

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peralatan elektronik rumah tangga telah menjadi bagian penting dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Berbagai perangkat seperti televisi, kulkas, pendingin ruangan (AC), komputer, dispenser, dan *rice cooker* sangat bergantung pada kestabilan tegangan listrik agar dapat beroperasi secara baik. Namun, kualitas tegangan listrik yang disalurkan oleh jaringan PLN tidak selalu berada pada kondisi yang stabil. Fluktuasi tegangan berupa *over voltage* maupun *under voltage* merupakan salah satu gangguan kualitas daya yang dapat memengaruhi kinerja dan keandalan peralatan listrik (Gunawan, 2023). Kondisi tersebut dapat menyebabkan kerusakan komponen akibat panas berlebih (*overheating*), penurunan performa, hingga memperpendek umur pakai peralatan listrik (Baskoro, 2020).

Berbagai metode proteksi tegangan telah banyak digunakan untuk mengurangi dampak gangguan tersebut. Salah satunya adalah *stabilizer* konvensional (*stabilizer*) yang berfungsi menjaga tegangan keluaran tetap berada pada rentang tertentu. Selain itu, pada instalasi rumah tangga juga telah digunakan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) sebagai sistem pengaman terhadap arus hubung singkat (*short circuit*) dan beban berlebih (*overload*). Akan tetapi, MCB tidak dirancang untuk mendeteksi maupun memberikan perlindungan terhadap gangguan *over voltage* dan *under voltage* (Hendarto & Gumilang, 2016). Di sisi lain, perangkat digital *voltage protector* yang tersedia di pasaran umumnya dipasang secara permanen pada panel distribusi listrik, sehingga memerlukan instalasi tambahan dan pengetahuan teknis kelistrikan yang memadai. Kondisi tersebut menyebabkan sistem proteksi yang ada saat ini kurang fleksibel apabila pengguna hanya ingin memberikan perlindungan pada peralatan elektronik tertentu.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem proteksi tegangan berbasis mikrokontroler Arduino untuk mendeteksi kondisi *over voltage* dan *under voltage* secara otomatis (Tung & Khoa, 2019). Namun, sebagian besar sistem yang dikembangkan masih ditujukan untuk penggunaan pada panel

distribusi atau instalasi tetap, sehingga penggunaannya kurang praktis bagi masyarakat umum. Dengan demikian, kondisi *existing* menunjukkan bahwa masih diperlukan sistem proteksi tegangan yang tidak hanya mampu mendeteksi gangguan tegangan secara otomatis, tetapi juga mudah digunakan, fleksibel, dan dapat diterapkan langsung pada peralatan rumah tangga tanpa memerlukan perubahan instalasi listrik.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem pengaman tegangan yang praktis, mudah digunakan, serta dapat diterapkan secara fleksibel pada berbagai peralatan rumah tangga. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang *Smart voltage protection System Portable* Berbasis Arduino untuk Pengaman Peralatan Rumah Tangga. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan mikrokontroler Arduino untuk memantau tegangan secara *real-time* dan secara otomatis memutus aliran listrik ketika terjadi kondisi *over voltage* maupun *under voltage*. Selain itu, sistem dilengkapi dengan mekanisme penyambungan kembali secara otomatis setelah tegangan kembali normal, sehingga diharapkan dapat memberikan perlindungan yang lebih aman bagi peralatan elektronik rumah tangga. Pemanfaatan Arduino sebagai sistem proteksi tegangan telah banyak digunakan karena mampu melakukan pemantauan dan pengendalian secara otomatis dengan tingkat akurasi yang baik (Susilo, 2026).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diangkatlah permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana akurasi sistem dalam mendeteksi kondisi *over voltage* dan *under voltage* pada jaringan listrik rumah tangga?
2. Bagaimana kecepatan respons sistem dalam memutus dan menyambungkan kembali aliran listrik saat terjadi gangguan tegangan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian masalah ini, telah ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem kontrol utama menggunakan mikrokontroler Arduino.
2. Batasan parameter tegangan aman yang digunakan disesuaikan dengan standar tegangan rumah tangga di Indonesia (220 *Volt*), dengan toleransi batas atas 240 *volt* dan batas bawah 200 *volt*.
3. Alat ini dirancang untuk penggunaan skala rumah tangga dengan kapasitas daya yang disesuaikan dengan kemampuan maksimal *relay* yang digunakan.
4. Output monitoring status sistem hanya ditampilkan melalui media LCD interface dan indikator suara berupa *buzzer*.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

1. Merancang dan mengimplementasikan alat pengaman tegangan listrik portable berbasis Arduino yang mudah digunakan oleh masyarakat umum.
2. Melindungi peralatan elektronik rumah tangga dari kerusakan akibat gangguan fluktuasi tegangan (*over voltage* dan *under voltage*).
3. Membuat sistem monitoring tegangan secara *real-time* berbasis LCD dan alarm *buzzer* sebagai indikator peringatan dini bagi pengguna.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Pengembangan Teknologi Proteksi Listrik Rumah Tangga: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan sistem keamanan dan proteksi ketenagalistrikan yang lebih efisien, fleksibel, dan responsif. Dengan adanya sistem pengaman berbasis Arduino yang bersifat *portable*, konsep perlindungan tegangan dapat lebih mudah diimplementasikan oleh masyarakat luas dengan konsumsi daya yang rendah serta biaya pembuatan yang relatif murah.

2. Meningkatkan Efisiensi dan Keamanan Sistem Monitoring Tegangan: Alat yang dirancang dalam penelitian ini akan memberikan solusi praktis untuk memantau fluktuasi tegangan secara *real-time*. Integrasi antara sensor tegangan, Arduino, dan *relay* akan meningkatkan kecepatan respons pemutusan arus (*latching time*) ketika terjadi gangguan *over voltage* maupun *under voltage*, yang sangat bermanfaat dalam mencegah kerusakan fatal pada komponen internal perangkat elektronik sensitif.
3. Kemudahan Skalabilitas dan Pengembangan Fitur Lebih Lanjut: Sistem proteksi yang diimplementasikan diharapkan memiliki fleksibilitas tinggi, memungkinkan integrasi lebih lanjut dan skalabilitas ke sistem yang lebih kompleks di masa depan. Hal ini akan mempermudah pengembangan lanjutan, seperti penambahan fitur berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk monitoring jarak jauh, penyimpanan data log fluktuasi tegangan, atau penambahan kapasitas daya beban yang lebih besar dalam jangka panjang.
4. Sebagai Dasar Pengembangan Sistem *Smart home* di Berbagai Sektor: Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi atau studi dasar untuk pengembangan sistem otomasi rumah pintar (*smart home*) dan sistem manajemen energi di sektor-sektor lain yang membutuhkan proteksi tegangan yang stabil dan andal, seperti pada laboratorium, perkantoran, sektor UMKM yang bergantung pada mesin elektronik, maupun fasilitas publik.
5. Kontribusi pada Penghematan Ekonomi dan Keberlanjutan Perangkat: Dengan adanya sistem monitoring dan proteksi tegangan yang lebih responsif dan efisien, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada penghematan pengeluaran finansial pengguna akibat kerusakan dini alat elektronik. Hal ini secara tidak langsung mendukung keberlanjutan masa pakai (*lifetime*) perangkat rumah tangga, mengurangi limbah elektronik (*e-waste*), dan memitigasi risiko bahaya kebakaran akibat korsleting yang dipicu oleh tegangan berlebih.

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah :

1.5.1 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan kegiatan seperti mempelajari literatur penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan pada perancangan sistem proteksi ketenagalistrikan otomatis, karakteristik fluktuasi tegangan, penggunaan sensor tegangan, serta pemrograman mikrokontroler berbasis Arduino.

1.5.2 Perencanaan dan Perancangan Sistem

Merancang dan mengembangkan arsitektur dan implementasi sistem prototipe, meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) seperti integrasi sensor tegangan, Arduino, *relay*, LCD, dan *buzzer*, serta perancangan perangkat lunak (*software*) berupa algoritma pembacaan batas aman tegangan dan mekanisme *delay reconnect*.

1.5.3 Implementasi

Pengujian kinerja alat proteksi dengan berbagai parameter dalam kondisi fluktuasi tegangan yang ditentukan, guna memastikan sistem dapat bekerja secara otomatis baik dalam memutuskan arus saat terjadi gangguan maupun menghubungkan kembali arus saat kondisi normal.

1.5.4 Analisis dan Evaluasi

Setelah dilakukan implementasi, akan dilakukan analisis dan evaluasi pada hasil penelitian yang telah dilakukan dengan mengumpulkan data dari pengujian sebelumnya, seperti tingkat akurasi pembacaan sensor dan kecepatan waktu respons pemutusan arus oleh *relay*.

1.5.5 Penulisan Laporan

Dalam penulisan laporan ini mengacu pada pedoman penulisan ilmiah, dalam hal ini penulisan proyek akhir yang bentuk bakunya telah diatur oleh pihak Politeknik Caltex Riau.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan proyek akhir ini terdiri dari empat bab yang saling terkait, sistematika penulisan laporan proyek akhir ini terbagi menjadi:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah dan batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang pembahasan beberapa hasil penelitian terdahulu dan landasan teori yang diperlukan untuk merancang sistem.

BAB III PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang perancangan dan pembangunan alat yang terdiri dari *hardware*. Perancangan berisi *flowchart*, blok diagram pada proyek dalam pembuatan proyek akhir ini.