

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan mengingat bahwa energi listrik adalah energi yang dibutuhkan dalam kehidupan, adanya energi listrik mampu mempunyai kualitas yang baik. Ketika daya aktif dari pembangkit listrik seimbang dengan daya aktif yang digunakan oleh beban, maka frekuensi pembangkit dianggap stabil[1]. Nilai frekuensi sistem tenaga listrik dipengaruhi oleh perubahan kebutuhan daya aktif pada beban. Jika kebutuhan daya aktif pada beban meningkat maka frekuensi sistem dapat menurun, tetapi jika pembangkit menghasilkan daya aktif yang lebih besar daripada konsumsi daya aktif pada beban maka frekuensi sistem akan meningkat lebih dari biasanya[2].

Ketidakstabilan kebutuhan daya aktif dan reaktif disebabkan oleh variasi beban konsumen dan produksi dalam sistem listrik yang mana akibatnya membuat perubahan frekuensi yang tidak sesuai dalam pengoperasian sistem. Dampak dari penyimpangan frekuensi yang lebih besar bisa mempengaruhi pengoperasian sistem menjadi buruk atau mengurangi kinerjanya, membahayakan konsumen, menyebabkan pemadaman jika frekuensi tidak stabil dan turun terlalu rendah, dan mengakibatkan kerusakan peralatan produksi yang mahal[3]. Untuk menjamin kualitas listrik yang baik maka frekuensi harus distabilkan pada 50Hz atau pada batas toleransi $\pm 2\%$ dari frekuensi normal[4]. Maka dalam hal ini dibutuhkan sistem kendali *Load Frequency Control* (LFC) untuk mencegah perubahan frekuensi[5].

Sistem *Load Frequency Control* (LFC) sangat baik dalam mengendalikan pasokan energi. Sistem kendali ini dirancang untuk mengawasi ketidakstabilan frekuensi yang disebabkan karena adanya perubahan beban dan berfungsi dalam menyimpan perubahan frekuensi sistem[6]. Sistem kendali frekuensi atau *Load Frequency Control* (LFC) digunakan untuk mencegah fluktuasi frekuensi pada sistem listrik yang disebabkan oleh perubahan beban. Fluktuasi frekuensi harus berada pada batas toleransi yang sudah ditetapkan dan harus segera kembali ke kondisi normal. Jika tidak, maka fluktuasi frekuensi dapat menyebabkan kerusakan pada sistem dan gangguan pada jaringan listrik. Sistem kendali *Load Frequency Control* (LFC) merupakan komponen paling utama dalam pengoperasian sistem tenaga listrik serta sistem kontrol, dan berfungsi dalam menjaga keseimbangan antara hasil tenaga yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik dan energi yang diharapkan konsumen. Ini juga membantu dalam memberikan pasokan daya yang andal dan berkualitas tinggi[7]. Generator bertanggung jawab dalam membangkitkan daya yang didistribusikan kepada beban. Perubahan beban dapat berpengaruh pada frekuensi, di mana ketika beban lebih tinggi maka frekuensi yang ada pada generator turun begitu pun sebaliknya[5].

Merancang pengontrol yang kuat dan mudah diperlukan untuk penyimpangan frekuensi[8]. Tujuan sistem kendali frekuensi yaitu untuk menjaga frekuensi sistem stabil dengan mengatur pembagian beban pada setiap generator. Ini memungkinkan generator bekerja dengan baik dan bisa menghasilkan daya yang diperlukan tanpa mengalami fluktuasi frekuensi yang berlebihan[9]. Untuk mencapai tujuan ini, daya aktif yang dihasilkan harus sesuai dengan daya yang dibutuhkan oleh beban agar frekuensi sistem tetap stabil dan berada pada batas toleransi. Katup mekanis yang diperlukan sebagai penggerak generator diatur untuk mengatur penyediaan daya aktif. Pada pembangkit listrik, turbin, dan rotor generator dihubungkan secara mekanis. Sistem *governor* digunakan untuk mengontrol putaran turbin sambil mempertahankan nilai frekuensi pada sistem kendali frekuensi tenaga listrik[10][11].

Pengendali Kontrol *Proportional-Integral-Derivative* (PID) adalah salah satu metode yang dipakai oleh sistem kendali frekuensi. Pengendali PID masih menjadi pilihan utama di industri ketenagalistrikan saat ini karena kemudahan penggunaan dan kinerjanya yang baik[12]. Nilai keluaran pengendali PID dihitung dengan parameter kendali seperti konstanta proporsional (K_p), konstanta integral (K_i), dan konstanta turunan (K_d). Menurut besarnya *error* yang diperoleh, pengontrol PID akan memberikan aksi kepada katup mekanis[13].

Adapun beberapa penelitian sebelumnya yang telah didapatkan performansi sistem pada LFC menggunakan pengendali yang lebih optimal. Berikut beberapa penelitian yang berhubungan dengan sistem kendali LFC dengan pengendali. Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Aulia Rahma Putri (2020) dengan penelitian yang berjudul “Analisa Simulasi Performansi dalam Domain Waktu untuk Pengendalian Frekuensi Sistem Tenaga Listrik (Model *Reheat*, *Non-Reheat*, dan *Hydro Turbin*)”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui informasi mengenai pengendali mana yang dapat menjaga frekuensi sistem dalam tipe *reheat*, *non-reheat*, dan *hydro turbin*. Hasil dari penelitian berupa pengendali PD dapat memenuhi kriteria perancangan menggunakan metode *PIDTune* pada tipe *reheat*, pengendali PID dapat memenuhi kriteria perancangan menggunakan metode *PIDTune* pada tipe *non-reheat*, dan pengendali PDF dapat memenuhi kriteria perancangan menggunakan metode *PIDTune* pada tipe hidraulik[14]. Penelitian selanjutnya yaitu oleh Fina Retno Ningsih (2022) dengan penelitian yang berjudul “Simulasi dan Analisa Sistem Kendali Frekuensi Tenaga Listrik Dengan Pilot Servo Dan Kombinasi Pengendali *PIDTune* Model Standar (Model Hidraulik)”. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi performansi sistem LFC menggunakan kombinasi pengendali pada model hidraulik. Hasil dari penelitian ini berupa sistem dengan pengendali PD merupakan sistem yang menunjukkan performansi terbaik terhadap masukan daya[1]. Terakhir, penelitian yang dilakukan oleh Astri Dwi Rahma (2022), dengan penelitian yang berjudul “Simulasi Dan Analisa Sistem Kendali Frekuensi Tenaga Listrik Dengan *PIDTune* Model *Standard*”. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan performansi domain waktu

pada sistem kendali LFC memakai *PIDTune* model *standard*. Hasil dari penelitian ini berupa parameter PD konfigurasi dengan *droop* yang memenuhi kriteria perancangan[15].

Pada penelitian tugas akhir ini, akan dirancang sebuah sistem kendali *Load Frequency Control* (LFC) menggunakan PID dengan *filter*. Pengendali yang digunakan pada sistem rancangan yaitu pengendali tunggal dan pengendali kaskade. Penggunaan dua pengendali ini dibandingkan untuk mendapatkan mana yang membuat sistem kerja optimal. Tujuan dari penelitian ini berupa analisis peralihan yang akan disimulasikan melalui *software* MATLAB.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pengendali terhadap performansi peralihan pada sistem kendali *Load Frequency Control* (LFC) menggunakan konfigurasi pengendali tunggal dan pengendali kaskade?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *filter* terhadap performansi peralihan pada pengendali tunggal dan pengendali kaskade pada sistem *Load Frequency Control* (LFC)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh pengaruh pengendali terhadap performansi peralihan pada sistem kendali *Load Frequency Control* (LFC) menggunakan konfigurasi pengendali tunggal dan pengendali kaskade.
2. Memperoleh pengaruh penggunaan *filter* terhadap performansi peralihan pada pengendali tunggal dan pengendali kaskade pada sistem *Load Frequency Control* (LFC).
3. Membandingkan hasil penelitian berdasarkan uji coba yang telah dilakukan dengan hasil penelitian sebelumnya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini hanya membahas mengenai sistem *Load Frequency Control* (LFC).
2. Sistem *Load Frequency Control* (LFC) yang dibahas hanya tipe hidraulik.
3. Perancangan pengendali yang dibahas menggunakan perancangan pengendali tunggal dan kaskade.
4. Analisis yang dilakukan pada *Load Frequency Control* (LFC) menggunakan dengan *governor* dan tanpa *governor*.
5. Analisis yang dilakukan adalah analisis domain waktu (analisa peralihan).
6. Analisis dilakukan menggunakan simulasi *software* MATLAB.
7. Simulasi perubahan frekuensi berada pada kondisi non-*transient*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai perbandingan pengendali yang lebih optimal terhadap kinerja sistem sesuai dengan kriteria perancangan pada sistem *Load Frequency Control* (LFC) serta memberikan informasi performansi analisa domain waktu menggunakan pengendali tunggal dan pengendali kaskade.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori dasar yang mendukung dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang penjelasan dan tahapan terkait penelitian yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini membahas tentang tahapan dalam analisis

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulis berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan untuk pengembangan selanjutnya.

