

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok yang mendukung hampir seluruh aspek kehidupan modern. Di tengah pertumbuhan penduduk, perkembangan sektor industri, perdagangan, dan teknologi, konsumsi energi listrik di berbagai wilayah terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Salah satu wilayah yang menunjukkan tren tersebut adalah Rantau Prapat, yang menjadi pusat beban utama dari sistem distribusi tenaga listrik di Kabupaten Labuhanbatu dan sekitarnya. Pelayanan kelistrikan di wilayah ini berada di bawah Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Rantau Prapat, dengan dukungan sistem distribusi utama dari Gardu Induk (GI) Rantau Prapat.

Berdasarkan data dari PLN UID Sumatera Utara tahun 2025, jumlah pelanggan listrik di UP3 Rantau Prapat mencapai 509.931 pelanggan, yang terdiri dari pelanggan rumah tangga, bisnis, industri, sosial, dan layanan umum. Jumlah ini mengalami pertumbuhan dari tahun sebelumnya yang tercatat sebanyak 491.515 pelanggan pada tahun 2024, menunjukkan adanya peningkatan sebesar 3.75% per tahun. Kenaikan jumlah pelanggan ini turut mendorong pertumbuhan total daya tersambung, yang pada tahun 2025 tercatat sebesar 638.955 kVA, naik dari 615.879 kVA pada tahun 2024. Pertumbuhan daya tersambung sebesar 3.75% ini mengindikasikan bahwa beban listrik yang harus dilayani oleh GI Rantau Prapat juga terus meningkat dari tahun ke tahun.

Namun, peningkatan jumlah pelanggan dan daya yang terhubung tidak diiringi dengan peningkatan keandalan sistem distribusi secara proporsional. Hal ini terlihat dari nilai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) wilayah UP3 Rantau Prapat pada tahun 2025 yang masing-masing sebesar 369 menit/pelanggan/tahun dan 3,56 kali/pelanggan/tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa secara rata-rata, setiap pelanggan mengalami pemadaman selama hampir enam jam dalam setahun dengan frekuensi pemadaman lebih dari enam kali. Jika dibandingkan dengan standar nasional dan target pelayanan PLN yang lebih rendah, maka angka tersebut masih tergolong tinggi dan mencerminkan bahwa keandalan suplai listrik di wilayah ini belum optimal.

Tingginya frekuensi dan durasi pemadaman tidak serta merta mengindikasikan adanya defisit daya secara regional, namun seringkali disebabkan oleh ketidakteraturan pola beban listrik harian, lonjakan beban yang tidak terprediksi, serta keterbatasan sistem dalam merespons dinamika konsumsi listrik masyarakat. Permasalahan seperti *overload* trafo distribusi, gangguan teknis jaringan, atau keterlambatan *switching* daya sering kali berakar dari ketidaktepatan perencanaan beban harian. Oleh karena itu, kebutuhan akan sistem peramalan beban listrik jangka pendek (*Short-Term Load Forecasting*) yang akurat menjadi sangat penting, terutama bagi wilayah kerja Gardu Induk Rantau Prapat yang melayani beban dengan profil konsumsi yang terus berkembang.

*Fuzzy Logic* atau logika fuzzy merupakan suatu pendekatan dalam sistem kecerdasan buatan yang digunakan untuk memodelkan ketidakpastian dan

ambiguitas dalam pengambilan keputusan, terutama dalam sistem yang bersifat kompleks dan non-linier. Berbeda dengan logika biner konvensional yang hanya mengenal dua nilai (benar atau salah; 0 atau 1), logika fuzzy memungkinkan adanya derajat kebenaran antara 0 dan 1, sehingga lebih menyerupai cara berpikir manusia dalam menilai sesuatu secara subjektif dan gradual.

Metode Fuzzy Logic Sugeno menjadi pilihan yang tepat untuk menghadapi ketidakpastian data dan perubahan beban listrik. Model fuzzy juga sangat efektif dalam merespons perubahan beban yang cepat dan tidak teratur, sehingga membantu meningkatkan efisiensi operasional, keandalan jaringan, serta mengurangi risiko gangguan yang merugikan pelanggan dan perusahaan listrik.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “**Analisis Peramalan Beban Jangka Pendek Pada Sistem Distribusi PT. PLN (PERSERO) Gardu Induk Rantau Prapat Menggunakan Metode *Fuzzy Logic***”. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi PT. PLN (Persero) dalam mengelola sistem distribusi listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta mendukung pengambilan keputusan strategis terkait pengembangan infrastruktur ketenagalistrikan di masa mendatang.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang, yang menjadi identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Terjadinya lonjakan beban listrik yang tidak terprediksi secara akurat pada wilayah kerja Gardu Induk Rantau Prapat, terutama pada jam-jam puncak, yang berdampak pada gangguan pasokan dan penurunan keandalan jaringan distribusi.
2. Belum tersedianya sistem peramalan beban listrik jangka pendek yang efektif dan adaptif untuk mengantisipasi ketidakteraturan pola konsumsi listrik masyarakat yang terus berubah dari waktu ke waktu.
3. Diperlukan metode prediksi beban yang mampu menangani ketidakpastian dan kompleksitas data, seperti Fuzzy Logic Sugeno, mengingat hingga saat ini Gardu Induk Rantau Prapat belum menerapkan sistem peramalan beban listrik secara khusus untuk mendukung pengelolaan distribusi daya.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah maka penelitian hanya dibatasi pada:

1. Penelitian ini hanya memfokuskan pada analisis peramalan beban jangka pendek pada sistem distribusi trafo daya 2 di Gardu Induk Rantau Prapat, khususnya untuk periode harian hingga mingguan.
2. Studi ini membatasi variabel input peramalan pada data historis beban listrik, suhu udara, dan waktu sebagai faktor utama yang mempengaruhi pola konsumsi listrik.
3. Model peramalan yang dikembangkan hanya menggunakan metode Fuzzy Logic Sugeno tanpa membandingkan dengan metode prediksi lainnya.

#### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah diuraikan, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana meramalkan beban listrik jangka pendek secara akurat pada wilayah kerja Gardu Induk Rantau Prapat?
2. Apa saja faktor yang mempengaruhi peramalan beban di Gardu Induk Rantau Prapat?
3. Bagaimana metode Fuzzy Logic Sugeno dapat digunakan sebagai metode dalam menghasilkan peramalan beban listrik jangka pendek yang sesuai dengan kondisi nyata di Gardu Induk Rantau Prapat?

#### 1.5 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan perumusan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meramalkan beban listrik jangka pendek pada wilayah kerja Gardu Induk Rantau Prapat secara lebih akurat guna mendukung pengelolaan distribusi daya yang efisien.
2. Mengetahui faktor yang mempengaruhi peramalan beban di Gardu Induk Rantau Prapat.
3. Menerapkan metode Fuzzy Logic Sugeno sebagai metode dalam proses peramalan beban listrik, serta mengevaluasi sejauh mana metode tersebut mampu menghasilkan prediksi yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

### 1. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman langsung kepada peneliti dalam menerapkan metode Fuzzy Logic Sugeno untuk meramalkan beban listrik jangka pendek. Selain itu, penelitian ini juga memperkuat pemahaman peneliti dalam mengolah data historis beban, suhu, dan cuaca, serta meningkatkan kemampuan dalam membangun model prediksi berbasis kecerdasan buatan.

### 2. Bagi Universitas

Hasil penelitian ini menambah referensi ilmiah di lingkungan Universitas Negeri Medan, khususnya di bidang teknik elektro. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai referensi bagi mahasiswa lain dalam penyusunan skripsi maupun pengembangan riset sejenis di masa mendatang.

### 3. Bagi Perusahaan

Penelitian ini menghasilkan model peramalan beban listrik jangka pendek yang dapat dimanfaatkan oleh PT PLN (Persero) untuk membantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan sistem distribusi. Model ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi risiko gangguan listrik, dan menjaga keandalan pasokan listrik di Gardu Induk Rantau Prapat.