

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Generator merupakan salah satu mesin utama yang sangat penting di bidang pembangkitan energi listrik, dimana generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang mengkonversi energi mekanik menjadi energi Listrik [1], [2]. namun Dalam operasionalnya, tegangan keluaran dari generator sinkron selalu berubah-ubah seiring perubahan beban [3], [4]. Agar tegangan terminal output tetap terjaga stabil diperlukan peralatan pengatur tegangan yang biasa disebut dengan *Automatic Voltage Regulator* (AVR).

Sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) secara umum memiliki fungsi untuk mengatur dan menjaga stabilitas tegangan keluaran generator agar tetap sesuai dengan nilai set point dari sistem [4], [5]. Hal ini diperlukan karena kestabilan tegangan sangat mempengaruhi kualitas daya listrik yang dihasilkan [5]. Ketidakstabilan tegangan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik yang terhubung dengan sistem dan menurunkan efisiensi operasional [6]. Selain menjaga kestabilan tegangan keluaran, AVR juga berfungsi untuk mengatur besarnya daya reaktif yang disuplai oleh generator ke sistem tenaga. Pengaturan ini dilakukan melalui pengendalian arus eksitasi medan magnet pada rotor generator, yang secara langsung memengaruhi profil tegangan dan kestabilan sistem secara keseluruhan [7], [8].

Sebelum melakukan implementasi sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) pada generator, diperlukan proses pemodelan matematis dan simulasi untuk mengetahui karakteristik respon sistem terhadap gangguan [3]. Pemodelan ini membantu memastikan bahwa sistem dapat menjaga kestabilan tegangan generator dengan waktu respons yang cepat dan konsistensi yang baik, yang penting dalam pengaturan tegangan secara otomatis [3], [9].

Beberapa metode pengendalian yang umum digunakan dalam pemodelan sistem *Automatic Voltage Regulator* seperti *Proportional-Integral-Derivatives* (PID) dan Fuzzy logic [10]. Kontrol PID terdiri dari tiga parameter utama Yaitu *Proportional* (Kp), *Integral* (Ki) dan *Derivative* (Kd) dari ketiga parameter tersebut, masing-masing parameter memiliki pengaruh yang berbeda terhadap performansi sistem [11]. kombinasi ketiganya diperlukan untuk mencapai kinerja sistem yang

optimal. Selain kendali PID, kendali logika fuzzy (*Fuzzy Logic Control*) yang sering digunakan ketika sistem sulit dimodelkan secara matematis. Fleksibel, mudah dioperasikan dan direvisi, kendali fuzzy adalah pilihan yang baik, terutama untuk sistem yang rumit dengan banyak variabel [11], [12].

Laboratorium konversi energi elektrik ITN Malang memiliki sebuah Generator dengan kapasitas 1,1 KVA yang tidak dilengkapi dengan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR). Sebelum menerapkan suatu sistem *Automatic Voltage Regulator* maka dari itu diperlukan desain pemodelan sistem *Automatic Voltage Regulator* untuk Generator 1,1 KVA

Maka dari itu, Penelitian ini dilakukan untuk mendesain suatu pemodelan dari sistem *Automatic Voltage Regulator* untuk melihat respon dari Generator 1,1 KVA Di laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang. Penelitian ini akan merancang, mensimulasikan serta menganalisis pemodelan sistem AVR Generator kapasitas 1,1 KVA menggunakan *software MATLAB/Simulink* dan *LabVIEW*, dalam penelitian ini menggunakan metode *Proportional Integral Differential* (PID) sebagai sistem kontrol teganga keluaran dari Generator berkapasitas 1,1 KVA.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mealakukan pengelolaan energi yang optimal, dapat menggunakan *power sharing controller* dan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) untuk generator 1,1 KVA di Laboratorium Konversi Energi Elektrik dengan menggunakan *software MATLAB* ?
2. Bagaimana memodelkan Generator menjadi fungsi alih menggunakan *System Identification Toolbox* di *MATLAB*?
3. Bagaimana melakukan tuning PID secara otomatis menggunakan metode *Auto-Tuning MATLAB/Simulink* untuk menghasilkan kontrol tegangan yang stabil?
4. Bagaimana respon sistem AVR terhadap gangguan berupa penambahan dan pengurangan beban (*disturbance*), dan seberapa efektif kendali PID dalam menjaga kestabilan tegangan output generator ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Untuk menjawab permasalahan yang ada di penelitian ini, maka fokus dari tujuan penelitian ini adalah :

1. Mendesain sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) untuk generator 1,1 KVA menggunakan *MATLAB/Simulink*.
2. Memperoleh model fungsi alih dari generator melalui pendekatan *System Identification Toolbox* di *MATLAB*.
3. Melakukan tuning parameter kendali PID secara otomatis dengan fitur *Auto-Tuning MATLAB/Simulink* untuk menghasilkan pengaturan tegangan yang responsif dan stabil.
4. Menganalisis performa sistem AVR terhadap variasi beban, baik berupa penambahan maupun pengurangan beban (*disturbance*), serta mengevaluasi kestabilan tegangan output generator.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar diskusi tetap sesuai dengan lingkup penelitian ini, penulis menetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Pengambilan data respon tegangan eksitasi dan tegangan keluaran generator dilakukan menggunakan *software LabVIEW*, dengan bantuan modul *DAQ Assistant* sebagai perangkat antarmuka akuisisi data.
2. Pemodelan fungsi alih (*transfer function*) generator dilakukan menggunakan *System Identification Toolbox* di *MATLAB*, dengan input berupa data hasil pengukuran dari *LabVIEW*.
3. Pemodelan sistem AVR hanya difokuskan untuk generator sinkron kapasitas 1,1 KVA, yang tersedia di Laboratorium Konversi Energi Elektrik, dan tidak mewakili model generator dengan kapasitas besar atau jenis lain.
4. Proses tuning kontroler PID dilakukan secara otomatis menggunakan fitur *Auto Tuning* pada *MATLAB/Simulink*, tanpa menggunakan metode tuning manual atau metode lain.

1.5 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini disusun secara sistematika agar mudah dipahami dalam membaca penelitian ini. Penelitian ini disusun dalam beberapa Bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang mengenai peran pentingnya sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) dalam menjaga kestabilan tegangan generator serta alasan pemodelan sistem ini untuk generator 1,1 KVA di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang, rumusan masalah mengenai bagaimana mendesai sistem *automatic voltage regulator* dengan menggunakan *software MATLAB/Simulink*, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini berisikan mengenai referensi yang didapatkan dari sumber yang ada mengenai penelitian ini, seperti karakteristik tegangan pada generator, sistem eksitasi, pemodelan sistem *automatic voltage regulator* (AVR), sistem kendali *Propotional-Integral-Derivative* (PID), fungsi penggunaan *software MATLAB* dan *LabVIEW*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, mulai dari pengumpulan data seperti data generator dan eksitasi, pemodelan sistem AVR, hingga simulasi dan analisis hasil. Data respon tegangan eksitasi dan keluaran generator diperoleh melalui *software LabVIEW* dengan modul DAQ NI-6008 dan disimpan dalam bentuk *file Excel*. Fungsi alih sistem diperoleh menggunakan *System Identification Toolbox* di *MATLAB*, kemudian digunakan dalam pemodelan AVR di *Matlab/Simulink* dengan pengendali PID.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil yang didapatkan dari berbagai percobaan. Percobaan yang dilakukan menambahkan dan menurunkan beban sebesar 0.1 PU, 0.25 PU dan 0.5 PU, data hasil respon yang didapatkan dari hasil percobaan adalah dalam bentuk grafik yang dianalisa.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan tentang Kesimpulan dan saran dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini.