monitoring system prototype. Based on the experiment, the prototype of the solar panel monitoring system made can work well and only has an average error value of 0.56% for voltage and 7% for current.

*Keywords* - Off-Grid Solar PV, Monitoring System, IoT

**PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM PEMANTAUAN  
PANEL SURYA BERBASIS IOT**

**Oleh**

**ALTIKA ZULFA KURNIAWAN**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**Judul Skripsi** : **Perancangan *Prototype* Sistem Pemantauan Panel Surya Berbasis IoT**

**Nama Mahasiswa** : **Altika Zulfa Kurniawan**

**Nomor Pokok Mahasiswa** : **2015031037**

**Jurusan** : **Teknik Elektro**

**Fakultas** : **Teknik**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**



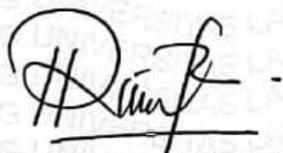
**Ir. Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.**  
NIP. 196311141999031001



**Zulmiftah Huda, S.T., M.Eng.**  
NIP. 198806242019031015

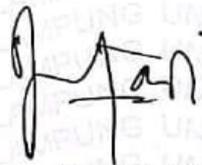
**2. Mengetahui**

**Ketua Jurusan**



**Herlinawati, S.T., M.T.**  
NIP. 197103141999032001

**Ketua Program Studi**



**Sumadi, S.T., M.T.**  
NIP. 197311042000031001

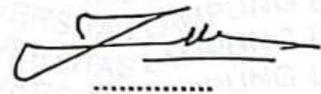
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

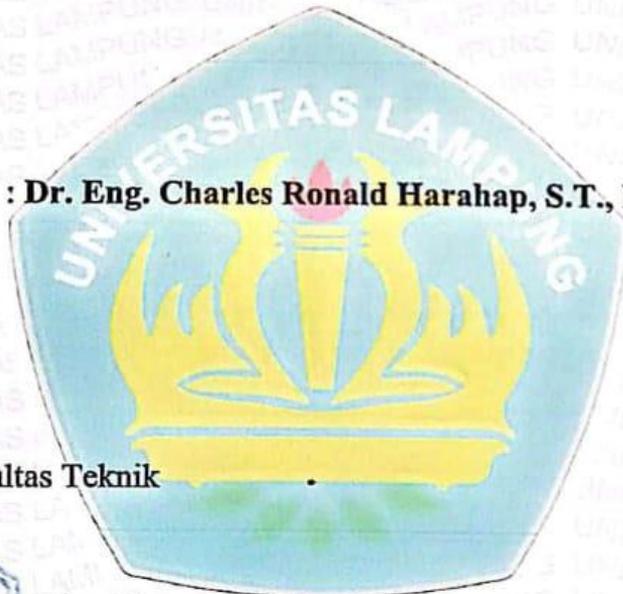
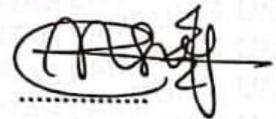
**Ketua : Ir. Noer Soedjarwanto, S.T., M.T.**



**Sekretaris : Zulmiftah Huda, S.T., M.Eng.**



**Penguji : Dr. Eng. Charles Ronald Harahap, S.T., M.T.**



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. )**  
**NIP. 197509282001121002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Mei 2024**

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pulabahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Mei 2024



**Altika Zulfa Kurniawan**

NPM. 2015031037

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bekri pada tanggal 30 Desember 2001 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Bapak Sulistiyono dan Ibu Siti Aisah. Riwayat pendidikan formal yang penulis tempuh dan selesaikan adalah SD N 2 Sinar Banten pada tahun 2008 hingga 2014, SMPN 2 Bangun Rejo pada tahun 2014 hingga 2017 dan SMKN 1 Bumiratu Nuban 2017 hingga 2020.

Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi pada Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Universitas Lampung sebagai Anggota Departemen Pengembangan Keteknikan Divisi Penelitian dan Pengembangan pada periode 2021 dan 2022. Kemudian Penulis juga aktif berorganisasi pada Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT) Universitas Lampung sebagai Staff Ahli Departemen Hubungan Masyarakat periode 2021. Lalu pada tahun 2022 – 2024, penulis berkesempatan menjadi asisten di Laboratorium Konversi Energi Elektrik serta menjadi asisten Mata Kuliah Dasar Tenaga Listrik, Mesin – Mesin Listrik, dan Elektronika Daya. Selain proses perkuliahan, penulis juga pernah melakukan kerja praktik di Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk Tarahan dengan membahas topik tentang “Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) Kubikel NWT 16 20 KV Menggunakan Insulation Tester di Gardu Induk New Tarahan PT. PLN (Persero)”. Penulis juga pernah melakukan magang di PT. PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung dengan membahas topik tentang “Analisis Pengaruh Arus Beban dan Kekendoran Konektor Terhadap Tegangan Drop”.

**PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirabbil'allamin, Puji Syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala,  
Tuhan Yang Maha Esa dan Maha Besar atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta  
Solawat kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi WaSallam yang selalu  
mejadi suri tauladan bagi kehidupan

**KUPERSEMBAHKAN DENGAN TULUS KARYA INI TERUNTUK:**

“Ayahanda Sulistiyono dan Ibunda Siti Aisah sebagai wujud cinta, kasih sayang,  
dan bakti atas segala yang telah diberikan. Juga tidak lupa kepada Mas Febri dan  
Adek Pingkan atas doa dan motivasi yang selalu diberikan”

“Dosen Pembimbing dan Penguji serta Civitas Akademik Jurusan Teknik Elektro,  
terimakasih telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan ilmu yang sangat  
banyak selama perkuliahan serta pengerjaan skripsi ini”

“Tak lupa kepada teman-teman Angkatan 2020, terimakasih telah menemani,  
membantu, dan pembelajaran kepada saya selama duduk dibangku perkuliahan.”

## MOTTO

**“Sesungguhnya Allah tidak akan menguji hambanya diluar batas  
kemampuan hambanya”**

**(QS. Al-Baqarah 286)**

**“Maka sesungguhnya sesudah *kesulitan* itu *ada kemudahan*, sesungguhnya  
sesudah *kesulitan* itu *ada kemudahan*”**

**(QS. Al-Insyirah: 5-6)**

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan Allah Subhannahu Wata'ala atas segala karunia, rahmat, dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam tidak lupa juga penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan yang baik seluruh umat manusia dan senantiasa mengharapkan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Skripsi dengan judul “**Perancangan *Prototype* Sistem Pemantauan Panel Surya Berbasis IOT**” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT sebagai Zat yang selalu memberikan rahmat, karunia, serta sebagai nikmat-Nya yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua Orangtuaku tercinta Bapak Sulistiyono dan Mama Siti Aisah, terimakasih atas segala kasih sayang, perhatian, dukungan, ridho dan doa pada setiap jalan perjuangan selama ini yang tiada hentinya.
3. Saudara-saudariku Tersayang Mas Febri dan Adek Pingkan yang menjadi penyemangat dan memberikan doa untuk penulis, semoga kelak kita menjadi orang yang sukses agar dapat membahagiakan dan membanggakan Orangtua kita.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
6. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

7. Bapak Ir. Noer Soedjarwanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan motivasi dan pandangan kehidupan, mengarahkan dan membimbing dengan tulus dan penuh kesabaran.
8. Bapak Zulmiftah Huda, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan saran, bimbingan, dan arahan dengan baik dan ramah.
9. Bapak Dr. Eng. Charles Ronald Harahap, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, kritik, dan arahan.
10. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan nasihat, arahan, bimbingan dengan baik dan tulis bagi penulis selama perkuliahan.
11. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah memberikan pengarahan dan pandangan hidup selama perkuliahan.
12. Staff administrasi Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
13. Kepada member Pejuang ST Vica, Desi, Kenya, Cahya, dan Ipna terimakasih atas segala canda tawa, dan saling supportnya.
14. Segenap Keluarga Besar Laboratorium Konversi Energi Elektrik, Mba Ani atas kerjasamanya selama menjadi asisten laboratorium; teman-teman asisten angkatan 2020 dan tidak lupa adik-adik asisten 2021.
15. Keluarga besar HELLIOS Angkatan 2020, yang telah memberikan banyak motivasi, nilai-nilai sosial, dan bantuan dalam berbagai hal.
16. Keluarga besar HIMATRO UNILA, yang telah menjadi wadah dalam mengembangkan nilai-nilai organisasi bagi penulis.
17. Semua pihak yang terlibat dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini penulis ucapkan terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
18. Kepada diri saya sendiri, terimakasih banyak karna sudah yakin dan mau bertahan untuk menyelesaikan apa yang telah di mulai dan selalu yakin bahwa Allah tidak akan memberikan ujian melebihi batas kemampuan hambanya.

Semoga Allah SWT membalas semua perbuatan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini. Penulis

menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Bandar Lampung, 31 Mei 2024

Penulis



**Altika Zulfa Kurniawan**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Hipotesis .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	5
2.1.1 Sistem PLTS <i>Off-Grid</i> .....	5
2.1.2 Sistem PLTS <i>On-Grid</i> .....	6
2.1.3 Sistem PLTS Hibrid .....	7
2.2 Modul PV .....	7
2.2.1 Silikon Kristal Tunggal ( <i>Mono-Crystalline</i> ).....	7
2.2.2 Silikon Polikristalin ( <i>Poly-Crystalline</i> ) .....	8
2.3 Mikrokontroler ESP32 .....	9
2.4 <i>Internet of Thing</i> (IoT) .....	9
2.5 Sensor INA219.....	10
2.6 Adaptor .....	10
2.7 <i>Software</i> Arduino IDE .....	11
2.8 Aplikasi Blynk .....	11
2.9 Kabel Jumper .....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Tahapan Penelitian.....	13
3.4 Pembuatan <i>Prototype</i> .....	14
3.4.1 Diagram Alir Perencanaan alat .....	14
3.4.2 Menentukan Alat dan Bahan.....	15
3.4.3 Proses Kerja Sistem .....	15
3.4.4 Flowchart Sistem Monitoring .....	16
3.4.5 Wiring Diagram Sistem Monitoring .....	16
3.4.6 Perancangan Alat .....	17
3.4.7 Pengambilan Data .....	17
3.4.8 Pengujian Alat.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Perancangan <i>Prototype</i> Sistem Pemantauan PLTS .....	19
4.2 Implementasi .....	19
4.2.1 Implementasi <i>Hardware</i> .....	19
4.2.2 Implementasi <i>Software</i> .....	20
4.2.3 Implementasi Rancangan Blynk .....	21
4.3 Pengujian.....	23
4.3.1 Pengujian Sensor Ina219 .....	23
4.4 Data Hasil Pengujian Alat .....	26
4.4.1 Hasil Pengujian Panel Surya .....	26
4.4.2 Perbandingan Nilai Error .....	28
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>29</b>
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Skema PLTS .....	5
Gambar 2. Sistem Konfigurasi PLTS <i>off-grid</i> .....	6
Gambar 3. Sistem Konfigurasi PLTS <i>on-grid</i> .....	6
Gambar 4. Sistem Konfigurasi PLTS Hibrid .....	7
Gambar 5. Modul Monokristalin.....	8
Gambar 6. Modul Polikristalin.....	8
Gambar 7. Mikrokontroller Esp32 .....	9
Gambar 8. Sensor Ina219 .....	10
Gambar 9. Kabel Jumper.....	11
Gambar 10. Diagram Alir Perancangan Alat .....	14
Gambar 11. Proses Kerja Sistem.....	15
Gambar 12. Flowchart Sistem Pemantauan .....	16
Gambar 13. Wiring diagram Sistem Pemantauan .....	17
Gambar 14. Rangkaian Sensor Ina219 dan Esp32 .....	20
Gambar 15. Tampilan Aplikasi Blynk.....	22
Gambar 16. Pengujian Sensor Ina219.....	23
Gambar 17. Grafik Pengujian Tegangan.....	24
Gambar 18. Grafik Pengujian Arus.....	25
Gambar 19. Grafik Hasil Pengukuran Tegangan.....	27
Gambar 20. Grafik Hasil Pengukuran Arus.....	27
Gambar 21. Grafik Hasil Pengukuran Daya.....	28

**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Spesifikasi Mikrokontroler Esp32 .....	9
Tabel 2. Spesifikasi Sensor Ina219 .....	10
Tabel 3. Spesifikasi Adaptor .....	11
Tabel 4. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan .....	12
Tabel 5. Hasil Pengujian Tegangan Sensor Ina219 dan Multimeter.....	24
Tabel 6. Hasil Pengujian Arus Sensor Ina219 dan Multimeter.....	25
Tabel 7. Hasil Pengujian Penal Surya.....	26
Tabel 8. Perbandingan Nilai Error Antara Multimeter dan Blynk.....	29

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konsumsi energi listrik terus bertambah pada setiap tahunnya, karena bertambahnya peralatan listrik yang digunakan oleh masyarakat. Sehingga perlu dilakukannya penyeimbangan antara pembangkit listrik dengan konsumsi energi listrik dengan cara pengembangan dan pembangunan pembangkit yang harus terus dilakukan [1].

Di Indonesia sendiri pembangkit listrik yang ada umumnya masih menggunakan energi fosil sebagai bahan bakar. Total pembangkit yang terpasang di Indonesia berdasarkan data PLN tahun 2022 yaitu PLTGU 17,04%, PLTD 5,16%, PLTU 29,57%, PLTMG 3,17%, PLTM dan PLTMH 0,12%, PLTA 5,09%, PLTG 4,05%, PLTP 0,84%, PLTS PLTB dan PLT Biomass 0,04%.[2] Berdasarkan data ini dapat diketahui bahwasannya pembangkit dengan energi fosil menjadi penyuplai terbesar. Sedangkan penggunaan pembangkit energi terbarukan masih terbilang minim karena nilainya yang terbilang sangat kecil dibandingkan dengan pembangkit lain. Sehingga perlu ditingkatkan untuk pembangunan pembangkit listrik energi terbarukan yang ramah lingkungan salah satunya seperti PLTS.[3]

Indonesia sendiri merupakan negara dengan iklim tropis dan berada pada garis katulistiwa. Hal ini merupakan sumber potensi yang besar untuk mengembangkan PLTS, dimana Indonesia akan selalu di sinari oleh matahari. Indonesia memiliki potensi sinar matahari sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> setara dengan 112.000 GWp dan saat ini hanya terpasang sekitar 10 MWp. Maka dari itu PT. PLN (Persero) menargetkan kapasitas PLTS terpasang tahun 2025 sebesar 0,87 GW. PLTS sendiri memiliki beberapa jenis yaitu PLTS *Off-grid*, PLTS *On-grid*, dan PLTS *Hybride*.[4] PLTS *Off-grid* merupakan jenis PLTS yang sederhana dan mudah dibangun. PLTS *Off-grid* sendiri dapat di aplikasikan di berbagai bidang salah

satunya di kalangan industri. Dengan banyaknya penambahan pembangkit listrik terbarukan maka secara perlahan dapat mengurangi pembangkit listrik berbahan bakar fosil sehingga secara perlahan juga dapat mengurangi emisi karbon yang ada.[5]

Pada PLTS sendiri perlu dilakukannya pengukuran nilai tegangan dan arus agar dapat mengetahui daya yang dapat dihasilkan. Jika pengukuran dilakukan secara manual dan harus dilakukan secara terus menerus maka tidak akan efektif dan efisien dalam penggunaannya. Sehingga berdasarkan hal tersebut, perlu dibuat alat sistem pemantauan tegangan, arus, dan daya pada PLTS. Untuk memudahkan pemantauan PLTS, maka diaplikasikan teknologi *Internet of Things* (IoT).[6] Dengan mengaplikasikan teknologi ini pada alat yang dibuat, maka dengan mudah memantau nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya hanya dengan menggunakan aplikasi Blynk yang dapat dilihat menggunakan Handphone dari jarak jauh di setiap waktu.

Berdasarkan penelitian yang berjudul “Sistem Monitoring Solar Cell Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan Data Logger Secara *Rel Time*” pada penelitian ini menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno untuk memprogram alat yang dibuat, dimana hasil dari pembacaan Arduino lebih akurat dibandingkan dengan sistem pengukuran menggunakan multimeter.[7]

Sehingga berdasarkan latar belakang diatas muncul sebuah ide untuk merancang *prototype* sistem pemantauan panel surya berbasis IoT agar dapat dengan mudah memantau hasil tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan panel surya.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang *prototype* sistem pemantauan arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan aplikasi Blynk.

### 1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana cara merancang *prototype* sistem pemantauan arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan aplikasi Blynk.

### 1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada perancangan ini tidak membahas gangguan pada sistem yang terpasang.
2. Panel surya yang digunakan menyesuaikan ketersediaan panel yang ada di laboratorium.
3. *Prototype* yang dibuat hanya memonitoring nilai arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi referensi dalam pembuatan alat sistem pemantauan panel surya.
2. Menjadi referensi bahan bacaan bagi yang ingin membahas pembuatan alat sistem pemantauan panel surya.

### 1.6 Hipotesis

Perancangan *prototype* yang dibuat diharapkan dapat berjalan dengan baik dan bekerja sebagaimana mestinya. Serta dapat mempermudah dalam memonitoring nilai arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan panel surya dengan menggunakan teknologi IoT. Dengan teknologi ini maka pengguna dapat memantau hasil keluaran panel surya dengan menggunakan aplikasi Blynk yang terinstal di Handphone dimana saja dan kapan saja.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan terkait latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan beberapa teori pendukung dan referensi teori yang didapatkan dari berbagai sumber seperti jurnal, penelitian ilmiah, dan buku yang digunakan oleh penulis untuk penulisan laporan tugas akhir ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan terkait waktu dan tempat, metode penelitian, dan pelaksanaan dalam mengerjakan tugas akhir.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan dan menganalisis hasil dari data yang diperoleh yaitu perhitungan dan analisis sebagai pembahasan dari penelitian ini.

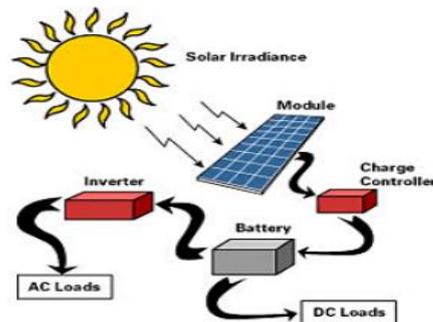
### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu jenis pembangkit yang masuk dalam kategori pembangkit yang memanfaatkan energi baru dan terbarukan yang ada di Indonesia yaitu energi matahari. PLTS sendiri merupakan pembangkit listrik yang memiliki banyak keunggulan diantaranya pembangkit yang ramah lingkungan, tidak mengeluarkan limbah yang dapat berdampak pada lingkungan, serta tidak menimbulkan suara kebisingan.[8] PLTS cocok digunakan dan dikembangkan di wilayah Indonesia, karena ketersediaan dan potensi energi matahari di Indonesia cukup baik. Dengan digunakannya PLTS di Indonesia maka dapat dengan efektif meningkatkan kualitas lingkungan, mengurangi ketergantungan pada energi fosil, serta meningkatkan produksi energi baru terbarukan. PLTS dibagi menjadi tiga jenis yaitu PLTS off-grid, PLTS on-grid, dan PLTS Hibrid. Berikut ini penjelasan dari masing-masing PLTS yaitu sebagai berikut.[9]

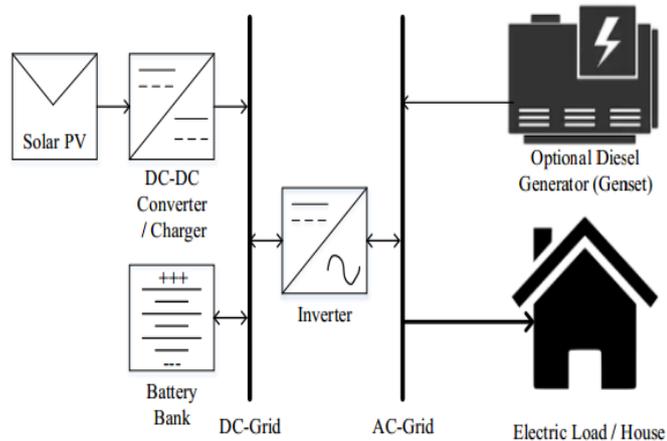


Gambar 1. Skema PLTS[7]

#### 2.1.1 Sistem PLTS *Off-Grid*

Secara teknis PLTS *off-grid* merupakan jenis pembangkit yang bersifat independen, karena PLTS ini biasa digunakan pada daerah terpencil atau daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Sehingga PLTS ini hanya

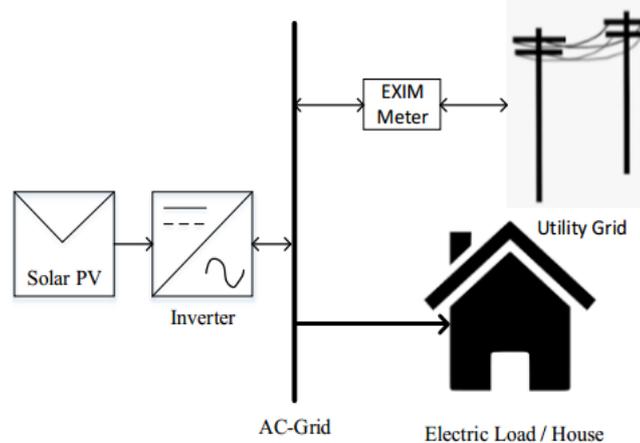
memanfaatkan energi matahari untuk membangkitkan energi listrik tanpa terhubung dengan jaringan listrik PLN. Sistem PLTS ini memanfaatkan baterai sebagai media penyimpanan energi untuk digunakan pada malam hari, baterai akan terisi pada saat siang hari.[10]



Gambar 2. Sistem Konfigurasi PLTS *off-grid*

### 2.1.2 Sistem PLTS *On-Grid*

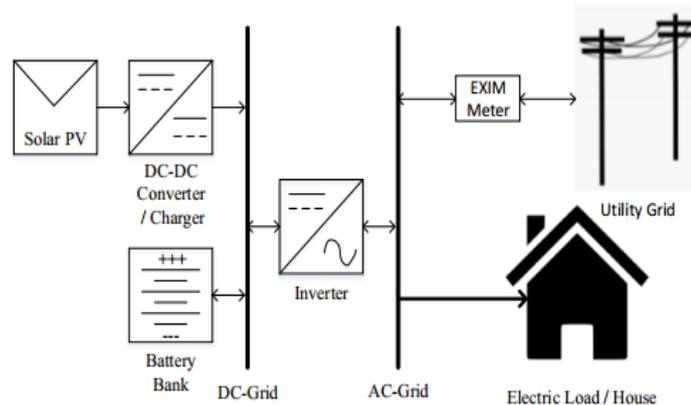
PLTS *on-grid* adalah jenis pembangkit yang sistemnya terhubung dengan jaringan listrik PLN. PLTS jenis ini dapat menguntungkan penggunanya, karena beban yang digunakan tidak sepenuhnya terhubung dengan PLN sehingga biaya listrik menjadi lebih sedikit.[11]



Gambar 3. Sistem Konfigurasi PLTS *on-grid*

### 2.1.3 Sistem PLTS Hibrid

PLTS hibrid merupakan jenis pembangkit yang menggabungkan konfigurasi PLTS *off-grid* dan *on-grid*. Dimana PLTS ini terhubung dengan jaringan listrik PLN dengan ditambah penggunaan baterai.[12] Sehingga baterai akan tetap dapat menyimpan energi pada siang hari. Jadi secara teknis PLTS hibrid lebih ideal dibandingkan yang lain, karena baterai yang digunakan tidak harus memiliki kapasitas yang besar dan beban tidak sepenuhnya terhubung ke PLN.[13]



Gambar 4. Sistem Konfigurasi PLTS Hibrid

## 2.2 Modul PV

Modul PV merupakan suatu alat yang terdiri dari gabungan beberapa sel surya yang terhubung satu sama lain dan diluarnya dilindungi bahan material transparan dan material aluminium.[14] Modul PV dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik dalam bentuk DC.

### 2.2.1 Silikon Kristal Tunggal (*Mono-Crystalline*)

Monokristalin merupakan jenis sel yang berbentuk kepingan tipis yang terbuat dari kristal berbentuk batang dengan bahan silikon murni. Modul ini adalah jenis modul yang paling efisien yang dibuat dengan teknologi terkini dengan menghasilkan energi listrik yang tinggi dan kinerja yang tinggi, karena bentuk sel yang identik sama satu dengan yang lain. Nilai efisiensi dari modul monokristal

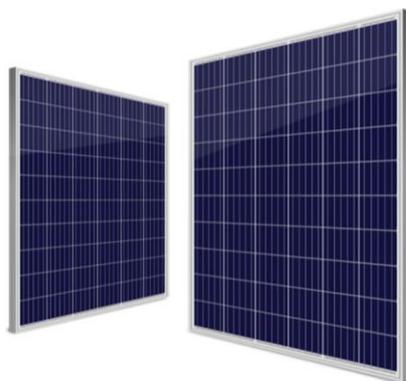
ini sekitar 15-20%. [15] Modul atau solar cell jenis monokristalin ini memiliki ciri khas tersendiri dimana bentuknya yang segidelapan dan untuk warnanya lebih sedikit gelap dibandingkan dengan jenis modul polikristalin. [16]



Gambar 5. Modul Monokristalin

### 2.2.2 Silikon Polikristalin (*Poly-Crystalline*)

Polikristalin biasanya dibuat dengan material berupa *block casting* yang di lelehkan dengan temperatur yang tinggi sehingga dihasilkan Polisikon dengan tingkat kemurnian hingga mencapai 99,99%. Hasil lelehan kemudian di cetak berbentuk dadu lalu di potong tipis berbentuk wafer, lalu melawati proses pencampuran membentuk lapisan tipe-p dan tipe-n selanjutnya disambung dan dilapis menghasilkan modul fotovoltaik polikristalin. [17] Kemurnian dari silikon ini lebih rendah dibandingkan dengan kemurnian dari silikon monokristalin. Bentuknya juga tidak identik satu sama lain sehingga efisiensi energi yang dihasilkan dari modul ini hanya sekitar 13-16%. Warna dari modul polikristalin ini berbeda dengan modul jenis monokristalin. Dimana modul polikristalin berwarna biru sedangkan modul monokristalin berwarna hitam. [18]



Gambar 6. Modul Polikristalin

### 2.3 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler Esp32 merupakan mikrokontroler yang yang biasanya digunakan untuk membangun suatu perangkat IoT karena pada Mikrokontroler ini sudah memiliki wifi dan bluetooth di dalamannya, sehingga dapat mempermudah pengguna dalam penggunaannya.[19]



Gambar 7. Mikrokontroler Esp32

Tabel 1. Spesifikasi Mikrokontroler Esp32

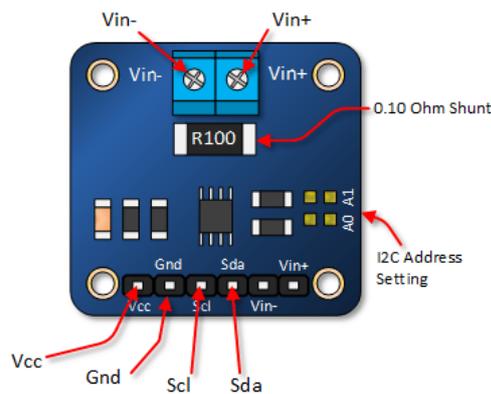
Parameter	Spesifikasi
Tegangan Suplai	5-12V
Wi-Fi	802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz up to 150 Mbit/s)
Bluetooth	v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
Program memory	448 kB
ADC	12-bit

### 2.4 Internet Of Things (IoT)

*Internet of things* merupakan suatu teknologi yang dapat digunakan untuk menghubungkan, memonitoring, serta mengontrol berbagai perangkat melalui jaringan internet.[20] Sehingga pengguna dapat menggunakan teknologi ini untuk berbagai keperluan yang dapat diakses dari jarak jauh.

## 2.5 Sensor Ina219

Sensor Ina219 adalah salah satu sensor yang berbentuk modul yang dapat membaca tegangan, arus, dan daya sekaligus dengan menggunakan interface I2C.[21] Sensor ini bekerja pada tegangan DC antara 3.3 sampai 5V. Sensor ini dapat mengukur tegangan sampai dengan 26V dan arus sebesar 3.2A.[22] sensor Ina219 sudah banyak di gunakan di aplikasikan untuk pembacaan dan monitoring alat kelistrikan.



Gambar 8. Sensor Ina219

Tabel 2. Spesifikasi Sensor Ina219

Parameter	Spesifikasi
<i>Range Pengukuran</i>	0V – 26VDC
<i>MaxCurrent</i>	3.2A
<i>VCC</i>	3 – 5V
<i>PCB Board Size</i>	25mm x 22mm

## 2.6 Adaptor

Adaptor merupakan suatu alat yang digunakan sebagai sumber tegangan sebesar 5V dan 12V.[23] Adaptor ini digunakan sebagai *input* tegangan bagi mikrokontroller node mcu esp32 dan arduino uno.

Tabel 3. Spesifikasi Adaptor

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Masukan	AC 230V 50-60Hz
Tegangan Keluaran	DC 5V 3A
Keluaran	Micro USB
Size	8.5cm x 4.8cm x3.3cm

## 2.7 Software Arduino IDE

Aplikasi arduino IDE (*Integrated Envelopment Development*) merupakan sebuah aplikasi yang biasa digunakan sebagai media pembuat program pada arduino uno.[24] Sehingga dengan adanya aplikasi ini pengguna dapat membuat program yang sesuai dengan yang di inginkan.

## 2.8 Aplikasi Blynk

Blynk merupakan suatu aplikasi yang berfungsi untuk mengontrol sebuah mikrokontroller dari jarak jauh menggunakan jaringan internet.[25] Untuk penggunaannya sendiri dapat menggunakan android maupun ios.

## 2.9 Kabel Jumper

Kebel jumper merupakan kabel yang memiliki konektor di setiap ujungnya, sehingga dapat menghubungkan antara komponen satu dengan komponen yang lain.[26]



Gambar 9. Kabel Jumper

### III. METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun tempat pengerjaan alat dan penulisan laporan dilakukan di :

Tempat : Laboratorium Konversi Energi Elektrik

Alamat : Jalan Prof Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung

Waktu : Januari 2024 – Maret 2024

Tabel 4. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	Kegiatan	Nov	Des	Jan	Feb	Mart	Apr	Mei
1.	Studi Literatur							
2.	Seminar Proposal							
3.	Perancangan dan pembuatan alat							
4.	Pengujian alat dan pengambilan data							
5.	Analisis dan Pembahasan							
6.	Penulisan Laporan							
7.	Seminar Hasil							
8.	Perbaikan Laporan							
9.	Ujian Komprehensif							

#### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Mikrokontroler Esp32
2. Sensor INA219
3. Kabel Jumper
4. Adaptor
5. Arduino IDE

6. Aplikasi Blynk
7. Handphone
8. Box

### **3.3 Tahapan Penelitian**

Adapun tahapan penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahapan ini, penulis mempelajari teori serta mengumpulkan literatur mengenai perancangan alat monitoring. Sumber yang menjadi referensi antara lain dari buku, penelitian terdahulu, dan jurnal ilmiah.

2. Lokasi Penelitian

Selanjutnya penulis melakukan penelitian dan pembuatan alat, penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Elektrik Universitas Lampung.

3. Mengumpulkan Data yang Dibutuhkan

Penulis melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan seperti data sheet pv, data sheet sensor Ina219 dan esp32.

4. Perancangan dan Pembuatan Alat

Pada tahapan ini penulis merancang alat yang akan di buat seperti pembuatan wiring diagram dan pengkabelan, desain tampilan pada aplikasi blynk, serta membuat progam untuk esp32 agar dapat membaca dan berkomunikasi dengan blynk, setelah itu mengumpulkan alat dan bahan kemudian merangkai dan membuat alat sesuai dengan perancangan yang telah di buat.

5. Pengujian alat dan Pengambilan Data

Pengujian alat ini dilakukan untuk menguji sensor Ina219 apakah dapat berjalan dengan baik serta menguji keseluruhan alat agar dapat bekerja sebagaimana mestinya. Setelah alat dipastikan dapat bekerja, selanjutnya dilakukan pengambilan data. Data yang diambil berupa data tegangan, arus,

dan daya yang diambil persetengah jam dari jam 10.00 sampai 14.00 WIB yang dilakukan selama satu hari.

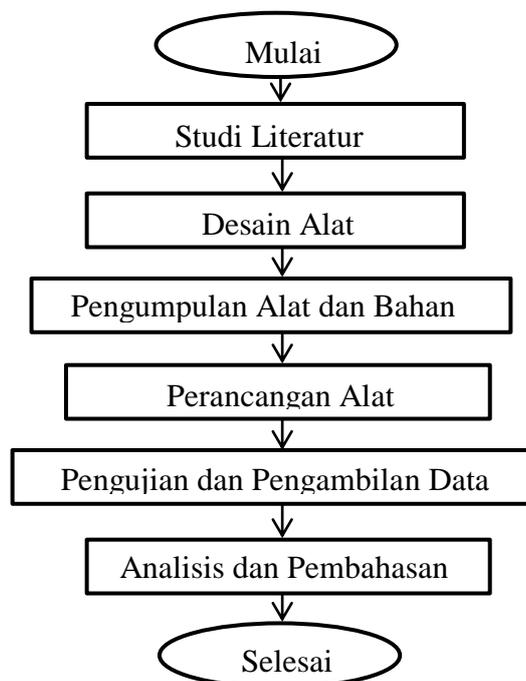
#### 6. Penulisan Laporan

Penulis menyajikan hasil dari penelitian dalam bentuk laporan akhir. Dimana hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi apakah pengaplikasian alat monitoring arus dan tegangan layak dibangun dan aplikasikan atau tidak. Pembuatan laporan ini merupakan bentuk tanggung jawab penulis terhadap tugas akhir yang telah dilakukan dan digunakan untuk melaksanakan seminar akhir.

### 3.4 Pembuatan Prototype

Sebelum membuat *prototype* perlu dilakukannya beberapa tahap seperti menentukan diagram alir perancangan alat, proses kerja sistem, flowchart sistem monitoring, rangkaian sistem monitoring, perancangan alat, dan pengujian alat. Hal ini dilakukan agar alat yang akan di buat dapat bekerja dengan baik.

#### 3.4.1 Diagram Alir Perancangan Alat



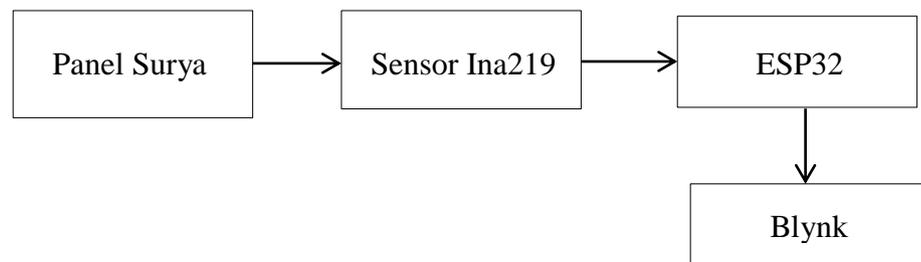
Gambar 10. Diagram Alir Perancangan Alat

### 3.4.2 Menentukan Alat dan Bahan

Pada pembuatan alat monitoring wajib menentukan alat dan bahan yang akan digunakan. Alat dan bahan yang digunakan yaitu, sensor Ina219, esp32, kabel jumper, adaptor, dan box.

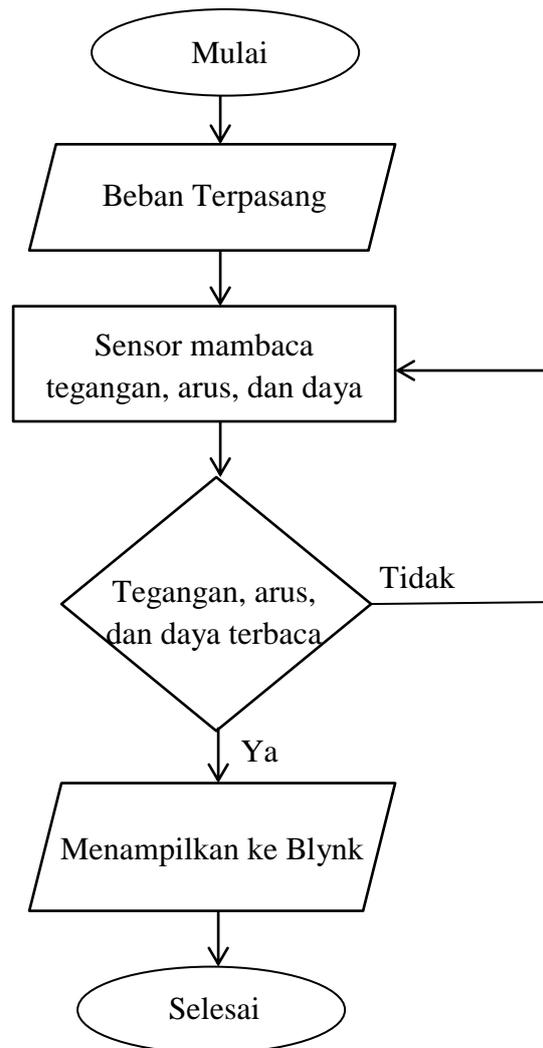
### 3.4.3 Proses Kerja Sistem

Proses kerja sistem ini bertujuan untuk mengetahui proses sistem kerja alat secara garis besar. Sistem yang dibuat akan bekerja diawali dari sensor Ina219 membaca data dari beban yang dipasang, lalu data dari hasil pembacaan sensor akan di proses melalui mikrokontroller esp32. Kemudian mikrokontroller esp32 akan mengirimkan data yang akan di tampilkan ke aplikasi blynk melalui jaringan internet. Berikut ini bentuk diagram proses kerja sistem yang akan dibuat.



Gambar 11. Proses Kerja Sistem

### 3.4.4 Flowchart Sistem Monitoring



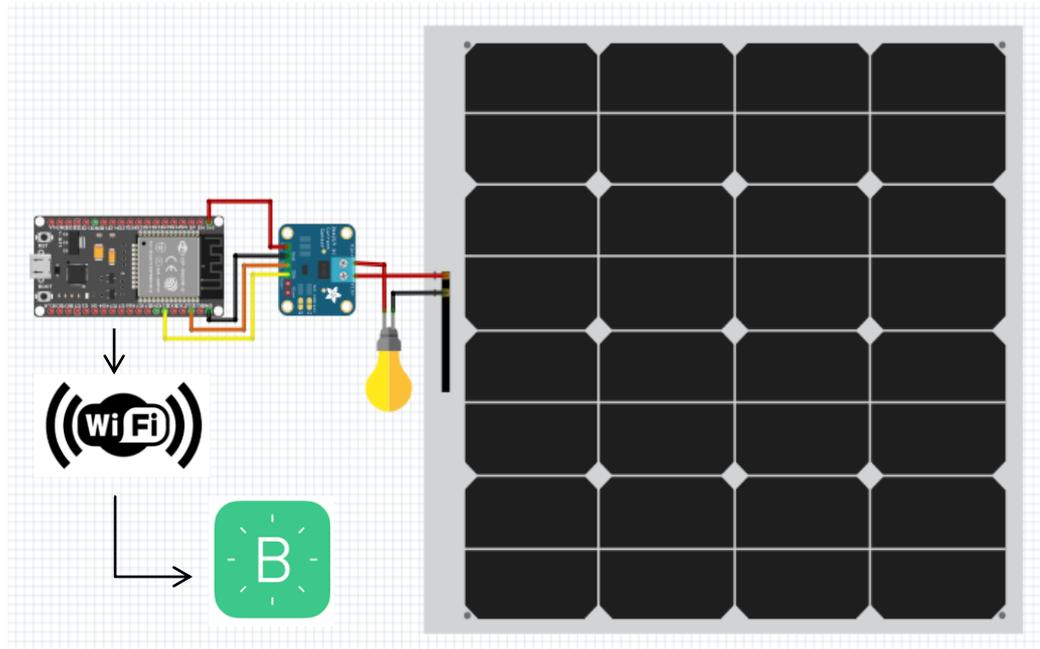
Gambar 12. Flowchart Sistem Pemantauan

### 3.4.5 Wiring Diagram Sistem Monitoring

Selanjutnya membuat wiring diagram dengan menggunakan aplikasi frizzing. Tujuan dibuatnya wiring diagram agar dapat mengetahui diagram pengkabelan alat yang akan dibuat, sehingga pada saat perangkaian alat nanti tidak terjadi kesalahan pada saat merangkai.

Pin Vin+ pada sensor terhubung dengan Power+ panel sedangkan Vin- sensor terhubung dengan Power+ pada beban. Power- pada panel terhubung dengan

Power- pada beban. Sedangkan Pin Vcc sensor terhubung dengan Pin 3.3V pada Esp32, Pin SCL dan SDA pada sensor terhubung dengan Pin SCL dan SDA pada Esp32.[26] Dimana pada rangkaian ini semua ground harus terhubung menjadi satu ground.



Gambar 13. Wiring Diagram Sistem Pemantauan

### 3.4.6 Perancangan Alat

Tahap ini dilakukan untuk merancang dan merangkai alat yang dibuat. Dimana komponen satu dan lainnya dihubungkan menjadi satu lalu di program menggunakan arduino ide agar alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik.

### 3.4.7 Pengambilan Data

Setelah alat dirangkai dan dikalibrasi langkah selanjutnya adalah pengambilan data. Pengambilan data dilakukan selama satu hari, dimana pengambilan dilakukan setengah jam sekali dimulai pada pukul 10.00 WIB sampai 14.00 WIB. Pengujian yang dilakukan menggunakan panel surya 50WP dengan beban lampu 12V 5W.

### 3.4.8 Pengujian Alat

Pengujian alat ini bertujuan untuk memastikan alat yang dibuat telah bekerja dengan baik. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sensor INA219, nilai terukur pada multimeter, tampilan pada Blynk, dan kesalahan.

Pengujian pada sensor dilakukan untuk apakah sensor dapat bekerja dengan baik dan dapat membaca nilai tegangan, arus, dan daya sesuai dengan multimeter. Sedangkan pengujian tampilan Blynk sudah berjalan sebagaimana mestinya atau belum.[27] Lalu terakhir pengujian tingkat kesalahan pada sistem saat bekerja terhadap hasil pengukuran multimeter. Untuk mengetahui tingkat kesalahan pada sistem dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$\%Kesalahan = \left| \frac{V_{out \text{ Perhitungan}} - V_{out \text{ Pengukuran}}}{V_{out \text{ Perhitungan}}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\%Kesalahan \text{ rata - rata} = \frac{\sum \%Kesalahan}{n} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana n merupakan banyaknya pengujian yang telah dilakukan.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan yaitu *prototype* sistem pemantauan tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan panel surya berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan bekerja sebagaimana mestinya, dimana pada saat pembacaan nilai tegangan dan arus hanya memiliki nilai rata-rata error sebesar 0,56% untuk tegangan dan 7% untuk arus.

### 5.2 Saran

Pada pembuatan sistem pemantauan selanjutnya dapat di kembangkan lagi, dimana tidak hanya mencari nilai tegangan, arus, dan daya saja tetapi perlu adanya data suhu dan temperatur. Dengan adanya data yang lebih lengkap maka analisis data yang didapatkan dapat lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Naim, S. Pengajar, T. Mesin, and A. T. Sorowako, “Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti,” *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 01, pp. 17–25, 2022.
- [2] PT PLN (Persero), “Statistik PLN 2022,” *Stat. PLN*, no. 03001, p. 98, 2023.
- [3] S. M. Rachman, M. B. Nappu, and A. Arief, “Penempatan Photovoltaic yang Optimal Menggunakan Metode Continuation Power Flow,” *J. Penelit. Enj.*, vol. 21, no. 1, pp. 66–74, 2019, doi: 10.25042/jpe.052017.10.
- [4] D. Wijayanto, S. Haryudo, T. Wrahatnolo, and D. Nurhayati, “Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram,” *J. Tek. ...*, vol. 11, no. 3, pp. 447–453, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/49288%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/49288/41004>.
- [5] N. Aryanto, A. Jaya, and I. Darmawan, “Feasibility Study dan Detail Engineering Design Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) komunal di Universitas Teknologi Sumbawa,” vol. 9, no. 2, pp. 106–117, 2022, [Online]. Available: <https://dielektrika.unram.ac.id>.
- [6] C. W. Retno Aita Diantari, Erlina, “Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 2, pp. 120–125, 2019.
- [7] D. Herliyanso and O. A. Rozak, “Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Sebagai Suplai Daya Listrik Perpustakaan Universitas Pamulang,” *Electrices*, vol. 5, no. 1, pp. 20–29, 2023, doi: 10.32722/ees.v5i1.5612.
- [8] S. Aji Wicaksono, R. Sari Hartati, and I. W. Sukerayasa, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Off Grid Di Pt. Geber Samudra,” *J. SPEKTRUM*, vol. 10, no. 3, p. 68, 2023, doi: 10.24843/spektrum.2023.v10.i03.p8.

- [9] M. T. Darno, Yahnones M. Simanjutak, “Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts),” *J. Untan*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018.
- [10] S. Suratno and B. D. Cahyono, “Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Catu Daya Pompa Air Submersible,” *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 7, no. 2, pp. 309–319, 2023, doi: 10.36277/jteuniba.v7i2.220.
- [11] A. Setyawan and A. Ulinuha, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station,” *Transmisi*, vol. 24, no. 1, pp. 23–28, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.1.23-28.
- [12] E. Roza and M. Mujirudin, “Perancangan Pembangkit Tenaga Surya Fakultas Teknik UHAMKA,” *Ejournal Kaji. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 16–30, 2019, [Online]. Available: <http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=984946&val=11994&title=PERANCANGAN PEMBANGKIT TENAGA SURYA FAKULTAS TEKNIK UHAMKA>.
- [13] R. Rahman, “Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tinggal Di Kota Banjarbaru,” *J. EEICT (Electric, Electron. Instrumentation, Control. Telecommun.)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2021, doi: 10.31602/eeict.v4i1.4540.
- [14] A. W. Hasanah, “Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6,4 KWp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 13, no. 1, pp. 20–25, 2021, doi: 10.33322/energi.v13i1.965.
- [15] J. Windarta, S. Handoko, T. Sukmadi, K. N. Irfani, S. M. Masfuha, and C. H. Itsnareno, “Technical and economic feasibility analysis of solar power plant design with off grid system for remote area MSME in Semarang City,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 896, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/896/1/012007.
- [16] Muhamad Rizky Kurniawan, Muhammad Rif’an, and Imam Arif Raharjo, “Rancang Bangun Alat Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino Uno Dengan Program Plx-Daq,” *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 21–24, 2021, doi: 10.21009/jevet.0061.05.

- [17] H. W. Fahruri, W. Aribowo, M. Widyartono, and A. C. Hermawan, "Monitoring Arus, Tegangan, Suhu pada Prototype Thermoelectric Generator Berbasis IoT," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 137–144, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/36876%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/36876/32821>.
- [18] E. Unit Three Kartini, Bambang Suprianto, "Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things Sistem Monitoring dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya dan Angin Berbasis Internet of Things ( IoT )," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 3, pp. 371–378, 2022.
- [19] T. Sutikno, J. Alfahri, and H. S. Purnama, "Monitoring Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Menggunakan IoT," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 153, 2023, doi: 10.24843/mite.2023.v22i01.p20.
- [20] A. Ardiansyah, "Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)," *Univ. Islam Indones.*, 2020, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/23561>.
- [21] M. Mungkin, H. Satria, J. Yanti, G. B. A. Turnip, and S. Suwarno, "Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 319–327, 2020, doi: 10.31539/intecomsv3i2.1861.
- [22] M. S. Pandang, N. Nachrowie, and R. D. J. K. Sari, "Prototype Kendali Arus dan Tegangan Menggunakan Internet of Things (IoT)," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 191–197, 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i2.351.
- [23] P. Gunoto, A. Rahmadi, and E. Susanti, "Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis Internet of Things," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 285–294, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4555.
- [24] J. Inovasi, H. Penelitian, and P. Vol, "(1) , (2)," vol. 3, no. 3, pp. 195–204, 2023.
- [25] S. Salim, "[15] 10790-30304-1-Pb," vol. 4, 2022.
- [26] I. N. Wahid, B. Nainggolan, and I. Silanegara, "Rancang Bangun

Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Floating Photovoltaic Di Kolam Politeknik Negeri Jakarta,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin Politek. Negeri Jakarta*, pp. 193–200, 2021, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>.

- [27] I. Syukhron, “Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT,” *Electrician*, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2158.