

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Suatu sistem tenaga listrik yang besar pada umumnya memiliki beberapa pusat pembangkit yang terdiri dari banyak generator (multimesin). Generator berfungsi untuk mensalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke para konsumen. Suplai daya listrik dari pusat-pusat pembangkit sampai ke konsumen haruslah dijaga keandalan sistemnya. Sistem yang andal berhubungan dengan kemampuan sistem menjaga tetap dalam keadaan stabil dan terjaga kontinuitas penyaluran tenaga listriknya dari berbagai macam gangguan.

Kestabilan sistem tenaga listrik didefinisikan sebagai kemampuan dari sistem untuk menjaga kondisi operasi yang seimbang dan kemampuan sistem tersebut untuk kembali ke kondisi operasi normal ketika terjadi gangguan. Sedangkan ketidakstabilan sistem dapat terjadi dalam berbagai bentuk, tergantung dari konfigurasi sistem dan model operasinya. Sistem akan masuk pada kondisi ketidakstabilan tegangan ketika terjadi gangguan, peningkatan beban atau pada saat terjadi perubahan kondisi sistem yang disebabkan oleh drop tegangan yang tidak terkontrol.

Penyebab utama ketidakstabilan tegangan adalah ketidakmampuan sistem tenaga untuk memenuhi permintaan daya reaktif. Inti dari permasalahan ini biasanya berhubungan dengan susut tegangan yang terjadi pada saat daya aktif dan daya reaktif mengalir melalui reaktansi induktif pada jaringan transmisi. Secara mendasar masalah kestabilan berarti menjaga sinkronisasi operasi sistem

tenaga. Kestabilan pada sistem tenaga listrik merupakan masalah yang sangat penting dalam penyediaan daya kepada konsumen. Masalah kestabilan yang sering terjadi disini adalah masalah beban lebih, berkurangnya pasokan daya reaktif yang pada akhirnya akan menempatkan sistem pada kondisi voltage collapse dan akan terjadi kemungkinan terburuk yaitu terjadinya blackout. Kestabilan tegangan biasanya termasuk saat terjadi gangguan besar ( termasuk kenaikan beban / transfer daya yang sangat besar ). Tegangan akan mengalami osilasi, dan terjadi ketidakstabilan sistem kontrol. Ketidakstabilan ini bisa terjadi akibat nilai gain pada statik var kompensator yang terlalu besar, atau deadband pada tegangan yang mengatur shunt capacitor bank yang terlalu kecil. Maka dibutuhkan suatu voltage security, yaitu kemampuan sistem, tidak hanya untuk beroperasi secara stabil, tetapi juga stabil saat kondisi terburuk atau saat terjadi kenaikan beban.

Stabilitas sistem tenaga telah menjadi perhatian utama dalam sebuah sistem operasi. Perhatian itu muncul dari fakta bahwa pada kondisi keadaan mantap (steady-state), kecepatan rata-rata untuk semua generator harus sama. Kondisi tersebut dinamakan pada operasi sinkron dari sebuah sistem yang terinterkoneksi. Gangguan kecil atau besar pada sistem tenaga berdampak pada operasi sinkron. Sebagai contoh, kenaikan atau penurunan tiba-tiba pada beban , atau akibat rugi pembangkitan menjadi salah satu jenis gangguan yang berpengaruh sangat signifikan terhadap sistem. Jenis lain dari gangguan adalah jaring transmisi yang terputus, beban lebih, atau hubung singkat. Dengan

demikian diharapkan stabilitas sistem akan menuju ke keadaan mantap dalam waktu singkat setelah gangguan menghilang.

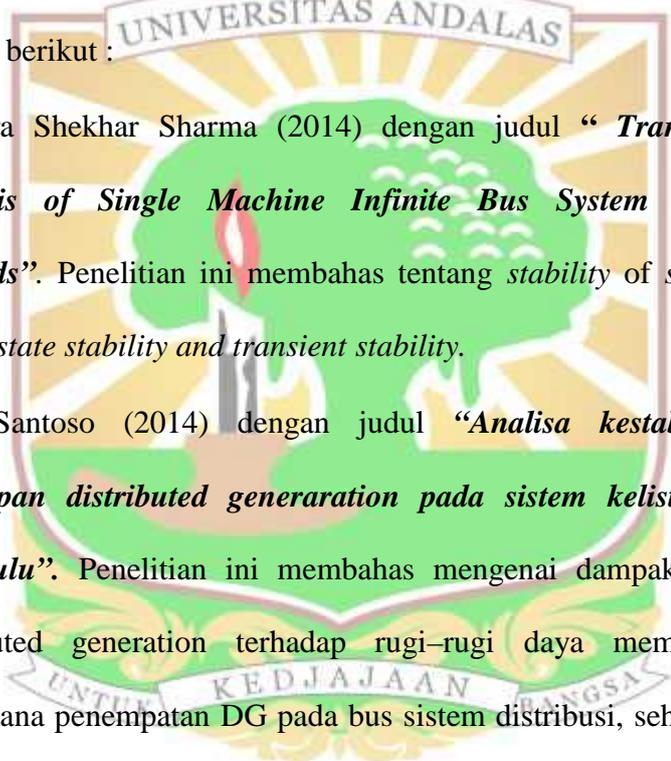
Gangguan pada sistem tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi 2 kategori, yaitu gangguan kecil dan gangguan besar. Gangguan kecil merupakan satu dari elemen sistem dinamis yang dapat dianalisis menggunakan persamaan linear. Gangguan kecil yang terjadi berupa perubahan beban pada sisi beban atau pembangkit secara acak, pelan, dan bertingkat.

Trip pada jaringan sistem tenaga listrik dianggap sebagai gangguan kecil apabila pengaruhnya terhadap aliran daya sebelum gangguan pada sistem itu tidak signifikan. Gangguan yang menghasilkan kejutan tiba-tiba pada tegangan bus adalah jenis gangguan besar yang harus segera dihilangkan. Apabila tidak dihilangkan secepatnya, maka gangguan tersebut akan mempengaruhi stabilitas sistem. Gangguan skala besar akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aliran daya pada sistem, bahkan dapat memungkinkan terjadinya blackout.

Secara umum stabilitas pada suatu sistem tenaga diklasifikasikan menjadi 3 kategori, yaitu stabilitas steady state, stabilitas dinamis, dan stabilitas transien. Stabilitas steady state adalah kemampuan sistem tenaga listrik untuk mencapai kondisi stabil pada kondisi operasi baru yang sama atau identik dengan kondisi sebelum terjadi gangguan setelah sistem mengalami gangguan kecil. Secara konsep, stabilitas dinamis adalah sama dengan stabilitas steady state. Perbedaannya terletak pada pemodelan, dimana pada stabilitas dinamis, sistem eksitasi, turbin, dan generator dimodelkan dengan menyediakan variasi fluks pada

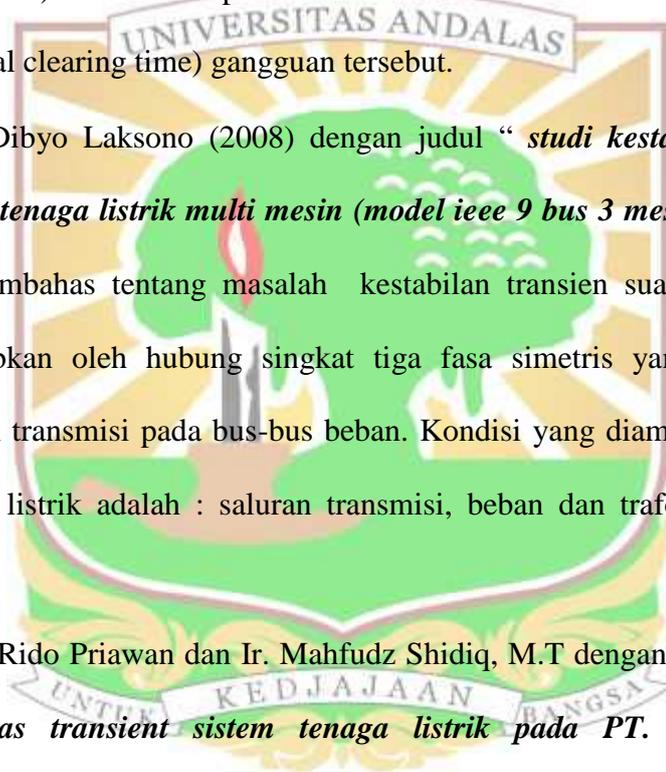
air gap mesin, sementara pada stabilitas steady state generator direpresentasikan sebagai sumber tegangan konstan saja. Sedangkan stabilitas transien adalah kemampuan sistem tenaga untuk mencapai kondisi stabil pada kondisi operasi yang baru yang dapat diterima setelah sistem mengalami gangguan berskala besar dalam kurun waktu selama 1 swing pertama dengan asumsi AVR dan governor belum bekerja.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan analisa kestabilan transien adalah sebagai berikut :

- 
- Chandra Shekhar Sharma (2014) dengan judul “ *Transient Stability Analysis of Single Machine Infinite Bus System by Numerical Methods*”. Penelitian ini membahas tentang *stability of swing equation, steady state stability and transient stability*.
  - Pujo Santoso (2014) dengan judul “*Analisa kestabilan transien penerapan distributed generation pada sistem kelistrikan wilayah Bengkulu*”. Penelitian ini membahas mengenai dampak pemasangan distributed generation terhadap rugi-rugi daya membahas tentang bagaimana penempatan DG pada bus sistem distribusi, sehingga memberi dampak penurunan rugi-rugi daya listrik pada system kelistrikan wilayah Bengkulu.
  - Lukman hadi (2011), dengan judul “*Studi Stabilitas Transien Sistem Tenaga Listrik dengan Metoda Kriteria Luas Sama*” penelitian ini membahas bagaimana cara untuk menghitung waktu pemutus kritis (CCT), yang mana hanya terbatas pada satu mesin dengan *infinite bus (single*

*mechine infinite bus*). Kurva ayunan merupakan alat elevasi suatu kestabilan sistem yang digunakan kestabilan-kestabilan transient sistem tenaga listrik.

- Maherianto (2010) dengan judul “*Studi stabilitas transien multimesin pada sistem tenaga listrik*”. Penelitian ini menganalisa bagaimana pengaruh gangguan tiga fasa simetris terhadap perilaku unit pembangkit (generator) saat kondisi peralihan dalam menentukan waktu kritis pemutus (Critical clearing time) gangguan tersebut.
- Heru Dibyo Laksono (2008) dengan judul “*studi kestabilan transient sistem tenaga listrik multi mesin (model ieee 9 bus 3 mesin)*”. Penelitian ini membahas tentang masalah kestabilan transient suatu system yang disebabkan oleh hubung singkat tiga fasa simetris yang terjadi pada saluran transmisi pada bus-bus beban. Kondisi yang diambil pada system tenaga listrik adalah : saluran transmisi, beban dan trafo pada keadaan tunak.
- Agam Rido Priawan dan Ir. Mahfudz Shidiq, M.T dengan judul “*Analisis stabilitas transient sistem tenaga listrik pada PT. Kebon Agung Malang*”. Penelitian ini menganalisa stabilitas transient pada sistem tenaga listrik PT. Kebon Agung Malang pada kondisi sebelum dan setelah penambahan kapasitas generator.
- James A. Pongtiku dan Ir. Hans Tumaliang, M.T dengan judul “*Analisa stabilitas transient untuk menentukan waktu pemutus kritis pada jaringan transmisi 70 kV PLTA Tanggari II-GI Sawangan dengan*



*menggunakan program matlab*”. Penelitian ini menganalisa stabilitas transien yang dapat membantu untuk menentukan setting waktu on/off relai proteksi dan waktu pemutus kritis circuit breaker.

Sistem kelistrikan Sumatera merupakan sistem yang menyediakan kebutuhan energi listrik untuk para konsumen di Pulau Sumatera. Sistem kelistrikan Sumatra ini terdiri dari berbagai jenis pembangkit yang tersebar di berbagai lokasi di Pulau Sumatera mulai dari Aceh sampai Lampung. Salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Teluk Sirih, Sumatra Barat. Pembangkit ini merupakan pembangkit yang baru dioperasikan pada tahun 2014. Oleh karena itu perlu suatu kajian kestabilan peralihan (transien) sebelum adanya pembangkit PLTU Teluk Sirih dan sesudah adanya PLTU Teluk Sirih terhadap sistem kelistrikan Sumbar-Riau.

Studi kestabilan transien diperlukan untuk memastikan kemampuan sistem untuk bisa menahan kondisi transien setelah gangguan besar. Seringkali, studi tersebut dilakukan ketika terjadi pemasangan fasilitas transmisi maupun pembangkitan yang baru. Hal ini sangat membantu dalam hal menentukan sistem rele yang diperlukan, waktu kritis pemutusan breaker, level tegangan dan kemampuan transfer antara sistem. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kestabilan sistem tenaga listrik apabila mengalami gangguan adalah metoda *euler*. Metode ini diperlukan untuk mengetahui waktu pemutusan kritis sesuai dengan sudut pemutusan kritis sehingga untuk merancang waktu operasi relay dan pemutus sirkuit maka waktu yang dibutuhkan harus kurang dari waktu pemutusan kritis agar operasi sistem tetap stabil. Jadi metode *euler* adalah salah

satu dari metode satu langkah yang paling sederhana. metode ini perlu dipelajari mengingat kesederhanaannya dan mudah pemahamannya sehingga memudahkan dalam mempelajari metode lain yang lebih teliti. Alat bantu dalam studi analisa sistem tenaga listrik adalah computer, karena peranan komputer mempunyai keuntungan diantaranya fleksibel, teliti, cepat, dan ekonomis. Software computer yang digunakan adalah matlab, karena matlab memiliki bahasa canggih untuk komputasi teknik. Dan matlab merupakan integrasi dari komputasi, visualisasi dan pemrograman dalam suatu lingkungan yang mudah digunakan, karena permasalahan dan pemecahannya dinyatakan dalam notasi matematika biasa.

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan waktu pemutusan kritis gangguan PT. PLN Sumbar-Riau sebelum dan sesudah penambahan PLTU Teluk Sirih.
2. Mengetahui kondisi stabilitas sistem tenaga listrik PT. PLN Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini memberikan manfaat antara lain :

1. Untuk memberikan informasi mengenai waktu pemutusan kritis (critical clearing time) sistem tenaga listrik yang mampu memberikan gambaran tentang kestabilan sistem akibat gejala transien yang dialami sistem tenaga listrik sehingga dapat menjadi acuan dalam efisiensi sistem tenaga listrik untuk menganalisis apakah sistem stabil atau tidak jika terjadi gangguan.

2. Sebagai pedoman dalam analisa kestabilan dan proteksi suatu pembangkit baru yang akan diinterkoneksi ke dalam sistem tenaga listrik yang sudah ada.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Stabilitas sistem tenaga listrik yang dibahas adalah stabilitas transien.
2. Metode yang digunakan adalah metode euler.
3. Perhitungan yang dicari adalah waktu pemutusan kritis gangguan sistem tenaga listrik.
4. Analisa yang dilakukan adalah analisa waktu pemutus kritis gangguan sistem tenaga listrik.
5. Dilakukan dengan tahap simulasi dengan perangkat lunak Matlab.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Adapun laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

#### **BAB.I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### **BAB.II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan , pengertian kestabilan , kestabilan transien pada tenaga listrik , jenis-jenis transien dan transient secara umum , penjelasan mengenai metode euler , dinamika rotor dan persamaan ayunan.

### **BAB.III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan diagram alir penelitian dan langkah-langkah penelitian.

### **BAB.IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan tentang analisa kestabilan transien suatu sistem tenaga listrik yaitu PT. PLN SUMBAR-RIAU yang dilihat dari hasil perhitungan waktu pemutus kritis dengan menggunakan euler.

### **BAB.V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

