

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik pada dasarnya tidak bisa lepas dari kehidupan manusia pada saat ini, terlebih segala peralatan yang erat kaitannya dengan manusia modern hampir secara keseluruhan menggunakan energi listrik sebagai daya utama dalam pemakaiannya sehari-hari. Tanpa adanya energi listrik, banyak aspek dalam kehidupan manusia akan terhambat, mulai dari kegiatan rumah tangga, pendidikan, pekerjaan, hingga komunikasi. Di era industri modern, hampir semua sektor kehidupan mengandalkan listrik sebagai sumber energi utama. Listrik digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari pencahayaan, pemanas, pendingin udara, perangkat elektronik, hingga untuk menggerakkan mesin dalam industri. Dalam proses pembuatannya sendiri, listrik tercipta melalui konversi energi mekanik dari turbin yang digerakkan oleh uap. Uap tersebut dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, yang digunakan pada pembangkit listrik konvensional.

Namun, pembangkit listrik konvensional yang bergantung pada bahan bakar fosil, terutama batu bara, memiliki dampak negatif yang besar terhadap kelestarian alam. Penggunaan batu bara yang terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang parah, termasuk peningkatan emisi gas rumah kaca, pemanasan global, dan kerusakan ekosistem. Selain itu, penggunaan energi fosil ini sangat bergantung pada cadangan energi yang terbatas, yang diperkirakan akan habis terpakai dalam waktu yang tidak terlalu lama jika tidak ada upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadapnya.

Energi dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu energi baru terbarukan (EBT) dan energi tidak terbarukan. Energi tidak terbarukan, seperti batu bara, minyak, dan gas alam, memerlukan waktu yang sangat lama untuk pembentukannya di alam, dan jika terus-menerus dieksploitasi, sumber daya ini akan habis. Sementara itu, energi baru terbarukan adalah energi yang dapat diperbarui secara alami dalam waktu yang lebih cepat dan tidak akan habis selamanya, seperti energi surya, angin, biomassa, dan hidroelektrik. Ketergantungan terhadap energi tidak terbarukan semakin tinggi seiring dengan pertumbuhan populasi dan peningkatan permintaan energi listrik, yang

menyebabkan peningkatan risiko terhadap keberlanjutan sumber energi tersebut di masa depan. Penggunaan energi fosil juga berisiko mengancam lingkungan, mengingat dampaknya terhadap perubahan iklim dan kerusakan alam yang semakin besar.

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi terbarukan. Negara ini terletak di daerah tropis, tepatnya di garis khatulistiwa, sehingga memiliki potensi energi surya yang sangat besar. Meskipun demikian, pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satunya adalah tingginya harga produksi pembangkit berbasis energi terbarukan (EBT), yang menyebabkan persaingan dengan pembangkit berbasis energi fosil, terutama yang menggunakan batu bara, sangat sulit. Biaya investasi untuk sistem pembangkit energi terbarukan, seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), masih lebih tinggi dibandingkan dengan pembangkit berbasis fosil, meskipun biaya operasional jangka panjangnya lebih rendah. Akibatnya, Indonesia belum optimal dalam memanfaatkan potensi energi terbarukan yang ada.

Penggunaan energi terbarukan menawarkan banyak manfaat, seperti mengurangi ketergantungan pada energi fosil, mendukung keberlanjutan sumber daya alam, serta membantu melestarikan lingkungan. Salah satu jenis energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan di seluruh dunia adalah energi surya. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah salah satu solusi terbaik yang dapat diterapkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. PLTS mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik, yang sangat cocok untuk negara dengan intensitas sinar matahari yang tinggi seperti Indonesia. Keberadaan Indonesia di daerah khatulistiwa membuat negara ini mendapatkan paparan sinar matahari sepanjang tahun, dengan intensitas radiasi matahari rata-rata 4,8 kilowatt jam per meter persegi per hari. Potensi energi surya yang sangat besar ini memberikan peluang bagi Indonesia untuk mengembangkan PLTS sebagai sumber energi yang ramah lingkungan.

PLTS bekerja dengan cara mengkonversi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik melalui panel surya. Panel surya mengubah energi cahaya menjadi arus searah (DC), yang kemudian diubah menjadi arus bolak-balik (AC)

menggunakan inverter, agar dapat digunakan oleh peralatan elektronik. Panel surya memiliki sifat modular, yang artinya dapat diperbesar atau diperkecil sesuai kebutuhan, serta mudah diangkut. Hal ini menjadikan PLTS sebagai solusi yang ideal untuk daerah terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan PLTS, baik untuk aplikasi skala besar maupun skala kecil, seperti yang akan diterapkan dalam sistem energi di lingkungan kampus.

Indonesia telah mulai memanfaatkan energi surya untuk menghasilkan listrik, baik melalui sistem off-grid maupun on-grid. Sistem off-grid adalah sistem yang tidak terhubung langsung dengan jaringan listrik nasional dan digunakan di daerah-daerah terpencil, sementara sistem on-grid terhubung dengan jaringan listrik PLN. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), potensi energi surya di Indonesia mencapai 207 Gigawatt, yang menunjukkan bahwa negara ini memiliki potensi besar untuk mengembangkan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Untuk mempercepat pemanfaatan energi surya, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan regulasi terkait PLTS atap yang terhubung ke jaringan listrik nasional, salah satunya adalah Peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2021 dan revisi terbaru pada tahun 2023. Regulasi ini mengatur pembangunan PLTS atap on-grid yang dapat dibangun oleh masyarakat dengan ketentuan bahwa kapasitas jaringan listrik harus memperhitungkan besar kapasitas yang diizinkan dan kuota yang telah ditentukan. Kelebihan produksi listrik yang dihasilkan oleh PLTS atap yang terhubung ke jaringan listrik tidak akan dibayar, namun dapat memperoleh insentif harga karbon.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik, terutama di lingkungan pendidikan dan tempat kerja, kebutuhan akan pengembangan sistem energi yang mandiri dan berkelanjutan menjadi semakin penting. Di lingkungan kampus, fasilitas seperti lampu penerangan, akses internet, pengisi daya laptop dan ponsel, serta perangkat elektronik lainnya sangat penting untuk mendukung aktivitas mahasiswa. Oleh karena itu, proyek PLTS 3kW ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi utama, sistem ini akan mengelola beban seperti lampu, *charger* laptop, *charger*

ponsel, dan perangkat lainnya dengan efisien, mendukung kegiatan akademik dan operasional kampus yang berkelanjutan.

Namun, untuk memastikan kinerja sistem yang optimal, rangkaian PLTS perlu dilengkapi dengan sistem proteksi yang sesuai dengan standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) yang berlaku. Sistem proteksi yang tepat akan melindungi sistem dari kerusakan yang disebabkan oleh kelebihan beban dan gangguan kelistrikan lainnya. Meskipun demikian, dalam implementasinya, terdapat beberapa tantangan, seperti pengelolaan daya maksimum yang dapat ditangani oleh sistem dan perlindungan terhadap kondisi kelebihan beban. Oleh karena itu, selain menggunakan MCB (Miniature Circuit Breaker), penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem proteksi yang dapat mendeteksi dan merespon kondisi abnormal, seperti penggunaan daya yang melebihi ambang batas, dengan fitur seperti pemutusan otomatis (trip) dan peringatan melalui buzzer.

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat tercipta sistem PLTS yang andal, aman, dan efisien, serta dapat memenuhi kebutuhan listrik di lingkungan kampus sekaligus mendukung pengembangan energi terbarukan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun untuk perumusan masalah dari latar belakang yang didapatkan adalah :

- a. Bagaimana penerapan sistem proteksi pintar beban pada PLTS 3kW dengan standar PUIL?
- b. Bagaimana mengintegrasikan rangkaian PLTS dengan *output* indikator buzzer dan relay sebagai pemutus aliran listrik menuju beban?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan

Penelitian ini memiliki maksud dan tujuan dalam pelaksanaannya :

- a. Merancang sistem proteksi yang andal serta mencegah kerusakan pada perangkat atau komponen PLTS.
- b. Merancang sistem proteksi yang responsive terhadap perubahan beban sehingga PLTS mampu bekerja dengan optimal.
- c. Memberikan solusi proteksi yang efektif, terjangkau pada PLTS skala kecil.

1.3.2 Manfaat

Diharapkan penelitian skripsi ini mencapai manfaat, diantaranya :

- a. Meningkatkan usia pemakaian PLTS dari resiko kerusakan akibat beban berlebih.
- b. Meminimalisir potensi bahaya bagi pengguna akibat beban berlebih.
- c. Memberikan ide pengembangan pada penelitian selanjutnya dengan penyesuaian kebutuhan yang ada.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan dibatasi pada beberapa hal :

- a. Menggunakan mikrokontroler ATMEGA 2560 sebagai kontrol sistem proteksi beban.
- b. Sistem proteksi berfokus untuk proteksi lokal, dalam operasionalnya membutuhkan pengguna disekitar.
- c. Sistem kontrol digunakan untuk menyalakan indikator buzzer saat nilai *load* mendekati batas yang ditentukan dan memotong arus saat terjadi *overload* dengan relay.