



Rancang Bangun Mesin Sortir Logam dan Non Logam Menggunakan Sensor Proximity dan Variable Frequency Drive (VFD) Berbasis PLC Omron CP1E

Jiki hikmatullah^{1*}, Dina Martina², Marsianus Sutrisno³

Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia

Email: jikihikmatullah80@gmail.com^{1}, martina.dina87@gmail.com²,
marsianussutrisno13@gmail.com³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem sortir logam dan non-logam menggunakan sensor proximity dan variable frequency drive (VFD) berbasis PLC Omron CP1E. Latar belakang penelitian ini adalah pentingnya pengembangan media pembelajaran dalam bidang mekatronika dan pneumatik di Politeknik Negeri Pontianak, khususnya dalam program studi D3 Teknologi Mesin. Penggunaan teknologi otomasi yang semakin berkembang mendorong kebutuhan untuk menciptakan alat peraga praktikum yang sesuai dengan tren teknologi saat ini. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan pengumpulan data berupa perhitungan teknis dan pengujian alat. Perhitungan teknis dilakukan untuk menentukan komponen-komponen yang digunakan dalam sistem sortir, sementara pengujian alat bertujuan untuk memastikan bahwa alat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin sortir yang dirancang mampu memisahkan material logam dan non-logam berdasarkan deteksi sensor proximity, dengan pengaturan kecepatan motor menggunakan VFD. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa alat sortir yang dibangun berhasil memenuhi tujuan pembuatan alat praktikum mekatronika dan pneumatik, serta dapat digunakan untuk pengajaran mahasiswa dalam bidang otomasi dan pneumatik.

Kata kunci: Mesin sortir, sensor proximity, VFD, PLC Omron CP1E, mekatronika.

ABSTRACT

This research aims to design and build a metal and non-metal sorting system using proximity sensors and variable frequency drive (VFD) based on Omron CP1E PLC. The background of this research is the importance of developing learning media in the field of mechatronics and pneumatics at the Pontianak State Polytechnic, especially in the D3 Mechanical Technology study program. The growing use of automation technology drives the need to create practicum props that are in line with current technology trends. The research method used is experimental research with data collection in the form of technical calculations and tool testing. Technical calculations are carried out to determine the components used in the sorting system, while tool testing aims to ensure that the tool can function as expected. The results of the study show that the designed sorting machine is able to separate metallic and non-metallic materials based on the detection of proximity sensors, by regulating the speed

of the motor using VFD. The conclusion of this study is that the sorting tool built successfully meets the purpose of making mechatronics and pneumatic practicum tools, and can be used for student teaching in the field of automation and pneumatics.

Keywords: *Sorting machine, proximity sensor, VFD, PLC Omron CP1E, mechatronics.*

PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Pontianak merupakan salah satu perguruan tinggi yang ada di Provinsi Kalimantan Barat. Sebagai Lembaga vokasional, politeknik memiliki porsi praktikum sama atau melebihi porsi teori. Diharapkan mahasiswa atau lulusan Politeknik Negeri Pontianak menjadi sumber daya manusia (SDM) yang siap pakai dan dibutuhkan di dunia industry (ST Zainuri, 2024). Menghasilkan lulusan berakhlak mulia, cinta tanah air, memiliki keunggulan kompetensi berjiwa entrepreneur, dan kemampuan soft skill. Ini merupakan salah satu arah kebijakan dasar Politeknik Negeri Pontianak (Arah Kebijakan Dasar, 2022).

Untuk mendukung salah satu kebijakan dasar Politeknik Negeri Pontianak diperlukan media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan unsur penting dalam kegiatan belajar mengajar. Media pembelajaran adalah alat bantu mengajar (Astuti et al., 2017). Media pembelajaran yang menarik dapat membuat mahasiswa termotivasi untuk mengikuti kegiatan belajar mengajar. Salah satu media pembelajaran yaitu alat-alat peraga praktikum yang mengikuti tren teknologi saat ini (Hasan et al., 2022). Alat-alat ini sangatlah penting terutama dalam bidang ilmu rekayasa khususnya program studi (prodi) D3 teknologi mesin yang berada di luar kampus utama.

Tren teknologi saat ini sangat erat dengan sistem otomasi. Sistem otomasi merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mengurangi tenaga manusia atau manusia hanya sebagai operator dari sistem tersebut (Arif, 2022). Dengan adanya sistem otomasi proses produksi menjadi lebih cepat dan efisien. Produk yang dihasilkan dengan sistem otomasi bisa lebih bersih dan higienis. Prodi D3 teknologi mesin mempelajari sistem otomasi khususnya pada mata kuliah mekatronika berbasis PLC (program logic controller) (Rizqianti & Permata, 2022).

Mekatronika merupakan salah satu mata kuliah yang ada di program studi D3 teknologi mesin. Mekatronika adalah gabungan beberapa disiplin ilmu. Adapun disiplin ilmu tersebut yaitu ilmu mekanik, ilmu elektronik, ilmu kendali dan ilmu komputer (Bagenda & Basjaruddin, 2022). Dengan mempelajari mekatronika kita bisa mengendalikan komponen – komponen sistem penggerak (aktuator) dengan lebih fleksibel. Beberapa contoh aktuator yaitu motor listrik dan silinder pneumatic (Fitria & Pamuji, 2015).

Motor listrik dan silinder pneumatik adalah aktuator yang digunakan dalam sistem sortasi material logam dan non-logam. Motor listrik digunakan untuk menggerakkan konveyor yang terhubung dengan sistem transmisi (Faturrohman & Fatkhurrohman, 2023). Konveyor mengangkut material dengan kecepatan yang bisa diatur menggunakan variable frekuensi drive (VFD). Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi material yang dibawa oleh konveyor. Jika material melewati sensor, sensor akan memberikan sinyal sehingga silinder pneumatik bekerja. Material akan terpisah sesuai dengan

jenis materialnya. Sistem sortasi ini dikendalikan dengan menggunakan program logic controller (PLC) (Turhamum et al., 2017).

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti akan membuat sistem sortasi material logam dan non-logam berbasis PLC Omron CP1E dengan menggunakan sensor proximity dan VFD. Pembuatan alat ini bertujuan untuk menambah media pembelajaran mekatronika dan wawasan mahasiswa mengenai aplikasi mekatronika. Dengan adanya alat ini mahasiswa bisa merangkai sistem sortasi material logam dan non-logam. Selain itu, mahasiswa bisa mengendalikan putaran motor listrik dengan menggunakan VFD.

Adapun tujuan penelitian ini yaitu Merancang dan membangun sistem sortir logam dan non logam menggunakan sensor proximity dan variable frekuensi drive (VFD) berbasis PLC Omron CP1E.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menambah jumlah media pembelajaran pada mata kuliah mekatronika dan pneumatik serta menambah wawasan mahasiswa mengenai aplikasi mekatronika dan pneumatik. Dengan adanya alat ini, mahasiswa bisa menggunakan VFD dan memilah material berdasarkan jenis materialnya. VFD digunakan untuk mengatur kecepatan putar motor listrik 3 fasa dan pemilahan material dilakukan dengan menggunakan sensor proximity.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pneumatik, Program Studi DIII Teknologi Mesin PSDKU Sanggau, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Pontianak.

Metode Pengumpulan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini meliputi data perhitungan teknis dan data pengujian alat. Data perhitungan teknis terdiri dari analisis tegangan pada rangka, perhitungan daya motor, panjang sabuk, kekuatan poros, dan panjang belt conveyor yang akan digunakan. Data pengujian alat terdiri dari data kecepatan motor listrik terhadap perubahan frekuensi dan data percobaan sistem sortasi. Data perhitungan teknis dilakukan dengan menghitung masing-masing komponen pada alat yang dibuat menggunakan persamaan-persamaan pada buku elemen mesin dan mekanika teknik. Data pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai harapan dengan melakukan percobaan. Putaran motor listrik yang sesuai diatur berdasarkan besar frekuensi listrik melalui perangkat VFD. Komponen-komponen sistem sortasi diuji coba kinerjanya apakah sudah sesuai keinginan. Jika sudah sesuai dilakukan beberapa kali percobaan untuk melihat hasilnya.

Metode Analisis Data

Sistem sortasi ini didesain menggunakan aplikasi Autodesk Inventor. Bagian-bagian sistem sortasi terdiri dari belt conveyor, sistem pneumatik dan sistem kendali PLC. Komponen-komponen belt conveyor dihitung berdasarkan persamaan-persamaan pada buku elemen mesin dan mekanika teknik. Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan jenis bahan dan dimensi komponen-komponen tersebut. Sistem pneumatik digunakan untuk memilah material berdasarkan jenis materialnya. Diagram pneumatik dibuat sesuai dengan sistem yang diinginkan. Keseluruhan sistem dikendalikan dengan menggunakan PLC. Wiring diagram dan diagram ladder dibuat menyesuaikan dengan cara kerja sistem sortir yang dibuat.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan merancang dan membangun mesin sortir logam dan non logam menggunakan sensor proximity dan variable frekuensi drive (VFD) berbasis PLC Omron CP1E. Motor listrik digunakan untuk menggerakkan conveyor yang terhubung dengan sistem transmisi. Conveyor

mengangkut material dengan kecepatan yang bisa diatur menggunakan variable frekuensi drive (VFD). Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi material yang dibawa oleh konveyor. Jika material melewati sensor, sensor akan memberikan sinyal sehingga silinder pneumatik bekerja. Material akan terpisah sesuai dengan jenis materialnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Motor Listrik

Motor listrik digunakan sebagai penggerak pada mesin sortir ini. Jenis motor listrik yang digunakan yaitu motor listrik 3 fasa. Adapun daya motor listrik ditentukan berdasarkan persamaan ini.

$$P = \frac{2 \pi n T}{60} \dots\dots\dots (1)$$

Ket:

- P : Daya motor (Watt)
- N : putaran motor listrik (RPM)
- T : torsi (N m)

Berdasarkan perhitungan di atas diketahui bahwa daya motor yang diperlukan 429,927 watt / 0,5765 hp (*horse power*). Motor listrik yang digunakan yaitu motor listrik 3 fasa dengan daya 1 hp. Motor listrik yang digunakan mampu menggerakkan mesin karena daya yang diperlukan lebih kecil dari daya motor listrik itu sendiri. Adapun gambar motor listrik yang digunakan dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 1 1Motor listrik 1 fasa

Puli dan Sabuk

Kecepatan puli yang diinginkan sama dengan kecepatan pada motor listrik. Puli yang digunakan yaitu puli tipe A dan memiliki perbandingan 1 : 1. Masing-masing puli memiliki diameter luar 76 mm

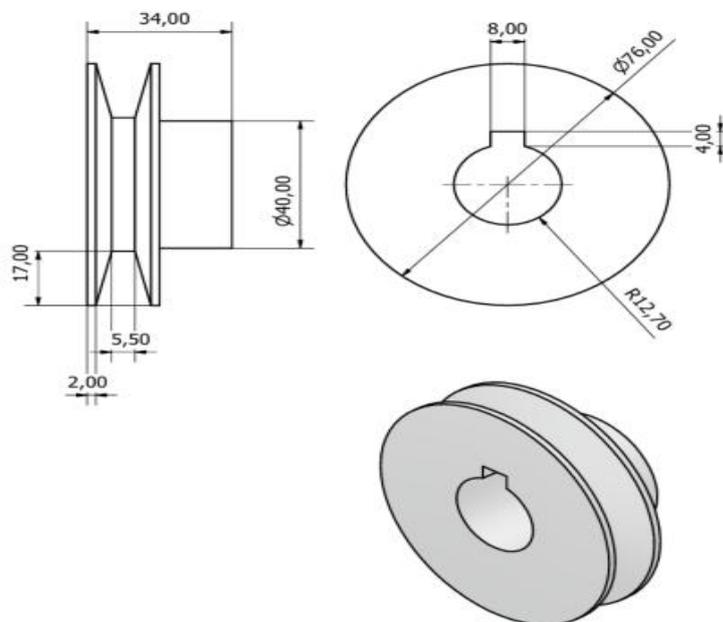
dengan jarak sumbu antar puli yaitu 575,8 mm. Adapun keliling sabuk yang dibutuhkan dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

$$L = \pi (r1 + r2) + 2 x + \frac{(r1-r2)^2}{x} \dots\dots\dots (2)$$

Ket :

- r1 : jari-jari puli penggerak (mm)
- r2 : jari-jari puli digerakkan (mm)
- x : jarak sumbu antar puli (mm)

Berdasarkan persamaan 2 diketahui bahwa keliling sabuk yang dibutuhkan yaitu 1390,36 mm. Sabuk dengan jenis A-54 digunakan pada mesin sortir ini. Puli dan sabuk menggunakan tipe A karena daya motor listrik antara 1 hp – 4,7 hp. Sabuk dengan tipe A-54 memiliki keliling 56,3 inci (1430 mm), lebih panjang sedikit dari keliling sabuk yang dibutuhkan. Adapun gambar puli yang digunakan dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2 1 Puli

Poros dan Bantalan

Poros adalah komponen yang digunakan untuk meneruskan daya. Poros yang digunakan pada penelitian ini memiliki dimensi 1 inci (25,4 mm). Perhitungan diperlukan untuk mengetahui keamanan poros yang digunakan dengan membandingkan tegangan geser yang terjadi dengan tegangan geser material. Perhitungan poros menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\tau = \frac{T \times 16}{\pi \times d^3} \dots\dots\dots (3)$$

Ket :

- T : torsi (N mm)
- τ : tegangan geser (MPa)
- d : diameter poros

Nilai torsi didapat dari persamaan di bawah ini

$$T = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n} \dots\dots\dots (4)$$

Ket :

- P : Daya motor (Watt)
- N : putaran motor listrik (RPM)
- T : torsi (N m)

Berdasarkan persamaan ketiga dan keempat diketahui bahwa torsi dan tegangan geser yang terjadi yaitu 69,812 N m dan 21,696 MPa. Material yang digunakan ST 37 dengan tegangan geser 230 MPa. Poros yang digunakan dinyatakan aman karena tegangan geser yang terjadi lebih kecil dari tegangan geser material. Bantalan yang digunakan menyesuaikan dengan diameter poros. Diameter poros yang digunakan 1 inci maka bantalan yang digunakan juga 1 inci atau kode bantalan 205-16. Tipe rumah bantalan yang digunakan ada dua yaitu UCF dan UCT masing-masing 1 inci atau kode bantalan 205-16. Adapun gambar rumah bantalan yang digunakan dapat dilihat di bawah ini.



(a)



(b)

Gambar 3 (a) UCF 205-16 dan (b) UCT 205-16

Belt Conveyor

Belt conveyor yang digunakan yaitu tipe pvc. Adapun belt conveyor ini memiliki panjang yang beragam. Untuk itu perlu menghitung berapa keliling yang dibutuhkan. Di bawah ini adalah persamaan untuk menghitung panjang keliling belt conveyor yang dibutuhkan.

$$L = \pi (r1 + r2) + 2 x + \frac{(r1-r2)^2}{x} \dots\dots\dots (5)$$

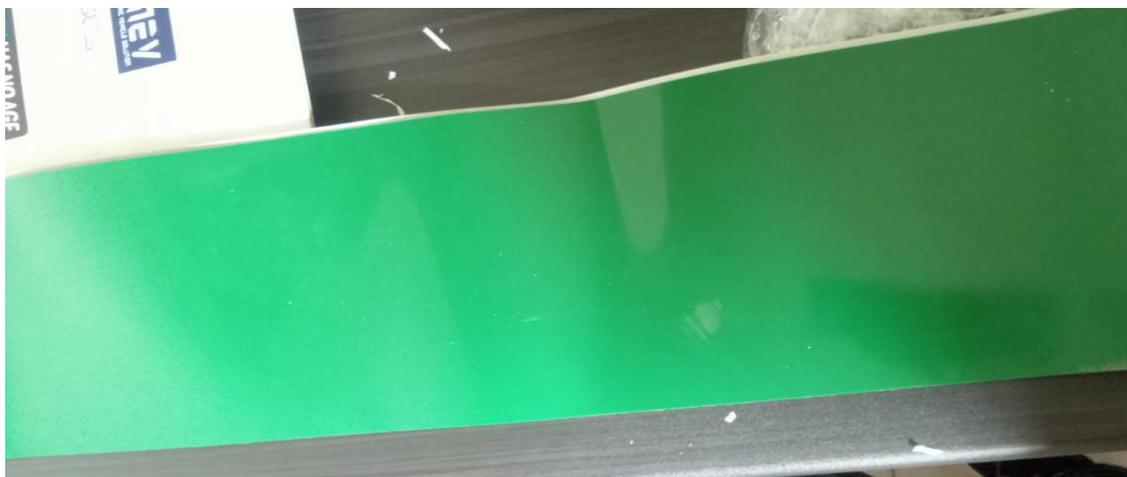
Ket :

r1 : jari-jari roller penggerak (mm)

r2 : jari-jari roller digerakkan (mm)

x : jarak sumbu antar roller (mm)

Masing-masing roller memiliki diameter yang sama yaitu 120 mm dengan jarak sumbu antar roller yaitu 1000 mm (1 meter). Berdasarkan persamaan 5 diketahui bahwa keliling belt conveyor yang dibutuhkan yaitu 2377 mm (2,38 meter). Oleh karena itu dipilih belt conveyor dengan panjang 2,5 meter. Untuk mengatur kekencangannya dibuat adjuster pada rangka. Adapun gambar belt conveyor dapat dilihat pada gambar 4.



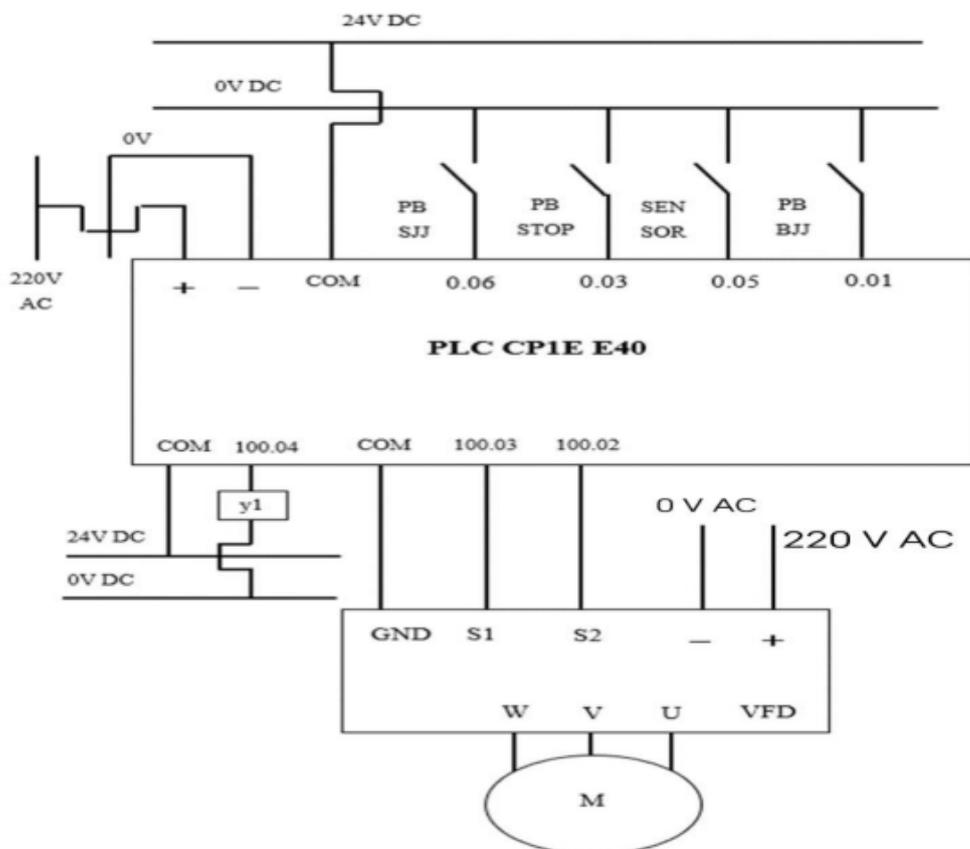
Gambar 2 Belt Conveyor

Rangkaian pengkabelan PLC, diagram ladder dan parameter VFD

Motor listrik digunakan untuk menggerakkan sistem transmisi sabuk dan puli. Motor listrik berputar maka konveyor juga akan berputar. Putaran motor listrik dikendalikan oleh variable frequency drive (VFD). Motor listrik ini bisa berputar searah jarum jam atau berlawanan jarum jam dengan menekan tombol CW (clockwise) dan CCW (counter clockwise). Konveyor bergerak dengan membawa benda logam dan non logam. Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi benda logam. Jika sensor

ini aktif maka silinder akan maju sehingga benda logam akan tersortir. Benda non logam akan terpisah di sisi konveyor satunya.

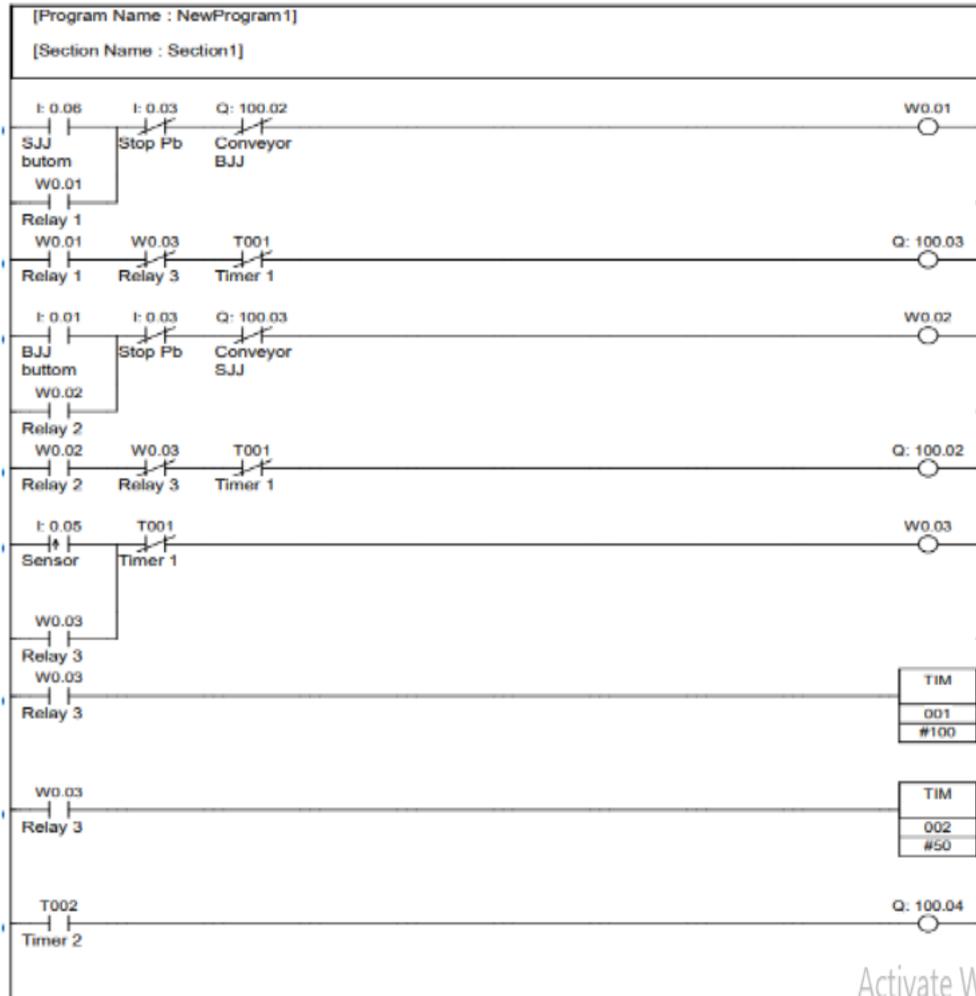
Sistem sortir ini dikendalikan dengan menggunakan program logic control (PLC). Input PLC terdiri dari tombol dan sensor proximity. Output PLC terdiri dari VFD dan katup 5/2 single solenoid. Adapun diagram pengkabelan pada PLC dapat dilihat pada gambar 5.5. Bahasa pemograman yang digunakan pada PLC menggunakan diagram ladder. Adapun diagram ladder yang digunakan pada mesin sortir ini dapat dilihat pada gambar 5.6. Video hasil pengujian alat dapat dilihat pada QR code pada gambar 5.



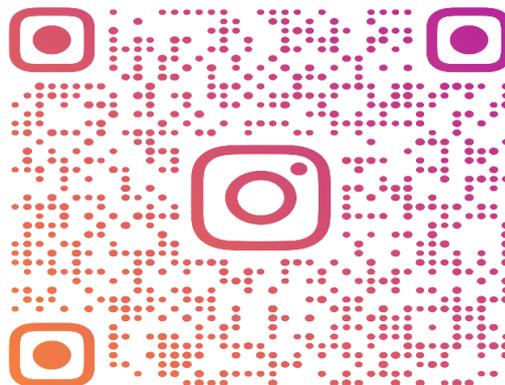
Gambar 3 Diagram pengkabelan pada PLC

Jiki hikmatullah, Dina Martina, Marsianus Sutrisno

Rancang Bangun Mesin Sortir Logam dan Non Logam Menggunakan Sensor Proximity dan Variable Frequency Drive (VFD) Berbasis PLC Omron CP1E



Gambar 4 Diagram ladder



Gambar 5 QR code video percobaan

VFD digunakan untuk mengendalikan putaran motor listrik dengan mengatur frekuensi listrik yang masuk ke motor listrik. Frekuensi motor listrik dikendalikan dengan menggunakan tombol pada VFD (pengendalian secara local) dan mengatur arah putar motor listrik menggunakan tombol. Parameter yang dimasukkan agar VFD dapat bekerja seperti yang diinginkan dapat dilihat di bawah ini.

Parameter motor (P02)

- a. P02.01 (daya motor) : 0,7 kW
- b. P02.02 (frekuensi motor) : 50 Hz
- c. P02.03 (kecepatan motor) : 1390 RPM
- d. P02.04 (tegangan motor) : 220 V
- e. P02.05 (arus motor) : 3,6 A

Parameter basic function (P00)

- a. P00.01 (menghidupkan motor) : 0 (menghidupkan motor menggunakan keypad pada VFD)
1 (menghidupkan motor menggunakan terminal VFD)P00.03 (frekuensi maksimum) : 0 – 50 Hz
- b. P00.04 (batas atas frekuensi) : 50 Hz
- c. P00.05 (batas bawah frekuensi) : 0 Hz
- d. P00.06 (pengaturan frekuensi) : 0 (keypad)
1 (potensio local)
2 (potensio luar)

Menghidupkan motor secara eksternal

- a. P05.01 : 1 (*forward rotation operation*)
- b. P05.02 : 2 (*reverse rotation operation*)
- c. P05.03 : 0 (*2 wire control*)

SIMPULAN

Sistem sortir yang telah dibuat saat ini hanya dapat menyortir benda berdasarkan jenis materialnya, namun mesin ini masih memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut agar dapat menyortir benda berdasarkan warna, tinggi, berat, dan faktor lainnya, serta konveyor ini dapat dimanfaatkan untuk membuat alat praktikum lain, seperti mesin pengisian botol otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, I. (2022). Perancangan Unit Pengisian Pada Mesin Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC. *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil)*, 3(2), 37–44.
- Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., & Saraswati, D. L. (2017). Pengembangan media pembelajaran fisika mobile learning berbasis android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 57–62.
- Bagenda, D. N., & Basjaruddin, N. C. (2022). Penerapan SCADA dan IoT Menggunakan PLC Sebagai Kontrol Motor AC untuk Pembelajaran Praktikum SMK. *Gema Teknologi*, 21(3).
- Faturrohman, I., & Fatkhurrohman, M. (2023). Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3fasa Dengan Mengatur Frekuensi Menggunakan VSD di PERUMDAM Tirta Madani Serang. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(1), 46–56.
- Fitria, D., & Pamuji, M. (2015). Inverter Motor Pompa Pada PDAM Tirta Musi Palembang. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 3(1).
- Hasan, H., Heyawan, W., Suharto, I., & Yuwono, M. (2022). Aplikasi Kontrol Dan Monitoring Pada Proses Pencucian Mobil Otomatis Berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell Untuk Modul Peraga Praktikum Otomasi Dasar. *Jurnal ELIT*, 3(2), 22–31.
- Rizqianti, Z., & Permata, E. (2022). Analisis Pengasutan Motor Jenis Variable Speed Drive (VSD) dan Soft Starter Pada Fan Cooler Sistem Di PT. Cemindo Gemilang TBK Bayah. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 1(2), 125–139.
- ST Zainuri, A. M. (2024). *Mesin Pemindah Bahan, Material Handling Equipment*. Penerbit Andi.
- Turhamum, T., Azhar, A., & Finawan, A. (2017). Rancang Bangun Pemisah Benda Logam dan Non Logam Menggunakan Elektro Pneumatic. *Jurnal Tektro*, 1(1), 42–48.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).