

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, diantaranya :

3.1 Studi Literatur,

Studi literature yaitu mengumpulkan data-data dari buku referensi dan jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian.

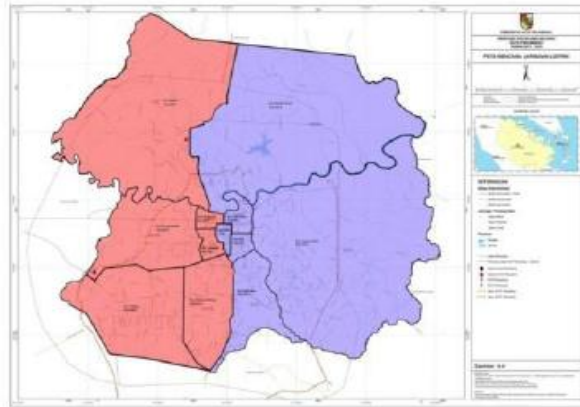
3.2 Studi Bimbingan,

Studi bimbingan yaitu melakukan diskusi dengan dosen pembimbing mengenai masalah-masalah yang timbul selama pelaksanaan penelitian ini berlangsung.

3.3 Observasi Penelitian

Observasi, yaitu pengumpulan data yang mendukung untuk penelitian.

Gardu induk garuda sakti menyuplai daya untuk Kec. Tampan, Kec. Marpoyan, Kec. Payung Sekaki, Kec. Rumbai, Kec. Sukajadi.



Gambar 3.1 Peta Pembagian Gardu Induk di Pekanbaru

Sumber: (Manurung, 2015)

Data-data yang akan diambil pada Gardu Induk Garuda Sakti berupa:

a. Batasan frekuensi (frekuensi acuan)

Gardu Induk Garuda Sakti menetapkan empat batasan atau acuan dalam pelepasan beban, yang mana disetiap tahapannya akan melepas *feeder* yang berbeda. Berikut adalah tabel acuan frekuensi pada Gardu Induk Garuda Sakti.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 3.1 Batasan Frekuensi Acuan

| Tahapan | Frekuensi Acuan |
|---------|-----------------|
| 1 | 49,3 Hz |
| 2 | 49,1 Hz |
| 3 | 48,9 Hz |
| 4 | 48,7 Hz |

Sumber: (PT. PLN, 2016)

b. Data beban pada Gardu Induk Garuda Sakti

Dimana data yang beban yang akan diambil adalah data beban disetiap feeder/penyulang. Berikut adalah data beban disetiap *feeder*-nya:

Tabel 3.2 Data Beban pada Masing-Masing *Feeder*

| No | Trafo Daya | Nama <i>Feeder</i> | Besar Beban (MW) |
|----|------------|--------------------|------------------|
| 1 | TD#1 | Arengka | 6.06 |
| 2 | | Cipta Karya | 5.97 |
| 3 | | Pantai Cermin | 4.00 |
| 4 | | Lobak | 5.02 |
| 5 | | Adi Soeipto | 8,78 |
| 6 | TD#2 | Soeta | 5,02 |
| 7 | | Jendral | 8,71 |
| 8 | | MTQ | 7,61 |
| 9 | | Soebrantas | 7,69 |
| 10 | | Panam | 3,10 |
| 11 | TD#3 | Bangau Sakti | 8,67 |
| 12 | | Tambusai | 5,67 |
| 13 | | Taman Karya | 8,04 |
| 14 | | Bakti | 6,22 |
| 15 | | Suka Jaya | 6,87 |



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

| | | | |
|----|-------|------------|--------|
| 16 | | Riau | 5,25 |
| 17 | | Unri | 6,69 |
| 18 | | Suka Karya | 5,85 |
| 19 | TD#4 | Lipat Kain | 8,83 |
| 20 | | Tarai | 6,15 |
| 21 | | Melur | 6,05 |
| 22 | | Perawang | 7,53 |
| 23 | | Kualu | 6,86 |
| | Total | | 150,62 |

Sumber: (PT. PLN, 2016)

c. Skema pelepasan beban pada Gardu Induk Garuda Sakti

Pengambilan skema beban pada Gardu Induk Garuda Sakti bertujuan untuk membandingkan hasil dari pemulihan frekuensi dengan skema yang telah penulis modifikasi. Berikut adalah skema pelepasan beban pada Gardu Induk Garuda Sakti.

Tabel 3.3 Skema Pelepasan Beban pada Gardu Induk Garuda Sakti

| Tahap ke- | Frekuensi (Hz) | Feeder yang Dilepas | Besar Daya (MW) |
|-----------|----------------|---------------------|-----------------|
| 1 | 49,3 | Lipat Kain | 8,83 |
| 1 | 49,3 | Soeta | 5,02 |
| 2 | 49,1 | Perawang | 7,53 |
| 3 | 48,9 | Panam | 3,10 |
| 3 | 48,9 | Tambusai | 5,67 |
| 4 | 48,7 | Soebrantas | 7,69 |
| 4 | 48,7 | Riau | 5,25 |

Sumber: (PT. PLN, 2016)

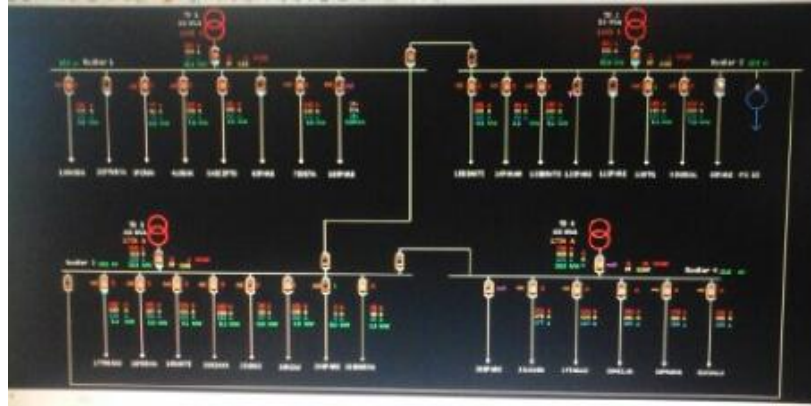
d. Single line diagram gardu induk garuda sakti.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Untuk melakukan simulasi dengan menggunakan software ETAP, maka diperlukan *Single line diagram*. Berikut adalah *Single line diagram* Gardu Induk Garuda Sakti:



Gambar 3.2 *Single line diagram* Gardu Induk Garuda Sakti

Sumber: (PT. PLN, 2016)

e. Data Trafo pada Gardu Induk Garuda Sakti

Tabel 3.4 Trafo Pada Gardu Induk Garuda Sakti

| Nomor Trafo Daya | Ratio | MVA Terpasang | Merk |
|---------------------|-----------|---------------|----------|
| TD#1 | 150/20 kV | 50 MVA | Hyundai |
| TD#2 | 150/20 kV | 50 MVA | Hyundai |
| TD#3 | 150/20 kV | 60 MVA | CG Power |
| TD#4 | 150/20 kV | 70 MVA | Unindo |

Sumber: (PT. PLN, 2016)

f. Data Generator

Tabel 3.5 Data Generator

| Generator | MW |
|-----------|----|
| Gen 1 | 18 |
| Gen 2 | 25 |
| Gen 3 | 20 |
| Gen 4 | 16 |



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

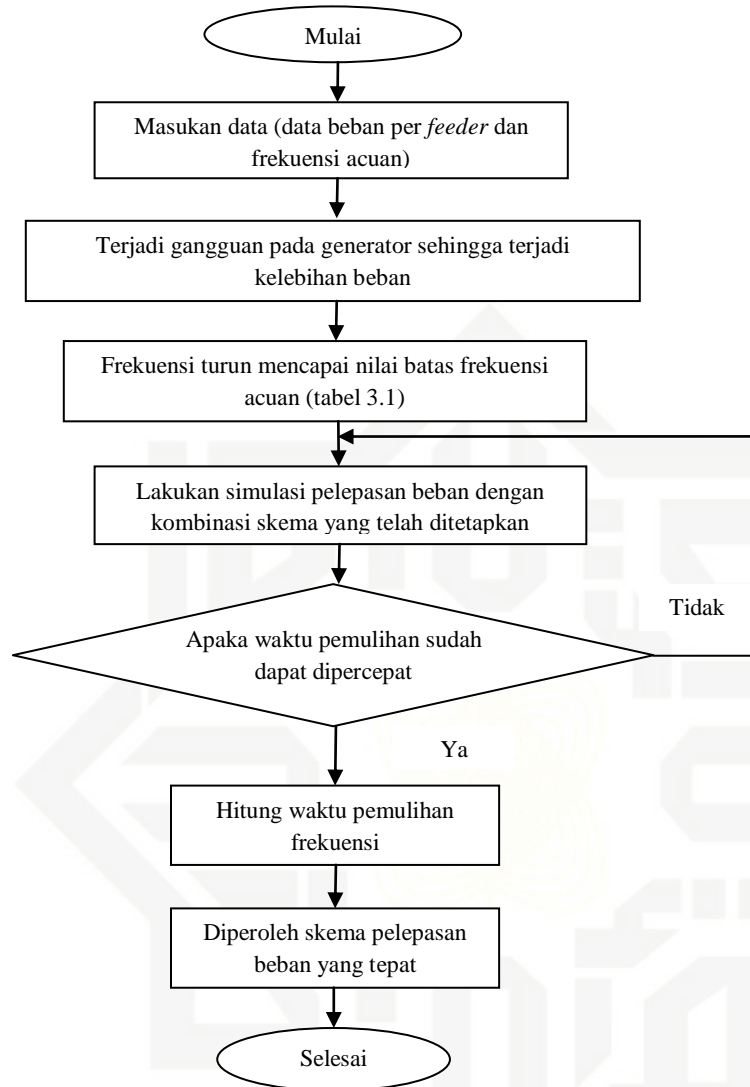
| | |
|-------|----|
| Gen 5 | 16 |
| Gen 6 | 25 |
| Gen 7 | 10 |
| Gen 8 | 25 |

Sumber: (PT. PLN, 2016)

3.4 Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan menggunakan rumus yang berkaitan dengan pelepasan beban dan relai frekuensi (menggunakan rumus 2.3 dan 2.4) dan dengan menggunakan *software* ETAP. Dengan menggabungkan 2 cara ini diharapkan bisa memperkuat hasil analisa dari penelitian terkait pelepasan beban. Untuk menentukan kombinasi penyulang yang akan di lepas maka digunakan metode *trial and error*. Penyulang yang akan dilepas disesuaikan berdasarkan prioritas beban dari PT. PLN, dimana pada Gardu Induk Garuda Sakti prioritas beban yaitu *feeder* Suka Jaya. Penyulang yang akan dilepas dicoba sampai mendapatkan kombinasi skema baru. Setelah didapat skema pelepasan beban yang baru dengan metode ini kemudian dibandingkan dengan skema yang telah ditetapkan oleh Gardu Induk Garuda Sakti. Dari perbandingan ini dapat dilihat apakah skema pada Gardu Induk Garuda Sakti sudah efektif atau perlu peninjauan ulang kembali.

3.4.1 Diagram Alir Analisa Pelepasan Beban



Gambar 3.3 Diagram Alir Pelepasan Beban

3.4.2 Analisa Data dengan Menggunakan Perhitungan Manual

Untuk melakukan pelepasan beban (*load shedding*) dengan perhitungan manual dilakukan beberapa tahapan:

1. Beban dilepas ketika terjadi penurunan frekuensi.
PT. PLN menggunakan frekuensi 50 Hz dengan batas toleransi $\pm 0,5$ Hz. Apabila frekuensi turun mencapai batasan frekuensi yang telah ditetapkan oleh PLN maka dilakukanlah pelepasan beban.
2. Pilih beban yang akan dilepas sesuai dengan prioritas beban.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah didapat berapa jumlah beban yang akan dilepas kemudian dipilihlah beban yang akan dilepas. Cari kombinasi terbaik untuk melakukan pelepasan beban dengan mempertimbangkan prioritas beban dari PT. PLN.

3. Hitung waktu pemulihan frekuensi.

Setelah didapat jumlah beban yang akan di lepas, maka hitunglah waktu pemulihan frekuensi. Waktu yang dihitung mulai dari penurunan frekuensi hingga frekuensi kembali pada keadaan normal. Hitung waktu pemulihan dengan menggunakan persamaan (2.3) dan (2.4).

4. Menganalisa kembali frekuensi setelah pelepasan beban

Setelah dilakukan pelepasan beban maka dianalisa kembali frekuensi apakah frekuensi telah kembali kepada *range* yang telah ditetapkan oleh PT. PLN. Jika iya maka selesai jika tidak dilakukan kembali pelepasan beban.

3.4.3 Tahapan penelitian dengan menggunakan *software ETAP*

Untuk keakuratan dalam melakukan studi pelepasan beban, maka dilakukan sebuah simulasi yang diharapkan dapat menggambarkan keadaan yang mendekati dari keadaan sebenarnya sistem. Peralatan yang digunakan untuk melakukan simulasi adalah *software ETAP 12.6.0*.

Terdapat beberapa macam sub program pada *software ETAP* yang memiliki fungsi berbeda-beda. Untuk penelitian ini penulis menggunakan sub program *Transient Stability Analysis* (Analisa Kestabilan Transien) untuk melihat besar perubahan frekuensi terhadap waktu saat terjadinya pelepasan beban.

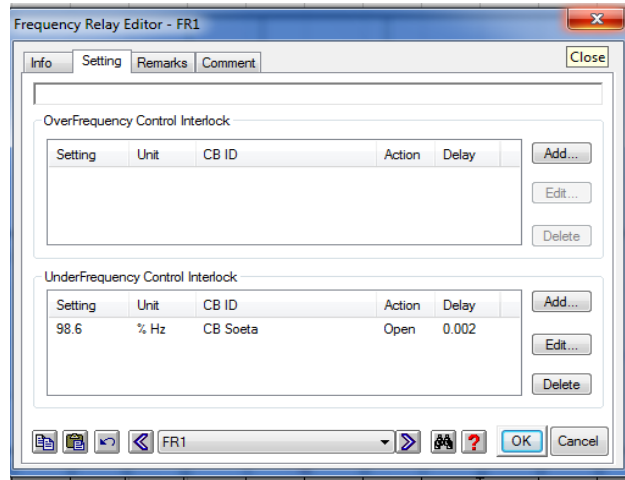
Berikut adalah tahapan pelepasan beban dengan menggunakan *software ETAP*:

1. Gambarkan single line diagram Gardu Induk Garuda Sakti lengkap dari generator sampai ke feeder/penyulang.
2. Masukkan data-data generator yang menyuplai daya, data trafo dan data-data beban per feeder/penyulang.
3. Pasang *under frequency relay* pada trafo tegangan, kemudian setting *under frequency relay* sesuai dengan acuan frekuensi/batasan frekuensi dalam pelepasan beban yang telah ditetapkan oleh PT. PLN.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.4 Pengaturan Salah Satu Frekuensi Acuan

Sumber: (*Electric Transient and Analysis Program Version 12.6, 2016*)

Frekuensi acuan dimasukkan dalam % Hz, seperti pada gambar 3.4 pada saat batasan frekuensi yaitu 98,6 % dari 50 Hz yaitu 49,3 Hz. Ketika frekuensi mencapai nilai tersebut maka dilepas *feeder* Soeta.

4. Simulasikan terjadi kekurangan suplai daya dari pembangkit, sehingga terjadi ketidak seimbangan antara daya yang dibangkitkan dengan jumlah beban.

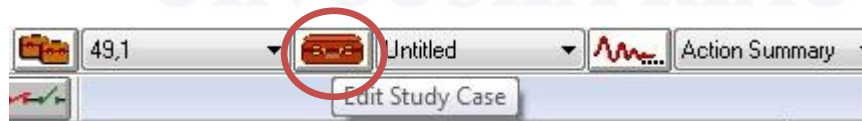
Untuk membuat simulasi hal pertama yang dilakukan adalah memilih sub program *Transient Stability Analysis* (Analisa Kestabilan Transien).



Gambar 3.5 Sub Program *Transient Stability Analysis* (yang dilingkari merah)

Sumber: (*Electric Transient and Analysis Program Version 12.6, 2016*)

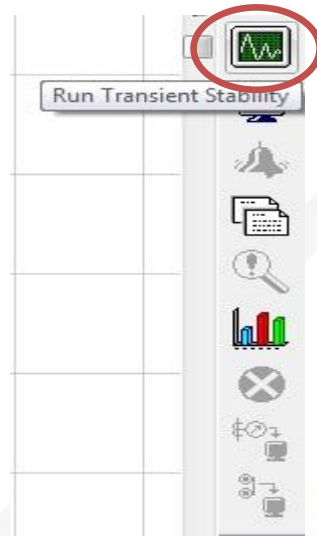
Untuk membuat studi kasus yang mana terjadinya kekurangan pembangkitan daya yaitu dengan cara memilih sub menu *Edit Study Case*.



Gambar 3.6 Sub Program *Edit Study Case* (yang dilingkari merah)

Sumber: (*Electric Transient and Analysis Program Version 12.6, 2016*)

Setelah dibuat studi kasus yaitu terjadinya kekurangan pembangkitan daya, maka simulasi dijalankan dengan klik *Run Transient Stability*.



Gambar 3.7 *Run Transient Stability* (yang dilingkari merah)

Sumber: (*Electric Transient and Analysis Program Version 12.6, 2016*)

5. Pada saat melakukan simulasi *Under frequency relay* mendeteksi adanya penurunan frekuensi, apabila penurunan frekuensi telah mencapai batasan frekuensi, maka dilakukanlah pelepasan beban.
6. *Under frequency relay* akan memberikan perintah ke feeder/penyulang untuk melakukan pelepasan beban.
7. Frekuensi kembali pada keadaan normal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.