

**PENGEMBANGAN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING
ARUS LISTRIK PADA *POWER OUTLET* BERBASIS
*INTERNET OF THINGS (IOT)***

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

RUDI ADITYA ZEIN

2109020162



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2025

**PENGEMBANGAN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING
ARUS LISTRIK PADA *POWER OUTLET* BERBASIS
*INTERNET OF THINGS (IOT)***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada
Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas
Muhammadiyah Sumatera Utara**

RUDI ADITYA ZEIN

NPM. 2109020162

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

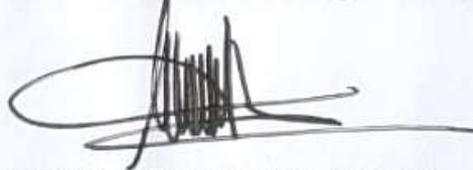
MEDAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : PENGEMBANGAN SISTEM PROTEKSI DAN
MONITORING ARUS LISTRIK PADA POWER
OUTLET BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)
Nama Mahasiswa : RUDI ADITYA ZEIN
NPM : 2109020162
Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Martiano S.Pd, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0128029302

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

PENGEMBANGAN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING
ARUS LISTRIK PADA POWER OUTLET BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT)

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 20 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Rudi Adjtya Zein

NPM. 2109020162

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rudi Aditya Zein
NPM : 2109020162
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

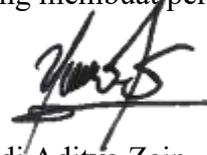
**PENGEMBANGAN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING ARUS
LISTRIK PADA POWER OUTLET BERBASIS INTERNET OF THINGS
(IOT)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 20 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Rudi Aditya Zein

NPM. 2109020162

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Rudi Aditya Zein
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 27 Februari 2002
Alamat Rumah : Jl Prof HM Yamin SH GG Obat II no.28
Telepon/ /HP : 082283293879
E-mail : zainrudi41@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SD Muhammadiyah 01 TAMAT: 2015
SMP : MTS Darul Arafah Raya TAMAT: 2018
SMK : MA Darul Arafah Raya TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi ini. Karya ilmiah ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua atas segala bentuk dukungan, baik secara moril maupun materil, yang telah diberikan selama ini. Penulis juga menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa adanya bantuan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak sejak awal perkuliahan hingga tahap akhir penulisan. Dengan penuh rasa hormat dan rendah hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Bapak Halim Maulana, S.T., M.Kom, selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.
4. Bapak Dr. Lutfi Basit, S.Sos., M.I.Kom, selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.

5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi, atas segala arahan, motivasi, dan dukungan selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Mhd. Basri, S.Si., M.Kom, selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
7. Bapak Martiano S.Pd, S.Kom, M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan berharga dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Halim Maulana, S.T., M. Kom selaku Dosen Penguji I, dan Bapak Rizaldy Khair, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Penguji II, atas waktu, saran, serta penilaiannya terhadap karya ilmiah ini.
9. Terima kasih kepada sahabat Tamam, yang selalu hadir memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini. Kehadiranmu menjadi sumber motivasi tersendiri dalam setiap langkah perjuangan ini. Terima kasih atas segala bantuan, candaan, dan waktu yang telah kita lalui bersama.
10. Segenap pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun perannya sangat berarti dalam menyelesaikan skripsi ini.

Medan, 28 Februari 2025

Penulis

Rudi Aditya Zein

PENGEMBANGAN SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING ARUS LISTRIK PADA *POWER OUTLET* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

ABSTRAK

Permasalahan umum pada instalasi listrik rumah tangga adalah tidak tersedianya sistem proteksi otomatis yang dapat merespons gangguan seperti arus berlebih, beban berlebih, dan tegangan tidak stabil. Power outlet yang digunakan secara simultan tanpa sistem pengamanan berisiko menimbulkan bahaya kebakaran dan kerusakan perangkat elektronik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem proteksi dan monitoring arus listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan fitur otomatisasi dan pemantauan real-time melalui aplikasi Blynk dan tampilan lokal LCD. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor PZEM-004T v3.0 untuk pembacaan parameter listrik (tegangan, arus, daya, energi), serta modul relay sebagai aktuator pemutus arus ketika parameter melebihi ambang batas. Sistem ini juga dilengkapi dengan proteksi berlapis, meliputi *overcurrent*, *overload*, dan *overvoltage/undervoltage*, serta indikator visual berupa LED dan buzzer. Implementasi sistem dilakukan melalui perancangan perangkat keras dan lunak yang saling terintegrasi, kemudian diuji dalam lingkungan simulasi rumah tangga. Parameter proteksi dikalibrasi sesuai standar keamanan, dan pengujian dilakukan terhadap reaksi sistem dalam kondisi abnormal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memutus arus secara otomatis dalam waktu singkat saat terjadi anomali kelistrikan, serta memberikan peringatan melalui notifikasi di aplikasi Blynk dan pesan visual di LCD. Selain itu, sistem dapat memantau data kelistrikan secara real-time dan menyajikan informasi penggunaan daya kepada pengguna, sehingga meningkatkan efisiensi energi. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem proteksi berbasis IoT dapat menjadi solusi andal untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan kemudahan pengendalian kelistrikan di lingkungan rumah tangga yang mengarah pada konsep smart home.

Kata Kunci: Proteksi Listrik, Internet of Things, ESP32, PZEM-004T, Relay, Blynk, Monitoring Energi, Smart Home, Power Outlet.

DEVELOPMENT OF AN INTERNET OF THINGS (IoT)-BASED POWER OUTLET ELECTRIC CURRENT PROTECTION AND MONITORING SYSTEM

ABSTRACT

A common issue in household electrical installations is the absence of an automatic protection system capable of responding to disturbances such as overcurrent, and unstable voltage. Power outlets that are used simultaneously without proper safety systems pose a risk of fire and damage to electronic devices. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based electrical current protection and monitoring system equipped with automation features and real-time monitoring through the Blynk application and a local LCD display. The system uses the ESP32 microcontroller as the main controller, the PZEM-004T v3.0 sensor for reading electrical parameters (voltage, current, power, and energy), and a relay module as an actuator to disconnect the power supply when parameters exceed threshold values. The system is also equipped with layered protection, including overcurrent, overload, and overvoltage/undervoltage, as well as visual indicators using LED and a buzzer. The system implementation is carried out through integrated hardware and software design and tested in a simulated household environment. Protection parameters are calibrated according to safety standards, and testing is conducted to observe the system's response under abnormal conditions. The test results show that the system can automatically cut off time when an electrical anomaly occurs, while also providing warnings through notifications on the Blynk application and visual messages on the LCD. In addition, the system is capable of monitoring electrical data in real time and presenting power usage information to users, thus enhancing energy efficiency. This research proves that an IoT-based protection system can serve as a reliable solution to improve safety, efficiency, and control of household electrical systems, supporting the concept of a smart home.

Keywords: Electrical Protection, Internet of Things, ESP32, PZEM-004T, Relay, Blynk, Energy Monitoring, Smart Home, Power Outlet.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Internet of Things	6
2.2 Sistem Proteksi	7
2.3 Sistem Monitoring	7
2.4 Blynk	8
2.5 ESP32	9
2.6 Sensor PZEM-004T v3.0	10
2.7 Relay Module 1 Channel	11
2.8 LCD I2C 20x4	12
2.9 Buzzer.....	13
2.10 LED Indikator.....	14
2.11 Power Outlet / Stopkontak.....	14
2.12 Power Adaptor USB	15
2.13 Penelitian Terdahulu	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian.....	19
3.1.1 Tempat Penelitian.....	19

3.1.2 Jadwal Penelitian	19
3.2 Metode Penelitian	20
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	20
3.4 Studi Literatur.....	21
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.6 Tahap Penelitian.....	23
3.7 Diagram Blok Perancangan Alat dan Sistem	24
3.8 Perancangan Alat	27
3.9 Perancangan Sistem.....	30
3.9.1 Alur Sistem.....	31
3.9.2 Perancangan Blynk	34
3.9.3 Perancangan Code.....	35
3.9.4 Perancangan Parameter Proteksi Listrik	36
3.9.5 Analisis Perhitungan Parameter Proteksi	38
3.9.6 Perancangan Sistem Monitoring dan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Hasil Implementasi	41
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras.....	41
4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak.....	42
4.1.3 Tampilan Antarmuka Sistem	44
4.2 Pengujian Sensor dan Sistem.....	45
4.3 Pengujian Sistem Proteksi	46
4.3.1 Pengujian Overwatt.....	47
4.3.2 Pengujian Overcurrent	48
4.3.3 Pengujian Overvoltage/Undervoltage	50
4.4 Pengujian Monitoring	53
4.4.1 Pengujian Tampilan Data pada LCD.....	53
4.4.2 Pengujian Tampilan Data pada Aplikasi Blynk.....	54
4.4.3 Validasi Akurasi Data (Sensor vs Clamp Meter).....	55
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 Analisis Hasil.....	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	19
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
Tabel 3.3 Wiring Pin pada Alat	30
Tabel 3.4 Perancangan Proteksi.....	37
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor dan Sistem.....	45
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Overwatt	47
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Overcurrent.....	49
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Over/Undervoltage (Simulasi Logika)	51
Tabel 4.5 Perbandingan antara PZEM-004T dengan Clamp Meter.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blynk.....	9
Gambar 2.2 ESP32.....	10
Gambar 2.3 Sensor PZEM-004T V3.0.....	11
Gambar 2.4 Relay Module 1 Channel.....	12
Gambar 2.5 LCD I2C 20x4.....	13
Gambar 2.6 Buzzer	13
Gambar 2.7 LED Indikator	14
Gambar 2.8 Power Outlet / Stopkontak	15
Gambar 2.9 Power Adaptor USB.....	16
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem	25
Gambar 3.3 Wiring Diagram Rancangan Alat.....	28
Gambar 3.4 Flowchart Alur Sistem	31
Gambar 3.5 Perancangan Blynk.....	35
Gambar 3.6 Contoh Kode C++ pada Arduino IDE.....	36
Gambar 4.1 Foto Perangkat fisik pada box proyek.....	42
Gambar 4.2 Screenshot Arduino IDE dengan kode berhasil di-upload	43
Gambar 4.3 Tampilan Data pada LCD	44
Gambar 4.4 Tampilan Dashboard pada Aplikasi Blynk	44
Gambar 4.5 Tampilan LCD Pengujian Overwatt.....	48
Gambar 4.6 Tampilan Blynk pada Pengujian Overwatt	48
Gambar 4.7 Tampilan LCD pada Pengujian Overcurrent.....	50
Gambar 4.8 Tampilan Blynk pada Pengujian Overcurrent.....	50
Gambar 4.9 Tampilan LCD pada Pengujian over/undervoltage	52
Gambar 4.10 Tampilan Blynk pada Pengujian over/undervoltage	52
Gambar 4.11 Tampilan LCD saat kondisi normal	53

Gambar 4.12 Tampilan LCD saat proteksi aktif	54
Gambar 4.13 Tampilan Dashboard Blynk Normal	55
Gambar 4.14 Tampilan Notifikasi Proteksi di Blynk.....	55
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan PZEM dengan Clamp Meter	54
Gambar 4.16 Perbandingan Tegangan pada PZEM dengan Clamp Meter	54
Gambar 4.17 Perbandingan Arus pada PZEM dengan Clamp Meter	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya kebutuhan energi listrik di lingkungan rumah tangga dan industri, muncul pula potensi risiko gangguan arus seperti arus berlebih, serta tegangan tidak stabil. Salah satu titik rawan terjadinya gangguan tersebut adalah pada *power outlet* yang digunakan secara simultan untuk banyak perangkat tanpa sistem proteksi yang memadai. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi teknologi yang mampu memantau sekaligus melindungi perangkat dari gangguan arus secara otomatis dan real-time (Tama & Winardi, 2022).

Sistem proteksi listrik tradisional seperti MCB atau sekering memang umum digunakan, namun tidak memiliki kemampuan untuk terhubung ke jaringan atau memberikan notifikasi langsung kepada pengguna. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi baru dengan memanfaatkan mikrokontroler dan koneksi internet untuk melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh, serta memberikan notifikasi ketika terjadi anomali arus (Kurniawan & Amirullah, 2024).

Teknologi ini telah diterapkan dalam berbagai sistem monitoring listrik berskala besar, termasuk pada mikrogrid dan sistem *smart home*. Dengan mengombinasikan sensor-sensor arus, tegangan, dan relay otomatis, IoT memungkinkan sistem proteksi merespons kondisi abnormal secara cepat dan akurat, sekaligus mencatat data untuk evaluasi penggunaan energi (Md. Ibne Joha et al., 2024).

Penelitian sebelumnya juga telah membuktikan bahwa integrasi sensor dan IoT mampu mendeteksi beban berlebih dan memutus arus secara otomatis melalui

relay digital. Sistem ini sangat bermanfaat dalam mencegah kebakaran dan kerusakan alat rumah tangga, khususnya pada colokan sambungan yang rentan terhadap beban berlebih (Rahman & Aula, 2022).

Sensor PZEM-004T merupakan salah satu sensor populer dalam sistem monitoring berbasis IoT karena mampu mengukur tegangan, arus, daya, dan faktor daya secara akurat. Sensor ini sangat cocok dikombinasikan dengan ESP32 yang memiliki konektivitas Wi-Fi serta mendukung pengiriman data secara real-time ke platform monitoring seperti Blynk (Ma'ruf et al., 2021).

Meski banyak sistem telah dikembangkan, beberapa masih memiliki keterbatasan seperti belum tersedianya pengendalian manual, kurangnya notifikasi, atau tidak responsif terhadap perubahan parameter listrik secara cepat. Hal ini menunjukkan adanya ruang untuk pengembangan sistem yang lebih adaptif dan proaktif (Wijayanto et al., 2022).

Selain itu, sistem proteksi berbasis IoT juga dapat membantu pengguna memantau pola penggunaan daya sehari-hari dan mengoptimalkan konsumsi listrik. Data real-time ini sangat berguna dalam pengambilan keputusan terkait efisiensi energi serta menjaga stabilitas instalasi listrik secara umum (Mohd & Paramytha, 2024).

Melihat fakta-fakta tersebut, pengembangan sistem proteksi dan monitoring arus listrik berbasis IoT pada *power outlet* menjadi langkah yang strategis. Dengan kemampuan untuk mendeteksi berbagai jenis gangguan serta melakukan pemutusan otomatis, sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga kenyamanan dan efisiensi penggunaan listrik di berbagai skala lingkungan.

Selain itu, keberadaan sistem seperti ini juga sejalan dengan arah perkembangan teknologi *smart home* yang mengedepankan otomatisasi dan kontrol penuh terhadap kondisi rumah. Melalui inovasi ini, pengguna diharapkan dapat memiliki sistem proteksi kelistrikan yang murah, andal, dan mudah dioperasikan secara mandiri dari perangkat ponsel pintar atau laptop.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini difokuskan untuk menjawab beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem proteksi dan monitoring arus listrik terhadap kondisi *overwatt*, *overcurrent*, serta *over/undervoltage* pada power outlet berbasis IoT?
2. Bagaimana Implementasi sistem proteksi dan monitoring arus listrik pada power outlet terhadap kondisi *overwatt*, *overcurrent*, dan *over/undervoltage* pada power outlet berbasis IoT?
3. Bagaimana akurasi penggunaan *power outlet* berbasis IoT dengan alat ukur konvensional dalam meningkatkan keselamatan dan penggunaan listrik di lingkungan rumah tangga?

1.3 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini dapat berjalan secara terarah dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, maka penulis memberikan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang hanya digunakan untuk memproteksi dan memonitoring arus listrik terhadap kondisi *overwatt*, *overcurrent*, dan *over/undervoltage* pada *power outlet* skala rumah tangga.

2. Sistem hanya bekerja berdasarkan pembacaan sensor arus (PZEM-004T) untuk mendeteksi kondisi tidak normal.
3. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke internet melalui jaringan Wi-Fi, dan tidak mendukung mode offline atau protokol komunikasi lain seperti GSM atau LoRa. Aplikasi pemantauan berbasis IoT akan dibangun menggunakan platform Blynk.
4. Aplikasi pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) dibangun menggunakan platform Blynk (versi mobile dan/atau web), yang berfungsi untuk memantau parameter listrik serta memberikan notifikasi saat kondisi abnormal terdeteksi.
5. Pengujian dilakukan dalam lingkungan terbatas/laboratorium dengan kondisi instalasi listrik sederhana, sehingga belum mencerminkan performa sistem pada instalasi listrik skala besar atau lingkungan ekstrem.
6. Sistem hanya mencakup kelebihan beban (*overload*), kelebihan arus (*overcurrent*), dan tegangan tidak stabil (*over/undervoltage*), tidak mencakup proteksi korsleting (*short circuit*) karena dinilai kurang efisien untuk diterapkan dalam skala rumah tangga.
7. Pengujian proteksi *overvoltage* dan *undervoltage* dilakukan melalui simulasi logika pada kode program, bukan dengan pengubahan tegangan secara fisik, baik dengan voltage regulator atau sejenisnya.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengembangkan sistem proteksi dan monitoring arus listrik terhadap kondisi *overwatt*, *overcurrent*, serta *over/undervoltage* pada *power outlet* berbasis IoT.

2. Mengimplementasikan sistem pemutus arus otomatis yang bekerja terhadap kondisi *overwatt*, *overcurrent*, dan *over/undervoltage* pada *power outlet* berbasis IoT.
3. Menguji akurasi sistem dalam melakukan pemantauan arus listrik dan mengukur tingkat responsif sistem dengan alat ukur konvensional terhadap kondisi tidak normal.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun yang menjadi manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Meningkatkan keselamatan pengguna terhadap risiko kelebihan beban dan arus akibat penggunaan alat elektronik berlebihan
2. Memberikan kemudahan dalam monitoring instalasi listrik rumah tangga melalui perangkat mobile secara real-time.
3. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dengan mengidentifikasi dan menonaktifkan terminal yang berpotensi membahayakan.
4. Mendukung penerapan teknologi IoT dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam sistem keamanan dan proteksi instalasi listrik rumah.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Internet of Things

Internet of Things merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui internet, memungkinkan pertukaran data dan kontrol jarak jauh. IoT bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet ke berbagai aspek kehidupan sehari-hari, seperti pengendalian peralatan elektronik di rumah atau gedung melalui jaringan komputer. Dengan memanfaatkan teknologi ini, pengguna dapat mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan dari jarak jauh melalui jaringan komputer, sehingga meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari (Efendi, 2018).

Selain pengendalian perangkat, IoT juga berperan penting dalam sistem monitoring energi listrik. Dengan mengembangkan sistem monitoring daya listrik berbasis IoT dan aplikasi mobile, pengguna dapat memantau konsumsi energi secara real-time, meningkatkan efisiensi penggunaan listrik, dan mengurangi pemborosan energi. Hal ini sangat relevan dalam konteks kebutuhan yang semakin mendesak untuk memantau dan mengoptimalkan konsumsi energi listrik di lingkungan domestik dan industri (Azizi & Veri Arinal, 2023).

Di sini dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things* (IoT) menjadi penghubung diantara kedua interaksi dengan mesin tersebut, sementara pengguna bertugas sebagai pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat yang kita dapatkan dari penggunaan *Internet of Things* (IoT) ialah pekerjaan lebih mudah dan efisien.

2.2 Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah sistem pengamanan pada peralatan listrik yang dirancang untuk melindungi dari kerusakan atau gangguan yang dapat terjadi akibat berbagai faktor seperti gangguan teknis, alam, kesalahan operasi, dan lainnya. Sistem ini berfungsi untuk mencegah atau membatasi kerusakan yang terjadi akibat gangguan, serta menjaga kelangsungan penyaluran tenaga listrik. Sistem proteksi dalam sistem tenaga listrik berfungsi sebagai mekanisme pengamanan yang mendeteksi dan mengisolasi bagian sistem yang mengalami gangguan, seperti arus lebih atau tegangan tidak stabil, guna mencegah kerusakan lebih lanjut dan memastikan kontinuitas pelayanan listrik (Syahputra, n.d., 2022).

2.3 Sistem Monitoring

Sistem monitoring energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi daya secara real-time, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, dan mendeteksi anomali yang dapat menyebabkan kerusakan atau bahaya. Dalam penelitian oleh Andrianto et al. (2024), dikembangkan platform sistem pemantauan penggunaan energi listrik menggunakan ESP32 dan Digital Power Meter (DPM) yang terhubung melalui protokol Modbus. Data arus, tegangan, dan daya dikirimkan ke platform daring, memungkinkan pemantauan energi listrik secara efisien dan akurat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat berhasil membaca dan mengirimkan data ke platform, yang kemudian menampilkan informasi tersebut dalam antarmuka web yang mudah diakses.

Penelitian lain oleh Aliansyah (2022) mengembangkan sistem monitoring daya listrik menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T. Sistem

ini dirancang untuk memantau penggunaan daya listrik secara real-time dan mengirimkan data ke platform daring. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memantau konsumsi daya dengan akurat dan memberikan informasi yang berguna untuk mengidentifikasi peralatan dengan konsumsi daya tinggi. Namun, tantangan utama dalam implementasi sistem ini adalah memastikan koneksi internet yang stabil untuk menjaga kontinuitas pengiriman data.

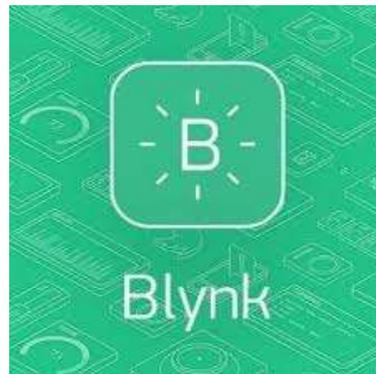
2.4 Blynk

Blynk adalah platform *Internet of Things* (IoT) berbasis cloud yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan antarmuka aplikasi seluler dan web guna mengendalikan serta memantau perangkat mikrokontroler seperti ESP32. Dengan pendekatan *low-code*, Blynk memudahkan integrasi perangkat keras dengan layanan cloud, memungkinkan pengembangan aplikasi IoT yang cepat dan efisien tanpa memerlukan pemrograman yang kompleks. Platform ini menyediakan berbagai fitur, termasuk dashboard yang dapat disesuaikan, notifikasi, dan kemampuan untuk mengelola banyak perangkat secara bersamaan, menjadikannya solusi ideal untuk proyek-proyek IoT skala kecil hingga besar.

Dalam implementasinya, Blynk telah digunakan dalam berbagai proyek monitoring lingkungan berbasis IoT. Misalnya, penelitian oleh Pal (2024) mengembangkan sistem monitoring kualitas udara berbasis ESP32 yang mengintegrasikan sensor MQ135 dan mengirimkan data real-time ke aplikasi Blynk untuk dipantau pengguna. Data yang dikumpulkan berupa suhu, kelembaban, dan konsentrasi gas berbahaya dapat dipantau dari jarak jauh melalui *smartphone* pengguna, menunjukkan efektivitas integrasi Blynk dalam monitoring Lingkungan, menjadikannya salah satu aplikasi monitoring paling efektif.

Adapun Fungsi Utama Blynk Yakni:

1. Menghubungkan mikrokontroler (seperti ESP32) ke internet dan aplikasi mobile/web.
2. Menyediakan dashboard visual untuk memantau sensor dan mengontrol Relay.
3. Mendukung berbagai jenis widget, seperti Gauge, Display, Notification, dan Graph.
4. Mendukung komunikasi real-time dua arah antara perangkat dan pengguna.



Gambar 2.1 Blynk

2.5 ESP32

ESP32 adalah keluarga mikrokontroler hemat biaya dan hemat energi yang mengintegrasikan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, dirancang oleh *Espressif Systems*. Chip ini dilengkapi dengan prosesor Tensilica Xtensa LX6 dual-core atau single-core, serta berbagai fitur seperti antena internal, penguat daya, penerima derau rendah, filter, dan modul manajemen daya. ESP32 dirancang untuk mendukung berbagai aplikasi *Internet of Things* (IoT) dan perangkat pintar, menawarkan fleksibilitas dan efisiensi dalam pengembangan sistem tertanam.

Dalam pengembangan proyek berbasis IoT, ESP32 menjadi pilihan utama karena dukungannya terhadap berbagai protokol komunikasi seperti Wi-Fi,

Bluetooth, dan BLE. Menurut Hübschmann (2020), platform seperti Mongoose OS bahkan menyediakan *Starter Kit* khusus untuk ESP32, memudahkan pengembang dalam membangun aplikasi IoT berbasis cloud secara cepat dan efisien. Dengan kemampuan pemrosesan data dan komunikasi yang luas, ESP32 sangat cocok diterapkan pada sistem monitoring, otomasi rumah, dan proteksi kelistrikan.



Gambar 2.2 ESP32

2.6 Sensor PZEM-004T v3.0

Sensor PZEM-004T v3.0 merupakan modul sensor yang digunakan untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, energi, frekuensi, dan faktor daya dalam jaringan AC. Sensor ini bekerja dengan menggunakan transformator arus dan rangkaian internal yang dapat mengubah data listrik menjadi sinyal digital yang bisa dikirim melalui protokol UART. Kelebihan utama dari PZEM-004T v3.0 adalah akurasinya yang tinggi, konsumsi daya yang rendah, serta kemudahan integrasi dengan berbagai mikrokontroler seperti NodeMCU dan ESP32, sehingga banyak digunakan dalam pengembangan sistem monitoring energi berbasis IoT.

Berdasarkan Penelitian dari Ratnasari et al. (2022) mengembangkan sistem monitoring daya listrik pada panel surya menggunakan sensor PZEM-004T dan

mikrokontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk memantau penggunaan daya listrik secara real-time dan mengirimkan data ke aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memantau konsumsi daya dengan akurat dan memberikan informasi yang berguna untuk mengidentifikasi peralatan dengan konsumsi daya tinggi. Namun, tantangan utama dalam implementasi sistem ini adalah memastikan koneksi internet yang stabil untuk menjaga kontinuitas pengiriman data.

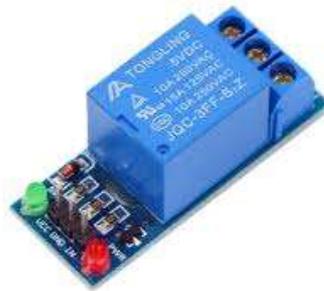


Gambar 2.3 Sensor PZEM-004T V3.0

2.7 Relay Module 1 Channel

Relay merupakan komponen elektromekanis yang berfungsi sebagai saklar untuk mengendalikan sirkuit listrik dengan menggunakan sinyal listrik berdaya rendah. Dalam konteks sistem monitoring energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT), relay digunakan untuk mengontrol aliran listrik ke beban berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Menurut penelitian oleh El-Khozondar et al. (2024), integrasi relay dengan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengendalian perangkat listrik secara real-time melalui antarmuka web, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem.

Penggunaan relay dalam sistem monitoring energi juga memungkinkan implementasi fitur otomatisasi, seperti pemutusan aliran listrik saat terjadi beban berlebih atau anomali lainnya. Proyek yang dikembangkan oleh Sabo et al. (2024) menunjukkan bahwa dengan menggabungkan modul relay dengan sensor energi listrik dan mikrokontroler ESP32, sistem dapat secara otomatis mengatur distribusi daya listrik di rumah pintar, serta menyediakan data konsumsi energi secara real-time melalui koneksi Wi-Fi.



Gambar 2.4 Relay Module 1 Channel

2.8 LCD I2C 20x4

LCD I2C 20x4 merupakan modul tampilan yang mampu menampilkan 20 karakter dalam 4 baris dan berkomunikasi menggunakan antarmuka I2C, sehingga hanya memerlukan dua pin (SDA dan SCL) untuk proses transmisi data. Dalam penelitian oleh Rizakir dan Sukarno (2024), LCD I2C digunakan sebagai antarmuka tampilan pada sistem kunci otomatis casing rokok berbasis Arduino Nano. Modul LCD ini menampilkan waktu tunggu yang harus dipenuhi pengguna sebelum casing dapat dibuka, berfungsi sebagai alat bantu visual untuk mengontrol frekuensi merokok. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memberikan informasi secara real-time dengan akurasi yang baik dan tingkat keberhasilan sistem dalam berbagai kondisi penggunaan (Rizakir & Sukarno, 2024).



Gambar 2.5 LCD I2C 20x4

2.9 Buzzer

Buzzer merupakan perangkat elektronik yang berfungsi sebagai transduser, mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Terdapat dua jenis buzzer, yaitu aktif dan pasif. Buzzer aktif menghasilkan suara ketika dialiri arus listrik tanpa memerlukan sinyal tambahan, sedangkan buzzer pasif memerlukan sinyal frekuensi tertentu untuk menghasilkan suara. Dalam penelitian oleh Yani et al. (2021), buzzer digunakan sebagai alarm pada sistem pengukur suhu tubuh berbasis Arduino Uno. Sistem ini dirancang untuk memantau suhu tubuh secara otomatis, dan buzzer akan berbunyi sebagai peringatan jika suhu melebihi batas yang telah ditentukan. Penggunaan buzzer dalam sistem ini terbukti efektif dalam memberikan peringatan dini kepada pengguna.



Gambar 2.6 Buzzer

2.10 LED Indikator

LED (Light Emitting Diode) merupakan komponen elektronik yang menghasilkan cahaya saat dialiri arus listrik, dan umum digunakan dalam berbagai sistem untuk memberikan sinyal visual kepada pengguna. Dalam sistem berbasis mikrokontroler seperti ESP32, LED indikator sering dipasang untuk menandai status operasional atau koneksi jaringan. Penggunaan LED indikator dalam sistem monitoring juga banyak diaplikasikan pada perangkat monitoring konsumsi daya listrik. LED sebagai indikator untuk menunjukkan status pengukuran energi listrik rumah tangga berbasis ESP32. LED akan menyala untuk memberikan tanda saat alat aktif membaca nilai listrik dari outlet 220V AC, sehingga pengguna dapat langsung mengetahui status sistem melalui indikator visual sederhana (Fabricio & Tri, 2021)



Gambar 2.7 LED Indikator

2.11 Power Outlet / Stopkontak

Power outlet atau stopkontak merupakan perangkat instalasi listrik yang berfungsi sebagai titik distribusi daya dari sumber utama ke berbagai peralatan elektronik. Dalam pengembangan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT), stopkontak dapat dilengkapi dengan sistem monitoring dan proteksi untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan penggunaan energi listrik. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah dengan menambahkan perangkat elektronik

seperti sensor arus dan tegangan, serta modul mikrokontroler yang terhubung ke jaringan internet, sehingga memungkinkan pemantauan konsumsi daya dan suhu terminal stopkontak secara real-time. Sistem ini dapat mendeteksi beban listrik berlebih dan kenaikan suhu yang berpotensi menyebabkan kerusakan atau kebakaran, serta memberikan notifikasi kepada pengguna untuk mengambil tindakan preventif. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pengguna terhadap konsumsi energi dan mendorong penggunaan listrik yang lebih efisien dan aman (Syarifurrahman & Abqori Aulia, 2022).



Gambar 2.8 Power Outlet / Stopkontak

2.12 Power Adaptor USB

Power adaptor merupakan komponen penting dalam sistem elektronik karena berfungsi sebagai sumber daya utama bagi perangkat seperti mikrokontroler dan sensor. Dalam pengembangan sistem proteksi dan monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT), penggunaan power adaptor menjadi pilihan yang praktis dan efisien. Salah satu jenis adaptor yang umum digunakan adalah adaptor charger ponsel, yang dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler seperti ESP32 melalui kabel USB.

Pemilihan power adaptor yang tepat sangat berpengaruh terhadap kestabilan sistem. Adaptor dengan kualitas baik biasanya telah dilengkapi dengan fitur proteksi terhadap arus berlebih (*overcurrent*) dan tegangan berlebih (*overvoltage*), sehingga mampu menjaga keamanan perangkat yang terhubung. Selain itu, ketersediaan adaptor charger di pasaran yang luas serta kemudahan dalam penggunaannya menjadikannya solusi ideal sebagai sumber daya untuk perangkat IoT. Dengan memanfaatkan power adaptor sebagai sumber utama daya, sistem dapat beroperasi dengan lebih stabil tanpa perlu rangkaian konversi tegangan tambahan. Ini juga memudahkan proses pengujian dan implementasi alat secara praktis di lingkungan rumah atau laboratorium (Putra et al., 2020)



Gambar 2.9 Power Adaptor USB

2.13 Penelitian Terdahulu

Untuk memperkuat dasar teori dan menunjukkan posisi penelitian ini sebagai pengembangan dari penelitian terdahulu, berikut disajikan beberapa studi yang relevan dalam bidang proteksi dan monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT). Perbandingan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing penelitian sebelumnya, sehingga dapat dirumuskan

kontribusi dan inovasi yang dilakukan dalam penelitian ini. Tabel berikut menyajikan ringkasan perbandingan beberapa penelitian terdahulu:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis & Judul Penelitian	Fitur Proteksi	Fitur Monitoring	Kekurangan & Kelemahan	Pengembangan pada Penelitian Ini
1	Tama & Winardi (2022) <i>Monitoring Arus Listrik dan Kontrol Circuit Breaker Berbasis IoT</i>	<i>Over current</i> (manual MCB)	Arus	Tidak otomatis, tidak ada pemantauan daya dan tegangan	Penambahan proteksi <i>overload, over/undervoltage</i> , dan pengiriman notifikasi otomatis
2	Kurniawan & Amirullah (2024) <i>Proteksi Arus Beban Lebih pada Rumah Sederhana Berbasis IoT</i>	<i>Over current</i>	Arus dan Daya	Tidak ada pemantauan energi, tidak mendeteksi tegangan tidak stabil	Sistem ini menambah proteksi tegangan tidak stabil

3	Ma'ruf et al. (2021) <i>Monitoring Tegangan, Arus, Daya Berbasis IoT</i>	Tidak ada	Tegangan, Arus, Daya, Faktor Daya	Hanya monitoring, tanpa proteksi atau pemutusan otomatis	Sistem ini mendukung proteksi otomatis dengan relay dan notifikasi
4	Rahman & Aula (2022) <i>Sistem Monitoring dan Proteksi pada Stop Kontak Berbasis IoT</i>	<i>Over current sederhana</i>	Arus	Tidak responsif, tidak ada pembacaan energi dan tegangan	Sistem ini menambahkan proteksi tegangan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sesuai perencanaan agar dapat berjalan terstruktur dan terukur. Adapun lokasi serta jadwal pelaksanaan penelitian dijabarkan sebagai berikut.

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat Penelitian dilakukan di Laboratorium FIKTI Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan lingkungan rumah sebagai tempat pengujian simulasi instalasi listrik rumah tangga.

3.1.2 Jadwal Penelitian

Proses penelitian ini membutuhkan waktu selama 6 bulan dimulai dari Januari 2025 sampai dengan Juni 2025 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan Ke					
		2	3	4	5	6	7
1	Pengajuan Judul						
2	Penulisan Bab I, II, III dan Revisi						
3	Perakitan Alat						
4	Pengujian Sistem						
5	Pengambilan Data						
6	Penulisan Bab IV dan V						

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem proteksi dan monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode ini dipilih karena penelitian ini tidak hanya fokus pada analisis data, tetapi juga menekankan pada proses pengembangan produk teknologi berupa alat proteksi listrik dan pemantauan data daya secara real-time. Produk yang dikembangkan terdiri dari perangkat keras seperti sensor arus, modul relay, dan mikrokontroler ESP32, serta perangkat lunak yang terhubung ke platform monitoring Blynk.

Dalam proses pengembangannya, penelitian ini mengadopsi model prototyping, yaitu pendekatan pengembangan sistem yang dilakukan secara bertahap dengan membangun purwarupa terlebih dahulu, kemudian dilakukan pengujian dan penyempurnaan berdasarkan hasil uji coba. Model ini dinilai paling sesuai karena memungkinkan peneliti melakukan revisi dan penyempurnaan sistem berdasarkan respon dari pengujian fungsionalitas perangkat. Siklus ini terus dilakukan hingga sistem dinilai stabil dan sesuai dengan tujuan awal.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengamatan langsung (observasi fungsional) terhadap kinerja sistem setelah perangkat dikembangkan dan dirakit. Data diperoleh secara otomatis dari pembacaan sensor PZEM-004T v3.0 yang mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya secara real-time. Seluruh hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD dan dikirim ke platform Blynk untuk dicatat dan dianalisis. Proses pengumpulan data dilakukan dengan memberikan berbagai skenario kondisi beban

listrik (normal, arus lebih, tegangan tidak stabil, dan simulasi hubungan pendek), guna mengevaluasi keakuratan pembacaan sensor dan respon proteksi otomatis oleh sistem. Data ini digunakan untuk menilai keefektifan sistem dalam mendeteksi dan merespons gangguan listrik.

3.4 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai penelitian terdahulu terkait sistem monitoring dan proteksi kelistrikan berbasis IoT, penggunaan sensor PZEM-004T, serta pemanfaatan platform Blynk dan mikrokontroler ESP32. Tujuan studi ini adalah untuk memahami pendekatan teknis, kelebihan, kekurangan, serta celah penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan dasar dalam pengembangan sistem pada penelitian ini. Hasil studi menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian fokus pada monitoring tanpa sistem proteksi otomatis yang adaptif, serta kurangnya deteksi hubungan pendek atau fluktuasi tegangan. Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan untuk menjawab kekurangan tersebut melalui integrasi proteksi berbasis parameter kelistrikan dan sistem notifikasi real-time.

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan berbagai alat dan bahan untuk merancang serta mengimplementasikan sistem proteksi dan monitoring daya listrik berbasis IoT. Perangkat keras dan lunak yang digunakan dirancang agar mampu memantau parameter kelistrikan secara real-time, mendeteksi kondisi tidak normal, serta memberikan proteksi dan notifikasi secara otomatis. Bahan dan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Alat/Bahan	Fungsi
1	ESP32 Dev Board	Mikrokontroler utama, koneksi WiFi, kontrol relay dan monitoring data
2	PZEM-004T v3.0	Sensor untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan energi listrik
3	Modul Relay 1 Channel	Untuk memutus atau menghubungkan aliran listrik ke beban
4	LCD I2C 20x4	Untuk menampilkan data tegangan, arus, daya, dan status sistem
5	LED Merah & Hijau	Indikator visual status proteksi (ON/OFF)
6	Buzzer	Alarm peringatan saat proteksi aktif
7	Power Adaptor USB	Sebagai sumber daya untuk sistem dan komponen perangkat
8	Kabel dan soket listrik	Untuk menyambungkan alat ke sumber dan beban listrik
9	Breadboard	Sebagai media penyusun rangkaian elektronik sementara
10	Kabel Jumper	Untuk penyusunan dan penyambungan komponen
11	Peralatan Lainnya	Alat bantu yang diperlukan termasuk obeng, pisau, kabel, tang potong, gunting, dan peralatan lainnya

3.6 Tahap Penelitian

Prosedur penelitian dalam pengembangan sistem proteksi dan monitoring daya listrik berbasis IoT ini meliputi beberapa tahapan yakni seperti yang di tunjukkan pada diagram alir sebagai berikut.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

Adapun penjelasan tahapan dan alur penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Tahapan Analisis dan Pengumpulan Kebutuhan

Tahap awal ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen-komponen yang dibutuhkan dalam sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Perangkat keras meliputi mikrokontroler ESP32, sensor arus PZEM-004T, relay, buzzer, LED indikator, dan LCD I2C. Sedangkan dari sisi

perangkat lunak digunakan Arduino IDE untuk pemrograman dan platform Blynk untuk monitoring.

2. Tahap Perancangan Desain dan Sistem Alat

Setelah kebutuhan ditentukan, dilakukan perancangan awal sistem yang meliputi desain rangkaian elektronik, alur kerja sistem (flowchart), dan rancangan antarmuka monitoring. Perancangan dilakukan secara sederhana terlebih dahulu untuk mempercepat proses pengujian awal.

3. Tahap Membangun Prototype

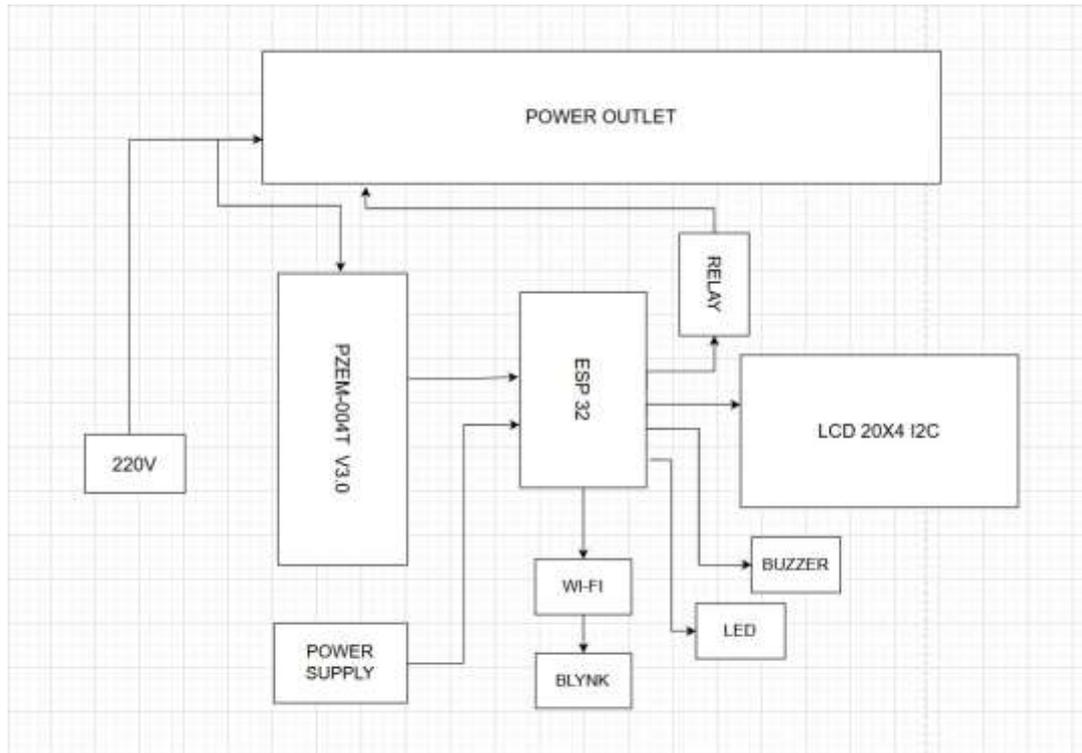
Pada tahap ini, prototype sistem dirakit dan diprogram sesuai desain awal. Sistem diuji secara fungsional untuk memastikan setiap komponen bekerja, seperti sensor mampu membaca arus, relay bisa aktif/mati sesuai kondisi, dan data bisa terkirim ke Blynk.

4. Pengujian dan Evaluasi

Prototype diuji dengan berbagai kondisi kelistrikan, seperti beban normal, arus lebih, dan tegangan tidak stabil. Hasil pengujian diamati untuk menilai respons sistem, kestabilan data monitoring, serta efektivitas proteksi. Jika ditemukan kekurangan, maka dilakukan revisi desain atau kode program.

3.7 Diagram Blok Perancangan Alat dan Sistem

Perancangan alat dilakukan untuk menggabungkan komponen perangkat keras dan perangkat lunak ke dalam satu sistem yang dapat melakukan proteksi serta monitoring parameter kelistrikan secara otomatis dan real-time. Sistem ini dirancang agar mampu memberikan peringatan saat terjadi arus berlebih, tegangan tidak stabil, atau indikasi kebocoran arus, serta mengirimkan data monitoring ke aplikasi Blynk menggunakan koneksi internet.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok pada Gambar 3.2 berikut menggambarkan alur kerja sistem secara umum dalam proyek "Pengembangan Sistem Proteksi dan Monitoring Arus Listrik pada *Power Outlet* Berbasis IoT". Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya pada *power outlet*, serta memberikan proteksi otomatis terhadap kondisi berbahaya seperti arus berlebih atau tegangan tidak stabil. Data hasil pengukuran ditampilkan secara lokal melalui LCD dan notifikasi visual maupun suara melalui LED dan buzzer. Selain itu, data juga dikirimkan ke platform Blynk melalui koneksi Wi-Fi, sehingga pengguna dapat memantau kondisi *power outlet* secara real-time melalui *smartphone*. Proses kendali utama dilakukan oleh mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor PZEM-004T, modul relay, serta antarmuka *output* lainnya. Berikut adalah penjelasan dari masing- masing blok yang terdapat dalam diagram blok :

1. 220V AC *Input*:
 - a) Sumber utama listrik yang akan dialirkan ke beban (*power outlet*).
 - b) Tegangan ini juga digunakan oleh PZEM-004T untuk pemantauan dan sebagai *input* ke *power outlet* untuk aliran listrik ke perangkat alat elektronik yang terhubung.
2. PZEM-004T V3.0:
 - a) Modul sensor yang memantau parameter listrik: tegangan (V), arus (A), daya (W), dan energi (kWh).
 - b) Data ini dikirim ke ESP32 yang akan di proses.
3. ESP32:
 - a) Mikrokontroler utama yang memproses data dari PZEM-004T.
 - b) Mengontrol relay berdasarkan parameter tertentu (misal: memutus listrik jika arus melebihi batas).
 - c) Mengirim data ke LCD 20x4 untuk ditampilkan.
 - d) Mengirimkan data secara realtime ke aplikasi Blynk melalui koneksi Wi-Fi.
 - e) Mengontrol LCD, LED, dan buzzer sebagai bentuk notifikasi.
4. Relay:
 - a) Berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan atau memutus arus pada *power outlet*.
 - b) Dikontrol oleh ESP32 berdasarkan kondisi proteksi.
5. LCD 20x4 (I2C):
 - a) Menampilkan data realtime seperti tegangan, arus, daya, dan status proteksi.

6. *Power Outlet/Stopkontak*:

- b) Sebagai wadah listrik yang digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik ke sumber daya listrik.
- c) Titik beban yang dikontrol (misalnya alat elektronik).

7. *Power Supply*:

- a) Mengubah tegangan 220V AC menjadi 5V atau 3.3V DC untuk memberi daya ke ESP32 dan komponen lainnya.

8. *LED*:

- a) Indikator visual (misalnya arus berlebih atau normal) juga berfungsi sebagai indikator visual relay (ON/OFF)

9. *Buzzer*:

- a) Alarm suara sebagai indikasi bahaya (misalnya Tegangan tidak stabil atau arus lebih).

10. *Wi-Fi dan Blynk*:

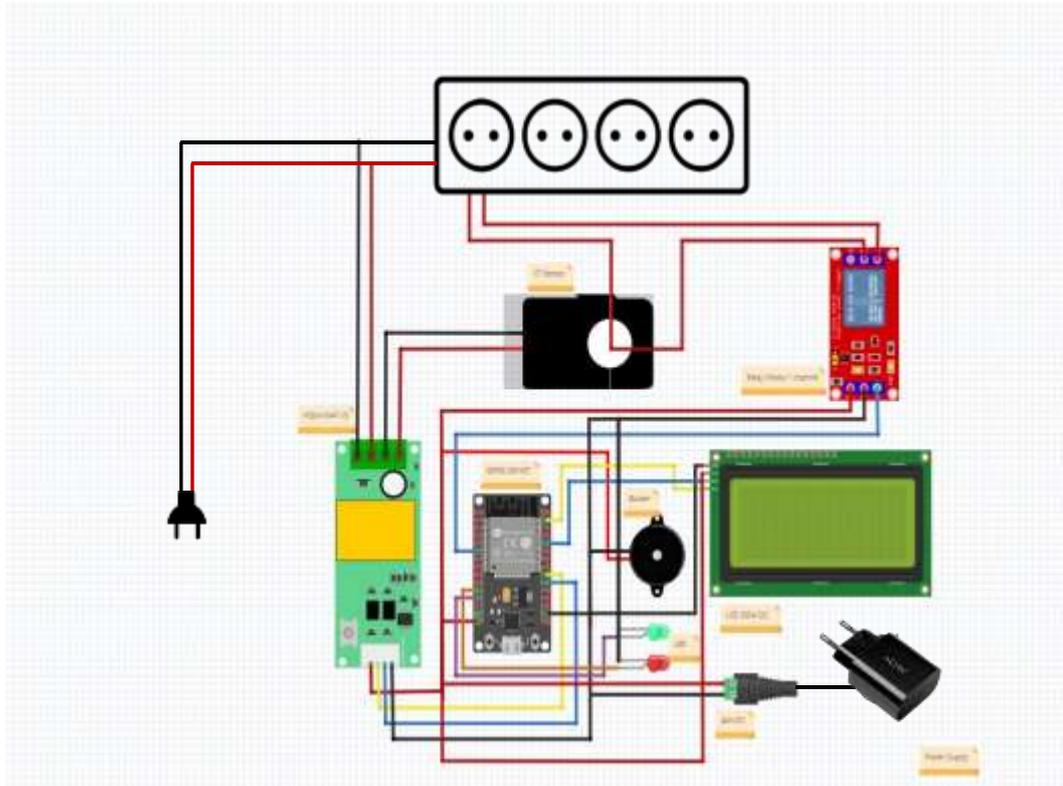
- a) Wi-Fi digunakan ESP32 untuk terhubung ke internet.
- b) Blynk menerima dan menampilkan data monitoring secara jarak jauh lewat *smartphone*.

3.8 Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan tahapan penting dalam pengembangan sistem proteksi dan monitoring arus listrik berbasis IoT. Pada tahap ini, seluruh komponen yang telah dirancang secara konseptual kemudian disusun dan dihubungkan secara fisik agar sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya.

Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor arus dan tegangan (PZEM-004T), mikrokontroler (ESP32), relay sebagai aktuator, LCD

sebagai tampilan lokal, buzzer dan LED sebagai indikator peringatan, serta koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data ke aplikasi Blynk. Setiap komponen dirangkai agar dapat saling berkomunikasi melalui sistem kelistrikan dan logika kendali yang telah ditentukan.



Gambar 3.3 Wiring Diagram Rancangan Alat

Gambar wiring diagram di atas menunjukkan hubungan antar komponen utama dalam sistem proteksi dan monitoring daya listrik berbasis IoT. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen penting, yaitu:

A. ESP32 Devkit

Sebagai otak sistem yang mengolah data dari sensor, mengontrol *output* (relay, buzzer, LED, dan LCD), serta mengirimkan data ke aplikasi Blynk melalui koneksi Wi-Fi.

B. PZEM-004T V3.0

Digunakan untuk mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya secara real-time. Modul ini terhubung ke ESP32 melalui antarmuka serial (TX dan RX), serta mendapat catu daya dari power supply.

C. CT Sensor (Current Transformer)

Sensor ini termasuk ke dalam bagian dari PZEM-004T V3.0 yang memiliki fungsi teknis spesifik yaitu menginduksi arus AC untuk dibaca oleh rangkaian PZEM. Sensor ini melilitkan salah satu kabel fase dari sumber listrik ke outlet. Berfungsi sebagai pengukur arus alternatif tambahan yang dapat digunakan untuk deteksi beban atau arus berlebih

D. Relay 1 Channel

Relay ini dikendalikan oleh ESP32 dan digunakan untuk memutus atau menyambung arus listrik ke empat lubang *power outlet*. Jika terjadi arus berlebih atau tegangan abnormal, ESP32 akan memutus relay sebagai bentuk proteksi.

E. LCD 20x4 I2C

Berfungsi untuk menampilkan informasi tegangan, arus, daya, dan status sistem secara lokal. Modul LCD dihubungkan ke ESP32 melalui pin I2C (SDA dan SCL).

F. Buzzer dan LED

Buzzer akan berbunyi sebagai alarm ketika sistem mendeteksi kondisi berbahaya (misalnya arus melebihi batas). Dua LED digunakan sebagai indikator: LED hijau menyala saat sistem dalam kondisi normal, dan LED merah menyala saat proteksi aktif.

G. Power Adaptor USB

Berfungsi untuk memberikan catu daya ke ESP32, relay, dan perangkat lainnya yang membutuhkan tegangan rendah. Power supply ini dikonversi dari sumber listrik 220V melalui adaptor USB.

Untuk memperjelas koneksi antara mikrokontroler ESP32 dan komponen eksternal yang digunakan, berikut disajikan tabel konfigurasi pin. Tabel ini memuat informasi mengenai pin-pin yang digunakan pada ESP32 dalam sistem.

Tabel 3.3 Wiring Pin pada Alat

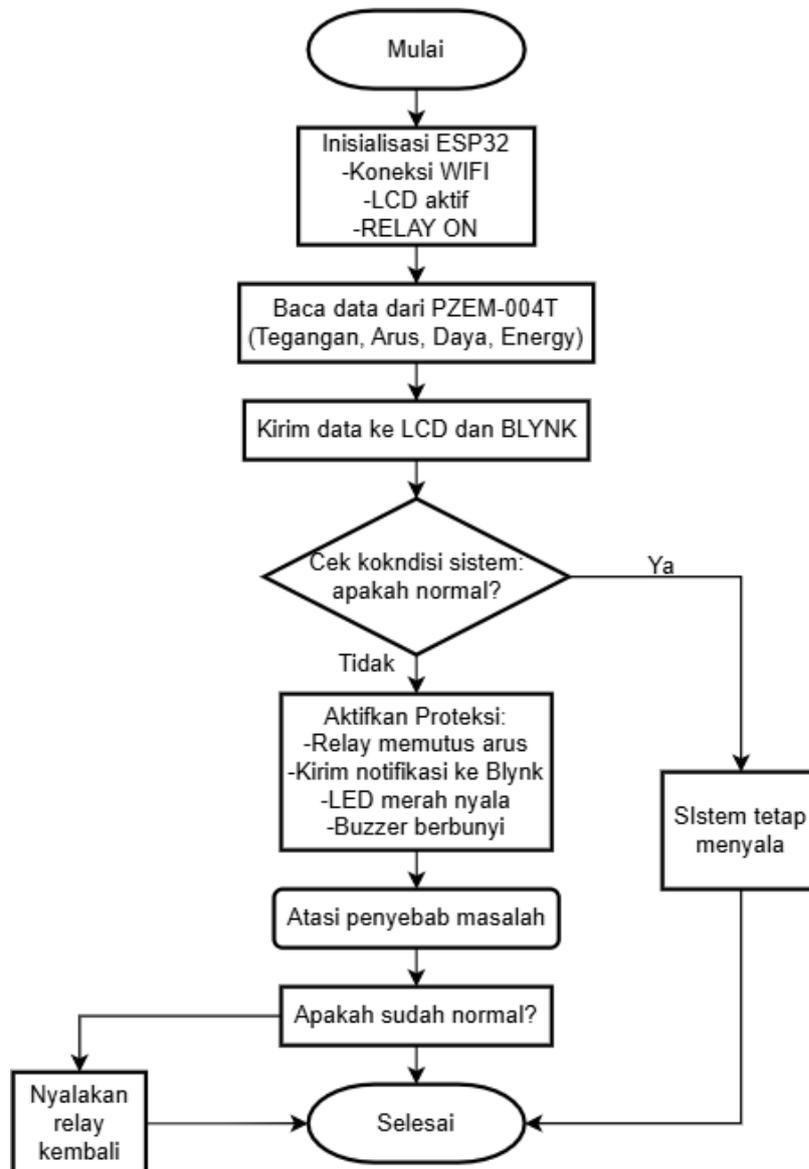
ESP32	PZEM-004T V3.0	RELAY MODULE	LCD 20x4 I2C	BUZZER	LED HIJAU	LED MERAH
VIN / 5V	VCC	VCC	VCC	-	-	-
GND	GND	GND	GND	GND	Katoda (-)	Katoda (-)
GPIO19	-	-	-	-	Anoda (+)	-
GPIO18	-	-	-	-	-	Anoda (+)
GPIO16 (RX2)	TX	-	-	-	-	-
GPIO17 (TX2)	RX	-	-	-	-	-
GPIO21	-	-	SDA	-	-	-
GPIO22	-	-	SCL	-	-	-
GPIO26	-	-	-	VCC	-	-
GPIO25	-	IN	-	-	-	-

3.9 Perancangan Sistem

Pada subbab ini dijelaskan bagaimana sistem alat bekerja secara menyeluruh, baik dari segi alur logika, penyusunan program mikrokontroler, hingga perancangan antarmuka aplikasi Blynk yang digunakan untuk pemantauan dan kontrol secara jarak jauh. Sistem ini dirancang agar dapat melakukan monitoring

arus dan tegangan listrik, memberikan proteksi otomatis saat terjadi kondisi abnormal, serta memungkinkan pengguna memantau kondisi melalui perangkat mobile.

3.9.1 Alur Sistem



Gambar 3.4 Flowchart Alur Sistem

Flowchart di atas menggambarkan alur kerja sistem proteksi dan monitoring daya listrik berbasis IoT yang dikembangkan menggunakan ESP32, sensor PZEM-004T, dan platform Blynk. Berikut penjelasan tiap tahapan dalam flowchart:

1. Mulai

Sistem dimulai saat perangkat mendapatkan suplai daya. Ini adalah titik awal seluruh proses monitoring dan proteksi.

2. Inisialisasi ESP32

Pada tahap ini, ESP32 melakukan inisialisasi awal, yaitu:

- a) Menghubungkan diri ke jaringan WiFi.
- b) Mengaktifkan tampilan pada LCD 20x4.
- c) Mengaktifkan relay sehingga arus listrik dapat mengalir ke beban (sistem dalam kondisi normal awal).

3. Baca Data dari PZEM-004T

Sistem membaca data dari sensor PZEM-004T berupa:

- a) Tegangan (V)
- b) Arus (A)
- c) Daya (Watt)
- d) Energi (kWh)

Pembacaan ini dilakukan secara berkala untuk memastikan monitoring dilakukan real-time.

4. Kirim Data ke LCD dan Blynk

Data yang dibaca dari sensor kemudian dikirim untuk ditampilkan:

- a) Secara lokal pada LCD 20x4.
- b) Secara daring ke aplikasi Blynk melalui koneksi internet.

5. Cek Kondisi Sistem: Apakah Normal?

Pada titik ini, sistem melakukan evaluasi apakah nilai tegangan, arus, atau daya berada dalam batas normal. Jika semua parameter berada dalam rentang aman, maka sistem tetap menyala seperti biasa.

6. Aktifkan Proteksi (Jika Tidak Normal)

Jika sistem mendeteksi kondisi tidak normal seperti:

- a) Arus berlebih
- b) Tegangan terlalu rendah/tinggi
- c) Kelebihan beban

Maka sistem segera melakukan tindakan proteksi, yaitu:

- a) Mematikan relay agar arus ke beban terputus.
- b) Mengirim notifikasi ke Blynk agar pengguna mengetahui kondisi gangguan.
- c) Menyalakan LED merah sebagai indikator proteksi aktif.
- d) Mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan.

7. Atasi Penyebab Masalah

Setelah proteksi aktif, pengguna diharapkan memperbaiki kondisi gangguan, seperti mencabut perangkat bermasalah atau memperbaiki instalasi.

8. Apakah Sudah Normal?

Sistem akan terus memeriksa apakah kondisi kelistrikan sudah kembali dalam batas normal. Jika belum, proteksi tetap aktif.

9. Nyalakan Relay Kembali

Jika kondisi sudah kembali normal, sistem akan mengaktifkan kembali relay sehingga arus kembali mengalir ke beban.

10. Selesai

Proses monitoring kembali ke awal dan sistem siap melanjutkan pemantauan seperti biasa secara berkelanjutan.

3.9.2 Perancangan Blynk

Perancangan antarmuka aplikasi Blynk bertujuan untuk memberikan akses monitoring dan kontrol sistem secara jarak jauh melalui *smartphone*. Platform Blynk IoT dipilih karena mendukung konektivitas dengan mikrokontroler ESP32, serta menyediakan berbagai komponen visual seperti gauge, label, button, dan notifikasi yang dapat digunakan untuk menampilkan data dan mengontrol perangkat.

Dalam perancangan ini, dashboard Blynk dibangun menggunakan Blynk Console (web dashboard) dan Blynk mobile app. Antarmuka dirancang untuk menampilkan parameter-parameter kelistrikan yang diperoleh dari sensor PZEM-004T, seperti:

- a) Tegangan (V)
- b) Arus (A)
- c) Daya (W)
- d) Energi (Wh)

Selain itu, dashboard juga menampilkan status relay, indikator proteksi, serta menyediakan tombol untuk menghidupkan atau mematikan relay secara manual. Komponen notifikasi digunakan untuk memberikan peringatan kepada

pengguna jika terjadi kondisi tidak normal, seperti arus berlebih atau tegangan terlalu tinggi/rendah.

Komunikasi antara perangkat dan aplikasi Blynk dilakukan melalui jaringan internet menggunakan koneksi Wi-Fi dari ESP32. Proyek ini menggunakan auth token dan template ID dari Blynk yang dikonfigurasi dalam kode program untuk memastikan koneksi yang aman dan stabil antara perangkat keras dan platform Blynk.

Dengan adanya integrasi ini, pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara real-time kapan saja dan di mana saja, sehingga meningkatkan efektivitas dan keamanan dalam pengawasan penggunaan daya listrik.

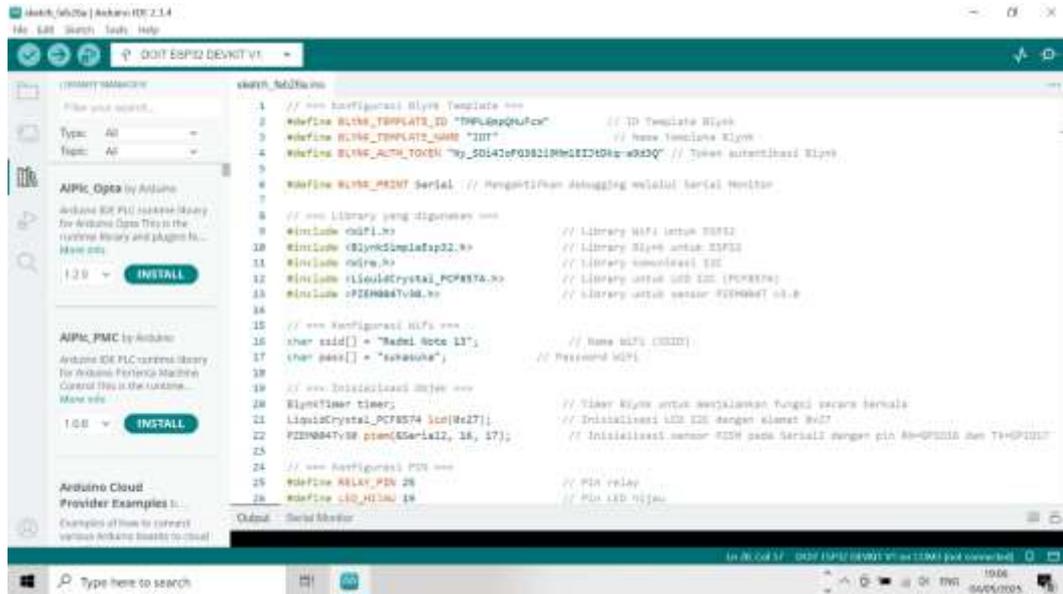


Gambar 3.5 Perancangan Blynk

3.9.3 Perancangan Code

Perancangan kode dalam sistem ini bertujuan untuk mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras dengan perangkat lunak, sehingga sistem dapat berfungsi secara otomatis dan real-time. Kode program ditulis menggunakan bahasa pemrograman Arduino C++ dan dikembangkan di *software* Arduino IDE. Beberapa pustaka (library) tambahan seperti WiFi.h, BlynkSimpleEsp32.h,

LiquidCrystal_I2C.h, dan SoftwareSerial.h digunakan untuk memudahkan komunikasi antar perangkat seperti ESP32, PZEM-004T V3.0, LCD I2C 20x4, dan platform Blynk.



```

1 // konfigurasi Blynk Template ***
2 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "D9PL8np0Ufcm" // ID Template Blynk
3 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "IOT" // Nama Template Blynk
4 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "eyJ_SDI4ZjQ3ODI1MmU4MTI5ODkz-w8XZQ" // Token autentikasi Blynk
5
6 #define BLYNK_PRINT Serial // Mengaktifkan debugging melalui Serial Monitor
7
8 // *** Library yang digunakan ***
9 #include <ESP32.h> // Library WiFi untuk ESP32
10 #include <BlynkEsp32.h> // Library Blynk untuk ESP32
11 #include <Wire.h> // Library komunikasi I2C
12 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library untuk LCD I2C (PCF8574)
13 #include <PZEM004T.h> // library untuk sensor PZEM004T v3.0
14
15 // *** Konfigurasi WiFi ***
16 char ssid[] = "Babeli Sota 11"; // Nama WiFi (SSID)
17 char pass[] = "sekusaka"; // Password WiFi
18
19 // *** Inisialisasi Blynk ***
20 BlynkTimer timer; // Timer Blynk untuk menjalankan fungsi secara berkala
21 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27); // Inisialisasi LCD I2C dengan alamat 0x27
22 PZEM004T v30 pin(5,6,12, 16, 17); // Inisialisasi sensor PZEM pada Seriali dengan pin 5=VCC, 6=TX, 12=RX, 16=VCC, 17=GND
23
24 // *** Konfigurasi PIN ***
25 #define RELAY_PIN 26 // PIN relay
26 #define LED_PIN 19 // PIN LED hijau
  
```

Gambar 3.6 Contoh Kode C++ pada Arduino IDE

3.9.4 Perancangan Parameter Proteksi Listrik

Perancangan sistem proteksi listrik pada alat ini dilakukan dengan menetapkan parameter-parameter batas ambang (threshold) yang akan dijadikan acuan dalam sistem otomatisasi pemutusan daya. Parameter-parameter ini meliputi arus listrik, daya beban, tegangan listrik, dan resistansi beban. Penetapan nilai threshold ini bertujuan agar sistem dapat mendeteksi kondisi abnormal seperti arus berlebih, tegangan tidak stabil, dan kelebihan beban dikarenakan penggunaan alat elektronik yang berlebihan.

Tabel 3.4 Perancangan Proteksi

Parameter Proteksi	Batas Ambang yang Ditetapkan	Keterangan
Arus Lebih (<i>Overcurrent</i>)	$\geq 1,6 \text{ A}$	Berdasarkan perhitungan beban maksimum 350W pada tegangan 220V.
Beban Lebih (<i>Overload</i>)	$\geq 400 \text{ W}$	Menyesuaikan kapasitas maksimal kabel dan colokan yang digunakan.
Tegangan Tidak Stabil	$< 200 \text{ V}$ atau $> 240 \text{ V}$	Mengacu pada standar toleransi tegangan PLN (220V $\pm 10\%$).

Nilai-nilai parameter batas seperti tegangan, arus, dan daya diprogram ke dalam mikrokontroler ESP32 sebagai acuan utama dalam proses pengambilan keputusan untuk sistem proteksi. Mikrokontroler ini bekerja bersama sensor PZEM-004T yang bertugas membaca nilai-nilai aktual (real-time) dari tegangan, arus, dan daya listrik yang mengalir dalam sistem. Apabila terdeteksi adanya pelampauan ambang batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis akan mengaktifkan mekanisme perlindungan dengan memutus aliran arus melalui relay. Selain itu, sistem juga memberikan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui indikator LED yang menyala dan pengiriman notifikasi digital melalui platform Blynk yang terhubung secara nirkabel. Dengan pendekatan ini, sistem mampu

meminimalkan risiko kerusakan pada perangkat elektronik akibat kondisi kelistrikan yang tidak stabil.

3.9.5 Analisis Perhitungan Parameter Proteksi

Penentuan nilai ambang batas pada sistem proteksi listrik dilakukan dengan menggunakan prinsip dasar kelistrikan. Analisis perhitungan ini digunakan untuk mendapatkan nilai ideal dari parameter yang akan dijadikan acuan proteksi.

Berikut ini beberapa perhitungan yang digunakan dalam menetapkan nilai ambang batas:

1. Perhitungan Arus Maksimum (*Overcurrent*)

$$I = \frac{P}{V} = \frac{350W}{220V} = 1,59A \dots \dots \dots (3.1)$$

Dari perhitungan di atas diperoleh arus sebesar 1,59 ampere. Nilai ini merupakan arus maksimum yang diperkirakan mengalir pada saat beban 350 watt digunakan. Karena nilai ini masih dalam batas aman, sistem tidak akan memutus arus. Sebagai langkah antisipasi, batas proteksi arus ditetapkan pada 1,6 ampere, sehingga apabila arus melebihi nilai tersebut, sistem akan bekerja dan memutus aliran listrik.

2. Perhitungan Batas Daya Maksimum (*Overload*)

Sistem ini juga dilengkapi dengan proteksi terhadap daya berlebih (*overload*). Daya maksimum dari beban yang digunakan diasumsikan sebesar 350 watt, namun untuk keamanan ditambahkan margin hingga 400 watt.

$$P_{\max} 400W \dots \dots \dots (3.2)$$

Jika total daya dari peralatan yang terhubung melebihi nilai tersebut, sistem

akan secara otomatis memutus aliran listrik. Hal ini untuk mencegah pemanasan berlebih pada kabel atau konektor colokan sambung.

3. Perhitungan Tegangan Aman (*Over/Undervoltage*)

Tegangan standar PLN adalah 220 volt, dengan toleransi $\pm 10\%$. Maka rentang tegangan yang masih dianggap aman adalah:

$$V_{min} = 220 - (10\% \times 220) = 220 - 22 = 200V \dots\dots\dots(3.3)$$

$$V_{max} = 220 + (10\% \times 220) = 220 + 22 = 240V \dots\dots\dots(3.4)$$

3.9.6 Perancangan Sistem Monitoring dan

Perancangan sistem monitoring pada alat ini bertujuan untuk memberikan informasi kondisi kelistrikan secara real-time kepada pengguna melalui dua media, yaitu tampilan lokal menggunakan LCD I2C 20x4 dan tampilan jarak jauh melalui platform Blynk berbasis *Internet of Things* (IoT).

A. Monitoring Lokal dengan LCD I2C 20x4

LCD berfungsi sebagai antarmuka langsung yang menampilkan data listrik yang terbaca oleh sensor PZEM-004T. Informasi yang ditampilkan meliputi tegangan dalam volt, arus dalam ampere, daya dalam watt, dan energi dalam kilowatt-jam. Tampilan ini diperbarui secara berkala oleh mikrokontroler ESP32 untuk memastikan data yang ditampilkan selalu akurat dan aktual.

B. Monitoring Jarak Jauh melalui Aplikasi Blynk

Sistem monitoring jarak jauh dilakukan melalui integrasi dengan aplikasi Blynk. Mikrokontroler ESP32 mengirimkan data sensor ke server Blynk melalui koneksi Wi-Fi, kemudian ditampilkan dalam bentuk antarmuka grafis di aplikasi mobile atau web. Aplikasi ini tidak hanya menampilkan parameter listrik, tetapi juga memberikan notifikasi secara otomatis jika

terjadi gangguan seperti arus berlebih, atau tegangan tidak stabil. Selain itu, pengguna juga dapat memantau dan mengontrol sistem dari mana saja menggunakan smartphone.

C. Pengujian Perbandingan Nilai dengan Alat Ukur Konvensional

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan akurasi pembacaan parameter listrik antara sistem yang dikembangkan dengan alat ukur konvensional, dalam hal ini clamp meter. Parameter yang dibandingkan meliputi tegangan (volt), arus (ampere), dan daya (watt). Pengujian dilakukan dengan cara mencatat hasil pengukuran dari sistem IoT (melalui LCD dan/atau Blynk) dan hasil pembacaan langsung dari clamp meter secara bersamaan saat beban dihubungkan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa akurat sistem dalam memantau parameter kelistrikan dan memastikan bahwa pembacaan data oleh sensor (PZEM-004T V3.0) mendekati nilai aktual yang ditunjukkan oleh alat ukur konvensional. Data hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik selisih, serta dihitung nilai persentase error untuk masing-masing parameter.

Dengan menggabungkan kedua jenis monitoring ini, sistem memberikan kemudahan dalam pengawasan kondisi listrik baik secara langsung di lokasi maupun secara jarak jauh, sehingga meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna dalam mengelola instalasi listrik rumah tangga.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi

Hasil implementasi dari perancangan sistem proteksi dan monitoring arus listrik pada power outlet berbasis *Internet of Things* (IoT) dilakukan dengan menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak sehingga membentuk satu kesatuan sistem yang dapat bekerja sesuai tujuan. Implementasi ini meliputi perakitan komponen, instalasi program pada mikrokontroler ESP32, dan integrasi dengan platform Blynk.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras dirakit pada sebuah box proyek dengan dimensi yang telah disesuaikan sedemikian rupa, agar seluruh komponen elektronik dapat dipasang dengan rapi, aman, dan mudah diakses saat proses perawatan maupun pengujian. Box ini dirancang agar mampu menampung seluruh modul dan sensor tanpa menimbulkan gangguan antar komponen. Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi:

1. ESP32 sebagai pengendali utama.
2. Sensor PZEM-004T untuk membaca tegangan, arus, dan daya.
3. Modul relay 1 channel sebagai pengendali pemutusan arus.
4. LCD I2C 20x4 untuk menampilkan informasi secara real-time.
5. LED indikator (hijau untuk normal, merah untuk proteksi).
6. Buzzer sebagai alarm peringatan.



Gambar 4.1 Foto Perangkat fisik pada box proyek

Rangkaian disusun sesuai diagram blok dan wiring yang telah direncanakan pada Bab III. Setiap komponen dihubungkan ke ESP32 menggunakan jumper wire dengan jalur terorganisir agar menghindari *short circuit*.

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada sistem ini dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program dirancang untuk mengatur seluruh fungsi kontrol dan monitoring pada sistem proteksi daya listrik berbasis IoT. Adapun fitur utama dari perangkat lunak ini mencakup:

1. Pembacaan data sensor

Mengambil data real-time dari sensor PZEM-004T yang meliputi tegangan, arus, daya, dan energi listrik.

2. Pemrosesan logika proteksi

Menganalisis data sensor untuk mendeteksi kondisi tidak normal seperti

4.1.3 Tampilan Antarmuka Sistem

Antarmuka sistem dirancang untuk memberikan informasi secara real-time kepada pengguna, baik secara lokal melalui layar LCD maupun jarak jauh melalui platform IoT Blynk. Terdapat dua media utama dalam tampilan antarmuka sistem ini:

1. LCD menampilkan tegangan (V), arus (A), daya (W), energi(kWh) dan status proteksi (Normal/Proteksi Aktif).
2. Blynk menampilkan data secara real-time melalui dashboard web dan mobile. Terdapat widget gauge untuk tegangan, arus, dan daya, serta notifikasi ketika proteksi aktif.



Gambar 4.3 Tampilan Data pada LCD



Gambar 4.4 Tampilan Dashboard pada Aplikasi Blynk

4.2 Pengujian Sensor dan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen dalam sistem proteksi dan monitoring arus listrik dapat berfungsi sesuai dengan perancangan sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut. Proses pengujian dilakukan pada setiap perangkat keras dan integrasinya dengan perangkat lunak. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor dan Sistem

No	Perangkat	Proses	Hasil	
			Berhasil	Gagal
1	ESP32	Terhubung dengan WiFi	✓	-
		Terhubung dengan Pzem-004T	✓	-
		Terhubung dengan aplikasi Blynk	✓	-
		Menampilkan data proses di Lcd i2c	✓	-
		Terhubung Ke Relay	✓	-
2	PZEM-004T v3	Dapat Membaca Parameter Listrik	✓	-
3	Aplikasi Blynk	Dapat menampilkan data pengguna secara <i>real-time</i>	✓	-
		Dapat mengirim perintah penggunaan daya atau membatasi penggunaan listrik	✓	-
4	Lcd i2c	Dapat menampilkan data yang di kirimkan dari ESP32	✓	-

5	Relay	Dapat memutuskan atau menghubungkan aliran listrik ke perangkat yang terhubung ke stop kontak melalui aplikasi Blynk	✓	-
6	Buzzer	Berbunyi saat proteksi aktif	✓	-
7	LED Indikator	Hijau (normal), Merah (proteksi aktif)	✓	-

4.3 Pengujian Sistem Proteksi

Pengujian sistem proteksi dilakukan untuk memastikan bahwa alat dapat berfungsi sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi kondisi tidak normal pada arus listrik dan memberikan respons proteksi secara otomatis. Parameter proteksi yang digunakan adalah:

- A. *Overwatt* (daya berlebih): proteksi aktif jika daya > 400 W.
- B. *Overcurrent* (arus berlebih): proteksi aktif jika arus $> 1,6$ A.
- C. *Overvoltage/Undervoltage* (tegangan tidak stabil): proteksi aktif jika tegangan < 200 V atau > 240 V.

Ketika proteksi aktif, sistem akan:

1. Memutus aliran listrik melalui relay.
2. Menyalakan LED merah sebagai indikator proteksi.
3. Mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan.
4. Mengirimkan notifikasi otomatis ke aplikasi Blynk.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban pada berbagai kondisi, lalu diamati hasil respon sistem.

4.3.1 Pengujian Overwatt

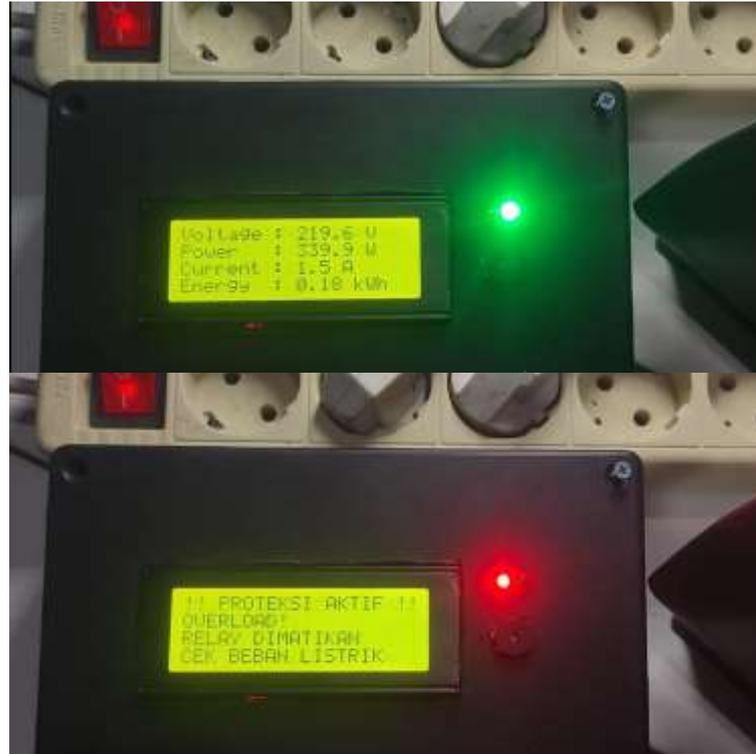
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah beban atau daya dapat memutus aliran listrik ketika daya melebihi ambang batas 400 W. Beban yang digunakan berupa kombinasi setrika dan rice cooker. Nilai tegangan, arus, dan daya diambil dari pembacaan sensor PZEM-004T yang tampil pada LCD dan dashboard Blynk.

Ketika daya melebihi 400 W, logika program memicu relay untuk OFF, LED merah menyala, buzzer berbunyi, dan notifikasi proteksi dikirimkan ke Blynk.

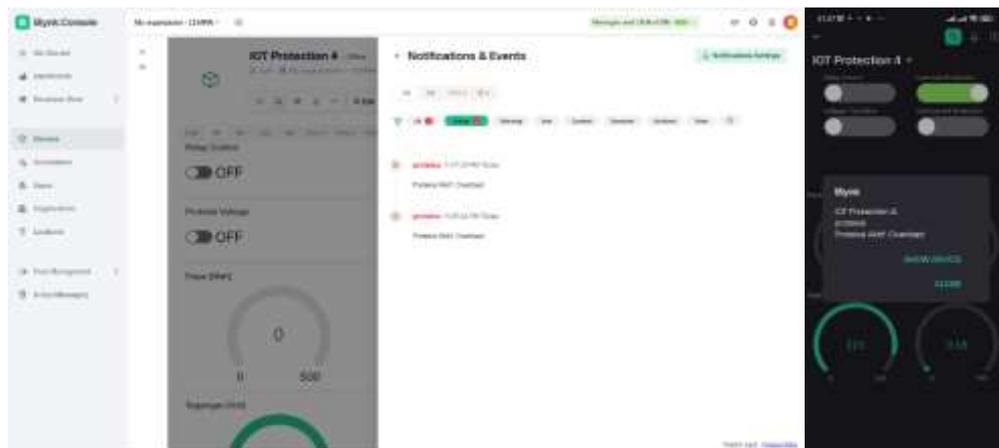
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Overwatt

No	Beban Uji	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Status Pengujian	Status Proteksi
1	Setrika	219V	1,5A	339W	(<400W) Aman	Relay ON
2	Setrika + Rice Cooker	220V	1,8A	400+W	(>400W) Bahaya	Relay OFF

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.2, terlihat bahwa ketika Saat beban hanya menggunakan setrika dengan daya sekitar 339 W, sistem tetap dalam kondisi aman dan relay tetap aktif (ON). Namun, ketika beban ditambah dengan rice cooker hingga total daya melebihi ambang batas 400 W sistem memutus arus listrik secara otomatis. Waktu respon sistem kurang dari 1 detik setelah mendeteksi kondisi berlebih. LED merah menyala, buzzer berbunyi, dan aplikasi Blynk memberikan notifikasi proteksi. Hal ini menunjukkan bahwa fitur proteksi *overwatt* berfungsi dengan baik dan sesuai dengan logika pemrograman.



Gambar 4.5 Tampilan LCD Pengujian Overwatt



Gambar 4.6 Tampilan Blynk pada Pengujian Overwatt

4.3.2 Pengujian Overcurrent

Pengujian proteksi terhadap arus berlebih yang dilakukan dengan memberikan beban listrik secara bertahap hingga arus melampaui ambang batas

yang telah ditentukan, yaitu 1,6 A. Kombinasi beban yang digunakan dalam pengujian ini adalah rice cooker dan setrika.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Overcurrent

No	Beban Uji	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Status Pengujian	Status Proteksi
1	Rice Cooker	224	0,3	76	(<1,6) Aman	Relay ON
2	Rice Cooker + Setrika	224	1.6+	425	(>1,6) Bahaya	Relay OFF

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.3, terlihat bahwa sistem berhasil mendeteksi arus berlebih dan memberikan respon proteksi secara cepat. Ketika arus masih di bawah batas 1,6 A, sistem bekerja normal dan relay tetap aktif. Namun, saat kombinasi beban menghasilkan arus melebihi batas tersebut, sistem secara otomatis bekerja cepat dengan menonaktifkan relay, buzzer berbunyi, LED merah menyala, dan notifikasi proteksi terkirim ke Blynk. Hal ini menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T mampu mendeteksi lonjakan arus secara real-time dan memicu aksi proteksi sesuai rancangan.



Gambar 4.7 Tampilan LCD pada Pengujian Overcurrent



Gambar 4.8 Tampilan Blynk pada Pengujian Overcurrent

4.3.3 Pengujian Overvoltage/Undervoltage

Pengujian proteksi terhadap tegangan tidak stabil bertujuan untuk mengetahui apakah sistem mampu merespons ketika terjadi kenaikan atau penurunan tegangan di luar batas normal. Dalam implementasi sistem, batas tegangan aman ditetapkan antara 200 V hingga 240 V.

Namun, karena tidak tersedia voltage regulator atau alat pengubah tegangan AC secara langsung, maka pengujian dilakukan dengan mengubah batas logika minimum dan maksimum tegangan pada program. Cara ini memungkinkan sistem untuk "merasakan" kondisi *overvoltage* atau *undervoltage* meskipun tegangan asli dari PLN tetap berada pada kisaran normal (yakni sekitar 219–224 V).

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Over/Undervoltage (Simulasi Logika)

No	Skenario Uji	Tegangan Terbaca (V)	Arus (A)	Daya (W)	Status Pengujian	Status Proteksi
1	Tegangan Normal	223	2,05	391	Dalam batas normal	Relay ON
2	Simulasi <i>Overvoltage</i> (> Max)	224	2,21	485	Batas atas diset di bawah 224 V → Trigger	Relay OFF
3	Simulasi <i>Undervoltage</i> (< Min)	221	1,90	420	Batas bawah diset di atas 221 V → Trigger	Relay OFF

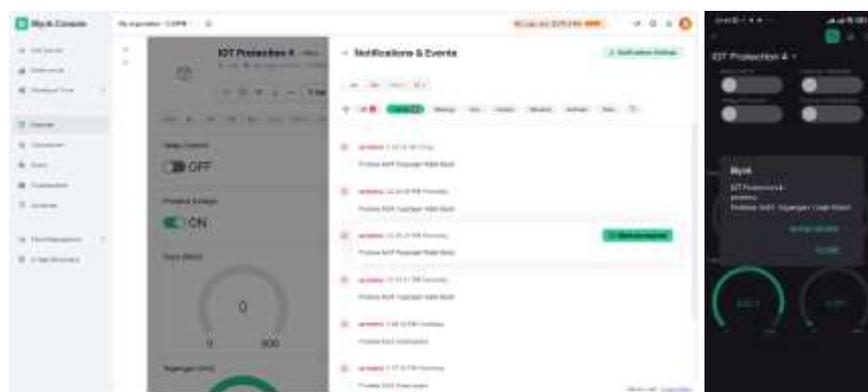
Meskipun tegangan dari sumber listrik tetap stabil pada rentang normal, sistem berhasil memberikan respon proteksi sesuai logika yang telah diprogram. Ketika batas atas atau bawah disesuaikan agar berada dekat dengan nilai tegangan aktual, sistem mendeteksi kondisi sebagai *overvoltage* atau *undervoltage* dan

memberikan respon dengan menonaktifkan relay, buzzer berbunyi, LED merah menyala, dan notifikasi proteksi terkirim ke Blynk.

Pengujian ini menunjukkan bahwa fungsi proteksi terhadap tegangan tidak stabil telah bekerja dengan baik secara logika, dan dapat diandalkan untuk melindungi perangkat dari potensi kerusakan akibat fluktuasi tegangan, bila diterapkan dalam situasi nyata.



Gambar 4.9 Tampilan LCD pada Pengujian over/undervoltage



Gambar 4.10 Tampilan Blynk pada Pengujian over/undervoltage

4.4 Pengujian Monitoring

Pengujian sistem monitoring dilakukan untuk memastikan bahwa alat mampu menampilkan data parameter listrik (tegangan, arus, daya) secara real-time melalui LCD I2C dan platform Blynk, serta mengirimkan notifikasi saat proteksi aktif. Pengujian ini melibatkan tiga tahap:

1. Pengujian tampilan data pada LCD
2. Pengujian tampilan data pada aplikasi Blynk (mobile & web)
3. Pengujian Validasi Akurasi Data dengan alat ukur konvensional (Sensor vs Clamp Meter)

4.4.1 Pengujian Tampilan Data pada LCD

LCD I2C 20x4 diharapkan menampilkan data tegangan (V), arus (A), daya (W), dan status proteksi. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban normal dan memantau tampilan LCD.

LCD menampilkan informasi secara real-time dengan pembaruan cepat (<1 detik). Status proteksi berubah menjadi NORMAL saat kondisi aman, dan PROTEKSI AKTIF saat gangguan terdeteksi.



Gambar 4.11 Tampilan LCD saat kondisi normal



Gambar 4.12 Tampilan LCD saat proteksi aktif

LCD mampu menampilkan informasi sesuai parameter sistem. Perubahan status proteksi terlihat jelas, memudahkan pengguna mengetahui kondisi sistem tanpa membuka aplikasi.

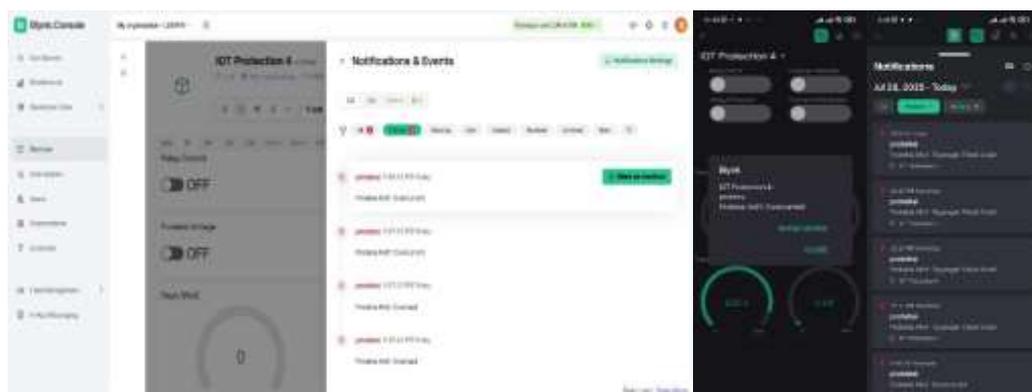
4.4.2 Pengujian Tampilan Data pada Aplikasi Blynk

Dashboard Blynk dirancang menampilkan tegangan, arus, daya, serta mengirimkan notifikasi proteksi. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban dan mengamati tampilan data serta keterlambatan pembaruan.

Data tegangan, arus, dan daya tampil real-time pada aplikasi Blynk dengan delay ± 1 detik. Widget gauge berfungsi baik, dan tombol relay control pada Blynk dapat mematikan/menghidupkan relay manual.



Gambar 4.13 Tampilan Dashboard Blynk Normal



Gambar 4.14 Tampilan Notifikasi Proteksi di Blynk

Pengujian menunjukkan bahwa Blynk mampu menampilkan data monitoring secara akurat dan mengirimkan notifikasi proteksi dengan cepat (delay ± 1 detik). Hal ini membuktikan sistem monitoring jarak jauh berjalan optimal.

4.4.3 Validasi Akurasi Data (Sensor vs Clamp Meter)

Pengujian ini dilakukan untuk memvalidasi tingkat akurasi pembacaan sensor PZEM-004T dengan membandingkannya terhadap alat ukur konvensional/eksternal, yaitu clamp meter digital sebagai alat ukur referensi. Pengujian difokuskan pada tiga parameter utama yaitu tegangan (volt), arus (ampere), dan daya (watt).

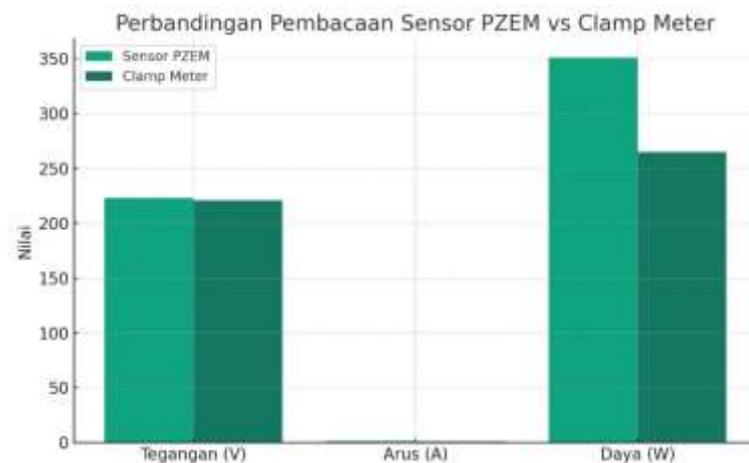
Pengujian ini dilakukan dalam kondisi beban aktif menggunakan alat elektronik berupa setrika, agar arus dan daya yang terbaca cukup tinggi untuk validasi akurasi sensor.

Karena clamp meter tidak menampilkan nilai daya secara langsung, maka daya dihitung secara manual menggunakan rumus dasar:

$$P = V \times I \dots \dots \dots (3.4)$$

Tabel 4.5 Perbandingan antara PZEM-004T dengan Clamp Meter

No	Parameter	Sensor PZEM	Clamp Meter	Selisih
1	Tegangan	223 V	221 V	+2 V
2	Arus	1.6 A	1.2 A	+0.4 A
3	Daya	351 W	265 W	+86 W



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan PZEM dengan Clamp Meter

Dari data perbandingan:

A. Tegangan:

a) PZEM: 223 V

b) Clamp Meter: 221 V

c) Selisih: 2 V

d) Akurasi tegangan = $(221 / 223) \times 100\% \approx 99,1\%$

B. Daya:

a) PZEM: 1,6 A

b) Clamp Meter: 1.2 A

c) Selisih: 0,4 A

d) Akurasi tegangan = $(1,2 / 1,6) \times 100\% \approx 75\%$

C. Daya:

a) PZEM: 351 W

b) Hasil hitung clamp meter: 265 W

c) Selisih: 86 W

d) Akurasi daya = $(265 / 351) \times 100\% \approx 75,5\%$

Berdasarkan data perbandingan pada tersebut menunjukkan hasil perbandingan antara sensor PZEM-004T dengan clamp meter digital pada parameter tegangan, arus, dan daya. Analisis dari hasil pengujian adalah sebagai berikut:

A. Tegangan

Pembacaan tegangan oleh sensor PZEM adalah sebesar 223 volt, sedangkan clamp meter menunjukkan nilai sebesar 221 volt. Selisih sebesar 2 volt ini masih berada dalam batas toleransi pengukuran dan tidak berdampak signifikan terhadap fungsi sistem. Perbedaan dapat disebabkan oleh akurasi alat ukur serta kondisi beban saat pengujian.

B. Arus

Sensor PZEM mencatat arus sebesar 1,6 ampere, sementara clamp meter

menunjukkan 1,2 ampere. Selisih sebesar 0,4 ampere ini menunjukkan adanya perbedaan pembacaan antara kedua alat. Faktor penyebabnya antara lain sensitivitas alat, kualitas sensor arus, serta waktu respon terhadap perubahan beban.

C. Daya

Nilai daya yang ditampilkan oleh sensor PZEM adalah sebesar 351 watt. Sementara itu, daya berdasarkan perhitungan manual dari clamp meter ($P = V \times I$) dengan tegangan 221 volt dan arus 1,2 ampere menghasilkan nilai sebesar 265 watt. Selisih sebesar 86 watt ini merupakan akumulasi dari perbedaan pembacaan tegangan dan arus di masing-masing alat ukur. Namun nilai tersebut masih bisa dimaklumi dalam pengujian sistem monitoring rumahan non-industri.

Perbedaan antara kedua alat ukur ini dapat disebabkan oleh perbedaan metode pengukuran, sensitivitas sensor, serta adanya toleransi alat. Secara umum, pembacaan sensor PZEM-004T menunjukkan nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan clamp meter, namun masih dalam batas wajar untuk aplikasi monitoring dan proteksi.

Meskipun terdapat selisih pada hasil pembacaan sensor PZEM-004T dan clamp meter, sistem masih dapat memberikan data monitoring yang konsisten dan real-time. Untuk tujuan proteksi dan monitoring pada proyek ini, tingkat akurasi PZEM-004T masih dapat diterima, terutama karena sensor mampu mendeteksi perubahan nilai secara responsif.



Gambar 4.16 Perbandingan Tegangan pada PZEM dengan Clamp Meter



Gambar 4.17 Perbandingan Arus pada PZEM dengan Clamp Meter

BAB V

PENUTUP

5.1 Analisis Hasil

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, terdapat beberapa poin penting yang dapat disimpulkan sebagaimana dijelaskan berikut ini:

1. Kinerja Sistem Proteksi

Sistem proteksi yang dirancang mampu bekerja sesuai parameter yang ditetapkan. Saat terjadi kondisi abnormal seperti daya berlebih (*overwatt*), arus berlebih (*overcurrent*), dan tegangan tidak stabil (*overvoltage/undervoltage*) sistem memutus arus listrik melalui relay secara otomatis. Waktu respon pemutusan arus sangat cepat, yaitu kurang dari satu detik. Aktivasi buzzer dan LED merah juga berjalan normal, sehingga memberikan tanda peringatan kepada pengguna.

2. Pengiriman Notifikasi Blynk

Pada setiap pengujian proteksi, aplikasi Blynk berhasil menampilkan status proteksi secara real-time dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna dengan keterlambatan rata-rata ± 2 detik. Hal ini membuktikan bahwa konektivitas antara perangkat dan platform IoT berjalan stabil.

3. Kinerja Sistem Monitoring

Sistem monitoring melalui LCD dan aplikasi Blynk berjalan baik. LCD menampilkan data tegangan, arus, daya, dan status proteksi secara langsung. Blynk menampilkan parameter serupa dengan grafik dan widget yang memudahkan pemantauan jarak jauh.

Berdasarkan hasil analisis sistem proteksi dan monitoring berbasis IoT yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik sesuai tujuan penelitian. Kombinasi antara ESP32, sensor PZEM-004T, relay, dan platform Blynk berhasil menghasilkan sistem yang dapat diandalkan untuk penggunaan rumah tangga, baik dari sisi kecepatan proteksi maupun akurasi monitoring.

5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan fitur perhitungan biaya penggunaan listrik agar pengguna dapat memantau pengeluaran energi secara langsung.
2. Menambahkan sensor suhu untuk mendeteksi panas pada sambungan listrik, sehingga dapat mencegah potensi kebakaran.
3. Mengintegrasikan sistem dengan kontrol berbasis suara seperti Google Assistant atau Amazon Alexa untuk mendukung konsep smart home.
4. Melakukan pengujian di berbagai jenis beban dan lingkungan rumah tangga yang berbeda untuk mengukur kehandalan sistem dalam kondisi nyata.
5. Menambahkan fitur pencatatan data harian agar pengguna bisa melihat riwayat pemakaian listrik.
6. Mengembangkan desain alat agar lebih ringkas dan mudah dipasang di rumah.
7. Melakukan uji coba pada lebih banyak peralatan listrik untuk mengetahui keakuratan dan daya tahan sistem

DAFTAR PUSTAKA

- Tama, A. R., & Winardi, S. (2022). MONITORING ARUS LISTRIK DAN KONTROL CIRCUIT BREAKER UNTUK ARUS LEBIH BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*. *JURNAL TEKNOLOGI DAN ILMU KOMPUTER PRIMA (JUTIKOMP)*, 5(2), 87–93. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v5i2.3152>
- Kurniawan, A., & Amirullah Amirullah. (2024). Implementasi Sistem Proteksi Arus Beban Lebih pada Rumah Tinggal Sederhana menggunakan Internet of Things (IoT) dengan Aplikasi Blynk. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 7(2), 130–140. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v7i1.579>
- Md. Ibne Joha, Rahman, M. M., & Zubair, M. I. (2024). *IoT-Based Smart Energy Monitoring, Management, and Protection System for a Smart MicroGrid*. <https://doi.org/10.1109/icpc2t60072.2024.10474733>
- Rahman, S., & Abcory Aula. (2022). Sistem Monitoring dan Proteksi pada Stop Kontak Berbasis IoT. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 8(1), 104–104. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i1.48052>
- Amar Ma'ruf, Rangsang Purnama, & Kunto Eko Susilo. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, dan Faktor Daya Berbasis IoT. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 5(1), 81–86. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v5i1.219>
- Deni Wijayanto, Subuh Isnur Haryudo, Tri Wrahatnolo, & Nurhayati Nurhayati. (2022). Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis *Internet Of Things (IoT)* Menggunakan Aplikasi Telegram. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 11(3), 447–453. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n3.p447-453>
- Mohd, N., & None Nina Paramytha. (2024). Sistem Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis IoT. *JOURNAL ZETROEM*, 6(2), 85–90. <https://doi.org/10.36526/ztr.v6i2.3627>
- Efendi, Y. (2018). *Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile*. *JURNAL ILMIAH ILMU KOMPUTER*, 4(1), 19–26. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48>
- Azizi, D., & Veri Arinal. (2023). SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN INTERNET OF THING (IOT) BERBASIS MOBILE. *Jurnal Indonesia*, 4(3), 1808–1813. <https://doi.org/10.35870/jimik.v4i3.409>
- Syahputra, R. (n.d.). *PROTEKSI SISTEM TENAGA LISTRIK PRODI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA* 2022. <https://elektro.umy.ac.id/wp->

[content/uploads/2023/04/Ramadoni-Syahputra__Proteksi-Sistem-Tenaga-Listrik-DIKTAT.pdf](#)

- None Heri Andrianto. (2024). Platform Sistem Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Berbasis IoT. *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(2). <https://doi.org/10.31358/techne.v23i2.422>
- Pal, A. (2024, August 28). *Monitor Air Quality in Real-Time Using ESP32 and Blynk IoT Platform - CompileIoT*. CompileIoT. <https://compileiot.online/monitor-air-quality-in-real-time-using-esp32-and-blynk-iot-platform>
- Hübschmann, I. (2020, August 28). *ESP32 for IoT: A Complete Guide*. Nabto. <https://www.nabto.com/guide-to-iot-esp-32>
- Desi Arista Ratnasari, Bambang Suprianto, & Farid Baskoro. (2022). Monitoring Daya Listrik Pada Panel Surya Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram. *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.26740/inajet.v5n1.p1-10>
- El-Khozondar, H. J., Mtair, S. Y., Qoffa, K. O., Qasem, O. I., Munyarawi, A. H., Nassar, Y. F., Bayoumi, E. H. E., & Halim, A. A. E. B. A. E. (2024). A smart energy monitoring system using ESP32 microcontroller. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 9, 100666. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2024.100666>
- Sabo, A., Suleiman, H. O., Yakubu Dahiru, Jatau, N. D., Yusuf, A., & Ashaheme Temple Chikodi. (2024). Development and Implementation of an ESP32 IOT-Based Smart Grid for Enhanced Energy Efficiency and Management. *European Journal of Theoretical and Applied Sciences*, 2(3), 565–576. [https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2\(3\).43](https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2(3).43)
- Rizakir, F., & Sukarno, S. A. (2025). SISTEM KUNCI OTOMATIS PADA CASING ROKOK BERBASIS ARDUINO NANO DENGAN LCD I2C. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5661>
- Yani, A., Gunawan, I., Rafiqqa Dewi, Widodo Saputra, & Siregar, Z. A. (2021). Otomatisasi Suhu Tubuh Menggunakan Sensor Suhu dan Buzzer Berbasis Arduino Uno. *JUKI Jurnal Komputer Dan Informatika*, 3(2), 82–88. <https://doi.org/10.53842/juki.v3i2.67>
- Fabricio, J., & Tri. (2021). *Prototype of Home Power Monitoring Tool for Electrical Outlet Using ESP32*. <https://doi.org/10.1109/iciss53185.2021.9533189>

- Rahman, S., & Aula, A. (2022). Sistem Monitoring dan Proteksi pada Stop Kontak Berbasis IoT. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 8(1), 104. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i1.48052>
- Putra, G. S. A., Nabila, A., & Pulungan, A. B. (2020). Power Supply Variabel Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 139–143. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.53>

LAMPIRAN

A. Lampiran Code Program

1) Konfigurasi Blynk dan Koneksi WiFi

```
// === Konfigurasi Blynk Template ===  
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL609cbTKEf"  
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "IOT Protection"  
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "oW1Y6db9ynkQid-Nen4t0IKM2LhC0yxS"
```

```
char ssid[] = "Kinoy Punya!";  
char pass[] = "ayamgoreng123";
```

2) Library dan Inisialisasi Komponen

```
// === Library yang Dibutuhkan ===  
#include <WiFi.h>  
#include <WiFiClient.h>  
#include <BlynkSimpleEsp32.h>  
#include <PZEM004Tv30.h>  
#include <Wire.h>  
#include <LiquidCrystal_I2C.h>  
  
// === Inisialisasi PZEM, LCD, dan Blynk ===  
PZEM004Tv30 pzem(&Serial2, 16, 17);  
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
```

3. Deklarasi Pin dan Variabel

```
// === Pin yang Digunakan ===  
#define RELAY_PIN 25  
#define BUZZER_PIN 26  
#define LED_HIJAU 19  
#define LED_MERAH 18  
  
// === Variabel untuk Proteksi ===  
bool relayState = false;  
bool protectOverload = false;  
bool protectOvercurrent = false;  
bool protectVoltage = false;  
bool protectShort = false;  
bool notifEarly = false;
```

4. Batas-Batas Proteksi

```
// === Batas Proteksi ===
#define MAX_POWER      400.0
#define MAX_CURRENT    1.6
#define MAX_VOLTAGE    220.0
#define MIN_VOLTAGE    200.0
#define MIN_RESISTANCE 137.5
```

5. Fungsi Relay dan Sinkronisasi Tombol

```
// === Fungsi Relay ===
void setRelay(bool state) {
  relayState = state;
  digitalWrite(RELAY_PIN, state ? LOW : HIGH);
  digitalWrite(LED_HIJAU, state ? HIGH : LOW);
  digitalWrite(LED_MERAH, state ? LOW : HIGH);
  Blynk.virtualWrite(V0, state);
}
```

```
void updateAllButtons(bool state) {
  protectOverload = state;
  protectOvercurrent = state;
  protectVoltage = state;
  protectShort = state;
  notifEarly = state;
  relayState = state;

  Blynk.virtualWrite(V0, relayState);
  Blynk.virtualWrite(V1, protectOverload);
  Blynk.virtualWrite(V2, protectOvercurrent);
  Blynk.virtualWrite(V3, protectVoltage);
  Blynk.virtualWrite(V4, protectShort);
  Blynk.virtualWrite(V5, notifEarly);
  setRelay(state);
}
```

6) Fungsi Tampilan Status Relay pada LCD

```
void tampilRelayStatus(bool status) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("RELAY CONTROL");
  lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("STATUS : ");
  lcd.print(status ? "ON" : "OFF");
  delay(500);
}
```

7) Fungsi Tampilan Status Proteksi Overload pada LCD

```
void tampilProteksiOverload(bool status) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("OVERLOAD PROTECTION");
  lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("STATUS : ");
  lcd.print(status ? "ON" : "OFF");
  delay(500);
}
```

8) Fungsi Tampilan Status Proteksi Overcurrent pada LCD

```
void tampilProteksiOvercurrent(bool status) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("OVERCURRENT PROTECT");
  lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("STATUS : ");
  lcd.print(status ? "ON" : "OFF");
  delay(500);
}
```

9) Fungsi Tampilan Status Proteksi Voltage pada LCD

```
void tampilProteksiShort(bool status) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("SHORT PROTECTION");
  lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("STATUS : ");
  lcd.print(status ? "ON" : "OFF");
  delay(500);
}
```

10) Fungsi Buzzer

```
// === Fungsi Buzzer ===
void buzzerBeep(int duration) {
  digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
  delay(duration);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
}
```

11) Proteksi Otomatis (Overwatt, Overcurrent, dan Over/Undervoltage)

```
// === Proteksi Otomatis ===
void autoProtection() {
  float voltage = pzem.voltage();
  float current = pzem.current();
  float power = pzem.power();
  float energy = pzem.energy();
  float resistance = (current > 0) ? (voltage / current) : 9999.0;
```

12) Kirim Data ke Blynk Monitoring

```
Blynk.virtualWrite(V10, voltage);
Blynk.virtualWrite(V11, current);
Blynk.virtualWrite(V12, power);
Blynk.virtualWrite(V13, energy);
```

13) Tindakan Proteksi Overwatt dan Notifikasi

```
tampilProteksiOverload();
setRelay(false);
buzzerBeep(2000);
Blynk.logEvent("proteksi", "Proteksi Aktif: Overload");
```

14) Tindakan Proteksi Overcurrent dan Notifikasi

```
tampilProteksiOvercurrent();
setRelay(false);
buzzerBeep(2000);
Blynk.logEvent("proteksi", "Proteksi Aktif: Overcurrent");
```

15) Tindakan Proteksi Over/Undervoltage dan Notifikasi

```
tampilProteksiVoltage();
setRelay(false);
buzzerBeep(2000);
Blynk.logEvent("proteksi", "Proteksi Aktif: Tegangan Tidak Stabil");
```

16) Tampilan Monitoring LCD

```
// Tampilan Monitoring
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Voltage : ");
lcd.print(voltage, 1); lcd.print(" V  ");
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Power   : ");
lcd.print(power, 1); lcd.print(" W   ");
lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("Current : ");
lcd.print(current, 1); lcd.print(" A   ");
lcd.setCursor(0, 3); lcd.print("Energy  : ");
lcd.print(energy, 2); lcd.print(" kWh ");
```

17) Virtual Pin Blynk

```
BLYNK_WRITE(V0) { ... } // Relay
BLYNK_WRITE(V1) { ... } // Overload
BLYNK_WRITE(V2) { ... } // Overcurrent
BLYNK_WRITE(V3) { ... } // Voltage
BLYNK_WRITE(V4) { ... } // Short
BLYNK_WRITE(V5) { ... } // Notif Early Mode
```

18) Fungsi Setup

```
// === Setup ===  
void setup() {  
  Serial.begin(115200);           //  
  WiFi.begin(ssid, pass);        //  
  Serial.println("Menghubungkan ke WiFi...");  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { //  
    delay(500);  
    Serial.print(".");  
  }  
  Serial.println("\nWiFi Terhubung!");  
  Serial.print("IP Address: ");  
  Serial.println(WiFi.localIP());  
}
```

19) Fungsi LOOP dan Memulai Koneksi ke Blynk

```
Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass, "blynk.cloud", 8080);  
Wire.begin();  
lcd.init();  
lcd.backlight();  
pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);  
pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);  
pinMode(LED_HIJAU, OUTPUT);  
pinMode(LED_MERAH, OUTPUT);  
setRelay(false);  
timer.setInterval(1000L, autoProtection);  
  
updateAllButtons(false);  
}  
  
void loop() {  
  Blynk.run();  
  timer.run();  
}
```

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
2	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Student Paper	1%
3	repository.dinamika.ac.id Internet Source	1%
4	Submitted to Fakultas Teknik Student Paper	1%
5	positori.uma.ac.id Internet Source	<1%
6	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1%
7	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1%
8	Submitted to unimal Student Paper	<1%
9	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1%
10	repository.its.ac.id Internet Source	<1%

11	repository.unsimar.ac.id Internet Source	<1 %
12	123dok.com Internet Source	<1 %
13	Dedi Tri Laksono, Rien Afrianti, Mira Wellya Fatma, Maresa Prasafitri, Hamdi Alchudri. "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN ENERGI LISTRIK DENGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025 Publication	<1 %
14	Submitted to Universitas Bengkulu Student Paper	<1 %
15	www.journal.unrika.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.ustjogja.ac.id Internet Source	<1 %
17	Indriani Indriani, Nur Fatimah, Rahmania Rahmania, Adriani Adriani. "RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA PLTG MENGGUNAKAN IOT", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025 Publication	<1 %
18	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
19	doaj.org Internet Source	<1 %

20	docplayer.info Internet Source	<1%
21	repo.itera.ac.id Internet Source	<1%
22	Submitted to UNIVERSITAS BUDI LUHUR Student Paper	<1%
23	eprints.poltektegal.ac.id Internet Source	<1%
24	Submitted to Keimyung University Student Paper	<1%
25	semastek.unim.ac.id Internet Source	<1%
26	Baharuddin Baharuddin, Joni Wilson Sitopu, Muhamad Sigid Safarudin, Muh. Wahyu Suryandi Adam, Muh. Safar. "Mengenal Internet of Things (IoT): Penerapan Konsep dan Manfaatnya dalam Kehidupan Sehari-hari", Journal Of Human And Education (JAHE), 2024 Publication	<1%
27	Submitted to Universitas Islam Riau Student Paper	<1%
28	repository.unja.ac.id Internet Source	<1%
29	Submitted to Universitas Mercu Buana Student Paper	<1%
30	journal.amikindonesia.ac.id Internet Source	<1%

31	Bahrul Khoirul, Denny Irawan. "RANCANG BANGUN ALAT KINCIR AIR TAMBAK UDANG TENAGA HYBRID BERBASIS MIKRO KONTROLLER", E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika, 2025 Publication	<1 %
32	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
33	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
34	fliphtml5.com Internet Source	<1 %
35	journal.eng.unila.ac.id Internet Source	<1 %
36	journal.universitaspahlawan.ac.id Internet Source	<1 %
37	kc.umn.ac.id Internet Source	<1 %
38	repositori.umrah.ac.id Internet Source	<1 %
39	repository.uhn.ac.id Internet Source	<1 %
40	repository.uma.ac.id Internet Source	<1 %
41	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
42	Submitted to Universitas Sumatera Utara Student Paper	<1 %

43	e-journal.hamzanwadi.ac.id Internet Source	<1 %
44	ojs.unm.ac.id Internet Source	<1 %
45	Submitted to UM Surabaya Student Paper	<1 %
46	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	<1 %
47	Wahyu Firmansyah, Lukman Rosyidi, Sirojul Munir. "Utilization of the Internet of Things in Smart Garden Systems for Plant Control and Monitoring", DBESTI: Journal of Digital Business and Technology Innovation, 2025 Publication	<1 %
48	repo.darmajaya.ac.id Internet Source	<1 %
49	Submitted to Telkom University Student Paper	<1 %
50	Submitted to Universitas Pertamina Student Paper	<1 %
51	binapatria.id Internet Source	<1 %
52	core.ac.uk Internet Source	<1 %
53	ejournal.akprind.ac.id Internet Source	<1 %
54	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %

		<1 %
55	repository.um-surabaya.ac.id <small>Internet Source</small>	<1 %
56	Angger Basuki, Farizal Dwi Saputra, Didik Priantono, Bambang Purwahyudi. "Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet Of Things (IoT)", INTER TECH, 2025 <small>Publication</small>	<1 %
57	Indra Amos Rolindo Siregar. "RANCANG BANGUN PURWARUPA ZETA CONVERTER DENGAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) UNTUK OPTIMALISASI PENYERAPAN ENERGI PADA PHOTOVOLTAIC", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024 <small>Publication</small>	<1 %
58	Submitted to UIN Batusangkar <small>Student Paper</small>	<1 %
59	Submitted to andalas <small>Student Paper</small>	<1 %
60	dspace.uui.ac.id <small>Internet Source</small>	<1 %
61	ejournal2.undip.ac.id <small>Internet Source</small>	<1 %
62	eprints.uad.ac.id <small>Internet Source</small>	<1 %
63	etheses.uin-malang.ac.id <small>Internet Source</small>	<1 %

64	Alby Abdulfathah, Dian Budhi Santoso. "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Camera Tracking", Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E), 2024 Publication	<1 %
65	Ellya Nurfarida, Abidatul Izzah, Yohan Bakhtiar, Septyana Riskitasari, Fikha Rizky Aullia, Isac Ilham Habibi. "The Smart chicken coop: Automated lighting with Google Home", Community Empowerment, 2025 Publication	<1 %
66	Submitted to Universitas Merdeka Malang Student Paper	<1 %
67	tekmed.poltekkesdepkes-sby.ac.id Internet Source	<1 %
68	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
69	garuda.ristekbrin.go.id Internet Source	<1 %
70	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
71	senafti.budiluhur.ac.id Internet Source	<1 %
72	Avail Walad. "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PELAPORAN KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN CROWSOURCING BERBASIS WEB PADA PETA NAVIGASI BERLALU LINTAS",	<1 %

Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024

Publication

-
- 73** Marwondo Marwondo, Sardjono Sardjono, Michael A. Yonathan. "Automation Watering System Berbasis IoT Cerdas pada Bawang Merah", INTERNAL (Information System Journal), 2024 <1%
Publication
-
- 74** Mohammad Dahlan, Budi Cahyo Wibowo, Solekhan Solekhan, Solekhan Solekhan. "Monitoring Besaran Listrik Instalasi Menggunakan Aplikasi Android", Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 2022 <1%
Publication
-
- 75** Novri Erdani Putra, Putra Jaya. "Rancangan Bangun Sistem Otomatisasi Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Bayam Hijau berbasis Internet of Things (IoT)", TSAQOFAH, 2025 <1%
Publication
-
- 76** Puput Indrayani, Sahat Parulian Sitorus, Rahmadani Pane. "Penerapan Internet Of Things Dalam Pemisahan Telur Ayam Di Pt.Nasha Poultry Indonesia", Jurnal Minfo Polgan, 2025 <1%
Publication
-
- 77** Tianur, Hidayat Ramadhan Putra, Ramadhani Amellia. "Design of a 20 wp solar panel DC power monitoring system based on the <1%

internet of things", JTTM : Jurnal Terapan Teknik Mesin, 2023

Publication

78	Submitted to Universitas Negeri Semarang Student Paper	<1 %
79	belajarmikrokontroler2021.blogspot.com Internet Source	<1 %
80	ecampus.pelitabangsa.ac.id Internet Source	<1 %
81	electrician.unila.ac.id Internet Source	<1 %
82	openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id Internet Source	<1 %
83	semnas.iti.ac.id Internet Source	<1 %
84	www.kompas.com Internet Source	<1 %
85	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
86	www.scribd.com Internet Source	<1 %
87	Amirul Akbar Sasongko, Agus Suwardono, Elsanda Merita Indrawati, M. Dewi Manikta Puspitasari. "Rancang Bangun Alat Monitoring dan Pengatur Suhu Air berbasis IoT", Nusantara of Engineering (NOE), 2025 Publication	<1 %

88	Andian Syah Lizal, Ahmad Imam Santoso. "Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Kualitas Udara Berbasis Arduino Uno", Jurnal Minfo Polgan, 2025 Publication	<1 %
89	Diana Rahmawati, Riza Alfita, Mohammad Izhandi Ifan Nur Rohman, Rosida Vivin Nahari et al. "Rancang Bangun Trainer Mesin Cuci Dua Tabung Berbasis Arduino Nano", Energy : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik, 2024 Publication	<1 %
90	Misbah Abroruddin, Fadil Ramadhan, Ahmad Roihan. "Perancangan Sistem Pengaman Pintu Rumah menggunakan Sidik Jari berbasis Arduino", Jurnal Teknologi Informasi Indonesia (JTII), 2020 Publication	<1 %
91	Muhammad Takdir Muslihi. "Pengembangan dan Evaluasi Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis IoT dengan Sensor PZEM-004T dan ESP8266", JURNAL FASILKOM, 2025 Publication	<1 %
92	Submitted to Perguruan Tinggi Pelita Bangsa Student Paper	<1 %
93	Zoelkarnain Rinanda Tembusai, Benny Armando. "Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Hias Berbasis IoT dengan Sensor pH", Jurnal Minfo Polgan, 2024 Publication	<1 %

94	adoc.pub Internet Source	<1 %
95	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
96	ejournal.polbeng.ac.id Internet Source	<1 %
97	id.123dok.com Internet Source	<1 %
98	journal.aptii.or.id Internet Source	<1 %
99	journal.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
100	jurnal.stitek.ac.id Internet Source	<1 %
101	kerengaksih.blogspot.com Internet Source	<1 %
102	medium.com Internet Source	<1 %
103	pub.nuris.ac.id Internet Source	<1 %
104	repositori.unsil.ac.id Internet Source	<1 %
105	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
106	tendik.net Internet Source	<1 %

- | | | |
|-----|--|------|
| 107 | www.ijraset.com
Internet Source | <1 % |
| 108 | Agus Kiswantono. "KENDALI BERBASIS WEB PADA ANOMALI NEUTRAL GROUND RESISTOR (NGR)", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2024
Publication | <1 % |
| 109 | Bambang Trisno, Rendy Adiyana Budiman, Sandi Pratama, Ridwan Riswana, Tira Septiani, Resa Pramudita. "Pemberdayaan Konservasi Energi: Memanfaatkan Potensi IoT dengan NodeMCU Amica dan PZEM-004T untuk Pemantauan dan Efisiensi Energi Cerdas", TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi dan Kontrol, 2024
Publication | <1 % |
| 110 | Firly Rizakir, Setyawan Ajie Sukarno. "SISTEM KUNCI OTOMATIS PADA CASING ROKOK BERBASIS ARDUINO NANO DENGAN LCD I2C", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025
Publication | <1 % |
| 111 | Andreanata Pradifta Muksin, Budi Tjahjono. "IoT-Based Remote Electricity Control and Management Monitoring System Using Blynk Application", Global Insights in Management and Economic Research, 2025
Publication | <1 % |
| 112 | Andree Fajar Pratama, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar. "Quality of Service Packet Loss | <1 % |

Pada Sistem Home Monitoring Water Flow Berbasis Internet of Things", ELECTRON : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 2021

Publication

-
- 113** Dastin Aryo Atmanto, Rastra Wardana Nanditama, Wirmanto Suteddy, Anugrah Adiwilaga. "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Logic Mamdani", TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi dan Kontrol, 2025 <1 %
- Publication
-
- 114** Doni Azizi, Veri Arinal. "SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN INTERNET OF THING (IOT) BERBASIS MOBILE", Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi, 2023 <1 %
- Publication
-
- 115** Farid Fadlu Rahman, Rudi Susanto, Fajar Suryani. "Implementasi Smart Energy Meter dan Controlling Alat Listrik Pada Rumah Pintar Berbasis IoT", JUPITER (JURNAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO), 2024 <1 %
- Publication
-
- 116** Sabang Firdaus, Tedy Rismawan, Uray Ristian. "SISTEM MANAJEMEN PENGAIRAN PADA BUDIDAYA TANAMAN ANGGUR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2023 <1 %
- Publication
-

117 Sutono Sutono, Ahmad Nur Fajar, Ai Musrifah. <1%
"Penerapan Metodologi RAD dalam
Pembangunan Sistem Informasi Pengelolaan
Area Camp di Wisata Alam Pangsalatan
dengan Menggunakan PHP", Media Jurnal
Informatika, 2024
Publication

118 journal.untar.ac.id <1%
Internet Source

119 repository.uph.edu <1%
Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On