

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah energi yang sangat vital dan menjadi kebutuhan pokok dalam kehidupan sehari-hari manusia. Energi listrik memiliki berbagai kegunaan seperti sumber cahaya, sumber tenaga untuk perangkat elektronik, penggerak mesin, dan lain-lain. Permintaan energi listrik terus bertambah sejalan dengan pertumbuhan populasi manusia. Oleh karena itu, pusat pembangkit listrik harus selalu siap untuk memenuhi permintaan masyarakat akan listrik yang terus berubah dan cukup untuk memenuhi kebutuhan mereka.

Dalam proses produksi dan distribusi tenaga listrik, generator menjadi perangkat kunci. Generator adalah perangkat yang menghasilkan energi listrik dengan mengkonversi energi mekanik. Di dalam generator, ada sistem suplai listrik yang berfungsi sebagai amplifiier, menghasilkan tegangan dan frekuensi yang diproduksi oleh arus eksitasi yang merangsang rotor generator [1]. Perubahan dalam daya reaktif yang diperlukan oleh beban mempengaruhi operasi pembangkit listrik oleh generator. Perubahan ini dapat mengganggu stabilitas tegangan di terminal output. Mengingat pentingnya stabilitas generator saat memberikan daya ke beban, tegangan output harus dijaga agar tetap konstan untuk memastikan bahwa generator tetap stabil saat memenuhi permintaan daya reaktif dari beban [2]. Untuk menangani ketidakstabilan ini pada generator, dibutuhkan suatu perangkat yang mampu mengendalikan tegangan di terminal output generator secara otomatis dengan mengatur arus eksitasi generator. Pengendalian ini dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan *Automatic Voltage Regulator* (AVR) yang memiliki kapabilitas untuk mengendalikan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit, yang menjadi faktor penting dalam menjaga tegangan terminal output generator pada tingkat yang telah ditentukan [3].

Tegangan *output* dari generator harus dijaga agar tetap konstan sesuai dengan *output* nominalnya untuk menghindari biaya yang besar akibat penurunan tegangan. AVR digunakan untuk mempertahankan tegangan output pada level nominal dengan menyesuaikan tegangan eksitasi generator terhadap perubahan beban [4]. Operasi AVR harus sangat efisien agar dapat mengelola daya reaktif dengan tepat, meminimalkan kehilangan daya aktif, dan mempertahankan tegangan terminal pada nilai konstan di alternator. Ini akan mencegah malafungsi atau gangguan fase pada perangkat yang terhubung ke alternator [5]. Oleh karena itu, sangat krusial untuk meningkatkan mutu pengendalian sistem AVR untuk menjamin stabilitas dan keamanannya, salah satu metodenya adalah dengan menambahkan pengendali pada sistem AVR.

Pemasangan pengendali Proporsional-Integral-Diferensial (PID) adalah salah satu cara untuk meningkatkan mutu pengendalian sistem AVR. Pengendali PID memiliki beberapa kelebihan, seperti performa yang handal, struktur yang simpel, dan kemudahan penggunaan. Namun, untuk mencapai performa PID yang optimal, diperlukan penyetelan *gain* yang tepat, yang biasanya dilakukan dengan metode *trial and error* [6]. Banyak usaha telah dilakukan dalam studi sebelumnya untuk mencapai kinerja AVR dengan kontroler PID yang lebih unggul 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 Azzani Putra (2024), dengan penelitian yang 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].

Di luar penelitian yang sudah ada, ada beberapa metode lain yang dapat digunakan untuk menentukan gain PID, salah satunya adalah metode *Ant Colony Optimization* (ACO). Metode ini bertujuan mencari nilai optimasi yang dapat menemukan penguatan PID yang optimal untuk sistem AVR dengan cara meniru perilaku semut dalam mencari makanan. Selain itu, terdapat teknik optimasi heuristik modern yang dapat menemukan penguatan PID yang optimal untuk sistem AVR. Teknik ini menyetel penguatan PID secara otomatis untuk meminimalkan fungsi objektif. Salah satu teknik yang dipakai adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO) [10].

Penelitian pada tugas akhir ini adalah merancang sebuah sistem AVR dengan pengendali PID menggunakan metode *Ant Colony Optimization* (ACO) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Pengendali PID yang dirancang terdiri atas Proporsional (P), Proporsional Integral (PI), Proporsional Diferensial (PD), dan Proporsional Integral Diferensial (PID). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi sistem pengendalian pada model AVR dengan menggunakan

analisis transien dan analisis stabilitas. Seluruh sistem akan disimulasikan menggunakan perangkat lunak Matlab.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang pengendali pada AVR yang optimal menggunakan metode *Ant Colony Optimization* dan *Particle Swarm Optimization*?
2. Bagaimana kinerja dari AVR dengan pengendali dalam mencapai respon sistem optimal yang didapatkan dari metode *Ant Colony Optimization* dan *Particle Swarm Optimization* dengan analisis peralihan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang pengendali yang optimal pada AVR dengan metode *Ant Colony Optimization* dan *Particle Swarm Optimization* menggunakan simulasi dengan perangkat lunak Matlab.
2. Memperoleh informasi dari analisis peralihan dari sistem AVR dengan pengendali menggunakan metode *Ant Colony Optimization* dan *Particle Swarm Optimization*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini hanya membahas mengenai sistem AVR
2. Sistem AVR dimodelkan dengan mengganti model *amplifier* dengan model PID dan turunannya.
3. Penentuan nilai konstanta pengendali pada sistem AVR dalam penelitian ini menggunakan metode *Ant Colony Optimization* dan *Particle Swarm Optimization*.
4. Analisis dilakukan pada sistem AVR dengan pengendali PID.
5. Analisis dilakukan dalam simulasi pada aplikasi atau perangkat lunak (*software*) MATLAB.
6. Analisis yang dilakukan adalah analisis peralihan dan persamaan karakteristik.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan wawasan tentang sistem AVR dengan pengendali yang mengadopsi metode *Ant Colony Optimization* dan *Particle Swarm Optimization*, Selain itu, penelitian ini juga memberikan informasi tentang pengendali yang dapat meningkatkan kinerja sistem dan mengoptimalkan hasil perancangan serta analisis, termasuk analisis peralihan.

## **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.