Sigma Teknika, Vol. 8 No.1: 070-075
Juni 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

IMPLEMENTASI SISTEM PEMBATAS DAN KONTROL BEBAN LISTRIK JARAK JAUH BERBASIS IOT

Aldo Baharudin[1)], Toni Kusuma Wijaya[2)], dan Missvamsu Algusri[3)]
[1,2)] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Riau Kepulauan
E-mail: aldobaharudin1@gmail.com[1)], tonikusuma26@yahoo.co.id [2)], malgusri75@gmail.com [3)]

ABSTRAK

Penggunaan perangkat elektronik yang semakin meningkat di rumah tinggal dapat menyebabkan risiko arus berlebih (overload), yang berpotensi merusak peralatan listrik atau memicu kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan sistem perlindungan arus berlebih berbasis Internet of Things (IoT) pada rumah tinggal. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi arus melebihi batas aman, secara otomatis memutus aliran listrik, dan mengirimkan notifikasi real-time kepada pengguna melalui aplikasi. Komponen utama sistem ini meliputi sensor arus PZEM-004T, Wemos D1 R1 sebagai unit pemrosesan data sekaligus penghubung ke platform IoT, serta modul relay untuk memutus arus secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat mendeteksi arus berlebih dengan tingkat akurasi yang tinggi dan memutus aliran listrik dalam waktu kurang dari satu detik. Dengan fitur pemantauan dan pengendalian jarak jauh, sistem ini memberikan solusi inovatif dan efisien dalam manajemen energi listrik di era digital.

Kata Kunci: perlindungan arus berlebih, Internet of Things, sensor PZEM-004T, Arduino Relay, MySQL

ABSTRACT

The increasing use of electronic devices in residential homes can lead to the risk of overcurrent (overload), which has the potential to damage electrical equipment or trigger fires. This study aims to develop and implement an Internet of Things (IoT)-based overcurrent protection system for residential homes. The system is designed to detect currents exceeding safe limits, automatically cut off the electrical flow, and send real-time notifications to users via an application. The main components of this system include the PZEM-004T current sensor, Wemos D1 R1 as the data processing unit and IoT platform connector, and a relay module to automatically cut off the current. The test results show that this system can detect overcurrent with a high level of accuracy and cut off the electrical flow in less than one second. With remote monitoring and control features, this system provides an innovative and efficient solution for electrical energy management in the digital era.

Keywords: overcurrent protection, Internet of Things, PZEM-004T sensor, Arduino Relay, MySQL

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, listrik menjadi kebutuhan pokok yang mendukung berbagai aktivitas, baik di rumah tangga, industri, maupun fasilitas umum. Peningkatan penggunaan perangkat elektronik menyebabkan konsumsi energi listrik terus bertambah. Dalam bidang kelistrikan, aspek proteksi dan kontrol beban menjadi sangat penting untuk memastikan sistem distribusi daya tetap andal dan aman. Sayangnya, banyak sistem proteksi yang masih bersifat manual. Pendekatan konvensional seringkali kurang responsif terhadap gangguan atau kelebihan beban, sehingga berpotensi merusak peralatan listrik atau bahkan memicu kebakaran. Kemajuan teknologi telah melahirkan Internet of

Sigma Teknika, Vol. 8 No.1: 070-075
Juni 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

Things (IoT) sebagai solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. IoT memungkinkan perangkat listrik saling terhubung melalui jaringan internet, sehingga pengguna dapat memonitor dan mengendalikan konsumsi daya secara real-time, bahkan dari lokasi yang jauh. Dengan memanfaatkan teknologi ini, sistem proteksi listrik dapat memberikan peringatan dini saat terjadi lonjakan arus atau kelebihan beban, sekaligus memutus aliran listrik secara otomatis untuk mencegah kerusakan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu memberikan proteksi sekaligus memantau penggunaan daya listrik agar penggunaannya lebih terkontrol. Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Febriantoro (2013), telah mengembangkan sistem monitoring dan pembatas daya berbasis mikrokontroler ATMega16. Sistem tersebut menggunakan modul relay sebagai aktuator untuk kontrol on-off, sensor arus ACS712 untuk membaca nilai arus, serta layar LCD untuk menampilkan hasil pengukuran. Namun, sistem ini belum memiliki kemampuan untuk pemantauan jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem proteksi dan kontrol beban listrik berbasis IoT pada skala rumah tangga. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi lonjakan arus, memutus aliran listrik secara otomatis, dan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi internet. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang lebih aman, efisien, dan selaras dengan kebutuhan teknologi modern. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat pengendalian. Untuk pengukuran parameter listrik pada arus bolak-balik (AC), seperti tegangan, arus, daya aktif, energi, frekuensi, dan faktor daya, digunakan sensor PZEM-004T. Selain itu, modul relay digunakan untuk memutus aliran listrik saat terjadi kelebihan beban. Data yang diperoleh akan ditampilkan melalui layar LCD, dan modul Wemos sebagai perangkat konektivitas internet bertugas mengirimkan data ke server cloud atau protokol MQTT.

Dengan desain ini, sistem diharapkan mampu memberikan solusi modern untuk proteksi dan monitoring daya listrik, meningkatkan efisiensi energi, serta memastikan kenyamanan dan keamanan pengguna.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada jurnal ini mengacu pada beberapa studi terkait, di antaranya:

Rahmadi Arief (2022): Mengembangkan sistem monitoring daya panel surya berbasis IoT.

Muhammad Arfan (2020): merancang alat untuk memonitor dan memutus beban listrik secara jarak jauh melalui smartphone.

Ahmad Kurniawan dan Amirullah (2024): berfokus pada pengembangan sistem proteksi arus beban lebih berbasis IoT untuk rumah tinggal sederhana

2.1 Sistem Proteksi Listrik

Sistem proteksi listrik adalah kumpulan perangkat dan mekanisme yang dirancang untuk mendeteksi, mencegah, dan meminimalkan dampak gangguan listrik dalam suatu sistem tenaga. Tujuan utama sistem proteksi adalah melindungi peralatan listrik dari kerusakan, menjaga keselamatan manusia, dan memastikan keandalan serta kontinuitas pasokan energi listrik. Sistem ini melibatkan perangkat seperti relai proteksi, sakelar pemutus (circuit breaker), transformator arus (CT), transformator tegangan (PT), dan grounding.

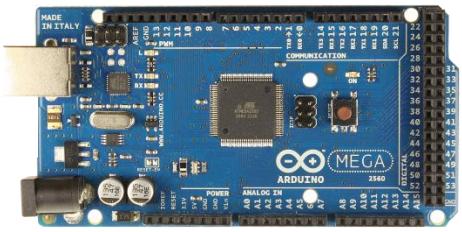
2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor, aktuator, dan konektivitas internet dapat saling berkomunikasi, bertukar data, dan melakukan pengendalian secara otomatis. Dalam konteks proteksi dan kontrol beban listrik, IoT memungkinkan pengawasan sistem secara real-time melalui perangkat seperti smartphone atau komputer. Hal ini meningkatkan fleksibilitas dan akurasi dalam mendeteksi serta menangani gangguan.

Sigma Teknika, Vol. 8 No.1: 070-075
Juni 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

2.3 Arduino

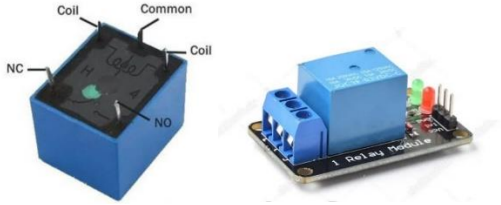
Arduino merupakan sebuah mikrokontroler single-board yang memiliki sifat open-source. Untuk dapat menggunakan Hardware arduino maka diperlukan bahasa pemrograman wiring- based. Bahasa wiring-based ini tidak jauh berbeda dengan bahasa C/C++. Hardware arduino ini memiliki beberapa jenis yang sering digunakan yaitu Atmega168, Atmega328, dan Atmega2560. Dalam sistem pengoperasiannya diperlukan software untuk mengatur keluaran dari arduino dengan memasukkan program. Program pada arduino menggunakan Integerated Development Environment (IDE). Program arduino dapat diatur sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan seperti sensor ultrasonik, panas, gerak, suara, LED display, dan lainnya.



Gambar 2.2 Arduino Mega 2560

2.4 Relay

Relay adalah sebuah komponen elektronika yang berbentuk saklar yang dioperasikan dengan listrik, dilengkapi 2 bagian diantaranya elektromagnet (Coil) dan mekanikal (Switch). Dimana komponen tersebut memanfaatkan prinsip elektromagnetik untuk dapat menggerakkan saklar sehingga dapat menghantarkan arus listrik. Relay juga dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasi logika switching. Relay dapat bekerja apabila ada arus yang menggerakannya.



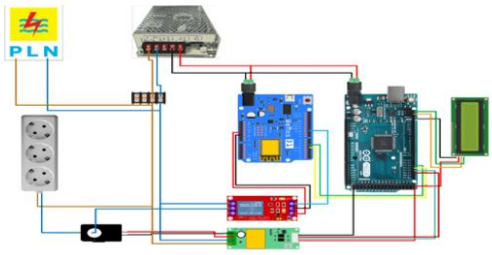
Gambar 2.3 Relay

3. METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Perangkat Lunak

Setelah melakukan proses perancangan alat dengan blok diagram, dilanjutkan dengan merealisasikan perancangan perangkat keras. Dalam tahap ini, peneliti lebih focus pada sistem proteksi arus beban lebih dan control beban jarak jauh berbasis IoT. Perancangan perangkat keras rangkaian proteksi meliputi wiring diagram sensor arus dan tegangan PZEM-004T, wiring diagram rele 5 V, serta parameter proteksi seperti batas arus maksimal yang diizinkan.

Adapun diagram pengawatan (wiring diagram) dari sistem adalah sebagai berikut:



Gambar 3 3 Diagram Pengawatan

Dari diagram wiring tersebut, dapat dijelaskan cara kerja dari implementasi sistem proteksi yaitu sebagai berikut :

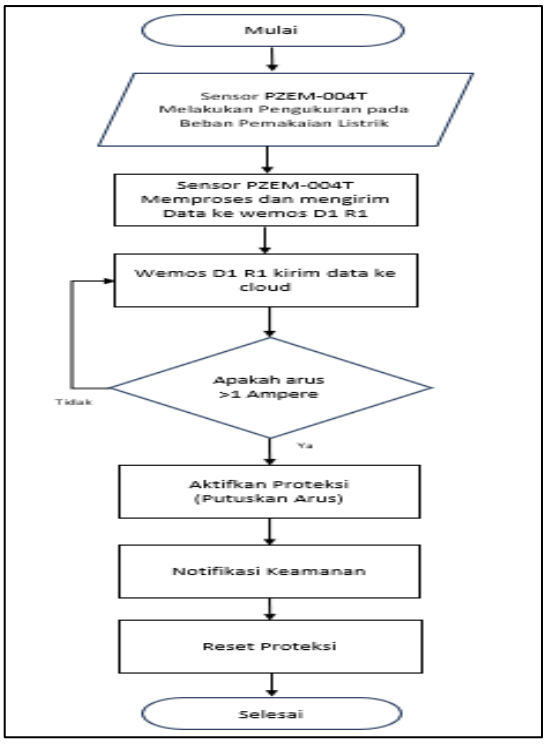
1. Tegangan listrik dari Sumber AC disalurkan ke beban melalui sensor
2. Sensor PZEM-004T membaca parameter listrik tegangan, arus, power factor, serta kWh dari beban
3. Data arus listrik yang terdeteksi oleh sensor dikirim ke mikrokontroler Arduino MEGA 2560
4. Mikrokontroler membaca data dari sensor arus dan membandingkannya dengan nilai ambang batas (threshold) yang telah ditentukan, Jika arus yang terdeteksi melebihi ambang batas, sistem mendeteksi adanya beban lebih (overload), Jika beban lebih terdeteksi, mikrokontroler mengaktifkan relay untuk memutus aliran listrik ke perangkat yang dilindungi

Sigma Teknika, Vol. 8 No.1: 070-075
Juni 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

5. Data dikirim ke Wemos D1 R1 untuk diteruskan ke Cloud
6. Ketika terjadi beban lebih, sistem mengirimkan notifikasi melalui aplikasi website untuk memberi tahu pengguna.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan sistem berbasis diagram alir tersebut, pengembangan perangkat lunak pemrograman memiliki peran penting dalam mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Berikut adalah bagaimana perangkat lunak dirancang untuk sistem tersebut. Pemrograman yang digunakan peneliti adalah pemrograman IDE Arduino.



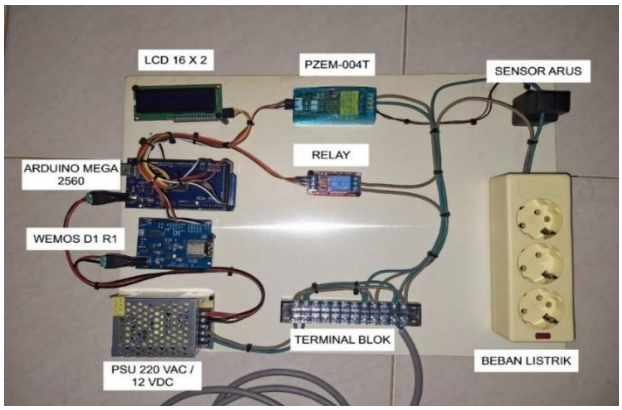
Gambar 3.4 Diagram Alir Sistem Perangkat Lunak

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, penulis menjelaskan mengenai pengujian dan pembahasan mengenai alat yang dirancang pada tugas akhir ini yaitu Implementasi Sistem Proteksi dan Kontrol Beban Listrik Jarak Jauh Berbasis IoT. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui kerja system proteksi pada alat yang sudah dibuat serta pembahasan data pengujian alat.

4.1 Hasil Perancangan Alat

Setelah melaksanakan tahap perancangan dan pembuatan alat, maka terbentuklah sebuah system monitoring dan control sesuai dengan perancangan yang diharapkan. Bentuk fisik perancangan ini dibuat didalam kotak (box) yang terdiri dari mikrokontroler Arduino Mega, sensor arus PZEM-004T, LCD 2x12, relay, dan lain-lain. Adapun hasil perancangan alat yang siap dilakukan pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Bentuk fisik alat

4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan Alat

Pengujian dilakukan untuk menilai kinerja sistem proteksi dan kontrol beban listrik berbasis IoT yang telah dikembangkan. Sistem ini bertujuan untuk memberikan perlindungan terhadap beban listrik serta memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat listrik secara jarak jauh melalui internet. Berikut merupakan hasil pengukuran sistem yang ditampilkan pada website ioteneergy.shop

Sigma Teknika, Vol. 8 No.1: 070-075
Juni 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter di Website

No.	Timestamps	V	I	cos phi	VA	W	KWH
1	22/01/2025 22:49	227.00	0.253	1.0	57.51	57.05	0.07000
2	22/01/2025 22:47	226.60	0.236	1.0	53.57	53.14	0.06900
3	22/01/2025 22:54	227.80	0.083	0.8	19.06	15.44	0.07300
4	22/01/2025 22:50	228.40	0.104	0.9	23.67	20.35	0.07200
5	22/01/2025 22:23	227.30	0.378	1.0	86.00	86.73	0.04300
6	22/01/2025 22:07	226.60	0.407	1.0	93.02	90.74	0.01400
7	22/01/2025 22:13	228.00	0.175	0.8	40.35	32.69	0.01900
8	22/01/2025 22:13	228.10	0.369	1.0	85.42	81.92	0.01900
9	22/01/2025 22:20	226.20	0.461	1.2	104.72	122.92	0.03800
10	22/01/2025 22:20	222.49	1.184	1.6	266.26	422.61	0.03800

4.3 Pengujian Modul Relay

Tabel 4.2 Pengujian Modul Relay Driver

No.	Status Perintah	Logic	Status Relay	Waktu Respons (ms)
1	ON	1	ON	1861
2	OFF	0	OFF	3958

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada kondisi input logic high dan low diperoleh hasil semua channel relay dapat bekerja sesuai logik yang diberikan. Dapat dipastikan semua kontak relay terhubung dengan baik untuk menyalurkan sumber listrik kepada utilitas beban. Kecepatan respon time dipengaruhi oleh algoritma pemrograman dan faktor ekternal berupa kecepatan akses data pada cloude Firebase yang sangat dipengaruhi kecepatan internet.

4.4 Pengujian Relay Beban Lebih

Pengujian dilakukan dengan meningkatkan arus beban agar rele proteksi dapat bekerja saat arus melebihi 2 A. Ketika arus melampaui batas tersebut, rele utama akan memutuskan (trip), menyebabkan seluruh perangkat yang terhubung ke stop kontak padam. Untuk mencapai kondisi ini, kombinasi beban harus diaktifkan hingga arus melebihi 2 A. Setelah itu, tombol rele bantu yang terhubung ke stop kontak beban dinyalakan (ON) dan dimatikan (OFF). Gambar 13 menampilkan kondisi tombol R2, R3, dan R4 dalam keadaan ON, sementara R1 dalam keadaan OFF.

Tabel 4.3 Pengujian Relay Beban Lebih

No.	Arus (A)	Status Relay	Waktu Respons (ms)
1	0.1	ON	0
2	0.28	OFF	2044
3	0.3	ON	0
4	0.364	OFF	4061

Percobaaan 1 : Set OFF (I>0.2 A)

Percobaan 2 : Set OFF (I>0.35 A)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari perancangan Implementasi Sistem Proteksi dan Kontrol Beban Listrik Jarak Jauh Berbasis IoT sebagai berikut :

Berdasarkan perancangan Implementasi Sistem Proteksi dan Kontrol Beban Listrik Jarak Jauh Berbasis IoT yang dikembangkan mampu mendeteksi arus dan tegangan berlebih menggunakan sensor PZEM-004T. Selain itu, sistem ini dapat secara otomatis memutus aliran listrik melalui relay modul ketika arus dan tegangan yang terdeteksi melampaui batas aman yang telah disetting, Integrasi dengan teknologi IOT memungkinkan pengguna untuk melakukan monitoring dan kontrol jarak jauh serta Tingkat keberhasilan yang tinggi membuktikan bahwa komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi berbasis IoT berjalan dengan baik.

5.2 Saran

Adapun saran dari perancangan Implementasi Sistem Proteksi dan Kontrol Beban Listrik Jarak Jauh Berbasis IoT sebagai berikut :

Diperlukannya penelitian lebih lanjut terkait permasalahan yang akan dihadapi yaitu kesalahan pembacaan pada saat menampilkan data Analisa yang berasal dari sensor PZEM-004T sehingga perlu melakukan pengujian pada kondisi beban yang lebih komplek, seperti pada sistem yang memiliki

Sigma Teknika, Vol. 8 No.1: 070-075
Juni 2025
E-ISSN 2599-0616
P-ISSN 2614-5979

beberapa jalur listrik atau perangkat dengan daya besar, untuk memastikan bahwa kinerja sistem tetap maksimal dalam berbagai situasi penggunaan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ahmad, K. (2020). Implementasi Sistem Proteksi Arus Beban Lebih pada Rumah Tinggal Berbasis IoT. Universitas Bhayangkara.
[2] Hadi, S., et al. (2019). Monitoring Arus Listrik dan Kontrol Circuit Breaker untuk Arus Lebih Berbasis IoT. Jurnal Teknik Elektro, 7(2), 45-53.
[3] Ihsanuddin. (2023). Sistem Peringatan Dini Arus Maksimum pada Rumah Berbasis IoT dengan Menggunakan Suplai Backup PLTS. Jurnal Teknologi Informasi dan Elektro, 12(1), 34-42.
[4] Setiawan, D., et al. (2020). Perancangan Sistem Pengukuran Arus dan Proteksi Arus Lebih pada Instalasi Listrik Berbasis IoT. Jurnal Transient, 9(1), 27-35.
[5] Ismail, R. (2022). Keamanan dan Efisiensi Energi dengan Internet of Things (IoT) dalam Rumah Pintar. Jurnal Energi dan Sistem Elektrik, 5(2), 58-67.
[6] ArdiansyahRizalTama1,SlametWinardi. MONITORING ARUS LISTRIK DAN KONTROLCIRCUIT BREAKER UNTUK ARUS LEBIH BERBASISINTERNETOFTHINGS (IOT)
[7] IRFAN OKKI SETIAWAN ”SISTEM MONITORING PENGGUNAAN LISTRI MENGGUNAKAN SENSOR PZEM – 004T BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)”
[8] Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih pada Beban DC Menggunakan Sensor ACS712 Berbasis Arduino Uno. Jurnal Elektum, 6(1), 22-30.
[9] Ahmad.k.”SISTEM PROTEKSI BEBAN LEBIH 2 AMPERE PADA RUMAH TINGGAL SEDERHANA BERBASIS IOT”