

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga yang baik adalah sistem dengan tegangan dan frekuensi stabil yang dapat memenuhi tuntutan beban kontinu. Benar-benar tidak ada status sistem yang stabil. Perubahan permintaan konsumen akan listrik pasti terjadi pada sistem. Permintaan yang selalu berubah untuk beban listrik dapat mengganggu stabilitas frekuensi beban [1]. Kebutuhan daya aktif dan reaktif dari sistem tenaga tidak pernah stabil ketika kondisi beban konsumen dan beban industri terus berubah. Hal ini dikarenakan energi listrik digunakan sesuai kebutuhan manusia beragam dan bermacam-macam. Ketidakstabilan yang diakibatkan akan berdampak buruk bagi konsumen dan kerusakan pada alat-alat yang mahal pada industri dikarenakan terjadi perubahan frekuensi pada sistem tenaga [2].

Sistem tenaga harus selalu mampu menyediakan tenaga listrik yang stabil kepada pelanggan. Frekuensi jaringan listrik merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas suatu sistem kelistrikan. Fluktuasi frekuensi merusak komponen listrik dan memperpendek umur elektronik konsumen dan manufaktur. Kerusakan pada pembangkit adalah yang paling berbahaya karena bisa mati dan menyebabkan pemadaman listrik [3].

Sistem LFC merupakan sebuah sistem yang bertujuan menjaga variasi frekuensi sistem yang ditimbulkan oleh adanya perubahan beban. Sehingga, kebutuhan konsumen terhadap energi dapat terpenuhi dan memiliki frekuensi yang stabil [4].

Penyesuaian frekuensi listrik dilakukan oleh pengontrol dengan mengatur jumlah material yang masuk ke ruang bakar yang menerima sinyal perubahan frekuensi listrik. Saat beban listrik meningkat, frekuensi turun dan *governor* perlu meningkatkan suplai bahan bakar ke mesin penggerak utama untuk meningkatkan frekuensi hingga frekuensi listrik kembali ke batas standar yang dapat diterima [1]. Frekuensi tegangan yang digunakan di Indonesia adalah 50 Hz. Frekuensi ini harus digunakan secara konstan karena peralatan di Indonesia dirancang untuk tegangan frekuensi sebesar 50 Hz. Penyimpangan frekuensi pun memiliki toleransi yang diperbolehkan yaitu  $\pm 2\%$  dari 50 Hz. Jika frekuensi normal adalah 50 Hz dan frekuensi sistem turun di bawah 47,5 Hz atau naik 52,5 Hz maka bilah turbin bisa menjadi rusak sehingga dapat menyebabkan terhentinya generator. Untuk itu diperlukan adanya batas-batas variasi frekuensi serta diperlukan sebuah pengaturan untuk mencegah terjadinya perubahan frekuensi tersebut dengan cara menggunakan analisis dari tanggapan pada daerah titik kerja yang dapat mengendalikan kestabilan frekuensi secara otomatis penggunaan beban [4] [5].

Untuk menangani permasalahan yang terkait dengan variasi frekuensi, diperlukan strategi pengendalian yang efektif dan dapat meningkatkan kinerja

sistem serta keamanan sistem. Diketahui bahwa pengontrol yang paling penting dan sederhana untuk menangani masalah ini adalah pengendali tipe Proporsional Integral Diferensial (PID) [2]. Kelebihan dari pengendali PID salah satunya yaitu dapat meminimalisir perubahan sinyal referensi pada sinyal kendali sehingga sinyal referensi yang masuk pada pengendali menjadi lebih baik. Pengendali PID ini juga dapat melakukan penolakan *error* tanpa peningkatan *overshoot* yang signifikan dalam pelacakan *setpoint* [6].

Terdapat penelitian sebelumnya yang membahas tentang LFC. Pertama, penelitian oleh Anissa Widi Adriana (2016) dengan judul “Perancangan dan analisis Sistem Kendali *Load Frequency Control (LFC)* dengan Metode *Linear Quadratic Gaussian (LQG)* dan *Linear Quadratic Gaussian-Loop Transfer Recovery (LQG-LTR)*”. Penelitian ini membahas tentang LFC dalam analisis kestabilan dan kekokohan dengan dua metode berbeda. Kedua, penelitian oleh Wahyu Rahmadino (2020) yang berjudul “analisis Performansi dalam Domain Waktu dan Frekuensi untuk Sistem Kendali Frekuensi Tenaga Listrik (Model *Reheat, Non Reheat* dan Hidro Turbin)”. Penelitian ini membahas tentang performansi LFC menggunakan *PIDTune*. Ketiga, penelitian oleh M. Thorik (2011) dengan judul “Simulasi Pola Tingkah Laku *Governor* sebagai Pengatur Frekuensi Beban pada Sistem Tenaga Listrik dengan Menggunakan Metoda Logika *Fuzzy*”. Penelitian ini membahas tentang perbandingan kestabilan sistem *governor* antara logika *fuzzy* dengan konvensional [7].

Sistem LFC memiliki bagian sistem *governor* yang begitu kompleks ini dapat dikendalikan untuk menghasilkan frekuensi keluaran yang lebih baik dengan menggunakan pengendali PID. Dengan penambahan pengendali ini dapat memperbaiki respons sistem LFC sehingga menghasilkan keluaran yang lebih baik. Pengendali yang digunakan adalah pengendali PID yang akan menggantikan posisi *governor*. Kemudian akan dianalisis perbandingan performansi sistem antara penggunaan *governor* dan pengendali PID sehingga didapatkan pengendali mana yang lebih baik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana performansi sistem LFC sebelum dan sesudah penerapan PID pada *governor* dalam domain waktu dan domain frekuensi?
2. Pengendali manakah yang lebih baik digunakan pada sistem LFC?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh informasi performansi tanggapan sistem frekuensi tenaga listrik menggunakan PID (tanpa *governor*) dan tanpa menggunakan PID pada *governor* dalam domain waktu, domain frekuensi, dan kekokohan.

2. Membandingkan dan menentukan hasil yang diperoleh dengan menggunakan pengendali *PIDTune* dengan model standar dan dengan pergantian *governor*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penulisan tugas akhir ini memiliki manfaat yaitu memberikan informasi komparatif antara respon dalam domain waktu dan dalam domain frekuensi dari sistem LFC model standar dan sistem LFC dengan pergantian *governor* sehingga menghasilkan tanggapan sistem yang lebih baik.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Model sistem yang digunakan dalam bentuk fungsi alih.
2. Tipe sistem LFC yang digunakan adalah tipe hidraulik.
3. Perancangan pengendali untuk sistem LFC menggunakan metoda *PIDTune*.
4. Pengendali yang digunakan adalah PID tipe *feedback* dan sejenis.
5. analisis performasi berupa domain waktu dan domain frekuensi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Matlab.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut.

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menjabarkan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang sistem LFC, analisis sistem kendali dan metode PID (tanpa *governor*) dan tanpa PID tipe *feedback*. Untuk sistem LFC materi yang dibahas adalah tipe hidraulik. Untuk analisis sistem kendali materi yang dibahas terdiri dari analisis performasi dalam domain waktu dan dalam domain frekuensi.

##### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan langkah-langkah penelitian, diagram penelitian, dan uraian kerja penelitian

##### **BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjabarkan tentang analisis sistem kendali frekuensi dengan metode pengendali PID (tanpa *governor*) dan tanpa PID. analisis mencakup berupa analisis kesalahan, analisis peralihan, analisis performasi dalam domain waktu, analisis performasi dalam domain frekuensi, dan analisis kekokohan.

##### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisikan beberapa kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini.