

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Energi listrik telah menjadi kebutuhan utama bagi industri hingga kebutuhan rumah tangga. Oleh karena itu diperlukan suatu pembangkit tenaga listrik yang kontinu pelayanannya sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Pusat - pusat pembangkit listrik yang ada harus dapat selalu memenuhi kebutuhan beban yang berubah - ubah serta daya yang tersedia dalam sistem tenaga listrik haruslah cukup untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik dan pelanggan. permasalahan yang terjadi dalam pengoperasi sistem tenaga listrik adalah daya yang dibangkitkan tidak sama dengan daya yang dikonsumsi oleh pemakai tenaga listrik karena daya yang tersedia tergantung kepada daya yang terpasang pada unit - unit pembangkit dalam sistem dan juga tergantung dari kesiapan operasi unit tersebut.

Dalam pembangkitan tenaga listrik untuk di salurkan dan didistribusikan ke para konsumen, dibutuhkan sebuah generator sebagai peralatan utamanya. Hal yang sangat penting dalam proses pembangkitan tenaga listrik yaitu pada kestabilan kinerja generator dalam menyuplai daya ke sistem (beban). Proses pembangkitan tenaga listrik tersebut dipengaruhi oleh perubahan kebutuhan daya reaktif pada beban. Adanya perubahan daya reaktif yang terjadi sangat mempengaruhi kestabilan dari tegangan keluaran terminal yang dihasilkan oleh generator. Tegangan keluaran tersebut harus diubah-ubah agar generator tetap dalam keadaan stabil dalam mengkompensasi kebutuhan daya reaktif dari beban. Untuk Mengantisipasi hal tersebut digunakan sebuah peralatan yang dapat mengatur tegangan keluaran dari generator, yaitu dengan cara mengatur arus eksitasi pada generator secara otomatis, menggunakan sistem eksitasi generator. Pengaturan arus eksitasi secara otomatis tersebut dilakukan menggunakan *Automatic Voltage Regulator (AVR)*. *Automatic Voltage Regulator (AVR)* adalah suatu sistem yang digunakan untuk menjaga kestabilan tegangan keluaran dari generator yang bergantung pada eksitasi.

Ada beberapa tipe *Automatic Voltage Regulator (AVR)* diantaranya *Automatic Voltage Regulator (AVR)* tipe Arus Searah, *Automatic Voltage*

*Regulator (AVR) tipe Arus Searah dengan rate output feedback, Automatic Voltage Regulator (AVR) tipe Arus Searah dengan transient gain reduction dan Automatic Voltage Regulator (AVR) tipe Arus statik.*

Untuk mengendalikan sistem yang kompleks diperlukan suatu metoda pengendali yang dapat bekerja secara optimal untuk mendapatkan hasil tegangan yang selalu berada pada spesifikasi yang diinginkan. Metoda yang dipilih adalah metoda *Pendekatan Tanggapan Frekuensi*

Dengan menggunakan metoda *Pendekatan Tanggapan Frekuensi* respon terhadap gangguan akan lebih baik. Disamping itu, metoda ini memberikan kinerja yang baik untuk proses dengan penundaan yang dominan dan juga meberikan respon yang baik untuk perubahan setpoint.

Adapun beberapa penelitian yang sudah dilakukan berkaitan dengan penelitian ini diantaranya (**Sahib, 2015**), membahas tentang analisa peralihan, analisa performansi dalam domain frekuensi dan analisa kekokohan dari sistem *Automatic Voltage Regulator (AVR) tipe arus searah*. Pengendali yang digunakan yaitu Proporsional Integral Diferensial (PID), Proporsional Integral Diferensial plus pengendali Diferensial orde 2 (PIDD2), Proporsional Integral Diferensial (PID) dengan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)* dan First Order Proporsional Integral Diferensial (FOPID). Hasil dari penelitian dimana performansi dan kestabilan sistem *Automatic Voltage Regulator (AVR) tipe arus searah dengan pengendali Proporsional Integral Diferensial plus pengendali Diferensial orde 2 (PIDD2)* lebih stabil dan kokoh serta mempunyai performansi yang lebih baik. (**Laksono & Febrianda, 2015**) membahas tentang analisa performansi tanggapan tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator (AVR) tipe arus searah terhadap perubahan parameter*. Analisa performansi yang dilakukan terdiri dari analisa performansi dalam domain waktu dan analisa performansi dalam domain frekuensi. Hasil analisa menunjukkan bahwa performansi tanggapan tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator (AVR) tipe arus searah sangat peka terhadap perubahan parameter terutama untuk perubahan konstanta penguatan amplifier, perubahan konstanta waktu amplifier, perubahan konstanta penguatan generator dan perubahan konstanta waktu generator.* (**Laksono &**

**Revan, 2014**), Jurnal ini membahas perancangan dan analisa kendali sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah dengan PIDTool model Paralel. Adapun tipe pengendali yang dirancang meliputi pengendali Proporsional (P), pengendali Proporsional Integral (PI), pengendali Proporsional Diferensial (PD), pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID), pengendali Proporsional Diferensial dengan Filter Orde Pertama Pada Bagian Diferensial (PDF) dan pengendali Proporsional Integral Diferensial dengan Filter Orde Pertama Pada Bagian Diferensial (PIDF). Untuk analisa kendali sistem eksitasi generator tipe arus meliputi analisa performansi dalam domain waktu yang meliputi analisa kesalahan dan analisa peralihan, analisa performansi dalam domain frekuensi, analisa kestabilan dan analisa kekokohan. Hasil analisa memperlihatkan bahwa sistem kendali eksitasi generator tipe arus searah dengan pengendali Proporsional Diferensial dengan Filter Orde Pertama Pada Bagian Diferensial (PDF) memenuhi kriteria perancangan yang diinginkan. (**Bhatt & Bhongade, 2013**), membahas tentang perancangan pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID) dengan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO). Analisa yang dilakukan meliputi analisa peralihan dan analisa performansi dalam domain frekuensi untuk sistem lingkaran terbuka. (**Laksono & Yulianto, 2013**) membahas tentang analisa perilaku tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah dengan metoda penempatan kutub dalam domain waktu. Analisa yang dilakukan terdiri analisa kesalahan dan analisa peralihan. Hasil analisa diperoleh dengan menggunakan metoda penempatan kutub, perilaku tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah menunjukkan performansi yang lebih baik dibandingkan performansi perilaku tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah tanpa metoda penempatan kutub dan dengan *stabilizer*. (**Laksono & Yulianto, 2013**) membahas evaluasi pola tingkah laku tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah dengan metoda penempatan kutub menggunakan algoritma Bass – Gura. Hasil analisa menunjukkan dengan metoda penempatan kutub menggunakan algoritma Bass – Gura, tanggapan tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah menunjukkan performansi yang lebih baik dibandingkan performansi pola tingkah laku tegangan sistem eksitasi tanpa metoda penempatan kutub.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan analisa kestabilan dan kekokohan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah dengan pengendali dan kompensator berdasarkan pendekatan tanggapan frekuensi serta variasi parameter. Pengendali yang dirancang terdiri dari pengendali Proporsional (P), pengendali Proporsional Integral (PI), pengendali Proporsional Diferensial (PD) dan pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID). Untuk kompensator yang dirancang terdiri dari kompensator mendahului dan kompensator ketinggalan. Untuk analisa kestabilan meliputi kestabilan mutlak, kestabilan relatif, dan kestabilan internal. Untuk analisa kekokohan meliputi dari parameter nilai puncak maksimum sensitivitas dan nilai puncak maksimum sensitivitas komplementer.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana merancang pengendali dan kompensator untuk sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah dengan harapan kestabilan dan kekokohan yang lebih baik dan handal baik terhadap parameter nominal dan variasi parameter.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai kestabilan dan kekokohan dari tanggapan tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah tanpa dan dengan pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID) berdasarkan pendekatan tanggapan frekuensi dan variasi parameter.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai kestabilan dan kekokohan dari tanggapan tegangan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tanpa dan dengan pengendali Proporsional Integral

Diferensial (PID) berdasarkan pendekatan tanggapan frekuensi dan variasi parameter.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah

1. Model sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) yang dibahas adalah model sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah.
2. Sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) direpresentasikan dalam bentuk fungsi alih.
3. Pengendali dan kompensator dirancang berdasarkan pendekatan tanggapan frekuensi.
4. Pengendali yang dirancang yaitu pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID)
5. Analisa yang dilakukan adalah analisa kestabilan dan kekokohan.
6. Variasi parameter sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah yang dilakukan adalah konstanta penguatan generator ( $K_g$ ), konstanta waktu generator ( $T_g$ ), konstanta penguatan eksiter ( $K_e$ ), konstanta waktu eksiter ( $T_e$ ), konstanta penguatan amplifier ( $K_a$ ), konstanta waktu amplifier ( $T_a$ ), konstanta penguatan sensor ( $K_s$ ), konstanta waktu sensor ( $T_s$ ).
7. Variasi parameter sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) tipe arus searah yang dilakukan adalah perubahan dua parameter, yaitu konstanta penguatan generator ( $K_g$ ) dan konstanta waktu generator ( $T_g$ ), atau konstanta penguatan eksiter ( $K_e$ ) dan konstanta waktu eksiter ( $T_e$ ), atau konstanta penguatan amplifier ( $K_a$ ) dan konstanta waktu amplifier ( $T_a$ ), atau konstanta penguatan sensor ( $K_s$ ) dan konstanta waktu sensor ( $T_s$ ).
8. Perancangan dan analisa dilakukan dalam tahap simulasi dengan bantuan perangkat lunak Matlab.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut

### **BAB.I PENDAHULUAN**

Bagian ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB.II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menjelaskan pendahuluan, pemodelan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR), sistem kendali, analisa sistem kendali dan perancangan pengendali serta kompensator. Untuk pemodelan sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) terdiri dari pemodelan generator, pemodelan eksiter, pemodelan amplifier, pemodelan sensor dan diagram blok sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR). Untuk analisa sistem kendali terdiri dari analisa kestabilan dan kekokohan. Untuk perancangan pengendali yaitu pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID).

### **BAB.III METODE PENELITIAN**

Bagian ini menjabarkan pendahuluan, diagram alir penelitian dan diagram alir perancangan pengendali dan kompensator.

### **BAB.IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini mendeskripsikan pendahuluan, analisa sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) terhadap variasi parameter, kriteria perancangan, analisa sistem *Automatic Voltage Regulator* (AVR) dengan pengendali terhadap variasi parameter. Analisa yang dilakukan terdiri dari analisa kestabilan dan kekokohan.

### **BAB.V PENUTUP**

Bagian ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini