

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan energi sekunder yang sangat praktis penggunaannya oleh manusia seperti untuk kegiatan industri, kegiatan komersial, hingga kehidupan sehari-hari. Energi listrik dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan kelistrikan dan juga proses produksi yang menggunakan barang-barang elektronik dan alat-alat atau mesin pada industri. Kebutuhan listrik sekarang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pemanfaatan tenaga listrik.

Pada satu sistem tenaga listrik yang besar umumnya memiliki beberapa pusat pembangkit yang terdiri dari beberapa generator. Generator berguna untuk membangkitkan energi listrik yang akan disalurkan ke konsumen. Suplai daya listrik dari generator 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 macam-macam gangguan kestabilan [1].

Stabilitas sistem tenaga diartikan sebagai kemampuan dari suatu sistem kembali ke kondisi operasi normal atau stabil setelah terjadi beberapa jenis gangguan. Ketidakstabilan suatu sistem dapat terjadi karena berbagai bentuk, tergantung dari konfigurasi sistem dan model operasinya[2]. Sistem akan berada pada kondisi ketidak stabilan tegangan ketika terjadi gangguan. Penyebab utama ketidakstabilan tegangan ialah ketidakmampuan sistem tenaga untuk memenuhi permintaan daya reaktif. Keadaan ketidakstabilan ini dikenal sebagai ketidakstabilan transient. Stabilitas transient adalah fenomena yang cepat, biasanya terjadi dalam waktu satu detik untuk generator dekat dengan lokasi gangguan. Secara mendasar masalah kestabilan berarti menjaga sinkronisasi operasi sistem tenaga.

Stabilitas sistem tenaga listrik sangat penting dan menjadi perhatian utama dalam operasi sistem tenaga listrik. Perhatian ini muncul karena dalam operasi keadaan normal (steady state), kecepatan perputaran suatu mesin generator yang beroperasi harus sama atau sinkron satu sama lain. Beberapa contoh gangguan

yang dapat mengganggu kestabilan sistem tenaga listrik yaitu dapat dibagi dua menjadi gangguan kecil dan gangguan besar. Gangguan kecil dapat berupa penambahan atau pengurangan beban tiba-tiba secara bertahap pada beban, rugi-rugi daya dan lain sebagainya. Jenis gangguan besar adalah berupa penambahan atau pengurangan daya yang besar pada beban secara mendadak, terputusnya saluran transmisi dan gangguan hubung singkat seperti gangguan tiga fasa, dua fasa, dua fasa ketanah dan satu fasa ketanah. Dengan demikian diharapkan stabilitas sistem tenaga akan kembali normal dalam waktu yang singkat setelah gangguan dihilangkan. Hal ini merupakan gambaran dari sistem yang andal atau sukses dalam operasi sistem tenaga. Studi stabilitas tenaga listrik ini bertujuan untuk memeriksa apakah sistem tenaga tetap stabil atau tidak setelah mengalami suatu keadaan perubahan daya pada sistem.

Berdasarkan sifat gangguan masalah stabilitas tenaga listrik dibedakan atas : stabilitas tetap (*steady state*), stabilitas peralihan (*transient stability*), stabilitas sub peralihan (*dynamis stability*). Perubahan daya pada sistem karena gangguan kecil yaitu secara perlahan-lahan atau sedikit demi sedikit disebut *steady state stability* dan *dynamic stability*. Sedangkan perubahan daya yang terjadi pada sistem secara mendadak disebut dengan *transient stability*[3].

Sistem tenaga listrik yang baik merupakan sistem tenaga yang dapat melayani beban secara kontinu tegangan dan frekuensi yang konstan. Fluktuasi tegangan dan frekuensi yang terjadi harus berada pada batas toleransi yang telah diatur agar peralatan listrik konsumen dapat bekerja dengan baik dan aman. Oleh karena itu diperlukan suatu analisis sistem tenaga listrik untuk menentukan performansi kestabilan tenaga listrik pada sistem kelistrikan Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih di Sumatera Barat.

Studi kestabilan transien bertujuan untuk memastikan apakah sistem tenaga yang bekerja tetap stabil atau tidak ketika terjadi gangguan. Gangguan-gangguan itu seperti hubung singkat, penambahan beban yang besar secara tiba-tiba, atau pengurangan dan pelepasan beban yang besar secara tiba-tiba. Tujuan lain dari studi analisis stabilitas transient adalah menentukan waktu terlalu lama yang diizinkan sebelum gangguan itu diisolir. Mengisolir gangguan yaitu dengan

membuka *circuit breaker* (CB) pada kedua ujung dari saluran atau komponen yang terganggu.

Ada beberapa metode dalam menentukan kestabilan sistem saat keadaan transient adalah metode Runga Kutta Orde 4 dan metode Euler. Metode ini dapat digunakan 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. Metode Euler merupakan salah satu dari metode satu langkah yang paling sederhana. Metode Euler dan metode Runge-Kutta Orde 4 perlu dipelajari karena sederhana dan mudah dipahami. Dan pada penelitian kali ini akan dibandingkan untuk ketelitian dari kedua metode dalam menghitung waktu pemutus kritis untuk permasalahan yang sama yaitu kestabilan transient dengan gangguan tiga fasa simetris pada saluran sistem kelistrikan Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih di Sumatera Barat. Alat bantu dalam studi analisa sistem tenaga listrik adalah komputer, karena komputer mempunyai keuntungan seperti fleksibel, teliti, cepat, dan ekonomis. *Software* komputer 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 bentuk notasi matematika biasa.

Berikut merupakan beberapa penelitian yang berkaitan dengan analisa kestabilan transien adalah sebagai berikut :

- Chandra Shekhar Sharma (2014) yang berjudul “ ***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*.
- Maherianto (2010) yang berjudul “***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 Dibyso Laksono (2008) yang berjudul “ *studi kestabilan transient sistem tenaga listrik multi mesin (model ieee 9 bus 3 mesin)*”[4]. Dalam penelitian ini dibahas tentang masalah kestabilan transien 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.
- James A. Pongtiku dan Ir. Hans Tumaliang, M.T yang berjudul “*Analisa stabilitas transient untuk menentukan waktu pemutus kritis pada jaringan transmisi 70 kV PLTA Tanggari II-GI Sawangan dengan menggunakan program matlab*”. Penelitian ini berisi menganalisa bagaimana stabilitas transien yang bisa membantu menentukan setting waktu on/off relai proteksi dan waktu pemutus kritis circuit breaker.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penulisan tugas akhir yang telah dijelaskan diatas maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Masalah keandalan sistem tenaga perlu dikaji untuk mengetahui kondisi kestabilan pada suatu sistem kelistrikan Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih.
2. Pengkajian waktu pemutus kritis (CCT) perlu dilakukan untuk mengetahui waktu terlama yang diizinkan sebelum gangguan diatasi.
3. Perlunya perbandingan antar metoda yang digunakan dalam perhitungan waktu pemutus kritis pada sistem kelistrikan Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi kestabilan sistem tenaga listrik pada sistem kelistrikan Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih di Sumatera Barat.
2. Menghitung waktu pemutus kritis gangguan pada sistem kelistrikan Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih di Sumatera Barat.
3. Menganalisa perbandingan waktu pemutus kritis pada sistem kelistrikan Sumbar-Riau setelah penambahan PLTU Teluk Sirih di Sumatera Barat dengan menggunakan metode Euler dan metode Runge-Kutta Orde 4.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini memberikan manfaat antara lain :

1. Penelitian ini bisa menjadi acuan dalam efisiensi sistem tenaga listrik untuk menganalisis apakah sistem stabil atau tidak jika terjadi gangguan pada sistem.
2. Penelitian ini bisa bermanfaat untuk acuan apabila akan dibangun pembangkit yang akan di interkoneksi ke dalam subsistem tersebut.
3. Penelitian ini juga dapat menjadi acuan proteksi suatu pembangkit yang terinterkoneksi ke dalam sistem tenaga listrik yang sudah ada sebelumnya.
4. Penelitian ini dapat digunakan untuk pembandingan perhitungan waktu pemutus kritis dengan metode yang lebih teliti nantinya.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Stabilitas sistem tenaga listrik yang dibahas pada penelitian ini adalah stabilitas transien.

2. Gangguan stabilitas transient yang dibahas yaitu gangguan tiga fasa simetris pada saluran sebelum dan sesudah penambahan PLTU Teluk Sirih.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode euler dan metode Runge-Kutta Orde 4.
4. Perhitungan yang dicari adalah waktu pemutus kritis gangguan pada sistem tenaga listrik.
5. Analisa yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisa waktu pemutus kritis gangguan sistem tenaga listrik.
6. Penelitian ini dilakukan dengan tahap simulasi dan menggunakan perangkat lunak Matlab.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut

:

#### **BABI PENDAHULUAN**

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

#### **BABII 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.

#### **BABIII METODOLOGI PENELITIAN**

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

#### **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisi hasil pengujian yang dilakukan dan juga analisis dari hasil pengujian tersebut.

## **BAB V            PENUTUP**

Bab penutup ini terdiri dari kesimpulan dan saran.

