

Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Penutup Botol Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis *Programmable Logic Controller*

Ris Ardianto¹, Bustanul Arifin², Eka Nuryanto Budisusila³

^{1, 2, 3}Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Email : ris.ardhianto@gmail.com, bustanul@unissula.ac.id, ekanbs@unissula.ac.id

Abstrak

Dunia industri saat ini tidak dapat lagi dipisahkan dengan masalah otomasi untuk berbagai sarana produksi. Salah satu industri yang sangat membantu dan dapat dikembangkan adalah industri pengisian dan penutup botol otomatis. Dimana untuk pengendalian pada prosesnya menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*). Penggunaan peralatan kontrol seperti ini akan menjadikan suatu otomasi produksi menjadi mudah dengan waktu yang cepat dan dapat mengurangi penggunaan tenaga manusia sehingga *human error* pun tidak akan terjadi. Dalam penelitian ini dibuat suatu sistem pengisian dan penutup botol otomatis berdasarkan tinggi botol berbasis PLC dengan memanfaatkan sistem pneumatik sebagai alat pemberi tutup botol, sensor photoelektrik sebagai sensor ketinggian botol yang berbeda dan sensor proximity sebagai sensor transfer untuk proses pengepakan serta menggunakan sebuah konveyor sebagai sarana transportasi botol. Pemrograman dilakukan dengan *software CX-Programmer*. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa sistem pengisian dan penutup botol dapat membedakan tinggi botol yang berbeda dalam satu konveyor. Dalam proses pengisian botol 600ml memerlukan waktu selama 250 detik dan proses pengisian botol 330ml memerlukan waktu selama 150 detik. Pengujian sistem untuk botol 600ml menghasilkan persentase keberhasilan 100% dan pengujian sistem untuk botol 330ml menghasilkan persentase keberhasilan 80%.

Kata Kunci : PLC, *CX-Programmer*, Sensor Ketinggian.

Abstract

The industrial world nowadays can no longer be separated from the problem of automation for various means of production. One of the industries that is extremely helpful and can be developed is the automatic bottle filling and capping industry. To control the process, it uses a PLC (Programmable Logic Controller). The use of control equipment such this will make automation of production easy with fast time and can reduce the use of human labor so that human errors will not occur. In this final project, an automatic bottle filling and capping system based on PLC based bottle level was made by utilizing a pneumatic system as a bottle cap giver, photoelectric sensor as a different bottle level sensor and a proximity sensor as a transfer sensor for the packing process and using a conveyor as a means of bottle transportation. The programming was done with the CX-Programmer software. The results of this study showed that the filling and capping system can distinguish different bottle levels in one conveyor. The 600ml bottle filling process took 250 seconds and the 330ml bottle filling process took 150 seconds. System testing for 600ml bottles produced a success rate of 100% and system testing for 330ml bottles produced a success rate of 80%.

Keywords: PLC, *CX-Programmer*, Level Sensor.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi adalah cara yang tepat untuk meningkatkan efisiensi. Suatu teknologi dikatakan unggul apabila teknologi tersebut mempunyai efisiensi yang tinggi. Keberadaan teknologi sebagai sarana untuk membantu proses kehidupan seakan menjadi keharusan untuk mempercepat menyelesaikan berbagai jenis pekerjaan yang juga membantu dalam meningkatkan perkembangan. Sumber Daya Manusia (SDM). Industri merupakan salah satu bentuk kemajuan teknologi yang berkembang pesat. Implementasi inovasi teknologi di industri dapat berguna untuk memudahkan hasil produksi dan meningkatkan pendapatan suatu industri. Selain hal di atas, pemanfaatan teknologi dapat menghemat waktu pekerjaan dengan produktifitas yang tinggi. Di dunia industri sering dikenal dengan istilah kontrol. Pada saat ini sudah banyak industri yang menggunakan peralatan kontrol dengan menggunakan sistem pemrograman yang dapat diperbarui.

Penggunaan peralatan kontrol seperti ini akan menjadikan suatu otomasi produksi menjadi mudah dengan waktu yang cepat dan dapat mengurangi penggunaan tenaga manusia sehingga *human error* pun tidak akan terjadi. Salah satu contoh industri yang memerlukan efisiensi waktu dan tenaga adalah industri produk minuman. Penggunaan sistem kontrol untuk pengisian cairan kedalam botol dengan waktu yang cepat, sangat diperlukan mengingat permintaan produk dipasaran.

Dalam penelitian ini akan dibuat suatu sistem pengisian dan penutup botol otomatis berdasarkan tinggi botol berbasis PLC dengan memanfaatkan sistem pneumatik sebagai alat pemberi tutup botol dan sensor photoelektrik sebagai sensor ketinggian botol serta menggunakan sebuah konveyor sebagai sarana transfortasi botol. Pemograman dilakukan dengan *software CX Programmer*. Simulasi dilakukan dengan *software CX-Designer* Bahasa Pemograman yang digunakan adalah diagram tangga (*ladder diagram*). Perancangan sistem ini diharapkan dapat diwujudkan dan di implementasikan di industri yang memerlukan pengisian dan penutup botol dengan sistem mekanik yang lebih efisien dengan menggunakan sebuah konveyor dan sistem kontrol yang sangat mudah diprogram.

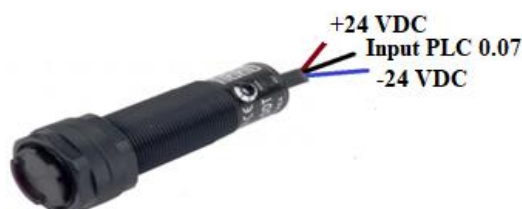
METODE

Perancangan sistem pengisian dan penutup botol otomatis berdasarkan tinggi botol berbasis PLC meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras membahas semua perangkat keras yang digunakan pada alat, baik itu dari segi mekanika, rangkaian elektronika yang digunakan, dan rancang bangun diagram blok yang digunakan. Sedangkan perancangan perangkat lunak membahas alur program yang digunakan oleh PLC untuk mengendalikan otomatisasi.

Sensor Photoelektrik

Sensor ketinggian botol yang digunakan pada sistem ini adalah sensor photoelektrik. Sensor photoelektrik adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi benda yang melewati radiasi sinar yang dipancarkan oleh sensor yang kemudian dipantulkan kembali ke receiver sensor. Sensor ini bersifat seperti saklar. Apabila sensor mendeteksi benda maka saklar akan ON, apabila tidak mendeteksi benda maka sensor OFF [1].

Perancangan pendeteksi ketinggian botol menggunakan 2 buah sensor photoelektrik yang dirancang secara tegak dan masing – masing sensor mempunyai tinggi yang berbeda. Ukuran botol 330ml tinggi letak sensor 10 cm dari permukaan konveyor dan ukuran botol 600ml tinggi letak sensor 20 cm dari permukaan konveyor. Masing - masing sensor mempunyai fungsi yang sama yaitu sebagai pendeteksi botol.



Gambar 1. Sensor Photoelektrik Botol

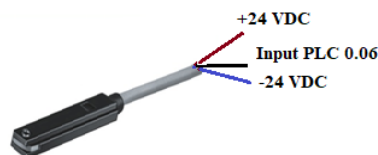
Tabel 1. Konfigurasi Pin Pada Sensor Photoelektrik

No	Kabel	Pin Sensor
1	Cokelat	+24 VDC
2	Hitam	Input PLC
3	Biru	-24 VDC

Sensor Reed Switch

Sensor *reed switch* adalah sensor yang berfungsi sebagai saklar yang aktif atau terhubung apabila di area jangkauannya terdapat medan magnet. Pada sistem ini menggunakan 6 buah sensor *reed switch* yang terletak pada solenoid silinder 1 sampai solenoid silinder 4. Pada alat penggerak berupa silinder telah

dilengkapi dua buah sensor *reed switch* yang berfungsi untuk mendeteksi gerakan silinder ketika up/naik atau down/turun, letaknya ada dibagian luar bawah dan luar atas pada badan silinder. Prinsip dasar kerja sensor *reed switch* yaitu apabila bagian permukaan dari sensor terkena medan magnet maka dua buah kontak plat tipis yang terdapat dibagian dalam sensor akan tertarik oleh medan magnet, sehingga kontak akan terhubung. Medan magnet untuk menggerakkan *reed switch*, berasal dari piston yang terdapat dibagian dalam penggerak silinder, yang bergerak naik dan turun, gerakan itulah yang dideteksi oleh *reed switch*.



Gambar 2. Konfigurasi Sensor *Reed Switch*

Tabel 2. Konfigurasi Pin Sensor *Reed Switch*

No	Kabel	Pin Sensor
1	Cokelat	+24 VDC
2	Hitam	Input PLC
3	Biru	-24 VDC

Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* adalah sensor pendeteksi ada atau tidak sebuah objek tanpa melakukan kontak fisik dengan objek tersebut. Karakteristik dari sensor *proximity* adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centi meter [2].

Prinsip kerja dari sensor *proximity* pada sistem ini yaitu ketika ada botol yang mendekati sensor *proximity* dengan jarak yang sangat dekat maka sensor *proximity* akan bekerja dan menghubungkan kontakannya dengan konveyor 2. Pada saat sensor *proximity* sedang bekerja atau mendeteksi adanya botol maka akan ditandai dengan lampu kecil berwarna merah yang ada dibagian sensor sehingga memudahkan dalam memonitor kerja sensor.



Gambar 3. Konfigurasi Sensor *Proximity*

Tabel 3. Konfigurasi Pin Pada Sensor *Proximity*

No	Kabel	Pin Sensor
1	Cokelat	+24 VDC
2	Hitam	Input PLC
3	Biru	-24 VDC

Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor DC mempunyai bagian stator yang berupa magnet permanen dan rotor yang berupa koil atau gulungan kawat tembaga. Dimana setiap ujungnya tersambung dengan komutator. Komutator ini dihubungkan dengan kutub positif (+) dan kutub negatif (-) dari catu daya [3].

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan Gaya Gerak Listrik (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah

putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet [3].

Pada perancangan sistem ini menggunakan tiga buah motor DC dengan jenis Power Window dan memiliki tegangan maksimum 12 Volt. Pada sistem ini motor DC digunakan untuk menggerakkan konveyor 1, konveyor 2 dan motor penutup botol.



Gambar 4. Konfigurasi Motor DC

Tabel 4. Konfigurasi Pin Motor DC

No	Kabel	Pin Motor DC
1	Merah	+24 VDC
2	Hitam	Output PLC

Pneumatik

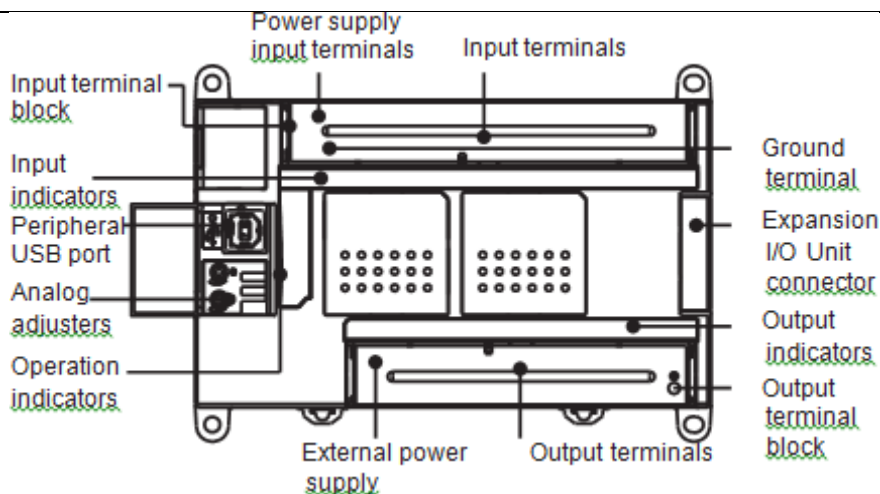
Pneumatik berasal dari bahasa Yunani *pneuma* yang artinya udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut sistem pneumatik. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem otomatisasi pada dunia industri, mulai dari penyusunan, pencengkaman, pencetakan, pengaturan arah benda kerja, pemindahan/transfer, penyortiran sampai pengepakan barang. Perubahan posisi kerja pada katup kontrol arah dikontrol oleh sebuah penggerak. Ada beberapa tipe penggerak katup kontrol arah yang umum digunakan, mulai dari penggerak manual, mekanik sampai elektrik. Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat [4].

Relay

Relay dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. *Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*. *coil* gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis: *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*). Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari *relay*: ketika *coil* mendapat energilistrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup [5]. Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, *relay* juga mempunyai fungsi sebagai pengendali sistem. Sehingga *relay* mempunyai 2 macam simbol yang digunakan pada rangkaian listrik (*hardware*) dan program (*software*).

PLC (Programmable Logic Controller)

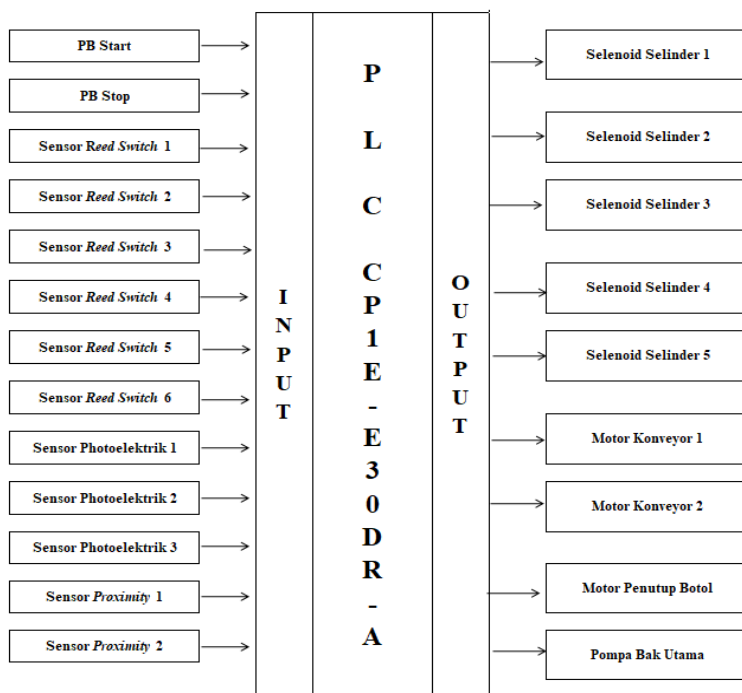
PLC merupakan suatu peralatan (*device*) yang digunakan untuk menggantikan fungsi suatu rangkaian relay *sequence* untuk mengontrol proses/mesin. PLC dapat bekerja berdasarkan nilai input yang diterima dan bergantung pada fungsinya untuk menghasilkan output dalam bentuk *on/off* [6]. Sebelum menjalankan sebuah proses kerja menggunakan kontrol PLC pemakai (*programmer*) harus membuat program menggunakan *software* pendukung PLC yang kemudian ditransfer ke PLC dan memasukkan/memberikan nilai untuk menghasilkan output tertentu. Pada penelitian ini, PLC yang digunakan adalah PLC Omron CP1E-E30DR-A yang terdiri dari 18 terminal *input* dan 12 terminal *output*. Sedangkan *power* untuk *input* menggunakan tegangan DC 24 Volt.



Gambar 5. Bagian – Bagian PLC Omron CP1E-E30DR-A

Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok sistem bertujuan untuk mempermudah dalam penganalisisan, yaitu hubungan antara komponen-komponen dalam satu blok maupun blok lainnya agar dapat lebih mudah diketahui dengan jelas.

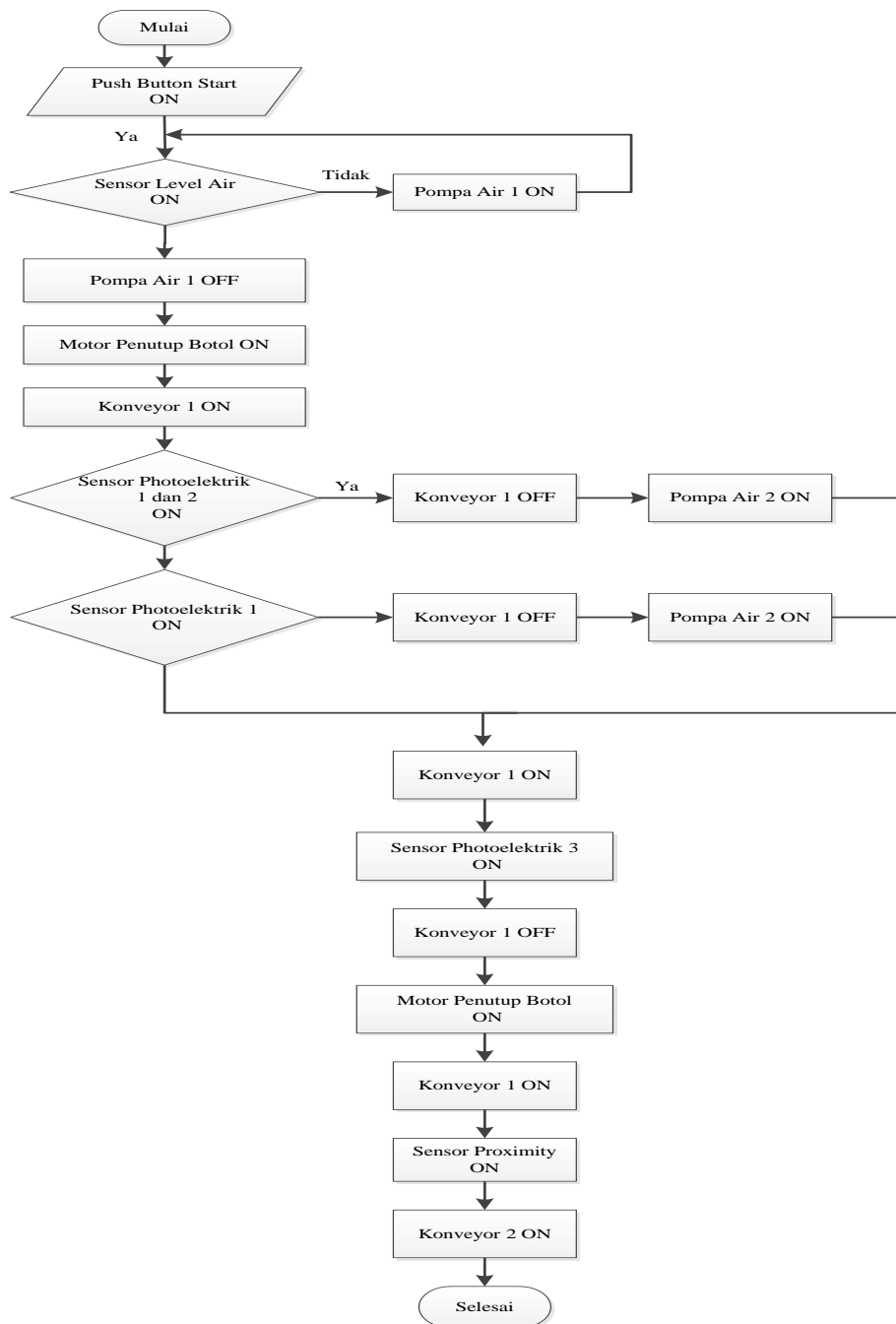


Gambar 6. Diagram Blok Sistem

Diagram blok secara menyeluruh terdiri dari input, sistem kendali, dan output. Data yang terdapat dari input akan dikendalikan oleh pemrogram utama yaitu PLC (*Programmable Logic Control*) dimana PLC yang digunakan adalah PLC Omron CP1E – E30DRA-A. Piranti PLC akan mengolah seluruh data input agar dapat dieksekusi oleh output.

Flowchart

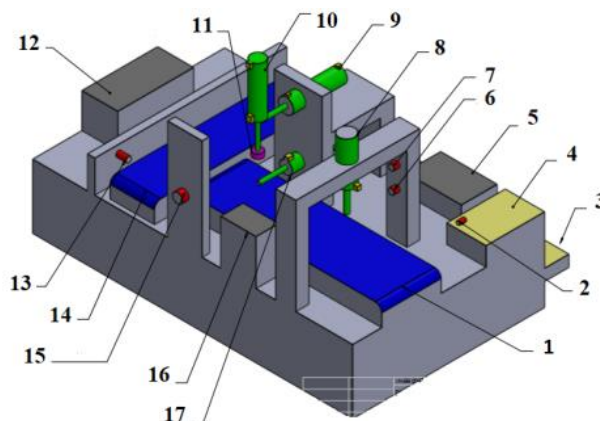
Prinsip kerja alat ini dijelaskan melalui diagram alir atau flowchart yang berfungsi sebagai pengkodean atau langkah-langkah suatu program. Untuk *flowchart* dari sistem pengisian dan penutup botol otomatis berdasarkan tinggi botol dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Sistem

Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* merupakan suatu tahapan atau proses dalam pembuatan suatu perangkat keras. Perancangan *hardware* bertujuan untuk memudahkan serta mengurangi tingkat kesalahan dalam membuat perangkat keras sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Perancangan *hardware* merupakan yang sangat penting dalam penelitian ini. Karena dengan adanya *hardware* dan *software* barulah sistem dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. Perancangan desain alat dan bentuk alat dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Perancangan Sistem Keseluruhan

Keterangan :

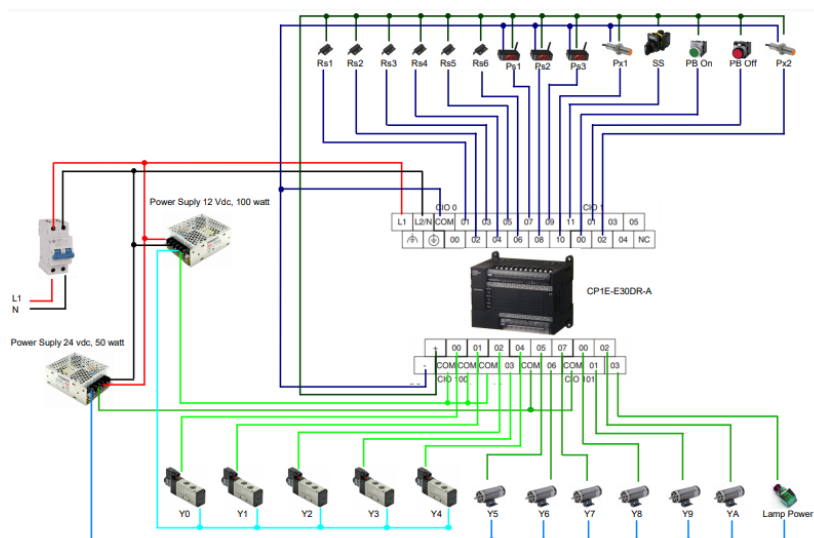
- | | | | |
|---|----------------------------|----|------------------------------------|
| 1 | Konveyor 1 | 10 | Solenoid Selinder 3 |
| 2 | Sensor Level Air | 11 | Motor Penutup Botol |
| 3 | Bak Penampung 1 | 12 | PLC Omron CP1E-30DRA |
| 4 | Bak Penampung 2 | 13 | Sensor <i>Proximity</i> |
| 5 | <i>Solenoid Valve</i> | 14 | Konveyor 2 |
| 6 | Sensor Photoelektrik Bawah | 15 | Sensor Photoelektrik Penutup Botol |
| 7 | Sensor Photoelektrik Atas | 16 | Box <i>Power Supply</i> |
| 8 | Solenoid Selinder 1 | 17 | Solenoid Selinder 4 |
| 9 | Solenoid Selinder 2 | | |



Gambar 9. Perancangan Sistem Keseluruhan

Perancangan Rangkaian Elektronika Keseluruhan

Pada rangkaian elektronika keseluruhan terdiri dari rangkaian power supply 12 Vdc, sensor reed switch, sensor proximity, sensor photoelektrik, motor dc, solenoid valve, pompa pengisi air, dan lampu sistem. Pada gambar 10. memperlihatkan ragkaian elektronika secara keseluruhan yang digunakan pada sistem yang dibuat.



Gambar 10. Rangkaian Elektronika Keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari pengujian terhadap tiap-tiap bagian pendukung sistem hingga pengujian sistem secara keseluruhan. Tahap pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui performasi sistem secara keseluruhan dari perancangan yang telah dibuat.

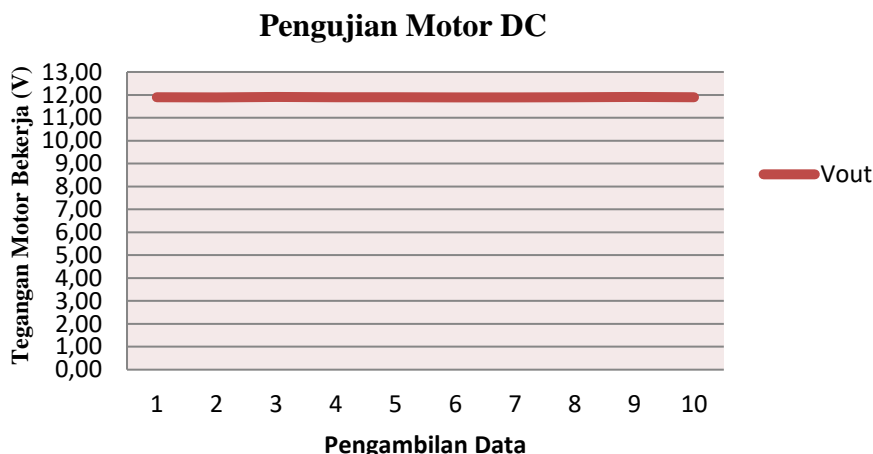
Pengujian Motor DC

Pada sistem ini motor DC digunakan sebagai penggerak konveyor 1, penggerak konveyor 2 dan penggerak penutup botol. Pada pengujian motor DC dilakukan dua kali yaitu pengujian pada botol 600ml dan pengujian pada botol 330ml.

Tabel 5. Hasil Pengujian Motor DC

NO	Pengujian Motor DC	
	Motor Bekerja (Volt)	Motor Tidak Bekerja (Volt)
1	11,90	0
2	11,89	0
3	11,91	0
4	11,90	0
5	11,90	0
6	11,89	0
7	11,89	0
8	11,90	0
9	11,91	0
10	11,90	0
Rata – Rata	11,90	0

Pada pengujian motor DC didapatkan hasil tegangan 11,89 V – 11,91 V. Hal ini terjadi karena tegangan yang digunakan 12 V. Ketika motor DC tidak bekerja hasil tegangan yang didapat 0 V. Sehingga didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik Pengujian Motor DC

Hasil pengukuran motor DC dapat dilihat pada Tabel 5. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai selisih yaitu 0,10Volt didapatkan dari perhitungan V_{out} 12 (Asli) - V_{out} 11,90 (Terukur), dilanjutkan dengan rumus untuk mencari perhitungan % error adalah :

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Nilai Asli} - \text{Nilai Terukur}}{\text{Nilai Asli}} \times 100$$

Perhitungan :

$$\% \text{ error} = \frac{12 \text{ V} - \text{Nilai } 11,90 \text{ V}}{12 \text{ V}} \times 100$$

Error % = 0,83 %

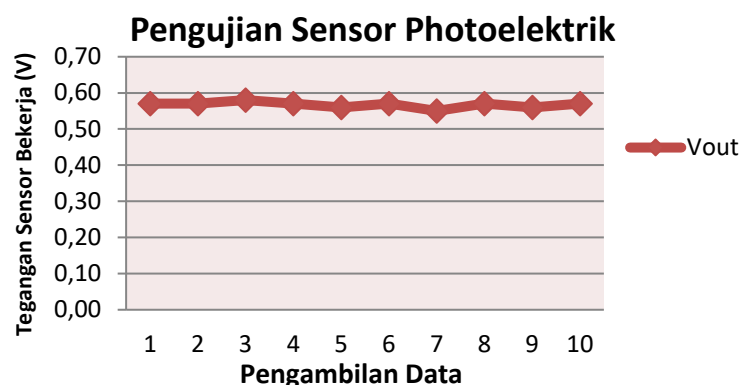
Pengujian Sensor Photoelektrik

Sensor photoelektrik digunakan sebagai pendeteksi ketinggian botol yang berbeda. Pada sistem ini menggunakan 3 buah sensor photoelektrik, 2 buah sensor photoelektrik yang dirancang secara tegak untuk proses pengisian cairan dan 1 buah sensor photoelektrik dirancang untuk proses penutup botol.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Sensor Photoelektrik

NO	Pengujian Sensor Photoelektrik	
	Motor Bekerja (Volt)	Motor Tidak Bekerja (Volt)
1	0,57	0
2	0,57	0
3	0,58	0
4	0,57	0
5	0,56	0
6	0,57	0
7	0,55	0
8	0,57	0
9	0,56	0
10	0,57	0
Rata – Rata	0,56	0

Dari data Tabel 6. dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata tegangan sensor photoelektrik sebesar 0,56 Volt. Sehingga didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 12. Grafik Pengujian Sensor Photoelektrik

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa sensor photoelektrik akan memberikan nilai high ketika cahaya infra merah yang dipancarkan sensor tidak terhalang oleh objek dan akan memberikan nilai low ketika kondisi sensor terhalang objek. Hal ini dikarenakan sensor photoelektrik yang digunakan bersifat reflectif sehingga sesuai dengan karakteristik dari sensor yang menggunakan reflektor, dimana jika pancaran sinar dari sensor terhalang objek, maka output sensor akan berlogika low dan jika pancaran sinar dari sensor tidak terhalang objek, maka output sensor akan berlogika high.

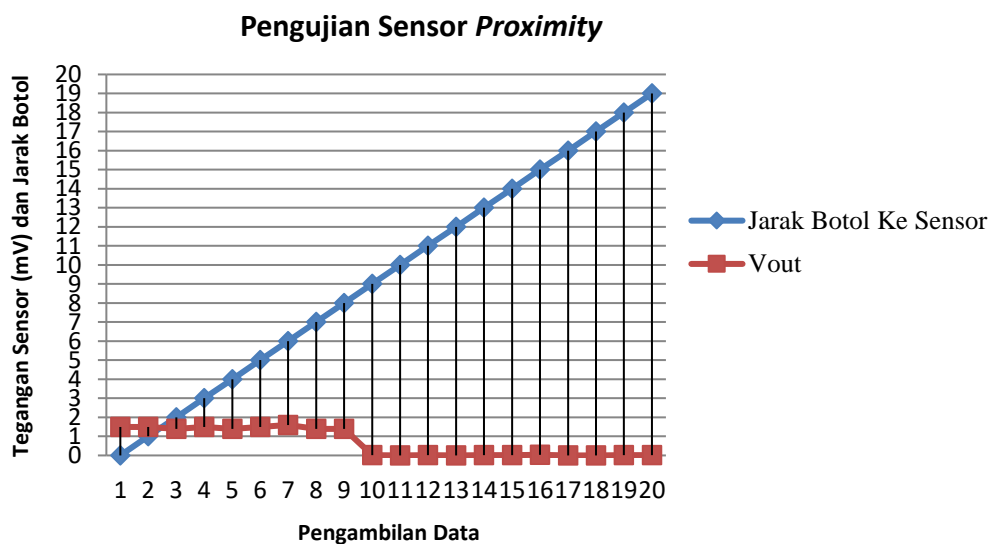
Pengujian Sensor Proximity

Sensor *proximity* adalah sensor pendeteksi ada atau tidak sebuah objek tanpa melakukan kontak fisik dengan objek tersebut. Hasil pengujian sensor *proximity* ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sensor Proximity

NO	Pengujian Sensor Proximity		
	Jarak Botol (mm)	Tegangan Output (mV)	Kondisi Output
1	0	1,50	Terbaca
2	1	1,50	Terbaca
3	2	1,40	Terbaca
4	3	1,50	Terbaca
5	4	1,40	Terbaca
6	5	1,50	Terbaca
7	6	1,60	Terbaca
8	7	1,40	Terbaca
9	8	1,40	Terbaca
10	9	0,02	Tak Terbaca
11	10	0,00	Tak Terbaca
12	11	0,01	Tak Terbaca
13	12	0,00	Tak Terbaca
14	13	0,01	Tak Terbaca
15	14	0,02	Tak Terbaca
16	15	0,03	Tak Terbaca
17	16	0,00	Tak Terbaca
18	17	0,00	Tak Terbaca
19	18	0,02	Tak Terbaca
20	19	0,01	Tak Terbaca

Dari hasil pengujian sensor *proximity* dapat disimpulkan bahwa pada saat sensor *proximity* mendeteksi keberadaan botol didapatkan tegangan 1,40 mV – 1,60 mV. Namun ketika sensor mendapatkan cahaya atau tidak terhalang botol tegangan yang didapat berkisar 0,00 mV – 0,03 mV. Jarak minimum deteksi botol untuk sensor *proximity* adalah 0 mm sedangkan jarak maksimum deteksi botol untuk sensor *proximity* adalah 8 mm. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 13. Grafik Pengujian Sensor *Proximity*

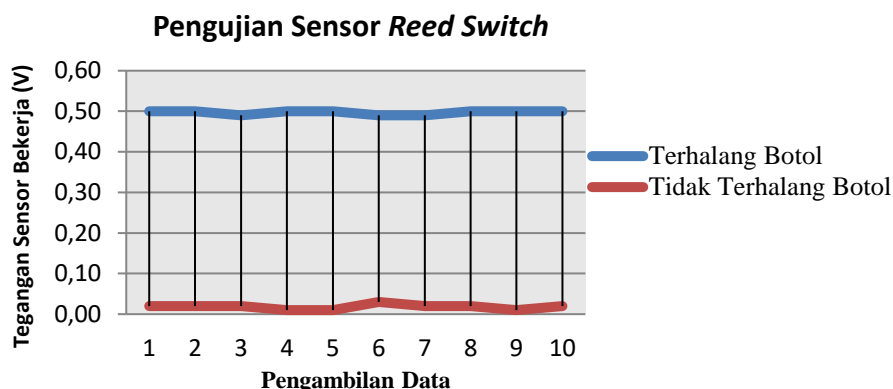
Pengujian Sensor *Reed Switch*

Sensor *reed switch* adalah sensor yang berfungsi sebagai saklar yang aktif atau terhubung apabila di area jangkauannya terdapat medan magnet. Pada sistem pengisi dan penutup botol otomatis berdasarkan tinggi botol menggunakan 6 buah sensor *reed switch* yang terletak pada silinder 1 sampai silinder 4.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Sensor *Reed Switch*.

NO	Pengujian Sensor <i>Reed Switch</i> 1	
	Terhalang Botol (Volt)	Tidak Terhalang Botol (Volt)
1	0,50	0,02
2	0,50	0,02
3	0,49	0,02
4	0,50	0,01
5	0,50	0,01
6	0,49	0,03
7	0,49	0,02
8	0,50	0,02
9	0,50	0,01
10	0,50	0,02
Rata – Rata	0,50	0,01

Dari data Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata tegangan sensor *reed switch* ketika terhalang botol sebesar 0,50 Volt dan nilai rata – rata tegangan sensor *reed switch* ketika tidak terhalang botol sebesar 0,01 Volt. Sehingga didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 14. Grafik Pengujian Sensor Reed Switch

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan diperlukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang telah direalisasikan. Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengintegrasikan perangkat keras (*hardware*) dengan perangkat lunak (*software*). Untuk melakukan pengujian ini yaitu dengan menjalankan sistem secara keseluruhan.

Tabel 9. Tabel Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Botol 600ml

Percobaan Ke-	SS 3	K 1	SP 1	SP 2	SP 3	SS 4	SS 2	MPB	SPRO	K2	KET
1	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
2	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
3	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
4	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
5	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
6	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
7	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
8	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
9	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
10	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai

Tabel 10. Tabel Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Botol 330ml

Percobaan Ke-	SS 3	K 1	SS 1	SP 1	SP 3	SS 4	SS 2	MPB	SPRO	K2	KET
1	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
2	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
3	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
4	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Sesuai
5	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
6	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
7	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
8	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Sesuai
9	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai
10	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Sesuai

Keterangan :

SS 1	: Selenoid Selinder 1
SS 2	: Selenoid Selinder 2
SS 3	: Selenoid Selinder 3
SS 4	: Selenoid Selinder 4
K 1	: Konveyor 1
K 2	: Konveyor 2
SP 1	: Sensor Photoelektrik 1
SP 2	: Sensor Photoelektrik 2
SP 3	: Sensor Photoelektrik 3
SPRO	: Sensor Proximity
MPB	: Motor Penutup Botol

Pada proses pengambilan data secara keseluruhan sebanyak 10 kali percobaan hasil pengujian pengisian dan penutup botol 600ml dan 330ml tidak terdapat *error* / kesalahan pada komponen. Sehingga semua komponen sistem dapat bekerja dengan baik.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan alat pengisian dan penutup botol otomatis berdasarkan tinggi botol yang telah dibuat sesuai yang dikehendaki yaitu proses pengisian dan penutup botol dalam satu konveyor dengan mengendalikan pompa air secara otomatis.
2. Sensor photoelektrik dapat mendeteksi keberadaan botol berdasarkan tinggi botol dengan kendali PLC.
3. Perancangan sistem ini menggunakan motor DC jenis Power Window dengan suplai tegangan 12VDC dan rata – rata hasil pengukuran motor DC sebesar 11,90 VDC.
4. Sistem ini menggunakan beberapa sensor yaitu sensor photoelektrik dengan rata- rata hasil pengukuran sebesar 0,58 Volt, sensor proximity rata – rata hasil pengukuran sebesar 1,5 mV dan sensor *reed switch* rata – rata hasil pengukuran sebesar 0,50 Volt.

Saran

Untuk meningkatkan kegunaan dan pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini, ada saran yang diharapkan dapat membantu, yaitu :

1. Pada sistem pengisian dan penutup cairan otomatis berdasarkan tinggi botol masih menggunakan program dalam sistem waktu (timer) dalam proses pengisian dan sebagai batas ukur titik penuh pada botol. Sehingga, dapat dikembangkan lagi batas ukur yang digunakan bias dalam bentuk liter seperti pada pabrik pada umumnya.
2. Penambahan sitem HMI pada alat ini yang berfungsi sebagai jembatan antara manusia dengan mesin yang digunakan, sehingga dapat mempermudah hasil yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nadrusky Ricky, "Rancang Bangun Miniatur Pencampur Warna Primer Cat Menjadi Warna Sekunder Secara Otomatis Berbasis PLC," *Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, 2017.
- [2] Syaiful Karim, *Sensor dan Aktuator. Elektronika Industri Edisi Pertama*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan, 2013.
- [3] Zuhail, *Prinsip Dasar Elektronika*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2004.
- [4] Tri Wisnu, *Limit Switch dan Sensor Pada Pnuematik dan Elektronika Pnuematik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Komplek Kementerian Pendidik dan Kebudayaan , 2017.
- [5] Kilian C. T, *Modern Control Technology*. West Publishing, 1996.

- [6] Putra A. E, *PLC : Konsep, Pemograman dan Aplikasi (Edisi Pertama)*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media, 2004.
- [7] Sulistyorini Z. T and Wiyasa P. D. K, "Miniaturn Sistem Pengisian Barang Dengan Menggunakan PLC," *DIII. Teknik Elektronika UNJ Jakarta*, 2010.
- [8] Bolton W, *Programmable Logic Contorller (PLC) 3rd Edition*. England: PT. OMRON Elektronik, 1996.
- [9] Sumanto, *Mesin Arus Searah*. Yogyakarta: Andi Offset, 1994.
- [10] Alimudin, *Diklat Penelitian PLC (Programmable Logic Controller)*. Sorong: Politeknik Katolik Saint Paul, 2011.
- [11] Priyono Agus, "Sistem Pengepakan Berbasis Mikrokontroler," *Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Santa Dharma Yogyakarta*, 2015.
- [12] (2020, Oct.) kelasplc.com. [Online]. <http://www.kelasplc.com/pengertian-sensor-proximity-induktif-dan-kapasitif/>
- [13] (2020, September) KAILI'S HOME. [Online]. <http://www.kailicyber.blogspot.com/2014/02/penggunaan-reed-switch-sebagai-sensor.html>
- [14] (2020, Agustus) Dokumen.tips. [Online]. <http://www.dokumen.tips/documents/sensor-fotoelektrik.html>

Biodata Penulis

Ris Ardianto, lahir di Krui - Lampung, 05 Agustus 1994. Saat ini sedang menyelesaikan S1 Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Bustanul Arifin, lahir di Semarang, 14 November 1977. S1 Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang, S2 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, sedang menyelesaikan S3 di Universitas Sriwijaya Palembang, Staf Pengajar Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Eka Nuryanto Budisusila, lahir di Teluk Cenderawasih, 19 Oktober 1973, S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang, S2 Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang, sedang menyelesaikan S3 di Universitas Sriwijaya Palembang, Staf Pengajar Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.