

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring pesatnya perkembangan teknologi di era digital ini membuat energi listrik termasuk kebutuhan utama dalam segala aspek kehidupan sehingga dibutuhkan ketersediaan energi listrik yang berkualitas dan kontiniu. Supaya kebutuhan energi listrik dapat terpenuhi diperlukan adanya operasi sistem tenaga listrik yang stabil dan handal. Kualitas dan kehandalan operasi sistem tenaga listrik salah satunya ditentukan dengan kestabilan tegangan dan frekuensi yang dihasilkan oleh unit pembangkit. Frekuensi sistem tenaga listrik berada pada kondisi normal ketika terjadi keseimbangan antara besar daya nyata keluaran pembangkit dan daya nyata yang dipakai oleh beban (*load demand*). 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 nyata yang dihasilkan pembangkit lebih besar dibandingkan daya nyata yang dikonsumsi beban maka frekuensi akan meningkat melebihi nilai normal. Jika nilai frekuensi pada sistem menurun dapat ditingkatkan dengan penambahan daya nyata pada pembangkitan sedangkan jika nilai frekuensi sistem melebihi nilai normal maka dapat dilakukan pengurangan pada daya nyata yang dibangkitkan. Selain akibat perubahan konsumsi beban perubahan nilai frekuensi sistem tenaga listrik juga dapat disebabkan oleh gangguan yang terjadi pada sistem. Nilai frekuensi yang tidak stabil berdampak buruk pada sisi pengguna yaitu dapat menyebabkan kerusakan terhadap peralatan yang menggunakan listrik karena peralatan listrik didesain dan dioptimasi pada frekuensi nominal. Ketidakstabilan frekuensi berpotensi menyebab kerusakan baik pada sisi konsumen ataupun sisi pembangkit, kerusakan pada pembangkit merupakan hal yang paling berbahaya karena dapat mengakibatkan generator mati (*trip*) dan terjadi pemadaman [1]. Selain itu frekuensi listrik yang tidak stabil juga dapat mempengaruhi efisiensi peralatan di pabrik atau industri lainnya yang menggunakan motor dan peralatan bergerak lainnya sehingga berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Guna menghindari kerugian akibat perubahan nilai frekuensi dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengontrol nilai frekuensi tenaga listrik dan mempertahankan frekuensi sistem tenaga listrik supaya berada dalam batas frekuensi normal yaitu sebesar 50 Hz dengan batas toleransi sebesar $\pm 2\%$ [2].

Pada sistem kendali frekuensi tenaga listrik pengaturan pada besarnya kopel penggerak generator dapat dilakukan untuk menyeimbangkan besar daya aktif keluaran unit pembangkit dengan besar beban daya aktif. Namun sistem ini tidak selalu bekerja secara optimal dalam menjaga kestabilan frekuensi yang dihasilkan

generator. Oleh karena itu, dibutuhkan pengendali agar sistem dapat bekerja lebih optimal. Satu dari banyak pengendali yang dapat digunakan adalah pengendali PID (Proporsional Integral Diferensial). Metode yang dapat digunakan untuk merancang pengendali PID agar dapat digunakan untuk menghasilkan sistem kendali frekuensi yang optimal adalah *PIDTune*. Metode *PIDTune* terbagi menjadi dua jenis yaitu *PIDTune* model *parallel* dan *PIDTune* model *standard*. Perbedaan kedua model *PIDTune* ini terletak pada parameter pengendali yang digunakan. Pada *PIDTune* model *parallel* membuat pengontrol PID waktu kontinu dengan *gain* proporsional, integral, dan turunan. Pada *PIDTune* model *standard* membuat pengontrol PID waktu kontinu dengan parameter *gain* proporsional, waktu integrasi, waktu turunan, pembagi filter turunan.

Tugas akhir ini akan menganalisis sistem kontrol frekuensi tanpa kontroler dan merancang kontroler yang dapat membuat sistem kontrol frekuensi bekerja lebih optimal berdasarkan hasil simulasi menggunakan metode *PIDTune* model *standard* dan perangkat lunak Matlab. Fokus pada tugas akhir ini adalah melakukan simulasi dan mendapatkan informasi mengenai parameter-parameter yang mempengaruhi tanggapan frekuensi dan kekokohan sistem kendali frekuensi tenaga listrik jenis *reheat*, *non-reheat*, dan hidraulik. Analisis dilakukan setelah melakukan pemodelan dan penurunan fungsi alih dari komponen penyusun sistem kendali frekuensi tenaga listrik yang kemudian ditambahkan konstanta pengendali PID dengan metode *PIDTune* model *standard* dalam konfigurasi sistem dasar, filter, *feedback*, *feedforward*, dan *cascade*.

Beberapa penelitian sebelumnya tentang sistem kendali frekuensi tenaga listrik di antaranya:

- Muhammad Fajra (2014), dengan judul “*Analisa dan Perancangan Sistem Kendali Frekuensi pada Sistem Tenaga dengan Metoda LQR dan LQRy*”. Penelitian ini membahas bagaimana performansi sistem dalam domain waktu dengan menggunakan metoda *Linear Quadratic Regulator* (LQR) dan metoda *Linear Quadratic Regulator* dengan bobot pada keluaran (LQRy) tanpa pengendali sebagai pengendali frekuensi pada sistem *Load Frequency Control* (LFC).
- Annisa Widi Adriana (2016), dengan judul “*Perancangan dan Analisa Sistem Kendali Load Frequency Control (LFC) dengan Metode Linear Quadratic Gaussian (LQG) dan Linear Quadratic Gaussian-Loop Transfer Recovery*”. Penelitian ini melakukan perancangan dan analisa kestabilan dan kekokohan terhadap sistem kendali frekuensi tenaga listrik menggunakan metoda *Linear Quadratic Gaussian* (LQG) dan *Linear Quadratic Gaussian – Loop Transfer Recovery* (LQG-LTR).
- Meiry Asriya (2022), dengan judul “*Perbandingan Analisa Perilaku Dinamika Sistem Kendali Frekuensi Tenaga Listrik antara Pengendali 1 Derajat Kebebasan dengan Pengendali 2 Derajat Kebebasan*”. Penelitian ini melakukan simulasi dan analisa performansi domain waktu dan domain

frekuensi terhadap sistem kendali frekuensi tenaga listrik dengan pengendali 1 derajat kebebasan dan 2 derajat kebebasan.

1.2 Rumusan Masalah

Poin-poin yang menjadi rumusan masalah tugas akhir ini yaitu

1. Bagaimana tanggapan sistem kendali frekuensi tenaga listrik menggunakan *PIDTune* model *standard* dengan konfigurasi dasar, filter, *feedback*, *feedforward*, dan *cascade*?
2. Dari seluruh rancangan pengendali dengan konfigurasi yang berbeda, pengendali mana yang memberikan kinerja yang lebih optimal terhadap sistem kendali frekuensi tenaga listrik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini memiliki tujuan

1. Memperoleh informasi tentang tanggapan domain frekuensi dan kekokohan serta pengendali dengan konfigurasi apa yang memberikan kecepatan dan kualitas respon yang lebih baik untuk sistem kendali frekuensi tenaga listrik jenis *reheat*.
2. Memperoleh informasi tentang tanggapan domain frekuensi dan kekokohan serta pengendali dengan konfigurasi apa yang memberikan kecepatan dan kualitas respon yang lebih baik untuk sistem kendali frekuensi tenaga listrik jenis *non-reheat*.
3. Memperoleh informasi tentang tanggapan domain frekuensi dan kekokohan serta pengendali dengan konfigurasi apa yang memberikan kecepatan dan kualitas respon yang lebih baik untuk sistem kendali frekuensi tenaga listrik jenis hidraulik.

1.4 Manfaat Penelitian

Pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini dapat memberikan informasi mengenai tanggapan domain frekuensi dan kekokohan sistem pengaturan frekuensi tenaga listrik jenis *reheat*, *non-reheat*, dan hidraulik dengan menggunakan *PIDTune* model *standard*, dan memberikan informasi mengenai pengendali yang paling optimal dalam memberikan kecepatan dan kualitas tanggapan yang lebih baik.

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan bahasan dalam tugas akhir ini yaitu

1. Sistem kendali frekuensi yang dibahas merupakan sistem pada *single area*
2. Jenis sistem kendali sistem kendali frekuensi tenaga listrik yang dibahas terdiri dari *reheat*, *non-reheat*, dan hidraulik.

3. Perancangan pengendali dalam tugas akhir ini menggunakan *PIDTune* model *standard*
4. Konfigurasi pengendali yang digunakan terdiri dari konfigurasi dasar, filter, *feedback*, *feedforward*, dan *cascade*.
5. Analisa yang dilakukan meliputi analisa domain frekuensi untuk fungsi alih lingkaran terbuka dan lingkaran tertutup dan analisa kekakuan.
6. Analisa dilakukan berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak Matlab.

1.6 Sistematika Penulisan

Proposal ini tersusun dari beberapa bab yang disusun dengan sistematika penulisan berikut:

- | | |
|---------|--|
| BAB I | PENDAHULUAN
Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. |
| BAB II | TINJAUAN PUSTAKA
Bagian ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir ini. Pada bab ini dibahas tentang sistem kendali frekuensi tenaga listrik, analisis terhadap sistem kendali yang digunakan meliputi analisis dalam domain frekuensi dan kekakuan serta <i>PIDTune</i> model <i>standard</i> . |
| BAB III | METODOLOGI
Bab ini berisi diagram alir penelitian, tahapan penelitian, desain GUI Matlab, dan data parameter yang digunakan. |

