

# Sistem Kontrol Otomatis Sorting Machine Benda Logam Berbasis *Programmable Logic Controller*

Khairunnas\*<sup>1</sup>, Risfendra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Elektro Industri / Departemen Teknik Elektro / Universitas Negeri Padang

\*Corresponding author, [khairun.annas13@gmail.com](mailto:khairun.annas13@gmail.com)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan proses pemilahan benda yang terbuat dari bahan logam dan non logam agar dapat dipilah berdasarkan kriteria tersebut menuju gudangnya masing-masing menggunakan Programmable Logic Controller sebagai pusat kontrol dari alat tersebut. Pemilahan yang dilakukan dengan mode otomatis cenderung mengalami eror karena berbagai faktor luar seperti sensor eror, perancangan program yang tidak sesuai dan penggunaan actuator yang masih konvensional. Penggunaan sistem pneumatik sebagai actuator pemilah barang yaitu silinder double acting yang dipasang pada bagian magazine untuk mendorong benda logam dan non logam menuju konveyor berdasarkan deteksi sensor proximity capacitive dan juga silinder yang dipasang pada bagian sensor proximity inductive yang digunakan untuk memilah benda logam menuju storage. Jika benda tersebut logam maka sensor akan mendeteksi dan konveyor berhenti lalu silinder akan memilah benda berbahan logam menuju storage logam. Untuk benda non logam akan dilewati oleh sensor dan menuju storage non logam. Pengujian alat ini dilakukan sebanyak lima kali pada sensor proximity inductive dan capacitive terhadap benda dan juga respon silinder ketika sensor tersebut mendeteksi benda. Hasil yang diterima baik sesuai dengan program yang telah dibuat. Delay yang digunakan pada silinder juga telah sesuai berdasarkan program Timer yang dibuat pada ladder diagram program *Programmable Logic Controller*.

## INFO.

### Info. Artikel:

No. 271

Received. August, 15, 2022

Revised. August, 18, 2022

Accepted. September, 17, 2022

Page. 476 – 486

### Kata kunci:

- ✓ PLC
- ✓ Pneumatik
- ✓ Logam
- ✓ Proximity Sensor
- ✓ Otomatis

## Abstract

*This study aims to facilitate the process of sorting objects made of metal and non-metal so that they can be sorted based on these criteria to their respective warehouses using a Programmable Logic Controller as the control center of the tool. Sorting performed in automatic mode tends to experience errors due to various external factors such as sensor errors, inappropriate program design and the use of conventional actuators. The use of a pneumatic system as an actuator for sorting goods, namely a double acting cylinder mounted on the magazine to push metal and non-metal objects towards the conveyor based on the detection of the capacitive proximity sensor and also a cylinder mounted on the inductive proximity sensor section which is used to sort metal objects to storage. If the object is metal, the sensor will detect it and the conveyor will stop then the cylinder will sort the metal object to the metal storage. For non-metallic objects will be passed by the sensor and go to non-metal storage. The test of this tool is carried out five times on the inductive and capacitive proximity sensors to objects and also the cylinder response when the sensor detects objects. The results received are good in accordance with the program that has been made. The delay used on the cylinder is also appropriate based on the Timer program made on the ladder diagram of the Programmable Logic Controller program.*

## PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang luas sehingga manusia diharuskan untuk beradaptasi dengan keadaan guna mengatasi berbagai macam masalah yang dihadapi dengan cara meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam bekerja. Salah satu bidang yang berkembang pesat saat ini adalah bidang industri khususnya pemilahan benda berbahan logam. Untuk memajukan industri, banyak dikembangkan alat-alat modern termasuk mesin dan alat yang dapat mendeteksi keberadaan benda logam dalam bahan baku dan menghindari barang yang tidak sesuai dengan standar[1].

Penerapan pneumatik sebagai sistem otomasi di dunia industri sudah banyak diterapkan[2]. Namun masih ada penerapan sistem pengendalian di industri yang masih menggunakan cara konvensional dan memerlukan banyak tenaga kerja[3].

Dalam industri saat ini *Programmable Logic Controller* (PLC) dikenal sebagai alat kontrol yang dapat diprogram menggunakan laptop/komputer untuk mengendalikan *logic* yang ada didalam *Central Processing Unit* (CPU) dari PLC[4]. PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan kontrol otomatis yang sudah banyak digunakan pada skala industri[5]. Menggunakan kontrol tersebut menyederhanakan otomatisasi produksi dalam waktu singkat, mengurangi penggunaan tenaga kerja, dan menghilangkan kesalahan manusia[6]. Selain memakai sensor untuk membedakan material logam dan non logam, diperlukan mekanisme untuk mempercepat proses *sorting*. Mekanisme yang dapat digunakan yaitu *belt* konveyor yang akan diputar oleh motor DC (*Direct Current*). Motor DC merupakan sebuah mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga kinetik atau gerak, tenaga gerak tersebut didapatkan dari putaran rotor[7]. mekanisme konveyor tersebut dapat mempercepat proses pemisahan limbah logam[8].

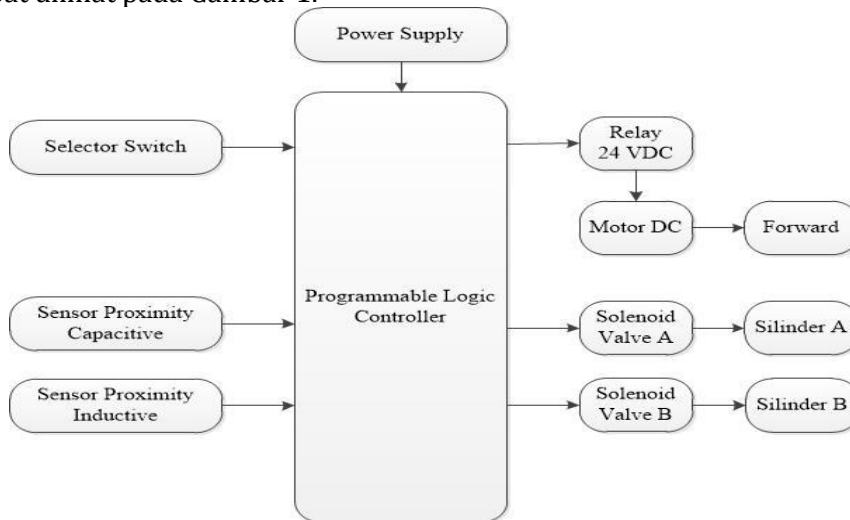
Oleh sebab itu diperlukan alat yang dapat menjadi solusi atas permasalahan tersebut. Perbedaan alat pada penelitian ini dengan penelitian lainnya yaitu kelebihan alat ini dapat *customize* karena kerangkanya menggunakan bahan *aluminium profile* yang memiliki rel pada sisinya. Hal ini memungkinkan komponen seperti sensor dan *storage* benda dapat dibongkar pasang, digeser dan ditambah sesuai kebutuhan. PLC sebagai unit kontrol yang digunakan yaitu PLC CP1E-N30SDR-A. Adapun manfaat dari artikel ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam proses pemilahan barang salah satunya pemilahan benda logam berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC).

**METODE PENELITIAN**

Metode yang dapat digunakan pada rancangan *sorting machine* benda logam ini terdiri dari perancangan *hardware*, *software* dan sistem pneumatik. Perancangan tersebut menggunakan PLC sebagai pusat kontrol, *power supply* 24 VDC sebagai sumber tegangan DC untuk komponen alat, silinder *double acting* sebagai pendorong objek, *solenoid valve* 5/2-way sebagai pengendali tekanan udara untuk silinder, motor DC sebagai penggerak konveyor dan sensor *proximity inductive* serta *capacitive* sebagai pendeteksi benda untuk dapat dipilah menuju *storage* masing-masing.

**Blok Diagram**

Blok diagram adalah salah satu bagian terpenting pada perancangan sebuah alat. Dengan menggunakan blok diagram dapat dengan mudah menganalisa kerja rangkaian[9]. Rancangan blok diagram alat dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Blok Diagram Alat**

Penjelasan blok diagram pada Gambar 1 yaitu :

1. PLC berfungsi sebagai pusat kontrol dari input dan output pada komponen alat yang digunakan.
2. *Power supply* berfungsi untuk memberi suplai tegangan DC kepada komponen-komponen alat.
3. *Sensor proximity inductive* berfungsi sebagai sensor pendeteksi benda berbahan logam pada jalur konveyor.
4. *Sensor proximity capacitive* berfungsi sebagai sensor pendeteksi keberadaan benda didalam *magazine* alat.
5. *Selector switch* berfungsi menentukan mode otomatis atau manual yang akan dijalankan serta mode *forward* pada motor konveyor.
6. *Push button* berfungsi sebagai pengendali manual silinder *double acting* untuk mendorong benda keluar dari *magazine* serta menuju gudang.
7. *Relay 24VDC* berfungsi untuk mengubah arah putaran motor DC.
8. *Solenoid Valve* jenis 5/2 berfungsi sebagai pengendali aliran udara dari *compressor* menuju silinder *double acting*.
9. *Silinder double acting* berfungsi sebagai aktuatur yang akan mendorong benda keluar dari *magazine* dan mendorong benda logam masuk ke *storage*.
10. Motor DC berfungsi sebagai penggerak *belt* pada konveyor.

Sistem pemilahan alat *sorting machine* benda logam ini memiliki dua mode operasi yaitu mode otomatis dan manual. Mode otomatis yang akan dibahas saat ini menggunakan sensor *proximity inductive* dan sensor *proximity capacitive* sebagai *trigger* silinder untuk mendorong benda keluar dari *magazine* dan menuju *storage*. Motor dan silinder menggunakan *Timer* sebagai *delay* pergerakan *actuator*. *Timer* digunakan untuk mengatur kondisi motor jika sudah tidak ada benda didalam *magazine* maka motor akan OFF jika sudah melebihi 15 detik. *Timer* digunakan pada silinder sebagai *delay* antara kondisi maju ( + ) dan mundur ( - ) piston saat pemilahan.

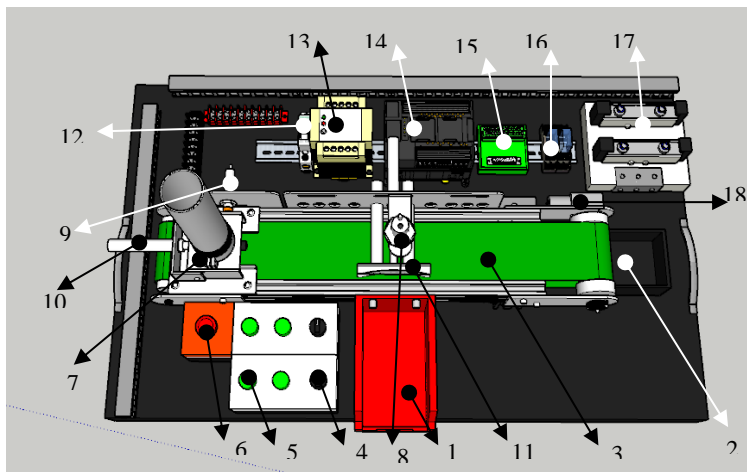
### Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* berfungsi memperjelas serta meminimalisir tingkat *error* dalam pembuatan alat sehingga didapat hasil yang maksimal[10]. Hal ini sangat membantu dalam mengetahui *error* serta kelemahan jika terjadi suatu masalah dalam perancangan sistem tersebut[11]. Pembuatan desain mekanik alat dilakukan menggunakan aplikasi *SketchUp Pro 2021*.

Pembuatan mekanik alat ini menggunakan papan triplek dengan tebal 5mm sebagai alas dari komponen alat lalu memasang seluruh komponen alat pada alas tersebut menggunakan skrup. Panjang dan lebar alat yaitu 86 cm x 50 cm. panjang konveyor yaitu 60 cm. *bracket sensor*, *magazine* dan silinder dipasang ke bagian samping konveyor menggunakan akrilik warna susu dan warna bening dengan tebal 3mm.

Pembuatan benda percobaan, *bracket magazine* dan silinder menggunakan 3D *printer*. Pembuatan benda yang akan digunakan untuk pemilahan dibuat dengan 3D printing yang sebelumnya didesain menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor Professional 2015*. Dimensi benda yaitu dengan diameter 4,4 cm dan tinggi 3,2 cm. Benda logam dilapisi dengan *aluminium foil* agar dapat dideteksi oleh sensor *proximity inductive*.

Pemasangan komponen elektrik menggunakan rel panel yang dipasang skrup ke alas triplek sehingga komponen dapat dibongkar pasang. Motor DC dan *storage* dipasangkan ke samping kerangka konveyor. Berikut merupakan desain mekanikal dari alat *sorting machine* benda logam dapat dilihat pada Gambar 2.



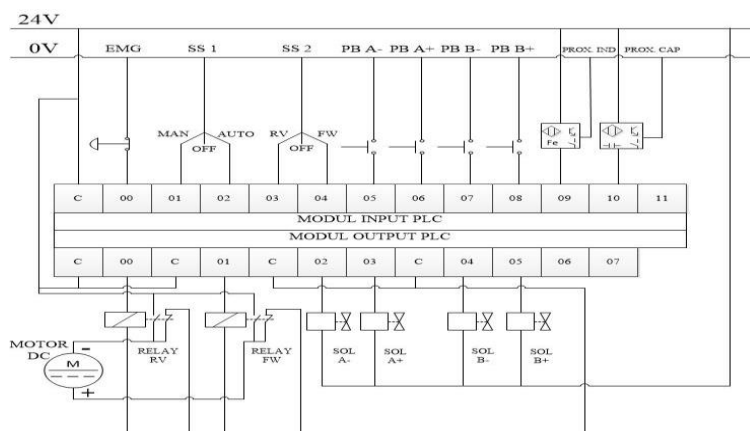
Gambar 2. Desain Mekanikal Alat

Penjelasan pada Gambar 2 mengenai desain dari mekanik alat dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu :

Tabel 1. Keterangan Desain Mekanikal Alat

No.	Keterangan	No.	Keterangan
1	Storage logam	10	Silinder A
2	Storage non logam	11	Silinder B
3	Konveyor	12	MCB
4	Selector Switch	13	Power Supply 24 VDC
5	Push Button	14	PLC
6	Emergency Button	15	Terminal I/O
7	Magazine	16	Relay 24 VDC
8	Sensor proximity inductive	17	Solenoid Valve 5/2
9	Sensor proximity capacitive	18	Motor DC 24V

Perancangan elektrikal alat terdapat beberapa komponen yang digunakan yaitu *power supply* sebagai sumber DC untuk komponen, PLC sebagai pusat kontrol, *emergency button*, *push button*, *selector switch*, *sensor proximity inductive* dan *sensor proximity capacitive* sebagai komponen input PLC. Motor DC, *relay* dan *coil* dari *solenoid valve* sebagai komponen output PLC. Rangkaian elektrikal alat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Elektrikal Alat

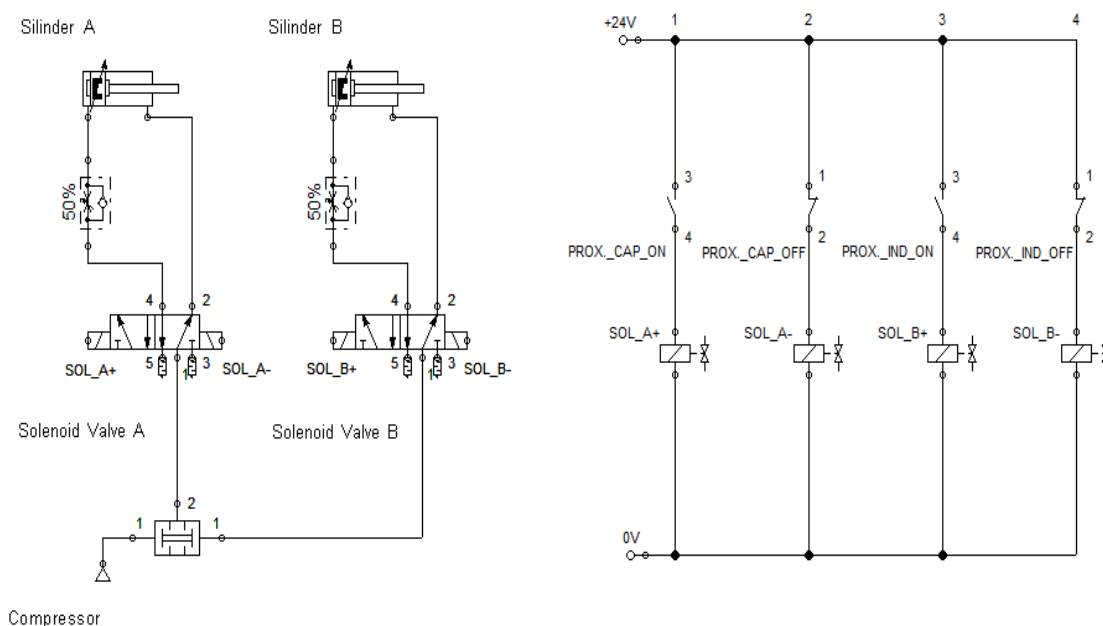
Penjelasan pada Gambar 3 dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu :

**Tabel 2. Keterangan Rangkaian Elektrikal Alat**

No.	Nama	Keterangan	No.	Nama	Keterangan
1	EMG	Emergency Button	10	Prox. Ind	Sensor Proximity Inductive
2	SS1 MAN	Selector Switch 1 Manual	11	PB B+	Push Button Silinder B+ (Maju)
3	SS1 AUTO	Selector Switch 1 Otomatis	12	Relay RV	Relay Kendali Reverse Motor DC
4	SS2 RV	Selector Switch 2 Reverse	13	Relay FW	Relay Kendali Forward Motor DC
5	SS2 FW	Selector Switch 2 Forward	14	SOL A-	Solenoid Valve Silinder A-
6	PB A-	Push Button Silinder A- (Mundur)	15	SOL A+	Solenoid Valve Silinder A+
7	PB A+	Push Button Silinder A+ (Maju)	16	SOL B-	Solenoid Valve Silinder B-
8	PB B-	Push Button Silinder B- (Mundur)	17	SOL B+	Solenoid Valve Silinder B+
9	Prox. Cap	Sensor Proximity Capacitive			

Pada Gambar 3 rangkaian kelistrikan pada alat sistem kontrol otomatis menggunakan sensor *proximity inductive* dan *capacitive* sebagai sensor pendeteksi keberadaan benda yang akan dipilah. Sensor tersebut akan bertindak sebagai pemicu untuk menggerakkan silinder A dan B sebagai *actuator* pendorong untuk memilah benda. Dalam mode kendali otomatis cara kerja motor DC dibatasi hanya dapat digunakan dalam mode *forward* dan tidak menggunakan mode *reverse*.

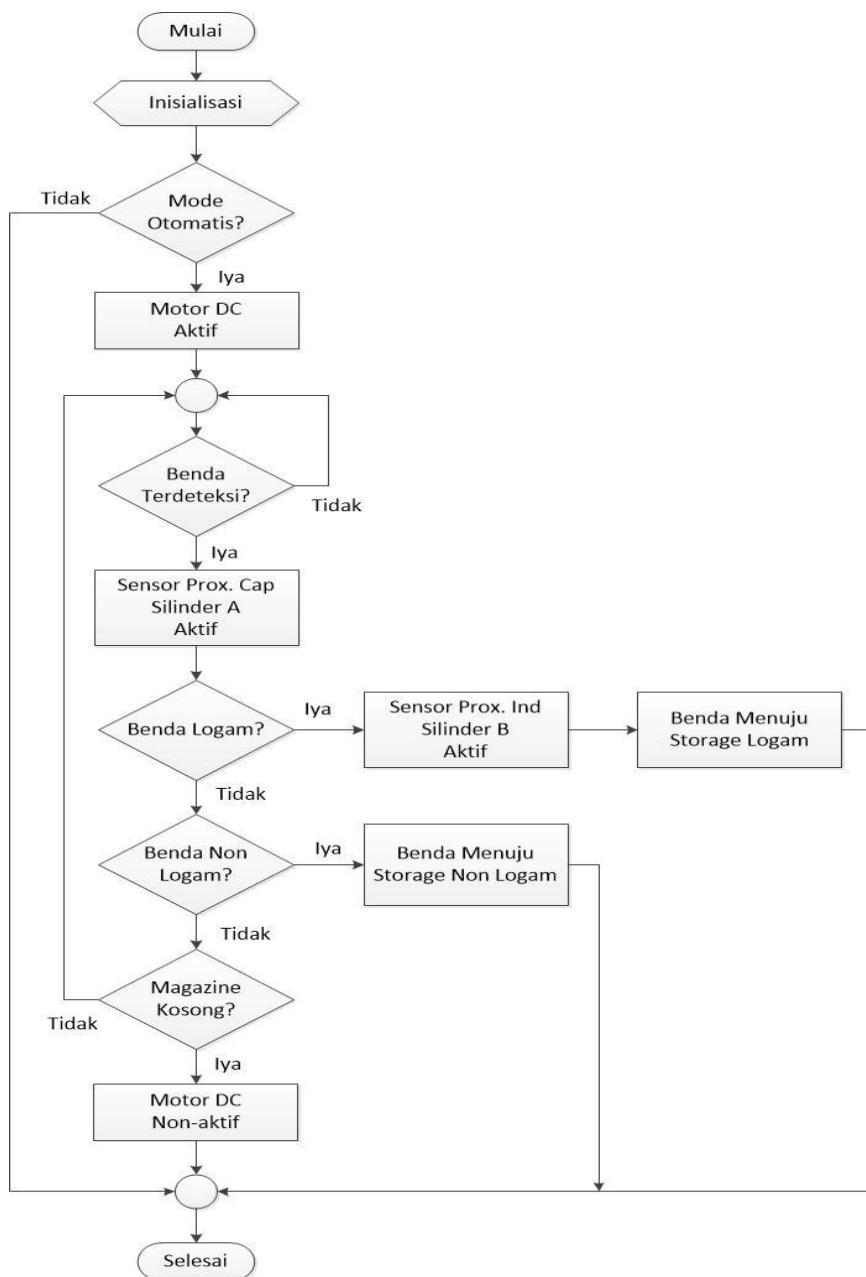
Perancangan sistem pneumatik alat terdapat beberapa komponen yaitu *compressor* sebagai sumber udara bertekanan, *solenoid valve* sebagai pengendali udara dari *compressor* untuk dialirkan menuju silinder sebagai tenaga dorong dan silinder sebagai *actuator* pendorong objek. Rangkaian sistem pneumatic dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Rangkaian Sistem Pneumatik**

**Perancangan Software**

Perancangan ini menggunakan *software CX-Programmer* dengan pemrograman dalam bentuk *ladder diagram*. Program yang telah dibuat pada *CX-Programmer* ditransfer menuju PLC menggunakan *interface USB*. Setelah program ditransfer maka alat dapat dioperasikan dengan atau tanpa bantuan PC. Untuk menjalankan alat dapat diawali dengan membuat desain *flowchart* sistem berdasarkan program yang akan dibuat. *Flowchart* sistem dari alat dapat dilihat pada Gambar 5.

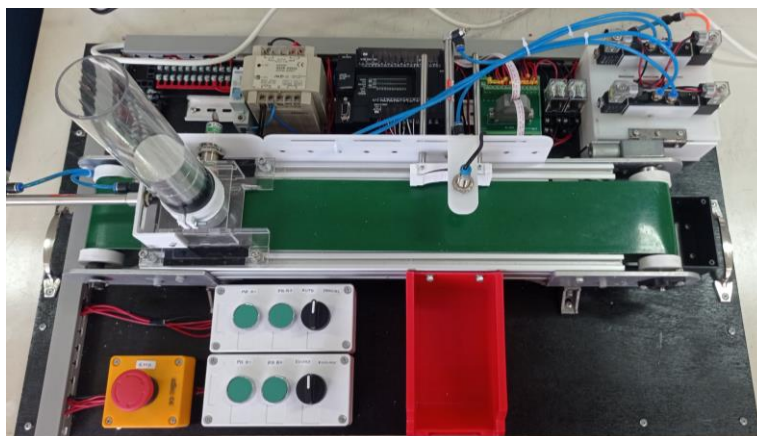


**Gambar 5. Flowchart Sistem Alat**

*Flowchart* merupakan sebuah diagram alir dalam perancangan program yang berdasarkan pada prinsip kerja dari alat yang akan dibuat[12]. Dengan menggunakan *flowchart* proses dari program bisa dijelaskan mulai dari program dijalankan sampai akhir dari program yang dibuat dalam bentuk suatu gambar ataupun simbol[13].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah dirancang bekerja dengan baik atau tidak[14]. Pengujian juga dilakukan dengan maksud untuk mengambil kesimpulan mengenai sistem yang telah dibuat sehingga menghasilkan kerja yang lebih baik dengan merekonstruksi rangkaian yang mempunyai kekurangan ketika pengujian[15]. Berikut rancangan alat yang telah dibuat dan dipasang pada papan triplek sebagai alas dari alat tersebut. Bentuk fisik dari alat *sorting machine* ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk Fisik Alat

Sebuah alat atau program dapat dikatakan bekerja jika telah melakukan pengujian yang sesuai dengan yang diharapkan dari alat tersebut. Tujuan pengujian yaitu untuk mendapatkan evaluasi dari alat yang telah diuji agar menghasilkan kinerja yang baik dengan memperbaiki setiap masalah yang didapat dari pengujian alat tersebut serta untuk melihat sejauh mana alat yang dibuat penulis dapat bekerja. Pengujian pertama dilakukan pada mekanik alat dengan bertujuan membandingkan mekanik yang telah dibuat dengan desain mekanikal yang telah dirancang dengan *software* desain sebelumnya.

### Pengujian Sensor Proximity Inductive

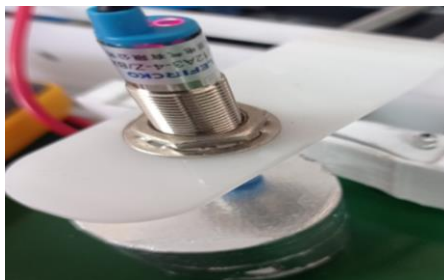
Pengujian sensor *proximity inductive* terhadap keberadaan benda yang akan dipilah sebanyak 5 kali. Pengujian dilakukan dengan cara menghidupkan konveyor untuk yang akan membawa benda menuju sensor *proximity inductive*. Tegangan saat sensor tersebut saat mendeteksi benda logam dan non logam akan diukur untuk perbandingan. Tabel pengujian sensor *proximity capacitive* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor *Proximity Inductive*

No.	Jenis Benda	Kondisi	Tegangan (VDC)
1	Logam	Aktif	0,042
2	Non Logam	Tidak Aktif	24,03
3	Logam	Aktif	0,042
4	Non Logam	Tidak Aktif	24,03
5	Logam	Aktif	0,041

Pada Tabel 3 ketika sensor berada pada kondisi aktif tegangan memiliki nilai sekitar 0,042 VDC dan ketika sensor tidak aktif tegangan memiliki nilai sekitar 24,03 VDC. Hal itu disebabkan karena rangkaian dari sensor merupakan tipe NPN dimana saat sensor mendeteksi benda *main circuit* sensor memberi arus pada basis yang menyebabkan arus mengalir dari sumber positif melewati beban lalu ke

transistor setelah itu menuju sumber negatif tegangan. Proses pendeteksian benda logam oleh sensor *proximity inductive* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sensor *Proximity inductive* Mendeteksi Benda Logam

### Pengujian Sensor *Proximity Capacitive*

Pengujian sensor *proximity capacitive* terhadap keberadaan benda yang akan dipilah sebanyak 5 kali. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan benda melalui tabung *magazine* yang nantinya benda dengan posisi paling bawah akan masuk dalam jangkauan deteksi sensor. Tegangan saat sensor tersebut saat mendeteksi benda akan diukur untuk perbandingan. Tabel pengujian sensor *proximity capacitive* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sensor *Proximity Capacitive*

No.	Jenis Benda	Kondisi	Tegangan (VDC)
1	Logam	Aktif	0,006
2	Non Logam	Aktif	0,007
3	Logam	Aktif	0,007
4	Non Logam	Aktif	0,007
5	Logam	Aktif	0,007

Pada Tabel 4 ketika sensor aktif tegangan memiliki nilai sekitar 0,007 VDC dan ketika sensor tidak aktif tegangan memiliki nilai sekitar 24,26 VDC. Hal ini disebabkan karena rangkaian sensor tersebut merupakan tipe NPN yang dimana saat sensor mendeteksi benda main *circuit sensor* memberi arus pada basis, menyebabkan arus mengalir dari sumber positif tegangan melewati beban lalu ke transistor setelah itu menuju sumber negatif tegangan. Proses pendeteksian benda oleh sensor *proximity capacitive* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sensor *Proximity Capacitive* Mendeteksi Benda

### Pengujian Silinder A

Pengujian silinder A yang digunakan untuk memilah benda yang ada di *magazine* dan bekerja berdasarkan deteksi dari sensor *proximity capacitive*. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan

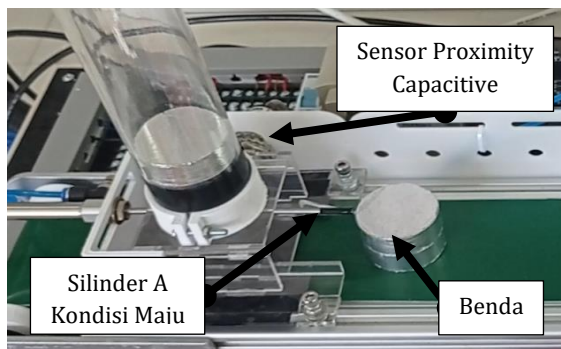


meletakkan benda yang terdeteksi sensor lalu respon silinder berdasarkan deteksi dari sensor tersebut. Hasil pengujian silinder A dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Pengujian Silinder A**

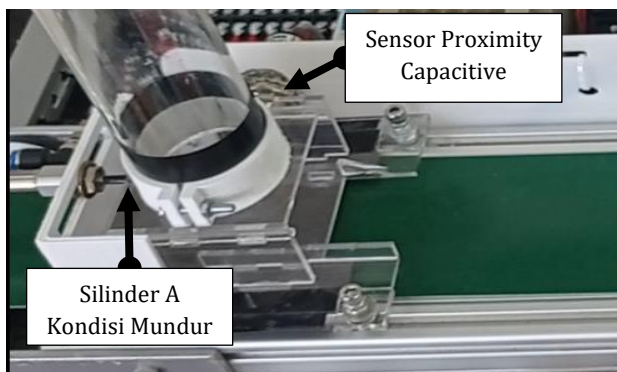
No.	Sensor Proximity Capacitive	Silinder A (Kondisi)	Tegangan (VDC)	Sensor Proximity Capacitive	Silinder A (Kondisi)	Tegangan (VDC)
1	Aktif	Maju	24,42	Tidak Aktif	Mundur	0,012
2	Aktif	Maju	24,42	Tidak Aktif	Mundur	0,012
3	Aktif	Maju	24,42	Tidak Aktif	Mundur	0,012
4	Aktif	Maju	24,42	Tidak Aktif	Mundur	0,012
5	Aktif	Maju	24,42	Tidak Aktif	Mundur	0,012

Berdasarkan Tabel 5 saat sensor proximity capacitive mendeteksi benda maka silinder A akan delay selama 3 detik kemudian berada pada kondisi maju (+) untuk mendorong benda. Tegangan dari *coil solenoid valve* silinder A ketika pada kondisi maju sekitar 24,42 VDC. Setelah benda didorong sensor menjadi tidak aktif yang membuat delay 1 detik setelah sensor tidak aktif mengubah kondisi silinder A dari maju (+) menjadi kondisi mundur (-). Pada kondisi mundur tegangan *coil solenoid valve* silinder A sekitar 0,012 VDC. Silinder A pada kondisi maju dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 9. Silinder A Kondisi Maju**

Ketika tidak ada benda yang berada didalam *magazine* maka sensor *proximity capacitive* dan kondisi silinder A menjadi mundur (-) dan motor akan *delay* selama 15 detik. Setelah melewati 15 detik maka motor mati. Kondisi tanpa benda pada *magazine* dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 10. Silinder A Kondisi Mundur**

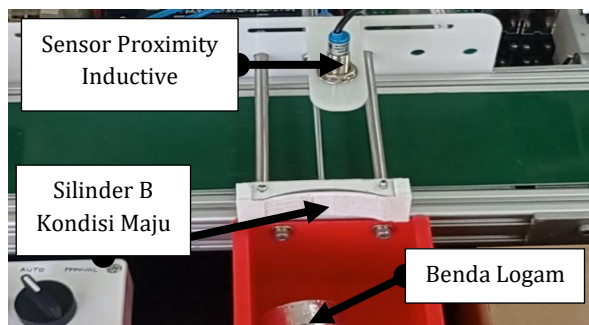
### Pengujian Silinder B

Pengujian silinder B yang digunakan untuk memilah benda logam dan non logam melewati konveyor yang bekerja berdasarkan deteksi dari sensor *proximity inductive*. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan meletakkan benda logam dan non logam pada konveyor yang sedang berjalan dan nantinya akan melewati sensor tersebut. Hasil pengujian silinder B dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Pengujian Silinder B**

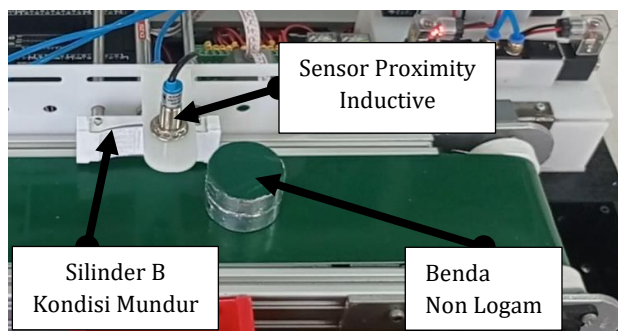
No.	Sensor Proximity Inductive	Konveyor (Kondisi)	Silinder B (Kondisi)	Tegangan (VDC)
1	Aktif	Tidak Aktif	Maju	24,39
2	Tidak Aktif	Aktif	Mundur	0,021
3	Aktif	Tidak Aktif	Maju	24,39
4	Tidak Aktif	Aktif	Mundur	0,021
5	Aktif	Tidak Aktif	Maju	24,39

Berdasarkan Tabel 6 saat sensor *proximity inductive* mendeteksi benda maka konveyor akan berhenti. Silinder B akan *delay* selama 1 detik kemudian berada pada kondisi maju (+) untuk mendorong benda logam. Tegangan dari *coil solenoid valve* silinder B ketika pada kondisi maju sekitar 24,39 VDC. Setelah benda didorong sensor menjadi tidak aktif yang membuat *delay* 1 detik setelah sensor tidak aktif mengubah kondisi silinder B dari maju (+) menjadi kondisi mundur (-). Setelah kondisi silinder B mundur maka konveyor akan berputar kembali. Pada kondisi mundur tegangan *coil solenoid vave* silinder B sekitar 0,021 VDC. Silinder B pada kondisi maju dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11. Silinder B Kondisi Maju**

Ketika benda non logam melewati sensor *proximity inductive*, benda tidak terdeteksi oleh sensor dan hanya melewati sensor *proximity inductive* dan silinder B langsung menuju *storage* non logam. Silinder B kondisi mundur dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Silinder B Kondisi Mundur**

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat dibuat kesimpulan bahwa sistem kontrol alat *sorting machine* benda logam berbasis PLC pada bagian pendeteksian benda menggunakan sensor proximity *inductive* dan *capacitive* mendapatkan hasil yang cukup baik. Silinder A dan B juga merespon sinyal yang masuk ke sensor dengan baik pada saat pemilahan benda menuju *storage* nya masing-masing. Sistem kontrol tersebut dapat bekerja sesuai dengan program yang telah dibuat di *CX-Programmer* dan ditransfer menuju PLC sebagai kontrol utama pada *sorting machine* benda logam ini. Hal ini telah sesuai dengan hasil akhir yang diinginkan terhadap sistem yang membutuhkan kinerja yang lebih efektif. Berdasarkan sistem kontrol *sorting machine* benda logam berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) ini masih banyak terdapat kekurangan yang pada alat. Berdasarkan hal itu penulis ingin memberikan saran agar alat ini dapat menjadi lebih baik lagi untuk kedepannya. Saran dan tambahan yang dapat dikembangkan dari penulis yaitu memaksimalkan ketelitian pada pembuatan desain dan rangkaian alat agar lebih presisi sehingga *error* yang terjadi dapat diminimalisir.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, M. R, "Rancang Bangun Sistem Penyortir Logam Pada Bahan Baku Furniture Berbasis Mikrokontroler dengan Metode Beat Frequency," *KILAT*, 10(1), 60-68, 2021.
- [2] Kurniawan, A., Afandi, A. N., & Prihanto, D, "Pengembangan trainer PLC sebagai pengendali sistem pneumatik pada matapelajaran perancangan sistem kontrol bagi siswa kelas XII Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Jenangan Ponorogo," *TEKNO: Jurnal Teknologi Elektro dan Kejuruan*, 29(1), 41-49, 2019.
- [3] Fajri, R. A, "Rancang Bangun Penyortir Barang Berdasarkan Berat Barang Menggunakan Sensor Load Cell Berbasis PLC," 2017.
- [4] Sadi, S, "Implementasi Human Machine Interface pada Mesin Heel Lasting Chin Ei Berbasis Programmable Logic Controller (Implementation of Human Machine Interface on Chine Ei's Heel Lasting Based on Programmable Logic Controller)," *Jurnal Teknik*, 9(1), 2020.
- [5] Arzaq, H. M., Joni, K., Alfita, R., & Ubaidillah, A, "Three Phase Induction Motor Control Using Programmable Logic Control With Star Method Kendali Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller Dengan Metode Star," *Procedia of Engineering and Life Science Vol*, 1(1), 2021.
- [6] Turhamun, Azhar, & Finawan, A, "Rancang Bangun Pemisah Benda Logam Dan Non Logam Menggunakan Elektro Pneumatic," *Jurnal Elektro*, Vol. 1, No. 1, 2017.
- [7] Parsa, I., Bagia, N., & Made, I, "Motor-Motor Listrik. *Kupang: Rasibook*, 2018.
- [8] Pujono, P., Setiawan, A., & Prabowo, D, "Rancang Bangun Mekanisme Pergerakan Conveyor Pada Mesin Sortir Sampah Kaleng Dan Botol Plastik," *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 6(2, Oktober), 1-13, 2020.
- [9] Farhan, R., & Muhaimin, M, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Berbasis Mikrokontroler Arduino MEGA 2560," *Jurnal Tektro*, 3(2), 2019.
- [10] Pujiati, T., & Risfendra, R, "Penerapan Kontroler PID Pada Sistem Kendali Level cairan Dengan Metode Ziegler-Nichols Berbasis Arduino," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 55-60, 2021.
- [11] Nurlette, D., & Wijaya, T. K, "Perancangan Alat Pengukur Tinggi Dan Berat Badan Ideal Berbasis Arduino," *Sigma Teknika*, 1(2), 172-184, 2018.
- [11] Yoski, M. S., & Mukhaiyar, R, "Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 158-161, 2020.
- [13] Widia, F., & Risfendra, R, "Penerapan Metode Invers Kinematic pada Rancangan Pergerakan Kaki Robot Humanoid," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 128-135, 2021.
- [14] Pramana, P., & Mukhaiyar, R, "Rancang Bangun Alat Penyortir Barang Menggunakan Barcode Berbasis Mikrokontroler," *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 4(2), 111-118, 2022.
- [15] Ardiansyah, T. A., & Risfendra, R, "Rancangan Sistem Mounting Device Berbasis PLC Menggunakan HMI," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 49-54, 2020.