

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGAMAN ARUS BOCOR PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS ARDUINO UNO

Dadi Permadi^{1*}, Epa Rosidah Apipah², Elvan Zulfikar Oktavian³

¹²³ Universitas Islam Dr Khez Muttaqien

*Corresponding email:

dadi27686@gmail.com^{1*}, elvanzulfikar@gmail.com²

Abstrak: Seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik di masyarakat, instalasi listrik rumah tangga juga mengalami perkembangan, baik dari segi kualitas maupun teknis. Sayangnya, kualitas perlengkapan listrik dan keahlian instalatir yang kurang memadai sering kali menjadi penyebab terjadinya kecelakaan yang membahayakan pengguna listrik rumah tangga. Salah satu risiko yang timbul adalah arus bocor listrik yang tidak terdeteksi, yang dapat mengakibatkan kecelakaan serius. Untuk mengatasi masalah ini, dirancang sebuah sistem monitoring pengaman berbasis Arduino Uno yang bertujuan untuk membuat instalasi listrik rumah tangga lebih aman dari kecelakaan akibat kebocoran arus dan tegangan sentuh. Alat ini memudahkan pengguna dalam memonitor dan mengidentifikasi sumber kebocoran arus serta titik terjadinya tegangan sentuh, dengan tujuan untuk mencegah kecelakaan akibat sengatan listrik. Sistem ini dilengkapi dengan fitur pemutusan arus otomatis, notifikasi sumber masalah yang ditampilkan dalam bentuk teks pada LCD, serta peringatan suara melalui buzzer. Sistem identifikasi deteksi kebocoran arus listrik berbasis Arduino Uno yang telah dirancang dan diimplementasikan berfungsi dengan baik untuk mendeteksi kebocoran arus dan tegangan sentuh, serta memberikan peringatan dan memutus aliran listrik secara otomatis untuk mencegah kecelakaan.

Kata kunci: arus bocor, tegangan sentuh, arduino uno.

Abstract: As the demand for electricity in society increases, household electrical installations have also developed, both in terms of quality and technical aspects. Unfortunately, the poor quality of electrical equipment and the inadequate skills of electricians often lead to accidents that endanger household electricity users. One of the risks that arise is undetected electrical leakage, which can result in serious accidents. To address this issue, an Arduino Uno-based safety monitoring system has been designed to make household electrical installations safer from accidents caused by leakage currents and touch voltage. This device helps users monitor and identify the source of current leakage and the points where touch voltage occurs, with the aim of preventing accidents due to electric shocks. The system is equipped with an automatic current cutoff feature, a notification of the source of the problem displayed as text on the LCD, and an audio alert through a buzzer. The Arduino Uno-based electrical leakage detection identification system that has been designed and implemented works well to detect leakage currents and touch voltage, providing alerts and automatically cutting off the electricity supply to prevent accidents.

Keywords: current leakage, touch voltage, Arduino Uno

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan waktu dan meningkatnya kebutuhan listrik masyarakat, instalasi listrik rumah tangga juga mengalami perubahan baik dalam hal kualitas maupun teknis. Namun, penurunan kualitas perlengkapan instalasi listrik rumah tangga serta rendahnya tingkat kompetensi instalatir listrik sering kali berdampak negatif terhadap kelayakan instalasi dan keselamatan penggunaannya. Hal ini dapat berisiko, mengingat bahwa banyak pemberi jasa instalasi yang kurang kompeten cenderung mengabaikan standar keamanan dan kelayakan instalasi yang mereka pasang. Akibat dari ketidaklayakan instalasi ini, kecelakaan dapat terjadi, salah satunya akibat arus bocor listrik yang tidak terdeteksi.

Pada tahun 2022, sebuah kasus kebocoran listrik mengakibatkan satu keluarga meninggal dunia. Penyelidikan mengungkapkan bahwa kebocoran arus listrik terjadi pada perangkat pemanas air akibat kurangnya pemeliharaan dan tidak adanya sistem monitoring kebocoran arus listrik di rumah tersebut (Hamdan, et al, 2022).

Instalasi listrik rumah tangga umumnya mengacu pada Peraturan Menteri ESDM No. 0038 Tahun 2005 mengenai Standar Nasional Indonesia tentang Peranti Listrik Rumah Tangga dan Keselamatan Listrik. Instalasi ini dipasang pada tegangan fasa ke netral 220 Volt untuk memenuhi kebutuhan penerangan dan penggunaan alat rumah tangga lainnya (Mardiati, et al, 2011).

Tegangan sentuh merupakan bahaya keselamatan yang ditimbulkan oleh listrik, yang terjadi baik akibat sentuhan langsung pada bagian bertegangan maupun sentuhan pada bagian nonaktif yang menjadi bertegangan akibat kegagalan isolasi. Tegangan sentuh dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu: tegangan sentuh langsung, yang terjadi ketika tubuh manusia bersentuhan langsung dengan bagian aktif listrik, mengalirkan arus listrik melalui tubuh manusia ke tanah, dan tegangan sentuh tak langsung, yang terjadi ketika bagian nonaktif yang seharusnya tidak bertegangan menjadi aktif akibat kegagalan isolasi, mengalirkan arus listrik melalui tubuh manusia ke tanah.

LANDASAN TEORI

Arus Listrik

Arus listrik adalah perbandingan antara tegangan yang diterapkan dan hambatan dalam rangkaian listrik. Arus listrik terbentuk dari pergerakan muatan listrik yang mengalir melalui media tertentu. Arus listrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu arus searah (Direct Current, DC) dan arus bolak-balik (Alternating Current, AC). Satuan untuk mengukur arus listrik adalah Ampere (Hutagalung, et al., 2018).

Sistem Monitoring

Sistem monitoring adalah sistem yang digunakan untuk memantau, mengawasi, dan mengontrol jalannya suatu perangkat. Dalam konteks penggunaan energi listrik, sistem monitoring mencakup aktivitas pemantauan data, seperti arus, tegangan, dan daya listrik (Indah, et al., 2022).

Sistem monitoring atau pengawasan merupakan proses yang sistematis untuk menetapkan standar kinerja dalam perencanaan dan perancangan sistem umpan balik informasi. Proses ini bertujuan untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditetapkan, mengidentifikasi adanya penyimpangan, dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk memastikan bahwa sumber daya perusahaan atau organisasi digunakan seefektif dan seefisien mungkin dalam mencapai tujuannya (Widiastuti, et al., 2022).

Identifikasi Tegangan Sentuh

Ketika tubuh manusia terpapar tegangan listrik, arus listrik umumnya akan mengalir ke dalam tubuh. Sentuhan pada tegangan listrik yang menyebabkan arus mengalir ke dalam tubuh sangat berbahaya, karena arus tersebut dapat memengaruhi tubuh manusia mulai dari sensasi kesemutan, kejut, hingga gangguan pada kerja jantung yang dapat berujung pada kematian.

Penyebab aliran arus saat tubuh menyentuh tegangan adalah kontak dengan tanah, yang bertindak sebagai penghantar nol yang terus dicari oleh energi listrik untuk membuang muatannya. Sementara itu, tubuh manusia memiliki nilai tahanan yang memungkinkan arus listrik mengalir melalui jalur dengan muatan yang lebih rendah. Tegangan sentuh muncul ketika dua bagian yang dapat tersentuh bersentuhan akibat kegagalan isolasi (Abdillah, et al., 2022).

Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sebuah IC terintegrasi yang berfungsi sebagai sensor arus, menggantikan transformator arus yang biasanya lebih besar dalam ukuran. Prinsip kerja ACS712 mirip dengan sensor efek Hall lainnya, yaitu dengan memanfaatkan medan magnet yang dihasilkan oleh arus, yang kemudian dikonversi menjadi tegangan yang memiliki hubungan linier dengan perubahan arus. Nilai variabel yang dihasilkan oleh sensor ini menjadi input bagi mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.

Keluaran dari sensor ini berupa sinyal tegangan AC, yang perlu disearahkan menggunakan rangkaian penyearah agar dapat diproses oleh mikrokontroler (Taif, et al., 2019).

Relay



Gambar 1 Relay 2 Channel

Relay adalah jenis saklar yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, digunakan untuk menggerakkan kontaktor yang berfungsi menyambungkan rangkaian secara tidak langsung. Proses tertutup dan terbukanya kontaktor dipicu oleh efek induksi magnet yang dihasilkan oleh kumparan induktor yang dialiri arus listrik. Perbedaannya dengan saklar adalah pada saklar, pergerakan kontaktor untuk kondisi on atau off dilakukan secara manual tanpa memerlukan arus listrik, sementara relay membutuhkan arus listrik untuk mengoperasikan kontaktornya (Sofiana, et al., 2017).

Modul ADS1115

ADS1115 adalah konverter analog-ke-digital (ADC) presisi rendah daya 16-bit. Perangkat ini menggabungkan referensi tegangan rendah dengan osilator. ADS1114 dan ADS1115 juga dilengkapi dengan penguat gain yang dapat diprogram (PGA) serta komparator digital. ADS1115 sangat ideal untuk aplikasi pengukuran sensor dengan batasan daya (Supriyadi, et al., 2020).

Arduino

Arduino adalah mikrokontroler berbasis papan tunggal yang dirancang untuk mempermudah pengguna karena sifatnya yang open-source. Perangkat ini dapat digunakan untuk membangun rangkaian elektronik, dari yang sederhana hingga yang lebih kompleks. Arduino Uno dilengkapi dengan osilator 16 MHz, regulator 5 volt, dan sejumlah pin, yaitu pin 0-13 sebagai input digital serta pin A0-A5 sebagai input analog. Arduino Uno juga memiliki konektor USB, konektor daya, header ICSP, tombol reset, 2 KB SRAM, 32 KB flash memory, serta EPROM untuk menyimpan data (Taif, et al., 2019).



Gambar 2. Arduino Uno R3 ATmega328P-PU16U

LM2596 DC-DC

Step Down LM2596 DC-DC merupakan konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC yang adjustable. Rentang tegangan input berkisar antara 4 V- 40 V dengan output 1,23 V

- 35 V. Batas arus maksimum hingga 2 A dengan proteksi berupa pembatas arus hubung singkat (Siswanto, et al., 2020).



Gambar 3. LM2596 DC-DC

Spesifikasi Stepdown LM2596:

1. Input Voltage : DC 3 V-40 V
2. Output Voltage : DC 1.5 V-35 V (tegangan output harus lebih rendah dengan selisih minimal 1.5 V)
3. Arus max : 3 A Ukuran Board : 42 mm x 20 mm x 14 mm.

METODE

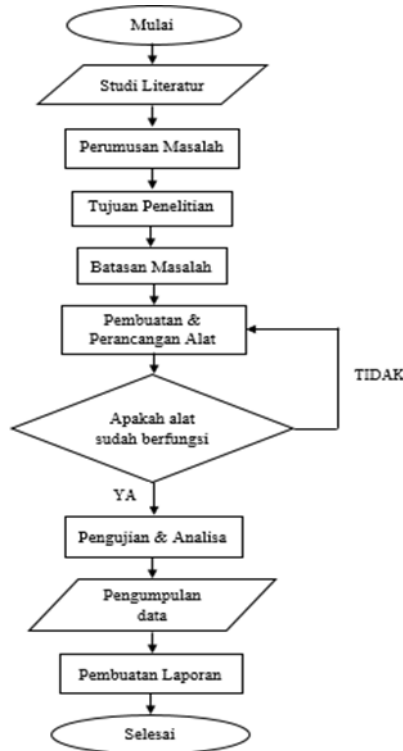
Sumber dan Jenis Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari sumber yang terkait dengan konteks penelitian, seperti cara kerja alat yang diteliti. Sementara itu, data sekunder didapatkan dari catatan atau referensi laporan serta jurnal terdahulu yang telah melakukan penelitian terhadap hal-hal yang dianggap berkaitan dengan alat ini. Jenis data yang dikumpulkan dibedakan menjadi dua kategori. Pertama, data kualitatif, yang merupakan data verbal yang tidak berbentuk angka dan digunakan untuk menggambarkan kondisi suatu objek, seperti pendapat, visi, misi, dan sebagainya. Kedua, data kuantitatif, yang berupa data terukur yang dinyatakan dalam bentuk angka atau besaran, seperti panjang, waktu, kapasitas, jumlah, dan lainnya.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengaman Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Arduino Uno" meliputi beberapa perangkat dan material sebagai berikut:

Prosedur Penelitian

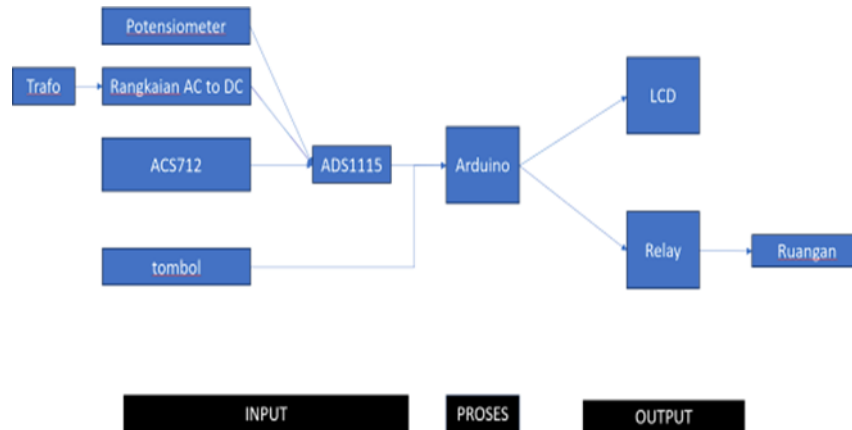
Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:



Gambar 4. Flowchart Prosedur Penelitian

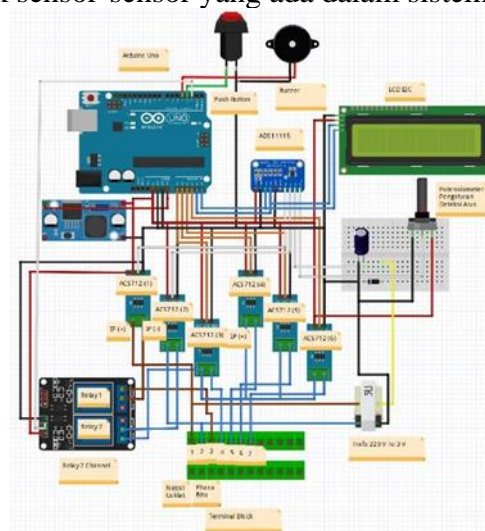
Studi literatur merupakan langkah awal yang bertujuan untuk mencari teori-teori yang dapat membantu dalam pembuatan sistem. Langkah ini dilakukan melalui metode wawancara serta membaca berbagai literatur, jurnal, skripsi, dan buku yang tersedia, baik dari internet maupun sumber lainnya. Selanjutnya, pada tahap perumusan masalah, dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang akan diangkat menjadi penelitian, yaitu bagaimana cara merancang Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengaman Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Arduino Uno. Proses identifikasi ini melibatkan pemahaman tentang sistem kerja mesin dan komponen-komponen penunjangnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan penjelasan mengenai alasan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan. Dalam rangka memperjelas ruang lingkup, batasan masalah juga ditentukan untuk memfokuskan penelitian pada pokok permasalahan yang ada. Pada tahap perancangan dan pembuatan alat, terdapat dua bagian utama, yaitu perancangan hardware untuk merancang peralatan dan rangkaian pendukung sistem yang akan dibuat, serta perancangan software dengan menginstal Arduino IDE agar komponen Arduino Uno dapat berfungsi dengan baik. Tahap pengujian dilakukan untuk menguji kinerja keseluruhan sistem, yang mencakup pengujian terhadap sistem dan objek, yaitu cara kerja sistem monitoring pengaman arus bocor, untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai yang diharapkan. Jika pengujian menunjukkan hasil yang belum sesuai, maka akan kembali ke tahapan perancangan sebelumnya. Setelah itu, tahap analisis dilakukan untuk menganalisis hasil pengujian dan memastikan apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Jika masih terdapat kekurangan, maka proses pengujian akan diulang. Pengumpulan data

dilakukan dengan mengambil data dari berbagai sumber, termasuk fenomena yang terjadi pada instalasi listrik rumah sederhana yang telah dijelaskan sebelumnya pada bab 1, serta berbagai jurnal terkait dengan topik penelitian ini. Tahap terakhir adalah pembuatan laporan yang berisi hasil akhir dari kegiatan penelitian mengenai "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengaman Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Arduino Uno."



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

Diagram blok dalam perancangan sistem ini terdiri dari tiga bagian utama: input, proses, dan output. Pada bagian input, terdapat beberapa komponen penting, yaitu sensor ADS1115 yang berfungsi mengubah sinyal listrik (tegangan) menjadi data digital yang dapat diproses oleh Arduino Uno, trafo yang menurunkan tegangan listrik AC menjadi lebih kecil, rangkaian AC to DC yang mengubah listrik AC menjadi DC untuk mempermudah pengukuran listrik AC, sensor ACS712 yang mendeteksi arus yang mengalir melalui instalasi listrik di setiap ruangan, serta tombol yang digunakan untuk mereset data pada Arduino. Pada bagian proses, Arduino Uno bertindak sebagai mikrokontroler yang mengontrol, memonitor, dan mengidentifikasi arus bocor serta tegangan sentuh melalui sinyal pembacaan arus dan tegangan yang dihasilkan oleh komponen ACS712 dan ADS1115. Untuk bagian output, modul Relay berfungsi sebagai saklar untuk menghubungkan dan memutus aliran listrik pada peralatan yang terhubung dengan sistem, sementara LCD I2C 16x2 berfungsi sebagai antarmuka dan indikator untuk sensor-sensor yang ada dalam sistem.



Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan

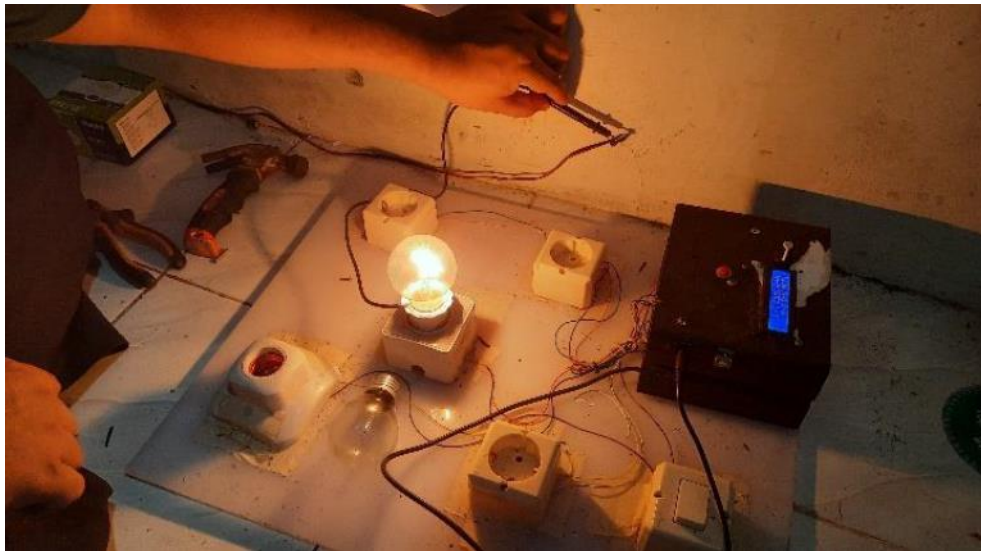
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada Sistem Monitoring Pengaman Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Arduino Uno dilakukan setelah pengujian pada perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) untuk menguji kinerja gabungan dari kedua sistem tersebut. Tujuan pengujian ini adalah untuk menilai kinerja masing-masing perangkat yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan memberikan berbagai kondisi dan masalah yang mungkin terjadi saat sistem beroperasi.

Pengujian pada Keadaan Arus Listrik Bocor

Dalam pengujian ini, perangkat diuji untuk mengevaluasi kinerjanya ketika terjadi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga. Alat akan mengaktifkan sistem proteksi saat sinyal arus yang terbaca oleh sensor ACS712, yang kemudian diubah oleh ADS1115, menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara arus masuk dan arus keluar melebihi batas toleransi. Data ini diproses oleh Arduino Uno untuk mengaktifkan program proteksi arus bocor. Hasil proteksi kemudian diteruskan melalui relay 2 channel yang memutus aliran listrik ke titik ruangan yang mengalami masalah, sementara alat memberikan informasi masalah kepada pengguna melalui tampilan visual di LCD dan peringatan suara yang dihasilkan oleh buzzer. Dari hasil rata-rata waktu reaksi arus bocor pada tiap ruangan, didapatkan hasil keseluruhan rata-rata waktu reaksi arus bocor sebesar 1,22 detik.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring pengaman arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga berbasis Arduino Uno menunjukkan kinerja yang baik dalam mendeteksi arus bocor dan mengaktifkan sistem proteksi dengan cepat. Waktu reaksi rata-rata sebesar 1,22 detik menunjukkan bahwa sistem dapat merespons dengan efisien terhadap masalah arus bocor, memberikan informasi yang jelas kepada pengguna dan memutus aliran listrik untuk mencegah kecelakaan.



Gambar 7. Lampu Menyala Terang Ketika Tidak Terjadi Arus Bocor

Pengujian pada Keadaan Tegangan Sentuh

Pada pengujian ini, perangkat diuji untuk mengevaluasi kinerjanya ketika terjadi tegangan sentuh pada instalasi listrik rumah tangga. Alat akan mendeteksi adanya ketidaksesuaian antara tegangan masuk dan tegangan keluar yang terdeteksi oleh komponen ADS1115, kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk mengaktifkan program proteksi terhadap tegangan sentuh. Hasil proteksi diteruskan melalui relay 2 channel yang memutus aliran listrik ke titik ruangan yang mengalami masalah, dan alat memberikan informasi

kepada pengguna melalui tampilan visual di LCD serta peringatan suara dari buzzer. Berdasarkan hasil rata-rata waktu reaksi terhadap tegangan sentuh pada tiap ruangan, didapatkan waktu reaksi rata-rata keseluruhan sebesar 1,2 detik.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring pengaman tegangan sentuh pada instalasi listrik rumah tangga berbasis Arduino Uno bekerja dengan baik dalam mendeteksi tegangan sentuh dan mengaktifkan proteksi dengan cepat. Waktu reaksi rata-rata sebesar 1,2 detik menunjukkan bahwa sistem ini dapat merespons secara efisien terhadap tegangan sentuh, memberikan informasi yang jelas kepada pengguna, dan memutus aliran listrik untuk mencegah kecelakaan akibat tegangan sentuh.



Gambar 8. Tespen aktif ketika terjadi tegangan sentuh

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring pengaman arus bocor dan tegangan sentuh pada instalasi listrik rumah tangga berbasis Arduino Uno menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi kedua kondisi tersebut dan mengaktifkan proteksi dengan cepat. Pada pengujian arus bocor, sistem dapat merespons dengan efisien dalam waktu rata-rata 1,22 detik, memberikan informasi yang jelas kepada pengguna melalui tampilan visual di LCD dan peringatan suara dari buzzer, serta memutus aliran listrik untuk mencegah kecelakaan. Begitu pula pada pengujian tegangan sentuh, sistem mampu mendeteksi ketidaksesuaian tegangan dengan waktu reaksi rata-rata 1,2 detik, yang juga diikuti dengan proteksi yang memadai dan pemberian informasi kepada pengguna. Secara keseluruhan, sistem ini dapat bekerja dengan efektif dalam meningkatkan keselamatan pada instalasi listrik rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamdan Cholifudin Ismail. Puslabfor dugaan ada kebocoran arus listrik di kasus satu keluarga tewas tersetrum. <https://metro.tempo.co/read/1573802/puslabfor-duga-ada-kebocoran-arus-listrik-di-kasus-satu-keluarga-tewas-terstrum>, diakses 19 Mei 2023
- Hutagalung, S. N., & Panjaitan, M. (2018). Pembelajaran Fisika Dasar dan Elektronika Dasar (Arus, Hambatan, dan Tegangan Listrik) Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 4(2), 1–4. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jiaf/article/view/10910/pdf>

- Indah, A., Hulukati, S. A., Yusrianto Malago, & Yusrianto Malago. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus Bocor Isolator. *Electrician*, 16(1), 110–115. <https://doi.org/10.23960/elc.v16n1.2242>
- Sigit Haryanto. Arus listrik PLN bocor, 9 RT di suka makmur dalam bahaya. <https://radarutara.disway.id/read/644157/arus-listrik-pln-bocor-9-rt-di-suka-makmur-dalam-bahaya>, diakses 19 mei 2023
- Siswanto, A., Sitepu, R., Lestariningsih, D., Agustine, L., Gunadhi, A., & Andyardja, W. (2020). Meja Tulis Adjustable Dengan Konsep Smart Furniture. *Scientific Journal Widya Teknik*, 19(2), 2621–3362.
- Sofiana, A., Yulianti, I., & Sujarwata. (2017). Identifikasi Nilai Hambat Jenis Arang Tempurung Kelapa dan Arang Kayu Mangrove sebagai Bahan Alternatif Pengganti Resistor Film Karbon. *Unnes Physics Journal*, 6(1), 1–6. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upj>
- Supriyadi, E., & Dinaryati, S. (2020). Rancang Bangun System Monitoring dan Kendali Listrik Rumah Tangga Berbasis ESP8266 NodeMCU. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Elektro*, 4(4), 1–11. <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/sinusoida/article/view/865>
- Taif, M., Hi. Abbas, M. Y., & Jamil, M. (2019). Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(1). <https://doi.org/10.33387/protk.v6i1.1009>
- Tantowi, D., & Yusuf, K. (2020). Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino. *Jurnal ALGOR*, 1(2), 9–15. <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/article/view/302/209>