

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup. Sebagian besar masyarakat saat ini sangat bergantung pada listrik, sehingga mereka akan mengalami kesulitan dalam menjalankan aktivitas ketika pasokan listrik tiba-tiba padam hanya dalam beberapa menit. Energi listrik sangat penting untuk membantu kehidupan sehari-hari, jadi harus digunakan semaksimal mungkin karena berhubungan dengan masalah ekonomi.

Penggunaan energi listrik di dalam skala rumah tinggal terus meningkat seiring dengan penggunaan beban induktif, seperti mesin cuci, pompa air, kipas angin, kulkas, dan lain-lain. Peningkatan jumlah beban induktif ini dapat menyebabkan kebutuhan energi reaktif meningkat, yang berarti bahwa diperlukan suplai sumber energi yang lebih besar dari sumber (Hajar & Rahayuni, 2020).

Selain itu dengan meningkatnya daya reaktif pada suatu instalasi listrik juga dapat mengakibatkan penurunan nilai faktor daya pada instalasi listrik tersebut. Daya reaktif memiliki peran yang sangat penting untuk memastikan kualitas daya. Daya reaktif dalam jaringan listrik harus seimbang, jika tidak tegangan sistem akan turun yang dapat mengakibatkan peralatan listrik rusak. Penurunan tegangan dan kerugian saluran dalam setiap saluran daya yang mencatu beban keduanya berbanding lurus dengan arus saluran, maka makin rendah faktor daya, penurunan tegangan dan kerugian saluran makin tinggi ketika mengirimkan beban (Harahap & Toruan, 2023).

Menurut (Fartino *et al.*, 2020) faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya semu. Faktor daya menggambarkan sudut fasa antara daya aktif dan daya semu. Daya aktif digunakan untuk mengoperasikan beban-beban pada pelanggan listrik. Daya semu dihasilkan oleh generator pembangkit yang ditransmisikan ke pelanggan listrik. Daya reaktif yang bertambah menyebabkan sudut fasa antara daya semu dan daya nyata melebar dan hal tersebut menyebabkan turunnya faktor daya listrik. Standar nilai minimum untuk faktor daya yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah $>0,85$.

Menurut (Manggalai *et al.*, 2019) faktor daya pada sistem ketenagalistrikan harus memenuhi syarat minimal 0,85 atau setara dengan 85% agar pelanggan berskala industri tidak dikenai biaya kompensasi daya reaktif. Sementara itu, pelanggan rumah tinggal tidak akan dikenai biaya kompensasi daya reaktif meskipun faktor dayanya di bawah 0,85. Namun, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Hartono, 2014) faktor daya yang buruk pada

skala rumah tinggal dapat mengakibatkan terjadinya alat proteksi rumah tinggal (*Miniature Circuit Breaker* dan *Earth Leakage Cricuit Breaker*) trip pada kondisi daya semu (*Volt Ampere*). Peralatan listrik yang melebihi daya nyata (*Watt*) yang diakibatkan oleh beban-beban induktif pada rumah tinggal mempengaruhi fasa arus tertinggal dari pada fasa tegangan sehingga nilai besaran arus naik melebihi batasan alat proteksi. Penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh (Sancipto, 2020) mengatakan bahwa kerugian akibat penurunan faktor daya antara lain penurunan tegangan sistem, ketidakmampuan untuk memaksimalkan kapasitas penggunaan energi, efisiensi listrik yang rendah, dan kapasitas daya terpasang yang berkurang serta aliran energi listrik untuk memasok kapasitas daya yang lebih besar ke sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut, juga dilalukan survei pengukuran pada peralatan listrik rumah tinggal. Lokasi survei pengukuran yang pertama berada di jalan TP.Sriwijaya, RT 17, No 12, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi. Lokasi survei pengukuran yang kedua berada di jalan Teuku Sulaiman RT 17, No 17, Kecamatan Jambi Selatan, Kota Jambi. Lokasi survei pengukuran yang ketiga berada di jalan Lintas Muaro Jambi-Batanghari, RT 17, RW 03, Desa Mendalo Darat, Kecamatan Jambi Luar Kota, Muaro Jambi. Lokasi survei pengukuran yang keempat berada di jalan Kopi, RT 10, RW 06, Desa Sumber Agung, Kecamatan Rimbo Ilir, Kabupaten Tebo, Jambi. Hasil dari survei pengukuran tersebut didapatkan peralatan listrik dengan faktor daya rata-rata di bawah 0,85 antara lain kipas angin (0,53), kulkas (0,61), parutan kelapa (0,72), dan mesin pompa air (0,44). Dari hasil survei pengukuran yang telah dilakukan, maka perlu adanya upaya dalam memperbaiki kualitas faktor daya.

Tujuan utama dari perbaikan faktor daya adalah untuk meningkatkan kapasitas sistem, dan mengoptimalkan konsumsi daya (Nusa *et al.*, 2015). Untuk mengatasi masalah tersebut, langkah yang dapat diambil yaitu menggunakan komponen listrik yang memiliki faktor daya yang lebih baik atau melakukan perbaikan pada faktor daya listrik secara keseluruhan. Pemasangan kapasitor bank merupakan cara yang dapat dilakukan dengan memparalelkan ke dalam jaringan listrik untuk menginjeksi kebutuhan daya reaktif pada sistem kelistrikan, sehingga memperkecil sudut antara daya semu dan daya nyata yang mempengaruhi nilai faktor daya agar semakin baik.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas, maka dapat dilakukan penelitian untuk merancang sebuah alat atau sistem untuk memperbaiki kualitas faktor daya yang buruk. Maka fokus penelitian ini yaitu **“Rancang Bangun Alat Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Variabel Kapasitor Dengan Monitoring Android”**.

Penelitian ini merancang bangun alat untuk melakukan perbaikan faktor daya secara otomatis menggunakan variabel kapasitor disertai monitoring nilai tegangan (V), frekuensi (Hz), arus (A), daya aktif (W), daya semu (VA), daya reaktif (VAR), energi listrik (kWh), *phase angle* ($^{\circ}$), *phase type*, faktor daya (Cos phi), biaya PLN, dan nilai kapasitor yang dibutuhkan. Sensor yang digunakan yaitu PZEM-016. Sensor ini dapat mengukur parameter seperti tegangan, frekuensi, arus, daya aktif, energi listrik, dan faktor daya. Sensor ini dilengkapi juga dengan CT dan memiliki bentuk yang efisien. Nilai parameter yang diukur oleh PZEM-016 tersebut dapat dilihat pada LCD I2C 20x4 dan menggunakan aplikasi Android dari *Mit App Inventor*. *Mit App Inventor* adalah *website* yang memudahkan pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus menggunakan bahasa pemrograman. *Mit App Inventor* merupakan alat pembuatan aplikasi yang mendukung perangkat Android. Alat ini dilengkapi juga data *logger* pengukuran yang disimpan dalam *Google Spreadsheet*. Penelitian ini diharapkan dapat manajemen energi listrik di rumah dengan lebih efisien dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dibahas dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun alat yang dapat memperbaiki nilai faktor daya pada beban induktif?
2. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi sistem monitoring energi listrik dan perbaikan faktor daya menggunakan *Mit App Inventor*?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan kapasitor bank dalam perbaikan faktor daya pada beban induktif?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang telah ditentukan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat ini digunakan untuk mengukur dan meningkatkan faktor daya pada beban induktif listrik 1 fasa dengan beban maksimal 6A.
2. Kapasitor dipasang dengan rangkaian paralel.
3. Kapasitor yang dipasang berjumlah 4 buah dengan ukuran $1\mu\text{F}$, $2\mu\text{F}$, $3\mu\text{F}$, dan $10\mu\text{F}$.
4. Sensor yang digunakan yaitu sensor PZEM-016.
5. Data yang diukur yaitu, tegangan listrik (V), frekuensi (Hz), arus listrik (A), daya aktif (W), daya semu (VA), daya reaktif (VAR), energi listrik (kWh), *phase angle* ($^{\circ}$), *phase type*, faktor daya (Cos phi), biaya PLN, dan nilai kapasitor yang dibutuhkan untuk perbaikan faktor daya.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun alat yang dapat memperbaiki nilai faktor daya pada beban induktif.
2. Merancang dan membangun aplikasi sistem monitoring energi listrik dan perbaikan faktor daya menggunakan *Mit App Inventor*.
3. Menguji dan menganalisis pengaruh penggunaan kapasitor bank dalam perbaikan faktor daya pada beban induktif.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, diharapkan penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan tentang Rancang Bangun Alat Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Variabel Kapasitor Dengan Monitoring Android.
2. Bagi mahasiswa, diharapkan penelitian ini menjadi referensi bagi mahasiswa untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi masyarakat, diharapkan penelitian ini meningkatkan kesadaran akan efisiensi energi listrik dan memberikan solusi praktis untuk memperbaiki faktor daya, sehingga dapat mengurangi konsumsi energi, biaya listrik, dan beban jaringan listrik, serta mempermudah pemantauan penggunaan energi melalui Android.