

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sistem tenaga listrik merupakan sekumpulan pusat listrik dan gardu induk atau pusat beban yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Komponen tersebut mempunyai fungsi yang saling berkaitan untuk menghasilkan energi listrik yang disalurkan ke konsumen dengan kualitas yang baik. Beberapa gangguan yang terjadi pada sistem tidak akan berpengaruh pada sistem yang lain apabila didukung dengan proteksi yang memenuhi syarat (Marsudi, 2016).

Suatu sistem tenaga listrik dikatakan baik apabila memenuhi beberapa persyaratan yaitu, sistem harus mampu memberi pasokan listrik secara terus menerus dengan kualitas tegangan dan frekuensi sesuai dengan aturan yang berlaku, apabila terjadi gangguan sistem harus kembali normal. Untuk sistem jaringan yang sangat kompleks dimana pembangkit yang saling terkoneksi satu sama lain, maka daya elektris besaran seperti tegangan dan frekuensi harus diperhatikan agar tidak ada pembangkit yang kelebihan beban (Nugroho, 2011).

Stabilitas sistem tenaga listrik adalah kemampuan dari suatu sistem tenaga listrik untuk memberikan reaksinya terhadap gangguan dalam keadaan kerja normal serta kembali normal dalam keadaan semula. Stabilitas sistem tenaga listrik digolongkan menjadi tiga jenis yaitu kestabilan transien, kestabilan dinamis, dan kestabilan keadaan tetap (Stevenson, 1983).

Stabilitas frekuensi terkait dengan kemampuan sebuah sistem tenaga listrik untuk mempertahankan frekuensi tunak dengan kisaran nominal mengikuti beberapa gangguan sistem yang menghasilkan ketidakseimbangan yang signifikan antara pembangkitan dan beban. Hal ini bergantung pada kemampuan untuk mengembalikan keseimbangan antara sistem beban dan pembangkitan dengan meminimalisasi pelepasan beban (Winanti, 2011).

*Load Shedding* merupakan suatu bentuk tindakan pelepasan beban yang terjadi secara otomatis atau manual untuk pengamanan operasi pembangkit dari kemungkinan terjadinya padam total (*black out*). *Load Shedding* perlu dilakukan untuk melindungi sistem maupun mencegah terjadinya pemadaman yang meluas atau bahkan pemadaman total (*black out*). Dengan melepaskan sebagian beban maka beban yang dipikul oleh sistem berkurang, sehingga kestabilan sistem tenaga listrik dapat kembali normal dan stabil sesegera mungkin.

PT Pertamina RU IV Cilacap memiliki sebuah sistem yang cukup besar dan kompleks. PT Pertamina RU IV Cilacap memiliki 8 unit pembangkit. 4 unit pembangkit dengan kapasitas 20 MW dan 4 unit pembangkit sisanya dengan kapasitas 8 MW. Total *substation* di PT Pertamina RU IV Cilacap berjumlah 32 *substation*. Dimana masing-masing *substation* mempunyai beban statis dan motor. Sistem kelistrikan di PT Pertamina RU IV Cilacap dibagi menjadi 3 *Utilities*, yaitu *Utilities I*, *Utilities II* dan *Utilities IIA* (Nugroho, 2011).

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang minyak bumi dan gas, PT Pertamina RU IV Cilacap memprioritaskan pelayanan listrik untuk kebutuhan proses produksi. Untuk menjaga keberlangsungan proses produksi diperlukan suatu

sistem tenaga listrik yang handal. Untuk menjaga kehandalan sistem tenaga listrik tersebut dibutuhkan suatu sistem proteksi yang mampu mengisolir gangguan secepat mungkin. Gangguan sistem tenaga listrik yang ada di PT Pertamina RU IV Cilacap adalah gangguan hubung singkat, peralatan proteksi yang gagal bekerja, *overhaul* generator, turunnya temperatur *steam*, penurunan frekuensi sistem, dan lepasnya generator dari sistem. Lepasnya generator dari sistem tenaga listrik menyebabkan kestabilan frekuensi, tegangan, dan sudut rotor menjadi tidak stabil dan mengakibatkan suplai daya berkurang, sehingga kondisi sistem tenaga listrik menjadi tidak stabil.

Untuk mempertahankan kestabilan sistem tenaga listrik, PT Pertamina RU IV Cilacap melakukan pelepasan beban, yaitu beban-beban yang apabila dilepas tidak mengganggu proses produksi kilang. Dalam penelitian tugas akhir ini akan dibahas mengenai stabilitas transien dan *load shedding* pada saat terjadi generator *outage* pada sistem tenaga listrik PT Pertamina RU IV Cilacap. Sistem tenaga listrik disimulasikan dengan menggunakan *software* ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang ada di PT Pertamina RU IV Cilacap. Beberapa permasalahan yang muncul diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana stabilitas transien sistem tenaga listrik di PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap saat terjadi gangguan?

2. Bagaimana stabilitas transien sistem tenaga listrik di PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap setelah pelepasan beban?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini batasan masalah yang ada di PT Pertamina RU IV Cilacap sebagai berikut:

1. Sistem tenaga listrik yang digunakan sebagai objek penelitian adalah sistem tenaga listrik PT Pertamina RU IV Cilacap.
2. Jenis gangguan yang digunakan dalam analisis stabilitas transien adalah lepasnya beberapa generator dari sistem tenaga listrik PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap.
3. Mekanisme pelepasan beban dilakukan secara otomatis dengan menggunakan UFR (*Under Frequency Relay*).
4. Mekanisme pelepasan beban secara manual ketika UFR (*Under Frequency Relay*) sudah bekerja secara maksimum, namun sistem masih dalam kondisi abnormal tidak disimulasikan dalam penelitian tugas akhir ini.
5. Tahapan pelepasan beban dilakukan tiga tahap pelepasan yaitu pelepasan tahap pertama ketika frekuensi mencapai nilai 49 Hz, tahap kedua 48,5 Hz, dan pelepasan beban tahap ketiga dilakukan ketika frekuensi mencapai nilai 47,5 Hz.
6. Frekuensi nominal sistem tenaga listrik yang menjadi objek penelitian tugas akhir ini adalah 50 Hz.

7. Rentang frekuensi yang diperbolehkan dalam sistem tenaga listrik sesuai dengan standar yang dimiliki PT Pertamina RU IV Cilacap adalah 49 Hz - 51 Hz.
8. Tegangan sistem tenaga listrik yang digunakan sebagai acuan kondisi normal sistem tenaga listrik adalah 13,8 kV.
9. Analisis stabilitas tegangan ketika terjadi gangguan dan setelah pelepasan beban berdasarkan penurunan frekuensi, hanya dilakukan analisis stabilitas tegangan untuk mengetahui respon tegangan tanpa dilakukan aksi apapun.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Dalam laporan tugas akhir ini tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui stabilitas transien sistem tenaga listrik di PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap pada saat terjadi gangguan.
2. Mengetahui stabilitas transien sistem tenaga listrik di PT Pertamina (Persero) RU IV Cilacap pada saat setelah pelepasan beban.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan dari penulisan laporan tugas akhir ini, manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat teoritis
  - a. Bagi perkembangan ilmu pengetahuan, penelitian ini dapat dijadikan wacana keilmuan terutama untuk mengetahui kondisi stabilitas sistem

tenaga listrik pada saat sebelum terjadi gangguan, dan setelah terjadi pelepasan beban.

- b. Bagi peneliti lanjut, hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dan acuan untuk penelitian lebih lanjut sehingga dapat menghasilkan penelitian yang lebih bermanfaat.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Mahasiswa, penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan wacana untuk meningkatkan wawasan dan pengetahuan dalam menganalisis kondisi sistem tenaga listrik pada saat terjadi gangguan sampai setelah pelepasan beban.
- b. Bagi perusahaan, diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan kehandalan sistem tenaga listrik dan kualitas produksi minyak bumi dan gas.