

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi otomasi telah mengalami perkembangan pesat dan menjadi kunci utama dalam industri moderen untuk meningkatkan efisiensi produksi serta memastikan kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan pasar. Komponen-komponen utama dalam sistem otomasi meliputi sensor untuk mendeteksi perubahan fisik, aktuator untuk mengubah sinyal kontrol menjadi tindakan fisik, dan pengendali yang berfungsi sebagai otak sistem untuk mengkoordinasikan interaksi antara sensor dan aktuator. Integrasi yang baik dari ketiga komponen ini memungkinkan sistem otomasi untuk merespons dan mengontrol proses produksi secara otomatis, menghasilkan peningkatan efisiensi operasional dan kualitas produk yang konsisten[1]. Hal tersebut berimbas pada perkembangan industri yang ada di Indonesia, termasuk salah satu perusahaan rokok yang bernama PT Gudang Baru Berkah Kapanjen Malang. Banyak asumsi masyarakat yang menyebutkan proses pembuatan rokok masih secara manual yang memanfaatkan keterampilan tangan manusia untuk membuat rokok. Namun, berkenaan dengan perkembangan zaman yang semakin maju, Perusahaan telah memanfaatkan teknologi mesin yang sudah canggih, serta bisa bekerja secara otomatis. Salah satu mesin yang digunakan pada perusahaan rokok PT Gudang Baru Berkah di Kapanjen adalah Mesin Label slof buatan PT X Jakarta.

Mesin ini memiliki teknologi yang terbilang sudah maju namun masih memiliki kekurangan dalam proses produksi, terkhusus dalam konfigurasi sistem. Sulitnya teknisi melakukan sinkronisasi antara sistem *gume tape* dengan Konveyor, akan memakan waktu jeda produksi yang cukup lama. Hal ini menjadi permasalahan dalam hal kerugian produksi, karena berimbas pada mesin lain yang seharusnya berjalan. Hasil produksi yang kurang stabil akan menurunkan kualitas produk terhadap *customer*. Selain itu terdapat Mesin Label yang rusak dan sudah lama terbengkalai. Hal ini mengakibatkan proses pelabelan dilakukan secara manual oleh tenaga manusia.

Untuk mendapatkan kualitas produksi yang bagus, diperlukan mesin yang dapat melabel slof dengan baik dan presisi, serta memudahkan teknisi melakukan

pengaturan dan konfigurasi sistem terkhusus ketika *trial* Mesin Label. Pemanfaatan fitur dari PLC merupakan metode paling efektif dalam pengontrolan sistem yang ada pada Mesin Label. Selain itu pemanfaatan HMI pada mesin yang sudah terpasang harusnya dilakukan secara maksimal. Komunikasi antara PLC dengan aktuator perlu diperhatikan untuk meningkatkan keakuratan pengiriman dan penerimaan data. Dalam hal ini adalah sistem Konveyor yang berperan sebagai pembawa produk pada proses pelabelan yang dilakukan oleh sistem *gume tape*. Kendali, konfigurasi dan monitoring kecepatan, perlu divisualisasikan pada HMI untuk menghasilkan kinerja sistem yang andal. Untuk melakukan hal tersebut diperlukan sistem komunikasi yang tepat antara Inverter dengan PLC. Salah satu komunikasi tersebut adalah Modbus RTU yang merupakan varian Modbus sebagai komunikasi serial. Pada pengaturan kecepatan Motor Stepper yang digunakan sebagai penggerak sistem *gum tape* adalah pemrograman PWM terhadap Driver Stepper yang sudah terpasang pada mesin sebelumnya.

Selain itu diperlukan kestabilan pada kecepatan Konveyor yang mana selain mekanisme Mesin Label yang harus presisi, kecepatan Konveyor juga berpengaruh terhadap proses pelabelan. Perubahan kecepatan Konveyor karena beban mekanis, akan mengakibatkan perubahan posisi material pada produk. Penambahan kontrol PID *autotuning* sebagai kontrol posisi motor dengan *belt* Konveyor merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. PID *autotuning* ini tersedia pada PLC Omron CP1E yang bisa diaplikasikan sebagai kontrol otomatisasi yang membutuhkan *feedback*. Dengan adanya Kontrol PID, kecepatan Konveyor akan terkontrol secara otomatis meskipun terjadi perubahan kecepatan karena beban mekanis. Sehingga kecepatan Konveyor akan lebih stabil yang menjadikan proses pelabelan pada sistem *gume tape* menjadi lebih presisi.

1.2 Karakteristik Produk

Deskripsi umum konsep sistem/produk :

1. Fungsi Utama

Konsep desain dan pengembangan Mesin Label terfokus pada sistem otomasi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi,

mengatasi permasalahan sinkronisasi, dan meningkatkan presisi pelabelan. Sistem ini menggabungkan teknologi PLC, HMI, Konveyor, Motor Stepper, dan Inverter untuk mencapai tujuan tersebut.

2. *Feature* Dasar

- **PLC (Omron CP1E):** Berfungsi sebagai "otak" sistem, mengontrol dan mengkoordinasikan interaksi antara semua komponen.
- **HMI:** Memungkinkan teknisi untuk memantau dan mengontrol sistem secara real-time, serta memudahkan konfigurasi dan pengaturan.
- **Motor Stepper:** Penggerak sistem *gume tape*.
- Driver Stepper : Sebagai kontrol Motor Stepper.
- **Inverter:** Mengatur kecepatan Motor Stepper.
- Motor Induksi: Penggerak sistem Konveyor.
- Sistem *gume tape* : Mekanis proses pelabelan.
- Konveyor: Membawa produk untuk proses pelabelan.

3. *Feature* Unggulan

- Sinkronisasi Sistem yang Presisi: Menjamin kesesuaian antara pergerakan sistem *gume tape* dan Konveyor untuk menghasilkan pelabelan yang presisi dan akurat.
- Kontrol Posisi Motor Stepper: Memungkinkan pengaturan posisi Motor Stepper dengan presisi tinggi, memastikan label ditempatkan pada tempat yang tepat agar meningkatkan kualitas estetika produk dan meningkatkan kepuasan pelanggan.
- Kontrol Kecepatan Konveyor yang Stabil: Menjaga kecepatan Konveyor yang konsisten, memungkinkan proses pelabelan yang lancar dan efisien. Mencegah pergeseran label atau kerusakan produk akibat perubahan kecepatan Konveyor.
- HMI Visualisasi yang Interaktif: Menyediakan antarmuka yang mudah digunakan untuk memantau dan mengontrol sistem secara real-time dan mempermudah konfigurasi dan pengaturan sistem untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan.

- Kontrol PID *autotuning*: Menyesuaikan parameter kontrol PID secara otomatis untuk mencapai performa optimal serta meningkatkan stabilitas dan respon sistem terhadap perubahan kondisi operasi pada sistem Konveyor.
- Komunikasi Modbus RTU yang Efisien: Memungkinkan transfer data yang cepat dan andal antar komponen sistem dan mengurangi waktu jeda dan meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan.

1.3 Business Analysis

Desain dan pengembangan Mesin Label slof di PT Gudang Baru Berkah Kepanjen Malang menghadirkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Sistem ini menawarkan berbagai keunggulan, seperti kemudahan konfigurasi sinkronisasi presisi antara sistem *gume tape* dengan Konveyor, kontrol posisi Motor Stepper yang akurat, dan kontrol kecepatan Konveyor yang stabil. Fitur-fitur ini menghasilkan pelabelan yang presisi dan konsisten, meminimalkan cacat produk, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Lebih lanjut, sistem ini dilengkapi dengan HMI yang interaktif untuk pemantauan dan kontrol secara *real-time*, kontrol PID *autotuning* untuk optimasi performa Kestabilan kecepatan Konveyor, dan komunikasi Modbus RTU yang efisien. Fitur-fitur ini meningkatkan fleksibilitas, kemudahan penggunaan, dan keandalan sistem.

Desain dan pengembangan Mesin Label slof menawarkan berbagai manfaat, seperti peningkatan performa mesin, peningkatan kualitas hasil produksi, dan peningkatan kepuasan pelanggan. Hal ini pada akhirnya mengarah pada peningkatan daya saing perusahaan dan membuka peluang untuk ekspansi pasar. Dengan demikian, Desain dan pengembangan Mesin Label slof merupakan investasi yang tepat bagi industri rokok yang ingin meningkatkan efisiensi, kualitas, dan daya saing dalam proses pelabelan produk mereka. Selain pada Mesin Label metode yang akan digunakan juga bisa diterapkan pada sistem yang lain, guna untuk mengembangkan sistem menjadi lebih canggih dan otomatisasi yang pintar.

1.4 Product Development Planning

1.4.1 Development Effort

Inventaris *effort* yang dibutuhkan / dikeluarkan :

1. *Man-month*

Pengembangan mesin label s/of ini dikerjakan dengan durasi 5 bulan,

2. *Machine-time*

Pada pengerjaan proyek ini, dibutuhkan peralatan untuk menunjang kebutuhan, diantaranya sebagai berikut:

➤ PC / Laptop masing-masing mahasiswa untuk mengerjakan dokumen, melakukan perhitungan dan penyimpanan atas pengambilan data dari percobaan pengembangan Mesin Label.

➤ *Development tools*

Pada proses desain dan pengembangan Mesin Label, dibutuhkan peralatan *hardware* dan *software* sebagai kontrol panel dan perancangan sistem sebagai berikut:

- PLC yang sebagai kontrol utama otomatisasi kelistrikan Mesin Label.
- HMI untuk visualisasi, konfigurasi dan monitoring sistem.
- Inverter sebagai kontrol motor induksi yang digunakan sebagai penggerak Konveyor.
- Driver Stepper sebagai kontrol pulse Motor Stepper untuk menggerakkan sistem *gume tape*.
- Label sensor sebagai brake sistem untuk Motor Stepper.
- Sensor Photo Elektrik sebagai deteksi produk.
- Tower Light sebagai indikasi ketika terjadi *failure* pada sistem.
- CX-Programmer sebagai Kode program untuk memprogram PLC.
- NB-Designer sebagai desain HMI.
- SEE-Electrical digunakan sebagai rancangan wiring komponen yang digunakan.

➤ **Kebutuhan pengalaman**

Untuk melakukan pengerjaan proyek ini, dibutuhkan beberapa ahli untuk menunjang proses desain dan pengembangan Mesin Label sebagai berikut:

- Dosen Pembimbing yang berperan sebagai pembimbing dan penanggung jawab dalam proyek ini.
- Teknisi sebagai pendampingan dan membantu berjalannya pengembangan proyek ini dalam pelepasan panel di dalam mesin.

➤ **Probabilitas keberhasilan**

Probabilitas keberhasilan dalam pengerjaan proyek ini tergolong cukup besar, hal-hal yang menjadi penyebab sebagai berikut:

- Pengadaan komponen difasilitasi oleh perusahaan.
- Pengerjaan mekanik dibantu oleh kepala coordinator teknisi perusahaan.

Walaupun terdapat faktor pendukung keberhasilan diatas, tetapi masih terdapat faktor lain yang menjadi penghambat sebagai berikut:

- Dibutuhkan upaya dan waktu tambahan untuk melakukan studi literatur pada beberapa metode, karena metode pada desain dan pengembangan proyek ini cukup banyak.

1.5 Jadwal Dan Waktu

Tabel 1.1 Jadwal dan Waktu Desain dan Pengembangan Mesin Label

Proses	Fase	Deliverables	Jadwal	Kebutuhan Resources
Perancangan konsep sistem dan spesifikasi	Studi Literatur	-	Bulan ke-1	Dosen pembimbing
	Penetapan fitur sistem	C100		Dosen pembimbing
Spesifikasi teknis	Penetapan Spesifikasi teknis	C200	Bulan ke-2	Dosen pembimbing
Perancangan desain sistem	Penetapan desain sistem	C300 versi 1	Bulan ke-3&4	Dosen pembimbing
	Penetapan desain Sistem lanjut	C300 versi 2		Dosen pembimbing
	Penetapan desain Sistem akhir	C300 versi 3		Kepala koordinator teknisi Perusahaan
Pengerjaan <i>hardware</i>	Pemesanan alat dan bahan	Alat dan bahan lengkap	Bulan ke-5&6	Supplier alat dan bahan, alat komunikasi
	Perakitan alat	Sistem selesai dirakit		Alat dan bahan
	Perancangan <i>hardware</i> tahap awal	C400 versi 1	Bulan ke-7&8	Komponen penyusun produk
	Perancangan <i>hardware</i> final	C400 versi 2		Teknisi Perusahaan
	Pengetesan produk	Validasi <i>trial</i>		C500 versi 1
Validasi <i>commisioning</i>		C500 versi 2	Dosen pembimbing, Teknisi Perusahaan	

1.6 Estimasi Biaya

Berikut tabel estimasi biaya yang dikeluarkan untuk desain dan pengembangan pada Mesin Label.

Tabel 1.2 Rincian Harga untuk Desain dan Pengembangan Mesin label.

No.	Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total Harga
1.	PLC	Rp 2.500.000	1 PCS	Rp 2.500.000
2.	Label Sensor FC-2100	Rp 750.000	2 PCS	Rp 1.500.000
3.	Schneider Inverter	Rp 2.150.000	1 PCS	Rp 2.150.000
4.	Motor Stepper Driver	Rp 225.000	2 PCS	Rp 450.000
5.	<i>Adaptor Power Supply</i>	Rp 200.000	1 PCS	Rp 200.000
6.	Kabel NYAF 1.5mm	Rp 350.000	1 Roll	Rp 350.000
7.	Sensor <i>Proximity</i>	Rp 50.000	2 PCS	Rp 100.000
8.	Sensor <i>Photoelectric</i>	Rp 150.000	2 PCS	Rp 300.000
9.	Ducting 45x45	Rp 50.000	2 PCS	Rp 100.000
10.	Skun <i>Ferrules 1.5</i>	Rp 37.500	2 Pack	Rp 75.000
11.	<i>Tower Light</i>	Rp 350.000	1 PCS	Rp 350.000
12.	Skun Y 1.5	Rp 50.000	1 Pack	Rp 50.000
13.	Relay DC	Rp 50.000	3 PCS	Rp 150.000
14.	MCB	Rp 100.000	1 PCS	Rp 100.000
16.	Rotary Encoder	Rp. 774.000	1 PCS	Rp. 774.000
Total				Rp 9.149.000

1.7 Cluster Plan

Dalam pengerjaan proyek ini akan dilakukan kerjasama dengan beberapa pihak sebagai berikut:

- PT. Gudang Baru Berkah Kepanjen Malang
Pada tempat ini digunakan sebagai sarana untuk mahasiswa dapat melakukan uji coba pengembangan dan riset serta kebutuhan yang dibutuhkan di dalam tugas akhir.
- Base Elektro UMM
Pada base elektro ini digunakan sebagai sarana untuk mahasiswa dapat mengerjakan pengembangan dan riset dan pembuatan dokumen yang dibutuhkan di dalam tugas akhir

1.8 Conclusions

Penggunaan teknologi seperti PLC, HMI, Motor Stepper, dan Inverter diharapkan dapat menyelesaikan masalah sinkronisasi dan stabilitas yang saat ini menghambat produksi. Fitur utama termasuk kontrol PID autotuning dan komunikasi Modbus RTU untuk memastikan presisi dan keandalan sistem. Implementasi sistem ini diharapkan mengurangi kerugian produksi, meningkatkan kualitas produk, dan memudahkan teknisi dalam pengaturan dan konfigurasi mesin. Secara keseluruhan, pengembangan ini diharapkan meningkatkan daya saing perusahaan dengan memodernisasi proses produksi dan mengadopsi teknologi otomasi yang lebih efisien dan efektif.

Proyek ini bertujuan untuk mengatasi masalah sinkronisasi yang saat ini menghambat produksi, serta memodernisasi mesin yang sudah usang. Manfaat yang diharapkan termasuk peningkatan performa mesin, kemudahan dalam konfigurasi sistem dan peningkatan kualitas hasil produksi yang akan memberikan daya saing lebih tinggi bagi perusahaan. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat menjadi investasi yang tepat untuk meningkatkan otomatisasi dan kecanggihan proses produksi di PT. Gudang Baru Berkah.