

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga adalah jaringan tenaga listrik terinterkoneksi yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit ke pengguna listrik [1]. Daya listrik yang dibangkitkan oleh pembangkit-pembangkit yang ada di berbagai lokasi dikirim melalui saluran transmisi dengan tegangan tingkat tinggi (70 kV, 150 kV, 250 kV, 500kV) menuju pusat beban. Tenaga listrik dikirim melalui gardu induk (GI) menggunakan saluran distribusi 20 kV menuju pelanggan pada pusat beban. Daya yang dihasilkan oleh pembangkit harus mencukupi daya yang dibutuhkan oleh beban listrik. Hal ini bertujuan agar semua beban listrik yang ada pada sistem tenaga dapat dilayani.

Beban listrik secara umum dipengaruhi oleh tingkat penggunaan pelanggan dan pola penggunaannya dimana semakin besar daya yang dibutuhkan oleh beban listrik semakin besar pula daya yang harus disiapkan pembangkit. Berdasarkan RUPTL tahun 2021-2030 total jumlah pelanggan di provinsi Sumatera Barat adalah 1,417 juta pada tahun 2019 dan 1,487 juta pada tahun 2020 dan diproyeksikan naik menjadi 1,817 juta pada tahun 2030 dengan beban puncak 1.292 MW [2]. Hal ini menunjukkan bahwa beban listrik mengalami kenaikan setiap tahunnya.

Pertumbuhan beban listrik pada sistem tenaga tersebut terjadi pada wilayah kota contohnya adalah Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Hal tersebut dapat diamati melalui pertumbuhan pelanggan listrik yakni pada tahun 2020 jumlah pelanggan listrik sebesar 576.402 unit dan mengalami kenaikan pada tahun 2021 menjadi 603.846 unit [3].

Beban listrik Kota Padang disuplai dari GI yang ada di area Kota Padang yakni GI Pauh Limo, GIS (*gas insulation substation*) Simpang Haru, GI PIP (padang industrial park), GI Indarung, GI Bungus, GIS Padang (rencana), dan GI Bingkuang (rencana). Perubahan daya pada daerah Kota Padang menyebabkan perubahan pembebanan trafo (transformator) daya di GI dan trafo distribusi di kota tersebut.

Trafo adalah alat listrik yang berfungsi mengubah besaran tegangan dalam suatu sistem, baik untuk meningkatkan maupun menurunkan nilai tegangannya [4]. Trafo daya pada GI mengubah tegangan tinggi pada saluran transmisi menjadi tegangan menengah, sedangkan trafo distribusi mengubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah. Trafo tidak dapat berfungsi dengan baik apabila daya yang dibutuhkan beban listrik melebihi kapasitasnya karena dapat menyebabkan penurunan efisiensi pada trafo [5]. Penurunan efisiensi menyebabkan daya keluaran trafo lebih kecil daripada daya masukannya.

Pertumbuhan beban harus diikuti dengan kemampuan sistem karena jika tidak sistem tidak akan mampu menyalurkan daya ke beban karena kapasitasnya yang

lebih kecil daripada kapasitas beban yang mana dapat menyebabkan kegagalan pada sistem. Dengan demikian, suatu tindakan harus dilakukan untuk menghindari hal tersebut, misalnya dengan melakukan rekonfigurasi jaringan tegangan menengah (JTM) pada sistem tenaga listrik untukantisipasi pertumbuhan beban, khususnya pada JTM GIS Simpang Haru yang mana merupakan gardu induk penting pada sistem Kota Padang.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, Kota Padang merupakan salah satu daerah yang diperkirakan terkena dampak tsunami jika terjadi gempa bumi di wilayah Pulau Mentawai [6]. Terjadinya tsunami tersebut tentu saja menyebabkan kerusakan di Kota Padang. Salah satu dampak dari tsunami tersebut adalah terendamnya wilayah disepanjang garis pantai barat Kota Padang dengan ketinggian muka air yang bervariasi tergantung kontur dan kedekatan dengan pantai, sehingga tsunami dapat merendam bangunan-bangunan vital dan strategis termasuk gardu hubung dan JTM di Kota Padang. Hal ini tentu saja akan menghambat penyaluran daya ke tempat-tempat yang terdampak maupun yang tidak terdampak tsunami di Kota Padang.

Penelitian ini sangat urgen karena bertujuan untuk melakukan rekonfigurasi sistem, khususnya pada JTM GIS Simpang Haru, agar lebih tahan (resilien) terhadap gangguan akibat pertumbuhan beban dan tsunami. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan resiliensi sistem di Kota Padang dan memberikan kontribusi penting dalam upaya membangun sistem tenaga listrik yang lebih tangguh dan berkelanjutan.

Penelitian ini melakukan pemodelan JTM GIS Simpang Haru dalam zona inondasi, menganalisa kemampuan JTM GIS Simpang Haru dalam zona inondasi dengan adanya pertumbuhan beban dan dampak tsunami, serta melakukan perencanaan rekonfigurasi JTM GIS Simpang Haru Kota Padang untukantisipasi pertumbuhan beban dan dampak tsunami tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pokok masalah tersebut, penelitian ini berfokus untuk menjawab pertanyaan berikut ini:

- 1) Berapa kenaikan kebutuhan daya listrik Kota Padang setiap tahun selama 20 tahun ke depan (tahun 2025-2044).
- 2) Apakah JTM GIS Simpang Haru dalam zona inondasi masih memenuhi standar perusahaan listrik negara (PLN) untuk menyalurkan daya setiap tahun selama 20 tahun kedepan. Apabila sistem tersebut tidak memenuhi standar, langkah apa yang harus dilakukan untuk mengantisipasi kebutuhan daya listrik:
  - a) Apakah uprating trafo distribusi dan saluran dapat mengantisipasi pertumbuhan beban.
  - b) Apakah mutasi trafo distribusi dapat menjadi salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi pertumbuhan beban selain *uprating*.

- 3) Bagaimana langkah rekonfigurasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan resiliensi sistem sehingga dapat mengantisipasi dampak tsunami pada JTM GIS Simpang Haru.
- 4) Apakah JTM GIS Simpang Haru dalam zona inundasi masih memenuhi standar PLN saat kondisi tsunami terjadi pada tahun 2029, 2034, 2039, dan 2044.

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah:

- 1) Menentukan besarnya beban Kota Padang tahun 2025-2044.
- 2) Mengevaluasi komponen JTM GIS Simpang Haru menggunakan data pertumbuhan beban.
- 3) Menentukan lokasi penambahan komponen sistem, misalnya LBS pada JTM GIS Simpang Haru untuk meningkatkan resiliensi sistem dalam rangkaantisipasi dampak tsunami Kota Padang.
- 4) Memperoleh informasi mengenai kondisi dari bagian sistem pada JTM GIS Simpang Haru yang terdampak tsunami.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai berikut:

- 1) Menjadi panduan bagi mahasiswa untuk mendalami topik yang berkaitan dengan aspek resiliensi sistem tenaga listrik yang berkaitan dengan peramalan beban dan dampak tsunami.
- 2) Memberikan kontribusi dalam peningkatan keandalan dan resiliensi sistem kelistrikan di Kota Padang, khususnya pada penyulang Sudirman dan Metro dalam menghadapi tantangan pertumbuhan beban dan tsunami.
- 3) Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi PLN dalam mengambil keputusan terkait pengembangan dan pengelolaan sistem kelistrikan di masa mendatang.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Peramalan beban di Kota Padang dilakukan setiap tahun dari tahun 2025 s.d. 2044 dengan metode regresi dengan model eksponensial
- 2) Simulasi JTM GIS Simpang Haru dalam zona inundasi kondisi tsunami dilakukan setiap lima tahun sekali (2029, 2034, 2039, dan 2044)
- 3) Penelitian ini hanya menganalisa JTM yang terhubung dengan GIS Simpang Haru dan berada di zona inundasi.
- 4) Pemodelan sistem yang dilakukan adalah JTM GIS Simpang Haru pada tahun 2024.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan Penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan, batasan masalah, waktu dan tempat pelaksanaan, dan sistematika penyusunan laporan penelitian.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang beberapa teori dasar yang terkait dalam penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang metode penelitian dengan langkah-langkah dan penjelasan terkait metode yang dilakukan pada penelitian ini.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisi mengenai hasil yang didapatkan dari metode yang dilakukan pada penelitian dan analisa dari hasil tersebut.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang didapatkan dari analisa hasil penelitian yang telah dilakukan beserta saran yang dapat diberikan terkait penelitian selanjutnya.

