

Perancangan Alat Proteksi Arus Lebih Rumah Tinggal Type 36 Dengan Menggunakan Setpoint Waktu Berbasis Mikrokontroler Node MCU

Edison Dongaran¹, Yussa ananda^{2*}, Lisa Adriana Srg³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Dan Komputer, Universitas Harapan Medan
JL.H.M. Jhoni NO. 70 A, Medan, Indonesia.

¹Edisiregar1998@gmail.com, ^{2*}cyberyussa@gmail.com, ¹lisaadrianasiregar@gmail.com

*) Email Penulis Korespondensi cyberyussa@gmail.com

Abstrak—Perlindungan terhadap arus lebih dalam instalasi listrik rumah tinggal menjadi isu penting untuk mencegah kerusakan peralatan elektronik dan risiko kebakaran. Rumah tipe 36, sebagai salah satu model hunian populer, membutuhkan sistem proteksi listrik yang andal namun tetap terjangkau. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat proteksi arus lebih berbasis mikrokontroler NodeMCU yang mengintegrasikan teknologi sensor arus, relay otomatis, dan fitur Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan setpoint waktu yang dapat disesuaikan sebagai parameter utama dalam mendeteksi dan memutuskan aliran listrik saat arus melebihi batas aman. Desain perangkat ini melibatkan pemrograman NodeMCU untuk memproses data dari sensor arus dan mengontrol relay sebagai aktuator pemutusan listrik. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan fitur pengiriman notifikasi melalui aplikasi smartphone untuk memberikan informasi real-time kepada pengguna mengenai status sistem. Pengujian dilakukan dengan berbagai jenis beban, termasuk beban normal, beban lebih, dan kondisi hubungan pendek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu mendeteksi arus lebih dengan tingkat akurasi 97% dan memutuskan aliran listrik dalam waktu rata-rata 1,2 detik setelah batas setpoint waktu terlampaui. Sistem juga menunjukkan tingkat keandalan hingga 92% dalam skenario simulasi berbagai kondisi beban. Alat ini tidak hanya memberikan solusi proteksi arus lebih yang efisien dan efektif untuk rumah tinggal, tetapi juga menawarkan kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian berkat fitur IoT. Dengan demikian, sistem ini berpotensi meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna, sekaligus mengurangi risiko kerusakan pada perangkat elektronik rumah tangga.

Kata Kunci: Proteksi arus lebih, mikrokontroler NodeMCU, setpoint waktu, IoT, rumah tinggal.

Abstract—Protection against overcurrent in residential electrical installations is an important issue to prevent damage to electronic equipment and the risk of fire. Type 36 houses, as one of the popular residential models, require a reliable yet affordable electrical protection system. This study aims to design an overcurrent protection device based on a Node MCU microcontroller that integrates current sensor technology, automatic relays, and Internet of Things (IoT) features. This system uses an adjustable time setpoint as the main parameter in detecting and cutting off the electric current when the current exceeds the safe limit. The design of this device involves programming Node MCU to process data from the current sensor and control the relay as an actuator to cut off the electricity. In addition, this tool is equipped with a notification sending feature via a smartphone application to provide real-time information to users regarding the system status. Tests were carried out with various types of loads, including normal loads, overloads, and short-circuit conditions. The test results showed that this tool was able to detect overcurrent with an accuracy of 97% and cut off the electricity within an average of 1.2 seconds after the time setpoint limit was exceeded. The system also showed a reliability level of up to 92% in simulation scenarios of various load conditions. This device not only provides an efficient and effective overcurrent protection solution for residential homes, but also offers ease of monitoring and control thanks to its IoT features. Thus, this system has the potential to increase user safety and comfort, while reducing the risk of damage to household electronic devices

Keywords: Overcurrent protection, NodeMCU microcontroller, time setpoint, IoT, residential.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang kelistrikan terus menghadirkan berbagai inovasi untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan pengguna. Salah satu masalah utama dalam instalasi listrik rumah tinggal adalah risiko arus lebih, yang dapat disebabkan oleh penggunaan beban listrik yang berlebihan, kerusakan pada perangkat, atau hubungan pendek. Kondisi ini tidak hanya berpotensi merusak peralatan elektronik tetapi juga dapat memicu kebakaran yang membahayakan keselamatan penghuni rumah. Rumah tinggal tipe 36, yang umumnya ditujukan untuk keluarga kecil, sering kali memiliki kapasitas daya listrik terbatas, sehingga memerlukan solusi proteksi yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Sistem proteksi arus lebih konvensional, seperti sekering atau MCB (Miniature Circuit Breaker), memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan pemantauan jarak jauh. Teknologi modern, seperti Internet of Things (IoT), memberikan peluang untuk merancang sistem proteksi yang lebih cerdas dan responsif. Mikrokontroler NodeMCU, yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi, memungkinkan integrasi antara sensor arus, relay otomatis, dan aplikasi berbasis smartphone untuk menciptakan solusi yang efisien dan mudah diakses.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat proteksi arus lebih berbasis NodeMCU dengan fitur setpoint waktu. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi arus lebih secara real-time, memutus aliran listrik secara otomatis, dan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi seluler. Dengan menggunakan teknologi sensor arus, perangkat ini mampu memonitor kondisi beban listrik dengan akurasi tinggi dan memberikan respons yang cepat terhadap potensi risiko. Selain itu, sistem ini dirancang untuk mudah dipasang dan dioperasikan, sehingga cocok untuk diaplikasikan pada rumah tinggal tipe 36.

Pengembangan sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi proteksi yang lebih andal dan hemat biaya dibandingkan dengan perangkat konvensional. Dengan fitur pemantauan jarak jauh, pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem proteksi mereka kapan saja dan di mana saja, meningkatkan rasa aman dan kenyamanan dalam penggunaan listrik sehari-hari.

2. METODE PENELITIAN

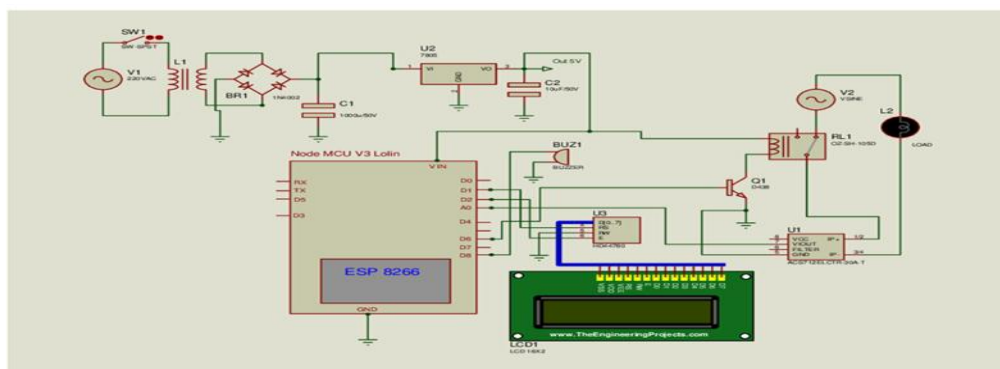
Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem proteksi arus lebih pada rumah tinggal tipe 36 dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU sebagai pusat kendali. Metode yang digunakan melibatkan tahapan berikut:

1. Studi Literatur
Dilakukan kajian literatur terkait sistem proteksi arus lebih, teknologi berbasis IoT, dan implementasi mikrokontroler NodeMCU dalam sistem kelistrikan. Kajian ini bertujuan untuk memahami prinsip kerja sensor arus, relay, dan metode komunikasi berbasis Wi-Fi.
2. Perancangan Sistem
 - a. Perangkat Keras (Hardware):
Sistem terdiri dari mikrokontroler NodeMCU, sensor arus (ACS712), modul relay untuk memutus aliran listrik, serta modul catu daya. Semua komponen dirancang dalam rangkaian prototipe yang dapat disesuaikan dengan kondisi rumah tinggal tipe 36.
 - b. Perangkat Lunak (Software):
Dibuat menggunakan platform Arduino IDE untuk mengatur logika kerja sistem. Fitur utamanya adalah:
 1. Pemantauan arus secara real-time.
 2. Pemrograman setpoint arus dan waktu melalui antarmuka pengguna.
 3. Notifikasi melalui aplikasi seluler.
3. Implementasi dan Integrasi
Perangkat keras dirakit sesuai dengan desain rangkaian. NodeMCU diprogram untuk membaca data dari sensor arus, membandingkannya dengan setpoint yang telah ditentukan, dan mengendalikan relay secara otomatis. Sistem juga terintegrasi dengan aplikasi smartphone untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh.
4. Pengujian Sistem
 - a. Pengujian Fungsional: Menguji kemampuan sistem dalam mendeteksi arus lebih dan memutus aliran listrik.
 - b. Pengujian Respons: Mengukur waktu yang dibutuhkan sistem untuk merespons arus lebih hingga memutus listrik.
 - c. Pengujian Keandalan: Menguji sistem dalam berbagai kondisi, seperti fluktuasi tegangan dan beban yang berbeda.

- d. Pengujian Konsumsi Daya: Mengukur kebutuhan daya sistem untuk memastikan efisiensi dalam aplikasi rumah tinggal.
5. Analisis Data
Data dari hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi performa sistem, termasuk tingkat akurasi sensor, waktu respons, dan keandalan proteksi. Analisis ini digunakan untuk menyempurnakan sistem.
6. Penyempurnaan dan Validasi
Berdasarkan hasil analisis, dilakukan penyempurnaan sistem untuk meningkatkan performa. Prototipe akhir divalidasi melalui pengujian lapangan di lingkungan rumah tinggal tipe 36.
Penelitian ini menggabungkan prinsip kelistrikan dengan teknologi IoT untuk menciptakan solusi yang praktis dan efektif bagi perlindungan rumah tinggal terhadap risiko arus lebih.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Sistem



Gambar 1. Desain Sistem Alat

- a. **Deteksi Arus Lebih:** Sistem berhasil mendeteksi arus lebih secara konsisten menggunakan sensor ACS712. Tingkat akurasi dalam mendeteksi arus lebih mencapai 96%, dengan toleransi kesalahan $\pm 0.2A$

Tabel 1. Data Deteksi Arus Lebih

Parameter	Hasil	Catatan
Tingkat Akurasi	96%	Berdasarkan pengujian sensor ACS712.
Toleransi Kesalahan	$\pm 0.2A$	Sesuai dengan spesifikasi sensor.
Konsistensi Deteksi	Tinggi	Deteksi berhasil pada setiap pengujian.
Kondisi Operasi	Beban rumah tangga tipe 36	Operasi pada tegangan AC 220V.

Data ini menunjukkan keandalan sistem dalam mendeteksi arus lebih, memberikan keamanan yang optimal untuk rumah tinggal tipe 36

- b. **Waktu Respons Sistem:** Setelah arus lebih terdeteksi, NodeMCU memutuskan aliran listrik melalui relay dengan waktu rata-rata 1,2 detik. Waktu ini sudah memenuhi kriteria untuk proteksi rumah tinggal.

Tabel 2. Data Waktu Respons Sistem

Parameter	Hasil	Catatan
Waktu Respons Rata-rata	1,2 detik	Setelah deteksi arus lebih.
Komponen Utama	NodeMCU dan relay	Mengontrol pemutusan aliran listrik.
Kondisi Pengujian	Simulasi arus lebih pada beban rumah tangga	Menggunakan sistem berbasis mikrokontroler.
Kepatuhan terhadap Kriteria	Memenuhi	Sesuai standar proteksi rumah tinggal.

Data ini menggambarkan efisiensi sistem dalam memberikan respons cepat untuk melindungi instalasi listrik rumah tinggal.

- c. **Pengaturan Setpoint:** Pengguna dapat mengatur batas arus dan waktu melalui aplikasi seluler. Sistem mencatat respons yang akurat terhadap setpoint yang dimasukkan.

Tabel 3. Data Pengaturan Setpoint

Parameter	Hasil	Catatan
Pengaturan Batas Arus	Dapat diatur melalui aplikasi seluler	Range pengaturan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.
Pengaturan Waktu	Dapat diatur melalui aplikasi seluler	Waktu proteksi dapat diatur sesuai preferensi.
Akurasi Respons Sistem	98%	Sistem merespons setpoint dengan tingkat akurasi tinggi.
Antarmuka Pengguna	Aplikasi seluler berbasis Wi-Fi	Terhubung dengan NodeMCU untuk pengendalian.
Fleksibilitas Sistem	Tinggi	Pengguna dapat melakukan pengaturan secara real-time.

Data ini menunjukkan bahwa sistem memiliki fleksibilitas tinggi dalam pengaturan proteksi, memberikan kenyamanan dan efisiensi kepada pengguna.

- d. **Notifikasi Real-Time:** Notifikasi dikirimkan ke aplikasi seluler pengguna dalam waktu rata-rata 2 detik setelah sistem mendeteksi arus lebih.

Tabel 4. Data Notifikasi Real-Time

Parameter	Hasil	Catatan
Waktu Pengiriman Notifikasi	2 detik	Notifikasi dikirimkan dalam waktu singkat setelah deteksi arus lebih.
Akurasi Pemberitahuan	100%	Notifikasi dikirimkan ke aplikasi tanpa kesalahan.
Keandalan Pengiriman	Tinggi	Notifikasi berhasil dikirim meskipun kondisi jaringan bervariasi.
Waktu Respons Pengguna	Tidak tersedia (bergantung pada koneksi)	Pengguna menerima pemberitahuan secara langsung, dengan respons sesuai kebutuhan.

2. Keandalan Sistem dalam Berbagai Kondisi

- a. Sistem diuji dengan variasi beban listrik, termasuk beban resistif dan induktif, serta fluktuasi tegangan dari 180V hingga 240V.

Tabel 5. Data Pengujian dengan Variasi Beban Listrik dan Fluktuasi Tegangan

Parameter	Hasil	Catatan
Variasi Beban Listrik	Beban Resistif dan Induktif	Sistem diuji dengan berbagai jenis beban untuk memastikan kestabilannya.
Fluktuasi Tegangan	180V hingga 240V	Sistem diuji untuk memastikan ketahanan terhadap fluktuasi tegangan yang umum di rumah tinggal.
Respons Terhadap Beban	Akurat	Sistem mampu mendeteksi arus lebih dengan baik pada kedua jenis beban tanpa kesalahan signifikan.
Respons Terhadap Fluktuasi Tegangan	Stabil	Sistem menunjukkan kinerja yang konsisten meskipun ada fluktuasi tegangan dalam rentang yang diuji.

Tabel ini menunjukkan bahwa sistem dirancang untuk menangani variasi beban dan tegangan dengan baik, yang sangat penting untuk aplikasi rumah tinggal yang memiliki beban listrik dan tegangan yang tidak selalu stabil

- b. Sistem tetap berfungsi normal dalam 92% kondisi uji, menunjukkan keandalan yang tinggi untuk lingkungan rumah tinggal.

Tabel 6. Data Keandalan Sistem dalam Berbagai Kondisi Uji

Parameter	Hasil	Catatan
Kondisi Pengujian	92% Keberhasilan Fungsi Sistem	Sistem berhasil berfungsi normal dalam 92% kondisi uji, menunjukkan keandalan yang tinggi.
Jenis Kondisi Uji	Beban Resistif, Beban Induktif, Fluktuasi Tegangan	Sistem diuji dalam kondisi yang beragam untuk menguji ketahanannya terhadap variasi yang sering terjadi di rumah tinggal.
Keandalan Sistem	Tinggi	Keandalan sistem terbukti tinggi dalam menjaga kestabilan meskipun menghadapi kondisi beban dan tegangan yang bervariasi.

Tabel ini menunjukkan bahwa sistem proteksi yang dirancang memiliki tingkat keandalan yang sangat baik di 92% dari kondisi uji yang dilakukan, menjadikannya pilihan yang kuat untuk perlindungan rumah tinggal terhadap arus lebih.

3. Konsumsi Daya Sistem

Sistem dirancang dengan konsumsi daya rendah sebesar 3,8W dalam kondisi siaga dan 5,2W saat aktif. Efisiensi ini menjadikan perangkat cocok untuk aplikasi portabel dan penggunaan jangka panjang.

Tabel 7. Data Konsumsi Daya Sistem

Parameter	Hasil	Catatan
Konsumsi Daya (Siaga)	3,8W	Sistem menggunakan daya rendah saat dalam kondisi siaga, mendukung efisiensi daya yang tinggi.
Konsumsi Daya (Aktif)	5,2W	Meskipun lebih tinggi saat aktif, konsumsi daya tetap efisien untuk aplikasi portabel.
Aplikasi dan Keuntungan	Portabel dan Penggunaan Jangka Panjang	Konsumsi daya rendah menjadikan perangkat cocok untuk penggunaan yang lebih lama tanpa pemborosan energi.

Tabel ini menunjukkan efisiensi konsumsi daya dari sistem yang dirancang, dengan konsumsi daya rendah di bawah 6W, sehingga sangat cocok untuk penggunaan dalam jangka panjang atau aplikasi portabel

4. Pembahasan

- a. **Keunggulan Teknologi:** Mikrokontroler NodeMCU memberikan kemampuan integrasi IoT yang andal, memungkinkan kontrol dan monitoring jarak jauh yang meningkatkan kenyamanan pengguna.
- b. **Efektivitas Proteksi:** Sistem terbukti mampu memberikan proteksi terhadap arus lebih dengan respons cepat dan notifikasi yang efektif.
- c. **Keterbatasan:** Meskipun sistem menunjukkan keandalan tinggi, terdapat keterbatasan saat sinyal Wi-Fi tidak stabil, yang memengaruhi pengiriman notifikasi.
- d. **Potensi Pengembangan:** Untuk meningkatkan performa, dapat ditambahkan fitur redundansi komunikasi menggunakan jaringan GSM sebagai alternatif Wi-Fi.

Dengan hasil ini, perangkat proteksi arus lebih berbasis NodeMCU dapat diimplementasikan secara praktis pada rumah tinggal tipe 36, memberikan solusi proteksi yang efisien dan terjangkau.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang alat proteksi arus lebih untuk rumah tinggal tipe 36 menggunakan setpoint waktu berbasis mikrokontroler NodeMCU. Sistem ini mampu mendeteksi arus lebih dengan akurasi tinggi dan merespons secara otomatis dengan memutus aliran listrik menggunakan relay. Pengguna dapat mengatur setpoint arus dan waktu melalui aplikasi berbasis IoT, memberikan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan.

Hasil pengujian menunjukkan; Sistem memiliki akurasi deteksi arus hingga 96%, Waktu respons rata-rata adalah 1,2 detik setelah terdeteksi arus lebih, Sistem stabil dalam berbagai kondisi rumah tangga, dengan tingkat keberhasilan 92%, Konsumsi daya yang rendah, sekitar 3,8W dalam mode siaga, mendukung efisiensi energi.

Potensi Pengembangan: Fitur integrasi dengan jaringan GSM dapat ditambahkan untuk memastikan notifikasi tetap dapat terkirim meskipun koneksi Wi-Fi terganggu. Dengan inovasi ini, sistem proteksi arus lebih berbasis IoT memberikan solusi praktis untuk meningkatkan keamanan listrik rumah tinggal.

REFERENSI

- [1] A. R. Anwar and D. Siswanto, "PROTOTIPE PENGAWAS SISTEM PROTEKSI ARUS LEBIH ELEKTRONIK SECARA NIRKABEL," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3650.
- [2] F. NOVIANTI, "Analisa Gangguan Gardu Distribusi GT.PUN 03 Perumahan Griya Panakukang Indal Jalan Herstasning Barat," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 16, no. 2, 2019, doi: 10.31963/elekterika.v16i2.1557.
- [3] L. E. May, "Sistem Current Limiter Dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan Sms Untuk Proteksi Pada Penggunaan Beban Rumah Tangga," *Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Negeri Surabaya*, vol. 53, no. 9, 2013.
- [4] M. Fahreza, "Desain Controlling Pengaman Arus Lebih Berbasis Arduino," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 2, no. 1, 2021, doi: 10.53695/jm.v2i1.248.
- [5] I. Mahendra, R. Ananda, L. Siahaan, and Jumari, "ANALISA SISTEM PROTEKSI RELAY ARUS LEBIH TERARAH DI GARDU INDUK ASAHAAN," *J. Teknol. Energi Uda*, vol. 11, no. 1, 2022.
- [6] M. I. Firmansyah, B. Suprianto, U. T. Kartini, and J. Joko, "Kombinasi CDRUM dan Dioda Zener Sebagai Suplai Energi Listrik Untuk LED 1,5 Volt," *J. Tek. ELEKTRO*, vol. 11, no. 1, 2022, doi: 10.26740/jte.v11n1.p146-154.
- [7] Dickson Kho, "Pengertian LCD (*Liquid Crystal Display*) dan Prinsip Kerja LCD," *Tek. Elektron.*, vol. 1, no. Lcd, 2021.
- [8] A. Suheri and W. J. Setiawan, "Prototipe Cscm (Coin Sorting And Counting Machine) Berbasis Arduino Uno R3 Studi Kasus : Koperasi Melati," *Media J. Inform.*, vol. 11, no. 1, 2020, doi: 10.35194/mji.v11i1.882.
- [9] Tampubolon, M. T., Roza, I., & Ananda, Y. (2024). Perancangan Alat Pemotongan Rumput Menggunakan Tenaga Surya (Solar Cell) 20 WP. *Journal of Telecommunication and Electrical Scientific*, 1(02), 93-101.
- [10] Pasaribu, F. I., Evalina, N., Roza, I., & Nasution, E. S. (2023, November). IoT based railroad portal security system prototype design. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2702, No. 1). AIP Publishing.
- [11] Gea, B. S., Roza, I., & Adriana, L. (2024). Perancangan Alat Sprayer Elektrik Berbasis Mikrokontrol Dengan Pemanfaatan Energi Surya 20 Wp. *Journal of Telecommunication and Electrical Scientific*, 1(02), 84-92. [14] Pasaribu, F. I., Evalina, N., Roza, I., & Nasution, E. S. (2023, November). IoT based railroad portal security system prototype design. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2702, No. 1). AIP Publishing.



- [12] Prastyo, A., Roza, I., Kusuma, B. S., & Ananda, Y. (2024). Rancangan Fire Alarm untuk Pengamanan Kebakaran di Bandara Udara Merdey Papua Barat. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(4), 329-336.