BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu tumpuan dalam menopang industri dalam setiap ekonomi negara. Hampir seluruh aktivitas, mulai dari sektor industri, transportasi, hingga kebutuhan rumah tangga, bergantung pada ketersediaan listrik yang memadai (Cui dkk., 2021). Di Indonesia, konsumsi listrik terus meningkat setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perkembangan industri. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), konsumsi listrik nasional pada tahun 2018 tercatat sebesar 239.012 GWh. Angka ini terus meningkat dengan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 3,5%, hingga mencapai 273.761 GWh pada tahun 2022.

Namun, peningkatan permintaan listrik juga membawa tantangan besar dalam memastikan pasokan yang stabil, efisiensi jaringan, dan keberlanjutan lingkungan. Situasi ini tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di negara-negara lain seperti Britania Raya. Meski Britania Raya merupakan negara maju, sektor energinya juga menghadapi tantangan yang signifikan, seperti mahalnya biaya listrik, transisi ke energi terbarukan, serta kebutuhan untuk memitigasi dampak perubahan iklim. Selain itu, pola permintaan listrik di Britania Raya kerap mengalami fluktuasi akibat perubahan cuaca dan musim.

Menggunakan data dari Britania Raya memberikan peluang untuk memahami pola permintaan listrik yang beragam serta mengevaluasi efektivitas metode prediksi dalam menghadapi tantangan tersebut. Meski terdapat perbedaan kondisi antara Britania Raya dan Indonesia, ada kesamaan dalam kebutuhan untuk mengelola pasokan listrik secara efisien guna mengantisipasi perubahan permintaan. Dalam penelitian ini, data dari Britania Raya digunakan karena tersedianya informasi yang komprehensif dan konsisten mengenai konsumsi listrik, yang memungkinkan pengujian metode prediksi secara lebih mendalam.

Bagi Indonesia, mempelajari pendekatan prediksi listrik di Britania Raya dapat memberikan wawasan berharga untuk mengembangkan strategi yang sesuai dengan karakteristik domestik. Misalnya, manajemen jaringan yang efektif sangat bergantung pada akurasi prediksi permintaan atau yang kerap disebut sebagai *load forecasting* (Ahmad dkk., 2022).

Load forecasting memungkinkan penyedia energi untuk mengantisipasi kebutuhan listrik, menyeimbangkan pasokan dengan permintaan, serta mengoptimalkan efisiensi operasional. Dalam beberapa dekade terakhir, berbagai metode telah dikembangkan untuk melakukan prediksi permintaan listrik dengan lebih akurat, terutama melalui penggunaan data deret waktu (*time series*). (Kontopoulou dkk., 2023).

Untuk meningkatkan akurasi dalam meramalkan permintaan listrik, berbagai metode modern telah dikembangkan sebagai pelengkap metode klasik seperti ARIMA. ARIMA merupakan metode deret waktu klasikal yang lazim digunakan. Terdiri dari 2 (dua) metode, yaitu *autoregressive* dan *moving average* yang merupakan komponen acak tertunda yang berbobot serta integrasi variabel yang dianalisis. Kekurangan dari klasifikasi metode ini adalah asumsi yang membatasi serta sifat parameter yang membatasi kinerja metode ini dalam aplikasi dunia nyata (Kobiela dkk., 2022). Performa metode ini dapat ditingkatkan dengan cara menggabungkan beberapa metode namun, diperlukan ilmu dalam mengenai data set serta metode model deret waktu yang dalam (Triebe dkk., 2021).

Deep learning merupakan metode yang terinspirasi dari struktur dan fungsi otak manusia yang mampu belajar dari data yang tidak terstruktur dan tidak berlabel (Amini, t.t.). Salah satu metode *deep learning* adalah LSTM yang merupakan bentuk dari *recurrent neural network* (RNN) yang populer dalam analisis deret waktu. Dengan menggunakan *forget gates* dan teknik *feedforward* untuk menyimpan pengetahuan, melupakan *input* yang tidak diperlukan, dan memperbarui algoritma, LSTM dapat memodelkan dan meramalkan isu-isu deret waktu yang rumit (Latif dkk., 2023).

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini menggunakan metode *hybrid learning* dengan mengombinasikan LSTM dan Prophet. Prophet adalah metode *machine learning* untuk data deret waktu yang diperkenalkan

oleh Facebook pada tahun 2017. Kelebihan Prophet terletak pada akurasi yang tinggi serta kemampuannya dalam menangani pencilan (*outliers*) dan data yang hilang (*missing values*). Prophet memiliki tiga komponen utama, yaitu *trends*, *seasonality*, dan *holidays*. Komponen *trends* menggambarkan pergerakan non-periodik dalam data deret waktu, *seasonality* menjelaskan pergerakan yang bersifat periodik, sementara *holidays* menggambarkan dampak dari hari-hari besar pada data. (Taylor & Letham, 2017).

Prophet memiliki kelemahan dalam menangani pola data yang kompleks karena hanya bergantung pada asumsi tren dan musiman. Namun, kelemahan ini dapat diatasi dengan memanfaatkan kekuatan LSTM yang mampu memprediksi pola yang lebih rumit, termasuk pola yang penuh dengan *white noise* (Kanaparthi, 2024). Integrasi keduanya memungkinkan model untuk menangkap dinamika data melalui Prophet sekaligus mengenali pola-pola acak yang lebih kompleks dengan LSTM. Metode *hybrid learning* Prophet-LSTM telah diterapkan dalam prediksi suhu di Shanghai, Cina. Model Prophet-LSTM menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan penggunaan Prophet dan LSTM secara terpisah, dengan hasil RMSE sebesar 0.11546 dan MAPE sebesar 8.586%, yang menunjukkan peningkatan akurasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, adapun rumusan masalah yang diangkat oleh penulis adalah seberapa baik metode Prophet-LSTM dapat memprediksi penggunaan listrik di Britania Raya?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja metode *hybrid* Prophet-LSTM dalam memprediksi kebutuhan listrik (*load forecasting*) di Britania Raya, dengan mengukur akurasinya menggunakan dua metrik yang umum yaitu RMSE dan MAPE, guna mengatasi tantangan dalam memodelkan pola permintaan listrik yang kompleks.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan tertentu untuk memperjelas ruang lingkup dan fokus kajian. Batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini menggunakan metode Prophet-LSTM. Hasil penelitian ini akan dibandingkan dengan metode ARIMA sebagai tolak ukur efektivitas model.
- 2) Hasil penelitian berupa analisis efektivitas model Prophet-LSTM dalam memprediksi konsumsi listrik di Britania Raya yang dinilai dengan metrik evaluasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE).

- 3) Variabel penelitian adalah permintaan listrik warga Britania Raya dari tahun 2009-2024 dalam megawatt (MW) yang dicatat setiap 30 menit sekali.
- 4) Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari portal data National Grid ESO.

1.5. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini mampu memberikan berbagai manfaat yang signifikan, baik secara teoritis maupun praktis, sebagaimana diuraikan berikut ini:

- 1) Model yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan untuk pemantauan penghasilan energi listrik.
- 2) Menjadi acuan dan referensi bagi peneliti selanjutnya dengan metode ataupun objek penelitian yang serupa.
- 3) Menjadi pengetahuan tambahan bagi semua pihak yang membutuhkan informasi mengenai metode atau objek penelitian pada penelitian ini.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang telah ditetapkan untuk penyusunan tugas akhir ini diurai dalam 5 (lima) bab, sebagai berikut:

1) BAB I – PENDAHULUAN

Bab ini membuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2) **BAB II – LANDASAN TEORI**

Bab ini menyajikan kerangka teori yang berkaitan dengan objek dan metode penelitian yang dikutip melalui sumber-sumber yang kredibel. Bab ini berisi penelitian terdahulu yang relevan dengan tugas akhir ini.

3) **BAB III – METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tahapan penelitian yang akan digunakan pada tugas akhir ini, dimulai dengan rencana pengumpulan data, *preprocessing* data, pemodelan Prophet-LSTM, dan evaluasi hasil.

4) **BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil dan keakuratan dari model Prophet-LSTM yang telah dirumuskan pada BAB III.

5) **BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan berupa keakuratan model Prophet-LSTM dalam mendeskripsikan data konsumsi listrik Britania Raya serta implikasi pada kehidupan nyata dan limitasi penelitian. Bab ini juga berisi saran-saran yang dapat diimplementasi oleh peneliti berikutnya.