

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan fundamental dalam menunjang kehidupan modern. Hampir seluruh aktivitas manusia, baik dalam lingkup rumah tangga, bisnis, industri, maupun transportasi, bergantung pada pasokan listrik yang stabil dan berkelanjutan. Dalam konteks pembangunan nasional, listrik tidak hanya dipandang sebagai komoditas energi, melainkan sebagai motor penggerak pertumbuhan ekonomi, peningkatan kesejahteraan, serta modernisasi infrastruktur. Menurut Badan Pusat Statistik (2024), sektor rumah tangga masih menjadi konsumen terbesar listrik nasional dengan kontribusi sekitar 42,59% dari total konsumsi. Peran dominan sektor rumah tangga ini menunjukkan bahwa keberlanjutan dan efisiensi konsumsi listrik masyarakat menjadi faktor penting dalam menjaga ketahanan energi nasional. Sejalan dengan hal tersebut, Ramadayanti & Sasana, Hadi (2018) mengemukakan bahwa pertumbuhan penduduk dan harga listrik berpengaruh signifikan terhadap permintaan energi rumah tangga di Indonesia.

Tren peningkatan konsumsi listrik nasional juga tercermin dalam laporan PLN. Pada tahun 2024, penjualan listrik tercatat sebesar 306,22 TWh, dengan sektor rumah tangga menyumbang sekitar 130,43 TWh dari total penjualan (PLN, 2024a). Bahkan, pada semester I tahun 2024 konsumsi rumah tangga kembali meningkat 8,75% dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya (PLN, 2024b). Peningkatan ini menunjukkan adanya kebutuhan energi yang terus bertambah seiring perkembangan gaya hidup modern dan penetrasi teknologi digital di rumah tangga. Di tingkat daerah, Provinsi Kalimantan Barat mencatat konsumsi listrik mencapai sekitar 3.559,87 GWh pada tahun 2024, dengan kecenderungan meningkat dari tahun ke tahun. Salah satu wilayah layanan penting di provinsi ini adalah Unit Layanan Pelanggan (ULP) Balai Karangan yang berada di bawah UP3 Sanggau, Kabupaten Sanggau. ULP Balai Karangan melayani lebih dari 20 ribu pelanggan yang tersebar di wilayah perbatasan seperti Entikong, Sekayam, dan Beduai. Di antara kelompok pelanggan tersebut, rumah tangga dengan daya 1300 VA menjadi segmen terbesar

karena jumlah pelanggan yang dominan yaitu lebih dari 5000 pelanggan, serta penggunaan listrik yang relatif stabil untuk kebutuhan dasar seperti penerangan, pendingin udara, dan peralatan elektronik rumah tangga. Pola konsumsi listrik pada segmen ini dipengaruhi oleh faktor sosial-ekonomi, kondisi iklim tropis lembap khas Kalimantan Barat, serta peningkatan aktivitas rumah tangga pada periode tertentu seperti bulan Ramadhan.

Upaya peramalan konsumsi listrik rumah tangga menjadi penting dalam menjaga kestabilan pasokan energi. Namun, proses peramalan tersebut tidaklah sederhana karena dipengaruhi oleh banyak faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi jumlah penghuni, ukuran bangunan, serta jumlah dan jenis peralatan elektronik yang digunakan. Faktor eksternal mencakup suhu udara, kelembapan, musim, hingga peristiwa khusus seperti bulan ramadhan yang memicu lonjakan konsumsi (Elamin & Fukushima, 2018; Fauzan et al., 2024). Penelitian internasional juga menunjukkan bahwa pertumbuhan PDB, jumlah penduduk, dan variabel iklim berperan besar terhadap variasi konsumsi listrik (Rabbi et al., 2020; Zhou, 2021). Kompleksitas faktor inilah yang menjadikan prediksi konsumsi listrik rumah tangga membutuhkan pendekatan metodologis yang mampu mengakomodasi variabel eksogen di samping data historis konsumsi.

Ketidakakuratan dalam melakukan prediksi listrik dapat berimplikasi serius. Prediksi yang terlalu rendah berpotensi menimbulkan defisit pasokan dan pemadaman bergilir, sedangkan prediksi berlebih dapat menyebabkan inefisiensi, pemborosan sumber daya, dan peningkatan biaya operasional (Mahanta & Talukdar, 2024). Beberapa kasus bahkan menunjukkan bahwa kesalahan estimasi dalam perencanaan beban listrik dapat menghambat pertumbuhan ekonomi regional dan mengganggu aktivitas masyarakat (Zhao, 2024). Oleh karena itu, pemilihan metode prediksi yang tepat, akurat, dan adaptif menjadi kebutuhan mendesak, terutama dalam menghadapi pola konsumsi rumah tangga yang dinamis dan terus berkembang.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam peramalan energi adalah *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX). Metode ini merupakan pengembangan dari ARIMA yang mampu menangkap pola musiman sekaligus memasukkan variabel eksternal (*exogenous*

variables) yang relevan. Penelitian oleh Tarsitano & Amerise (2017) menunjukkan bahwa SARIMAX efektif dalam memprediksi beban listrik jangka pendek dengan tingkat kesalahan yang rendah. Penelitian serupa dilakukan oleh Alharbi & Csala (2022) yang menegaskan keunggulan SARIMAX dibandingkan metode klasik karena fleksibilitasnya dalam memasukkan faktor eksternal. Bahkan, Fauzan et al. (2024) membuktikan efektivitas SARIMAX dalam memprediksi penggunaan daya harian rumah tangga dengan hasil akurasi yang memadai untuk perencanaan beban listrik.

Dalam penelitian ini, variabel eksogen (eksternal) yang digunakan meliputi jumlah pelanggan, suhu udara, kelembapan, serta variabel musiman bulan Ramadhan. Pemilihan jumlah pelanggan didasarkan pada temuan bahwa perubahan jumlah pelanggan secara langsung memengaruhi total konsumsi listrik agregat pada suatu wilayah. Variabel suhu dan kelembapan dimasukkan karena berbagai studi menunjukkan bahwa faktor iklim berpengaruh signifikan terhadap variasi konsumsi listrik rumah tangga, terutama dalam penggunaan peralatan pendingin dan kebutuhan kenyamanan termal (Elamin & Fukushima, 2018; Zhou, 2021). Selain itu, periode Ramadhan dipertimbangkan sebagai variabel musiman karena penelitian sebelumnya menemukan adanya perubahan pola aktivitas dan konsumsi energi selama periode tersebut (Fauzan et al., 2024). Dengan demikian, keempat variabel ini dipilih berdasarkan pertimbangan teoritis serta bukti empiris dalam literatur yang relevan.

Seiring perkembangan teknologi, SARIMAX juga banyak digunakan dalam pendekatan hibrida yang menggabungkannya dengan *machine learning* maupun *deep learning* untuk meningkatkan kinerja prediksi. Ashtar et al. (2025) mengintegrasikan SARIMAX dengan LSTM dan berhasil meningkatkan akurasi prediksi konsumsi energi di Belanda, sementara Kachalla et al. (2025) mengembangkan model SARIMAX-MLP untuk memproyeksikan konsumsi listrik rumah tangga dalam sistem mikrogrid. Studi lain seperti Ram et al. (2025) dan Manfredini (2022) menunjukkan bahwa integrasi SARIMAX dengan model jaringan saraf dapat menghasilkan prediksi yang lebih adaptif terhadap pola data yang kompleks. Fakta ini memperlihatkan bahwa SARIMAX tetap relevan sebagai pendekatan inti dalam *forecasting*, baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan model cerdas.

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas metode SARIMAX dalam melakukan peramalan beban listrik, sebagian besar kajian masih berfokus pada tingkat makro, seperti prediksi konsumsi listrik nasional, regional, maupun perkotaan besar (Maleki et al., 2024; Sultana, 2025). Penelitian yang secara spesifik menyoroti konsumsi listrik rumah tangga dengan daya tertentu, khususnya 1300 VA, masih sangat terbatas. Di wilayah Balai Karangan, Kabupaten Sanggau, belum banyak penelitian yang secara khusus mengkaji peramalan konsumsi listrik rumah tangga daya 1300 VA dengan pendekatan SARIMAX yang mempertimbangkan variabel eksternal seperti jumlah pelanggan, suhu, kelembapan, dan momen musiman. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu membangun model prediksi kontekstual sesuai kondisi lokal pelanggan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun model prediksi konsumsi listrik rumah tangga dengan daya 1300 VA pada wilayah ULP Balai Karangan menggunakan metode SARIMAX. Model ini mempertimbangkan faktor historis konsumsi listrik sekaligus variabel eksternal potensial seperti jumlah pelanggan, suhu, kelembapan, dan momen khusus seperti bulan Ramadhan, sehingga diharapkan mampu menghasilkan proyeksi yang lebih akurat. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis bagi PLN dalam perencanaan kapasitas, efisiensi distribusi, serta pengendalian beban, sekaligus memberi kontribusi akademis dengan memperluas literatur *forecasting* berbasis SARIMAX pada level mikro rumah tangga. Lebih jauh, penelitian ini juga relevan dengan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) khususnya SDG 7 tentang energi bersih dan terjangkau serta SDG 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab (United Nations, 2023). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ganda, baik dalam ranah akademik maupun praktik pengelolaan energi di tingkat daerah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola konsumsi listrik rumah tangga daya 1300 VA di wilayah ULP Balai Karangan berdasarkan hasil prediksi tahun 2025 dengan mempertimbangkan faktor eksternal seperti suhu, kelembapan, jumlah pelanggan, dan periode Ramadhan?

2. Bagaimana kinerja metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX) dalam memprediksi konsumsi listrik rumah tangga daya 1300 VA di wilayah ULP Balai Karangan?

1.3 Tujuan

1. Menganalisis dan memprediksi pola konsumsi listrik rumah tangga daya 1300 VA di wilayah ULP Balai Karangan berdasarkan data historis serta faktor eksternal, seperti suhu, kelembapan, jumlah pelanggan, dan peristiwa musiman bulan Ramadhan.
2. Membangun dan mengevaluasi model prediksi konsumsi listrik rumah tangga dengan daya 1300 VA menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX).

1.4 Manfaat

1. Penelitian ini berkontribusi dalam memperluas kajian ilmiah mengenai penerapan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX) pada peramalan konsumsi listrik rumah tangga. Hasilnya dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang *time series forecasting* di sektor energi.
2. Hasil prediksi yang dihasilkan dapat membantu PLN ULP Balai Karangan dalam merencanakan distribusi energi listrik secara lebih efisien, mengendalikan beban, serta meminimalisir risiko kekurangan pasokan maupun pemborosan sumber daya akibat perencanaan yang kurang akurat.
3. Penelitian ini mendukung upaya pengelolaan energi yang berkelanjutan dengan mendorong konsumsi listrik rumah tangga yang lebih efisien. Selain itu, hasilnya juga berkontribusi pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau) dan SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab).

1.5 Ruang Lingkup

1. Penelitian difokuskan pada konsumsi listrik rumah tangga dengan daya 1300 VA di wilayah kerja PLN Unit Layanan Pelanggan (ULP) Balai Karangan.

2. Data yang digunakan adalah data historis konsumsi listrik bulanan pelanggan rumah tangga 1300 VA periode bulan Januari 2022 hingga Desember 2024, dilengkapi dengan variabel eksogen yang meliputi suhu, kelembapan, jumlah pelanggan, serta variabel *dummy* bulan ramadhan.
3. Metode yang digunakan adalah *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables* (SARIMAX), yang diterapkan untuk memodelkan pola musiman dan pengaruh variabel eksternal terhadap konsumsi listrik.
4. Penelitian ini berfokus pada prediksi jangka menengah, yaitu memproyeksikan konsumsi listrik untuk periode bulan berikutnya hingga beberapa bulan ke depan berdasarkan data historis.
5. Penelitian ini tidak membahas aspek teknis operasional kelistrikan seperti kapasitas pembangkit, jaringan transmisi, maupun kebijakan tarif listrik secara langsung. Fokus utama terbatas pada aspek peramalan konsumsi berdasarkan data *time series*.

1.6 Kebaharuan

1. Penelitian ini secara khusus menyoroti konsumsi listrik rumah tangga dengan daya 1300 VA di wilayah ULP Balai Karangan. Fokus ini memberikan gambaran yang lebih terperinci dan kontekstual dibandingkan penelitian sebelumnya yang umumnya masih berfokus pada skala nasional atau sektor yang lebih luas.
2. Meskipun metode SARIMAX telah digunakan dalam penelitian lain, penelitian ini menerapkan dan mengintegrasikan variabel eksogen yang dipilih berdasarkan kajian literatur dan penelitian terdahulu, yaitu suhu udara, kelembapan, jumlah pelanggan, serta variabel *dummy* periode bulan Ramadhan. Kombinasi variabel tersebut digunakan untuk memperkuat kemampuan model dalam menangkap dinamika konsumsi listrik rumah tangga pada level wilayah ULP.
3. Penelitian ini berorientasi pada peramalan jangka menengah berbasis data bulanan, sehingga hasil penelitian bersifat aplikatif dan relevan untuk

mendukung kebutuhan perencanaan operasional serta pengelolaan beban listrik di tingkat ULP.