

## **BABI**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Energi listrik merupakan kebutuhan berbagai industri hingga kebutuhan rumah tangga. Oleh karena itu diperlukan suatu pembangkit tenaga listrik yang kontiniu pelayanannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Pusat - pusat pembangkit listrik yang ada harus dapat selalu memenuhi kebutuhan beban yang berubah - ubah serta daya yang tersedia dalam sistem tenaga listrik haruslah cukup untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik dan pelanggan. Masalah yang unik dalam operasi sistem tenaga listrik adalah daya yang dibangkitkan atau yang diproduksi haruslah selalu sama dengan daya yang dikosumsi oleh pemakai tenaga listrik yang secara teknis umumnya dikatakan sebagai beban sistem. Daya yang tersedia tergantung kepada daya yang terpasang pada unit - unit pembangkit dalam sistem dan juga tergantung dari kesiapan operasi unit tersebut. Beberapa faktor seperti kerusakan dan pemeliharaan rutin menyebabkan unit pembangkit tidak siap beroperasi.

Sistem tenaga listrik harus mampu menyediakan tenaga bagi pelanggan dengan frekuensi yang praktis konstan. Penyimpangan frekuensi dari nilai nominal harus selalu dalam batas toleransi yang diperbolehkan. Sehubungan dengan ini, maka untuk mempertahankan frekuensi dalam batas toleransi yang diperbolehkan, penyediaan atau pembangkitan daya aktif dalam sistem harus disesuaikan dengan beban daya aktif. Penyesuaian daya aktif dilakukan dengan mengatur besarnya kopel penggerak generator. Penambahan beban secara mendadak mempunyai dampak penurunan frekuensi sistem, begitu pula apabila ada unit pembangkit yang terganggu dan trip (jatuh) dari sistem dampaknya juga akan membuat frekuensi akan menjadi tidak stabil.

Dalam sistem tenaga listrik, gangguan ada yang bersifat peralihan seperti putusnya salah satu jaringan atau terjadinya hubungsingkat dan gangguan yang

bersifat kecil seperti perubahan beban kecil. Gangguan yang bersifat kecil disebut dengan gangguan dinamik. Kestabilan frekuensi ini dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari tanggapan frekuensi sistem di daerah titik kerjanya. Dalam kenyataannya memang nilai frekuensi sistem tersebut selalu berubah di sekitar titik kerjanya. Dengan demikian kestabilan frekuensi ini merupakan salah satu indikator kestabilan sistem tenaga listrik saat terjadi gangguan kecil. Usaha untuk memperbaiki kinerja dinamik pada mesin tunggal dan akibat perubahan beban dengan menggunakan metoda kendali optimal dilakukan dengan menginvestigasi kendali governor menghasilkan sinyal stabilitas yang optimal dan memuaskan.

Dalam tugas akhir ini akan dianalisa tingkah laku kestabilan frekuensi dari sistem tenaga listrik *Load Frekuensi Control (LFC)* menggunakan metoda yaitu Pengendali  $H_2$  Optimal. Pengendalian dari frekuensi pada *Load Frekuensi Control (LFC)* bisa dilakukan dengan berbagai jenis pengendali dan metoda diantaranya pengendali Proporsional (P), pengendali Proporsional Integral (PI), pengendali Proporsional Diferensial (PD), pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID), metoda *Linear Quadratic Regulator (LQR)*, metoda Pendekatan Sensitivity, metoda Logika Fuzzy, metoda Penempatan Kutub (*Pole Placement*) dan sebagainya.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan perancangan pengontrolan frekuensi pada *Load Frekuensi Control (LFC)* diantaranya:

- **Ch. V. Narasimha Raja (2013)**, dalam penelitiannya yang berjudul *Load Frequency Control in Four Area Power Systems Using Fuzzy Logic PI Controller*. Penelitian ini menjelaskan tentang penggunaan LFC (Load Frequency Control) menggunakan AGC (Automatic Generation Control) yang terdiri dari LFC dan AVR (Automatic Voltage Regulation). Pada LFC menggunakan PID kontroler dan PI konvensional yang menggunakan logika fuzzy.
- **Poonam Rani, Mr. Ramavtar Jaswal (2013)**, dalam penelitiannya yang berjudul *Automatic load frequency control of multi-area power system using ANN controller and Genetic algorithm*. Penelitian ini menganalisa dan mendesain Kontrol frekuensi beban otomatis dari dua sistem wilayah

kekuasaan menggunakan Genetic Algoritma dan juga untuk daya empat daerah Sistem menggunakan *Artificial Neural Network* ( ANN ) , kontrol generasi menjadi semakin penting dalam pandangan peningkatan permintaan beban & mengurangi menghasilkan sumber daya.

- **V.Shanmugasundaram, A.R Rajkumar, T.Jayabarathi (2012)**, dalam penelitiannya yang berjudul *Load Frequency Control Using Optimal PID Controller for Non-Reheat Thermal Power System with Tcps Unit* yang membahas tentang Load Frequency Control terdiri dari kontroler integral dan PID . Keuntungan integrator diatur ke tingkat yang kompromi antara pemulihan transien cepat dan overshoot yang rendah dalam respon dinamik dari sistem secara keseluruhan. Salah satu perangkat FACTS menjanjikan adalah *Thyristor Controlled Phase Shifter* ( TCPS ) untuk meringankan kesulitan ini . TCP terhubung dalam tie- line untuk self- tune parameter integral dan kontroler PID Dua sistem area, telah dipertimbangkan untuk simulasi TCP diusulkan terhubung integral dan kontroler PID .
- **Surya Prakash , S. K. Sinha (2011)**, dalam penelitiannya yang berjudul *Application of artificial intelligence in load frequency control of interconnected power system*. Penelitian ini menyajikan penggunaan kecerdasan buatan untuk mempelajari kontrol frekuensi beban sistem tenaga listrik yang saling berhubungan. dalam skema yang diusulkan, metodologi kontrol dikembangkan dengan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Fuzzy Logic Controller* (FLC) untuk sistem tenaga hidro-termal saling berhubungan. Strategi pengendalian menjamin bahwa error steady state frekuensi dan pertukaran sengaja tie-kabel listrik diselenggarakan dalam keterbatasan toleransi yang diberikan.
- **Agoes A. Moelja, Gjerrit Meinsma (2006)**, dalam penelitiannya yang berjudul *H<sub>2</sub> Control Of Preview Systems*. Penelitian ini menjelaskan sebuah formula dari sebuah H<sub>2</sub> Optimal dan menampilkan dengan jelas performa dari gain (penguat) dan waktu kenaikan dari system.

Dalam pengendalian sistem *Load Frekuensi Control* (LFC) ini, ada banyak gangguan yang mungkin yang mungkin terjadi sehingga perlu studi kestabilan

dinamik di sekitar titik operasinya dan mencoba menganalisa tingkah laku kestabilan frekuensi pada sistem *Load frekuensi kontrol (LFC)* menggunakan pengendali yaitu Pengendali  $H_2$  *optimal*. Penelitian ini merupakan perancangan terhadap mula sistem kendali linier untuk mengendalikan sistem *Load Frequency Control (LFC)* dalam bentuk simulasi. Syarat menggunakan diatas adalah model sistem *Load Frekuensi Control (LFC)* harus bersifat linier. Untuk mendapatkan model linier tersebut, model sistem dilinierisasi di titik operasi tertentu. Dengan demikian diharapkan nantinya akan diperoleh bahan informasi untuk perancangan pengendali frekuensi single machine yang bersifat optimal.

Dalam menyelesaikan persoalan sistem kendali optimal pada pengendalian frekuensi tenaga listrik ini, akan ditentukan suatu ukuran untuk menentukan perancangan sistem kendali dengan beberapa kendala tertentu yang akan meminimumkan suatu ukuran simpangan dan perilaku idealnya. Ukuran ini biasanya ditetapkan berdasarkan kriteria indeks performansi. Indeks performansi didefinisikan sebagai suatu fungsi yang harganya menunjukkan seberapa baik performansi sistem yang sebenarnya mendekati performansi yang diinginkan. Indeks performansi ini penting untuk menentukan sifat kendali optimal frekuensi tenaga listrik yang diperoleh. Jadi kendali yang diperoleh mungkin linier, nonlinier, stasioner atau berubah terhadap waktu tergantung pada bentuk indeks performansinya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Penelitian ini akan membahas hubungan antara variabel - variabel yang terkait. Hubungan variabel-variabel yang terkait yaitu waktu pada governor, waktu pada turbin, *speed regulation*, konstanta inersia, serta damping / redaman akan digunakan dalam analisa pemodelan dinamik sistem tenaga listrik dengan gangguan kecil dalam hal ini, objek kendali frekuensi dengan pengendalinya yaitu pengaturan sisi turbin. Untuk mendapatkan sistem kendali yang optimal maka:

- Model yang digunakan adalah model sistem *Load Frekuensi Control (LFC)* yang dilinierisasi dengan interaksi satu mesin melalui jaringan interkoneksi dan diformulasikan ke dalam bentuk persamaan matematis.

- Setelah model persamaan matematis diperoleh kemudian diformulasikan menjadi persamaan gerak dari sistem ke dalam bentuk fungsi alih sehingga diperoleh persamaan keadaan dari persamaan gerak sistem yang merupakan besaran yang akan diukur.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan perancangan pengendali yang optimal untuk memperbaiki performansi tanggapan frekuensi dari sistem *Load Frequency Control* (LFC) dengan menggunakan Pengendali  $H_2$  Optimal pada sistem tenaga listrik.
2. Untuk mendapatkan desain pengendali yang dapat menjaga performansi, kestabilan, dan kekokohan perubahan frekuensi dari sistem *Load Frequency Control* (LFC) pada sistem tenaga listrik.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi perancangan pengendali dengan Pengendali  $H_2$  Optimal yang mengendalikan perubahan frekuensi sistem *Load Frequency Control* (LFC) untuk sistem tenaga listrik.
2. Memberikan kontribusi dalam model perbaikan kinerja sistem *Load frekuensi Control* (LFC) dengan menggunakan Pengendali  $H_2$  Optimal untuk pengendalian frekuensi.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah

1. Pada penelitian ini model kendali frekuensi bersifat linear dan tidak berubah terhadap waktu.
2. Model sistem kendali frekuensi tertentudinyatakan dalam bentuk persamaan keadaan.
3. Perancangan pengendali dilakukan dengan menggunakan Pengendali  $H_2$  Optimal

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

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

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan teori tentang sistem kendali, pemodelan sistem, analisa kestabilan domain waktu dan domain frekuensi, kendali *Load frekuensi Kontrol* (LFC) dengan *Automatic Generation Control* (AGC), serta kendali dengan menggunakan Pengendali  $H_2$  Optimal.

### **BAB III METODA PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan langkah-langkah penelitian, diagram alir penelitian dan prosedur menentukan persamaan dari *Load frekuensi Control* (LFC).

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

Pada bab ini berisi tentang analisa performansi sistem, kekokohan sistem serta analisa kestabilan sistem.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil dan analisis yang telah dilakukan.

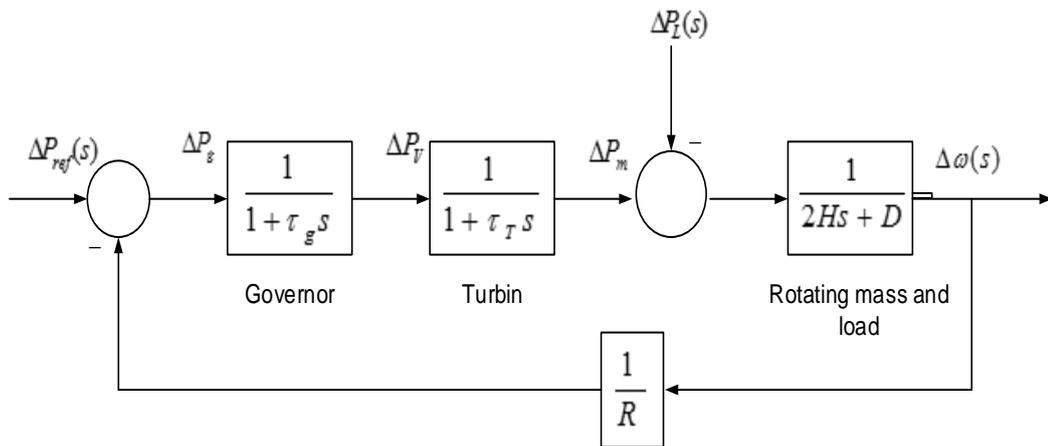
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pemodelan Load Frequency Control (LFC)

*Load Frequency Control* (LFC) merupakan suatu sistem yang digunakan untuk menjaga fluktuasi yang ditimbulkan oleh perubahan beban. *Load Frequency Control* (LFC) memiliki tujuan yang harus dicapai dalam pengoperasian sistem tenaga, terutama untuk menjaga variasi frekuensi sistem dalam pembagian beban yang harus dipikul oleh tiap generator selama proses pertukaran daya untuk memenuhi kebutuhan beban.

Untuk model sistem *Load Frequency Control* (LFC) diperlihatkan pada Gambar 2.1 berikut, yang terdiri dari generator, penggerak mula, dan *governor*.



Gambar 2.1 Diagram Blok *Load Frequency Control* (LFC) pada Generator Sinkron

Frekuensi merupakan faktor umum yang terdapat pada seluruh sistem, perubahan permintaan di dalam daya aktif pada satu titik akan berakibat terhadap perubahan frekuensi. Oleh karena terdapat banyak generator yang mensuplai daya ke sistem, maka pada pembangkit harus disediakan alokasi perubahan pada permintaan terhadap generator.