

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern saat ini, energi listrik menjadi salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam mendukung aktivitas sehari-hari di masyarakat. Hampir seluruh sisi kehidupan baik di sektor industri, perkantoran, maupun rumah tangga semuanya bergantung pada ketersediaan pasokan listrik (PGN LNG, 2025). Di Indonesia, kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan bertambahnya jumlah penduduk, jika tidak diantisipasi dapat mengancam ketahanan energi nasional (Alnavis dkk., 2024).

Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) konsumsi listrik per kapita di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 1.337 *kWh*, naik sebesar 13,98% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar 1.173 *kWh* per kapita. Kenaikan ini didorong oleh pertumbuhan ekonomi dan meningkatnya penggunaan peralatan listrik di masyarakat (Kementerian ESDM, 2024). Namun, penggunaan energi listrik yang tidak efisien dan minimnya upaya penghematan dapat menyebabkan pemborosan energi, meningkatkan kebutuhan pasokan listrik, serta meningkatkan kebutuhan penyediaan energi listrik yang harus dipenuhi oleh sistem kelistrikan nasional. Oleh karena itu, pengelolaan dan pemanfaatan energi listrik secara efisien menjadi salah satu upaya penting untuk mendukung keberlanjutan penyediaan energi listrik di masa mendatang (Jahfal dkk., 2025).

Listrik telah menjadi kebutuhan pokok rumah tangga dengan porsi pengeluaran yang paling besar dibandingkan kebutuhan energi lainnya seperti bahan bakar dan air (Rasyid & Kristina, 2021). Tingginya kebutuhan listrik ini seharusnya diimbangi dengan perilaku konsumsi yang efisien. Namun, masih banyak masyarakat yang kurang memiliki kesadaran terhadap pola konsumsi listrik yang efisien, sehingga penggunaan perangkat elektronik seperti AC, kipas angin, televisi, lampu hingga *charger* sering kali dibiarkan menyala meskipun sedang tidak digunakan. Kebiasaan ini akan menyebabkan pembengkakan tagihan listrik rumah tangga (Hendrawan & Agustini, 2022).

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai inovasi sudah dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada konsumsi listrik rumah tangga. Salah satu teknologi yang sering digunakan adalah *Internet of Things* (IoT), *IoT* merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet sehingga perangkat tersebut dapat saling berkomunikasi, bertukar data, serta melakukan proses pemantauan dan pengendalian secara otomatis. (Susanto dkk., 2022).

Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk membuat sistem yang bisa memantau dan mengendalikan penggunaan listrik di rumah dengan bantuan teknologi *Internet of Things*. Penelitian yang dilakukan oleh Khaeri dkk., 2025 mengembangkan sistem monitoring energi listrik berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, dan *Firestore Realtime Database*. Sistem mampu melakukan pemantauan parameter kelistrikan secara *real-time* melalui jaringan internet untuk membantu pengguna dalam mengawasi konsumsi energi listrik rumah tangga. Namun, penelitian tersebut belum menerapkan metode *machine learning* untuk melakukan klasifikasi pola konsumsi listrik secara otomatis.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Prayoga, 2025 juga mengembangkan sistem untuk memantau dan mengontrol penggunaan listrik di rumah menggunakan teknologi *Internet of Things*. Sistem ini menggunakan Wemos D1 Mini yang dilengkapi sensor *PZEM-004T* untuk mengukur besarnya arus, tegangan, daya, dan energi listrik secara langsung. Data hasil pengukuran ini dikirim ke *database cloud* sehingga bisa dilihat melalui aplikasi *smartphone*. Agar sistem ini bisa membantu pengguna lebih tepat dalam mengambil keputusan, digunakan juga metode *Fuzzy Logic Sugeno*, yaitu sistem yang bisa menentukan apakah penggunaan listrik tergolong rendah, sedang, atau tinggi. Dengan begitu, pengguna bisa lebih mudah memantau penggunaan listrik dan mengontrol alat-alat elektronik di rumah. Namun, metode *Fuzzy Logic Sugeno* yang digunakan masih bergantung pada aturan yang ditentukan secara manual, sehingga proses klasifikasi sangat dipengaruhi oleh batasan dan parameter yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini berbeda dengan pendekatan *machine learning* seperti *K-*

Nearest Neighbor (KNN) yang melakukan klasifikasi berdasarkan pola data historis yang telah tersedia.

Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu melakukan klasifikasi kondisi konsumsi listrik berdasarkan pola data yang diperoleh dari hasil pemantauan. Sebagai solusi untuk meningkatkan efektivitas sistem pemantauan dan pengendalian konsumsi daya listrik rumah tangga, penelitian ini menerapkan algoritma *machine learning K-Nearest Neighbor* (KNN). Algoritma KNN merupakan metode klasifikasi yang bekerja dengan menentukan kelas suatu data baru berdasarkan kedekatannya terhadap data historis yang telah memiliki label. Berbeda dengan metode berbasis aturan atau *rule-based*, KNN tidak memerlukan aturan manual pada proses prediksi, karena klasifikasi data baru dilakukan berdasarkan kedekatan pola terhadap data historis yang telah diberi label (Octiva dkk., 2025).

Dalam penelitian ini, algoritma KNN digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi konsumsi listrik ke dalam tiga kategori, yaitu Normal, Waspada, dan Boros. Hasil klasifikasi tersebut dapat membantu pengguna dalam memahami kondisi penggunaan energi listrik secara lebih mudah dan cepat, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan untuk mengurangi pemborosan energi serta meningkatkan efisiensi penggunaan listrik rumah tangga.

Penelitian ini difokuskan pada konsumsi daya listrik di sektor rumah tangga dengan objek pengamatan yang dilakukan pada satu lokasi rumah tinggal. Pengamatan dan pengujian sistem difokuskan pada tiga ruangan, yaitu dapur, ruang tengah, dan kamar, sebagai representasi area dengan pola penggunaan listrik yang berbeda. Sistem yang dikembangkan dirancang untuk digunakan pada pelanggan listrik rumah tangga golongan R-1 tegangan rendah (R-1/TR) dengan kapasitas daya 450 VA, 900 VA, 900 VA-RTM, 1.300 VA, dan 2.200 VA. Untuk proses klasifikasi kondisi konsumsi listrik, penelitian ini hanya menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) sebagai metode *machine learning* yang diterapkan. Selain itu, sistem memanfaatkan jaringan *Wi-Fi* untuk mengirimkan data hasil pemantauan ke *Firestore* sehingga kinerja pengiriman data masih bergantung pada ketersediaan dan kestabilan koneksi internet. Dengan ruang

lingkup tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih terarah dan sesuai dengan kondisi penggunaan listrik pada lingkungan rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan dan pengendalian konsumsi daya listrik rumah tangga berbasis *Internet of Things* agar dapat membaca, mengirim, menampilkan, serta mengendalikan konsumsi daya listrik secara *real-time*?
- b. Bagaimana menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk mengklasifikasikan kondisi konsumsi daya listrik rumah tangga ke dalam kategori Normal, Waspada, dan Boros pada masing-masing ruangan?
- c. Bagaimana dampak penggunaan sistem pemantauan dan pengendalian konsumsi daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) terhadap efisiensi penggunaan energi listrik rumah tangga?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan dan pengendalian konsumsi daya listrik rumah tangga berbasis *Internet of Things* agar dapat melakukan pembacaan, pengiriman, pemantauan, dan pengendalian konsumsi daya listrik secara *real-time*.
- b. Menerapkan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk mengklasifikasikan kondisi konsumsi daya listrik rumah tangga ke dalam kategori Normal, Waspada, dan Boros pada masing-masing ruangan.
- c. Menganalisis dampak penggunaan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Konsumsi Daya Listrik Berbasis *Internet of Things* dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) terhadap efisiensi penggunaan energi listrik rumah tangga.

1.4 Manfaat Penelitian

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

- a. Penelitian ini memberikan solusi berupa sistem yang dapat membantu masyarakat dalam memantau dan mengendalikan konsumsi daya listrik di rumah, sehingga masyarakat dapat mengetahui konsumsi daya listrik secara langsung dan terukur.
- b. Penelitian ini dapat menjadi acuan atau referensi untuk penelitian selanjutnya, terutama dalam pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian konsumsi daya listrik berbasis *Internet of Things* dengan Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN).