BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam pengelolaan energi rumah tangga. Dengan IoT, perangkat elektronik di rumah dapat saling terhubung dan berkomunikasi, memungkinkan pemantauan dan kontrol yang lebih presisi terhadap konsumsi energi. Sensor yang terpasang dapat mendeteksi kondisi lingkungan sekitar dan menyesuaikan kinerja perangkat elektronik secara otomatis. Hal ini memungkinkan terciptanya sistem *smart home* yang efisien dan nyaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan dalam pemantauan beban *Non-intrusif Load Monitroring* (NILM) tradisional. Pendekatan konvensional NILM yang mengandalkan pengiriman data ke *cloud* untuk dianalisis memiliki beberapa kelemahan, seperti biaya transmisi data yang tinggi dan risiko pelanggaran privasi data pengguna. Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan penggunaan komputasi tepi dalam NILM [2]. Dengan memindahkan sebagian atau seluruh proses komputasi ke perangkat tepi, seperti *smartphone* atau perangkat IoT, diharapkan dapat mengurangi beban pada *server* pusat, meningkatkan privasi data, serta meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam pengolahan data. Penelitian ini secara rinci akan membahas langkah-langkah pengembangan solusi disagregasi energi berbasis komputasi tepi [1].

Penelitian sebelumnya dalam bidang NILM telah menunjukkan potensi besar dari pendekatan berbasis *deep learning*, seperti penggunaan *Sequential-LSTM* (SE-LSTM). Model-model ini telah divalidasi pada dataset standar seperti *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation* (REDD) dan bahkan dalam lingkungan laboratorium yang lebih terkontrol. Namun, evaluasi komparatif dengan sistem NILM terkini seringkali masih terbatas pada metrik kinerja statis [3]. Di sisi lain, literatur yang ada juga menunjukkan bahwa konsumsi daya peralatan listrik lebih baik dimodelkan sebagai sistem dinamis daripada sistem statis [4].

Salah satu metode pembelajaran mendalam yang menjanjikan untuk NILM adalah *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM sangat baik dalam mengenali pola data yang berubah seiring waktu, sehingga cocok untuk menganalisis data konsumsi energi. Zhang dan timnya telah berhasil meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam mengidentifikasi jenis peralatan listrik menggunakan model LSTM.

Makalah ini mengusulkan penggunaan model *compression* untuk *edge computing* berbasis NILM yang responsif. Kami menggunakan dataset NILM dari Kaggle, yang memiliki data daya dari tiga sumber: lampu, *air conditioner* (AC), dan stop kontak. Kemudian, kami menerapkan tiga metode model *compression* yang berbeda pada LSTM: kuantisasi, *knowledge distillation*, dan *hybrid quantization knowledge distillation* (DistilQ) yang baru. Kami mengukur kinerja ketiga model dari ukuran model dan kehilangan akurasi. Kemudian, kami mengevaluasi kinerja NILM berdasarkan matriks kebingungannya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengumpulkan data listrik untuk analisis efisiensi energi?
2. Bagaimana merancang arsitektur LSTM yang optimal untuk memprediksi jenis listrik?
3. Bagaimana mengimplementasikan LSTM dengan ukuran lebih kecil dan lebih cepat menggunakan metode *distillation* dan *quantization*?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan diatas maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data pemakaian listrik untuk analisis pada perangkat seperti AC dan lampu dan colokan.
2. Mengembangkan model prediksi konsumsi listrik harian berbasis LSTM yang akurat.
3. Membuat algoritma dengan teknik *hybrid quantization* dan *knowledge distillation* untuk menghasilkan model yang lebih kecil dan cepat tanpa mengorbankan kinerja prediksi.

1.4. Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan-batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini dibatasi dengan metode hybrid menggunakan loss untuk mengukur tegangan listirk.
2. Penelitian ini dibatasi oleh dataset CU-BEMS.
3. Penelitian ini dibatasi pada evaluasi kinerja model NILM yang dikompresi pada perangkat *edge computing* dengan spesifikasi Raspberry *Pi 4 Model B*.
4. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk mengevaluasi kinerja model NILM.
5. Penelitian ini dibatasi pada Pra-pemrosesan data meliputi *windowing* dan normalisasi data.

1.5. Rencana Kegiatan

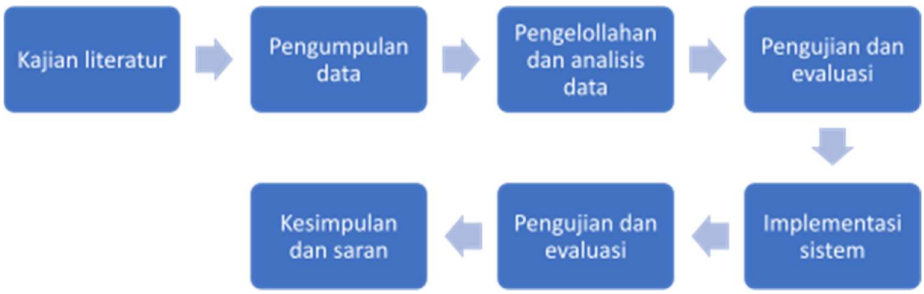
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rumah pintar yang mampu mengoptimalkan penggunaan energi. Proses penelitian dimulai dengan kajian mendalam terhadap literatur terkait IoT, rumah pintar, dan efisiensi energi. Setelah itu, dilakukan pengumpulan data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara dengan para ahli dan observasi langsung terhadap pola konsumsi energi di rumah tangga, sedangkan data kuantitatif dikumpulkan dari berbagai sensor yang ditempatkan di rumah. Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis untuk membangun model prediksi konsumsi energi. Berdasarkan hasil analisis, sistem rumah pintar dirancang dengan

arsitektur yang sesuai, pemilihan algoritma yang tepat, dan antarmuka pengguna yang intuitif. Sistem yang telah dibangun akan diuji secara menyeluruh untuk memastikan fungsinya dan dievaluasi performanya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi rumah pintar yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1.6. Jadwal Kegiatan

Table 1.6. Diagram Rencana Kegiatan

Kegiatan	**Bulan**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Studi Literatur						
Pengumpulan Data						
Pra-Pemrosesan Data						
Pemodelan Data						
Analisis Hasil						
Pembuatan Laporan						



Gambar1.Metodologi Diagram Alur

Penjelasan Diagram Alur:

1. Kajian Literatur:
   Tujuan: Memahami konsep dasar IoT, rumah pintar, dan efisiensi energi.
   Aktivitas: Melakukan studi pustaka, artikel ilmiah, dan laporan penelitian terkait.
   Hasil: Landasan teori yang kuat untuk penelitian.
2. Pengumpulan Data:
   Data Kualitatif:
   Wawancara dengan ahli: Mendapatkan perspektif yang lebih dalam mengenai teknologi rumah pintar dan efisiensi energi.
   Observasi: Memahami pola konsumsi energi di rumah tangga secara langsung.
   Data Kuantitatif:
   Pengumpulan data dari sensor: Mengukur variabel-variabel seperti suhu, kelembaban, penggunaan listrik, dan lain-lain.
3. Pengolahan dan Analisis Data:
   ***Cleaning* data**: Membersihkan data dari kesalahan dan ketidakkonsistenan.
   Eksplorasi data: Mencari pola dan hubungan antara variabel-variabel.
   Pembuatan model prediksi: Membangun model prediksi konsumsi energi menggunakan algoritma yang sesuai.
4. Perancangan Sistem:
   Arsitektur sistem: Mendesain struktur sistem rumah pintar secara keseluruhan.
   Pemilihan algoritma: Memilih algoritma yang tepat untuk mengontrol perangkat dan mengoptimalkan penggunaan energi.
   Antarmuka pengguna: Merancang tampilan yang mudah digunakan dan *intuitif*.
5. Implementasi Sistem:
   Pemrograman: Mengimplementasikan sistem berdasarkan desain yang telah dibuat.
   Integrasi perangkat keras: Menghubungkan sistem dengan berbagai perangkat keras (sensor, aktuator, dll.).
6. Pengujian dan Evaluasi:
   Pengujian fungsional: Memastikan semua komponen sistem bekerja dengan baik.
   Evaluasi kinerja: Mengukur kinerja sistem dalam mengoptimalkan penggunaan energi.
7. Kesimpulan dan Saran:
   Kesimpulan: Merangkum hasil penelitian dan menyimpulkan temuan-temuan penting.
   Saran: Memberikan saran untuk penelitian lebih lanjut dan pengembangan sistem.