

SISTEM PENGATURAN PENYIMPANAN DAN PENGIRIMAN BARANG DENGAN PENGGERAK PNEUMATIK BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*

SYSTEM SETTINGS FOR STORAGE AND DELIVERY WITH PNEUMATIC DRIVER BASED ON PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

So Mario Sidharta¹, Melisa Mulyadi²

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jl. Jendral Sudirman 51, Jakarta Selatan 12930
¹ so.mario@yahoo.com ² melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id

Abstrak

Di dalam suatu pabrik, sistem penyimpanan dan pengambilan barang yang baik seharusnya dilakukan berdasarkan metode *First In First Out* (FIFO) sehingga barang yang diambil adalah barang yang lebih dahulu disimpan atau diproduksi. Sistem yang demikian menjadi lebih mudah bila dikerjakan secara otomatis. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem penyimpanan dan pengambilan barang dengan menggunakan *programmable logic controller* sebagai pengendali proses untuk mengaktifkan penggerak pneumatik setelah mendapatkan sinyal masukan dari *push button*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sistem dapat menyimpan barang sesuai urutan tempat penyimpanan dan mengambil barang yang lebih dahulu disimpan dengan baik.

Kata kunci: *Programmable logic controller*, pneumatik, diagram tangga, motor DC, *push button*

Abstract

In a factory, storage and retrieval systems should be based on First In First Out (FIFO) method so the goods that are to be taken are the goods stored first. Such system can be realized when the system is made automatically. This research designed a storage and retrieval system for goods using a programmable logic controller to activate the pneumatic activator that receives the input signal from the push button. Based on the results of the testing that has been done the system can store and send the goods efficiently.

Keywords: *Programmable logic controller, pneumatic, ladder diagram, DC motor, push button*

Tanggal Terima Naskah : 09 November 2015
Tanggal Persetujuan Naskah : 11 Februari 2016

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka mewujudkan perusahaan yang terintegrasi, efisien, dan berdaya saing tinggi maka perlu membangun *Warehouse Management System* yang

komprehensif untuk mendukung operasional yang ada. Salah satu hal yang perlu diperhatikan untuk membangun sistem yang demikian adalah mekanisme penyimpanan barang di gudang. Untuk mengatasi permasalahan yang ada, diperlukan pengaturan penyimpanan barang di gudang secara otomatis. Dengan bantuan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali dan sistem pneumatik sebagai penggerak maka dapat direalisasikan proses otomatisasi penyimpanan barang di gudang.

Untuk itu dibutuhkan sistem yang dapat menyimpan barang dari tempat proses produksi ke tempat penyimpanan. Sistem penyimpanan barang ini dirancang menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali dan sistem pneumatik dan motor DC sebagai penggerak.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengatur penyimpanan dan pengambilan barang di gudang berdasarkan metode *First In First Out* (FIFO) menggunakan *programmable logic controller* sebagai pengendali dan sistem pneumatik sebagai penggerak.

1.3 Tujuan Penelitian

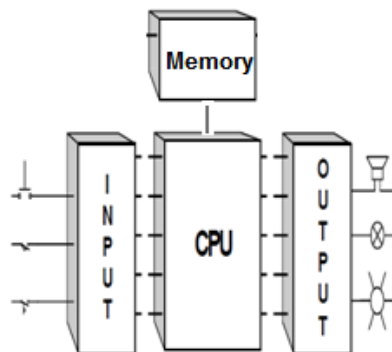
Merancang sistem pengaturan penyimpanan dan pengambilan barang dengan penggerak pneumatik berbasis *programmable logic controller*.

2. KONSEP DASAR

2.1 *Programmable Logic Controller*

Programmable logic controller (PLC) pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol dapat berupa regulasi variabel secara kontinu, seperti pada sistem-sistem servo atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (*on/off*) saja tapi dilakukan secara berulang-ulang [1].

Perangkat keras PLC pada dasarnya tersusun atas empat komponen utama: prosesor, *power supply*, memori, dan modul *input/output*. Sistem *input/output* PLC pada dasarnya merupakan antarmuka yang menghubungkan *central processing unit* (CPU) dengan peralatan *input/output* luar. Lewat sensor-sensor yang terhubung dengan modul ini, PLC mengindra besaran-besaran fisik (posisi, gerakan, *level*, arus, tegangan) yang terasosiasi dengan sebuah proses atau mesin.



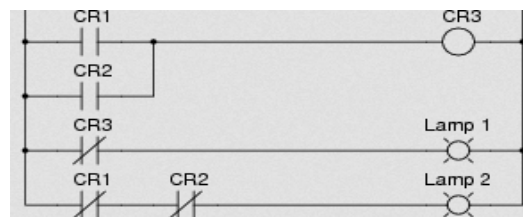
Gambar 1. Diagram blok *programmable logic controller* [1]

Berdasarkan status dari *input* dan program yang tersimpan di memori PLC, CPU mengontrol perangkat luar yang terhubung dengan modul *output* seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2 Diagram Tangga

Program diagram tangga dianalogikan seperti sebuah kawat dengan ujung yang satu dihubungkan ke sumber tegangan 24 V sedangkan ujung yang lain dihubungkan ke *ground*, hubungan demikian dinamakan dengan satu *rung*/baris.

Diagram tangga merupakan metoda pemrograman yang mendasar, sehingga hampir semua jenis PLC menggunakan pemrograman seperti ini, namun cara pemrogramannya berbeda sesuai dengan perangkat lunak dari jenis PLC yang digunakan [2]. Contoh Diagram tangga diperlihatkan pada Gambar 2.

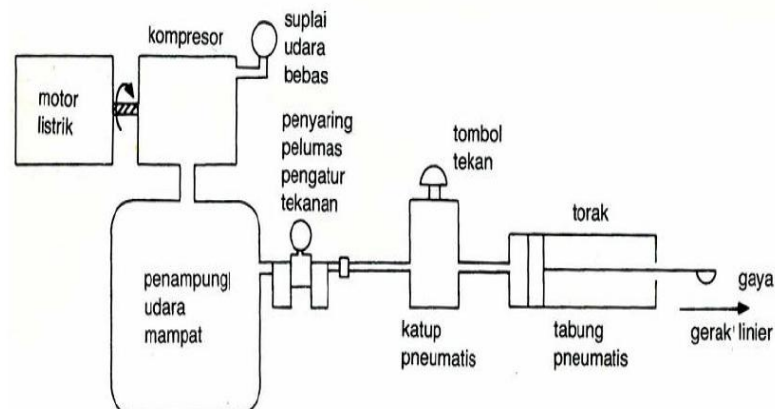


Gambar 2 Diagram tangga [2]

2.3 Pneumatik

Sistem pneumatik adalah semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan, serta dimanfaatkan untuk menghasilkan suatu kerja. Pneumatik bekerja berdasarkan pada perbedaan tekanan udara antara ruang dalam silinder yang terpisahkan oleh piston. Bila salah satu ujung silinder ini dialiri udara bertekanan maka pada saat yang sama udara pada ujung yang lain harus dialirkan keluar agar piston dapat bergerak [3].

Dalam bidang industri, udara atmosfer dimampatkan menggunakan pompa khusus yang disebut kompresor. Kompresor memampatkan udara ke dalam sebuah tangki penyimpanan. Arah gerakan, besar gaya, dan kecepatan gerak piston dalam silinder dapat dikontrol dengan menggunakan katup. Arah gerakan piston bergantung pada arah aliran udara.



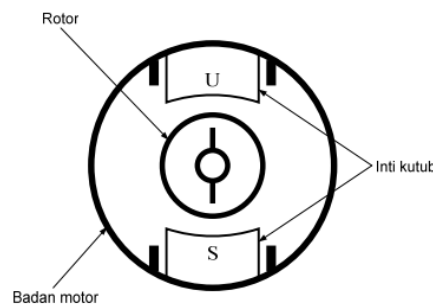
Gambar 3. Sistem pneumatik sederhana

Besar gaya yang dikenakan pada piston bergantung pada besarnya tekanan udara sedangkan kecepatan gerak piston bergantung pada debit aliran/laju aliran udara bertekanan yang masuk atau keluar dari silinder. Dengan menyusun katup-katup dapat

diakukan kontrol terhadap sistem pneumatik sehingga dapat berfungsi sebagaimana yang dikehendaki. Sistem pneumatik secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 3.

2.4 Motor Arus Searah

Motor adalah suatu mesin listrik yang mengubah daya masuk yang berupa besaran listrik menjadi daya keluar berupa besaran mekanik dengan menggunakan prinsip medan elektromagnetik [4]. Motor arus searah (*Direct Current/DC*) memerlukan catu tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Pada motor DC, kumparan medan berada di *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar pada *rotor* (bagian yang berputar). Motor DC berputar karena adanya interaksi antara dua medan magnet. Dua medan tersebut adalah medan yang timbul pada kumparan dan medan yang dihasilkan oleh *armature* akibat arus yang mengalir padanya. Gambar 4 memperlihatkan konstruksi dari motor DC.



Gambar 4. Konstruksi motor DC

Prinsip kerja motor DC adalah sebagai berikut:

Kumparan medan dan kumparan jangkar mendapat masukan berupa arus searah, karena kumparan medan merupakan lintasan tertutup. Motor DC bekerja berdasarkan Hukum Ampere, dimana bila suatu konduktor yang dialiri arus maka di sekitar konduktor tersebut timbul medan magnet. Menurut Hukum Lorentz yang dituliskan pada persamaan (1)

$$F = B \cdot i \cdot l \cdot \sin\theta \dots\dots\dots (1)$$

Konduktor yang dialiri arus dalam medan magnet akan mendapat gaya magnet (gaya Lorentz) maka rotor akan berputar.

Keterangan:

- F = gaya lorentz (newton)
- L = panjang konduktor (meter)
- B = kerapatan fluks (weber/meter²)
- I = arus yang mengalir (ampere)

Fluks magnet adalah banyaknya garis gaya magnet yang melalui suatu kumparan, dinyatakan dengan persamaan (2).

$$\Phi = B \cdot A \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Φ = fluks magnet (weber)
- A = luas kumparan (meter²).

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Konsep Perancangan

Alat penyimpanan dan pengambilan barang menggunakan PLC Omron SYSMAC C200HX sebagai unit pengendali dan menggunakan sistem pneumatik, serta motor DC sebagai penggerak. Barang yang akan disimpan atau diambil diletakkan di atas *tray*. Pada saat penyimpanan atau pengambilan, *tray* diangkat beserta dengan barang.

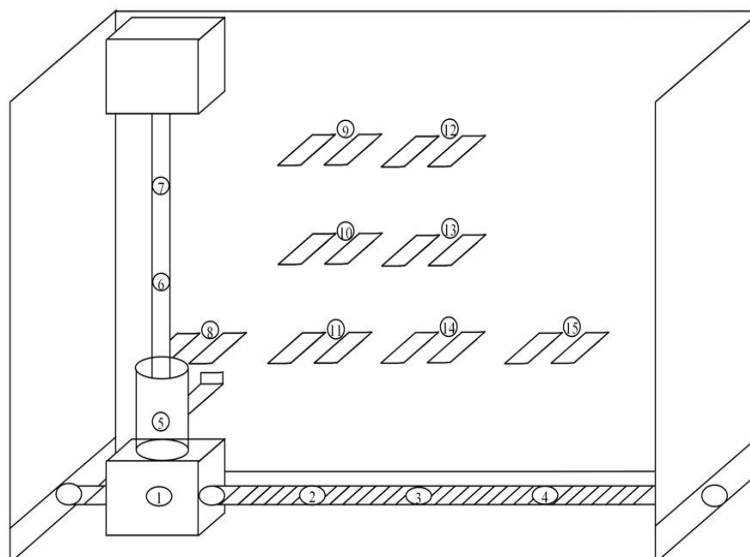
Pada tempat penyimpanan barang terdapat dua rak yang masing-masing terdiri atas tiga tingkat tempat penyimpanan. Barang ditaruh ke tempat penyimpanan menggunakan *one axis single cylinder* (OASC) untuk gerakan searah sumbu y, motor DC untuk gerakan searah sumbu x dengan bantuan ulir dan silinder kerja ganda (lengan) untuk gerakan searah sumbu z. Pada jalur gerakan sumbu y dan sumbu x terdapat *limit switch* yang berfungsi untuk menghentikan gerakan alat apabila sudah tiba pada posisi tujuan.

Pada penelitian ini digunakan tiga *limit switch* untuk gerakan sumbu y dan empat *limit switch* untuk sumbu x. Pada kondisi awal kerja sistem, tempat penyimpanan dianggap kosong. Untuk mengetahui apakah barang sudah disimpan atau diambil ditandai dengan penambahan bit ke dalam memori.

Sistem akan menyimpan barang yang berada di tempat awal, mulai dari rak penyimpanan 1 paling atas (tempat penyimpanan 1) sebagai tempat penyimpanan pertama sampai rak penyimpanan 2 paling bawah (tempat penyimpanan 6) sebagai tempat penyimpanan terakhir. Pada alat penyimpan dan pengambil barang terdapat silinder kerja ganda (lengan) yang digunakan untuk memajukan dan memundurkan lengan yang bertujuan untuk mengambil barang dan menyimpan barang.

Pada proses pengambilan barang, sistem akan mengirim barang dari rak penyimpanan ke tempat keluar. Proses pengambilan barang dilakukan berdasarkan urutan penyimpanan barang (*First In First Out*).

Tampak depan sistem penyimpanan dan pengambilan barang dapat dilihat pada Gambar 5.

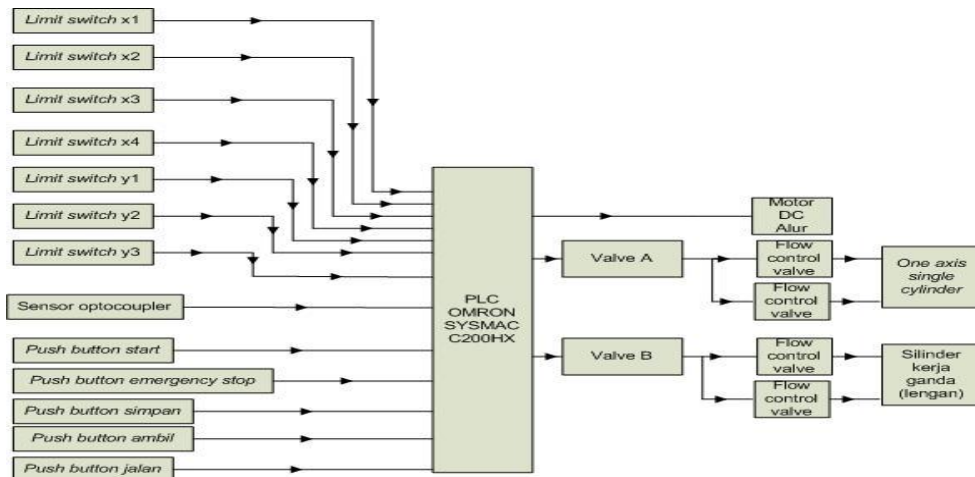


Keterangan :

1 = posisi LS X1	2 = posisi LS X2	3 = posisi LS X3	4 = posisi LS X4	5 = posisi LS Y1
6 = posisi LS Y2	7 = posisi LS Y3	8 = tempat awal	9 = tempat penyimpanan 1	10 = tempat penyimpanan 2
11 = tempat penyimpanan 3	12 = tempat penyimpanan 4	13 = tempat penyimpanan 5	14 = tempat penyimpanan 6	15 = tempat keluar

Gambar 5. Tampak depan keseluruhan sistem

Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram blok sistem

3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Pengalamatan Masukan dan Keluaran PLC

Alamat masukan yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat alamat masukan yang terpakai sebanyak 13 alamat yang dimulai dari alamat 8.00-8.07 dan 8.10-8.14.

Tabel 1. Alamat masukan PLC

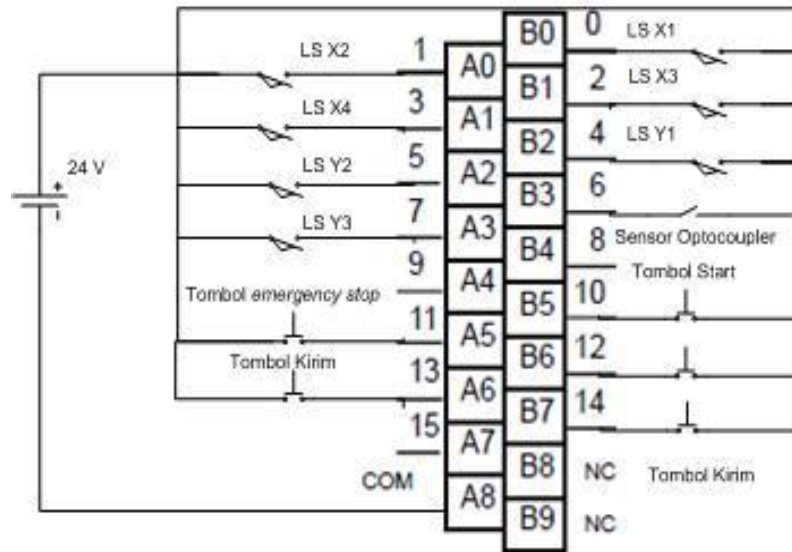
Alamat	Fungsi
8.00	LS X1 pendeteksi posisi lengan sumbu x awal
8.01	LS X2 pendeteksi posisi lengan sumbu x rak 1
8.02	LS X3 pendeteksi posisi lengan sumbu x rak 2
8.03	LS X4 pendeteksi posisi lengan sumbu x keluaran
8.04	LS Y1 pendeteksi posisi lengan sumbu y ketinggian 1
8.05	LS Y2 pendeteksi posisi lengan sumbu y ketinggian 2
8.06	Sensor <i>optocoupler</i>
8.07	LS Y3 pendeteksi posisi lengan sumbu y ketinggian 3
8.10	<i>Push button start</i>
8.11	<i>Push button emergency stop</i>
8.12	<i>Push button simpan</i>
8.13	<i>Push button ambil</i>
8.14	<i>Push button jalan</i>

Alamat keluaran yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat alamat keluaran yang terpakai sebanyak 6 alamat. Alamat yang digunakan dimulai dari alamat 9.0-9.5

Tabel 2. Alamat keluaran PLC

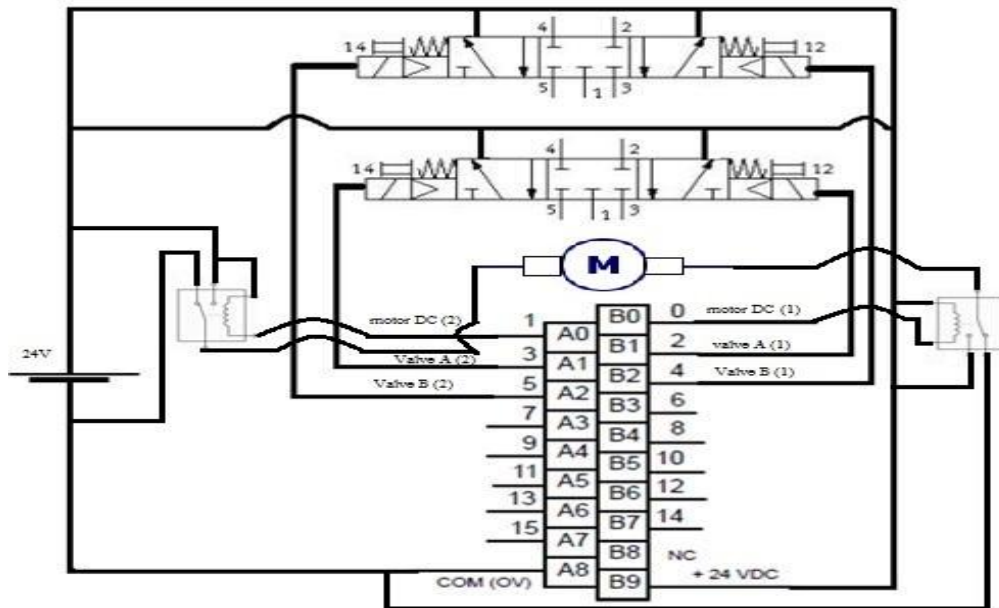
Alamat	Fungsi
9.0	Terhubung dengan motor DC (1) menggeser lengan dari kanan ke kiri
9.1	Terhubung dengan motor DC (2) menggeser lengan dari kiri ke kanan
9.2	Terhubung dengan <i>valve A</i> (1) menggeser lengan dari atas ke bawah
9.3	Terhubung dengan <i>valve A</i> (2) menggeser lengan dari bawah ke atas
9.4	Terhubung dengan <i>valve B</i> (1) menggeser lengan maju
9.5	Terhubung dengan <i>valve B</i> (2) menggeser lengan mundur

Rangkaian masukan PLC Omron SYSMAC C200HX diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian masukan PLC Omron SYSMAC C200HX

Rangkaian keluaran PLC Omron SYSMAC C200HX diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian keluaran PLC Omron SYSMAC C200HX

3.2.2 Perancangan Posisi Peletakan Barang

Sistem ini dirancang untuk bergerak ke delapan posisi, yaitu posisi awal, posisi tempat penyimpanan 1, tempat penyimpanan 2, tempat penyimpanan 3, tempat penyimpanan 4, tempat penyimpanan 5, tempat penyimpanan 6, dan posisi tempat keluaran. Sistem dapat menentukan posisi dengan menggunakan kombinasi *limit switch* yang aktif. Kombinasi *limit switch* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi *limit switch*

LS X1	LS X2	LS X3	LS X4	LS Y1	LS Y2	LS Y3	Sistem berada di
Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Posisi awal
Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Posisi tempat penyimpanan 1
Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Posisi tempat penyimpanan 2
Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Posisi tempat penyimpanan 3
Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Posisi tempat penyimpanan 4
Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Posisi tempat penyimpanan 5
Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Posisi tempat penyimpanan 6
Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif	Posisi tempat keluaran

4. PENGUJIAN SISTEM

4.1. Pengujian Gerak Pneumatik

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi masukan logika 1 pada *valve A* (1) dan logika 0 pada *valve A* (2), demikian juga sebaliknya. Pengujian *valve B* sama dengan *valve A*. *Valve A* dan *valve B* digunakan untuk gerakan vertikal *one axis single cylinder* (OASC), memajukan dan memundurkan silinder kerja ganda (lengan). Pengujian dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Pengujian *valve A*

<i>Valve A</i> (1)	<i>Valve A</i> (2)	Keterangan
0	0	OASC diam
0	1	OASC bergerak dari bawah ke atas
1	1	OASC diam
1	0	OASC dari atas ke bawah

Tabel 5. Pengujian *valve B*

<i>Valve B</i> (1)	<i>Valve B</i> (2)	Keterangan
0	0	lengan diam
0	1	lengan bergerak mundur
1	1	lengan diam

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa jika *valve A* (1) dan *valve A* (2) sama-sama berlogika 0 atau berlogika 1 maka OASC diam. OASC bergerak ke atas atau ke bawah jika salah satu *valve* berlogika 1.

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa jika *valve* B (1) berlogika 1 lengan bergerak maju dan jika *valve* B (2) berlogika 1, lengan bergerak mundur.

4.2 Pengujian Sensor *Optocoupler*

Pengujian dilakukan dengan mendeteksi adanya benda di posisi awal. Saat benda ada pada tempat awal maka sensor *optocoupler* akan memberi masukan ke PLC. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan pada masukan yang terhubung ke PLC saat *proximity sensor* mendeteksi ada atau tidak adanya benda. Hasil pengujian tegangan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian sensor *optocoupler*

Pengujian	Tegangan (V)	
	Ada benda (<i>high</i>)	Tidak ada benda (<i>low</i>)
1	24,05	0,15
2	24,07	0,18
3	24,05	0,17
4	24,03	0,16
5	24,03	0,18

4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menguji pengambilan barang ke tempat keluar dan penyimpanan barang ke semua tempat penyimpanan. Berdasarkan Tabel 7 tingkat keberhasilan pengujian sebesar 87,5% dari 24 kali pengujian dengan 21 kali berhasil dan tiga kali mengalami kegagalan. Keberhasilan ditandai dengan sistem berhasil memindahkan barang sesuai dengan seharusnya. Faktor yang mempengaruhi kegagalan dalam pengujian adalah faktor *supply* angin dari kompresor tidak dapat dibuat konstan 7,5 bar sehingga pada silinder kerja ganda yang tidak memiliki sensor terkadang terjadi masalah.

Tabel 7. Hasil pengujian keseluruhan sistem

No	Proses yang dilakukan	Keterangan
1	Simpan tempat 1	Berhasil
2	Simpan tempat 1 (2)	Berhasil
3	Simpan tempat 2	Berhasil
4	Simpan tempat 2 (2)	Gagal
5	Simpan tempat 3	Berhasil
6	Simpan tempat 3 (2)	Berhasil
7	Simpan tempat 4	Berhasil
8	Simpan tempat 4 (2)	Berhasil
9	Simpan tempat 5	Berhasil
10	Simpan tempat 5 (2)	Berhasil
11	Simpan tempat 6	Berhasil
12	Simpan tempat 6 (2)	Berhasil
13	Ambil dari tempat 1	Berhasil
14	Ambil dari tempat 1 (2)	Berhasil
15	Ambil dari tempat 2	Gagal
16	Ambil dari tempat 2 (2)	Berhasil
17	Ambil dari tempat 3	Berhasil

Tabel 7. Hasil pengujian keseluruhan sistem (lanjutan)

No	Proses yang dilakukan	Keterangan
18	Ambil dari tempat 3 (2)	Berhasil
19	Ambil dari tempat 4	Berhasil
20	Ambil dari tempat 4 (2)	Berhasil
21	Ambil dari tempat 5	Gagal
22	Ambil dari tempat 5 (2)	Berhasil
23	Ambil dari tempat 6	Berhasil
24	Ambil dari tempat 6 (2)	Berhasil

5. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem dapat disimpulkan:

- a. Sistem pneumatik berjalan sesuai dengan rancangan.
- b. Sistem ini telah berhasil menyimpan barang dan mengambil barang sesuai urutan *first in first out* dengan tingkat keberhasilan 87,5 % dari 24 kali pengujian.

REFERENSI

- [1]. Hackworth, J.R., Hackworth, F.D. 2004. Programmable Logic Controllers Programming Methods and Applications. Ohio: Prentice Hall.
- [2]. Said, H. 2012. Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri. Yogyakarta: Andi.
- [3]. Patient, P., Pickup, R., Powell, N. 1983. Pneumatics. Edinburgh: National Centre for School Technology.
- [4]. De Silva, C. 2007. Sensors and Actuators Control System Instrumentation. New York: CRC Press.