

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi telah membawa dampak yang signifikan dalam berbagai sektor industri, khususnya pada proses produksi yang menuntut efisiensi, ketepatan, dan keandalan sistem kerja. Salah satu tahapan penting dalam proses manufaktur adalah pemilahan atau sortasi material, yang berfungsi untuk memisahkan material sesuai dengan jenis atau karakteristik tertentu sebelum memasuki proses lanjutan. Proses sortasi yang tidak optimal dapat mengakibatkan penurunan kualitas produk, meningkatnya waktu produksi, serta potensi terjadinya kerusakan pada peralatan industri.

Pada praktiknya, proses sortasi material logam dan non-logam masih banyak dilakukan secara manual, terutama pada skala industri kecil dan menengah maupun dalam kegiatan praktikum pendidikan. Sistem manual tersebut memiliki berbagai keterbatasan, antara lain tingkat ketelitian yang tidak konsisten akibat kelelahan operator, ketergantungan terhadap tenaga kerja manusia dalam jumlah besar, serta meningkatnya risiko kesalahan dan kecelakaan kerja. Selain itu, pengendalian yang kurang presisi juga dapat menyebabkan kerusakan mekanis pada peralatan serta menurunkan efisiensi proses produksi secara keseluruhan.

Oleh karena itu, penerapan sistem otomasi berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. PLC merupakan perangkat kendali industri yang dirancang untuk mengoperasikan sistem secara otomatis dengan tingkat keandalan yang tinggi. Keunggulan PLC meliputi fleksibilitas dalam pemrograman, ketahanan terhadap kondisi lingkungan industri, serta kemudahan dalam pemeliharaan dan proses *troubleshooting*. Dengan memanfaatkan PLC, proses sortasi material dapat dilakukan secara otomatis, berkelanjutan, dan dengan minim intervensi manusia.

Dalam sistem sortasi otomatis, sensor memiliki peranan yang sangat penting sebagai perangkat *input* untuk mendeteksi karakteristik objek. Salah satu sensor yang umum digunakan adalah sensor *proximity* induktif, yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan material logam. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan menghasilkan medan elektromagnetik berfrekuensi tinggi di sekitar kumparan sensor. Ketika objek logam memasuki medan tersebut, akan timbul arus eddy pada permukaan logam yang menyebabkan perubahan karakteristik medan, sehingga sensor menghasilkan sinyal keluaran yang selanjutnya diproses oleh PLC.

Sensor *proximity* induktif mampu mendeteksi berbagai jenis material logam, baik logam feromagnetik maupun non-feromagnetik. Logam feromagnetik seperti besi dan baja memiliki sensitivitas deteksi yang lebih tinggi karena sifat magnetiknya yang kuat. Selain itu, sensor ini juga dapat mendeteksi logam non-feromagnetik seperti aluminium, tembaga, kuningan, nikel, serta *stainless steel*. Namun demikian, jarak deteksi pada logam non-feromagnetik umumnya lebih pendek dibandingkan logam feromagnetik, sehingga diperlukan perancangan posisi dan jarak kerja sensor yang tepat agar sistem dapat bekerja secara optimal.

Dalam implementasinya di dunia industri, sensor *proximity* induktif banyak digunakan pada lini produksi manufaktur untuk mendeteksi keberadaan komponen logam pada jalur konveyor guna memastikan proses berjalan sesuai urutan serta mencegah kerusakan mesin akibat masuknya benda logam yang tidak diinginkan. Selain itu, pada industri daur ulang dan pengolahan limbah, sensor ini dimanfaatkan untuk memisahkan material logam bernilai dari material non-logam sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses daur ulang dan mengurangi potensi kontaminasi. Sensor *proximity* induktif juga digunakan pada sektor otomotif, makanan, dan farmasi sebagai bagian dari sistem inspeksi kualitas untuk mendeteksi kontaminan logam demi menjaga keamanan dan mutu produk.

Dalam penerapan sistem konveyor pada lingkungan industri, penggunaan motor listrik tiga fasa sebagai penggerak konveyor perlu mempertimbangkan kebutuhan daya, ketersediaan sumber listrik tiga fasa, serta perangkat pendukung instalasi dan pengamanannya. Penggunaan motor tiga fasa dapat memberikan kemampuan penggerak yang sesuai untuk beban dan operasi kontinu pada sistem industri, tetapi penerapannya juga memerlukan infrastruktur kelistrikan yang lebih

kompleks dibandingkan dengan penggunaan motor arus searah (DC) pada sistem berskala kecil. Kebutuhan tersebut dapat meliputi penyediaan sumber listrik tiga fasa, perangkat proteksi, serta perangkat pengendali motor sesuai dengan karakteristik beban yang digunakan. Kondisi tersebut dapat menambah kebutuhan instalasi dan biaya operasional apabila sistem diterapkan pada fasilitas yang belum memiliki infrastruktur listrik tiga fasa yang sesuai.

Selain kebutuhan penggerak konveyor, penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai sistem kendali juga memerlukan catu daya dan perangkat pendukung agar proses otomasi dapat berjalan dengan baik. Meskipun konsumsi daya PLC relatif kecil dibandingkan dengan beban utama seperti motor konveyor, penerapannya tetap memerlukan perangkat pendukung berupa catu daya, rangkaian masukan dan keluaran, serta instalasi pengkabelan yang sesuai. Oleh karena itu, pemilihan komponen pada sistem otomasi perlu disesuaikan dengan kebutuhan proses, kapasitas beban, ketersediaan sumber daya listrik, serta aspek efisiensi dan kemudahan pemeliharaan.

Pada penelitian ini, sistem konveyor menggunakan motor DC yang memperoleh suplai melalui adaptor dan dioperasikan secara langsung dari sumber listrik 220 VAC. Penggunaan motor DC dipilih karena sesuai dengan skala dan kebutuhan sistem *prototype* yang dirancang, sehingga tidak memerlukan sumber listrik tiga fasa khusus untuk menggerakkan konveyor. Dengan demikian, kebutuhan instalasi kelistrikan penggerak konveyor dapat dibuat lebih sederhana, sedangkan PLC tetap digunakan sebagai pengendali utama proses sortasi sensor dan aktuator sesuai dengan logika kendali yang telah dirancang.

Dalam hal ini, penggunaan teknologi otomasi berbasis PLC dapat menjadi solusi yang tepat. Sistem ini tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi dan ketepatan proses sortasi material logam dan non-logam, tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manusia, menekan biaya operasional, serta meningkatkan keandalan dan konsistensi proses pemilahan. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem sortasi logam dan non-logam berbasis PLC yang dapat memberikan solusi terhadap permasalahan pemilahan material, serta menghasilkan sistem yang mudah dioperasikan, mudah dipelihara, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran serta implementasi di lingkungan industri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mengintegrasikan PLC, sensor *proximity* induktif, sensor *proximity* kapasitif, dan aktuator pneumatik menjadi satu sistem kendali sortasi yang sinkron?
2. Bagaimana merancang logika program pada PLC agar aktuator pneumatik dapat melakukan pemisahan material non-logam dengan ketepatan waktu yang sesuai dengan proses sortasi?
3. Bagaimana kinerja sistem sortasi dalam mendeteksi dan memisahkan material logam dan non-logam berdasarkan hasil pengujian sistem?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dalam penelitian ini, diperlukan batasan masalah, sehingga skripsi ini tetap fokus pada permasalahan yang diangkat adalah sebagai berikut:

1. Sistem kendali utama menggunakan PLC Schneider Zelio Logic SR2B121BD sebagai pengendali proses sortasi dan diprogram menggunakan perangkat lunak *Zelio Soft 2* dengan bahasa pemrograman *Ladder Diagram*.
2. Objek yang disortasi dibatasi pada dua jenis material, yaitu logam dan non-logam.
3. Sistem pendeteksian menggunakan sensor *proximity* induktif untuk mendeteksi material logam dan sensor *proximity* kapasitif untuk mendeteksi keberadaan benda pada jalur konveyor.
4. Aktuator pemilah menggunakan silinder pneumatik tipe *double acting* yang dikendalikan melalui *solenoid valve* untuk memisahkan material non-logam dari jalur konveyor.
5. Penelitian berfokus pada sistem kendali kelistrikan dan otomasi, meliputi proses pendeteksian sensor, pengolahan masukan oleh PLC, pengendalian motor konveyor, serta pengendalian aktuator pneumatik. Penelitian tidak membahas kekuatan mekanik dan perhitungan konstruksi konveyor secara mendalam.

6. Sistem pneumatik menggunakan suplai udara bertekanan dari kompresor yang tersedia di laboratorium.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengintegrasikan PLC Schneider Zelio Logic SR2B121BD, sensor *proximity* induktif, sensor *proximity* kapasitif, dan aktuator pneumatik menjadi satu kesatuan sistem sortasi material yang bekerja secara otomatis.
2. Merancang logika pemrograman pada PLC menggunakan *Ladder Diagram* untuk mengatur urutan kerja konveyor dan aktuator pneumatik dalam proses pemindahan dan pemisahan material.
3. Menerapkan sistem deteksi untuk membedakan material logam dan non-logam menggunakan sensor *proximity* induktif dan sensor *proximity* kapasitif.
4. Menghasilkan sebuah *prototype* sistem sortasi yang dapat digunakan sebagai modul praktikum untuk mendukung pembelajaran otomasi industri berbasis PLC.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan pemahaman praktis mengenai integrasi dan pemrograman PLC pada sistem otomasi industri.
2. Memberikan pengalaman langsung dalam mengoperasikan sensor industri, motor konveyor, dan aktuator pneumatik secara terintegrasi.
3. Menjadi sarana bagi mahasiswa untuk mempelajari proses pendeteksian dan pemilahan material logam dan non-logam menggunakan sistem kendali PLC.
4. Menambah inventaris modul praktikum di laboratorium yang relevan dengan penerapan teknologi otomasi industri.
5. Membantu institusi dalam menyediakan media pembelajaran yang aplikatif bagi mahasiswa Teknik Listrik, khususnya dalam memahami integrasi PLC, sensor, konveyor, dan aktuator pneumatik.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Dalam menyelesaikan penelitian ini ada beberapa metode yang digunakan yaitu:

1. Melakukan studi literatur serta pengumpulan data teknis mengenai pemrograman PLC, karakteristik sensor *proximity* induktif dan sensor *proximity* kapasitif, sistem konveyor, serta prinsip kerja aktuator pneumatik.
2. Merancang desain mekanik dan tata letak jalur konveyor beserta penempatan sensor dan silinder pneumatik agar proses pendeteksian serta pemilahan material dapat berjalan sesuai dengan rancangan.
3. Menyusun diagram alir sebagai dasar logika pemrograman yang mengatur urutan kerja alat, mulai dari proses pemindahan material, pendeteksian benda, hingga proses pemisahan berdasarkan jenis material logam dan non-logam.
4. Melaksanakan proses perakitan perangkat keras dan pengabelan komponen masukan maupun keluaran pada terminal PLC dengan memperhatikan keterhubungan antar-komponen dan keamanan sistem kelistrikan.
5. Membangun program kendali menggunakan bahasa *Ladder Diagram* pada perangkat lunak *Zelio Soft 2* untuk mengatur kerja sensor, motor konveyor, dan aktuator pneumatik sesuai dengan urutan proses sortasi.
6. Melakukan pengujian fungsional terhadap sensor, aktuator pneumatik, dan sistem sortasi secara keseluruhan untuk mengetahui kesesuaian kerja sistem dengan rancangan yang telah dibuat.