

MESIN PEMISAH LOGAM MENGGUNAKAN CONVEYOR DAN PNEUMATIK BERBASIS PLC

Saripudin¹⁾, Aditya Pratama²⁾
Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung^{1), 2)}
Email: saripudin@poltektedc.ac.id¹⁾, pratamaadit13.ap@gmail.com²⁾

Abstrak

Penelitian ini membahas pengembangan sistem otomatis yang mengintegrasikan teknologi pneumatik dan kendali berbasis PLC untuk tujuan pemisahan dan pengangkutan barang. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi dan logistik. Dengan menerapkan prinsip-prinsip pneumatik, mesin ini dapat memisahkan barang-barang berbagai jenis berdasarkan kriteria tertentu dengan akurasi yang tinggi. Penggunaan PLC sebagai pusat kendali memungkinkan koordinasi yang tepat dalam mengatur gerakan mekanisme pneumatik. Hasil eksperimen menunjukkan keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsi pemisahan yang diharapkan. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat mengoptimalkan proses produksi dan logistik di berbagai sektor industri.

Kata Kunci: Kendali, Mekanisme Pneumatik, Pemisahan Barang, PLC, Pneumatik, Sektor Industri

Abstract

This research discusses the development of an automated system that integrates pneumatic technology and PLC-based control for the purpose of separation and transportation of goods. This system is designed to enhance efficiency in the production and logistics processes. By applying pneumatic principles, this machine can accurately separate various types of items based on specific criteria. The use of PLC as the central control allows precise coordination in managing pneumatic mechanism movements. Experimental results demonstrate the success of the system in performing the intended separation functions. With the implementation of this system, it is expected to optimize production and logistics processes in various industrial sectors.

Keywords: *Pneumatics, PLC, Industrial Sector, Goods Separation, Control, Pneumatic Mechanism*

I. PENDAHULUAN

Mesin pemisah dan pengangkut barang menggunakan pneumatik berbasis PLC adalah sebuah sistem otomasi yang telah banyak digunakan dalam berbagai industri. Latar belakang pengembangan teknologi ini dapat ditarik dari kebutuhan industri untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya tenaga kerja, dan meningkatkan akurasi proses. Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan sistem pneumatik yang dikendalikan oleh PLC telah menjadi salah satu solusi yang sangat efektif dalam mengatasi berbagai tantangan di dunia manufaktur.

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan otak dari sistem otomasi ini. Dengan menggunakan PLC, kita dapat mengatur dan mengendalikan semua aspek operasi mesin, termasuk waktu, tekanan, dan pergerakan pneumatik. PLC juga memungkinkan integrasi sistem dengan peralatan lain seperti sensor, konveyor, dan perangkat lainnya, sehingga meningkatkan otomasi secara keseluruhan. Dalam konteks industri modern yang semakin kompetitif, pengembangan dan implementasi mesin pemisah dan pengangkut barang menggunakan pneumatik berbasis PLC menjadi suatu keharusan. Teknologi ini memberikan kemampuan untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas produk secara signifikan. Dengan demikian, mesin ini menjadi solusi

yang sangat relevan dan berpotensi besar dalam meningkatkan daya saing perusahaan dalam pasar global yang berubah-ubah.

II. LANDASAN TEORI

A. PLC (*Programmable Logic Controller*)

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah perangkat elektronik yang dirancang khusus untuk mengendalikan proses otomatisasi di berbagai aplikasi industri. Landasan teori utama yang melandasi PLC adalah kemampuannya untuk memproses input digital dan analog, melakukan logika, serta menghasilkan *output* yang sesuai. PLC biasanya digunakan untuk menggantikan kontrol manual dalam sistem produksi, memastikan operasi yang konsisten, dan meningkatkan efisiensi dalam berbagai industri.



Gambar 1. PLC OMRON CPM2A

PLC merupakan peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor

keadaan dari peralatan input untuk kemudian di analisa sesuai dengan, kebutuhan perencana (programmer) untuk mengontrol keadaan output. Sinyal input diberikan kedalam input card. setiap *output* card mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya. Banyaknya *output* tergantung jenis PLC- nya. Pada PLC juga dipersiapkan internal input dan output untuk proses dalam PLC sesuai dengan kebutuhan program. Di mana internal input dan *output* ini hanya sebagai *flag* dalam proses. Di dalam PLC juga dipersiapkan timer yang dapat dibuat dalam konfigurasi *on delay*, *off delay*, *on timer*, *off timer* dan lain- lain sesuai dengan programnya. Untuk memproses timer tersebut, PLC memanggil berdasarkan alamatnya.

Untuk melaksanakan sebagai kontrol sistem, PLC ini didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian peting dari PLC. Program PLC biasanya terdiri dari dua jenis yaitu ladder diagram dan instruksi dasar diagram, setiap PLC mempunyai perbedaan dalam penulisan program(Suprianto, 2015a)

B. Pneumatik

Pneumatik adalah suatu cabang dalam teknik yang berfokus pada penggunaan gas terkompresi, biasanya udara, untuk mengontrol berbagai macam mekanisme dan sistem. Landasan teorinya melibatkan prinsip dasar tentang perilaku gas yang terkompresi, hukum-hukum termodinamika, dan prinsip-prinsip mekanika fluida. Dalam aplikasi industri, pneumatik sering digunakan untuk menggerakkan perangkat mekanis seperti silinder, katup, dan sistem kontrol otomatis (Suprianto, 2015b).



Gambar 2. Sistem Pneumatik

Prinsip dasar pneumatik bergantung pada sifat gas yang dapat terkompresi dengan mudah. Ketika gas tertekan, energi dapat disimpan dalam bentuk potensial yang dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan mekanis.

a. Proximity

Sensor proximity adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek atau benda dalam jarak tertentu tanpa kontak fisik. Prinsip dasar di balik sensor ini adalah pengukuran perubahan dalam medan elektromagnetik atau optik yang dihasilkan oleh objek yang mendekat. Terdapat beberapa teknologi yang digunakan dalam sensor

proximity, termasuk kapasitif, induktif, optik, ultrasonik, dan lainnya (Akbar Asfihan, 2023).



Gambar 3. Sensor Proximity Induktif

b. Reed Switch



Gambar 4. Sensor Reed Switch

Sensor reed switch adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi kehadiran atau perubahan medan magnetik dalam suatu sistem (Automation Forum, t.t.) (Standex Electronics, t.t.). Prinsip dasar dari sensor ini adalah berdasarkan pada penggunaan reed switch, yang merupakan saklar elektromagnetik yang terbuat dari dua strip tipis yang sensitif terhadap medan magnet. Ketika medan magnet mendekati atau meninggalkan sensor, strip-strip tersebut akan terhubung atau terputus, menciptakan sirkuit elektrik yang mengindikasikan kejadian tersebut. Sensor reed switch sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti penghitungan putaran, deteksi pintu terbuka/tutup, dan sistem keamanan.

c. Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor listrik yang beroperasi dengan menggunakan aliran listrik searah atau DC. Prinsip kerjanya didasarkan pada fenomena bahwa ketika arus listrik mengalir melalui seutas kawat yang ditempatkan dalam medan magnet, hal ini akan menghasilkan gaya elektromagnetik yang akan menginduksi pergerakan kawat tersebut. Prinsip ini terkenal dengan Hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik.



Gambar 5. Motor DC Power Window

d. Solenoid Valve



Gambar 6. Solenoid Valve 5/2

Solenoid valve merupakan suatu perangkat elektromekanis yang dipakai untuk mengendalikan pergerakan aliran fluida, seperti gas maupun cairan, dalam sistem otomatisasi dan pengaturan. Dasar kerja solenoid valve didasarkan pada pemanfaatan solenoid, yakni suatu rangkaian kawat yang dapat menciptakan medan magnet ketika diberikan arus listrik. Ketika arus listrik mengalir melewati solenoid, medan magnet yang dihasilkan akan menarik atau mendorong tuas atau *plunger* yang terhubung dengan katup. Efek ini mengubah posisi katup, sehingga dapat membuka atau menutup jalur pergerakan fluida. Melalui pengendalian intensitas arus listrik yang mengalir ke solenoid, kita dapat mengatur pembukaan dan penutupan katup, dengan demikian mengontrol laju aliran fluida dalam sistem. Solenoid valve sangat berperan dalam beragam aplikasi, seperti mengatur aliran air dalam mesin cuci, mengotomatisasi sistem pengairan, dan mengelola pergerakan gas dalam lingkungan industri.

e. Silinder



Gambar 7. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik adalah salah satu komponen penting dalam sistem pneumatik yang digunakan untuk mengubah energi udara terkompresi menjadi gerakan mekanis linier. Prinsip dasar di balik kerja silinder pneumatik adalah pemanfaatan tekanan udara untuk menggerakkan piston dalam tabung silinder, yang kemudian menghasilkan pergerakan linear pada batang piston (Admin Fz, 2022). Teori ini berfokus pada konsep dasar dan prinsip kerja silinder pneumatik.

f. Push Button



Gambar 8. Push Button

Push Button, atau tombol tekan, adalah salah satu komponen dasar dalam elektronika dan otomasi. Teori dasar di balik *push button* adalah bahwa ketika tombol ditekan, ini menyebabkan kontak listrik tertentu terhubung atau terputus, yang menghasilkan sinyal listrik yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. *Push button* dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, ukuran, dan konfigurasi, tetapi prinsip dasarnya tetap sama.

g. Relay



Gambar 9. Relay

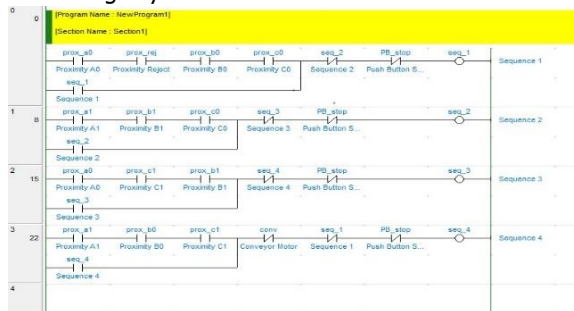
Relay adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai sakelar elektrik yang dikendalikan oleh arus listrik. Fungsi utama relay adalah mengendalikan aliran listrik dalam suatu rangkaian elektrik, baik untuk menghubungkan atau memutuskan sirkuit. Relay bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana arus listrik pada kumparan elektromagnet di dalam relay menghasilkan medan magnet yang menggerakkan kontak sakelar untuk membuka atau menutup sirkuit utama.

Relay memiliki banyak aplikasi dalam berbagai bidang, termasuk otomasi industri, kendali motor, sistem proteksi listrik, dan peralatan elektronik. Misalnya, dalam kendali motor, relay dapat digunakan untuk mengaktifkan atau mematikan motor berdasarkan sinyal kontrol yang diterima (Ramadani, t.t.). Relay juga digunakan dalam sistem proteksi listrik untuk mendeteksi kelebihan arus atau gangguan dalam jaringan listrik dan mengisolasi bagian yang bermasalah.

h. Ladder Diagram

Ladder diagram, atau sering disebut LD, adalah salah satu dari beberapa bahasa pemrograman yang digunakan dalam dunia otomasi industri, terutama dalam pemrograman PLC (*Programmable Logic Controller*). Ladder diagram dirancang untuk merepresentasikan logika kontrol secara grafis dan

intuitif dengan menggunakan simbol-simbol yang menyerupai tangga atau ladder. Dalam teori dasarnya, ladder diagram terdiri dari dua rel atau jalur utama, yaitu rel utama atas dan rel utama bawah. Rel utama atas mewakili logika kontrol positif (ON), sementara rel utama bawah mewakili logika kontrol negatif (OFF). Simbol-simbol seperti kontak NO (Normally Open) dan NC (Normally Closed), serta bobot (coil), digunakan untuk menggambarkan operasi-operasi logika dasar seperti AND, OR, NOT, dan sebagainya.



Gambar 10. Ladder Diagram CX Programmer

III. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian untuk mesin pemisah dan pengangkut barang menggunakan pneumatik berbasis PLC dapat mencakup beberapa langkah dan tahapan yang sistematis, berikut adalah rangkaian metodologi yang dapat digunakan:

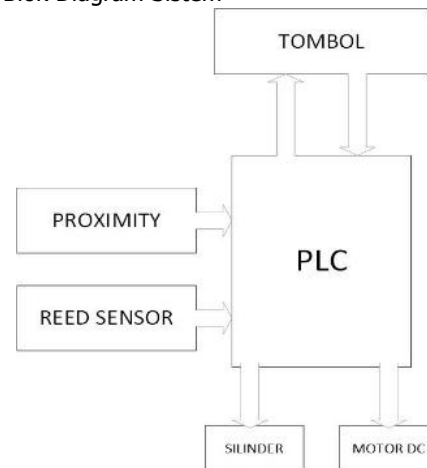
1. Identifikasi Kebutuhan dan Tujuan Penelitian
Identifikasi masalah atau kebutuhan spesifik yang akan dipecahkan oleh mesin pemisah dan pengangkut barang.
2. Studi Literatur
Lakukan penelitian literatur untuk memahami teknologi pneumatik, PLC, dan aplikasi serupa yang telah ada.
3. Perancangan Konsep
Buat konsep awal mesin pemisah dan pengangkut barang berdasarkan kebutuhan dan tujuan penelitian.
4. Perancangan Rinci
Rancang secara detail komponen-komponen mesin, termasuk perangkat pneumatik seperti silinder dan katup.
5. Pembuatan Prototipe
Buat prototipe mesin berdasarkan desain yang telah dirancang.
6. Pengujian
Selama tahap ini, uji mesin dengan menggunakan sampel barang sesuai dengan kondisi operasional yang diharapkan.

A. Gambaran Umum Sistem

Mesin ini dibuat untuk alat pemisah logam. Sensor yang digunakan adalah sensor proximity, yang berjenis induktif. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya material logam. Dan reed switch untuk deteksi

pergerakan silinder pneumatik. PLC omron CPM2A, digunakan sebagai pusat instruksi dan pengendalian dilakukan menggunakan sistem pneumatik. Mesin pemisah logam ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari industri makanan dan minuman hingga produksi otomotif. Misalnya, dalam industri makanan, mesin ini digunakan untuk memisahkan makanan, mesin ini digunakan untuk memisahkan produk yang tidak sesuai dengan standar kualitas, sementara dalam industri otomotif, mesin ini digunakan untuk mengangkut komponen kendaraan dari satu stasiun produksi ke stasiun produksi berikutnya.

B. Blok Diagram Sistem



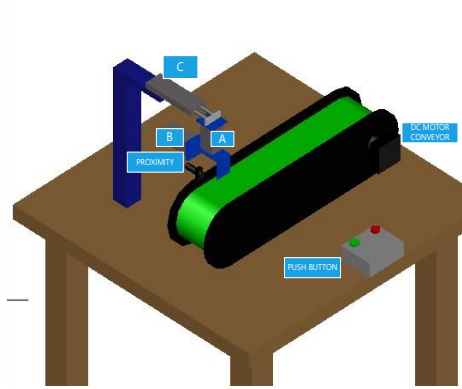
Gambar 11. Diagram Blok

Pada gambar di atas adalah blok diagram mesin pemisah logam dimana PLC bertindak sebagai komponen pemrosesan kontrol sekuensial yang akan memproses input sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC menjaga agar semua step/Langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

a. Deskripsi Kerja Alat

Pada dasarnya, alat pengontrol pemisah benda bekerja dengan cara mengelompokkan benda berdasarkan material mereka, material yang di sortir di sistem ini yaitu logam dan non logam.

Agar alat dapat beroperasi secara otomatis, keseluruhan sistem dalam alat pengontrol pemisah benda akan diintegrasikan dengan perangkat pengendali, yaitu PLC Omron CPM2A. Dapat dilihat pada gambar 12, disajikan perancangan sistem pengendalian untuk mesin pemisah benda yang menggunakan komponen elektropneumatik dengan dasar pengendali logika yang dapat diprogram (PLC).



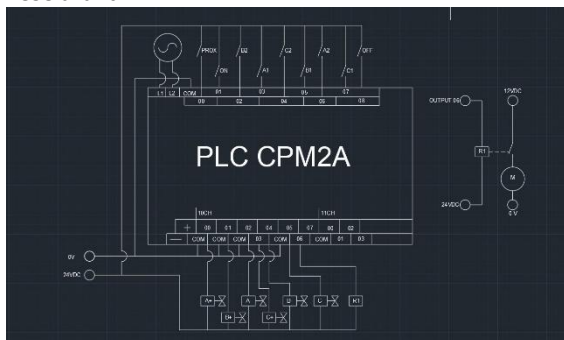
Gambar 12. Desain Alat

Dari gambar 12 dapat dijelaskan tahapan kerja dari sistem kontrol mesin pemisah barang sebagai berikut :

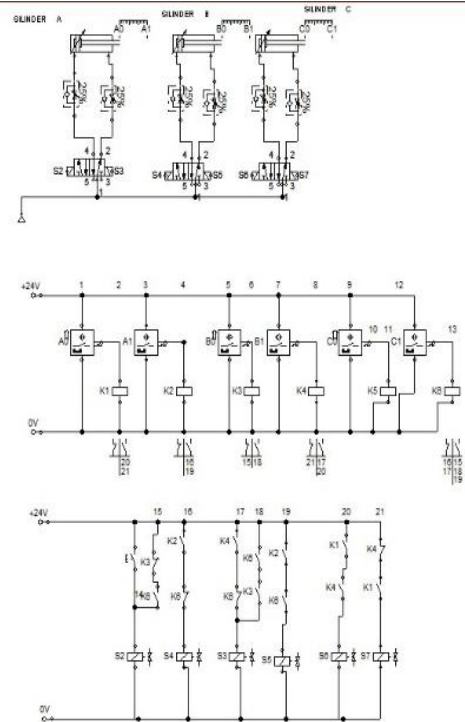
1. Ketika PLC menyala, maka semua komponen yang terintegrasi dengan PLC berfungsi.
2. Push Button Hijau diaktifkan maka conveyor berjalan.
3. Ketika benda yang bermaterial logam berjalan diatas conveyor maka sensor proximity akan mendeteksi dengan memberikan perintah ke pada PLC, lalu conveyor akan berhenti.
4. Silinder ABC, akan bergerak secara sekuensial dengan pola (A+ B+ A- C+ A+ B- A- C-)
5. Benda yang bermaterial non logam berjalan diatas conveyor , maka sensor proximity tidak akan memberi sinyal pada PLC.

b. Tahap Perancangan Trainer

Secara umum alat kontrol mesin pemisah barang bekerja dengan cara memisahkan barang berdasarkan material. Agar alat bekerja secara otomatis maka seluruh sisitem pada mesin pemisah logam diintegrasikan dengan perangkat kendali yaitu PLC. Langkah pertama yang dilakukan dalam perancangan adalah mendesain rangkaian keseluruhan kemudian mengidentifikasi peralatan dan bahan yang digunakan. Perancangan keseluruhan dimaksudkan untuk memperjelas dari tujuan akhir perancangan menjadi sebuah kontrol mesin pemisah barang. Berikut skema rangkaian keseluruhan:



Gambar 13. Wiring Diagram Sistem

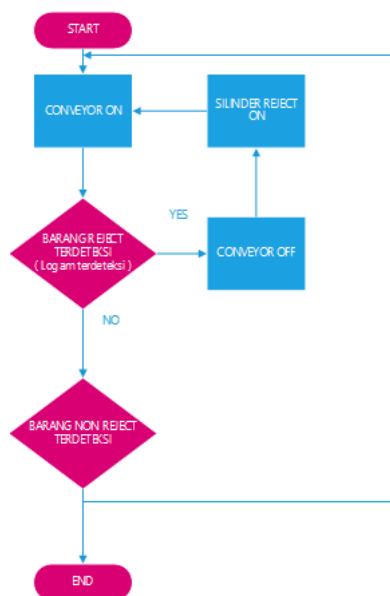


Gambar 14. Rangkaian Sistem Pneumatik

c. Perancangan Ladder Diagram

Ladder diagram atau diagram satu garis adalah satu cara untuk menggambarkan proses kontrol. Diagram merepresentasikan interkoneksi antara intruksi input dengan intruksi output dan terdapat simbol-simbol kontak yang diberikan pengalamatan input seperti sensor,dan push botton. Dalam kondisi ON kontak-kontak tersebut akan memberikan instruksi pada coil yang diberi pengalamatan output ke komponen electrical valve dan motor DC.

Pada program ladder juga terdapat input dengan simbol kontak-kontak yang diberikan pengalamatan 0.00 sampai dengan 0.08. Work area berfungsi untuk mengendalikan setiap instruksi input yang diinginkan terhadap output dengan diberi pengalamatan 10.00 sampai dengan 10.06. Dalam perancangan program diagram ladder pada alat kontrol mesin pemisah barang meliputi logika program pengontrol conveyor, pengontrol sortir barang logam dan non logam. Berikut diagram alir dari program ladder yang telah dirancang :



Gambar 15. Diagram Alir

IV. HASIL DAN PENGUJIAN

A. Input pada Program

- 0.00 : Proximity (Sensor Reject)
- 0.01 : Push Button Start
- 0.02 : B1 (Reed Sensor Silinder)
- 0.03 : A0 (Reed Sensor Silinder)
- 0.04 : C1 (Reed Sensor Silinder)
- 0.05 : B0 (Reed Sensor Silinder)
- 0.06 : A1 (Reed Sensor Silinder)
- 0.07 : C0 (Reed Sensor Silinder)
- 0.08 : Push Button Stop

Tabel 1. Input Pada Program

Nama	Data Type	Address/Value	Comment
`prox_rej	BOOL	0.00	Proximity Reject
`PB_Start	BOOL	0.01	Push Button Start
`prox_b1	BOOL	0.02	Reed Sensor B1
`prox_a0	BOOL	0.03	Reed Sensor A0
`prox_c1	BOOL	0.04	Reed Sensor C1
`prox_b0	BOOL	0.05	Reed Sensor B0
`prox_a1	BOOL	0.06	Reed Sensor A1
`prox_c0	BOOL	0.07	Reed Sensor C0
`PB_stop	BOOL	0.08	Push Button Stop

Proximity (*Sensor Reject*) mengindikasikan bahwa mesin sedang memantau keberadaan atau posisi suatu objek menggunakan proximity sensor, dan saat sensor ini mendeteksi penolakan objek, PLC

akan merespons dengan tindakan tertentu. Push Button Start dan Push Button Stop adalah input yang digunakan untuk mengendalikan mesin secara manual.

Sedangkan Reed Sensor Silinder seperti A0, A1, B0, B1, C0, dan C1 digunakan untuk mendeteksi posisi silinder atau komponen dalam sistem. PLC akan mengambil keputusan berdasarkan input ini untuk mengontrol berbagai *output* seperti motor, solenoid, atau perangkat lainnya sesuai dengan logika program yang telah diatur sebelumnya.

B. Output Pada Program

- 10.00 : Solenoid A+
- 10.01 : Solenoid B-
- 10.02 : Solenoid A-
- 10.03 : Solenoid C+
- 10.04 : Solenoid B+
- 10.05 : Solenoid C-
- 10.06 : Relay Conveyor

Tabel 2. Output Pada Program

Nama	Data Type	Address /Value	Comment
`conv	BOOL	10.06	Conveyor Motor
`sil_c_rev	BOOL	10.05	Silinder C-
`sil_b_fw	BOOL	10.04	Silinder B+
`sil_c_fw	BOOL	10.03	Silinder C+
`sil_a_rev	BOOL	10.02	Silinder A-
`sil_b_rev	BOOL	10.01	Silinder B-
`sil_a_fw	BOOL	10.00	Silinder A+

Solenoid A+, Solenoid B+, Solenoid A-, Solenoid C+, Solenoid B-, dan Solenoid C- adalah output yang digunakan untuk mengontrol solenoid-solenoid dalam sistem. Solenoid adalah perangkat elektromagnetik yang dapat digunakan untuk menggerakkan atau mengendalikan berbagai komponen mekanis. Misalnya, Solenoid A+ dapat digunakan untuk mengaktifkan solenoid tertentu yang akan menggerakkan suatu komponen dalam sistem. Solenoid-solenoid ini berfungsi sesuai dengan logika program yang telah diatur sebelumnya.

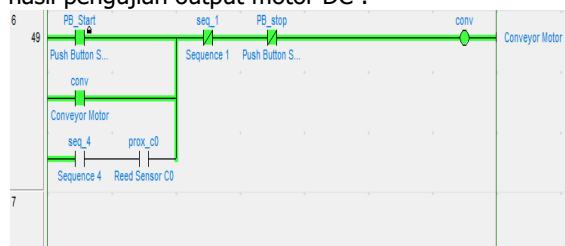
Relay Conveyor adalah *output* yang digunakan untuk mengendalikan motor DC guna menggerakkan konveyor dalam sistem. Konveyor adalah perangkat yang digunakan untuk memindahkan objek atau bahan dari satu tempat ke tempat lain.

Relay ini akan mengaktifkan atau menonaktifkan motor DC sesuai dengan instruksi yang telah diprogram dalam PLC. Dengan mengendalikan output ini, PLC memastikan bahwa konveyor beroperasi sesuai dengan kebutuhan sistem

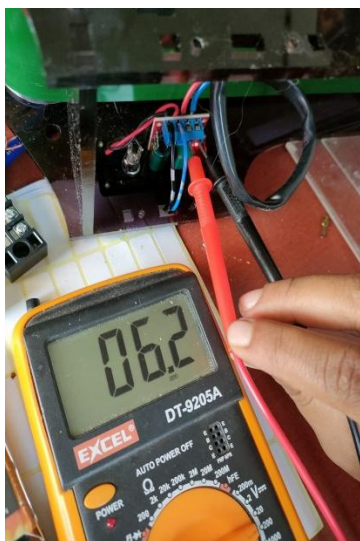
C. Pengujian Motor DC

Motor DC adalah salah satu komponen pendorong utama dalam banyak proses manufaktur dan kontrolnya melalui PLC memainkan peran vital dalam menjaga efisiensi dan presisi operasi. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa PLC mampu menghasilkan sinyal kontrol yang akurat dan konsisten untuk menggerakkan motor DC sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang spesifik.

Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan memonitor respons motor DC terhadap sinyal keluaran dari PLC. Hal ini melibatkan observasi visual untuk memastikan motor bergerak sesuai arah yang diinginkan. Data yang diperoleh selama pengujian digunakan untuk membandingkan *output* yang dihasilkan oleh simulasi PLC dengan *output* pada komponen motor DC itu sendiri sehingga memungkinkan teknisi untuk mengidentifikasi dan mengoreksi deviasi atau ketidaksesuaian yang mungkin terjadi. Kesimpulan dari pengujian ini akan membantu memastikan bahwa sistem kontrol motor DC melalui PLC berfungsi dengan optimal. Berikut hasil pengujian output motor DC :



Gambar 16. Ladder Diagram Motor DC



Gambar 17. Tegangan Motor DC posisi ON

Tahapan pengujian output motor DC pada PLC telah berhasil dilakukan dengan hasil yang memuaskan. Melalui penggunaan simulasi di dalam program PLC, kami dapat memverifikasi bahwa output yang ditujukan untuk mengontrol motor DC telah berjalan dengan baik. Bukti dari keberhasilan ini dapat ditemukan dalam observasi visual pada

simulasi, di mana status indikator yang mewakili motor DC telah berubah dari mati menjadi menyala sesuai dengan instruksi yang telah diatur. Simulasi ini memungkinkan kami untuk mengamati secara langsung bagaimana sinyal dari PLC berhasil menggerakkan motor DC.

Hasil positif dari simulasi ini juga disertai dengan aksi nyata pada motor DC yang dihubungkan dengan sistem PLC. Setelah mengamati indikasi yang tepat pada simulasi, kami melakukan uji coba dengan menghubungkan motor DC sesungguhnya pada output yang telah diuji di program PLC. Setelah mengaktifkan program dan memberikan sinyal *output*, motor DC merespons dengan segera dan mulai berputar. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa pengujian ini berhasil, karena motor DC memberikan respons yang sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh PLC.

D. Pegujian Pembacaan Sensor Proximity

1. Pengujian Material Logam

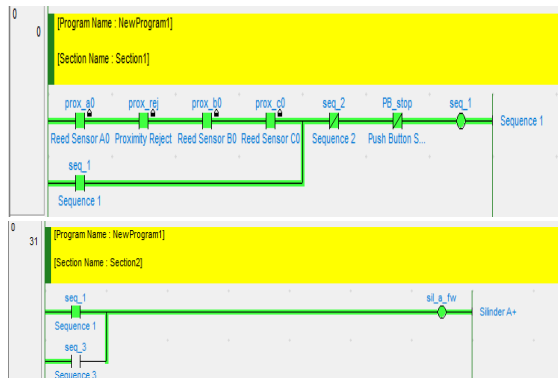
Sensor proximity induktif bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana sensor menghasilkan medan elektromagnetik yang mengubah karakteristik saat mendeteksi benda di sekitarnya. Saat mengukur jarak pembacaan terhadap material logam, sensor ini memiliki jangkauan yang lebih luas karena logam memiliki konduktivitas yang tinggi dan dapat memengaruhi medan elektromagnetik dengan baik. Namun, ketika mendeteksi material non-logam, seperti plastik atau kayu, jarak pembacaannya bisa lebih terbatas karena konduktivitas yang rendah. Oleh karena itu, pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas jarak efektif pembacaan sensor proximity induktif terhadap berbagai jenis material, memungkinkan penggunaan yang optimal dalam aplikasi praktis (Khairunnas & Risfendra, 2022). Berikut tabel hasil uji sensor proximity terhadap jarak pembacaan material logam :

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor

No	Jarak (mm)	Tegangan (V)	Kondisi
1	1mm	23.9	aktif
2	2mm	23.9	aktif
3	3mm	23.9	aktif
4	4mm	23.9	aktif
5	5mm	0.6	tidak aktif

Berdasarkan tabel di atas bisa disimpulkan bahwa range pembacaan sensor berada di jarak 0 – 4 mm untuk bisa mendeteksi material logam dan untuk pengujian berdasarkan program dengan

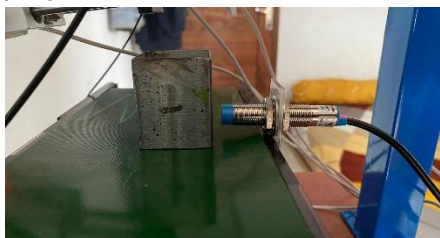
keadaan output sebenarnya dapat dilihat dari gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 18. Ladder Diagram Sensor Aktif

Dalam pengujian ini, sensor proximity induktif diuji untuk memastikan bahwa mereka secara akurat mendeteksi kehadiran atau perubahan kondisi objek di sekitarnya seperti yang telah diprogramkan. Hasil pembacaan sensor ini kemudian dibandingkan dengan kondisi sebenarnya pada alat/mesin yang sesungguhnya. Dengan cara ini, dapat dipastikan bahwa sensor proximity bekerja sesuai dengan harapan dan menghasilkan *output* yang benar, sehingga meminimalkan risiko kesalahan dalam proses otomasi dan memastikan keamanan serta kinerja sistem yang optimal.

Dalam hal ini, ketepatan sensor proximity induktif dalam menghasilkan *output* yang akurat menjadi parameter penting untuk memastikan bahwa sistem otomasi dapat beroperasi secara andal dan efisien. Selain itu, hasil pengujian ini juga dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan penyesuaian atau perbaikan dalam pengaturan sensor atau program kontrol sehingga kualitas produksi dan keselamatan operasional dapat dipertahankan atau ditingkatkan. Hasil pengujian terhadap *output* sebenarnya dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 19. Kondisi Sensor Aktif



Gambar 20. Tegangan Sensor Saat Aktif

Pada saat posisi material berada di luar range pembacaan sensor, dalam konteks ini berarti material berada di posisi > 4mm. sensor tidak akan memberi sinyal, yang artinya sensor tidak aktif. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 21 dan gambar 22.



Gambar 21. Kondisi Sensor Tidak Aktif



Gambar 22. Tegangan Sensor Saat Tidak Aktif

Setelah melakukan pengujian di atas, terbukti bahwa ketika sensor proximity induktif mendeteksi perubahan dalam medan elektromagnetik akibat kehadiran benda logam, ia mengubah status keluaran sesuai dengan program yang telah diprogramkan. Ini bisa berarti mengaktifkan saklar, relay, atau perangkat lainnya yang terhubung ke sensor. Dalam pengujian ini sensor mengaktifkan solenoid valve.

2. Pengujian Material Nonlogam

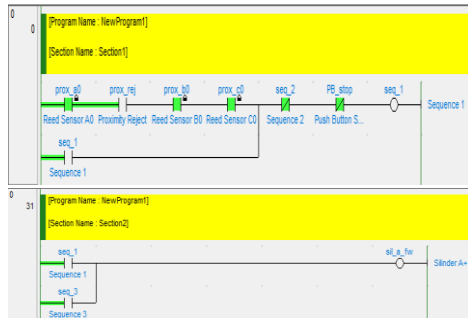
Sensor proximity induktif umumnya dirancang untuk mendeteksi material yang bersifat konduktif atau memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik, seperti logam. Jika sensor ini mendeteksi material non-logam, seperti plastik, kayu, atau kertas, maka sensor proximity induktif cenderung tidak akan memberikan respons yang tepat atau bahkan tidak akan mendeteksi material tersebut sama sekali. Maka

dari itu, untuk membuktikannya (Khairunnas & Risfendra, 2022). Berikut tabel hasil uji sensor proximity terhadap jarak pembacaan material nonlogam :

Tabel 4. Hasil Pembacaan Sensor

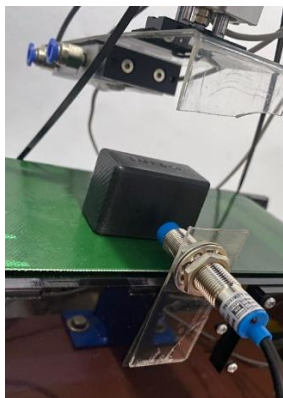
No	Jarak (mm)	Tegangan (V)	Kondisi
1	1mm	0.6	tidak aktif
2	2mm	0.6	tidak aktif
3	3mm	0.6	tidak aktif
4	4mm	0.6	tidak aktif
5	5mm	0.6	tidak aktif

Berdasarkan tabel di atas bisa disimpulkan bahwa ketika material non logam yang melewati sensor, sensor tidak akan memberikan sinyal atau tidak aktif, dan untuk pengujian berdasarkan program dengan keadaan output sebenarnya dapat dilihat dari gambar 23 di bawah ini :



Gambar 23. Ladder Diagram Sensor Tidak Aktif

Dilihat dari gambar ladder diagram di atas, bisa terlihat bahwa sensor tidak memberikan sinyal, dikarenakan yang melewati sensor merupakan material nonlogam. Maka sensor tidak akan aktif. Begitu pula dengan keadaan indikator sensor proximity itu sendiri, indikator mati menandakan sensor tidak mendeteksi material logam. Untuk keadaannya bisa dilihat pada gambar 24 dan 25 di bawah ini.



Gambar 24. Kondisi Sensor Tidak Aktif



Gambar 25. Tegangan Sensor Saat Tidak Aktif

Setelah melakukan pengujian di atas, terbukti bahwa sensor proximity induktif bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh sensor dapat mendeteksi benda konduktif (logam) yang masuk ke dalam medan tersebut. Ini berarti bahwa sensor proximity induktif umumnya tidak dapat mendeteksi benda non-logam, seperti plastik, kayu, atau kertas, karena benda-benda tersebut tidak memiliki sifat konduktif yang cukup untuk mempengaruhi medan elektromagnetik sensor.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan tentang Mesin Pemisah dan Pengangkut Barang Menggunakan Pneumatik Berbasis PLC:

1. Efisiensi Proses: Sistem mesin yang menggabungkan teknologi pneumatik dan kontrol berbasis PLC membuktikan peningkatan efisiensi dalam proses pemisahan dan pengangkutan barang. Hal ini dapat mengurangi waktu dan tenaga yang dibutuhkan dalam proses logistik.
2. Akurasi Pemisahan: Mesin ini mampu memisahkan berbagai jenis barang dengan akurasi yang tinggi berdasarkan kriteria yang ditentukan. Penggunaan teknologi pneumatik memungkinkan penanganan yang sensitif dan tepat pada berbagai produk.
3. Koordinasi Gerakan: PLC sebagai otak kontrol memberikan kemampuan untuk mengkoordinasikan gerakan mekanisme pneumatik dengan tepat. Ini menghasilkan alur kerja yang lebih terstruktur dan prediktif dalam operasi pemisahan dan pengangkutan barang.
4. Fleksibilitas Aplikasi: Sistem ini dapat diterapkan pada berbagai sektor industri yang memerlukan pemisahan dan pengangkutan barang, seperti manufaktur, logistik, dan distribusi. Ini menunjukkan fleksibilitas dalam menyediakan solusi otomatisasi yang beradaptasi dengan kebutuhan yang beragam.

B. Saran

Hasil penelitian ini memberikan beberapa saran praktis:

1. Optimalkan Desain Mekanisme Pneumatik: Pastikan desain mekanisme pneumatik dikembangkan secara cermat untuk memastikan akurasi dan kecepatan pemisahan serta pengangkutan barang. Pertimbangkan faktor-faktor seperti tekanan udara yang sesuai dan gerakan yang halus.
2. Lakukan Uji Keandalan: Melakukan serangkaian uji keandalan yang komprehensif untuk memastikan bahwa mesin dapat berfungsi secara konsisten dan tanpa masalah dalam berbagai kondisi operasional. Uji ini meliputi pengujian pemisahan, pengangkutan, dan reaksi terhadap variabilitas barang.
3. Implementasikan Pengendalian Keselamatan: Pastikan ada sistem pengendalian keselamatan yang memadai untuk mencegah cedera pada pengguna atau kerusakan barang selama operasi. Sensor pengaman dan pengendali keselamatan harus diintegrasikan dalam desain.
4. Kembangkan Antarmuka Pengguna yang Intuitif: Desain antarmuka pengguna yang mudah dipahami dan intuitif agar operator dapat dengan mudah mengoperasikan, memantau, dan mengatur parameter mesin, seperti kriteria pemisahan dan tujuan pengangkutan.
5. Perhatikan Pemeliharaan dan Perawatan: Sertakan panduan pemeliharaan berkala yang jelas dalam manual mesin. Ini akan membantu memastikan bahwa komponen pneumatik tetap dalam kondisi optimal, mencegah kerusakan, dan memperpanjang umur mesin secara keseluruhan.

Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan mesin pemisah dan pengangkut barang menggunakan pneumatik berbasis PLC dapat beroperasi dengan efisien, andal, dan sesuai dengan kebutuhan industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin Fz. (2022). *Apa itu Pneumatic Cylinder, Bagaimana Cara Kerja dan Jenis nya*. Pratama Amerta Solusi. <https://pramerta.co.id/pneumatic-cylinder/>
- Akbar Asfihan. (2023). *Proximity Sensor Adalah: Jenis, Fungsi dan Cara Kerjanya*, . jabarsatu. <https://jabarsatu.id/proximity-sensor/>
- Automation Forum. (t.t.). *What are Reed switch/sensors?* Automation Forum. Diambil 19 April 2023, dari <https://automationforum.co/what-are-reed-switch-sensors/#:~:text=Reed%20switch%20is%20also%20called%20an%20inductive->

[magnetic%20sensor%2C,become%20closed%2C%20and%20the%20sensor%20provides%20Electrical%20signals](https://automationforum.co/what-are-reed-switch-sensors/#:~:text=Reed%20switch%20is%20also%20called%20an%20inductive-magnetic%20sensor%2C,become%20closed%2C%20and%20the%20sensor%20provides%20Electrical%20signals)

- Khairunnas, & Risfendra. (2022). Sistem Kontrol Otomatis Sorting Machine Benda Logam Berbasis Programmable Logic Controller. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(2). <https://doi.org/10.24036/jtein.v3i2.271>
- Ramadani, D. (t.t.). *Pengembangan Trainer Mini Industri (Sorting Machine) Berbasis Plc Omron sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Pengendali Sistem Robotik SMK Negeri 1 Sumatera Barat*.
- Standex Electronics. (t.t.). *What is a Reed Switch and How Does it Work?* Standex Electronics. Diambil 19 April 2023, dari <https://standexelectronics.com/reed-switch-technology/what-is-a-reed-switch-and-how-does-it-work/>
- Suprianto. (2015a). *PENGERTIAN PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL)*. Blog Unnes. <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-plc-programmable-logic-control/>
- Suprianto. (2015b). *Pengertian Pneumatik*. Blog Unnes. <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-pneumatik/>