

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi listrik telah menjadi hal yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari saat ini. Energi listrik memiliki manfaat yang sangat beragam bagi manusia, seperti sebagai sumber tenaga, penerangan, penggerak perangkat, pemanas, dan banyak lagi [1]. Seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk di Indonesia yang terus meningkat, penggunaan energi listrik juga mengalami peningkatan yang signifikan. Sejumlah upaya telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, termasuk dalam sektor industri di mana beberapa perusahaan mengandalkan pembangkit energi listrik melalui penggunaan generator[2].

Generator merupakan komponen inti dalam sistem pembangkit listrik, menghasilkan arus bolak-balik sebagai keluaran utama. Generator terdapat pada jenis pembangkit listrik tenaga uap, air, dan lainnya. Tegangan yang dihasilkan generator merupakan hasil dari perubahan fluks magnetik yang dihasilkan oleh perputaran rotor pada generator [3], [4]. Besaran beban berpengaruh terhadap keluaran daya reaktif, hal ini berdampak pada proses pembangkitan tenaga listrik menggunakan generator. Fluktuasi daya reaktif merupakan faktor utama yang mempengaruhi stabilitas tegangan terminal keluaran [5]. Ketika menyediakan daya kepada beban, penting untuk menjaga stabilitas generator agar tegangan keluaran tetap konstan sesuai kebutuhan daya reaktif beban. Untuk mengatasi ketidakstabilan generator, digunakan perangkat yang secara otomatis mengatur tegangan keluaran dengan mengendalikan arus eksitasi generator. Tegangan terminal keluaran generator dipertahankan pada *setpoint* yang telah ditetapkan menggunakan *Automatic Voltage Regulator* (AVR)[6]. Hal ini diperlukan dalam memenuhi kebutuhan daya reaktif yang memiliki stabilitas yang baik untuk beban.

Dalam mencapai kinerja yang optimal, sebuah sistem AVR harus mampu untuk menjaga nilai tegangan pada *setpoint* bahkan ketika terjadi fluktuasi beban yang dapat menghasilkan ketidak stabilan keluaran daya [6]. Meskipun demikian, sistem AVR tidak selalu mencapai tingkat optimal dalam menjaga stabilitas arus eksitasi dari generator. Oleh karena itu, diperlukan tambahan pengendali dalam sistem AVR untuk meningkatkan kinerjanya [7].

Penelitian terkait pengendali dalam sistem AVR pernah dilakukan oleh Albi Dwika [8]. Penelitian ini membahas terkait respons domain frekuensi sistem AVR menggunakan pengendali P, PI, PD, PID, PDF, dan PIDF. Penelitian sebelumnya tentang pengendali dalam sistem AVR dilakukan oleh Danar Adi [9]. Penelitian ini membahas terkait respons keadaan *transient* sistem AVR menggunakan pengendali P, PI, PD, PID, PDF, dan PIDF.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, belum terdapat analisa sistem AVR pada domain waktu di keadaan *transien* dan *steady state*. Analisis kestabilan juga belum ada pada perancangan pengendali pada sistem AVR. Penelitian tugas akhir ini berfokus pada analisis kombinasi pengendali pada konfigurasi dua derajat kebebasan untuk sistem AVR tanpa sensor dan sistem AVR dengan sensor. Analisis dilakukan dengan melihat respon dinamis yaitu pada keadaan *transient*, serta kondisi waktu tak hingga pada keadaan *steady state*, dan evaluasi pada nilai kestabilan dari sistem AVR. Analisis ini dilakukan setelah memperoleh fungsi alih sistem AVR, yang terdiri dari bagian penyusun sistem AVR yaitu: *amplifier*, *exciter*, generator, sensor*, serta bagian kombinasi pengendali berupa konstanta pengendali. Konstanta pengendali pada sistem AVR didapatkan menggunakan metode PIDTune pada perangkat lunak MATLAB. Kombinasi pengendali dua derajat kebebasan terdiri dari pengendali Proporsional (P), Integral (I), Proporsional-Integral (PI), Proporsional Derivatif (PD), Proporsional-Integral-Derivatif (PID), Proporsional-Derivatif-Filter Orde Pertama Pada Bagian Diferensial (PDF), dan Proporsional-Integral-Derivatif-Filter Orde Pertama Pada Bagian Diferensial (PIDF). Keseluruhan sistem akan disimulasikan melalui penggunaan perangkat lunak MATLAB.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang pengendali yang paling optimal pada sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) dengan cara mengkombinasikan pengendali pada konfigurasi dua derajat kebebasan untuk sistem AVR tanpa sensor dan AVR dengan sensor?
2. Bagaimana kinerja dari masing-masing kombinasi pengendali dalam mencapai respon optimal pada domain waktu dengan analisis peralihan dan kesalahan, serta respon kestabilan sistem AVR?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang pengendali yang optimal pada AVR menggunakan simulasi melalui perangkat lunak MATLAB
2. Melakukan analisis kinerja kombinasi dalam mencapai respon optimal pada domain waktu dengan analisis peralihan, kesalahan, dan analisis kestabilan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini dijelaskan untuk membatasi cakupan topik sehingga penelitian ini lebih memiliki fokus yang jelas dan tujuan penelitian dapat dicapai secara efisien. Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian ini pengendali yang dibahas khusus untuk AVR.

2. Penentuan nilai konstanta pengendali pada sistem AVR dalam penelitian ini menggunakan metode PIDTune.
3. Analisis kombinasi pengendali terhadap respon AVR.
4. Analisis yang dilakukan adalah analisis tanggapan domain waktu (analisis kesalahan dan analisis peralihan) serta analisis kestabilan
5. Analisis dilakukan dalam tahap simulasi pada perangkat lunak MATLAB.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kombinasi pengendali yang paling optimal dalam tanggapan domain waktu dan kestabilan pada AVR. Penelitian ini memberikan informasi pengendali yang paling optimal digunakan untuk sistem AVR berdasarkan hasil kombinasi pengendali pada konfigurasi dua derajat kebebasan serta analisis domain waktu dan kestabilan. Konstanta Pengendali P, I, PI, PD, PID, PDF, dan PIDF ditentukan dengan menggunakan metode PIDTune.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi 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 HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang analisis dari penelitian yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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