

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk produsen batu bara terbesar, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu yang paling luas perkembangannya. Berdasarkan informasi yang dihimpun pada tahun 2018 dari sudut pandang energi Indonesia, batas produksi listrik pemerintah mencapai 57,1 GW pada tahun 2016, dengan PLTU sebesar 54% (30,8 GW) [1]. PLTU lebih praktis didirikan dan lokasinya bisa lebih dekat dengan pelanggan, sehingga biaya produksi lebih rendah dan daya keluaran stabil [2]. Namun, tegangan dan frekuensi PLTU harus dipertahankan dan ditingkatkan melalui generator. Oleh karena itu, ada dua jumlah *Control Loops* yang diberikan untuk generator yaitu *Automatic Voltage Regulator (AVR) Loop* mengontrol besarnya daya reaktif dan tegangan, sedangkan *Load Frequency Control (LFC) Loop* mengontrol daya dan frekuensi yang sebenarnya [3]. AVR dan LFC adalah perangkat yang paling umum digunakan untuk mengatasi ketidakstabilan tegangan dan frekuensi yang disebabkan oleh variasi beban.

AVR dan LFC adalah dua sistem berbeda dengan fungsi berbeda. Namun, kinerja sistem AVR memiliki kelemahan ketika terjadi gangguan atau perubahan beban di atas batas beban normal, yang dapat merusak generator [4]. Sebaliknya, kinerja sistem LFC tidak optimal ketika terjadi gangguan beban kecil yang tiba-tiba dan terus menerus, sehingga akan mempengaruhi kinerja sistem tenaga [5]. Oleh karena itu, untuk menghasilkan tegangan dan frekuensi yang stabil, perlu dikembangkan kombinasi AVR dan LFC dengan menggunakan kontrol *Proportional Integral Derivative (PID)*. Hal ini sangat penting untuk meningkatkan performa tegangan dan frekuensi yang dihasilkan serta menjaga keamanan penggunaan generator [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuat perangkat AVR dengan tegangan lebih stabil. Diantaranya adalah penelitian Haluk, yang berjudul Simulasi

Sistem AVR Optimal Berbasis Algoritma *Global Neighborhood* (GNA) [6], yang mengoptimalkan sistem AVR dengan menerapkan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan GNA untuk mengkonfigurasi pengontrol PID. Overshoot maksimum pengontrol PID yang dioptimasi menggunakan PSO lebih besar dibandingkan dengan GNA. Kemudian Tri Dedi Pamungkas, dengan judul Modifikasi Topologi Kontroler PID untuk Generator Sinkron AVR [7], mengembangkan topologi pengontrol PID untuk AVR sehingga menghasilkan pengaturan tegangan terminal generator yang lebih cepat, akurat, dan tahan terhadap gangguan torsi. Tripti Gupta, dengan judul Optimasi Pengontrol *Fuzzy Logic Controller* (FLC) untuk AVR [8], merancang FLC untuk mengoptimalkan AVR dengan hasil tegangan yang lebih stabil.

Penelitian sebelumnya telah menghasilkan perangkat LFC dengan frekuensi yang lebih stabil. Diantaranya penelitian Agus Siswanto, yang berjudul Membuat LFC menggunakan FLC untuk sistem dua area. [9], mengoptimalkan LFC sistem dua area dengan mengembangkan FLC sehingga dapat mengurangi overshoot ketika perubahan frekuensi yang mengganggu sistem. Kemudian Chaoxu Mu, yang berjudul Peningkatan *Sliding Mode Control* (SMC) untuk LFC sistem tenaga dengan *Adaptive Learning Strategy* [10], merancang LFC dengan mengembangkan SMC dengan *Adaptive Dynamic Programming* untuk memperoleh hasil frekuensi regulasi yang dapat beradaptasi dengan ketidakpastian dan gangguan secara real-time.

Menurut penelitian yang disajikan di atas, banyak desain AVR dan LFC yang berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi ketika terjadi perubahan beban. Namun AVR dan LFC hanya beroperasi bila terdapat variasi torsi dan lonjakan overshoot yang ditimbulkan oleh beban yang variatif pada perubahan tegangan dan frekuensi. Maka, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan kombinasi AVR dan LFC dengan memanfaatkan kontrol PID yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan frekuensi dengan level perubahan yang relatif besar. Dengan menggunakan metode PID yang dioptimalkan oleh algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) pada sistem kombinasi AVR dan LFC. Algoritma ABC adalah metode optimasi dengan cara perilaku alami lebah dalam mendapatkan nektar atau sumber makanan. Pada posisi sumber makanan digambarkan sebagai kandidat

solusi dari masalah optimasi, sedangkan jumlah nektar digambarkan sebagai nilai *fitness* [11]. Dari hasil yang didapatkan melalui algoritma ABC, memperoleh pendekatan solusi optimum untuk nilai parameter PID sehingga dapat meningkatkan stabilitas tegangan dan frekuensi dalam sistem AVR dan LFC bisa dicapai dibandingkan sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari gambaran tersebut, sehingga rincian permasalahan pada penelitian ini dapat ditentukan berupa berikut:

1. Bagaimana memendesain skema kombinasi AVR dan LFC dengan menggunakan kontrol PID supaya menghasilkan tegangan dan frekuensi yang konstan ketika terjadi perubahan beban yang variatif.
2. Bagaimana mengintegrasikan PID-ABC ke dalam skema kombinasi AVR dan LFC, agar dapat bekerja pada tegangan dan frekuensi yang konstan meskipun terjadi perubahan beban yang variatif.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas terakhir ini adalah berupa berikut:

1. Untuk mendesain skema kombinasi AVR dan LFC dengan menggunakan kontrol PID supaya menghasilkan tegangan dan frekuensi yang konstan ketika terjadi perubahan beban yang variatif.
2. Untuk mengintegrasikan PID-ABC ke dalam skema kombinasi AVR dan LFC, agar dapat bekerja pada tegangan dan frekuensi yang konstan meskipun terjadi perubahan beban yang variatif.

1.4 Batasan Penelitian

Beberapa batasan dari penelitian yang dikerjakan pada tugas terakhir ini adalah berupa berikut:

1. Sistem PLTU pada penelitian ini menggunakan referensi dari penelitian sebelumnya.
2. Pengujian simulasi skema AVR dan LFC menggunakan simulink pada MATLAB.

3. Dalam penelitian ini mendapatkan referensi dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan kontroler PID pada AVR dan LFC.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas terakhir ini adalah berupa berikut:

1. Mampu menerapkan kombinasi AVR dan LFC dalam simulink MATLAB.
2. Dapat mengoptimalkan kombinasi AVR dan LFC dengan menggunakan kontrol PID agar mampu bekerja secara baik dengan overshoot yang tetap kecil ketika terjadi perubahan beban.
3. Mengintegrasikan PID yang dioptimasi dengan ABC pada sistem kombinasi AVR dan LFC yang menghasilkan kestabilan tegangan dan frekuensi yang lebih baik dibandingkan sebelumnya untuk menjaga keamanan penggunaan generator.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I

PENDAHULUAN

Pada pendahuluan mendiskripsikan latar belakang penelitian dan rencana penyelesaian masalah, serta tujuan penelitian yang diinginkan, batasan masalah, dan keuntungan melalukan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka menguraikan spekulaisi yang digunakan sebagai bahan pembelajaran dan sumber referensi dalam penjabaran ini. Teori-teori ini didasarkan pada artikel, buku, dan skripsi yang membahas tentang Automatic Volatge Regulator, Load Frequency Control, PID controller, dan sebagainya.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian menguraikan berupa optimasi sistematis Automatic Voltage Regulator dan Load Frequency Control pada generator sinkron pembangkit listrik tenaga uap mulai dari pengumpulan data, perancangan diagram blok sistem hingga cara kerja pengontrol.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan menguraikan temuan dan analisa penelitian, kemudian hasil pemodelan sistem dibandingkan sebelum memasang pengontrol PID pada AVR dan LFC yang dioptimalkan ABC.

BAB V PENUTUP

Pada penutup menyajikan kesimpulan yang lolos tahap pengujian. Terdapat juga masukan dan saran untuk menyempurnakan penelitian ini dan menjadikannya lebih baik dari penelitian-penelitian sebelumnya.