

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem Tenaga Listrik mengacu pada sekumpulan komponen listrik yang digunakan untuk menghasilkan, mengirimkan, dan mendistribusikan tenaga listrik hingga ke konsumen dimana satu komponen dengan komponen lainnya saling terhubung [1]. Hal ini mencakup beberapa komponen seperti generator, saluran transmisi, trafo, dan beban yang akan memastikan keandalan pasokan listrik hingga sampai ke konsumen [2]. Sistem tenaga listrik memiliki peran penting dalam memenuhi permintaan energi yang terus meningkat, dimana sistem tenaga listrik memastikan pembangkitan, transmisi, dan distribusi energi listrik yang tetap optimal untuk memenuhi kebutuhan konsumen secara efisien dan andal [3]. Hal ini berarti keandalan suatu sistem tenaga listrik ditentukan oleh kemampuan suatu sistem untuk tetap beroperasi meskipun terdapat gangguan maupun hilangnya komponen dari sistem yang tidak terduga tanpa dampak yang signifikan terhadap sistem [4].

Dalam memenuhi kebutuhan listrik, Sumatera Barat menerima pasokan listrik yang berasal dari sistem interkoneksi Sumatera Bagian Tengah (Jambi-Sumbar-Riau). Sistem interkoneksi ini bermanfaat untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi kelistrikan di wilayah Sumatera Barat [5].

Salah satu hal yang berhubungan dengan keandalan sistem tenaga listrik yaitu lepasnya satu komponen baik itu pembangkit maupun saluran transmisi yang akan berdampak pada pelepasan beban yang mana akan mempengaruhi keandalan sistem [6]. Suatu sistem jika dibebani melebihi dari kapasitas daya yang dimilikinya maka akan memperlambat gerakan *prime mover* yang terhubung dengan generator sehingga akan berdampak pada turunnya frekuensi dan terlepasnya generator dari sistem. Sebuah saluran transmisi jika terlepas dari sistem maka akan menimbulkan dampak berupa meningkatnya aliran daya pada saluran transmisi lainnya [7].

Analisis kontingensi dalam sistem tenaga listrik merujuk pada kegagalan komponen pada sistem tenaga seperti generator, saluran transmisi, atau PMT yang dapat menyebabkan ketidakstabilan terhadap sistem maupun masalah dalam operasinya [8]. Kegagalan pada salah satu komponen ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan terhadap jaringan sehingga menyebabkan terlepasnya pembangkit dari sistem yang mana akan menyebabkan pemadaman listrik [9]. Kontingensi N-1 merupakan sebuah peristiwa terlepasnya satu buah komponen dari sistem. Beberapa alasan mengapa sangat penting untuk dilakukannya analisis kontingensi N-1 diantaranya, untuk memastikan keandalan dan stabilitas sistem dengan mengevaluasi dampak dari pemadaman satu buah komponen, serta dapat memastikan ketahanan *grid* dengan menilai kemampuan sistem untuk menahan hilangnya satu buah komponen tanpa mengorbankan keandalan sistem [10].

Selama tahun 2024, sistem kelistrikan Sumatera sudah mengalami dua kali peristiwa kontingensi diantaranya, terjadi gangguan pada saluran transmisi 275 kV Linggau – Lahat pada tanggal 4 Juni 2024 serta terjadi gangguan pada saluran transmisi 275 kV Sungai Rumbai – Muaro Bungo pada tanggal 8 Oktober 2024.

Maka dari itu kontingensi N-1 sangat penting dalam penilaian keamanan sistem tenaga karena memudahkan kita dalam menganalisis pemadaman yang hanya terjadi pada satu saluran saja, selain itu N-1 juga membantu dalam mengevaluasi ketahanan dan keandalan sistem dalam mengatasi kehilangan satu buah komponen dari sistem [11]. Disamping itu, hal ini juga untuk menghindari keadaan yang paling merugikan yaitu terlepasnya pembangkit dari sistem hingga menyebabkan pemadaman total [12].

Analisis kontingensi ini diharapkan dapat merancang langkah-langkah persiapan atau pemulihan saat terjadi gangguan sehingga keandalan sistem tetap handal dalam memasok kebutuhan listrik serta dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perkembangan sistem yang akan dilakukan kedepannya.

Penelitian sebelumnya oleh Indra Mirza pada tahun 2018 yang membahas terkait analisis kontingensi pada sistem tenaga listrik Sumatera Barat dengan menggunakan *software PowerWorld Simulator GSO 20*. Penelitian selanjutnya terkait analisa kontingensi sistem tenaga listrik Sumatera Barat 150 kV berbasis metode aliran beban newton raphson juga telah diteliti oleh Rio Gatra Rahmendra pada tahun 2023 menggunakan *software ETAP 16.0*. Pada dua penelitian sebelumnya masing-masing penulis hanya melakukan penelitian sebatas akibat dari kontingensi N-1 saja, tidak sampai dengan memberi solusi terhadap permasalahan kontingensi N-1 ini, sedangkan dalam penelitian kali ini penulis melakukan penelitian kontingensi N-1 pada saluran transmisi Sumatera Barat menggunakan *software DIgSILENT Power Factory 15.1* dengan pola operasi 2 pembangkit terbesar di Sumatera Barat yaitu PLTA Singkarak 4 x 43.66 MW dan PLTU Teluk Sirih 2 x 87.5 MW mengalami gangguan secara bersamaan, yang mana dalam penelitian ini penulis memberikan solusi terhadap kontingensi N-1 dengan mengoptimalkan tahapan *over load shedding* untuk menghindari runtutan kejadian yang lebih serius seperti pemadaman total serta menghitung kerugian ekonomis yang diakibatkan oleh *over load shedding*. Dalam mengoptimalkan tahapan *over load shedding* ini, penulis juga mempertimbangkan beberapa aspek yang dapat menguntungkan kedua belah pihak antara konsumen dan pihak penjual jasa yaitu PLN, seperti meminimalisir kerugian energi dan rupiah yang terbuang sia-sia akibat pelepasan beban untuk mengatasi kontingensi N-1 ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Saluran transmisi mana saja yang mengalami pembeban kritis atau *over load* akibat kontingensi N-1?

2. Perbaiki apa saja yang dilakukan untuk meningkatkan keandalan saluran transmisi Sumatera Barat akibat kontingensi N-1?
3. Berapa kerugian ekonomis yang disebabkan oleh pelepasan beban akibat kontingensi N-1?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi saluran transmisi yang mengalami pembebanan kritis atau beban berlebih akibat kontingensi N-1
2. Melakukan perbaikan keandalan sistem tenaga listrik Sumatera Barat akibat kontingensi N-1
3. Mengetahui kerugian ekonomis dari pelepasan beban akibat kontingensi N-1

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan rujukan kepada Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai upaya untuk mengevaluasi dan melakukan perbaikan keandalan sistem tenaga listrik Sumatera Barat ketika terjadi peristiwa kontingensi.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Objek penelitian hanya pada saluran transmisi Sumatera Barat
2. Kondisi sistem dan data yang digunakan adalah data tanggal 2 September 2024
3. Analisis aliran daya dilakukan dalam 2 kondisi, kondisi sistem dalam keadaan normal, serta kondisi ketika sistem kehilangan PLTA Singkarak 4 x 43.66 MW dan PLTU Teluk Sirih 2 x 87.5 MW secara bersamaan
4. Analisis kontingensi N-1 hanya dilakukan pada 3 buah saluran yang memiliki peringkat teratas dalam indeks performansi
5. Analisis kontingensi N-1 dilakukan dengan mengasumsikan kondisi sistem kelistrikan Sumatera Barat untuk 2 pembangkit terbesar di Sumatera Barat yaitu PLTA Singkarak 4 x 43.66 MW dan PLTU Teluk Sirih 2 x 87.5 MW dilepas dari sistem secara bersamaan
6. Perbaikan sistem menggunakan tahapan *Over Load Shedding* (OLS)

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika tertentu, sistematika laporan ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencakup tentang landasan teori yang mendukung dan berkaitan dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mencakup tentang metoda penelitian yang digunakan, diagram alir (*flowchart*) yang berisi tahapan dalam pengerjaan tugas akhir ini dimulai dari literatur, pengumpulan data di lapangan, dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini mencakup tentang hasil dan analisa dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mencakup tentang kesimpulan dan saran penelitian berdasarkan data dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

