

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik sudah menjadi energi yang dibutuhkan di kehidupan, sehingga ketersediaan energi listrik harus memiliki kualitas yang baik, dimana kestabilan frekuensi menjadi faktor penentu kualitas yang dihasilkan oleh unit pembangkit. Suatu sistem tenaga listrik dapat dikatakan stabil jika daya aktif keluaran dari pembangkit listrik bernilai seimbang dengan daya aktif yang digunakan oleh beban [1]. Perubahan kebutuhan daya aktif pada beban mempengaruhi nilai frekuensi pada sistem tenaga listrik. Apabila kebutuhan daya aktif pada beban meningkat dapat menyebabkan frekuensi pada sistem menjadi turun, sedangkan jika daya aktif yang dihasilkan pembangkit lebih besar dibandingkan daya aktif yang dikonsumsi beban maka frekuensi akan meningkat melebihi nilai normal [2].

Beban membutuhkan suplai daya aktif. Pengaruh daya aktif akan berdampak pada frekuensi. Penting untuk menjaga frekuensi agar tetap stabil dikarenakan jika frekuensi tidak stabil, kinerja keseluruhan sistem pembangkit dapat terganggu. Jika nilai frekuensi pada sistem menurun dapat dilakukan dengan meningkatkan penambahan daya aktif pada pembangkit. Sebaliknya, jika nilai frekuensi pada sistem melebihi batas normal, maka dapat diseimbangkan dengan mengurangi daya aktif yang dibangkitkan [3]. Frekuensi normal yang ditetapkan di setiap negara berbeda, dengan rentang frekuensi sebesar 50-60 Hz. Di Indonesia, Frekuensi standar pada sistem tenaga listrik adalah 50 Hz [4].

Ketidaksesuaian frekuensi yang dapat mengakibatkan pemadaman listrik dan kegagalan pembangkit listrik disebabkan oleh perubahan permintaan daya yang tiba-tiba atau ketidakseimbangan antara daya yang dihasilkan dengan yang dibutuhkan oleh beban [5]. Frekuensi akan turun jika pembangkit daya aktif tidak dapat mencukupi untuk memenuhi permintaan beban [6]. Ekskresi frekuensi yang besar dapat berpotensi menyebabkan gangguan dalam sistem kelistrikan, kerusakan peralatan, dan kesulitan dalam memulihkan sistem ke kondisi normal [7].

Untuk mempertahankan frekuensi yang stabil dan berada dalam batas toleransi, daya aktif yang dibangkitkan sistem harus sesuai dengan kebutuhan daya pada beban. Untuk menyasati hal ini, diperlukan analisis dan tanggapan untuk mengontrol stabilitas keluaran frekuensi dengan menggunakan *Load Frequency Control* (LFC) [8]. *Load Frequency Control* atau sistem kendali frekuensi adalah sistem yang diaplikasikan untuk mempertahankan fluktuasi frekuensi pada sistem tenaga listrik yang disebabkan perubahan beban. Fluktuasi frekuensi harus berada pada batas toleransi yang sudah ditetapkan dan harus kembali kepada frekuensi normal dengan segera. Jika fluktuasi frekuensi tidak kembali kepada kondisi normal

dengan segera, dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem dan dapat terjadi gangguan pada jaringan listrik.

Tujuan dari sistem LFC yaitu untuk menjaga stabilitas frekuensi sistem ketika pembagian beban diatur untuk setiap generator, agar generator dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan daya yang dibutuhkan tanpa mengalami fluktuasi frekuensi yang berlebihan [9]. Untuk mempertahankan frekuensi yang stabil dan berada dalam batas toleransi, daya aktif yang dibangkitkan sistem harus sesuai dengan kebutuhan daya pada beban. Rotor generator pada suatu pembangkit listrik dihubungkan secara mekanis dengan turbin. Untuk menstabilkan putaran turbin, digunakan sistem *governor* yang berfungsi untuk menjaga nilai frekuensi pada sistem kendali frekuensi tenaga listrik [10].

Dalam sistem *Load Frequency Control* (LFC) terdiri dari beberapa komponen berupa turbin, *governor*, dan generator. Pengendali kontrol *Proportional-Integral-Derivative* (PID) merupakan salah satu mekanisme yang digunakan oleh sistem kendali frekuensi tenaga listrik. Di industri ketenagalistrikan saat ini, pengendali PID masih menjadi pilihan utama karena kemudahan penerapan serta kinerjanya yang baik [11]. Pengendali PID memiliki parameter kendali seperti konstanta turunan (K_d), konstanta integral (K_i), dan konstanta proporsional (K_p). Variabel tersebut digunakan untuk menghitung nilai keluaran dari pengendali tersebut. Pengontrol PID akan memberikan aksi kepada katup mekanis berdasarkan besar error yang diperoleh [12].

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilakukan untuk mendapatkan kinerja sistem LFC dengan pengendali yang lebih optimal. Berikut merupakan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan sistem LFC dengan pengendali. Pada [13], terdapat penelitian mengenai kinerja pada sistem LFC dengan konfigurasi pengendali tunggal dan pengendali dua derajat kebebasan. Hasil dari penelitian ini adalah pengendali PDF pada pengendali tunggal dan pengendali dua derajat kebebasan memenuhi kriteria perancangan. Pada penelitian tersebut, peneliti memberikan saran untuk memilih konfigurasi pengendali yang lain. Pada [14], peneliti melakukan penelitian dengan simulasi pada sistem LFC *single area* dan *multi-area*. Sistem LFC diuji dengan pengendali PID menggunakan filter, yang dimana perancangan pengendali dan filter ditentukan menggunakan metode *controller synthesis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filter secara signifikan meningkatkan stabilitas dan mempercepat waktu pemulihan sistem setelah terjadi gangguan.

Pada penelitian tugas akhir ini, akan dirancang sebuah sistem LFC dengan pengendali PID dengan filter. Parameter pengendali ditentukan menggunakan metode PIDTune dengan menggunakan 6 variasi pengendali. Sistem akan dirancang dengan konfigurasi pengendali tunggal dan pengendali kaskade. Penggunaan konfigurasi pengendali kaskade yaitu dengan menggunakan dua pengendali. Penggunaan kedua pengendali ini digunakan untuk menentukan pengendali yang dapat membuat sistem bekerja lebih optimal. Penelitian ini

bertujuan untuk menganalisis sistem LFC berupa analisis peralihan. Sistem akan disimulasikan melalui perangkat lunak Matlab.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja pada sistem *Load Frequency Control* (LFC) dengan menggunakan konfigurasi pengendali tunggal dan pengendali kaskade baik tanpa filter maupun dengan filter berdasarkan analisis peralihan?
2. Bagaimana pengaruh filter terhadap kinerja pada sistem *Load Frequency Control* (LFC)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Memperoleh informasi mengenai pengendali yang memberikan kinerja optimal melalui analisis peralihan pada sistem *Load Frequency Control* (LFC) dengan menggunakan konfigurasi pengendali tunggal dan pengendali kaskade baik tanpa filter maupun dengan filter.
2. Memperoleh informasi mengenai pengaruh dari filter terhadap kinerja pada sistem *Load Frequency Control* (LFC).

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian ini membahas mengenai sistem LFC *single area*.
2. Dalam penelitian tugas akhir ini membahas sistem *Load Frequency Control* (LFC) dengan tipe *reheat*, dan *non-reheat*.
3. Perancangan sistem LFC yang dibahas menggunakan konfigurasi pengendali tunggal dan kaskade dengan masukan beban dan daya.
4. Masukan daya meliputi pengendali tunggal dan pengendali kaskade, sedangkan masukan beban meliputi pengendali tunggal.
5. Analisis dilakukan pada sistem LFC dengan pengendali PID.
6. Parameter pengendali ditentukan menggunakan metode PIDTune.
7. Parameter filter ditentukan dari manual *tuning*.
8. Analisis yang dilakukan adalah analisis peralihan.
9. Analisis dilakukan dalam tahap simulasi pada perangkat lunak MATLAB.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai perbandingan sistem LFC menggunakan pengendali PID pada konfigurasi pengendali tunggal dan kaskade dengan menggunakan filter, memberikan informasi pengendali yang dapat membuat kinerja sistem menjadi optimal dari hasil

perbandingan dan analisis berupa analisis peralihan serta memberikan informasi mengenai pengaruh dari filter terhadap kinerja sistem.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah 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 teori dasar yang mendukung dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang penjelasan dan langkah-langkah mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penjelasan dari penelitian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini bersikan kesimpulan dan saran yang bisa disampaikan berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

