

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Konsumsi energi listrik nasional menunjukkan tren peningkatan dari tahun ke tahun, tercatat sebesar 1.084 kWh per kapita pada 2019, naik menjadi 1.337 kWh pada 2023, kemudian mencapai 1.411 kWh pada 2024 (Kementerian ESDM, 2025). Hampir seluruh peralatan rumah tangga seperti, kipas angin, setrika, televisi, mesin cuci, dan perangkat elektronik lainnya, menggunakan listrik sebagai sumber energi (Ponto, 2018). Namun, efisiensi penggunaan energi listrik masih menjadi perhatian utama (Napis dkk., 2023), terutama karena berbagai jenis beban listrik memiliki karakteristik konsumsi dan dampak efisiensi yang berbeda (Christofer dkk., 2024). Efisiensi energi listrik merupakan aspek krusial dalam pemanfaatan sumber daya listrik (Corio dkk., 2023), khususnya di sektor rumah tangga yang menjadi salah satu penyumbang konsumsi energi terbesar. Fenomena di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tinggal di Indonesia belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi pemantauan energi secara *real-time* (Antara News, 2023). Hal ini menimbulkan kesenjangan antara harapan optimalisasi penggunaan energi dan kenyataan implementasi pengukuran yang masih terbatas.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji perbandingan beban resistif, induktif, dan kapasitif. Baihaqi dkk. (2025) menganalisis pengaruh pembebanan R, L, dan C terhadap stabilitas daya semu pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dan menemukan bahwa beban resistif memiliki faktor daya mendekati 1 dengan efisiensi tertinggi, sedangkan beban induktif dan kapasitif menyebabkan pemborosan daya reaktif. Andriana dkk. (2019) merancang sistem kWh meter digital berbasis PZEM-004T yang mampu memantau konsumsi energi dan faktor daya secara *real-time* melalui smartphone, namun pengujian hanya dilakukan pada beban tunggal tanpa fokus pada perbandingan karakteristik R, L, dan C. Sementara itu, Lisiani dkk. (2020) mengukur faktor daya berbagai peralatan rumah tangga dan menemukan bahwa beban resistif seperti setrika dan rice cooker

memiliki faktor daya tinggi, sedangkan beban induktif seperti kulkas dan pompa air memiliki faktor daya rendah hingga 0,413. Meskipun ketiga penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami karakteristik beban listrik, belum banyak kajian terkait *data logger* konsumsi energi listrik untuk membandingkan karakteristik beban resistif, induktif, dan kapasitif berdasarkan daya reaktif dan faktor daya.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menggabungkan Arduino Uno dan sensor PZEM-004T untuk membandingkan konsumsi energi dari tiga jenis beban listrik dalam konteks rumah tinggal. Sistem ini dilengkapi dengan fitur *logging* data otomatis ke *micro Secure Digital (SD) card* untuk merekam parameter kelistrikan secara periodik. Data konsumsi energi dikumpulkan dalam waktu operasi yang sama untuk setiap jenis beban. Hasil pengukuran digunakan untuk analisis efisiensi dan karakteristik daya dari masing-masing beban. Penelitian ini sangat penting mengingat kebutuhan saat ini akan pengelolaan energi yang efisien dan memberikan informasi konsumsi secara *real-time*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang pemasangan alat ukur energi sebagai prototipe *data logger* konsumsi energi listrik berbasis Arduino Uno dan PZEM-004T?
2. Bagaimana perbandingan konsumsi energi pada beban listrik antara beban resistif, induktif, dan kapasitif di rumah tinggal?
3. Bagaimana menentukan beban yang paling efisien dari daya reaktif dan faktor daya berdasarkan penggunaan energi listrik dalam durasi waktu yang sama?

Peneliti menerapkan batasan penelitian agar pembahasan terfokus dan terhindar dari perluasan dari pembahasan yang disampaikan. Penelitian ini dibatasi oleh aspek-aspek berikut ini:

1. Penelitian fokus pada sistem 1 fasa dengan tegangan 220 volt.
2. Daya pada rumah tinggal dibatasi dari 450 VA sampai dengan 1300 VA.

3. Beban dibatasi pada tiga jenis yang umum digunakan di rumah tangga, seperti lampu pijar (resistif), kipas angin (induktif), dan mesin pompa air dengan kapasitor (kapasitif).
4. Waktu pengujian konsumsi energi listrik selama 30 menit.
5. Fokus pada konsumsi energi aktif (kWh) dan faktor daya.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ditulis, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui perancangan prototipe *data logger* konsumsi energi listrik berbasis Arduino Uno dan PZEM-004T. Perancangan ini dimaksudkan untuk memperoleh data sebagai dasar perbandingan konsumsi energi, analisis efisiensi beban, dan validasi keakuratan alat ukur.
2. Dapat menganalisis dan membandingkan konsumsi energi dari beban resistif, induktif, dan kapasitif.
3. Dapat menentukan beban paling efisien dalam penggunaan energi untuk durasi waktu yang sama pada beberapa jenis beban yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan baik dari segi teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi pengetahuan dan pengembangan ilmu di bidang teknik elektro, khususnya perancangan prototipe *data logger* konsumsi energi listrik berbasis Arduino Uno menggunakan PZEM-004T sebagai sensor pengukur energi, dan Modul *microSD Card*.
2. Menambah referensi penelitian eksperimental di bidang teknik tenaga listrik, khususnya terkait konsumsi energi berdasarkan jenis beban.
3. Mendorong pengembangan dan integrasi teknologi mikrokontroler dalam pembelajaran.

Manfaat Praktis

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh jenis beban terhadap konsumsi energi di rumah tinggal.

Dewi Nurhasanah, 2025

ANALISIS PERBANDINGAN KONSUMSI ENERGI ANTARA BEBAN RESISTIF, INDUKTIF, DAN KAPASITIF DI RUMAH TINGGAL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya efisiensi energi dan faktor daya dalam pemakaian alat-alat listrik sehari-hari.
3. Memberikan dasar pertimbangan dalam pemilihan peralatan listrik rumah tangga.
4. Menjadi dasar referensi dan titik awal untuk penelitian lanjutan, seperti dasar pengembangan sistem logger konsumsi energi listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* atau integrasi sistem kompensasi faktor daya otomatis.

1.5 Struktur Organisasi Skripsi

Skripsi ini disusun dalam lima bab utama dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi skripsi.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan dasar-dasar teori yang mendukung penelitian, termasuk teori mengenai Komponen Resistif, Induktif, dan Kapasitif, Daya Listrik, Faktor Daya, Beban Listrik, Energi Listrik, Daya pada Rumah Tinggal, Mikrokontroler Arduino, Sensor PZEM-004T, dan *Data Logger*. Selain itu, disertakan pula hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, termasuk lokasi dan objek penelitian, teknik pengumpulan data, serta prosedur analisis data yang dilakukan dalam membandingkan konsumsi beban resistif, induktif, dan kapasitif.

BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil pengujian konsumsi beban resistif, induktif, dan kapasitif menggunakan prototipe *data logger* konsumsi energi berbasis Arduino Uno dan PZEM-004T, serta membahas hasil tersebut dengan membandingkannya dengan hasil pengukuran dengan alat ukur standar dan perhitungan matematis. Pembahasan juga mencakup analisis beban yang paling efisien berdasarkan daya reaktif dan faktor daya.

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Bab ini memuat simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, implikasi hasil penelitian secara teoritis dan praktis, serta rekomendasi bagi pihak terkait dan untuk penelitian selanjutnya.