

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi industri mendorong perusahaan manufaktur untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi melalui penerapan sistem kontrol otomatis. Pada industri pengolahan baja, proses pemotongan material memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi karena hasil pemotongan harus sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Penggunaan PLC dan HMI menjadi salah satu solusi yang banyak diterapkan untuk meningkatkan akurasi, produktivitas, dan kemudahan pemantauan proses produksi [1].

CV Perjuangan Steel Surabaya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan dan pemotongan material baja. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, proses pemotongan masih mengalami kendala pada pengaturan panjang material sebelum dipotong. Pengukuran yang masih bergantung pada operator menyebabkan terjadinya selisih ukuran hasil potong, proses kerja yang kurang efisien, serta meningkatkan risiko human error. Selain itu, belum tersedia sistem monitoring yang mampu menampilkan posisi material secara real time sehingga operator harus melakukan pengawasan secara terus-menerus [2].

Permasalahan tersebut penting untuk diteliti karena ketidaktepatan hasil pemotongan dapat menyebabkan pemborosan bahan, penurunan kualitas produk, dan peningkatan biaya produksi. Semakin tinggi tingkat kesalahan pemotongan, semakin besar pula kerugian yang dapat dialami perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mengontrol posisi pemotongan secara akurat dan konsisten [3].

Secara teoritis, metode Proportional Integral Derivative (PID) mampu memperkecil error antara nilai setpoint dan nilai aktual sehingga menghasilkan kontrol posisi yang lebih stabil dan presisi. Namun, kondisi yang terjadi di CV Perjuangan Steel Surabaya menunjukkan bahwa pengendalian pemotongan belum menggunakan sistem kontrol PID secara otomatis. Akibatnya, masih terdapat ketidaksesuaian antara panjang target dan panjang hasil pemotongan [4].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memilih judul “Rancang Bangun Prototype Sistem Control Mesin Potong Berbasis PLC Mitsubishi dan HMI dengan Metode PID Kontrol Posisi di CV Perjuangan Steel

Surabaya”. dipilih karena memiliki tujuan untuk menghasilkan sistem pemotongan yang lebih akurat, stabil, dan efisien. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan pengukuran panjang material, meningkatkan kualitas hasil pemotongan, meminimalkan limbah produksi, serta mendukung penerapan teknologi otomasi industri yang lebih modern di CV Perjuangan Steel Surabaya [5].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diketahui bahwa proses pengukuran panjang material sebelum pemotongan masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pengukuran, ketidaksesuaian panjang hasil potong, serta menurunkan efisiensi proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem kontrol otomatis yang mampu mengendalikan posisi material secara akurat dan stabil. Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Bagaimana merancang dan membangun prototype sistem kontrol mesin potong berbasis PLC Mitsubishi FX3U dan Human Machine Interface (HMI) Weintek yang mampu mengintegrasikan motor stepper NEMA 23, driver TB6600, rotary encoder, dan sensor proximity sehingga proses pengukuran serta pemotongan material dapat dilakukan secara otomatis sesuai nilai panjang yang telah ditentukan?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode Proportional Integral Derivative (PID) sebagai pengendali posisi motor stepper NEMA 23 berdasarkan sinyal umpan balik dari rotary encoder melalui proses pemodelan sistem orde dua dan penalaan parameter menggunakan metode Ziegler-Nichols sehingga diperoleh respon sistem yang cepat, stabil, dan mampu meminimalkan kesalahan posisi?
3. Bagaimana kinerja prototype sistem kontrol mesin potong setelah metode PID diterapkan, ditinjau berdasarkan hasil pengujian akurasi panjang pemotongan, error posisi, respon sistem, serta kestabilan sistem, sehingga dapat diketahui efektivitas penerapan metode PID dalam meningkatkan performa sistem dibandingkan kondisi tanpa menggunakan kontrol PID?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Yang pertama Sebagai persyaratan akademis menyelesaikan studi pada Program Studi S-1 Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Yang kedua Merancang dan membangun prototipe sistem kontrol mesin potong berbasis PLC Mitsubishi dan HMI dengan metode PID kontrol posisi untuk meningkatkan akurasi, kestabilan, dan efisiensi proses pemotongan material di CV Perjuangan Steel Surabaya [7].

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Merancang dan membangun prototipe sistem kontrol mesin potong berbasis PLC Mitsubishi dan HMI yang terintegrasi dengan rotary encoder, motor stepper, dan mekanisme pemotongan sehingga mampu melakukan proses pengukuran serta pemotongan material secara otomatis [6].
2. Penerapan metode PID (Proportional Integral Derivative) sebagai kontrol posisi pada sistem untuk mengendalikan pergerakan material berdasarkan umpan balik dari rotary encoder sehingga panjang material dapat mencapai nilai setpoint yang telah ditentukan [5].
3. Menguji dan menganalisis kinerja sistem yang dirancang berdasarkan tingkat akurasi hasil pemotongan, nilai error yang dihasilkan, kestabilan kontrol posisi, serta kemampuan sistem dalam mengurangi kesalahan pengukuran dibandingkan proses pemotongan secara manual [8].

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Mesin Potong Berbasis PLC Mitsubishi dan HMI dengan Metode PID Kontrol Posisi di CV Perjuangan Steel Surabaya diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis bagi dunia pendidikan, industri, dan pengembangan teknologi otomasi.

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan referensi ilmiah di bidang sistem kontrol, khususnya mengenai penerapan Programmable Logic Controller (PLC), Human Machine Interface (HMI), dan metode Proportional Integral Derivative (PID) pada sistem kontrol posisi mesin potong. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi bahan kajian bagi mahasiswa, peneliti, maupun akademisi yang ingin mengembangkan teknologi otomasi industri yang berkaitan dengan pengendalian posisi dan

pengukuran panjang material secara otomatis. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan PID pada sistem kontrol berbasis PLC mampu meningkatkan kestabilan dan akurasi respon sistem sehingga layak dijadikan dasar pengembangan penelitian lebih lanjut [9].

Penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur mengenai integrasi PLC, HMI, sensor umpan balik, dan metode PID dalam aplikasi industri manufaktur. Integrasi teknologi tersebut menjadi salah satu konsep penting dalam perkembangan otomasi industri karena mampu menghasilkan sistem yang lebih adaptif, akurat, dan mudah dioperasikan oleh pengguna [4].

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi CV Perjuangan Steel Surabaya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan akurasi proses pemotongan material dengan memanfaatkan sistem kontrol posisi berbasis PLC Mitsubishi dan metode PID. Sistem yang dirancang dapat membantu mengurangi kesalahan pengukuran panjang material, meminimalkan terjadinya cacat produk, serta mengurangi pemborosan bahan baku akibat hasil pemotongan yang tidak sesuai ukuran. Dengan meningkatnya ketelitian pemotongan, kualitas produk yang dihasilkan perusahaan juga dapat meningkat.

Selain itu, penggunaan HMI memungkinkan operator melakukan pengaturan parameter dan memantau proses pemotongan secara real time. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan terhadap pengukuran manual, menekan risiko human error, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses produksi. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan PLC dan HMI mampu mempermudah monitoring serta meningkatkan efisiensi pengoperasian sistem industri [9].

2. Bagi Mahasiswa dan Akademisi

Penelitian ini dapat menjadi media pembelajaran mengenai penerapan teknologi otomasi industri secara nyata, khususnya pada implementasi PLC Mitsubishi, HMI, rotary encoder, motor stepper, dan kontrol PID. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi dalam penyusunan tugas akhir, penelitian lanjutan, maupun pengembangan media pembelajaran di bidang teknik elektro, mekatronika, dan otomasi industri [10].

3. Bagi Pengembangan Teknologi Otomasi Industri

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu contoh penerapan teknologi otomasi pada proses pemotongan material yang masih dilakukan

secara manual atau semi otomatis. Prototipe yang dihasilkan dapat dikembangkan menjadi sistem yang lebih kompleks dan diterapkan pada skala industri yang lebih besar. Dengan adanya sistem kontrol posisi berbasis PLC, HMI, dan PID, industri dapat meningkatkan produktivitas, kualitas produk, serta daya saing melalui penerapan teknologi otomasi yang lebih modern dan efisien [4].

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka diperlukan batasan penelitian untuk membatasi ruang lingkup pembahasan. Batasan penelitian pada Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Mesin Potong Berbasis PLC Mitsubishi dan HMI dengan Metode PID Kontrol Posisi di CV Perjuangan Steel Surabaya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian terfokus pada perancangan dan pembuatan prototipe mesin potong skala laboratorium yang merepresentasikan prinsip kerja sistem pemotongan material di CV Perjuangan Steel Surabaya, sehingga hasil penelitian tidak membahas implementasi langsung pada mesin produksi Skala industri secara penuh [1].
2. Sistem kontrol menggunakan PLC Mitsubishi sebagai pengontrol utama dan HMI sebagai media monitoring serta pengaturan parameter sistem. Penelitian tidak membahas perbandingan kinerja PLC Mitsubishi dengan merek PLC lainnya maupun sistem kontrol berbasis mikrokontroler atau komputer industri [2].
3. Metode kontrol yang digunakan hanya metode PID (Proportional Integral Derivative) untuk mengontrol posisi panjang material. Penelitian tidak membahas metode kontrol lain seperti Fuzzy Logic, Adaptive Control, Model Predictive Control (MPC), maupun Artificial Intelligence (AI) [3].
4. Sensor yang digunakan untuk umpan balik posisi adalah rotary encoder yang berfungsi membaca material panjang berdasarkan jumlah pulsa yang dihasilkan selama proses pergerakan material. Penelitian tidak membahas penggunaan sensor pengukuran panjang lainnya seperti sensor laser atau sistem penglihatan [4].
5. Aktuator yang digunakan adalah motor stepper NEMA 23 sebagai penggerak material roll dan mekanisme pemotongan. Analisis performa motor hanya terfokus pada kemampuan sistem dalam mencapai posisi yang ditentukan dan tidak membahas karakteristik mekanik motor secara mendalam [5].
6. Pengujian sistem dilakukan berdasarkan parameter akurasi panjang potong, nilai error pengukuran, respon kontrol PID, dan kestabilan sistem kontrol posisi. Penelitian tidak membahas analisis kekuatan mekanik

rangka, umur pakai komponen, maupun aspek ekonomi dan kelayakan investasi alat [6].

7. Materi yang digunakan dalam pengujian berupa benda uji dengan dimensi tertentu yang disesuaikan dengan prototipe penelitian. Penelitian tidak membahas variasi jenis material industri secara menyeluruh maupun pengaruh sifat material terhadap kualitas pemotongan [1].
8. Perancangan HMI difokuskan pada fungsi monitoring, input setpoint panjang, tampilan hasil pembacaan encoder, dan pengoperasian sistem secara real time. Penelitian tidak membahas sistem komunikasi jaringan industri, Internet of Things (IoT), maupun sistem monitoring berbasis cloud [2].
9. Keberhasilan sistem dievaluasi berdasarkan kemampuan prototype dalam mencapai panjang target sesuai setpoint dengan tingkat kesalahan yang minimal. Analisis penelitian difokuskan pada aspek kontrol posisi dan akurasi pemotongan sesuai tujuan penelitian [3].

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Prototype Sistem Kontrol Mesin Potong Berbasis PLC Mitsubishi dan HMI dengan Metode PID Kontrol Posisi di CV Perjuangan Steel Surabaya” disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi setiap bab sehingga memudahkan pembaca dalam memahami penelitian. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.6.1 BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan kondisi umum proses pemotongan material pada industri pengolahan baja, permasalahan yang ditemukan di CV Perjuangan Steel Surabaya, pentingnya penelitian yang dilakukan, serta hubungan antara teori kontrol otomatis dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Selain itu, bab ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian.

1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori yang mendukung penelitian serta hasil penelitian terdahulu yang relevan. Teori yang dibahas meliputi konsep sistem kontrol, Programmable Logic Controller (PLC) Mitsubishi, Human Machine Interface (HMI), metode kontrol PID (Proportional Integral Derivative), rotary encoder, motor stepper NEMA 23, sensor proximity, serta prinsip kerja

mesin potong. Pada bab ini juga dijelaskan kerangka pemikiran dan hipotesis penelitian yang menjadi dasar dalam perancangan system [4].

1.6.3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, mulai dari lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, tahapan perancangan sistem, perancangan perangkat keras (perangkat keras), perancangan perangkat lunak (perangkat lunak), diagram blok sistem, diagram alir program, serta metode pengujian yang digunakan. Selain itu, pada bab ini dijelaskan prosedur penerapan kontrol PID pada PLC Mitsubishi dan mekanisme pengambilan data selama penelitian berlangsung [11].

1.6.4 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil perancangan dan implementasi prototype sistem kontrol mesin potong yang telah dibuat. Pembahasan meliputi hasil pengujian setiap komponen sistem seperti PLC Mitsubishi, HMI, rotary encoder, motor stepper, dan sensor proximity. Selain itu, dilakukan analisis terhadap kinerja metode PID dalam mengontrol posisi pemotongan material berdasarkan nilai setpoint yang diberikan. Hasil pengujian berupa data panjang target, panjang hasil pemotongan, nilai error, serta tingkat akurasi sistem yang dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem yang dirancang [8].

1.6.5 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan. Kesimpulan menjelaskan tingkat keberhasilan prototype dalam mengendalikan posisi pemotongan material menggunakan PLC Mitsubishi, HMI, dan metode PID. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan penelitian selanjutnya, baik dari aspek perangkat keras, perangkat lunak, maupun metode kontrol yang digunakan agar sistem dapat bekerja lebih optimal pada Skala industri yang lebih besar [5].

1.6.6 DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisi seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan penelitian, baik berupa buku, jurnal ilmiah, standar industri, maupun sumber ilmiah lainnya yang mendukung tulisan ilmiah.

1.6.7 LAMPIRAN

Bagian lampiran berisi dokumen pendukung penelitian, seperti program PLC Mitsubishi, desain HMI, diagram tangga, gambar rencana mekanik, diagram blok sistem, data hasil pengujian, perhitungan PID, alat dokumentasi, serta data pendukung lainnya yang digunakan selama proses penelitian.

