

**PERANCANGAN ALAT SISTEM PROTEKSI DAN
MONITORING SUHU BATERAI DENGAN NOTIFIKASI
BERBASIS IoT**

SKRIPSI

OLEH:

BERRY JUANDA SIMANJUNTAK

218120034



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 4/3/26

Access From (repositori.uma.ac.id)4/3/26

**PERANCANGAN ALAT SISTEM PROTEKSI DAN
MONITORING SUHU BATERAI DENGAN NOTIFIKASI
BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh:

Berry Juanda Simanjuntak

218120034

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

LEMBAR PENGESAHAN

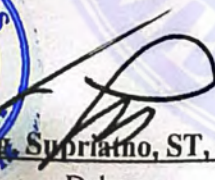
Judul Skripsi : Perancangan Alat Sistem Proteksi Dan Monitoring Suhu
Baterai Dengan Notifikasi Berbasis IoT
Nama : Berry Juanda Simanjuntak
NPM : 21.812.0034
Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui

Komisi Pembimbing


Muhammad Fadlan Siregar ST, MT
Pembimbing




H. Supriatno, ST, MT.
Dekan




H. Satria, MT, M.Kom, IPM, ASEAN Eng
Ka.Prodi

Tanggal Lulus : 26 Agustus 2025

HALAMA PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 26 Agustus 2025



Berry Juanda Simanjuntak
NPM. 21.812.0034

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini :

Nama : Berry Juanda Simanjuntak
NPM : 21.812.0034
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-
Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Perancangan Alat Sistem Proteksi Dan Monitoring Suhu Baterai Dengan
Notifikasi Berbasis IoT”.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan,
mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database),
merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian
pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 26 Agustus 2025

Yang menyatakan



(Berry Juanda Simanjuntak)

ABSTRAK

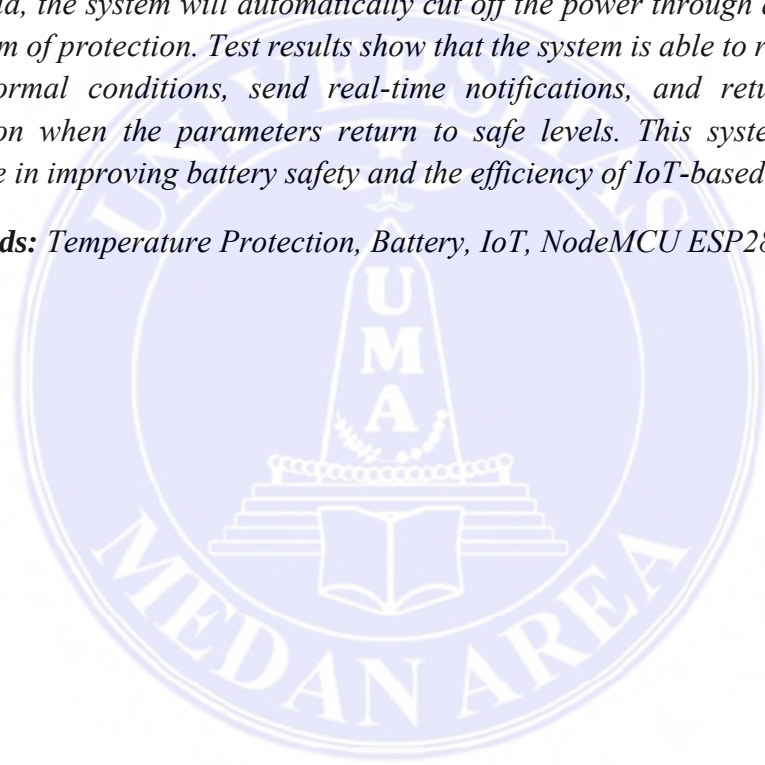
Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time dan jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem yang mampu melakukan proteksi dan monitoring suhu baterai secara otomatis, serta memberikan notifikasi kepada pengguna jika suhu melebihi ambang batas yang ditentukan. Sistem ini menggunakan sensor suhu MLX90614 untuk membaca suhu baterai, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, dan platform Blynk sebagai media monitoring dan notifikasi berbasis IoT. Selain pemantauan suhu, sistem juga dilengkapi dengan sensor INA219 untuk memantau arus dan tegangan DC, serta sensor PZEM-004T untuk memantau parameter listrik AC dari output inverter. Jika suhu, arus, atau daya melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, sistem akan secara otomatis memutus aliran listrik melalui modul relay sebagai bentuk proteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon kondisi abnormal dengan cepat, mengirimkan notifikasi secara real-time, serta kembali normal ketika parameter kembali ke kondisi aman. Sistem ini terbukti efektif dalam meningkatkan keamanan baterai dan efisiensi pemantauan berbasis IoT.

Kata Kunci : Proteksi Suhu, Baterai, IoT, NodeMCU ESP8266, Blynk

ABSTRACT

The development of Internet of Things (IoT) technology has enabled real-time, remote system monitoring and control. This research aims to design and develop a system capable of automatically protecting and monitoring battery temperature, as well as providing notifications to users if the temperature exceeds a specified threshold. This system uses an MLX90614 temperature sensor to read battery temperature, a NodeMCU ESP8266 as a microcontroller, and the Blynk platform as an IoT-based monitoring and notification tool. In addition to temperature monitoring, the system is also equipped with an INA219 sensor to monitor DC current and voltage, and a PZEM-004T sensor to monitor AC electrical parameters from the inverter output. If the temperature, current, or power exceeds the specified threshold, the system will automatically cut off the power through a relay module as a form of protection. Test results show that the system is able to respond quickly to abnormal conditions, send real-time notifications, and return to normal operation when the parameters return to safe levels. This system has proven effective in improving battery safety and the efficiency of IoT-based monitoring.

Keywords: *Temperature Protection, Battery, IoT, NodeMCU ESP2866, Blynk*



RIWAYAT HIDUP

Penulis di lahirkan di Bahkora, 28 Juni 2003 dari Ayah Marudut Simanjuntak dan Ibu Arta Delima Siregar, penulis merupakan anak ke-3 dari 4 bersaudara.

Pada tahun 2020 penulis lulus dari SMK Negeri 2 pematang Siantar pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa fakultas teknik universitas Medan area.

Pada tanggal 12 Agustus Sampai 12 September tahun 2024 Melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di PT PLN Persero Pangururan.



KATA PENGANTAR

Ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perancangan Alat Sistem Proteksi Dan Monitoring Suhu Baterai Dengan Notifikasi Berbasis IoT”. Penulisan skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan untuk meraih gelar sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Strata Satu, Universitas Medan Area (UMA) tahun 2025. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar berkat bantuan berbagai pihak, baik bantuan material maupun moril. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan kedua saudara penulis yang telah memberi dukungan berupa moril/spiritual dan material kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Muhammad Fadlan Siregar ST, MT, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
5. Bapak Muhammad Fadlan Siregar ST, MT Selaku Dosen Pembimbing Untuk Tugas Akhir Ini Yang Memberikan Saran Dan Kritik Yang Membangun Dalam Penyusunan Tugas Akhir Ini.
6. Para Staff dan Pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu dalam akademik dan administrasi.

7. Rekan-rekan penulis terkhususnya buat Himpunan Mahasiswa Elektro dan Teknik Elektro Angkatan 2021 yang telah memberikan banyak dukungan, motivasi, dan upaya dalam membantu menyelesaikan Skripsi ini.

Dan harapan penulis skripsi ini menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, untuk kedepannya dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi skripsi ini agar menjadi lebih baik lagi karena keterbatasan maupun pengalaman penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan baik dari segi isi maupun referensi. Oleh karena itu, Penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan kedepannya.

Medan, 26 Agustus 2025



Berry Juanda Simanjuntak

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMA PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematik Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Internet of Things (IoT).....	6
2.2 Sistem Monitoring dan Proteksi.....	7
2.3 Panel Surya.....	8
2.4 Solar Charge Controller (SCC)	10
2.5 Inverter	11
2.6 Baterai	12
2.7 NodeMCU ESP 8266	13

2.8	Sensor Suhu MLX90614	14
2.9	Sensor INA 219	17
2.10	Sensor PZEM 004T	18
2.11	Modul Relay	20
2.12	Plafrom Blynk	21
BAB III METODOLOGI		23
3.1	Waktu dan Tempat penelitian	23
3.1.1	Tempat penelitian	23
3.1.2	Waktu penelitian.....	23
3.2	Bahan dan Alat	24
3.3	Teknik Analisa Data.....	25
3.4	Metode Penelitian.....	26
3.5	Blok diagram	28
3.6	Rangkaian Gambar	29
3.7	Parameter yang akan di analisis	34
3.8.1	Respon Sistem Proteksi	34
3.8.2	Sensor Suhu	35
3.8.3	Kinerja Sistem Secara Keseluruhan	36
3.8	Prosedur Kerja.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Hasil Alat Proteksi dan Monitoring Suhu Baterai IoT	39
4.2	Hasil Pengukuran Proteksi dan Monitoring pada Suhu Baterai	42
4.3	Hasil Pengukuran Proteksi dan Monitoring pada Sensor INA 219....	45
4.4	Hasil Pengukuran Proteksi dan Monitoring pada PZEM 004T.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan.....	53

5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		54
LAMPIRAN.....		56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Internet of Things	6
Gambar 2.2 Sistem Monitoring dan Proteksi	8
Gambar 2.3 Panel Surya.....	9
Gambar 2.4 Solar Charge Controller	10
Gambar 2.5 Inverter	11
Gambar 2.6 Baterai	12
Gambar 2.7 NodeMCU ESP 8266	13
Gambar 2.8 Sensor suhu MLX90614.....	15
Gambar 2.9 INA219.....	18
Gambar 2.10 PZEM 004T.....	19
Gambar 2.11 Modul Relay.....	20
Gambar 2.12 Blynk	22
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Kegiatan Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Blok diagram.....	28
Gambar 3.3 Rangkaian Alat Suhu Baterai	30
Gambar 4.1 Hasil Alat Proteksi dan Monitoring Suhu Baterai IoT	39
Gambar 4.2 Nama Komponen yang digunakan	40
Gambar 4.3 Monitoring pada Aplikasi Blynk.....	41
Gambar 4.4 Pengukuran Suhu Baterai Terhadap Beban.....	42
Gambar 4.5 Monitoring Suhu pada Blynk	43
Gambar 4.6 Grafik Suhu Baterai Terhadap Beban	45
Gambar 4.7 Pengukuran Sensor INA 219 Terhadap Beban	46
Gambar 4.8 Monitoring Sensor INA 219 pada Blynk	46
Gambar 4.9 Grafik Arus DC Baterai Terhadap Waktu.....	48
Gambar 4.10 Pengukuran Sensor PZEM 004T Terhadap Beban	49
Gambar 4.11 Monitoring Sensor PZEM 004T pada Blynk	50
Gambar 4.12 Grafik Arus AC Inverter Terhadap Waktu.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu penelitian	24
Tabel 3.2 Bahan dan Alat.....	25
Tabel 4.1 Tabel Pengukuran Suhu Baterai Terhadap Beban	44
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Proteksi dan Monitoring pada Sensor INA 219 Terhadap Waktu.....	47
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran proteksi dan monitoring pada PZEM 004T Terhadap Waktu	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini mendorong peningkatan penggunaan perangkat elektronik yang menggunakan sumber daya dari baterai, terutama dalam sistem energi terbarukan, kendaraan listrik, dan perangkat portabel. Baterai memiliki peran penting sebagai penyimpan energi, namun di balik itu terdapat risiko yang cukup besar apabila sistem penggunaannya tidak dilengkapi dengan sistem proteksi yang memadai, terutama dalam hal pengendalian suhu. Suhu merupakan salah satu faktor kritis yang mempengaruhi kinerja dan keamanan baterai. Baterai yang mengalami kenaikan suhu berlebih (overheating) dapat menyebabkan kerusakan permanen, penurunan kapasitas penyimpanan energi, bahkan potensi kebakaran atau ledakan. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi yang mampu melakukan pemantauan suhu baterai secara real-time dan memberikan peringatan dini jika terjadi kondisi abnormal.

Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat elektronik untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Hal ini membuka peluang untuk membangun sistem monitoring suhu baterai yang tidak hanya bekerja secara lokal, tetapi juga dapat diakses dan dikontrol dari jarak jauh. Dengan memanfaatkan sensor suhu digital, mikrokontroler, serta platform IoT, pengguna dapat memperoleh informasi suhu secara langsung melalui smartphone, serta menerima notifikasi otomatis apabila suhu baterai melebihi batas yang ditentukan. Implementasi sistem seperti ini sangat relevan untuk diterapkan pada sistem penyimpanan energi di rumah tangga, pembangkit listrik tenaga surya, dan

perangkat elektronik lainnya yang mengandalkan baterai sebagai sumber daya utama. Selain meningkatkan keamanan, sistem ini juga dapat memperpanjang umur baterai dan mengoptimalkan kinerja perangkat. Maka pada penelitian ini akan dilakukan perancangan alat sistem proteksi dan monitoring suhu baterai dengan notifikasi berbasis IoT, yang diharapkan mampu memberikan solusi pemantauan suhu baterai yang efisien, responsif, dan mudah diakses oleh pengguna.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan dalam latar belakang, terdapat beberapa masalah utama yang menjadi fokus penelitian ini. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring suhu baterai yang dapat bekerja secara real-time.
2. Bagaimana sistem proteksi dapat diimplementasikan agar mampu merespons kondisi suhu baterai.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sejumlah aspek yang ditetapkan agar ruang lingkup penelitian dapat lebih terfokus dan efektif dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Berikut ini beberapa batasan masalah yang telah ditetapkan dalam penelitian ini :

1. Sistem monitoring suhu hanya difokuskan pada satu atau beberapa titik pengukuran suhu baterai.

2. Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem ini adalah ESP8266, karena memiliki konektivitas Wi-Fi bawaan untuk mendukung komunikasi IoT.
3. Platform IoT yang digunakan untuk monitoring dan notifikasi adalah Blynk atau sejenisnya, yang memungkinkan pengguna memantau suhu dan menerima notifikasi melalui smartphone.
4. Pengujian dilakukan pada skala prototipe dan tidak mencakup implementasi pada berskala besar.
5. Dalam pengujian baterai yang digunakan ialah baterai kering.
6. Sumber energi yang digunakan berasal dari panel surya dan baterai.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem yang mampu melakukan pemantauan dan proteksi suhu baterai secara real-time dengan dukungan teknologi Internet of Things (IoT). Secara khusus, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang alat yang mampu memantau suhu baterai menggunakan sensor suhu.
2. Mengembangkan sistem proteksi otomatis yang dapat merespons kondisi suhu baterai terhadap tegangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan tidak hanya terbatas pada peningkatan pengetahuan dan pemahaman dalam bidang terkait, tetapi juga pada penerapan praktis di dunia

nyata untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Secara lebih rinci, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan dan pengalaman dalam merancang sistem berbasis IoT untuk aplikasi proteksi suhu baterai.
2. Mendukung penggunaan energi terbarukan dengan sistem yang lebih aman dan efisien, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan pengguna baterai dalam menyimpan tegangan.
3. pengembangan solusi inovatif di bidang teknologi dan lingkungan pada proteksi baterai.

1.6 Sistematik Penulisan

Struktur atau sistematika penulisan dalam setiap bab pada penelitian ini disusun secara teratur dan terarah untuk memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian secara keseluruhan. Setiap bab disusun dengan tujuan yang jelas dan saling berkaitan untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang tahapan penelitian, mulai dari latar belakang hingga kesimpulan. Adapun sistematika penulisan pada masing-masing bab dijelaskan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pembuatan laporan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematik penulisan.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi landasan teori berupa konsep dasar dalam penyusunan alat dan laporan sehingga menghasilkan karya yang bernilai ilmiah dan memiliki daya guna.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

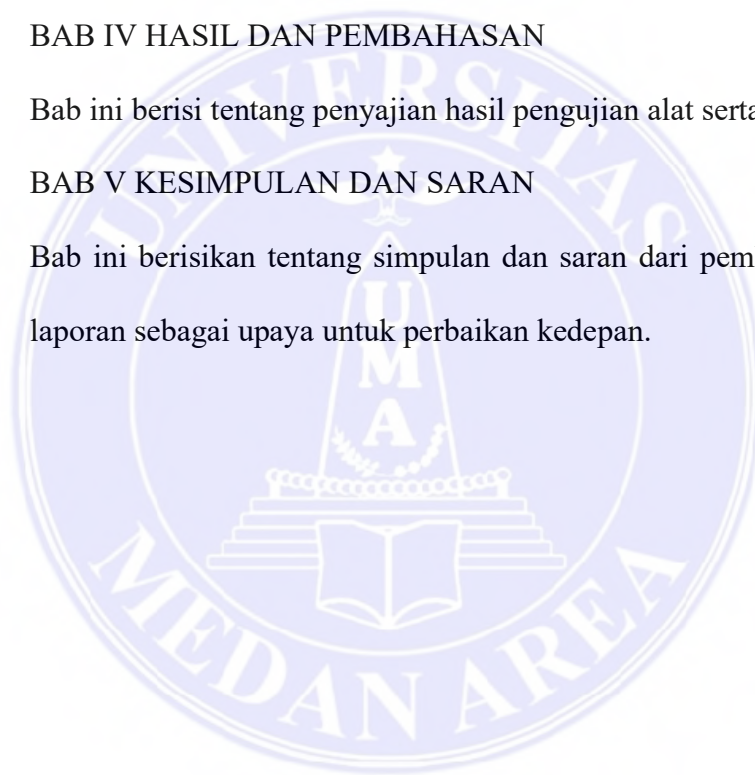
Bab ini berisi tentang metode penelitian alat yang digunakan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasan

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang simpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk perbaikan kedepan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep teknologi yang mengacu pada jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui jaringan internet dan mampu saling berkomunikasi, bertukar data, serta mengambil tindakan tertentu secara otomatis tanpa keterlibatan langsung dari manusia. Perangkat-perangkat ini dapat berupa sensor, aktuator, mikrokontroler, maupun sistem tertanam lainnya yang dirancang untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya, memprosesnya, dan mengirimkan informasi tersebut ke sistem lain secara real-time. IoT memungkinkan terciptanya sistem yang lebih cerdas dan efisien dengan memanfaatkan komunikasi antar perangkat untuk menjalankan fungsi yang bersifat otomatisasi dan pengambilan keputusan berbasis data. Dalam konteks monitoring suhu baterai, IoT berperan penting dalam memberikan solusi pemantauan yang lebih akurat, cepat, dan dapat diakses dari jarak jauh. Ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Internet of Things
(Sumber : <https://diskominfo.badungkab.go.id/artikel/18205-pentingnya-internet-of-things-iot->)

Dengan adanya sensor suhu yang terintegrasi dengan mikrokontroler berbasis IoT seperti ESP8266, data suhu baterai dapat dikirim secara berkala ke platform cloud atau aplikasi mobile, sehingga pengguna dapat memantau kondisi baterai secara real-time. Selain itu, sistem ini juga dapat dikonfigurasi untuk mengirimkan notifikasi otomatis dalam bentuk pesan teks atau push notification apabila suhu melebihi batas ambang aman yang telah ditentukan. Hal ini tentu memberikan keuntungan besar dalam mencegah kerusakan komponen akibat panas berlebih, serta meningkatkan keamanan dan umur pakai baterai secara keseluruhan. Dengan demikian, penerapan teknologi IoT pada sistem proteksi dan monitoring suhu baterai menjadi solusi inovatif dan relevan dalam era digital yang semakin mengedepankan otomatisasi dan konektivitas data.

2.2 Sistem Monitoring dan Proteksi

Sistem monitoring dan proteksi merupakan komponen penting dalam menjaga performa dan keamanan berbagai perangkat elektronik, khususnya baterai yang digunakan sebagai sumber penyimpanan energi. Sistem monitoring bertugas untuk mengawasi kondisi operasional perangkat secara terus-menerus dengan memanfaatkan sensor-sensor yang mampu mengukur parameter penting seperti suhu, tegangan, dan arus listrik. Sementara itu, sistem proteksi berfungsi untuk memberikan tindakan preventif atau korektif apabila terdeteksi adanya kondisi abnormal yang berpotensi merusak perangkat, seperti suhu yang terlalu tinggi atau arus berlebih. Dalam konteks baterai, terutama baterai lithium-ion yang rentan terhadap overheating, monitoring suhu menjadi sangat krusial untuk mencegah terjadinya kerusakan permanen, penurunan kapasitas, hingga risiko kebakaran.

Suhu baterai yang melebihi batas operasi normal dapat menyebabkan degradasi kimiawi yang memperpendek umur baterai dan mengancam keselamatan sistem. ditunjukkan pada gambar 2.2.



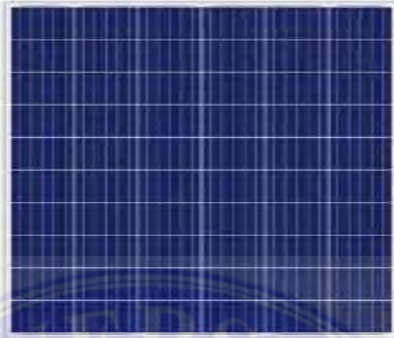
Gambar 2.2 Sistem Monitoring dan Proteksi
(Sumber : <https://training-grc.com/instalasi-dan-proteksi-listrik/>)

Oleh karena itu, sistem proteksi yang efektif biasanya dilengkapi dengan sensor suhu MLX90614 yang terhubung dengan mikrokontroler untuk mengaktifkan mekanisme pendinginan, alarm, atau pemutusan daya secara otomatis saat suhu melewati ambang batas yang telah ditentukan. Penggabungan sistem monitoring dan proteksi ini memungkinkan perangkat untuk bekerja secara optimal, aman, dan dapat diandalkan dalam jangka panjang, serta memudahkan pengguna untuk melakukan pemantauan dan pengambilan keputusan berdasarkan data real-time yang tersedia.

2.3 Panel Surya

Panel surya atau yang dikenal juga sebagai modul fotovoltaik merupakan salah satu teknologi utama dalam pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi matahari, untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung. Panel surya terdiri dari sejumlah sel fotovoltaik yang terbuat dari bahan

semikonduktor seperti silikon, yang ketika terkena cahaya matahari akan menghasilkan arus listrik melalui efek fotovoltaiik. Gambar panel surya ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Panel Surya

(Sumber : <https://jarwinn.com/products/jual-panel-surya-dhp60-260w-275w/>)

Penggunaan panel surya semakin meningkat sebagai solusi energi ramah lingkungan yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Selain itu, panel surya memiliki keunggulan dalam hal perawatan yang rendah dan umur operasional yang cukup panjang, sehingga menjadi pilihan ideal untuk sistem energi terbarukan, baik skala kecil seperti rumah tangga maupun skala besar seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Dalam penerapannya, kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, suhu lingkungan, dan kebersihan permukaan panel. Suhu yang terlalu tinggi, misalnya, dapat menurunkan efisiensi konversi energi panel surya. Oleh karena itu, pengawasan dan pengelolaan kondisi operasional panel surya menjadi hal penting untuk memastikan optimalisasi produksi listrik. Integrasi panel surya dengan sistem monitoring berbasis IoT memungkinkan pemantauan performa panel secara real-time dan pengambilan keputusan yang cepat untuk perawatan atau penyesuaian sistem guna meningkatkan efisiensi dan daya tahan perangkat.

2.4 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller (SCC) atau pengendali pengisian daya panel surya merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berfungsi untuk mengatur aliran energi listrik dari panel surya ke baterai. Gambar SCC ditunjukkan pada gambar 2.2.



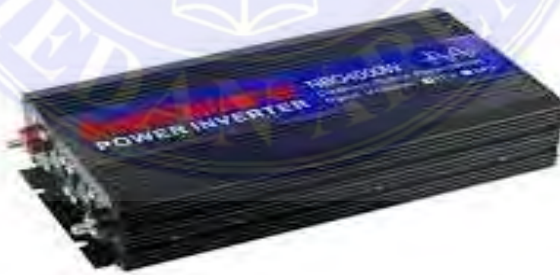
Gambar 2.4 Solar Charge Controller
(Sumber : <https://atonergi.com/apa-itu-solar-charge-controller-memahami-kontroler-surya/>)

Peran utama SCC adalah mencegah terjadinya overcharging (pengisian berlebih) maupun overdischarging (pengosongan berlebih) pada baterai, yang dapat merusak struktur kimia internal baterai dan menurunkan umur pakainya. Gambar SCC ditunjukkan pada gambar 2.2. Selain itu, SCC juga berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan dan arus yang masuk ke baterai, serta melakukan proteksi terhadap kondisi abnormal seperti korsleting atau tegangan balik dari baterai ke panel surya saat malam hari. Terdapat dua jenis utama Solar Charge Controller yang umum digunakan, yaitu PWM (*Pulse Width Modulation*) dan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). SCC tipe MPPT memiliki efisiensi yang lebih tinggi karena mampu menyesuaikan titik daya maksimum dari panel surya, terutama pada kondisi cahaya matahari yang tidak stabil. Integrasi SCC dengan sistem monitoring berbasis

mikrokontroler atau *Internet of Things* (IoT) semakin banyak diterapkan dalam sistem energi terbarukan modern, karena memungkinkan pengguna untuk memantau status pengisian baterai, suhu sistem, serta tegangan dan arus secara real-time melalui perangkat digital seperti smartphone. Dengan adanya SCC yang cerdas dan terhubung, efisiensi, keandalan, serta keamanan sistem tenaga surya dapat ditingkatkan secara signifikan, terutama dalam aplikasi off-grid atau sistem mandiri yang sangat bergantung pada performa baterai dan panel surya secara keseluruhan.

2.5 Inverter

Iverter adalah perangkat elektronik yang mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), sehingga perangkat listrik yang memerlukan AC dapat digunakan (Setiawan et al., 2019). Inverter banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti rumah tangga, industri, dan komersial. Gambar inverter ditunjukkan pada gambar 2.3.



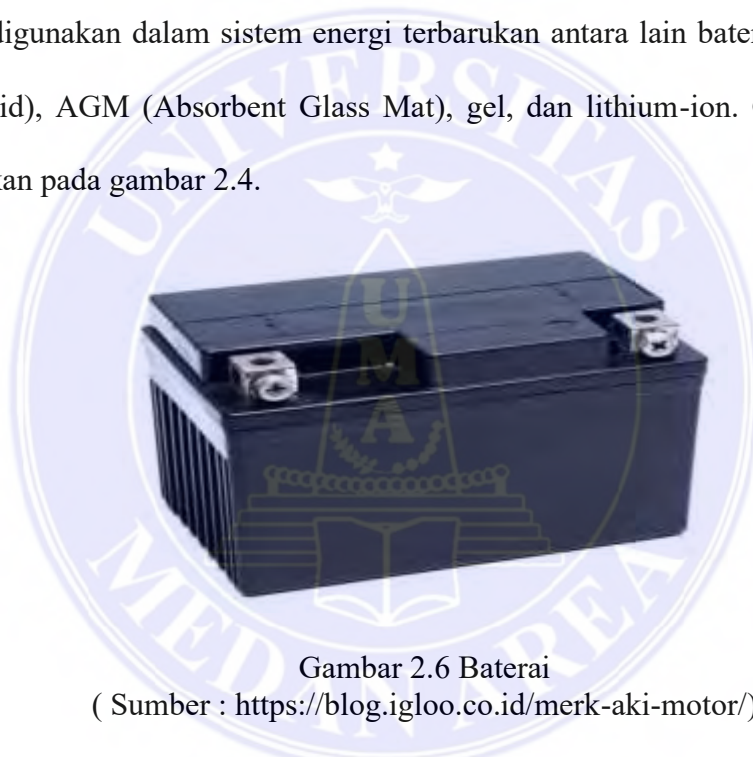
Gambar 2.5 Inverter

(Sumber : <https://www.jakartanotebook.com/p/taffware-power-inverter/>)

Tanpa inverter, sumber daya berbasis arus searah, seperti dari baterai, panel surya, atau sistem penyimpanan energi, tidak dapat langsung dimanfaatkan untuk mengoperasikan peralatan seperti lampu, televisi, komputer, dan alat elektronik lainnya yang memerlukan daya listrik AC untuk berfungsi secara optimal.

2.6 Baterai

Baterai merupakan perangkat penyimpanan energi listrik yang bekerja melalui proses elektrokimia untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, baterai memiliki peran penting sebagai media penyimpanan energi, khususnya pada sistem off-grid, di mana energi yang dihasilkan oleh panel surya disimpan untuk digunakan ketika sinar matahari tidak tersedia, seperti pada malam hari atau saat cuaca mendung. Jenis baterai yang umum digunakan dalam sistem energi terbarukan antara lain baterai timbal-asam (lead-acid), AGM (Absorbent Glass Mat), gel, dan lithium-ion. Gambar baterai ditunjukkan pada gambar 2.4.



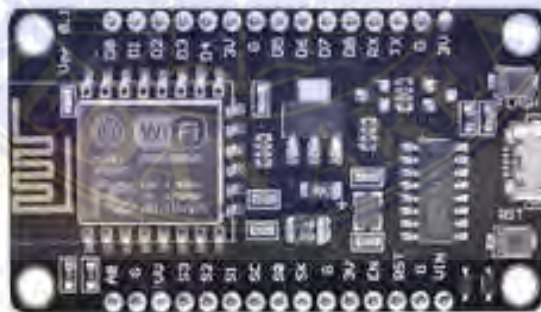
Gambar 2.6 Baterai
(Sumber : <https://blog.igloo.co.id/merk-aki-motor/>)

Setiap jenis baterai memiliki karakteristik berbeda dalam hal kapasitas, siklus hidup, efisiensi, dan sensitivitas terhadap suhu. Suhu sangat berpengaruh terhadap performa dan umur baterai, di mana suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan reaksi kimia berlebih dan mempercepat degradasi sel baterai, sedangkan suhu terlalu rendah dapat menurunkan efisiensi pengisian dan pelepasan daya. Oleh karena itu, sistem monitoring dan proteksi suhu sangat dibutuhkan untuk menjaga kestabilan kerja baterai agar tetap berada dalam rentang suhu operasional yang

aman. Integrasi baterai dengan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan parameter penting seperti suhu, tegangan, dan status pengisian secara real-time, serta pemberian notifikasi dini kepada pengguna jika terjadi kondisi yang berpotensi merusak. Dengan adanya pengawasan dan perlindungan yang baik, kinerja dan umur baterai dalam sistem tenaga surya dapat lebih optimal, efisien, dan aman untuk jangka panjang.

2.7 NodeMCU ESP 8266

NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu jenis mikrokontroler berbasis Wi-Fi yang banyak digunakan dalam pengembangan proyek-proyek berbasis Internet of Things (IoT). Modul ini mengintegrasikan chip ESP8266 buatan Espressif Systems yang memiliki kemampuan pemrosesan data serta konektivitas nirkabel, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan komunikasi data jarak jauh secara real-time. Gambar NodeMCU ESP 8266 ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.7 NodeMCU ESP 8266
(Sumber : <https://www.make--it-ca.translate.goog/nodemcu>)

NodeMCU sendiri berbasis pada bahasa pemrograman Lua, namun juga mendukung pengembangan dengan menggunakan Arduino IDE, yang menjadikannya fleksibel dan mudah digunakan oleh pemula maupun profesional. ESP8266 memiliki kemampuan untuk menghubungkan perangkat dengan jaringan

Wi-Fi, berkomunikasi dengan server, serta mengirimkan dan menerima data dari berbagai platform cloud atau aplikasi mobile. Dalam konteks sistem monitoring dan proteksi suhu baterai, NodeMCU ESP8266 berperan sebagai otak dari sistem yang mengolah data suhu dari sensor, kemudian mengirimkannya ke platform IoT seperti Blynk, ThingSpeak, atau Telegram untuk ditampilkan kepada pengguna. Selain itu, modul ini juga dapat digunakan untuk mengontrol komponen output seperti buzzer atau relay sebagai bagian dari sistem proteksi jika suhu baterai melebihi ambang batas. Keunggulan dari NodeMCU ESP8266 terletak pada konsumsi daya yang rendah, ukuran yang ringkas, serta harganya yang terjangkau, sehingga sangat efisien digunakan dalam sistem monitoring suhu baterai yang membutuhkan koneksi nirkabel dan pengiriman notifikasi secara otomatis. Dengan demikian, penggunaan NodeMCU ESP8266 dalam sistem ini dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta aksesibilitas dalam pengawasan kondisi baterai berbasis IoT.

2.8 Sensor Suhu MLX90614

Sensor suhu MLX90614 merupakan sensor suhu inframerah (infrared thermometer) yang mampu mengukur suhu objek tanpa kontak fisik secara langsung. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh suatu objek, kemudian mengkonversinya menjadi data suhu digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. MLX90614 memiliki dua jenis pengukuran suhu, yaitu suhu objek (object temperature) dan suhu lingkungan (ambient temperature), yang membuatnya sangat akurat dan fleksibel dalam berbagai aplikasi. MLX90614 mampu mengukur suhu dalam rentang -70°C hingga $+380^{\circ}\text{C}$ dengan tingkat akurasi tinggi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sehingga sangat cocok untuk sistem

monitoring suhu pada perangkat elektronik yang sensitif seperti baterai lithium-ion. Sensor ini menggunakan antarmuka komunikasi I2C atau PWM, yang membuatnya mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 atau Arduino. Gambar sensor suhu ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.8 Sensor suhu MLX90614

(Sumber : <https://www.edukasielektronika.com/2020/09/sensor-suhu-non-contact-mlx90614-gy-906.html>)

MLX90614 mampu mengukur suhu dalam rentang -70°C hingga $+380^{\circ}\text{C}$ dengan tingkat akurasi tinggi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sehingga sangat cocok untuk sistem monitoring suhu pada perangkat elektronik yang sensitif seperti baterai lithium-ion. Sensor ini menggunakan antarmuka komunikasi I2C atau PWM, yang membuatnya mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 atau Arduino. Dalam penerapan monitoring suhu baterai berbasis IoT, MLX90614 digunakan untuk mendeteksi suhu permukaan baterai secara terus-menerus tanpa perlu menyentuh fisik baterai secara langsung, sehingga lebih aman dan minim risiko gangguan pada perangkat. Data suhu yang diperoleh kemudian dapat dikirim secara real-time ke aplikasi monitoring seperti Blynk atau Telegram untuk ditampilkan kepada pengguna serta memberikan notifikasi peringatan jika terjadi kondisi overheating. Dengan keunggulan pengukuran tanpa kontak dan tingkat akurasi yang tinggi, MLX90614 menjadi solusi ideal dalam sistem proteksi suhu baterai

yang mengutamakan presisi, keamanan, dan efisiensi pengoperasian. Parameter suhu yang dibaca oleh sensor umumnya dinyatakan dalam derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) atau Kelvin (K), dengan rumus konversi sebagai berikut:

- Konversi suhu dari Kelvin ke Celsius:

$$T_C = T_K - 273.15 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

T_C : Suhu dalam satuan Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

T_K : Suhu dalam satuan Kelvin ($^{\circ}\text{K}$)

273.15 : Angka konstan yang digunakan dalam konversi suhu dari Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) ke Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

Setiap nilai suhu dalam Kelvin dikurangi 273.15 untuk mendapatkan nilai dalam Celsius

- Konversi suhu dari Celsius ke Kelvin:

$$T_K = T_C + 273.15 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

T_K : Suhu dalam satuan Kelvin ($^{\circ}\text{K}$)

T_C : Suhu dalam satuan Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

Untuk mengubah suhu dari Celsius ke Kelvin, cukup dengan menambahkan 273.15.

- Jika sensor membaca dalam satuan Fahrenheit, maka dapat dikonversi ke Celsius menggunakan rumus:

$$T_C = 5 / 9 (T_F - 32) \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

T_C : Suhu dalam satuan Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

T_F : Suhu dalam satuan Fahrenheit ($^{\circ}F$)

Kurangkan nilai Fahrenheit dengan 32, kemudian kalikan dengan $5/9$ untuk mendapatkan suhu dalam Celsius

- Dan sebaliknya, dari Celsius ke Fahrenheit:

$$T_F = 9 / 5 (T_C + 32) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

T_F : Suhu dalam satuan Fahrenheit ($^{\circ}F$)

T_C : Suhu dalam satuan Celsius ($^{\circ}C$)

Kalikan nilai Celsius dengan $9/5$ lalu tambahkan 32 untuk mendapatkan suhu dalam Fahrenheit.

Dengan menggunakan rumus konversi ini, data suhu dari sensor dapat disesuaikan dan dianalisis dalam satuan yang diinginkan untuk kepentingan evaluasi kinerja sistem proteksi secara menyeluruh.

2.9 Sensor INA 219

Sensor INA219 adalah modul sensor arus dan tegangan berbasis I2C yang dirancang untuk memantau arus listrik, tegangan, dan daya secara akurat dalam sistem elektronik. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus DC hingga $\pm 3,2$ A dan tegangan hingga 26 V, serta mampu menghitung daya secara langsung berdasarkan hasil pengukuran tegangan dan arus. Salah satu keunggulan utama dari INA219 adalah kemampuannya untuk melakukan pengukuran sisi tinggi (high-side current sensing), yang memungkinkan pemantauan arus tanpa mengganggu jalur ground sistem, sehingga sangat aman dan ideal untuk digunakan dalam sistem tenaga seperti pengisian baterai atau manajemen energi dari panel surya. INA219

memiliki resolusi tinggi dan tingkat akurasi yang baik, serta sangat efisien digunakan dalam proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino atau NodeMCU ESP8266. Gambar INA219 ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.9 INA219

(Sumber : <https://shopee.co.id/INA219-Current-Sensor-Module-program-i.38817979.2382205040>)

Dalam konteks sistem monitoring baterai berbasis IoT, sensor ini dapat digunakan untuk memantau konsumsi daya baterai secara real-time, memantau kondisi pengisian, serta mendeteksi beban berlebih yang berpotensi merusak baterai. Data yang dihasilkan oleh INA219 dapat dikirim ke platform IoT seperti Blynk atau ThingSpeak untuk divisualisasikan dan dipantau oleh pengguna melalui perangkat seluler. Penggunaan INA219 dalam sistem proteksi memungkinkan dilakukannya tindakan otomatis seperti pemutusan arus melalui relay apabila arus melebihi batas aman, sehingga meningkatkan keselamatan dan memperpanjang umur baterai. Dengan demikian, sensor INA219 berperan penting dalam menciptakan sistem monitoring dan proteksi daya yang akurat, efisien, dan cerdas.

2.10 Sensor PZEM 004T

Sensor PZEM-004T merupakan modul sensor pengukur listrik yang digunakan untuk memantau parameter kelistrikan secara real-time, seperti tegangan

(volt), arus (ampere), daya aktif (watt), energi (kWh), serta frekuensi dan faktor daya (power factor) dalam sistem listrik AC. Gambar pzem 004t ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.10 PZEM 004T

(Sumber : <https://www.amazon.com/PZEM-004T-Current-Voltage-Multimeter-Transformer/dp/B074QGWMKH>)

Modul ini sangat populer dalam aplikasi monitoring energi karena memiliki akurasi yang baik dan kemudahan integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, atau ESP32 melalui komunikasi UART (serial). PZEM-004T menggunakan trafo arus (CT) untuk mengukur arus dan dapat bekerja dalam rentang tegangan AC 80–260V, sehingga sangat cocok digunakan dalam instalasi listrik rumah tangga maupun sistem tenaga surya skala kecil. Dalam konteks sistem monitoring dan proteksi baterai atau sistem tenaga surya berbasis IoT, PZEM-004T berfungsi untuk memantau beban listrik yang terhubung ke inverter atau sistem distribusi, sehingga pengguna dapat mengetahui konsumsi daya secara akurat. Dengan data ini, pengguna dapat mengatur pembatasan beban, melakukan efisiensi pemakaian energi, serta mendeteksi gangguan atau lonjakan daya yang bisa membahayakan sistem. Integrasi PZEM-004T dengan platform IoT seperti Blynk, Thingspeak, atau Telegram memungkinkan pengiriman data dan notifikasi ke perangkat seluler secara langsung, sehingga monitoring bisa dilakukan kapan saja

dan di mana saja. Kemampuan PZEM-004T dalam memberikan informasi kelistrikan yang lengkap dan akurat menjadikannya komponen penting dalam sistem proteksi dan pengawasan energi berbasis mikrokontroler, terutama untuk menjamin keamanan dan stabilitas sistem tenaga yang menggunakan baterai dan panel surya.

2.11 Modul Relay

Modul relay merupakan salah satu komponen penting dalam sistem kontrol otomatis yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Relay bekerja sebagai saklar elektromagnetik yang dapat dikendalikan oleh sinyal listrik bertegangan rendah dari mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, atau ESP32 untuk mengendalikan beban bertegangan tinggi seperti lampu, kipas, pompa, hingga perangkat listrik lainnya. Gambar modul relay ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.11 Modul Relay

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/5V-12V-24V-4-Channel-Relay-1601020848270.html>)

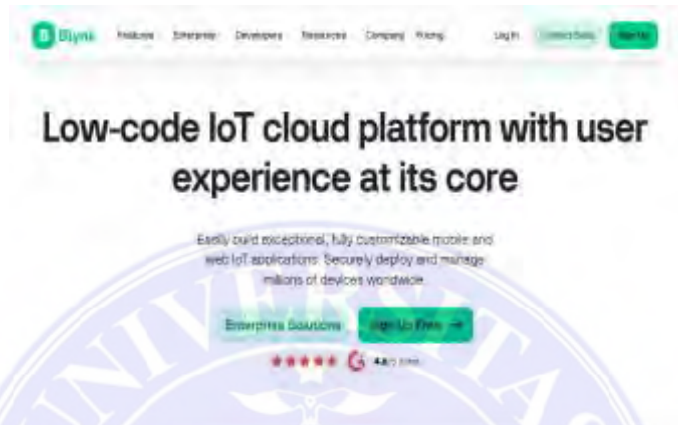
Dalam sistem monitoring dan proteksi berbasis IoT, modul relay berfungsi sebagai aktuator utama untuk melakukan tindakan protektif, seperti memutus aliran listrik ketika terdeteksi suhu baterai melebihi batas aman atau saat arus dan

tegangan menunjukkan anomali. Modul relay yang umum digunakan dalam proyek IoT biasanya memiliki kanal tunggal (1-channel) atau lebih dan sudah dilengkapi dengan optocoupler untuk mengisolasi sinyal kontrol dari rangkaian tegangan tinggi, sehingga meningkatkan keselamatan rangkaian secara keseluruhan. Relay memiliki kapasitas switching yang bervariasi, misalnya hingga 10A 250V AC atau 10A 30V DC, tergantung spesifikasi modul yang digunakan. Dalam penerapannya, relay dikendalikan oleh sinyal logika dari mikrokontroler yang membaca data dari sensor-sensor seperti sensor suhu (MLX90614), sensor arus (INA219), atau sensor tegangan (PZEM-004T). Ketika nilai parameter melampaui ambang batas yang telah diprogram, relay akan aktif dan memutuskan sambungan ke beban listrik atau mengaktifkan sistem pendingin sebagai langkah proteksi. Integrasi modul relay dalam sistem berbasis IoT juga memungkinkan pengguna untuk melakukan kontrol jarak jauh melalui aplikasi seperti Blynk atau Telegram, memberikan fleksibilitas dan kendali penuh atas sistem secara real-time. Dengan demikian, relay memainkan peran vital dalam menjembatani fungsi monitoring dan proteksi ke dalam tindakan fisik nyata yang menjaga stabilitas dan keamanan sistem tenaga.

2.12 Platform Blynk

Blynk merupakan salah satu platform Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk memudahkan pengembangan aplikasi kontrol dan monitoring perangkat berbasis mikrokontroler secara real-time melalui perangkat mobile. Blynk menyediakan antarmuka yang intuitif dalam bentuk aplikasi smartphone (Android dan iOS) serta dashboard berbasis cloud yang memungkinkan pengguna untuk mengakses data sensor, mengirim perintah, dan menerima notifikasi secara

langsung dari perangkat IoT. Platform ini mendukung berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino, NodeMCU ESP8266, ESP32, dan Raspberry Pi melalui koneksi internet menggunakan protokol HTTP, MQTT, atau WebSocket. Gambar blynk ditunjukan pada gambar 2.10.



Gambar 2.12 Blynk
(Sumber : <https://blynk.io/>)

Dalam sistem monitoring dan proteksi suhu baterai berbasis IoT, Blynk dapat digunakan untuk menampilkan data suhu dari sensor seperti MLX90614, tegangan dan arus dari INA219, serta status perangkat melalui interface grafis berupa gauge, graph, notification, dan widget lainnya. Keunggulan Blynk terletak pada kemudahan integrasi dan fleksibilitas tinggi dalam pengembangan, karena pengguna tidak perlu membuat aplikasi mobile dari nol cukup menggunakan antarmuka drag-and-drop untuk membangun dashboard sesuai kebutuhan. Selain itu, fitur notifikasi Blynk memungkinkan sistem memberikan peringatan langsung ke pengguna saat terdeteksi kondisi tidak normal seperti suhu baterai yang melebihi batas, lonjakan arus, atau tegangan abnormal, dengan kemampuannya untuk memberikan kendali jarak jauh dan visualisasi data real-time.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

3.1.1 Tempat penelitian

Pembuatan dan pengujian Perancangan Alat Sistem Proteksi Dan Monitoring Suhu Baterai Dengan Notifikasi Berbasis IoT ini dilaksanakan di lokasi yang telah dipilih secara cermat berdasarkan ketersediaan fasilitas dan infrastruktur yang memadai untuk mendukung seluruh tahapan penelitian :

Nama Tempat : CV. Angkasa Mobie Tech

Alamat : Jln. Sultan Serdang Dusun II Sena Gg. Ikhlas Batang
Kuis

Waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan penelitian ini diperkirakan berlangsung selama kurang lebih 1 hingga 3 bulan, dengan rentang waktu yang dimulai dari bulan Januari hingga Maret.

3.1.2 Waktu penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini direncanakan selama kurang lebih 1 hingga 3 bulan, dimulai dari bulan April hingga Juni. Periode ini dipilih untuk memastikan setiap tahapan penelitian, mulai dari perancangan sistem, pengumpulan data, perakitan perangkat, pemrograman modul, hingga pengujian dan evaluasi, dapat dilaksanakan secara terstruktur dan efektif. Waktu penelitian di tunjukan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Waktu penelitian

NO	Kegiatan penelitian	BULAN											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Perancangan Alat												
4	Pengumpulan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

3.2 Bahan dan Alat

Penelitian ini memerlukan berbagai bahan dan alat untuk mendukung proses perancangan, pengujian, dan pengembangan Perancangan Alat Sistem Proteksi Dan Monitoring Suhu Baterai Dengan Notifikasi Berbasis IoT. Setiap komponen dan peralatan dipilih dengan cermat untuk memastikan sistem dapat berfungsi dengan optimal dan memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Berikut adalah bahan dan alat utama yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan dan Alat

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan
1	Panel Surya	50 Wp	1 unit
2	SCC	20 Ampere	1 unit
3	Sensor Tegangan, Arus, dan Daya DC	INA219	1 unit
4	Inverter	DC 12V to AC 220V	1 unit
5	NodeMCU	ESP 8266	2 unit
6	Sensor Suhu	MLX90614	1 unit
7	Modul Relay	4 Chanel	1 unit
8	Sensor Tegangan, Arus, dan Daya AC	Pzem 004T	1 unit
9	Baterai	12v, 4 Ah	1 unit
10	Step Down	12v to 5v	1 unit
11	Kabel	Serabut	Secukupnya
12	Saklar	Kecil	1 unit

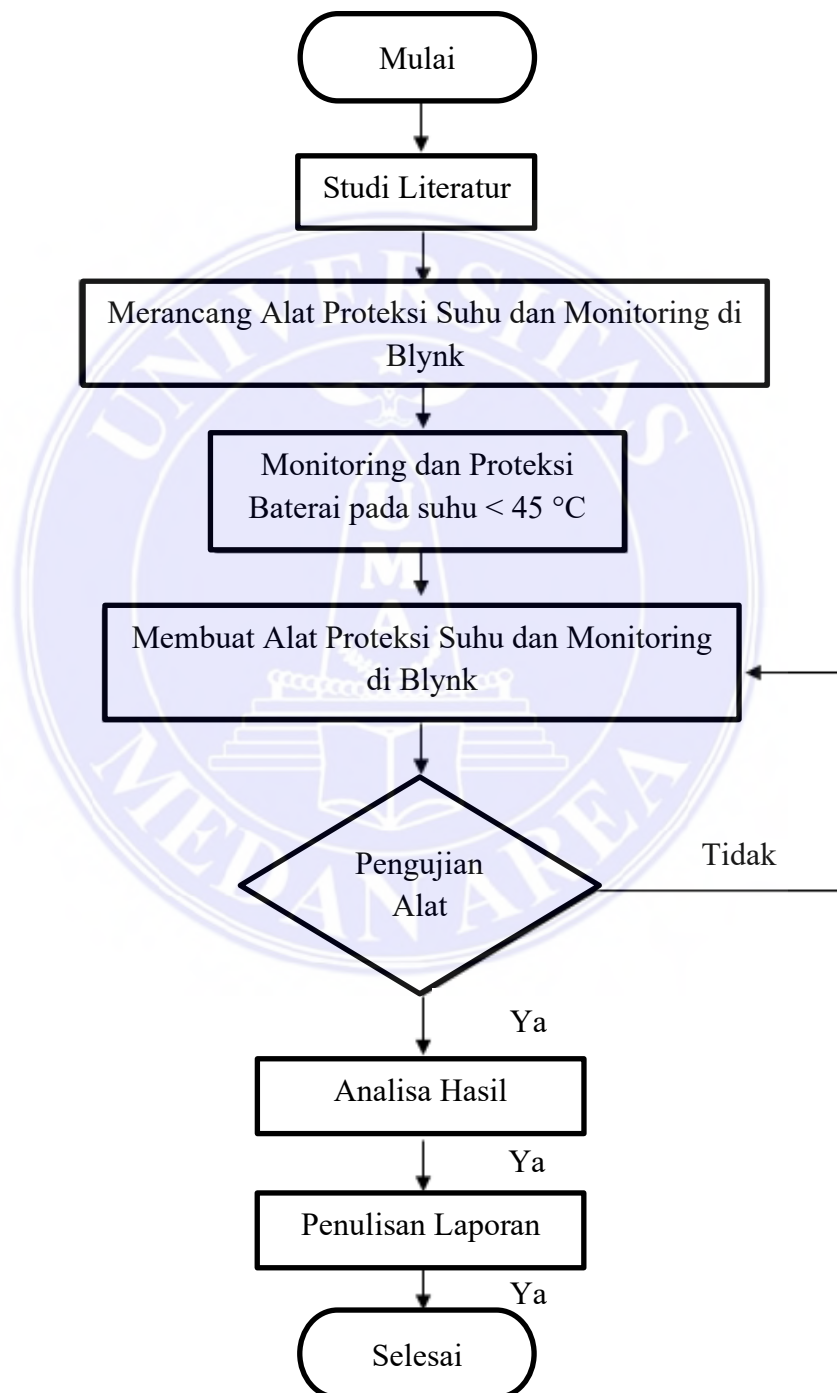
3.3 Teknik Analisa Data

Metode yang sesuai dengan penelitian adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

1. Metode deskriptif merupakan cara merumuskan dan menafsirkan data yang ada sehingga memberikan gambaran jelas melalui pengumpulan, penyusunan, penganalisisan data, sehingga dapat diketahui gambaran umum perusahaan yang sedang diteliti.
2. Pendekatan Kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas dapat diklasifikasi, konkret, teramati, dan terukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

3.4 Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian yang akan di laksanakan. Adapun berikut ini *flowchart* atau kerangka berfikir dalam penelitian yang akan disajikan.



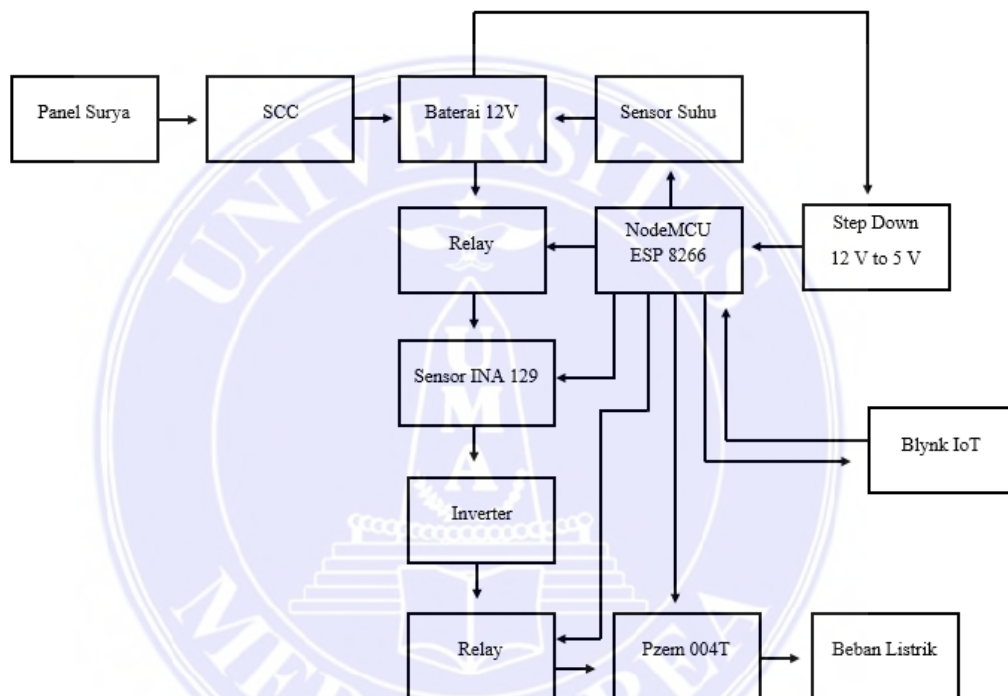
Gambar 3.1 *Flowchart* Kegiatan Penelitian

Adapun penjelasan tentang *flowchart* / kerangka berfikir diatas ialah :

1. Mulai, untuk melakukan permulaan mencari referensi dan hal yang terkait penelitian.
2. Studi Literatur serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitan.
3. Monitoring dan Proteksi Baterai pada suhu $< 45^{\circ}\text{C}$ yaitu melakukan perancangan penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan suhu yang ditentukan.
4. Mempersiapkan Alat dan Bahan yang diperlukan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk kelancaran dalam merancang alat yang akan di analisis.
5. Membuat Alat Proteksi Suhu dan Monitoring di Blynk, kegiatan yang akan mempengaruhi hasil dari pengambil data dalam penelitian ini.
6. Pengujian alat adalah hal yang akan layak tidaknya rancangan dalam pengujiannya jika tidak berhasil kembali ke perancangan alat. Jika berhasil akan langsung pengumpulan data.
7. Analisa data serangkaian kegiatan yang akan menganalisis nilai dari pengumpulan data yang akan berubah-berubah sesuai kondisi yang diteliti.
8. Penulisan Laporan kegiatan yang mendeskripsikan hasil dari analisa data yang merupakan tekstual atau terlampir yang akan di masukan kedalam hasil penelitian yang telah dilakukan.
9. Selesai, untuk menandai berakhirnya seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari perancangan, implementasi, hingga pengujian dan evaluasi sistem.

3.5 Blok diagram

Blok diagram yang disusun bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap cara kerja sistem secara menyeluruh sebelum masuk ke tahap implementasi perangkat keras dan pemrograman. Hubungan antar blok digambarkan dengan garis penghubung yang menunjukkan arah aliran data atau sinyal antar komponen. Blok ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok diagram

Blok diagram pada Gambar 3.6 menunjukkan Pada sistem ini, sumber energi utama berasal dari panel surya yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan panel surya kemudian dialirkan ke SCC (Solar Charge Controller) yang berfungsi untuk mengatur pengisian daya ke baterai 12V, sekaligus melindungi baterai dari overcharging maupun overdischarging. Dari baterai, energi dialirkan ke berbagai komponen sistem. Sebelum dialirkan ke NodeMCU ESP8266, tegangan 12V dari baterai diturunkan menjadi 5V

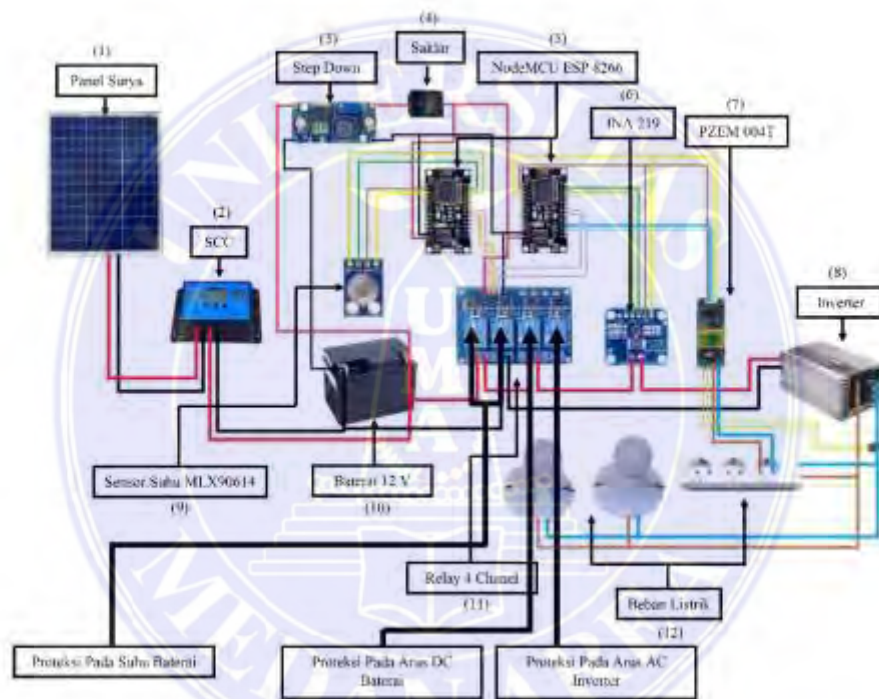
menggunakan modul step down 12V to 5V agar sesuai dengan kebutuhan daya mikrokontroler. NodeMCU ESP8266 berperan sebagai pusat pengendali sistem yang mengatur, memonitor, dan mengirim data ke Blynk IoT sehingga sistem dapat dipantau secara jarak jauh melalui aplikasi berbasis internet.

Untuk pengukuran suhu pada sistem, digunakan sensor suhu yang terhubung ke NodeMCU, sehingga temperatur lingkungan atau komponen dapat dimonitor secara real-time. Selain itu, sebelum inverter, terdapat relay pertama yang dikendalikan oleh NodeMCU untuk mengatur aliran listrik menuju sensor INA129, yaitu sensor penguat arus (current sensing amplifier) yang berfungsi membaca arus yang mengalir dalam sistem. Setelah pengukuran arus, energi listrik dialirkan ke inverter yang bertugas mengubah tegangan DC dari baterai menjadi AC untuk kebutuhan beban listrik. Setelah inverter, arus juga melewati relay kedua yang dapat memutuskan aliran listrik bila diperlukan sebagai bagian dari sistem proteksi. Untuk memantau parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi yang digunakan oleh beban listrik, sistem dilengkapi dengan sensor PZEM-004T yang hasil pembacaannya dikirimkan ke NodeMCU. Semua data pengukuran seperti suhu, arus, tegangan, serta status sistem dapat diakses secara online melalui platform Blynk IoT, memberikan kemudahan pemantauan dan pengendalian sistem secara jarak jauh.

3.6 Rangkaian Gambar

Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung, yaitu mikrokontroler sebagai pusat kendali, sensor-sensor untuk mendeteksi kondisi lingkungan, serta aktuator atau modul output yang merespons sinyal dari

mikrokontroler. Jalur koneksi antar komponen menggunakan koneksi digital dan analog sesuai kebutuhan masing-masing sensor. Setiap komponen telah dirancang agar terhubung dengan catu daya yang sesuai, serta dilengkapi dengan sistem proteksi dasar guna mencegah kerusakan akibat kesalahan sambungan atau lonjakan arus. Rangkaian ini menjadi dasar dari sistem kerja alat yang dikembangkan dalam penelitian ini. Gambar rangkaian ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Alat Suhu Baterai

Pada Gambar 3.3 ditunjukkan rancangan keseluruhan sistem proteksi dan monitoring otomatis pada sistem kelistrikan berbasis panel surya yang dikendalikan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk membentuk sistem yang mampu memantau suhu, arus, serta mengendalikan aliran listrik dari panel surya ke beban melalui inverter. Penjelasan pada komponen sebagai berikut:

1. Panel Surya

Panel surya berfungsi sebagai sumber utama energi listrik dalam sistem ini. Dengan memanfaatkan energi cahaya matahari, panel surya mengkonversinya menjadi energi listrik arus searah (DC) yang kemudian akan digunakan untuk mengisi daya baterai dan menyuplai energi ke sistem monitoring dan proteksi.

2. SCC (Solar Charge Controller)

Solar Charge Controller berperan penting dalam proses pengisian daya baterai. Komponen ini mengatur besarnya arus dan tegangan yang masuk ke baterai agar proses pengisian berjalan stabil dan aman. SCC juga melindungi baterai dari kondisi overcharging (pengisian berlebih) serta overdischarging (pengosongan berlebih) yang dapat memperpendek umur baterai.

3. Step Down

Modul step down atau buck converter berfungsi menurunkan tegangan output dari baterai 12V menjadi 5V, yang merupakan tegangan kerja dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan beberapa sensor lainnya. Penggunaan step down ini sangat penting untuk menyesuaikan kebutuhan tegangan kerja dari masing-masing komponen elektronik.

4. Saklar

Saklar digunakan sebagai pemutus dan penyambung arus secara manual. Dengan adanya saklar, pengguna dapat menghidupkan atau mematikan sistem secara keseluruhan dengan mudah tanpa harus melepas sambungan kabel.

5. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan pusat pengendali utama dari keseluruhan sistem monitoring dan proteksi ini. Mikrokontroler ini mengelola semua data yang diterima dari sensor, mengatur logika kerja sistem, mengontrol relay, dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk IoT sehingga pengguna dapat melakukan monitoring secara real-time melalui jaringan internet.

6. Sensor INA219

Sensor INA219 berfungsi untuk memonitor arus dan tegangan DC yang keluar dari baterai. Sensor ini juga mampu menghitung daya (power) yang dikonsumsi oleh sistem secara akurat. Data pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui kondisi pemakaian daya sistem secara keseluruhan.

7. Sensor PZEM-004T

PZEM-004T merupakan sensor pengukuran parameter kelistrikan pada sisi AC. Sensor ini mampu mengukur tegangan, arus, daya aktif, frekuensi, serta total energi listrik yang dikonsumsi oleh beban. Informasi ini membantu dalam memantau performa sistem secara menyeluruh, khususnya pada bagian inverter dan beban listrik.

8. Inverter

Inverter berfungsi mengubah arus listrik DC dari baterai menjadi arus AC, sehingga energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk menyalakan berbagai peralatan listrik rumah tangga maupun peralatan elektronik lainnya yang membutuhkan arus AC.

9. Sensor Suhu MLX90614

Sensor suhu MLX90614 digunakan untuk memantau suhu komponen dalam sistem, khususnya suhu baterai atau area tertentu yang rentan mengalami kenaikan suhu. Sensor ini bekerja secara non-kontak, sehingga aman dan akurat dalam pengukuran suhu. Apabila suhu melebihi batas tertentu, sistem akan mengambil tindakan proteksi untuk mencegah kerusakan.

10. Baterai 12V

Baterai 12V berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Energi yang tersimpan dalam baterai kemudian digunakan untuk mensuplai daya bagi sistem monitoring, kontrol, serta beban listrik yang terhubung.

11. Relay 4 Channel

Relay 4 channel merupakan komponen pengendali arus listrik yang dikontrol secara otomatis oleh NodeMCU berdasarkan logika dan kondisi sistem. Relay ini dapat memutuskan atau menyambung aliran listrik baik untuk proteksi maupun pengaturan kerja beban sesuai dengan perintah dari sistem. Penjelasan pada setiap chanel :

- a. Chanel pertama dan kedua untuk proteksi pada suhu baterai. Jika suhu baterai melebihi angka yang di tentukan (45°C) maka relay chanel pertama dan kedua akan memutuskan aliran listrik.
- b. Chanel ketiga untuk proteksi pada Arus DC baterai. Jika Arus DC baterai melebihi angka yang di tentukan (3A) maka relay chanel ketiga akan memutuskan aliran listrik.

- c. Chanel keempat untuk proteksi pada Arus AC inverter. Jika Arus AC Inverter melebihi angka yang di tentukan (1A) maka relay chanel keempat akan memutuskan aliran listrik.

12. Beban Listrik

Beban listrik merupakan peralatan elektronik atau rumah tangga yang memanfaatkan energi listrik hasil konversi dari sistem ini. Beban ini bisa berupa lampu, kipas, charger, dan peralatan elektronik lainnya yang terhubung ke sistem.

3.7 Parameter yang akan di analisis

Dalam penelitian ini, beberapa parameter utama akan dianalisis untuk memastikan Perancangan Alat Sistem Proteksi Dan Monitoring Suhu Baterai Dengan Notifikasi Berbasis IoT dapat berfungsi dengan optimal. Parameter-parameter tersebut yaitu:

3.8.1 Respon Sistem Proteksi

Analisis terhadap respon sistem proteksi mencakup pengukuran waktu yang dibutuhkan oleh sistem dalam mendeteksi kondisi suhu yang tidak normal atau melebihi ambang batas yang telah ditentukan, serta menghitung durasi yang diperlukan untuk mengaktifkan mekanisme proteksi secara otomatis. Mekanisme proteksi tersebut dapat berupa pemutusan aliran daya untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada komponen sistem, atau pengaktifan kipas pendingin guna menurunkan suhu ke tingkat yang aman. Parameter waktu respon ini menjadi aspek yang sangat penting untuk dievaluasi karena secara langsung berkaitan dengan

tingkat kecepatan, sensitivitas, serta keandalan sistem dalam memberikan perlindungan terhadap perangkat, sehingga dapat meminimalisir potensi kerusakan, memperpanjang umur komponen, serta menjaga stabilitas operasional sistem secara keseluruhan.

3.8.2 Sensor Suhu

Analisis ini mencakup evaluasi terhadap akurasi dan sensitivitas sensor suhu yang digunakan pada sistem proteksi, dimana kedua parameter tersebut sangat berperan penting dalam memastikan keakuratan pembacaan suhu lingkungan maupun komponen yang dimonitor. Akurasi sensor menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran suhu mendekati nilai suhu sebenarnya, sedangkan sensitivitas menggambarkan kemampuan sensor dalam merespon perubahan suhu sekecil apapun secara cepat dan tepat. Dengan tingkat akurasi dan sensitivitas yang baik, data suhu yang diperoleh oleh sistem dapat diandalkan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan mekanisme proteksi, seperti pemutusan aliran daya atau pengaktifan pendingin, sehingga sistem dapat bekerja secara optimal dalam mencegah kerusakan akibat suhu berlebih. Evaluasi akurasi biasanya dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur standar (referensi), sedangkan sensitivitas dinilai dari perubahan output sensor terhadap perubahan suhu input secara berkelanjutan.

3.8.3 Kinerja Sistem Secara Keseluruhan

Analisis terhadap kinerja sistem secara keseluruhan mencakup evaluasi menyeluruh terhadap kemampuan integrasi antara perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) dalam menjalankan seluruh fungsi proteksi yang telah dirancang. Evaluasi ini melibatkan pengujian terhadap keselarasan kerja semua komponen, mulai dari sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, hingga aktuator seperti relay dan kipas pendingin, yang semuanya harus bekerja secara terkoordinasi berdasarkan perintah yang dihasilkan oleh algoritma pemrosesan data pada perangkat lunak. Selain itu, parameter evaluasi juga meliputi tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi kondisi abnormal, khususnya suhu yang melebihi ambang batas, serta efektivitas sistem dalam segera mengaktifkan mekanisme proteksi guna mencegah kerusakan lebih lanjut pada komponen sistem. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan secara otomatis, responsif, stabil, dan efisien dalam berbagai kondisi operasi, serta mampu mempertahankan performa proteksi sesuai dengan tujuan utama dari penelitian ini, yaitu menciptakan sistem monitoring dan proteksi yang handal, akurat, dan dapat diandalkan dalam jangka panjang.

3.8 Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini dirancang untuk memastikan setiap tahapan berjalan secara sistematis dan menghasilkan data yang valid. Tahapan-tahapan dalam prosedur kerja yaitu:

1. Identifikasi Kebutuhan Sistem

Proses dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan sistem proteksi suhu baterai dan inverter pada komponen off-grid..

2. Perancangan Sistem Proteksi

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, langkah berikutnya adalah merancang sistem proteksi.

3. Pemrograman Mikrokontroler

Mikrokontroler Arduino diprogram untuk membaca data dari sensor suhu, menganalisis data tersebut, dan mengambil tindakan proteksi yang sesuai. Algoritma pemrograman dirancang agar sistem dapat bekerja secara otomatis, seperti memutus aliran daya atau mengaktifkan kipas pendingin saat suhu melebihi batas yang ditentukan.

4. Pemasangan Komponen

Seluruh komponen sistem dirakit sesuai dengan desain yang telah dirancang. Proses ini mencakup pemasangan sensor suhu pada baterai dan inverter, penghubungan modul relay ke sistem listrik, serta pengintegrasian perangkat dengan mikrokontroler Arduino.

5. Pengujian Sistem

Setelah pemasangan selesai, sistem diuji untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik. Pengujian awal dilakukan untuk memverifikasi fungsi dasar, seperti pembacaan suhu oleh sensor, aktivasi proteksi suhu, dan respon sistem terhadap skenario abnormal, seperti peningkatan suhu yang ekstrem.

6. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan selama sistem dioperasikan dalam berbagai kondisi. Pengumpulan data mencakup pengukuran suhu, respon sistem proteksi, waktu respon, serta efisiensi energi. Data ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem.

7. Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dianalisis untuk menentukan apakah sistem proteksi memenuhi kriteria keberhasilan yang telah ditentukan. Analisis ini mencakup evaluasi akurasi sensor, kecepatan respon sistem, dan keandalan sistem dalam menjaga suhu tetap dalam batas aman.

8. Dokumentasi dan Pelaporan

Tahap akhir adalah mendokumentasikan seluruh hasil penelitian, mulai dari desain sistem, hasil pengujian, hingga analisis data. Dokumentasi ini digunakan untuk menyusun laporan penelitian secara lengkap, yang mencakup kesimpulan dan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sistem berhasil merancang alat yang mampu memantau suhu baterai secara real-time menggunakan sensor MLX90614. Data suhu yang terbaca dapat ditampilkan dengan akurat melalui dashboard Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi suhu baterai dari jarak jauh melalui jaringan IoT.

Sistem telah mengembangkan proteksi otomatis yang dapat merespons kondisi suhu baterai melebihi batas aman. Hal ini terbukti dengan aktifnya fungsi trip (pemutusan daya melalui relay) saat suhu baterai mencapai lebih dari 45°C, sehingga dapat mencegah kerusakan atau risiko berbahaya lainnya akibat overheating.

5.2 Saran

Sistem dapat dilengkapi dengan pendingin otomatis seperti kipas yang aktif saat suhu tinggi untuk membantu menurunkan suhu baterai tanpa langsung melakukan pemutusan daya.

Perlu dilakukan uji coba lebih lama dan pada berbagai beban sistem untuk memastikan kestabilan proteksi dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainul Fauzi, M. W., Noor Hidayat, M., & Anistia, W. (2022). ANALISIS KEANDALAN SISTEM GRID TIED INVERTER (GTI) PADA ON-GRID SOLAR PV 9 X 80 WP. *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, 2(2). <https://doi.org/10.33795/jtia.v2i2.60>
- Andri, D. A., Ahfas, A. A., & Indah, I. S. (2023). Sistem Monitoring Dan Protection Smart Charger Baterai Mobil Listrik Lithium Ion Berbasis Telegram. *JEECOM Journal of Electrical Engineering and Computer*, 5(2). <https://doi.org/10.33650/jeecom.v5i2.6876>
- Irawati, Sunardi, & Nurwanto, A. (2023). Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya (plts) dengan sistem kontrol. *Jurnal Elektro & Informatika Swadharma (Jeis)*, 03(01).
- Kusmantoro, A., Ardyono Priyadi, Vita Lystianingrum Budiharto Putri, & Mauridhi Hery Purnomo. (2020). Kinerja Micro Grid Menggunakan Photovoltaic-Baterai dengan Sistem Off-Grid. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(2). <https://doi.org/10.22146/jnteti.v9i2.155>
- Liestyowati, D., Rachman, I., Firmansyah, E., & Mujiburrohman. (2022). Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(5). <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.1027>
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., Turnip, G. B. A., & Suwarno, S. (2020). Perancangan Sistem Pemantauan Panel Surya Polycrystalline Menggunakan Teknologi Web Firebase Berbasis IoT. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 3(2).

<https://doi.org/10.31539/intecom.v3i2.1861>

Sawidin, S., Putung, Y. R., Waroh, A. P. Y., & ... (2021). Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan Web Thinger. io Berbasis IoT. In *Prosiding Industrial*

Setiawan, D., Eteruddin, H., & Arlenny, A. (2019). Desain dan Analisis Inverter Satu Fasa Berbasis Arduino Menggunakan Metode SPWM. *JURNAL TEKNIK*, 13(2). <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i2.3491>

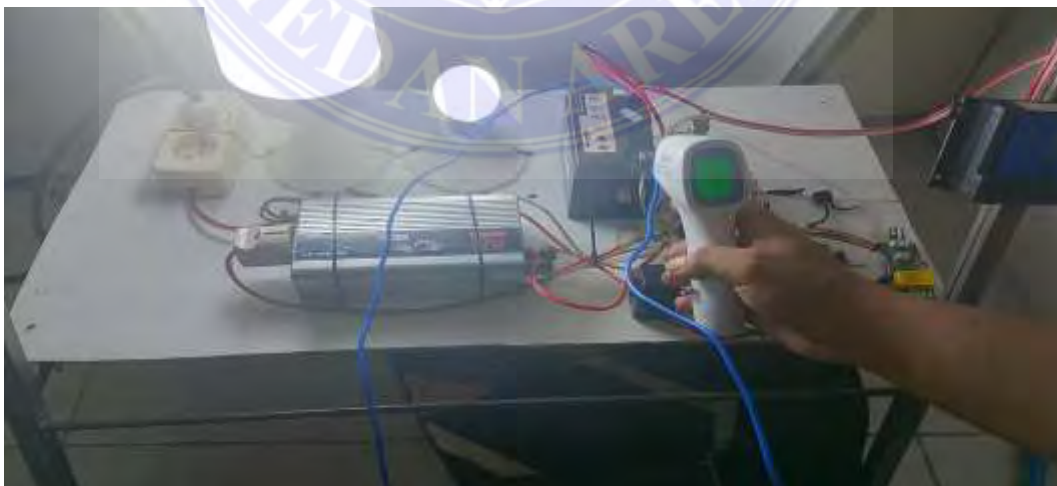
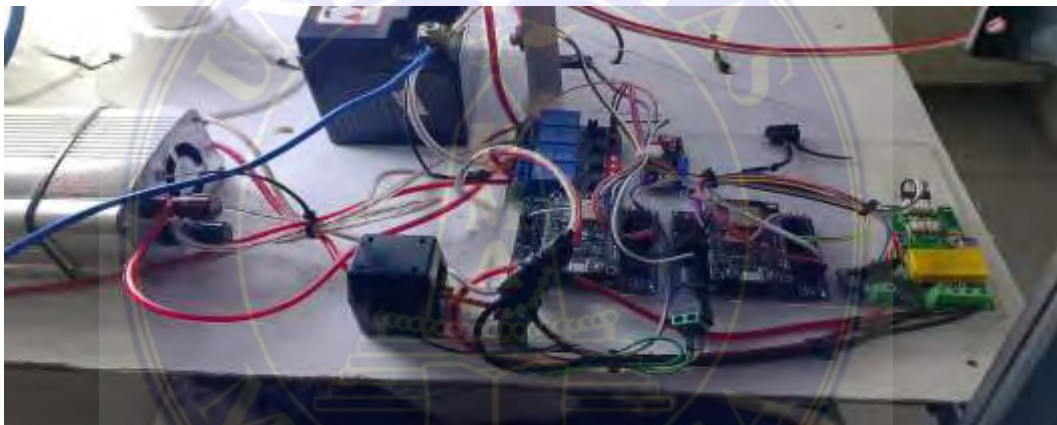
Sibuea, S., Setiadi, D., Widodo, Y. B., & Saputra, L. H. A. (2022). Rancang Bangun Alat Pelipat Pakaian Otomatis Menggunakan Sensor Shield Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 8(2). <https://doi.org/10.37012/jtik.v8i2.1207>

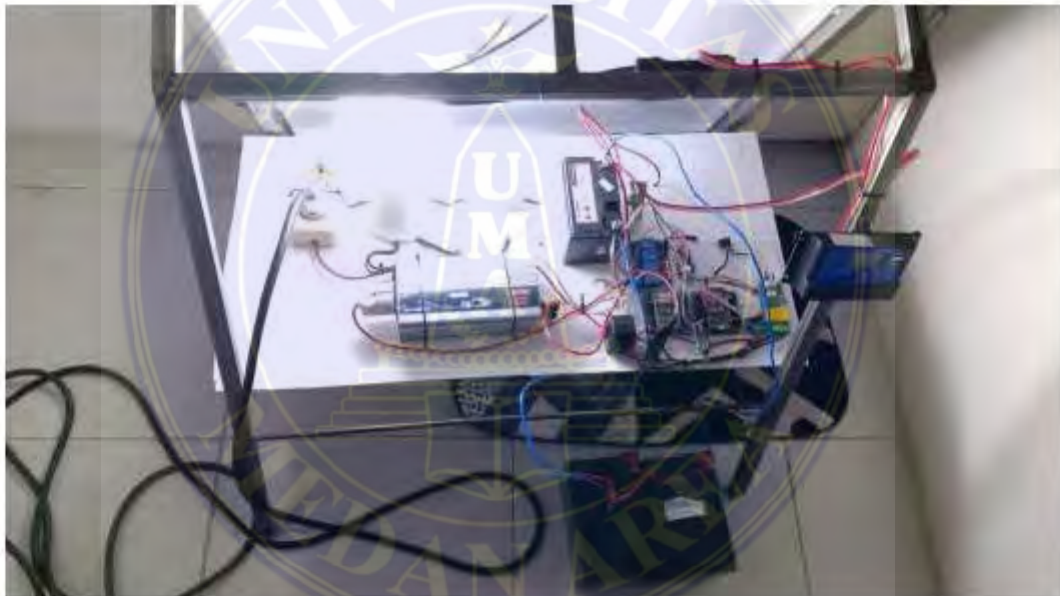
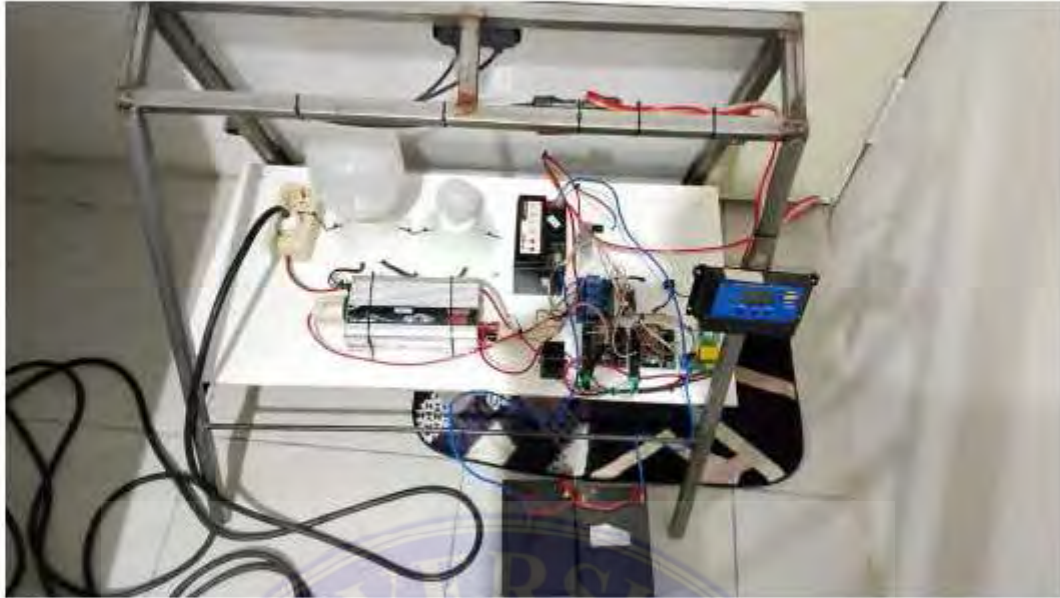
Sudin, N., Djufri, I., & Umar, M. K. G. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengontrol Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Menggunakan Smartphone. *Jurnal Ilmiah ILKOMINFO - Ilmu Komputer & Informatika*, 3(2). <https://doi.org/10.47324/ilkominfo.v3i2.102>

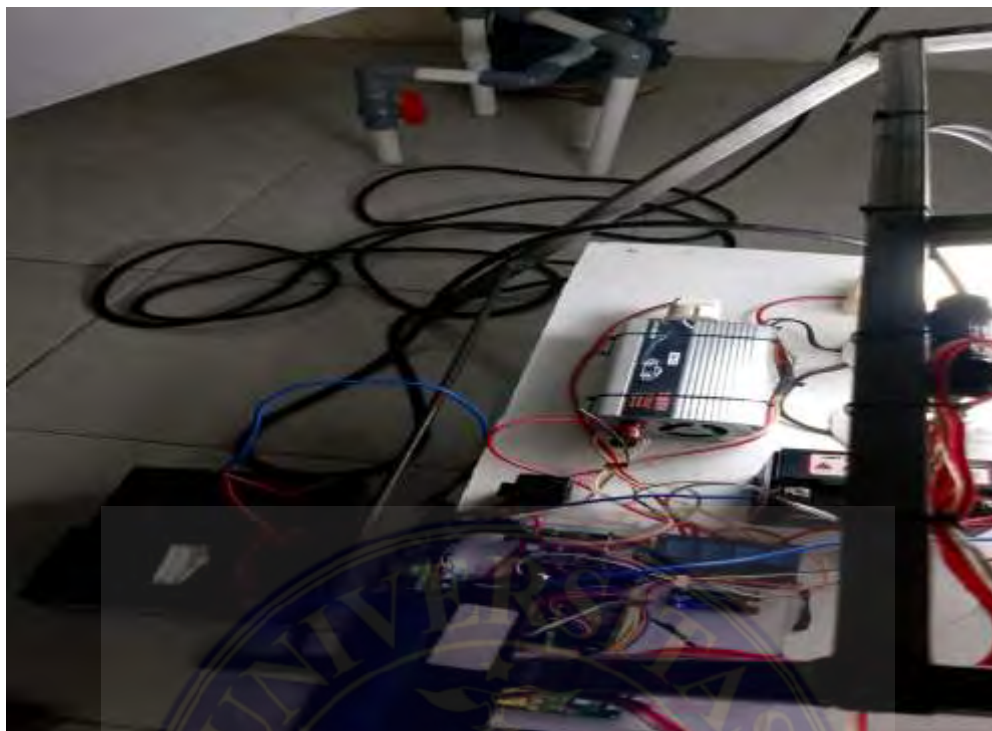
LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Alat









Lampran 2. Kodingan

Kodingan sensor suhu

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6APL_5CcM"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Pushboton"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN
"bwLSB8nGcC3m0yxnjQXHg0aCB8NYuqGe"
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Adafruit_MLX90614.h>
```

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
```

```
char ssid[] = "HIGTECH";
```

```
char pass[] = "tadik8789";
```

```
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();

BlynkTimer timer;

// === Konfigurasi ===

#define RELAY_PIN D3

float batasSuhu = 60.0; // batas suhu cutoff

void kirimDataKeBlynk() {

    float suhuObjek = mlx.readObjectTempC();
    float suhuSekitar = mlx.readAmbientTempC();

    Serial.print("Suhu Objek: ");
    Serial.print(suhuObjek);
    Serial.println(" °C");

    Serial.print("Suhu Sekitar: ");
    Serial.print(suhuSekitar);
    Serial.println(" °C");

    // Kirim ke Blynk

    Blynk.virtualWrite(V0, suhuObjek); // Gauge suhu objek

    Blynk.virtualWrite(V1, suhuSekitar); // Gauge suhu sekitar
```

```
// Logika relay otomatis

if (suhuObjek >= batasSuhu) {

    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);

    Blynk.virtualWrite(V2, 255);    // LED nyala

} else {

    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);

    Blynk.virtualWrite(V2, 0);    // LED mati

}

}

BLYNK_WRITE(V3) {

    digitalWrite(RELAY_PIN, param.asInt());}

void setup() {

    Serial.begin(115200);

    Wire.begin(D2, D1); // SDA, SCL untuk ESP8266

    if (!mlx.begin()) {

        Serial.println("Sensor MLX90614 tidak terdeteksi!");

        while (1);

    }

    pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
```

```
digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

timer.setInterval(1000L, kirimDataKeBlynk);

}

void loop() {

  Blynk.run();

  timer.run();

}
```

Kodingan Sensor INA 219 Dan PZEM 004T

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6KPAZ17dp"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Proteksi"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN
"xzry8JKjZadeXn90N8OvbIoLF3GHsBZR"

#include <Wire.h>

#include <Adafruit_INA219.h>

#include <PZEM004Tv30.h>

#include <SoftwareSerial.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
```

```
char ssid[] = "HIGTECH";
```

```
char pass[] = "tadik8789";
```

```
Adafruit_INA219 ina219(0x40);
```

```
#define RELAY_PIN D5
```

```
#define RELAY_PIN2 D6
```

```
float arus_DC = 3000.0;
```

```
float batas_arus_AC = 1.0;
```

```
BLYNK_WRITE(V13) {  
    digitalWrite(RELAY_PIN, param.asInt());}
```

```
BLYNK_WRITE(V14) {  
    digitalWrite(RELAY_PIN2, param.asInt());}
```

```
// Pin RX/TX ke PZEM
```

```
#define RX_PIN 3 // D7
```

```
#define TX_PIN 1 // D8
```

```
SoftwareSerial pzemSerial(RX_PIN, TX_PIN);
```

```
PZEM004Tv30 pzem(pzemSerial);
```

```
BlynkTimer timer;
```

```
void sendDataToBlynk() {
```

```
    float voltage = pzem.voltage();
```

```
    float current = pzem.current();
```

```
    float power = pzem.power();
```

```
    float frequency = pzem.frequency();
```

```
    if (!isnan(voltage)) {
```

```
        Blynk.virtualWrite(V7, voltage);
```

```
        Blynk.virtualWrite(V8, current);
```

```
        Blynk.virtualWrite(V9, power);
```

```
        Blynk.virtualWrite(V10, frequency);
```

```
        Serial.print("Tegangan: "); Serial.println(voltage);
```

```
    } else {
```

```
        Serial.println("Gagal membaca data dari PZEM");
```

```
    }
```

```
    if (current >= batas_ arus_AC)
```

```
    {
```

```

digitalWrite(RELAY_PIN2, HIGH);    // Putus arus

Blynk.virtualWrite(V12, 255);      // LED nyala di Blynk

Serial.println("Proteksi: Arus AC Melebihi Batas!");

}

else {

    Blynk.virtualWrite(V12, 0);      // LED mati

}

}

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    pzemSerial.begin(9600);
    WiFi.begin(ssid, pass);

    if (!ina219.begin()) {
        Serial.println("Gagal menemukan sensor INA219. Cek koneksi!");
        while (1) { delay(10); }
    }

    Serial.println("Sensor INA219 Siap Digunakan!");

    pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);

    pinMode(RELAY_PIN2, OUTPUT);

    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);

    digitalWrite(RELAY_PIN2, LOW);

```

```

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

timer.setInterval(1000L, sendDataToBlynk); // kirim tiap 2 detik
}

void loop() {

  Blynk.run();
  timer.run();

  // Baca data dari sensor
  float busVoltage = ina219.getBusVoltage_V();      // Tegangan beban
  float shuntVoltage = ina219.getShuntVoltage_mV() / 1000; // Tegangan
shunt (V)
  float Current = ina219.getCurrent_mA(); // Arus (mA)
  float Current_DC = Current / 1000.0;
  float Power_mW = ina219.getPower_mW();           // Daya (mW)
  float loadVoltage = busVoltage + shuntVoltage;    // Tegangan total
  float power_W = Power_mW / 1000.0;

  // Tampilkan di Serial Monitor

  Serial.print("Tegangan    Beban:    ");    Serial.print(loadVoltage);
Serial.println(" V");

  Serial.print("Arus: "); Serial.print(Current_DC); Serial.println(" A");

```

```

Serial.print("Daya: "); Serial.print(power_W); Serial.println(" W");

Serial.println("-----");

// Logika relay otomatis

if (Current_DC >= (arus_DC / 1000.0))

{

    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);    // Putus arus

    Blynk.virtualWrite(V11, 255);    // LED nyala

} else {

    Blynk.virtualWrite(V11, 0);    // LED mati

}

// Kirim ke Blynk Virtual Pins

Blynk.virtualWrite(V4, loadVoltage);

Blynk.virtualWrite(V5, Current_DC);

Blynk.virtualWrite(V6, power_W);

delay(1000);

}

```