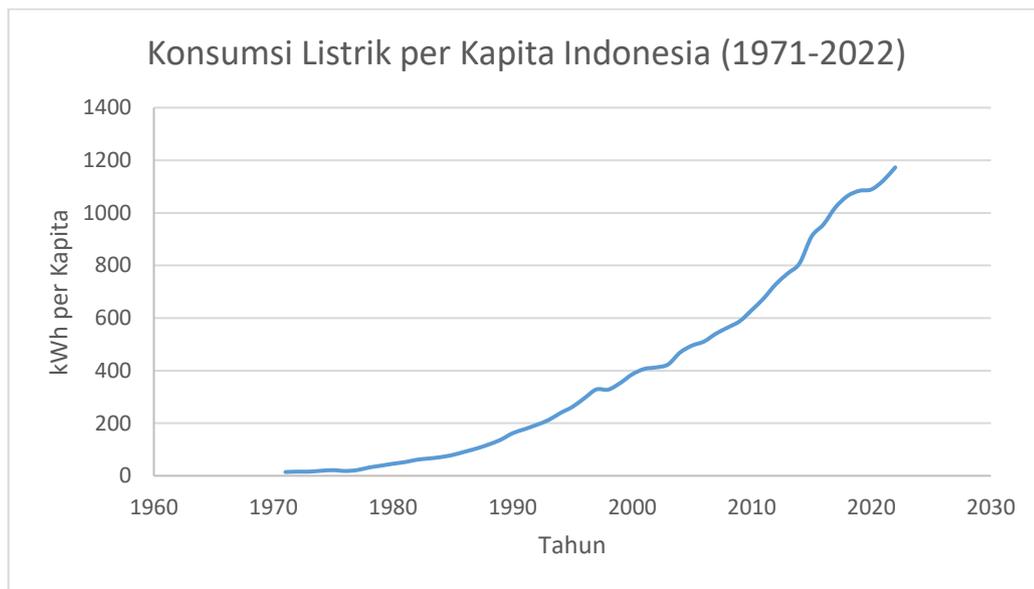


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pertumbuhan konsumsi listrik per kapita di Indonesia mengalami peningkatan signifikan dari tahun 1971 hingga 2022 berdasarkan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1.1. Data konsumsi listrik perkapita Indonesia yang dipublikasikan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral serta Badan Pusat Statistika (BPS) menunjukkan bahwa konsumsi listrik per kapita pada tahun 1971 hanya sebesar 14,3 kWh, sementara pada tahun 2022 angka tersebut melonjak menjadi 1173 kWh (Badan Pusat Statistik (BPS), 2024). Peningkatan konsumsi listrik menunjukkan tren kenaikan yang signifikan sejak tahun 2000, dengan rata-rata kebutuhan sebesar 754,64 kWh per kapita. Sebelumnya, rata-rata kebutuhan listrik hanya sebesar 123,2 kWh per kapita. Peningkatan ini mencerminkan perkembangan ekonomi, urbanisasi, dan peningkatan standar hidup masyarakat Indonesia dan menunjukkan peningkatan aksesibilitas terhadap layanan listrik yang berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup masyarakat.



Gambar 1.1 Konsumsi Listrik per Kapita Indonesia (1971-2022)

Permasalahan tersebut disebabkan karena ketergantungan masyarakat terhadap energi listrik dalam konteks industri dan penggunaan domestik terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan teknologi. Penggunaan energi listrik yang stabil dan efisien menjadi krusial dalam mendukung kebutuhan industri

modern dan rumah tangga. Namun demikian, peningkatan konsumsi listrik juga membawa tantangan tersendiri, terutama terkait dengan keberlanjutan energi dan dampak lingkungan. Penggunaan energi yang meningkat perlu diimbangi dengan strategi pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Namun, kurangnya efektivitas waktu pemakaian energi dan kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya penghematan energi listrik menjadi kendala terhadap permasalahan tersebut (Rizal Mawali & Aribowo, 2020)(Putra & Mukhaiyar, 2020). Kendala pada permasalahan tersebut disebabkan karena informasi terkait penggunaan daya listrik masih terbatas pada data yang diperoleh melalui alat kWh Meter konvensional (Pangestu dkk., 2019)(Hudan & Rijianto, 2019). Meskipun alat tersebut dapat memberikan informasi umum mengenai total konsumsi energi, namun keterbatasannya dalam memberikan detail informasi yang memadai menjadi penyebab kurangnya masyarakat dalam mengelola energi listrik. Kurangnya kesadaran ini dapat dipahami sebagai akibat dari keterbatasan alat kWh Meter konvensional yang tidak memungkinkan pengguna untuk memantau secara langsung dan menganalisa lebih lanjut terkait konsumsi energi listrik yang sedang digunakan (Prayitno & Palupiningsih, 2019). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode atau teknologi yang berguna dalam pemantauan penggunaan energi listrik, guna meningkatkan efisiensi dan kesadaran masyarakat terhadap penghematan energi. Dengan demikian, upaya ini diharapkan dapat mendukung perkembangan industri dan keberlanjutan pengelolaan energi listrik di tingkat domestik.

Pada penelitian ini mengusulkan pengembangan alat *monitoring* listrik yang menggunakan ESP32 DEVKIT V1 sebagai *microcontroller* dan menjadi platform utama yang dapat terintegrasi dengan berbagai sensor, termasuk sensor PZEM004T-100A. ESP32 DEVKIT V1 memungkinkan pengembangan sistem ini secara efektif dan memberikan fleksibilitas dalam integrasi dengan komponen lainnya. Sensor PZEM004T-100A memiliki peran krusial dalam mendapatkan informasi yang akurat terkait arus dan tegangan listrik. Keakuratan data yang diperoleh dari sensor ini menjadi kunci dalam memastikan bahwa informasi yang dihasilkan oleh sistem mencerminkan dengan tepat kondisi sebenarnya. Sensor PZEM004T-100A juga berkontribusi pada validitas hasil penelitian, memastikan

bahwa setiap nilai yang diukur sesuai dengan kondisi nyata dan dapat diandalkan (Kurniawan, 2020). Integrasi ESP32 DEVKIT V1 dengan sensor PZEM004T-100A merupakan langkah penting dalam mengoptimalkan performa alat *monitoring* listrik yang diusulkan. Keunggulan utama dalam desain ini terletak pada penerapan *Real-Time Operating System* (RTOS) pada sistem tertanamnya sehingga dapat mendukung proses *multitasking* dan *scheduler* secara *real-time* (Hadi dkk., 2018). Penggunaan RTOS memungkinkan sistem untuk secara terjadwal memantau perubahan dalam penggunaan energi listrik dengan lebih responsif. Kemudian, pada sistem ini ditunjang menggunakan aplikasi berbasis web dan Firebase sebagai penyimpan data dari sensor PZEM-004T (Herandy & Suprianto, 2019)(Suteddy dkk., 2022). Selain itu, sistem yang dibangun menggunakan penerapan metode *fuzzy logic* yang bertujuan untuk memprediksi penggunaan listrik harian pengguna (Suprpto & Simanjuntak, 2020). Sistem ini juga menggunakan penerapan teknologi algoritma peramalan untuk melakukan prediksi biaya konsumsi listrik di masa depan berdasarkan riwayat penggunaan listrik sebelumnya. Pendekatan pemodelan yang digunakan adalah model deret waktu (*time series*) sehingga memungkinkan pengguna untuk memperoleh perkiraan kisaran biaya yang akan dibayarkan pada periode mendatang.

Penerapan teknologi pada sistem *monitoring* yang dirancang ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih terjangkau bagi pengguna serta mudah diakses. Penggunaan metode *fuzzy logic* dan algoritma peramalan dapat memberikan kemampuan sistem untuk membantu memprediksi penggunaan listrik harian dan mendatang untuk membantu pengguna dalam mengelola sumber daya secara berkelanjutan. Dengan demikian, pengembangan ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat keefisienan dan keberlanjutan penggunaan energi listrik.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, peneliti merumuskan beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan konsumsi energi listrik secara *real-time* berbasis aplikasi web?

2. Bagaimana implementasi *fuzzy logic* menggunakan model mamdani untuk memprediksi konsumsi listrik harian dan implementasi algoritma LSTM untuk memprediksi kisaran biaya listrik pada periode mendatang?
3. Bagaimana kinerja dari sistem pemantauan energi listrik yang dikembangkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini untuk:

1. Merancang sistem pemantauan konsumsi energi listrik secara *real-time* berbasis aplikasi web.
2. Mengimplementasikan *fuzzy logic* menggunakan model mamdani untuk memprediksi konsumsi listrik harian dan algoritma LSTM untuk memprediksi kisaran biaya listrik pada periode mendatang.
3. Mengetahui kinerja dari sistem pemantauan energi listrik yang dikembangkan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Diharapkan manfaat secara teoritis dalam penelitian ini yaitu:

1. Menyumbangkan kontribusi teoritis dalam bidang *fuzzy logic* dengan memperkenalkan metode untuk memprediksi penggunaan energi listrik harian.
2. Meningkatkan pemahaman dan pengaplikasian *internet of things* dalam konteks pemantauan energi, membuka peluang bagi pengembangan teori-teori terkait di masa depan.
3. Menambah wawasan teoritis mengenai integrasi RTOS dalam sistem pemantauan energi listrik, meningkatkan pemahaman tentang keunggulan dan potensi penerapannya dalam aspek lain.

1.4.2 Manfaat Praktis

Selain manfaat teoritis, terdapat manfaat praktis dalam penelitian ini diantaranya:

1. Memberikan solusi praktis untuk pemantauan dan manajemen energi listrik yang lebih responsif dan akurat, membantu pengguna dalam mengoptimalkan konsumsi energi.

2. Menyediakan solusi yang lebih mudah memantau energi listrik yang digunakan pengguna dengan integrasi aplikasi berbasis web dan Firebase untuk penyimpanan data dan mempermudah aksesibilitas data pemantauan energi, menjadikan sistem ini lebih mudah diadopsi oleh berbagai lapisan masyarakat.
3. Pengguna dapat mengantisipasi dan merencanakan anggaran dengan lebih baik dengan memahami perkiraan biaya energi listrik pada periode mendatang.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan beberapa hal berikut:

1. Pengumpulan dataset terkait konsumsi energi listrik dilakukan di rumah dengan jenis daya 2200-watt dan luas rumah $6 \times 10 \text{m}^2$ dengan kondisi penggunaan barang elektronik seperti pada Lampiran 10.
2. Mengingat keterbatasan waktu dalam penelitian ini, dataset dikumpulkan selama periode sekitar empat bulan, dimulai dari bulan Desember 2023 hingga bulan Maret 2024.
3. Prediksi penggunaan listrik harian pada pengujian terbatas dari tanggal 1 Januari 2024 sampai tanggal 31 Maret 2024 karena pengumpulan dataset hanya sampai empat bulan.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini secara garis besar mengacu pada Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia Tahun 2019. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

1. Bab I: Pendahuluan

Pada Bab I Pendahuluan berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, batasan penelitian, hipotesis penelitian, dan struktur organisasi skripsi.

2. Bab II: Kajian Pustaka

Pada Bab II Kajian Pustaka membahas mengenai tinjauan Pustaka dari literatur yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Bab ini terdiri dari beberapa sub-bab yang menjelaskan terkait teori-teori, metode-metode, teknologi ataupun konsep yang digunakan.

3. Bab III: Metode Penelitian

Pada Bab II Metode Penelitian membahas mengenai hal-hal yang bersifat prosedural untuk melakukan penelitian seperti jenis penelitian dan metode penelitian yang digunakan, operasional variabel, jenis dan sumber data, populasi, sampel dan teknik penarikan sampel, teknik pengumpulan data, dan rancangan analisis.

4. Bab IV: Hasil dan Pembahasan

Pada Bab IV Hasil dan Pembahasan memaparkan hasil yang diperoleh dari proses penelitian yang telah dilakukan, berupa hasil penerapan sistem *monitoring* energi listrik menggunakan *website* secara *real-time*, hasil penerapan *fuzzy logic* mamdani dalam memprediksi konsumsi energi harian, dan hasil penerapan algoritma LSTM untuk memprediksi estimasi biaya dari penggunaan energi listrik pada periode mendatang,

5. Bab V: Kesimpulan dan Saran

Pada Bab V Kesimpulan dan Saran membahas mengenai kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yang telah dikaji. Selain itu, membahas rencana pengembangan kedepannya terkait penelitian yang telah dilakukan.