

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Sistem Kendali Frekuensi Tenaga Listrik

Frekuensi standar sistem listrik Indonesia adalah 50 Hz dengan tingkat toleransi 2% [1]. Pada sistem kendali frekuensi tenaga listrik, saluran transmisi digunakan oleh jaringan listrik konvensional yang menghasilkan banyak daya di stasiun-stasiun penghasil dan menyalurkannya ke pusat-pusat beban pada tegangan tinggi [2]. Pembangkit listrik harus menjaga tegangan dan frekuensi yang dihasilkan tetap stabil. Stabilitas frekuensi merupakan aspek penting dari sistem tenaga listrik, dimana frekuensi jaringan harus tetap berada dalam batas toleransi yang ditentukan.

Variasi frekuensi yang dapat mengakibatkan pemadaman listrik secara lokal dan kegagalan pembangkit listrik disebabkan oleh perubahan permintaan yang tiba-tiba atau ketidakseimbangan antara daya yang dihasilkan dengan daya yang dibutuhkan oleh beban [3]. Dampaknya, ketika daya listrik meningkat, roda akan berputar lebih cepat sehingga berpotensi merusak peralatan listrik rumah tangga.

Untuk menjaga keseimbangan jaringan secara *real-time*, unit pembangkit dan beban akan menyesuaikan daya masukan atau keluarannya sebagai respons terhadap variasi frekuensi jaringan listrik [4]. Untuk menyasati hal ini, diperlukan analisis dan tanggapan untuk mengontrol stabilitas penggunaan beban dengan menggunakan *Load Frequency Control* (LFC). Mempertahankan variasi frekuensi sistem dalam distribusi beban yang harus ditanggung oleh suatu generator serta fluktuasi frekuensi yang disebabkan oleh perubahan beban merupakan tujuan dari sistem kendali frekuensi sistem tenaga listrik yang sering disebut *Load Frequency Control* atau LFC.

Sistem kendali frekuensi atau *Load Frequency Control* (LFC) dalam proses menghasilkan tenaga listrik terdiri dari beberapa komponen berupa turbin, *governor*, dan generator. Jenis tipe *Load Frequency Control* (LFC) terdiri atas jenis *reheat*, *non-reheat*, dan hidraulik [5]. Pengendali Kontrol Proporsional-Integral (PI) adalah salah satu mekanisme yang digunakan oleh sistem kendali frekuensi

tenaga listrik dimana memiliki parameter kendali seperti konstanta turunan (K_d), konstanta integral (K_i), dan konstanta proporsional (K_p). Banyak industri yang memanfaatkan teknik ini secara ekstensif untuk mengatur faktor-faktor yang berubah seiring waktu, seperti tekanan, suhu, dan ketinggian. Pengontrol PID berfungsi sebagai peningkatan respon dinamis dan pengurangan atau penghapusan kesalahan kondisi tunak [6].

Berikut penelitian yang berhubungan dengan sistem kendali frekuensi tenaga listrik menggunakan pengontrol PID. Dalam [7], penulis membahas tentang performansi *Load Frequency Control* menggunakan *PIDTune* dengan analisa performansi dalam domain waktu dan frekuensi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem frekuensi tenaga listrik dengan *Load Frequency Control* (LFC) sudah cukup baik namun masih belum stabil, baik pada tipe *reheat*, *non-reheat* dan hidraulik. Dalam [8], pendekatan regulator kuadratik dengan teknik tiang kompensasi digunakan untuk mengoptimalkan desain pengontrol PID untuk mengontrol frekuensi sistem tenaga listrik satu area maupun multi-area. Untuk menunjukkan ketahanannya, desain yang diusulkan diuji dengan gangguan eksternal, ketidakpastian parameter, dan nonlinier seperti pita mati gubernur dan batasan laju pembangkitan. Penulis dalam [9] mengusulkan kontrol umpan balik keadaan berdasarkan pengamat proporsional-integral (pengamat PI) untuk mengontrol frekuensi beban jaringan listrik area tunggal yang terisolasi. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dengan kontrol umpan balik keadaan berdasarkan pengamat Luenberger keadaan penuh dan tanggapan dari pengamat Luenberger keadaan penuh menunjukkan lebih baik daripada tanggapan pengamat Luenberger keadaan penuh.

Berdasarkan permasalahan yang telah penulis uraikan, penulis tertarik menulis tugas akhir yang berjudul “Simulasi Dan Analisa Sistem Kendali Frekuensi Tenaga Listrik Dengan Masukan Sinyal Gangguan”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Performansi analisa kesalahan, analisa peralihan dan analisa kestabilan sistem kendali frekuensi tenaga listrik (LFC) dengan menggunakan arsitektur pengendali kaskade, kaskade serial dan kaskade paralel.
2. Mencari pengendali mana yang memberikan kinerja lebih optimal sesuai kriteria perancangan terhadap sistem kendali frekuensi tenaga listrik dengan masukan berupa sinyal gangguan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini memiliki tujuan:

1. Untuk memperoleh informasi performansi analisa kesalahan, analisa peralihan dan analisa kestabilan sistem kendali frekuensi tenaga listrik (LFC) dengan menggunakan arsitektur pengendali kaskade, kaskade serial dan kaskade paralel.
2. Untuk memperoleh informasi tentang pengendali yang memberikan kinerja lebih optimal sesuai kriteria perancangan terhadap sistem kendali frekuensi tenaga listrik dengan masukan berupa sinyal gangguan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi performansi analisa kesalahan, analisa peralihan dan analisa kestabilan sistem kendali frekuensi tenaga listrik (LFC) dengan menggunakan arsitektur pengendali kaskade, kaskade serial dan kaskade paralel.
2. Memberikan informasi mengenai pengendali yang memberikan kinerja lebih optimal sesuai kriteria perancangan terhadap sistem kendali frekuensi tenaga listrik dengan masukan berupa sinyal gangguan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Jenis sistem kendali dari sistem kendali frekuensi tenaga listrik yang dibahas menggunakan tipe *reheat*, tipe *non-reheat* dan tipe hidraulik.
2. Perancangan sistem kendali frekuensi tenaga listrik yang dibahas menggunakan arsitektur perancangan kaskade, kaskade serial dan kaskade paralel berdasarkan masukan sinyal gangguan.
3. Pada penelitian ini dilakukan analisa berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak Matlab.
4. Analisis performansi berupa analisa kesalahan, analisa peralihan dan analisa kestabilan pada sistem kendali dengan bantuan perangkat lunak Matlab.

1.6 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 pemodelan Sistem kendali frekuensi untuk tipe *reheat*, tipe *non-reheat* dan tipe hidraulik, sistem kendali, analisa sistem kendali. Untuk analisa sistem kendali yaitu analisis performansi berupa analisa kesalahan, analisa peralihan dan analisa kestabilan berdasarkan masukan sinyal gangguan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan langkah-langkah penelitian, diagram alir penelitian dan uraian kerja penelitian dari sistem kendali frekuensi tenaga listrik.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisa sistem kendali frekuensi untuk tipe *reheat*, tipe *non-reheat*, dan tipe hidraulik. Analisa yang dilakukan adalah analisa performansi berupa analisa kesalahan, analisa peralihan dan analisa kestabilan pada sistem kendali dengan bantuan perangkat lunak Matlab yang memberikan kinerja lebih optimal sesuai kriteria terhadap sistem kendali frekuensi tenaga listrik. Hasil analisa sistem kendali frekuensi dengan arsitektur pengendali kaskade, kaskade serial dan kaskade parallel.

BAB V PENUTUP

Bab ini bersikan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

