

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut undang – undang No.30 tahun 2007, energi terbarukan mencakup berbagai sumber yang dapat diperbarui, seperti contoh energi matahari, listrik, air dan angin [1]. Berbagai perangkat yang memerlukan energi listrik memiliki komponen kunci, yaitu penyuplai daya, yang akan diubah agar sesuai dengan kebutuhan perangkat tersebut. Dalam konteks ini, terdapat berbagai jenis sumber energi listrik, salah satunya adalah baterai. Dulu baterai hanya dapat digunakan satu kali, namun kini baterai dapat diisi ulang melalui proses *charging*. Agar baterai tetap awet dan aman saat diisi ulang maupun saat digunakan, diperlukan komponen elektronika yang berkualitas baik. Peralatan elektronik telah lama digunakan oleh masyarakat, baik dalam sektor tenaga listrik maupun berbagai perangkat lainnya. Penggunaan alat-alat ini semakin meluas seiring dengan bertambahnya jumlah dan jenis perangkat yang tersedia, yang pada gilirannya meningkatkan permintaan akan komponen-komponen tertentu, salah satu jenis komponen yang penting adalah transformator.

Transformator terdapat keutamaan yang paling penting, yaitu inti besi. Inti besi adalah sebuah komponen utama yang wajib diperhatikan karena dengan inti besi ini gulungan primer dan gulungan sekunder dapat terhubung. Semakin tipis lapisan inti besi yang digunakan maka akan semakin baik inti besi tersebut. Prinsip kerja suatu transformator adalah apabila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan sumber, maka pada kumparan tersebut akan mengalir arus bolak-balik I_2 , karena kumparan memiliki inti, maka arus I_2 akan menimbulkan fluks magnet yang juga akan berubah-ubah terhadap intinya. Gulungan sekunder pada transformator terhubung ke beban melalui induksi elektromagnetik. Besar tegangan pada gulungan sekunder bergantung pada rasio lilitan antara gulungan primer dan sekunder. Jika gulungan sekunder memiliki lebih banyak lilitan, transformator berfungsi sebagai *step-up* transformer yang menaikkan tegangan. Sebaliknya, jika

gulungan sekunder memiliki lilitan lebih sedikit, transformator berfungsi sebagai *step-down* transformer yang menurunkan tegangan.

Terdapat dua jenis transformator, salah satunya adalah transformator toroid. Transformator toroid merupakan salah satu komponen penting dalam sistem kelistrikan yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti perangkat audio, sistem pengisian daya, dan peralatan elektronik lainnya. Berbeda dengan transformator tradisional, transformator menawarkan sejumlah keunggulan, antara lain efisiensi energi yang lebih tinggi, ukuran yang lebih ringkas, dan tingkat interferensi elektromagnetik yang lebih rendah. Keunggulan ini menjadikan transformator sebagai pilihan utama untuk aplikasi yang membutuhkan kinerja optimal dalam ruang terbatas. Namun, proses pembuatan transformator bukannya tanpa tantangan. Salah satu masalah signifikan yang dihadapi dalam produksi transformator adalah ketidakakuratan dalam proses penggulangan kawat. Proses manual sering kali mengakibatkan kesalahan, seperti jumlah lilitan yang tidak tepat dan tegangan kawat yang tidak merata. Kesalahan ini dapat berdampak langsung pada kinerja transformator, yang menyebabkan penurunan efisiensi dan masa pakai yang lebih pendek. Selain itu, proses manual cenderung memakan waktu, yang dapat menghambat produktivitas dan meningkatkan biaya produksi. Di era industri yang semakin kompetitif, otomatisasi dalam proses produksi menjadi sangat penting. Dengan menerapkan otomatisasi pada penggulangan transformator toroid, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi potensi kesalahan manusia, dan mempercepat waktu produksi. Selain itu, otomatisasi juga memberikan keuntungan berupa pengumpulan data yang akurat, yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut guna meningkatkan proses produksi. Oleh karena itu, pengembangan mesin penggulang transformator toroid otomatis menjadi kebutuhan yang mendesak.

Upaya meningkatkan efektivitas proses penggulangan pada mesin transformator toroid sangat penting untuk memperoleh hasil yang efisien dan presisi. Transformator toroid banyak digunakan karena memiliki efisiensi tinggi, rugi daya rendah, serta bentuk yang kompak sehingga lebih hemat ruang dan sesuai untuk berbagai aplikasi industri. Namun, proses penggulangan kawat pada inti toroid memerlukan pengendalian kecepatan motor yang stabil agar jumlah lilitan,

kerapatan, dan ketebalan gulungan dapat terjaga sesuai spesifikasi. Ketidakstabilan kecepatan selama proses penggulangan dapat menyebabkan variasi kualitas, ketidakaturan lilitan, serta potensi kerusakan kawat, yang berdampak pada peningkatan waktu pengerjaan dan biaya produksi. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian yang mampu menjaga kestabilan putaran motor secara real-time untuk memastikan proses penggulangan berjalan konsisten sesuai kebutuhan. Penggunaan sensor kecepatan dan metode pengendalian seperti PID (Proportional–Integral–Derivative) memungkinkan mesin melakukan penyesuaian otomatis terhadap perubahan beban selama penggulangan. Dengan pengendalian yang tepat, proses penggulangan dapat berlangsung lebih rapi, akurat, dan efisien, sehingga kualitas transformator yang dihasilkan dapat meningkat serta mampu memenuhi standar industri yang semakin kompetitif.

Efisiensi kontrol kecepatan dan posisi yang akurat dan presisi pada penggulangan, tugas akhir ini berfokus pada pengembangan metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID) pada tugas akhir ini. Metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID) dikenal luas sebagai pendekatan yang efektif dalam pengendalian kecepatan dan posisi, karena kemampuannya dalam mengurangi kesalahan *steady-state* serta meningkatkan kestabilan sistem. Dalam konteks penelitian ini, rancangan mesin transformator toroid dengan sistem kontrol berbasis metode PID ditujukan untuk mengatasi kendala presisi dalam pengaturan kecepatan dan posisi yang sering ditemui pada kontrol konvensional. Sistem ini diharapkan mampu merespons perubahan secara dinamis, memperbaiki akurasi pengaturan, serta memberikan stabilitas yang optimal dalam berbagai kondisi operasional. Penggunaan metode PID ini memungkinkan sistem untuk melakukan penyesuaian yang diperlukan secara otomatis, sehingga mengurangi kebutuhan intervensi manual yang sering kali memakan waktu. Dengan adanya kontrol yang lebih responsif, diharapkan proses penggulangan dapat dilakukan dengan lebih efisien, mengurangi risiko kesalahan yang dapat terjadi selama operasi. Selain itu, efektivitas metode PID dalam mengatasi gangguan eksternal juga menjadi salah satu keunggulannya, sehingga menjaga kinerja sistem tetap konsisten meskipun terdapat fluktuasi dalam beban atau kondisi lingkungan. Dengan adanya metode PID, transformator toroid ini diharapkan mampu menghasilkan kontrol yang lebih

handal dan efisien dalam memenuhi kebutuhan industri modern yang mengutamakan ketepatan dan keandalan sistem. Penerapan sistem kontrol ini diterapkan pada pengontrol kecepatan pada saat penggulungan, dan mengontrol posisi yang akurat dan presisi pada saat penggulungan. Integrasi teknologi canggih seperti algoritma pembelajaran mesin dapat lebih meningkatkan kinerja kontrol metode PID, menjadikannya solusi yang lebih inovatif dan adaptif untuk tantangan industri yang terus berkembang. Dengan demikian, pengembangan lebih lanjut dari sistem ini akan berkontribusi signifikan terhadap kemajuan teknologi dalam bidang pengendalian sistem industri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka berikut adalah permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini:

1. Bagaimana membuat mesin penggulung transformator toroid yang dapat mengendalikan kecepatan penggulungan lilitan kawat?
2. Bagaimana metode PID mengontrol kecepatan lilitan kawat mesin penggulung transformator toroid secara bersamaan?
3. Bagaimana menghitung jumlah gulungan lilitan transformator toroid sesuai spesifikasi teknis?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Penelitian tugas akhir mengenai rancang bangun mesin penggulung transformator toroid dalam pengendalian kecepatan dan posisi kern berbasis metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID) dalam pengendalian kecepatan dan posisi mempunyai tujuan dan manfaat sebagai berikut.

1.3.1. Tujuan

Tujuan yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini di antaranya yaitu sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan mesin penggulung transformator toroid yang dilengkapi dengan sistem kontrol berbasis metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID).

2. Menganalisis performa metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID) dalam kontrol kecepatan pada mesin transformator toroid.
3. Bisa menerapkan pengukuran dalam perhitungan menggunakan rumus matematika.

1.3.2. Manfaat

Manfaat dari adanya penelitian tugas akhir ini diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Terciptanya alat penggulung transformator toroid dengan pengendali berdasarkan metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID).
2. Meringankan pekerjaan manusia agar tidak perlu menggulung transformator secara manual dapat sehingga dapat dilakukan secara otomatis sesuai ukuran yang diperlukan.
3. Mampu menaikkan bisnis berbasis UMKM pada masyarakat.

1.4. Batasan Masalah

Adapun permasalahan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini memiliki batasannya adalah sebagai berikut :

1. Hanya menggulung transformator toroid dengan ukuran kern Dd 12 cm, DI 7 cm, tinggi 3 cm, menggunakan kawat ukuran 0,45 mm.
2. Metode kontrol yang digunakan hanya metode *Proportional-Integral-Derivative* (PID).
3. Dalam menentukan ukuran transformator toroid, hanya menggunakan perhitungan manual sesuai rumus dasar yang telah ditentukan, tanpa bantuan perangkat lunak simulasi atau metode perhitungan otomatis.

1.5. Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Metodologi penelitian merupakan tahapan untuk memberikan batasan dan memperjelas pokok permasalahan dengan tujuan dan kegunaan tertentu dari penelitian yang akan dilakukan. Adapun metodologi penelitian sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Tujuan dalam penulisan sumber informasi dalam tahap pertama dalam melakukan studi literatur dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi dari

berbagai sumber yang relevan. Pada tahap ini, berbagai teori, konsep, dan penelitian terdahulu yang terkait dengan transformator toroid, proses penggulangan otomatis, serta metode kontrol PID akan ditinjau secara mendalam. Studi literatur dilakukan untuk memahami secara komprehensif prinsip kerja, kelebihan, dan kekurangan yang telah ada, serta menjadikan dasar yang kuat dalam proses perancangan dan implementasi sebuah sistem yang akan dikembangkan nantinya.

2. Kebutuhan Sistem

Dalam menentukan kebutuhan sistem untuk mesin penggulangan transformator toroid otomatis, pada tahap ini dilakukan identifikasi spesifikasi teknis dan fungsional yang diperlukan untuk membangun sistem. Kebutuhan ini meliputi komponen – komponen seperti motor *setepper* untuk penggerak kern, motor DC penggerak penggulang, *speed sensor encoder*, aktuator, kontroler, serta perangkat lunak yang akan digunakan. Selain itu, batasan - batasan sistem seperti jumlah lilitan, ukuran kawat, dan kapasitas produksi juga akan diidentifikasi untuk memastikan sistem mampu bekerja secara optimal sesuai yang diharapkan atau belum.

3. Perancangan

Tahap ini merupakan proses perancangan detail dari sistem penggulangan transformator toroid otomatis. Perancangan mencakup pembuatan diagram alir proses penggulangan, desain mekanis mesin, serta pemilihan komponen elektronik yang sesuai. Pada tahap ini, sistem kontrol menggunakan metode PID juga mulai dirancang dengan memperhitungkan parameter - parameter yang akan dikendalikan. Skema perancangan harus memenuhi kebutuhan sistem dan menjamin bahwa proses penggulangan dapat dilakukan secara otomatis dan akurat.

4. Pengujian Sistem

Setelah perancangan sistem selesai, langkah selanjutnya adalah membuat pemodelan matematis dari sistem. Pemodelan ini mencakup representasi sistem penggulangan dalam bentuk persamaan matematis yang akan digunakan oleh metode PID untuk memprediksi dan mengontrol perilaku sistem. Metode ini melibatkan pemodelan dinamika motor penggerak, sensor, dan aktuator yang terintegrasi dalam sistem dapat berjalan dengan lancar. Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk

menciptakan simulasi sistem yang dapat digunakan untuk menguji performa kontroler PID sebelum diterapkan pada sistem fisik.

5. Penyusunan Laporan

Tahap terakhir adalah penyusunan laporan penelitian. Pada tahap berikut, semua data pengujian akan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan mengenai keberhasilan alat dan metode yang digunakan dalam penelitian, laporan penelitian akan berisi saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

1.6. Sistematika Penulisan Skripsi

Adapun sistematika penulisan skripsi dari beberapa jumlah bab disajikan sebagai berikut.

1. BAB 1 : Pendahuluan

Bab pertama berisi tentang pendahuluan yang menjelaskan latar belakang pada pengambilan topik yang akan diangkat, permasalahan dari topik, tujuan, dan manfaat.

2. BAB II : Teori Penunjang

Bab kedua menjelaskan tentang teori terkait dan beberapa data alat yang digunakan sebagai penunjang skripsi.

3. BAB III : Perancangan Sistem

Bab ketiga berisi mengenai urutan langkah-langkah yang dilaksanakan pada penelitian, berupa perancangan alat penggulung lilitan kern dari segi mekanik, elektronik, dan program.

4. BAB IV : Implementasi dan Hasil

Bab keempat menjelaskan pembahasan dari hasil dari pengujian alat penggulung lilitan kern yang telah dikerjakan.

5. BAB V : Penutup

Bab kelima mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dikerjakan dan saran.

1.7. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan sistematis penelitian dibutuhkan jadwal rencana untuk kegiatan agar penelitian bisa berjalan sesuai dengan jadwal yang diharapkan. Rincian dan waktu pelaksanaan penelitian dapat ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Studi literasi berupa jurnal mengenai <i>transformator</i> toroid, prosiding, jurnal, buku, dan penelitian penggulung <i>transformator</i> dengan sistem PID.						
2	Merancang desain alur kerja sistem mesin penggulung <i>transformator</i> toroid, desain rangkaian komponen elektronika, sensor, <i>driver</i> motor dan motor <i>stepper</i> . Motor DC						
3	Membuat mekanik penggulung <i>transformator</i> toroid.						
4	Perancangan dan perakitan komponen elektronika.						
5	Membuat program untuk sensor <i>rotary encoder</i> dan kontrol motor <i>stepper</i> dan motor DC.						
6	Pengujian motor <i>stepper</i> , sensor <i>rotary encoder</i> , dan motor DC						
7	Pembuatan laporan akhir						