

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu energi yang sangat penting dan menjadi kebutuhan utama pada kehidupan sehari-hari manusia. Energi listrik memiliki berbagai manfaat seperti sumber penerangan, sumber daya perangkat elektronik, penggerak motor, dan lain sebagainya. Kebutuhan akan energi listrik terus meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia. Pusat pembangkit listrik yang ada harus selalu siap sedia memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang selalu berubah dan cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Dalam pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik, dibutuhkan sebuah generator sebagai peralatan utamanya. Generator adalah alat penghasil energi listrik yang dihasilkan dengan mengubah energi mekanik. Di dalam generator terdapat sistem pasokan listrik yang digunakan sebagai penguat, menghasilkan tegangan dan frekuensi yang dihasilkan oleh arus eksitasi yang mengeksitasi rotor generator [1]. Perubahan daya reaktif yang sesuai kebutuhan oleh beban berdampak pada pengoperasian pembangkit tenaga listrik oleh generator. Perubahan daya reaktif ini mengakibatkan terganggunya kestabilan tegangan pada terminal keluaran. Dikarenakan kestabilan generator sangat penting saat menyuplai daya ke beban, tegangan keluaran harus tetap konstan untuk menjamin bahwa generator tetap stabil saat memenuhi kebutuhan daya reaktif ke beban [2]. Untuk mengatasi ketidakstabilan generator ini, diperlukan suatu alat yang dapat mengatur tegangan pada terminal output generator secara otomatis dengan mengatur arus eksitasi generator. Pengendalian ini dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan *Automatic Voltage Regulator* (AVR) yang memiliki kemampuan untuk mengendalikan tegangan yang dihasilkan oleh generator yang menjadi kunci dalam menjaga tegangan terminal keluaran generator pada level yang telah ditetapkan [3].

Tegangan keluaran dari generator harus tetap dijaga konstan sesuai dengan keluaran nominalnya untuk mencegah biaya yang tinggi karena penurunan tegangan. AVR digunakan untuk menjaga tegangan keluaran level nominal dengan mengubah tegangan eksitasi generator terhadap perubahan beban [4]. Cara kerja AVR harus sangat mahir agar dapat mengendalikan daya reaktif dengan benar, mengurangi kehilangan daya aktif, dan menjaga tegangan terminal bernilai konstan pada alternator. Ini akan mencegah kesalahan fungsi atau terjadinya gangguan fasa peralatan yang terhubung ke alternator [5]. Oleh karena itu, sangat penting untuk meningkatkan kualitas kendali sistem AVR untuk memastikan stabilitas dan keamanannya, salah satu caranya yaitu dengan menambahkan pengendali pada sistem AVR.

Penambahan pengendali Proporsial-Integral-Diferensial (PID) merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas kendali sistem AVR. Pengendali PID memiliki beberapa keunggulan, termasuk kinerja yang kuat, struktur yang sederhana, dan mudah dipakai. Meskipun begitu, untuk mendapatkan performansi PID yang bagus diperlukan penyetelan penguatan yang optimal, yang mana dilakukan dengan metode coba-coba [6]. Metode *zero/pole cancellation* juga dipakai untuk mendapatkan konstanta pengendali PID. Selain itu, banyak upaya yang dilakukan pada penelitian sebelumnya untuk mendapatkan performansi AVR dengan pengendali PID yang lebih baik dan optimal.

Berikut merupakan penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan AVR dengan pengendali PID:

- a. Muhammad Ficky Ramadhan (2022), dengan penelitian berjudul “Analisa Sistem Kendali *Automatic Voltage Regulator* Tipe Arus Searah dengan Metode PIDTune Model Paralel dan PIDTune Model Standard”. Penelitian ini menggunakan metode PIDTune pada perangkat lunak Matlab untuk mendapatkan parameter PID [7].
- b. Eko Amri Gunawan (2021), dengan penelitian berjudul “Analisa Sistem Kendali *Automatic Voltage Regulator* Tipe Arus Searah Dengan Pengendali Tunggal Dan Pengendali Kaskade”. Penelitian ini menggunakan metode PIDTune dengan mengombinasikan satu pengendali PID dan dua pengendali PID [8].
- c. Gema Azzanni Putra (2024), dengan penelitian berjudul “Analisis Domain Waktu Dan Kestabilan Sistem Kendali *Automatic Voltage Regulator* Dengan Kombinasi Pengendali Pada Konfigurasi Dua Derajat Kebebasan”. Penelitian ini menggunakan konfigurasi pengendali dua derajat kebebasan dengan menggunakan metode PIDTune untuk mendapatkan konstanta pengendali [9].
- d. Abdul Muis Prasetya, dkk (2023), dengan penelitian berjudul “Penggunaan PID Pada *Automatic Voltage Regulator* (AVR) untuk Kestabilan tegangan terminal Generator Sinkron 3 Fasa”. Penelitian ini dipakai pengendali PID dalam sistem AVR dengan memakai *metode trial and error* untuk mendapatkan konstanta pengendali [10].
- e. Gianita Anastasia Salamena (2021), dengan penelitian berjudul “Analisis Penentuan Konstanta Pengendali PID Menggunakan Garis Singgung Metode Ziegler-Nichols Pada Titik Koordinat Kurva Tanggapan Keluaran Plant”. Penelitian ini menentukan konstanta pengendali PID pada sistem AVR dengan metode Ziegler-Nichols [11].

Berkembangnya teknik optimasi hari ini membantu manusia dalam mempermudah mendapatkan pengendali PID yang optimal tanpa perlu melakukan perhitungan yang rumit dan mencoba satu-satu untuk mendapatkan pengendali yang bagus. Salah satu teknik optimasi heuristik modern yang dapat

menemukan penguatan PID yang optimal untuk sistem AVR adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO). Teknik ini menyetel penguatan PID secara otomatis untuk meminimalkan fungsi objektif [12].

Penelitian tugas akhir ini, bertujuan untuk merancang sebuah pengendali yang terdiri dari pengendali Proporsional (P), Proporsional Integral (PI), Proporsional Diferensial (PD), dan Proporsional Integral Diferensial (PID) yang diterapkan pada sistem AVR menggunakan metode *zero/pole cancellation* dan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Kinerja dari setiap pengendali pada sistem AVR ditunjukkan dengan analisis peralihan dan analisis kestabilan. Untuk analisis peralihan dilakukan terhadap masukan undak satuan dan impuls satuan. Untuk analisis kestabilan dilakukan dengan menggunakan metode akar – akar persamaan karakteristik. Keseluruhan sistem akan disimulasikan melalui penggunaan perangkat lunak Matlab.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang pengendali Proporsional (P), Proporsional Integral (PI), Proporsional Diferensial (PD), Proporsional Integral Diferensial (PID) yang diterapkan pada sistem AVR menggunakan metode *zero/pole cancellation* dan *Particle Swarm Optimization* (PSO).
2. Bagaimana kinerja dari AVR dengan pengendali Proporsional (P), Proporsional Integral (PI), Proporsional Diferensial (PD), Proporsional Integral Diferensial (PID) menggunakan metode *zero/pole cancellation* dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang ditunjukkan dari analisis peralihan dan analisis kestabilan. Untuk analisis peralihan dilakukan terhadap masukan undak satuan dan impuls satuan. Untuk analisis kestabilan dilakukan dengan menggunakan metode akar – akar persamaan karakteristik.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh informasi pengendali pada sistem AVR menggunakan metode *zero/pole cancellation* dan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Perancangan dilakukan dalam bentuk simulasi.
2. Untuk memperoleh informasi kinerja pengendali pada sistem AVR menggunakan metode *zero/pole cancellation* dan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Kinerja pengendali ini diperoleh dari analisa peralihan dan kestabilan.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem AVR yang digunakan adalah sistem AVR tipe arus searah.
2. Analisis yang dilakukan adalah analisis peralihan dan analisis kestabilan.
3. Sistem AVR dimodelkan dengan mengganti model *amplifier* dengan model PID dan turunannya.
4. Untuk analisa peralihan dilakukan terhadap masukan undak satuan dengan parameter yang dihitung waktu naik, waktu puncak, waktu keadaan mantap, nilai puncak dan nilai lewatan maksimum
5. Untuk analisa kestabilan dilakukan dengan menggunakan persamaan karakteristik.
6. Analisis dilakukan dengan simulasi dengan bantuan perangkat lunak MATLAB.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir adalah memberikan informasi perancangan dan kinerja pengendali Proporsional (P), Proporsional Integral (PI), Proporsional Diferensial (PD), Proporsional Integral Diferensial (PID) pada sistem AVR dengan metode *zero/pole cancellation* dan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

##### BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan

##### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini membahas teori – teori dasar yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Adapun teori – teori dasar yang dibahas meliputi sistem kendali, sistem Automatic Voltage Regulator (AVR) tipe arus searah, metode *Pole – Zero Cancelation* dan *Particle Swarm Optimization* (PSO).

##### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini menjelaskan metodologi penelitian tugas akhir yang meliputi pendahuluan, diagram alir dan tahapan penelitian.

##### BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini mendeskripsikan analisa dan pembahasan dari penelitian tugas akhir. Pembahasan dimulai dengan fungsi alih sistem AVR, hasil dan analisa sistem AVR, hasil analisa sistem AVR dengan metode *Zero/Pole Cancellation*, hasil dan analisa sistem AVR dengan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian tugas akhir ini.

