

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang masalah

Ketersediaan listrik yang cukup dan berkualitas merupakan hal yang harus dipenuhi oleh PLN untuk mengimbangi perkembangan kebutuhan listrik yang sangat pesat saat ini. Demikian juga penyaluran energi listrik kepada konsumen harus berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Akan tetapi, saat ini posisi antara pusat-pusat pembangkit dan pusat-pusat beban pada umumnya terpisah dalam ratusan bahkan ribuan kilometer, seperti yang ada di wilayah kerja PLN Sistem Flores. Pada Sistem Flores, saluran-saluran transmisi membawa tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkitan ke pusat-pusat beban melalui saluran tegangan tinggi 150 kV di GI Wairita. Lalu, Trafo penurun tegangan akan menurunkan tegangan ini menjadi tegangan sub transmisi 70 kV pada 8 (delapan) GI lainnya, yang kemudian di gardu induk diturunkan lagi menjadi tegangan distribusi primer 20 kV. Pada gardu induk distribusi yang tersebar di pusat-pusat beban, tegangannya akan diubah oleh trafo distribusi menjadi tegangan rendah 220/380 V.

Saluran transmisi mendistribusikan energi listrik melalui Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT), Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), dan Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT). Proses penyaluran tenaga listrik terdapat beberapa masalah diantaranya, yaitu terdapat rugi-rugi daya. Rugi-rugi daya terjadi karena beberapa faktor, yaitu faktor korona, kebocoran isolator, jarak dan lain-lain. Dalam suatu sistem transmisi, jika tegangan menurun, arus yang mengalir melalui saluran akan meningkat untuk mempertahankan jumlah daya yang sama ( $P = VI$ ). Ketika arus meningkat, rugi daya dalam bentuk panas pada kabel meningkat pula sesuai dengan hukum Ohm. Rugi daya ini terjadi karena resistansi penghantar menghambat aliran arus listrik dan sebagian daya tersebut dikonversi menjadi panas. Rugi daya dapat diketahui apabila tegangan pada pangkal pengirim (pembangkit) dan pangkal penerima terjadi perbedaan.

Rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi sangat perlu diperhatikan, karena bisa menyebabkan hilangnya daya yang cukup besar. Rugi daya merupakan kehilangan energi yang sama sekali tidak mungkin dihindari, akan tetapi bisa dikurangi. Kehilangan energi perlu diprediksi dan dianalisis agar tidak melebihi batas wajar. Kekurangan pasokan listrik pada suatu daerah akan mengakibatkan tegangan turun bahkan pemadaman listrik.

Maka Analisa perbaikan susut energi ini perlu dilakukan pada sistem transmisi tegangan tinggi 70 kV dan 150 kV pada jalur transmisi sistem Flores untuk mengurangi kerugian perusahaan dan meningkatkan kualitas sistem kelistrikan Flores . Analisa dilakukan dengan mengambil data beban pembangkit dan penyulang pada pukul 19.00 WITA pada tanggal 25 Januari 2023, melakukan simulasi *load flow* beban menggunakan ETAP, menghitung nilai susut dan melakukan proses validasi dengan realisasi susut dari data PLN, menghitung *error*-nya untuk mengetahui keakuratan hasil pengukuran dan realisasi data, kemudian melanjutkan simulasi dengan perbaikan, yaitu dengan melakukan pengaturan pada *tap changer* trafo dan menambahkan kapasitor *bank*, untuk bisa menurunkan nilai susut dan mengetahui besar *saving energy* (kWh) yang dihasilkan.

## 1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijabarkan di atas, maka penyusunan tugas akhir dilakukan berdasarkan:

- 1) Bagaimana proses validasi nilai susut yang terhitung menggunakan simulasi *load flow* beban dengan realisasi susut dari data PLN?
- 2) Bagaimana proses perbaikan dilakukan setelah memvalidasi data nilai susut yang terhitung menggunakan simulasi *load flow* beban dengan realisasi susut dari data PLN?
- 3) Bagaimana mendapat *saving* energi (kWh) dari penurunan nilai susut?

## 1.3 Analisa kebutuhan

Untuk menganalisa kebutuhan PLN terkait perbaikan susut pada jaringan transmisi, maka dilakukan wawancara singkat. Dari wawancara tersebut, mitra menginginkan adanya analisa perbaikan nilai susut agar bisa dihasilkan nilai susut yang paling minimum sesuai standar PLN. Standar PLN yang dipakai sebagai standar susut energi adalah sebesar 5% sampai 15%, yang mana merupakan target kinerja perusahaan, khususnya di PT. PLN ULTG Flores. Analisa perbaikan nilai susut dilakukan dengan dengan mensimulasi *load flow* beban sistem Flores pada ETAP, lalu melakukan perbaikan dengan mengatur *tap changer* trafo dan menambah kapasitor *bank* yang mana terdeskripsi pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1

## Analisa Kebutuhan

No.	Masalah	Deskripsi	Solusi
1	Bagaimana proses validasi nilai susut yang terhitung menggunakan simulasi <i>load flow</i> beban dengan realisasi susut dari data PLN?	Proses validasi nilai susut yang terhitung dan nilai susut hasil simulasi bertujuan untuk mengetahui besar <i>error</i> yang terjadi pada sistem, yang mana untuk mengetahui keakuratan hasil pengukuran dan realisasi data dan juga sebagai salah satu tolak ukur yang penting dalam melakukan analisa perbaikan nilai susut yang ada sekarang.	Mengetahui nilai realisasi susut dari data Sistem Flores dan membuat rangkaian simulasi menggunakan ETAP sesuai SLD Sistem Flores. Selanjutnya, mengisi data <i>load flow</i> untuk masing-masing pembangkit. Setelah itu, melakukan simulasi <i>load flow beban</i> , dan melakukan simulasi nilai susut yang terhitung saat simulasi <i>load flow</i> beban dengan data realisasi susut yang telah didapat dari perusahaan. Dari perbandingan tersebut dapat dilihat besar <i>error</i> dari nilai susut yang dihasilkan.
2	Bagaimana proses perbaikan dilakukan setelah memvalidasi data nilai susut yang terhitung menggunakan simulasi <i>load flow</i> beban dengan realisasi susut dari data PLN?	Proses perbaikan dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan nilai susut energi listrik dan mendapatkan <i>saving</i> energi.	Ada beberapa kemungkinan cara perbaikan nilai susut jika melojak tinggi, dan salah satunya dan yang paling sering dilakukan adalah pengaturan pola operasi. Pengaturan pola operasi ini dilakukan dengan mengatur tegangan sisi SUTT baik 70 kV maupun 150 kV, yang mana akan dijaga di <i>range</i> 71- 72 kV / 150-153 kV dengan diaturnya tap TFT

No.	Masalah	Deskripsi	Solusi
			( <i>Town Fedeer Transformer</i> ) dan GT ( <i>Generator Transformer</i> ), sehingga nilai <i>error</i> yang dihasilkan semakin kecil karena terjadi penurunan nilai susut. Selain itu, akan dilakukan juga pemasangan kapasitor <i>bank</i> untuk menaikkan faktor daya dan sehingga mengurangi susut daya.
3	Bagaimana mendapat <i>saving</i> energi (kWh) dari penurunan nilai susut?	<i>Saving</i> energi (kWh) ini dihasilkan berdasarkan perbaikan yang telah dilakukan dan dari penurunan susut hasil simulasi.	<i>Saving</i> energi (kWh) dihasilkan dari selisih nilai susut sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan.

Tugas akhir ini akan dibatasi pada proses dan hasil perbaikan susut energi saluran transmisi tegangan tinggi 70 kV dan 150 kV pada sistem kelistrikan Flores berdasarkan:

1. Gambar *Single Line Diagram* sistem kelistrikan Flores oleh PT. PLN Persero
2. Analisa sistem kelistrikan berdasarkan proses simulasi ETAP dan data realisasi susut
3. Data yang dipakai menggunakan data *load flow*, data spesifik pembangkit, data transmisi, data beban penyulang dan data gardu induk dari PT. PLN Persero
4. Pemilihan komponen kelistrikan yang dilakukan meliputi pemilihan transformator dan *generator set* (genset) berasal dari data PT. PLN Persero
5. Data susut realisasi yang digunakan adalah data susut transmisi pada waktu beban puncak (pukul 19.00 WITA) ditanggal 25 januari 2023

#### 1.4 Tujuan Tugas Akhir

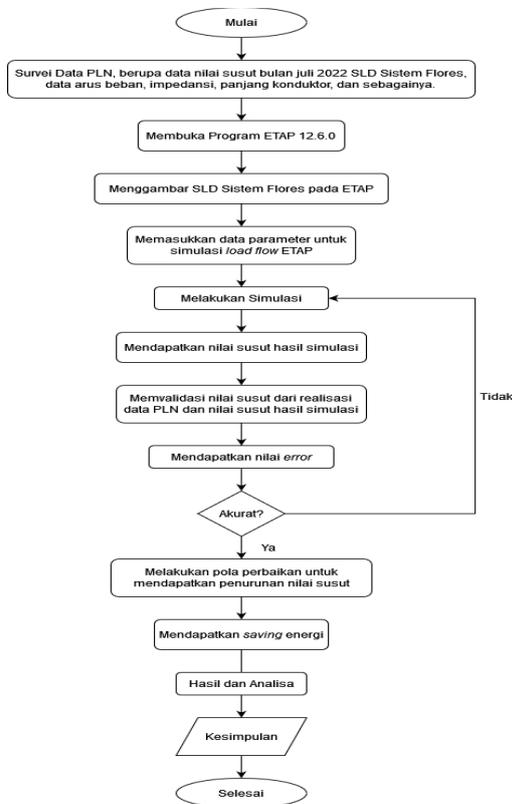
Tujuan tugas akhir ini adalah membuat analisa mengenai perbaikan susut energi transmisi tegangan tinggi 70 kV dan 150 kV pada sistem kelistrikan Flores dengan melakukan

proses validasi realisasi susut dan nilai susut hasil simulasi *load flow* beban menggunakan ETAP dan memperoleh *saving* energi (kWh) sehingga bisa memperoleh penghematan energi.

### 1.5 Uraian Singkat Tugas Akhir

Pada pengerjaan tugas akhir ini, pertama-tama, akan dilakukan survei data pada perusahaan mitra, yaitu PT. PLN (Persero), berupa data nilai susut pada waktu beban puncak ditanggal 25 januari 2023, data *Single Line Diagram*, data arus beban, impedansi, dan sebagainya.

Selanjutnya, akan dilanjutkan dengan simulasi untuk mendapatkan nilai susut menggunakan *software*, yang dimulai dengan menggambar SLD Sistem Flores pada ETAP dan dimasukkan parameter-parameternya. Hasilnya berupa nilai susut yang kemudian di validasi dengan nilai susut bulan pada waktu beban puncak ditanggal 25 januari 2023 dari perusahaan dan mendapar *error*- nya. Jika hasilnya akurat atau mendekati nilai susut dari data realisasi, maka akan dilanjutkan dengan melakukan perbaikan dengan pola kerja yang disepakati untuk bisa menurunkan susut dan mengetahui *saving* energi yang diperoleh. Dari hasil tersebut akan dilakukan analisa perbaikan susut energi transmisi sistem Flores.



Gambar 1.1 Alur Pengerjaan Tugas Akhir

## 1.6 Metodologi Perancangan dan Implementasi

Berikut ini merupakan metodologi penelitian yang akan digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini:

### 1.6.1 Pengumpulan Data Lapangan

Berikut ini merupakan metodologi perancangan gambar kelistrikan yang akan digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini:

- Meminta pada PLN *Single Line Diagram* Sistem Flores.
- Mengumpulkan data *nameplate object*, misalnya data mesin pembangkit, penghantar transmisi, trafo pembangkit, dan trafo gardu induk.
- Mengumpulkan data impedansi penghantar dan susut pada waktu beban puncak (pukul 19.00 WITA) ditanggal 25 januari 2023.
- Mengumpulkan data dan parameter yang berhubungan dengan simulasi *load flow*.

### 1.6.2 Cara Mendapatkan Data

Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan pada pengerjaan tugas akhir ini, dilakukan beberapa hal berikut:

- Meminta gambar *single line diagram* kepada PT. PLN Persero
- Meminta data spesifik pembangkit, data transmisi, data gardu induk, data mesin, data tegangan sistem, dan data penyulang kepada PT. PLN Persero
- Meminta laporan susut transmisi pada waktu beban puncak (pukul 19.00 WITA) ditanggal 25 januari 2023
- Meminta data transformator dan *generator set* (genset)

### 1.6.3 Studi Literatur

Studi literatur yang akan dilakukan pada tugas akhir ini adalah :

- Mempelajari Paduan Simulasi ETAP.
- Mempelajari jurnal dan *textbook* mengenai susut energi.

### 1.6.4 Pengerjaan Tugas Akhir

Pengerjaan yang akan dilakukan pada tugas akhir ini meliputi :

- Membuat rangkaian pada software ETAP, yang mana berpatokan pada *Single Line Diagram* Sistem Flores.

- Memasukkan data dan parameter dalam proses pembuatan rangkaian.
- Melakukan simulasi menggunakan *software* ETAP.
- Membandingkan nilai susut yang terhitung saat simulasi *load flow* pada waktu beban puncak (pukul 19.00) ditanggal 25 januari 2023 dengan realisasi susut dari data perusahaan, lalu mencari nilai *error*-nya.
- Jika *error* masih bisa ditoleransi maka perhitungan dapat dilanjutkan dengan pengaturan pola operasi Sistem Flores untuk menurunkan nilai susut.
- Mencari *saving* energi, dan melakukan analisa perbaikan susut transmisi sistem Flores.

#### **1.6.5 Penyajian Tugas Akhir**

Hasil dari tugas akhir ini disajikan dalam bentuk *softfile* ETAP berupa hasil simulasi, dan juga disajikan dalam bentuk karya tulis ilmiah berupa tugas akhir. Tugas akhir ini akan disajikan juga dalam bentuk analisa data dan usulan solusi perbaikan susut transmisi sistem kelistrikan Flores.