

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bias berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.

Pada bagian ini dilakukan analisa sistem posisi motor arus searah tanpa pengendali terhadap variasi parameter. Analisa yang dilakukan pada bagian ini adalah analisa performansi dalam domain waktu dan analisa performansi dalam domain frekuensi dari tanggapan tegangan sistem posisi motor arus searah. Untuk analisa performansi dalam domain waktu terdiri dari analisa kesalahan dan analisa peralihan. Untuk analisa kesalahan dilakukan dengan menggunakan fungsi alih lingkaran terbuka dan parameter yang diamati terdiri dari konstanta kesalahan posisi, konstanta kesalahan kecepatan, konstanta kesalahan percepatan, kesalahan keadaan mantap terhadap masukan undak satuan, kesalahan keadaan mantap terhadap masukan laju satuan dan

kesalahan keadaan mantap terhadap masukan parabola dari tanggapan tegangan sistem posisi motor arus searah. Untuk analisa peralihan dilakukan dengan menggunakan fungsi alih lingkaran tertutup dan parameter yang diamati meliputi waktu naik, waktu puncak, waktu keadaan mantap, lewatan maksimum dan nilai puncak sistem posisi motor arus searah. Analisa kesalahan dan analisa peralihan ini dilakukan untuk nilai parameter nominal dan nilai variasi parameter.

Untuk analisa performansi sistem lingkaran terbuka dalam domain frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan fungsi alih lingkaran terbuka dan parameter yang diamati adalah margin fasa, frekuensi margin fasa, margin penguatan dan frekuensi margin penguatan sistem posisi motor arus searah. Informasi performansi sistem lingkaran terbuka dalam domain frekuensi ini diperoleh dari diagram Bode tanggapan tegangan sistem posisi motor arus searah. Untuk analisa performansi sistem lingkaran tertutup dalam domain frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan fungsi alih lingkaran tertutup dan parameter yang diamati adalah lebar pita, nilai puncak resonansi dan frekuensi puncak resonansi tanggapan tegangan sistem posisi motor arus searah. Informasi performansi sistem lingkaran tertutup dalam domain frekuensi ini diperoleh dari diagram magnitude Bode tanggapan tegangan sistem posisi motor arus searah. Analisa sistem posisi motor arus searah tanpa pengendali dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Matlab. Untuk analisa performansi sistem lingkaran terbuka dan sistem lingkaran tertutup dalam domain frekuensi ini dilakukan untuk nilai parameter nominal dan nilai variasi parameter.

Pengontrol PID adalah jenis pengontrol yang banyak diaplikasikan dalam control proses industri karena kesederhanaan strukturnya lebih tahan terhadap gangguan luar serta dapat diterapkan dalam kondisi operasi yang bervariasi. Pengontrol PID perlu ditala secara benar yaitu menentukan harga konstanta pengontrol proporsional, integral, dan derivative yang mengoptimalkan kinerja sistem. P controller dapat mengurangi rise time, menambah overshoot, dan mengurangi steady state error, I controller dapat mengurangi rise time, menambah overshoot, dan mengeliminasi steady state error dan D controller dapat mengurangi setting time.

Kendali proporsional, keluaran dari sistem kendali selalu sebanding dengan masukannya. Sinyal keluaran merupakan penguatan dari sinyal kesalahan dengan factor tertentu, factor penguatan ini merupakan konstanta proporsional dari sistem, yang dinyatakan dengan  $K_p$ , dengan  $K_p$  ini mempunyai tanggapan sistem yang tinggi atau cepat. Kendali integral, keluaran dari controller ini selalu berubah selama terjadi penyimpangan, dan kecepatan perubahan keluaran tersebut sebanding dengan penyimpangan, konstanta dinyatakan dengan  $K_i$ , dengan  $K_i$  ini mempunyai sensitivitas yang tinggi, yaitu dengan mereduksi kesalahan (error) yang dihasilkan dari sinyal umpan balik (feedback). Makin besar nilai  $K_i$  maka sensitivitas akan semakin tinggi, tetapi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kestabilan lebih cepat, demikian pula sebaliknya. Kendali Differential bekerja berdasarkan laju perubahan simpangan, sehingga jenis controller ini selalu digunakan bersama sama dengan control proporsional dan integral, konstantanya dinyatakan dengan  $K_d$ , dengan  $K_d$  ini mempengaruhi kestabilan dari sistem karena aksi kendali ini mereduksi kesalahan (error).

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini diantaranya :

- Nanang Budi Hartono (2015) dengan judul ***“PENGATURAN POSISI MOTOR SERVO DC DENGAN METODE P,PI, DAN PID”***. Pada pengujian sistem ini akan dilakukan beberapa pengujian pada respon sistem plant Antara lain pada saat close-loop tanpa pengendali, dengan pengendali Proporsional, dengan pengendali Proporsional Integral, dengan pengendali PID, dan dengan pengendali PID yang ditambah beban. Maka dari pengujian ini didapatkan hasil pada plant ini penggunaan pengendali PI lebih bagus disbanding dengan yang lainnya, error pembacaan sudut pada busur derajat berkisar antara 0 sampai 1.5 derajat, penempatan pembebanan berpengaruh pada errornya sudut pembacaan pada busur derajat.
- Richardus Dhimas Krisnawan Agustika (2015) dengan judul ***“Perancangan kendali Mesin Arus Searah Tanpa Sikat dengan Menggunakan PID – Algoritma Genetika”***. Penelitian ini membahas tentang pengendalian mesin arus searah tanpa sikat dengan metode PID dan Algoritma Genetika. Dalam

makalah ini, respon terbaik dihasilkan oleh Algoritma Genetika dengan objektif function MSE yang menghasilkan konstanta proporsional ( $K_p$ ), konstanta integral ( $K_i$ ), dan konstanta derivative ( $K_d$ ). Setelah dilakukan analisa, nilai konstanta PID yang dihasilkan agar respon kecepatan MASTS maksimal yaitu konstanta pengendali Proporsional ( $k_p$ ) = 15,5032, konstanta pengendali integral ( $k_i$ ) = 22,1152, dan konstanta pengendali derivative ( $k_d$ ) = 17,3529. Nilai-nilai tersebut hasil penalaran konstanta PID menggunakan Algoritma Genetika dengan *objective function mean square error* (MSE). Respon kecepatan yang dihasilkan dari konstanta pengendali tersebut yaitu waktu tunda = 0,0183 sekon, waktu naik = 0,023 sekon, tidak memiliki error *steady state* dan tidak terjadi overshoot.

- Helmi Widyantara (2010) dalam jurnal yang berjudul ***“Sistem Kendali Kecepatan Motor Arus Searah dengan Algoritma Proportional Integrated Derrivatif (PID) Digital Berbasis Field Programmable Gate Array”***. Menjelaskan tentang penerapan PID digital yang memerlukan hardware pendukung yang bagus, hardware tersebut harus mampu merespon sinyal masukan dan keluaran dengan cepat, komputasi dengan cepat. tuntutan akan kecepatan proses dan unjuk kerja menuntut PID harus menggunakan untai logika perangkat keras. Maka digunakan operasi logika berupa Field Programmable Gate Array yang di dalam nya terdapat ribuan gerbang logika yang dapat di program membentuk operasi logika. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengujian per bagian secara simulasi pada bagian kendali PD yang didesain dan implementasikan algoritma kendali PD pada FPGA. Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sisitem kendali kecepatan pada motor DC dengan metoda PID digital menggunakan FPGA maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem kendali kecepatan pada mototr DC dengan metode PD digital dapat dirancang dan diimplementasikan secara perangkat keras menggunakan FPGA.
- Tjahja Odinanto (2015) dengan judul ***“Perancangan Pengendalian Kecepatan Motor Arus Searah 1 HP 220 VOLT Dengan Metode PID Berbasis***

**Mikrokontroller ”.** Teknik pengontrolan kecepatan motor DC menggunakan teknik pulse width modulation (PWM), merupakan sinyal dihasilkan mikrokontroller. Mikrokontroller bertindak sebagai control Propotional Integral Derivative (PID) dengan control (  $K_p=2$ ,  $K_i=0,005$  ,  $K_d=0.012$ ) dalam penelitian ini. Dalam analisa menggunakan nilai parameter motor DC yang telah ditentukan, pengujian terhadap control kecepatan motor DC untuk mendapatkan nilai pengendali P, I, and D hingga respon dinamik motor DC mencapai stabil.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dalam penelitian ini dilakukan perancangan dan analisa sistem kendali posisi motor arus searah dengan pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID) Tune berdasarkan pendekatan tanggapan frekuensi serta variasi parameter. Untuk analisa performansi meliputi analisa performansi dalam domain waktu dan domain frekuensi. Untuk dalam domain waktu meliputi analisa kesalahan dan analisa peralihan, sedangkan untuk performansi dalam domain frekuensi terdiri dari performansi lingkaran terbuka dalam domain frekuensi dan performansi lingkaran tertutup dalam domain frekuensi. Dalam penelitian ini, pengendali yang dicobakan ada 7 pengendali yaitu pengendali Proportional (P), Integral (I), Proportional Integral (PI), Proportional Diferensial (PD), Proportional Diferensial dengan filter orde pertama pada bagian diferensial (PDF), Proportional Integral Diferensial (PID) , dan Proportional Integral Diferensial dengan filter orde pertama pada bagian diferensial (PIDF) yang mana semua pengendali ini dicoba satu per satu kedalam analisa kesalahan dan analisa peralihan dalam domain waktu dan performansi lingkaran terbuka dan lingkaran tertutup dalam domain frekuensi. Setelah di simulasikan kemudian di ambil kesimpulan pengendali manakan yang memenuhi kriteria perancangan secara keseluruhan dari setiap analisa tersebut.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. bagaimana merancang pengendali posisi motor arus searah dengan harapan performansi dalam domain waktu dan domain frekuensi yang lebih baik dan handal.
2. Bagaimana Membandingkan respon dan analisa sensitivitas dari nilai - nilai informasi performansi, baik dalam domain waktu, maupun dalam domain frekuensi pada sistem posisi motor DC yang telah diberikan pengendali PIDTune, dengan sistem yang belum menggunakan pengendali

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. untuk memperoleh informasi mengenai performansi dalam domain waktu dan frekuensi dari tanggapan sistem kendali posisi motor arus searah dengan pengendali PIDTune.
2. Membandingkan respon dan analisa sensitivitas dari nilai - nilai informasi performansi, baik dalam domain waktu, maupun dalam domain frekuensi pada sistem posisi motor DC yang telah diberikan pengendali PIDTune, dengan sistem yang belum menggunakan pengendali.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah hasilnya untuk memberikan informasi mengenai performansi dalam domain waktu dan domain frekuensi tanggapan tegangan sistem kendali posisi motor arus searah dengan pengendali PIDTune.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah

1. Model sistem kendali posisi motor arus searah.
2. Pengendali yang dirancang yaitu pengendali Proporsional, Integral, Proporsional Integral (PI), Proporsional Diferensial (PD), PDF, PID dan PIDF.

3. Analisa yang dilakukan adalah analisa performansi dalam domain waktu dan domain frekuensi.
4. Perancangan dilakukan dalam tahap simulasi dengan bantuan perangkat lunak Matlab.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

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

Untuk analisa sistem kendali terdiri dari analisa kesalahan, analisa peralihan, analisa performansi lingkaran terbuka dalam domain frekuensi dan analisa performansi lingkaran tertutup dalam domain frekuensi serta hubungan performansi dalam domain waktu dan dalam domain frekuensi. Untuk pengendali yang dirancang yaitu Pengendali Proporsional Integral Diferensial (PID).

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan diagram alir penelitian, langkah-langkah penelitian

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

Bagian ini mendeskripsikan pendahuluan, analisa sistem kendali posisi motor arus searah tanpa pengendali, analisa sistem kendali posisi motor arus searah dengan pengendali terhadap variasi parameter. Analisa yang dilakukan terdiri dari analisa kesalahan, analisa peralihan, analisa performansi analisa performansi lingkaran terbuka dalam domain frekuensi dan analisa performansi lingkaran tertutup dalam domain frekuensi.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.