

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kemajuan di berbagai sektor, kebutuhan energi listrik di rumah tangga terus meningkat. Perangkat elektronik seperti TV, lampu, dan kipas angin telah menjadi bagian penting dari kehidupan sehari-hari. Namun, penggunaan perangkat yang tidak terkendali sering menyebabkan pemborosan energi, berdampak pada meningkatnya tagihan listrik dan emisi karbon dari pembangkit listrik. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM, 2024) konsumsi listrik per kapita di Indonesia menunjukkan peningkatan yang konsisten sejak tahun 2017. Pada tahun 2023, rata-rata konsumsi listrik per orang mencapai 1.285 kWh, meningkat dari 1.173 kWh pada tahun 2022. Peningkatan ini mencerminkan ketergantungan masyarakat yang semakin tinggi terhadap energi listrik, yang apabila tidak disertai dengan perilaku konsumsi yang bijak, berpotensi memperburuk dampak lingkungan sekaligus menambah beban biaya rumah tangga.

Fenomena ini memperlihatkan bahwa pertumbuhan konsumsi energi listrik belum sepenuhnya diimbangi oleh kesadaran masyarakat akan pentingnya efisiensi energi. Tingkat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya penggunaan energi listrik masih tergolong rendah. Banyak perangkat elektronik yang tetap dibiarkan menyala meskipun tidak sedang digunakan, sehingga menyebabkan terjadinya pemborosan energi secara tidak perlu. Penggunaan perangkat yang tidak terkontrol, seperti lampu yang dibiarkan menyala pada siang hari atau di ruangan yang sudah terang, kipas angin yang tetap menyala ketika penghuni ruangan telah pergi, serta TV yang terus menyala meskipun tidak ditonton karena lupa dimatikan saat pengguna meninggalkan ruangan atau rumah, merupakan perilaku yang sering dijumpai. Meskipun, kebiasaan tersebut kerap dianggap sepele, apabila berlangsung secara terus-menerus, pola konsumsi energi yang tidak efisien ini dapat berdampak signifikan terhadap peningkatan tagihan listrik rumah tangga.

Potensi penghematan energi listrik di sektor rumah tangga dapat dianalisis secara kuantitatif melalui skenario berikut. Apabila konsumsi listrik rumah tangga berhasil dikurangi sebesar 10% secara nasional, itu setara dengan pembangunan pembangkit listrik tenaga uap berkapasitas 900 Mega Watt (MW). Misalnya, jika 10 juta pelanggan listrik dapat menghemat 50 watt setiap hari selama 5 jam saat beban puncak, maka total konsumsi listrik yang dapat dihemat adalah $10 \text{ juta} \times 50 \text{ watt} \times 5 \text{ jam} = 2.500 \text{ juta watt-jam}$ atau 2.500 MWh setiap hari. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam upaya penghematan energi listrik agar dapat mencapai hasil yang optimal (Santoso & Salim, 2019).

Salah satu bentuk upaya yang dapat diterapkan adalah pengembangan sistem monitoring dan kontrol penggunaan listrik berbasis *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT memainkan peran penting dalam memudahkan pengguna untuk mengelola dan mengawasi peralatan listrik yang digunakan. Melalui sistem IoT, pengguna tidak hanya dapat mengakses data konsumsi listrik secara *real-time*, tetapi juga mengatur pemakaian daya secara efisien guna menghindari pemborosan energi. Dalam implementasinya, setiap perangkat listrik dapat terhubung ke internet dan dikendalikan melalui aplikasi. Penerapan teknologi IoT pada sektor rumah tangga memungkinkan berbagai perangkat, seperti lampu, TV, dan kipas angin, dikendalikan secara terpadu guna mengoptimalkan penggunaan energi (Hasan & Junianto, 2023).

Untuk mendukung sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT, digunakan modul sensor PZEM-004T sebagai sistem monitoring untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi. Sensor akan terhubung ke mikrokontroler dan mengirimkan data ke aplikasi, sehingga pengguna dapat memantau konsumsi energi dari masing-masing perangkat secara *real-time*. Sebagai solusi untuk sistem kontrol dapat menggunakan stop kontak pintar yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk terhubung ke internet (Nurihsan, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem monitoring pemakaian listrik dan kontrol perangkat elektronik rumah tangga dalam satu ruangan berbasis IoT. Ruang lingkup

permasalahan dalam penelitian dibatasi pada satu ruangan, yaitu ruang tengah atau ruang keluarga, dengan pembatasan penggunaan daya maksimum sebesar 400 watt. Penentuan batas daya tersebut didasarkan pada kapasitas daya total rumah uji coba yang menggunakan daya 900 VA.

Pada dasarnya, 900 VA itu tidak sama dengan 900 watt. Satuan watt merupakan besaran daya aktif sedangkan VA atau Volt Ampere merupakan daya semu. 900 VA biasanya menghasilkan daya sekitar 720 watt, tergantung pada efisiensinya, yang biasanya sekitar 80% (Bajaj Finserv, 2024). Alokasi daya sebesar 400 watt dianggap ideal karena cukup untuk mengoperasikan beberapa perangkat elektronik yang umum digunakan. Sedangkan, batas daya 300 watt terlalu kecil dan batas 450 watt atau 500 watt mendekati kapasitas total daya rumah, sehingga berisiko menyebabkan kelebihan beban apabila perangkat di ruangan lain juga digunakan. Oleh karena itu, batas 400 watt dipilih sebagai nilai yang paling seimbang antara kecukupan daya untuk aktivitas di ruang tengah. Pada ruang tengah, perangkat elektronik yang umum ditemukan di antaranya adalah lampu, kipas angin, TV dan setrika. Keempat perangkat tersebut dipilih sebagai objek uji coba dalam penelitian ini karena mewakili jenis beban listrik yang bervariasi serta sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Tingkat konsumsi listrik rumah tangga yang terus meningkat setiap tahunnya, namun belum diimbangi dengan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya efisiensi penggunaan energi.
2. Banyak perangkat elektronik yang dibiarkan menyala meskipun tidak digunakan, yang mengakibatkan peningkatan tagihan listrik dan pemborosan energi yang tidak perlu.
3. Pengguna listrik rumah tangga tidak memiliki akses untuk memantau dan mengendalikan pemakaian listrik secara *real-time*.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, maka permasalahan akan dibatasi pada pembuatan sistem monitoring pemakaian listrik dan kontrol perangkat elektronik rumah tangga dalam satu ruangan yaitu pada:

1. Memonitoring pemakaian listrik yaitu tegangan RMS, arus RMS, daya listrik, dan energi listrik yang dikonsumsi oleh perangkat elektronik serta membatasi penggunaan daya dalam satu ruangan sebesar 400 watt. Pembatasan ini didasarkan pada kapasitas daya total rumah uji coba sebesar 900 VA, di mana daya tersebut dibagi ke beberapa area, salah satunya ruang tengah.
2. Mengontrol empat perangkat elektronik yaitu lampu, kipas angin, setrika dan TV.
3. Penelitian ini menggunakan model Penelitian dan Pengembangan (R&D) Borg & Gall dengan 4 tahap yaitu *research and information collecting*, *planning*, *develop preliminary form of product*, dan *preliminary field testing*.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana cara mengembangkan sistem monitoring pemakaian listrik dan kontrol perangkat elektronik rumah tangga dalam satu ruangan berbasis IoT?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mengembangkan sistem monitoring pemakaian listrik dan kontrol perangkat elektronik rumah tangga dalam satu ruangan berbasis IoT.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari dibuatnya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penggunaan daya secara *real-time* dan mengendalikan perangkat elektronik dari jarak jauh.
2. Mendorong pemanfaatan teknologi *Internet of Things* dalam kehidupan sehari-hari, khususnya di bidang otomasi rumah (*smarthome*).
3. Meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya penghematan energi dan penggunaan listrik yang bijak.

