

Purwarupa Alat Sortir Produk Dengan Metode Rotasi Berbasis *PLC - Electro Pneumatics*

Wendhi Yuniarto^{*1}, Mohd. Ilyas Hadikusuma², Agus Riyanto³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Pontianak; Jalan Ahmad Yani Pontianak, 0561-736180/0561-740143

Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak

e-mail: ^{*1}tepelongkeng@gmail.com, ²ilyas.hadikusuma@gmail.com, ³ariyanto228@gmail.com

Abstrak

Penguasaan instrumentasi industri, khususnya pneumatika, sudah menjadi sebuah tuntutan oleh sebagian industri yang berbasis otomasi selain penguasaan Programmable Logic Controller (PLC). Adapun instrumen pneumatics dapat diintegrasikan dengan sistem PLC melalui pengaturan air valve yang diatur secara elektrik sehingga dinamakan electro pneumatics. Pengaturan elektrik tersebut menggunakan piranti solenoid yang sudah terintegrasi dengan piranti pneumatics. Penelitian ini menerapkan metode rotasi yaitu metode yang merotasi mekanik tertentu untuk meneruskan perjalanan produk ke conveyor selanjutnya. Penggunaan motor DC untuk menggerakkan conveyor setelah mendapat perintah dari PLC GLOVA GM7U, diintegrasikan dengan sensor infrared sebagai sensor untuk mensortir tinggi dari produk serta terhubung dengan air valve (electro pneumatics) untuk menggerakkan silinder pneumatic yang akan mendorong barang ke tempat yang disediakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa System dimulai dari input, proses sampai output sudah dapat bekerja dengan baik, komunikasi antara PC sebagai PLC controller tersinkronisasi dengan sensor infrared, motor DC untuk menggerakkan conveyor dan air valve.

Kata kunci : Programmable Logic Controller (PLC), Sensor Infrared, conveyor, air valve (electro pneumatics), motor DC

Abstract

Mastery of industrial instrumentation, especially pneumatics, has become a demand by some automation-based industries in addition to mastering the Programmable Logic Controller (PLC). The pneumatics instrument can be integrated with a PLC system through an electrically regulated air valve so it is called electro pneumatics. The electrical arrangement uses a solenoid device that has been integrated with pneumatics devices. This research applies the rotation method which is a method that rotates certain mechanics to continue the product journey to the next conveyor. The use of a DC motor to drive the conveyor after receiving an order from the GLOVA GM7U PLC, integrated with an infrared sensor as a sensor for sorting the height of the product and connected to the air valve (electro pneumatics) to move the pneumatic cylinder which will push the goods to the place provided. The results showed that the system starts from the input, the process until the output can work well, communication between the PC as a PLC controller is synchronized with an infrared sensor, a DC motor to move the conveyor and air valve.

Keywords: Programmable Logic Controller (PLC), Infrared Sensors, Conveyors, Air Valves (electro pneumatics), DC motors.

1. PENDAHULUAN

Penguasaan instrumentasi industri, khususnya pneumatika, sudah menjadi sebuah tuntutan oleh sebagian industri yang berbasis otomasi selain penguasaan *Programmable Logic Controller* (PLC). Hal tersebut tentu menjadi nilai tambah bagi lulusan Politeknik Negeri Pontianak, khususnya pada Program Studi Teknik Elektronika. Kesiapan kompetensi siswa didik perlu dipersiapkan sehingga tuntutan tenaga kerja terampil khususnya yang berasal dari Politeknik Negeri Pontianak memenuhi kriteria yang diinginkan.

Penerapan beberapa peralatan *pneumatics* pada sebagian proses produksi dalam sebuah industri dimaksudkan untuk menjaga kebersihan dan kerapihan sehingga produk yang dihasilkan bebas kontaminasi. [1], [2] Instrumen tersebut dapat diintegrasikan dengan sistem PLC melalui pengaturan *air valve* yang diatur secara elektrik sehingga dinamakan *electro pneumatics*. Pengaturan elektrik tersebut menggunakan piranti solenoid yang saat ini sudah terintegrasi dengan piranti pneumatics.

Dalam beberapa tahapan proses produksi sering dijumpai proses sortasi yang memisahkan dan mengurutkan produk baik secara manual maupun otomatis. Demi mempertahankan kualitas yang seragam, metode sortasi otomatis lebih diminati dibandingkan dengan sortasi manual.[3],[4] Sortasi dengan sistem otomatis biasanya berlangsung di bagian *sortation conveyor* dan dilakukan oleh beberapa aktuator (*sorter*) dengan mekanisme yang beragam. Menurut jenis dan mekanisme aktuator yang diterapkan, terdapat beragam metode sortasi, diantaranya *filtering, puller, pusher, paddle (diverter)*, dan *sliding*. [4] Penerapan berbagai metode sortasi tersebut tergantung pada tahapan yang ada dalam sebuah otomasi industri. Dari berbagai metode tersebut, belum banyak proses industri yang menerapkan metode rotasi yaitu sebuah metode yang merotasi mekanik tertentu untuk meneruskan perjalanan produk ke *conveyor* selanjutnya. Oleh karenanya, metode rotasi tersebut perlu dipelajari sehingga memunculkan inovasi baru dalam proses industri.

Berdasarkan uraian dari ketiga paragraf di atas, diperlukan sebuah modul pembelajaran praktikum di bidang kendali yang mengkolaborasikan PLC dengan sistem *electro pneumatics* sehingga mampu menambah wawasan keilmuan bagi lulusan Politeknik Negeri Pontianak.

2. METODE

Beberapa tahapan metode yang akan dilakukan pada penelitian ini antara lain:

2.1 Tahap Studi Pendahuluan

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data dari beberapa literatur, material internet dengan sumber yang valid serta hasil penelitian terdahulu yang menunjang dan relevan dengan lingkup topik yang diangkat. Adapun beberapa referensi utama seperti referensi sistem komunikasi jaringan PLC, Referensi tutorial program PLC GLOVA GM7U, Program Ladder GMWIN, Referensi Silinder Pneumatic yang merupakan aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan (udara yang terkompresi) untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak – balik piston secara *linier* (gerakan keluar – masuk), referensi conveyor untuk menjalankan barang yang akan disortir, *solenoid valve* yang merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan/solenoida, referensi motor DC untuk menggerakkan *conveyor*, referensi sensor *proximity capacitive* (pada hasil purwarupa diganti dengan sensor infrared karena tingkat respon dari proximity sensor tidak sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan), serta referensi pendukung lainnya yang berhubungan dengan kelancaran penelitian ini.

Sedangkan referensi penunjang untuk pembuatan modul *plant*, seperti *wiring* diagram dan manual settingnya sangat menentukan kelancaran program dirancang. Pada Sistem sortir yang akan dibuat ini, maka secara *modul plant*-nya, menggunakan sistem kontrol operasi yang dirancang standar seperti sistem sebenarnya yang akan diaplikasikan.

Luaran yang ingin dicapai pada tahapan ini adalah beberapa data awal yang relevan dengan bidang penelitian seperti data peralatan, rancangan awal dan mekanisme sistem, serta rancangan pengujian sistem.

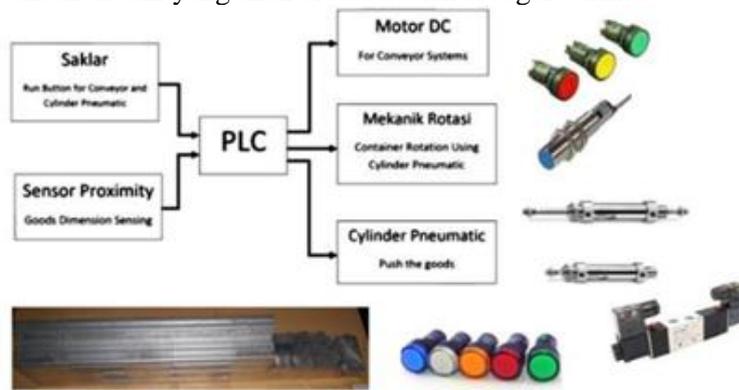
2.2 Tahap Perencanaan dan Analisa Kebutuhan Sistem

Pada tahapan ini, dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

- Merencanakan model sistem secara garis besar dan mengidentifikasi kebutuhan dari sistem tersebut.
- Merencanakan modul praktik dan mengidentifikasi kebutuhannya.
- Melakukan analisa kebutuhan dari kedua perencanaan dengan menerapkan metode *Pugh (house of requirement)*

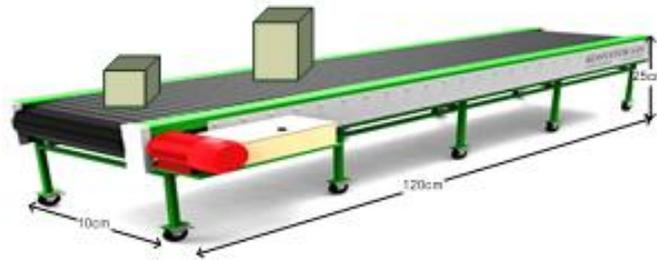
Adapun untuk perencanaan PLC yang digunakan sebagai instrument pengontrol, sudah dipilih baik jenis maupun spesifikasinya. Untuk kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan sudah terpetakan, baik dari spesifikasi dan jumlah yang diperlukan. Analisis kebutuhan alat dan bahan ini digunakan untuk pembuatan modul *plant*, perangkat komunikasi sistem dan *wiring system*.

Adapun perencanaan sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Rancangan system Sortir Produk menggunakan PLC

Berdasarkan gambar 1, terlihat bahwa input systems terdiri dari saklar dan sensor. Saklar dibuat menjadi 2 fungsi. Fungsi pertama bertugas memberikan supply daya ke sistem sekaligus menjadi tombol untuk mengaktifkan conveyor. Fungsi kedua adalah untuk mengaktifkan timer sehingga memposisikan barang di atas conveyor yang sudah aktif. Sensor yang digunakan sebagai input adalah sensor proximity. Sensor ini akan mendeteksi dimensi barang yang melewati sensor. Pendeteksian dimensi barang akan direncanakan untuk dua tipe dimensi. Masing- masingnya akan ditempatkan ke dalam *container* yang diposisikan secara rotasional sesuai tipe dimensi yang dikehendaki.



Gambar 2. Rancangan conveyor system

Adapun kecepatan *conveyor* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$V = (\pi \times D) / t$$

Keterangan :

V = Kecepatan motor *conveyor* (cm/dt)

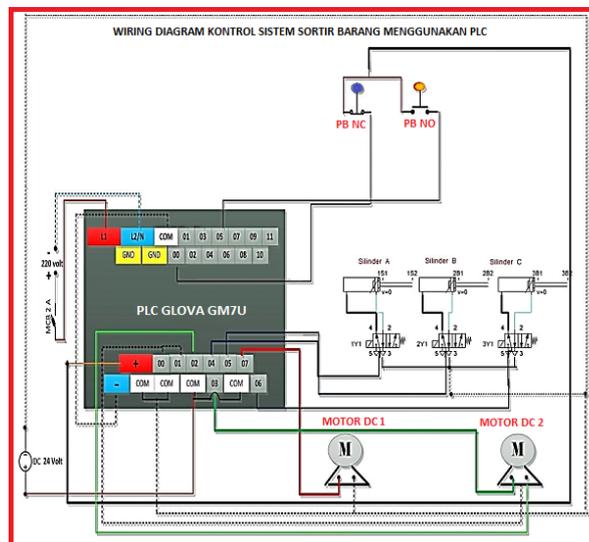
$\Pi = 3,14$

D = Diameter roll conveyor (cm)

t = Waktu satu putaran motor (dt)

2.3 Tahap Disain Sistem, Ujicoba dan Pembuatan Sistem

Inti dari tahapan ini adalah proses *prototyping*. Model yang sudah direncanakan sebelumnya akan diwujudkan secara nyata baik dari sisi *hardware* maupun *software*. Dari sisi *software*, dilakukan pemrograman PLC guna menjadi unjuk kerja sistem. Saat diperlukan pembaharuan terhadap rancangan, tahapan ini tetap akan dilakukan. Setelah diwujudkan dalam bentuk prototype, maka selanjutnya akan dilakukan beberapa ujicoba dan serangkaian pengukuran guna melihat performa rancangan dan memperoleh data yang diperlukan dalam menganalisa hasil penelitian. Setelah dirasakan berhasil, tahap selanjutnya adalah finalisasi hasil rancangan.

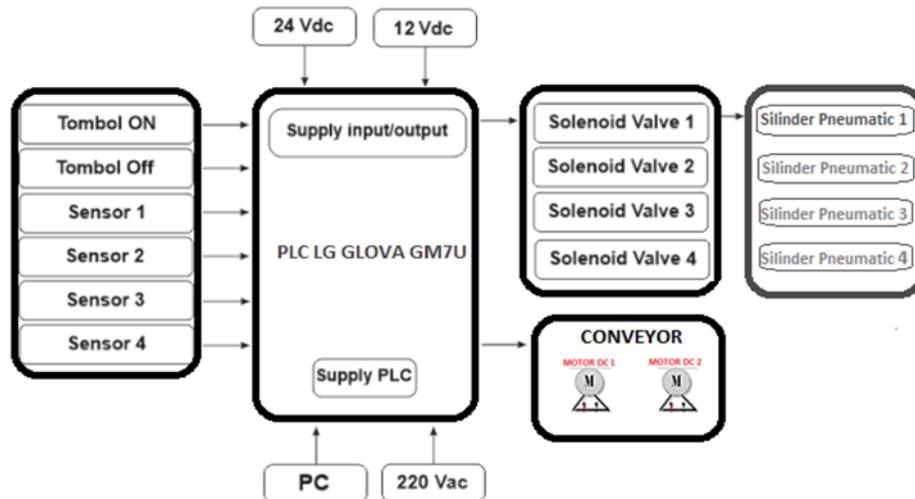


Gambar 3. Instalasi system Sortir Produk menggunakan PLC

2.4 Tahap Analisa dan Pembuatan Laporan Akhir

Hasil dari ujicoba pada langkah sebelumnya berupa data-data yang sudah terkumpul berupa data komunikasi antara perangkat kontrol dan monitor, data respon program kontrol dan monitoring dari software PLC, dan data unjuk kerja peralatan input dan output dari modul *plant*, akan dibandingkan dengan skenario data awal rancangan. Kemudian data tersebut di analisis untuk melihat sejauh mana tingkat keberhasilan rancangan terhadap realisasi yang diperoleh, serta melihat apabila ada perbedaan/permasalahan yang *significant* maupun jika ada kendala serta hambatan dalam input, proses sampai output penelitian. Semua metoda penelitian serta tahapan yang dilakukan menjadi laporan akhir penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. Blok Diagram Kontrol Sistem

Blok diagram dari system kontrol sortir produk menggunakan PLC GLOVA GM7U terdiri dari peralatan INPUT, PROSES dan OUTPUT sebagai berikut :

- a. Peralatan/komponen **INPUT** :
 - Power Supply AC to DC ; sebagai sumber daya dari 220 VAC jala-jala PLN diubah menjadi 24 VDC dan 12 VDC untuk supply daya ke PLC dan juga ke Motor DC.
 - Sensor Proximity/Infrared ; sebagai input sinyal ke PLC
 - PC / Laptop ; Sebagai input program diagram ladder yang memberikan perintah pada system.
- b. Peralatan/komponen **PROSES** :
 - PLC ; adalah sistem kontrol berdasarkan CPU yang menggunakan perangkat keras dan memori untuk mengendalikan proses. PLC didesain untuk menggantikan hardware relay dan timer logic. PLC juga menyediakan kemudahan pengendalian berdasarkan pemrograman dan pelaksanaan instruksi logic yang sederhana. PLC mempunyai fungsi internal seperti timer, counter dan shift register sehingga kontrol yang rumit dapat diwujudkan dengan sesederhana mungkin.



Gambar 5. PLC Glova GM7U

- I/O device ; digunakan untuk mengontrol sistem eksternal, adapun sensor yang mengirim informasi disebut input device, merupakan bagian dari sistem kontrol. Tabel 1 merupakan tabel untuk peralatan input (sensor), controller dan output.

Tabel 1. Peralatan input, output, serta controller dari PLC

Input Device	Controllers	Output Device
Circuit breaker	Counter	Alarm
Level switch	Logic unit	Control relay
Limit switch	Relays	Fans
Motor starter	Timer	Horn
Proximity switch		Light
Photoelectric switch		Motor Starter
Push button		Solenoids
Relay contacts		Valves
Selector switch		

c. Peralatan/komponen **OUTPUT** :

- *Solenoid Valves* ;



Gambar 6. *Solenoid Valves*

Solenoid valve akan bekerja bila kumparan/coil mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (100/200 VAC atau 12/24 VDC).

- Silinder *Pneumatic* ; Pada sistem sortir barang ini menggunakan *pneumatic fitting air speed control SL6-M5 6 mm-M5* dan *mini air cylinder CDJ2B 10*100-B 10mm Bore 100mm stroke*. Silinder pneumatic digunakan sebagai actuator untuk mendorong sesuatu benda. Cara kerja dari silinder *pneumatic* ini yaitu ketika PLC mengirim sinyal input dari sensor ke *solenoid valve*, maka katup pada valve akan berpindah dan mengalirkan udara ke silinder pneumatic, sehingga piston pada silinder akan bergerak maju dan mendorong benda kerja.



Gambar 7. *Pneumatic fitting air speed control* dan *mini air cylinder*

- Motor DC ; pada system menggunakan *gearbox motor DC 12VDC 400RPM* dengan torsi 6.5 kg/cm. Motor DC ini digunakan untuk menggerakkan *conveyor* yang permukaannya digunakan untuk membawa produk/barang yang akan di sortir.



Gambar 8. Motor DC dan konveyor

Deskripsi kerja dari system sortir produk/barang dengan melakukan sortir produk/barang berdasarkan ukurannya. Saklar berfungsi menjadi 2 fungsi yaitu, Fungsi pertama bertugas memberikan supply daya ke sistem sekaligus menjadi tombol untuk mengaktifkan *conveyor*. Fungsi kedua adalah untuk mengaktifkan timer sehingga memposisikan barang di atas *conveyor* yang sudah aktif. Sensor yang digunakan sebagai input adalah sensor *proximity* (pada implementasi akhir menggunakan infrared). Sensor ini akan mendeteksi dimensi barang yang melewati sensor. Pendeteksian dimensi barang akan direncanakan untuk dua tipe dimensi. Masing- masingnya akan ditempatkan ke dalam kontainer yang diposisikan secara rotasional sesuai tipe dimensi yang dikehendaki.



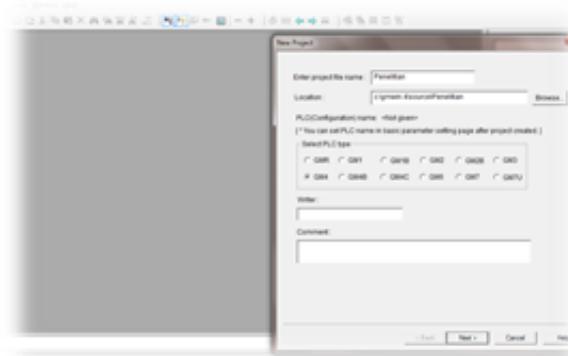
Gambar 9. Peralatan ujicoba system

3.1 Pengaturan Parameter Komunikasi PLC

Pengaturan parameter PLC dengan mengaktifkan software GMWIN 4.0 dengan mengclick icon gambar 10 pada desktop, menu nama project, lokasi file program disimpan dan memilih type PLC yang digunakan, untuk pilihan bahasa di next pada pilihan bahasa pemrograman (LD) dan mengakhiri pengaturan awal program dengan menekan tombol finish.



Gambar 10. Icon Software PLC GM WIN



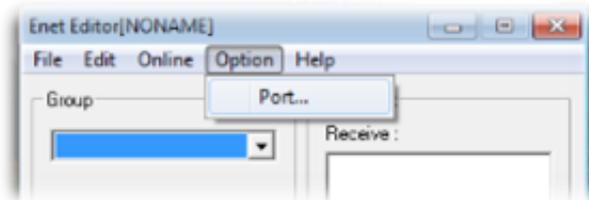
Gambar 11. Menu New Project

Pada gambar 12, button kursor mengarah ke *tools* lalu di klik dan kemudian memilih Frame Editor pada menu tersebut.



Gambar 12. Menu Tools

Pada menu *option* dipilih *port* untuk mengatur *port* komunikasi serial ke PLC agar komputer dan PLC dapat saling berkomunikasi yang ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. menu pengaturan *port* komunikasi

Jika koneksi berhasil, maka akan muncul notifikasi seperti pada gambar 14



Gambar 14. Status koneksi dari PC ke PLC dan Menu *Online*

Supaya parameter yang *download* dapat digunakan, maka dilakukan *restart* pada PLC. PLC di ubah pada mode *stop* kemudian sumber tegangan PLC dimatikan, setelah beberapa detik kembali dihidupkan sumber tegangan PLC. Langkah selanjutnya adalah mengubah PLC ke mode *pause*, maka parameter yang diatur sudah dapat digunakan.

3.2 Pembuatan Program PLC

Langkah kerja program kontrol sortir produk/barang adalah sebagai berikut ;

- Tombol ON akan mengaktifkan kontak-kontak dan akan memberikan instruksi pada coil yang diberi pengalamatan output ke komponen *electrical valve* dan motor DC;
- Ketika tombol ON di pilih, maka akan mengaktifkan Motor 1 dan motor 2, sehingga *conveyor* akan bekerja. Pada *ladder diagram* digunakan *step holding* sekaligus untuk mengunci system pada saat bekerja;
- Ketika motor 1 dan motor 2 aktif, maka conveyor 1 dan 2 akan bekerja. Pada saat sensor 1 mendeteksi adanya barang setinggi 4 cm, maka akan mengaktifkan Valve 1 untuk menggerakkan silinder pneumatic yang mendorong barang tersebut ke conveyor 1. Sensor 3 akan bekerja untuk menghitung jumlah barang yang masuk ke kotak ukuran barang 4 cm sekaligus mengaktifkan silinder pneumatic untuk mendorong barang ke kotak 1;
- Pada saat sensor 2 mendeteksi adanya barang setinggi 6 cm, maka akan mengaktifkan Valve 2 untuk menggerakkan silinder pneumatic yang mendorong barang tersebut ke conveyor 2. Sensor 4 akan bekerja untuk menghitung jumlah barang yang masuk ke kotak ukuran barang 6 cm sekaligus mengaktifkan silinder pneumatic untuk mendorong barang ke kotak 2;
- Pada saat sensor 1 mendeteksi adanya barang setinggi 4 cm, maka timer 1 akan mulai menghitung selama 3 detik. Dimana timer 1 digunakan untuk menyalakan valve 1. Sensor 3 berguna untuk mengaktifkan timer 2 ketika ada barang ketinggian 6 cm terdeteksi. Timer 2 akan menghitung selama 3 detik dan kemudian akan mengaktifkan valve 2. Pada conveyor 2 yang digerakkan oleh motor 2 terdapat sensor 4 yang akan mendeteksi box;
- Ketika valve 1 aktif sebanyak 2x, maka counter 1 akan aktif untuk menyalakan timer 3, yang akan menghitung untuk memberi jeda dan menyalakan valve 3. Setelah valve 3 aktif maka timer 4 akan menghitung dan akan mengembalikan valve 3 ke posisi semula. Timer 4 ini juga berfungsi untuk mereset counter 1. Saat valve 3 telah aktif sebanyak sua kali maka counter 2 akan aktif dan menyalakan timer 5, yang akan menghitung untuk memberi jeda dan menyalakan valve 4. Ketika valve 4 aktif, maka timer 5 akan mulai menghitung selama 2 detik. Kemudian valve 4 akan menyala dan timer 6 akan menghitung untuk mengembalikan valve 4 ke posisi semula dan juga untuk mereset counter 2.

3.3 Analisa Data Pengujian

Tabel 2. Hasil Input dan Ouput

Alamat Memory	Peralatan	Fungsi
M0.00	ON	Aktif Sistem
M0.01	OFF	Non Aktif Sistem
M0.02	Sensor 1	Deteksi barang 4 cm
M0.03	Sensor 2	Deteksi pertama barang 6 cm
M0.04	Sensor 3	Deteksi barang masuk kotak 1
M0.05	Sensor 4	Deteksi barang masuk kotak 2
M10.00	Motor 1	Menjalankan conveyor
M10.01	Motor 2	Menjalankan conveyor
M20.01	Valve 1	Mendorong Pompa Pneumatic 1 (Barang 4 cm)
M20.02	Valve 2	Mendorong Pompa Pneumatic 2 (Barang 6 cm)
M20.03	Valve 3	Mendorong Pompa Pneumatic 3 (Barang masuk kotak ukuran 4cm)
M20.04	Valve 4	Mendorong Pompa Pneumatic 3 (Barang masuk kotak ukuran 6cm)

Tabel 2. Kondisi kerja sistem sortir produk/barang

Kondisi Kerja	M1	M2	S1	S2	S3	S4	V1	V2	V3	V4
Kondisi awal	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Box terdeteksi sensor 4 cm	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Box 4 cm masuk kotak (<i>start counting</i>)	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Box terdeteksi sensor 6 cm	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Box 6 cm masuk kotak (<i>start counting</i>)	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Counting</i> box 4 cm selesai	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Counting</i> box 6 cm selesai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kondisi Akhir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dari hasil ujicoba system telah berjalan sesuai deskripsi kerja, dimana sinkronisasi PLC dan sensor 1,2,3, dan 4, serta motor 1 dan 2, dan valve 1,2,3, dan 4 telah sesuai dengan penagaturan yang diinginkan, seperti ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- Purwarupa sistem sortir produk/barang menggunakan metode rotasi berbasis PLC-*electro Pneumatics* berhasil direalisasikan. Sinkronisasi antara program controller dan PC berjalan dengan baik, semua sensor, peralatan *valve* dan silinder *pneumatic* dapat berjalan sesuai dengan perencanaan.
- Penggunaan *sensor proximity kapasitif* diganti dengan menggunakan *sensor infrared*, karena kurangnya tingkat kepekaan *sensor proximity kapasitif* terhadap pergerakan benda.
- Fungsi *counter, timmer* pada PLC dapat berjalan dengan baik.
- Alat yang dibuat ini merupakan purwarupa yang dapat diaplikasikan di dunia industri baik skala kecil maupun besar.
- Purwarupa yang dibuat dapat dijadikan modul praktikum sistem kendali lanjut berbasis PLC untuk menambah wawasan mahasiswa dalam mengenal aplikasi sistem *pneumatics* pada PLC.

4.2 Saran

- Penelitian selanjutnya dapat menggunakan purwarupa alat dengan basis PLC dengan type dan merk yang berbeda untuk mendapatkan perbandingan dari data yang akan didapat.
- Mengembangkan system dengan menambah beberapa jenis sensor sehingga dapat memaksimalkan kemampuan dari I/O PLC, serta dapat mengembangkan penelitian ke skala SCADA system.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. S. B. Z. Knezevic, "Design of remote electro-pneumatic control system using microcontroller," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, , 2019.
- [2] I. C. Turner, *Engineering Applications of Pneumatics and Hydraulics*, 2002.
- [3] A. P. S. N. R. D. A. V. V. C. B. M. S. S. S. S. V Rautu, "Sorting of Objects Based on Colour , Weight and Type on A Conveyor Line Using PLC," vol. no. March, p. pp. 4–7, 2017.
- [4] Y. A. Bozer, *Material -Handling Systems. Handbook of Industrial Engineering :Technology and Operation Management*, 2001.

- [5] T. R. N. H. G. R. S. A. L. R. K. Praveen, "Industrial Automation System," Vols. vol. 3, no. 6., pp. pp. 717–726,, 2013.
- [6] W. Bolton, Programmable Logic Controller, 2005.
- [7] P. L. Controller, GLOFA GM7U.
- [8] A. M. A. Elsatar, Design & Simulation of Electro-Pneumatic System Using PLC Automation Studio, 2010.
- [9] R. B. S. C. D. S. K. B. PLC, "B. S. Pratama, H. Ananta, Sutarno," Vols. vol. 7, no. 2, p. pp. 1–10, 2018.
- [10] W. Yahya, "Desain Media Pembelajaran Sistem Kontrol Elektropneumatik Berbasis," vol. vol. 03, p. pp. 42–49, 2018.