

## IMPLEMENTASI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) PADA PENGENDALIAN ROBOT PEMINDAH BOTOL MINUMAN

Sujito

**Abstrak:** Pengendalian plant di industri berkembang dengan pesat seiring dengan kemajuan teknologi dibidang automasi. Programmable Logic Controller (PLC) sebagai salah satu peralatan kendali telah banyak digunakan di industri. Penggunaan PLC mempunyai banyak keuntungan salah satunya mudah dalam perawatan dan pengembangan plant. Pemindah botol minuman merupakan salah satu plant yang dapat dikendalikan dengan menggunakan PLC. Pada penelitian ini mengimplementasikan PLC pada pengendalian robot yang digunakan untuk memindahkan botol minuman ke dalam case/krak dalam bentuk trainer. Pengendalian ini menggunakan PLC Omron tipe CPM1A-10CDR, dengan peralatan input berupa saklar toggle dan push buton dan peralatan output berbentuk lampu indikator. Hasil penelitian memperlihatkan peralatan input, output dan power supply dapat bekerja sesuai dengan rancangan. Trainer robot pemindah botol minuman menggunakan 6 pin input dan 4 pin output PLC. Setelah dilakukan dowload program ke PLC dengan menggunakan CX-programmer, trainer yang dibuat (hardware dan software) dapat bekerja sesuai dengan perancangan.

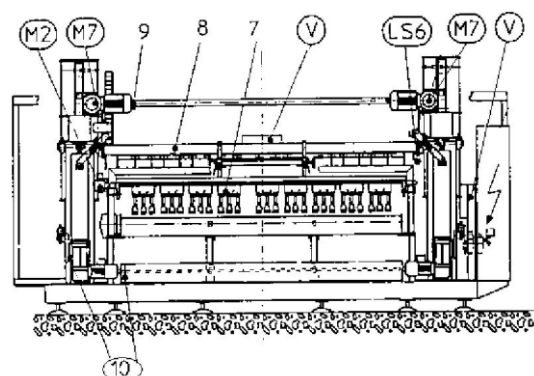
**Kata-kata kunci :** Robot, PLC (*Programmable Logic Controller*).

Pada masa sekarang khususnya dalam dunia industri, teknologi dengan menggunakan sistem konvensional sudah banyak digantikan dengan teknologi yang lebih canggih dan serba otomatis tanpa mengubah fungsinya, hal ini merupakan suatu tuntutan jaman yang menginginkan berbagai macam kemudahan. Salah satu alat otomasi dalam dunia industri yang sering digunakan adalah *Programmable Logic Controller* (PLC). Penerapan dari PLC dalam dunia industri sangat banyak, diantaranya untuk otomasi penataan atau pemindah botol agar proses produksi dapat berjalan dengan cepat dan lebih mudah karena tidak melibatkan campur tangan manusia dalam proses.

Menurut Riyadi, packing Machine BLITZPAC E 35T buatan perusahaan KETTNER Jerman, adalah salah satu robot yang telah digunakan oleh PT. CCBI (*Coca Cola Bottling Indonesia*). Robot ini digunakan untuk memindahkan botol yang telah diisi produk minuman dari konveyor kedalam *case*/krat. Setelah proses

pengemasan, *case* yang berisi produk ini akan menuju ke mesin palletizer selanjutnya *case* tersebut akan disimpan dalam gudang atau langsung bisa didistribusikan ke konsumen-konsumen. (Riyadi: 2009).

Pada penelitiannya di *line-8* PT Coca Cola *Bottling Indonesia Central Java* dengan menggunakan PLC Siemens sebagai kontrol utamanya mempunyai *layout* mesin diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin *Packing* Dengan Komponen Penyusunnya  
Sumber : (Riyadi : 2011)

Keterangan :

- M2 = *marshalling bar*  
 M7 = *hoist (y-axis)*  
 7 = *gripper head*  
 8 = *gripper head carrier*  
 9 = *hoist control*  
 10 = *pendulum chassis control*  
 LS6 = *crash control gripper head*

### Komponen Robot Pemindah Barang

#### a. Article accumulation switch (US1 dan US2)

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi akumulasi produk, jika produk yang masuk mesin *packing* sedikit maka kerja mesin akan dikurangi (pelan), begitu juga sebaliknya, jika jumlah produk banyak maka mesin akan bekerja sangat cepat.



Gambar 2. Proximity Switch Untuk Mendeteksi Akumulasi Botol  
 Sumber : (Riyadi : 2011)

#### b. Bottle completeness control (LS1)

*Bottle completeness control (LS1)* berfungsi untuk membaca jumlah botol dalam area pengangkatan *gripper head*, jika jumlah produk kurang maka *article table* akan berjalan terus dan *gripper head* tidak akan mengangkat jumlah produk yang kurang tersebut. Konstruksi dari sensor ini yaitu sepasang *Scanner light barrier* yang dilengkapi dengan 20 kepingan logam yang berfungsi untuk menghalangi sensor. Aliran produk-produk akan menyebabkan kepingan logam terdorong kedepan, sehingga *Scanner light barrier* tidak terhalangi lagi.

#### c. Case reserve (LS2)

Pada bagian ini *photo-detector* digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya *case* pada *infeed conveyor* (konveyor yang akan diisi produk sebagai masukan mesin). Deteksi ini berguna untuk memastikan ketersediaan *case* yang akan masuk ke area kerja mesin, jika *case* belum tersedia pada *infeed conveyor* maka proses *packing* akan berhenti, menunggu datangnya *case*. Sebaliknya jika *case* telah tersedia, maka proses *packing* dilanjutkan ke siklus berikutnya. LS2 dipasang pada bagian *infeed conveyor* didekat mesin, dan pada sisi yang lain dari konveyor dipasang reflektor untuk memantulkan kembali infra merah yang dipancarkan LS2.

#### d. Case completeness control (LS3)

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan *case* ke-5, jika *case* ke lima tidak terdeteksi maka mesin akan berhenti. Tidak ada prosedur untuk memasukkan kekurangan *case* ini maka diperlukan bantuan operator untuk memasukkan kekurangan *case* ini.

#### e. Case back-up accumulation (LS4)

Digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya *case* pada *case output conveyor* (konveyor yang mengangkut *case* yang berisi produk sebagai keluaran mesin). Deteksi ini berguna untuk memastikan apakah ada akumulasi *case* pada *case output conveyor*. Bila terjadi akumulasi *case* pada sisi *output* maka proses *packing* untuk sementara dihentikan, tetapi bila tidak terjadi akumulasi *case* pada sisi *output*, proses *packing* dapat dilanjutkan.

#### f. Case conveyor control (LS5)

Digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya *case* pada *case conveyor* (konveyor yang berada pada area kerja mesin untuk mengangkut *case*).

#### g. *Crash control gripper head (LS6)*

Digunakan untuk mendeteksi terjadinya *head contact*. *Head contact* terjadi bila *head gripper* (pencengkram botol) tidak dapat masuk sempurna dalam *case* sehingga botol tidak dapat dimasukkan dalam *case*.

#### **Programmable Logic Controller (PLC)**

PLC didefinisikan suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi fungsi spesifik seperti: logika, sequen, timing, counting dan aritmatika, dan untuk mengontrol suatu mesin industri atau proses industri sesuai dengan yang diinginkan. PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan.

Alat ini bekerja berdasarkan input–input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan output–output. Logika 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan logika 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak.

Pada PLC terdapat bagian-bagian yang terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*) yang merupakan bagian utama dan merupakan otak dari sebuah PLC. CPU ini berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori kemudian mengkodekan dan mengeksekusi instruksi tersebut. *Memory* yang berfungsi untuk menyimpan data program atau intruksi dan data yang dimasukkan ke dalam PLC. Serta *Power Supply* yang digunakan untuk memberikan tegangan ke dalam PLC sebesar 24 V.

PLC dapat digunakan sebagaimana mestinya karena terdapat program atau intruksi-intruksi oleh peralatan input dan output. Program dapat dimasukkan dengan menggunakan bahasa mnemonik yaitu dengan *Console Programming* ataupun dengan *Diagram Ladder* dengan menggunakan software *CX-Programmer*.

PLC yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis PLC CPM1A-10CDR-A-V1 ini merupakan jenis PLC keluaran dari OMRON yang memiliki jumlah *input* sebanyak 6 buah dan *output* sejumlah 4 buah. PLC ini menggunakan tegangan masukan sebesar 24 V DC dan tegangan keluaran sebesar 24 V DC. PLC ini dapat terkoneksi dengan menggunakan *Console* maupun dengan menggunakan PC.

#### **Peralatan Input**

Peralatan *Input* merupakan suatu *port interface* yang menghubungkan rangkaian utama dengan PLC yang tersambung pada semua peralatan yang digunakan sebagai *input* dan *output* yang digunakan. Fungsi peralatan *input* ini adalah mengkonversikan sinyal digital atau analog yang akan diproses oleh unit pemroses. Peralatan *input* terdiri dari Saklar SPST, Saklar toggle, *Push Button*, Sensor, dll.

#### **Peralatan Output**

Peralatan *output* merupakan pasangan dari peralatan *input* diatas, jadi juga terhubung dengan *port interface* yang terhubung dengan rangkaian utama pada PLC. Fungsi utama dari peralatan *output* adalah mengeluarkan sinyal yang telah diolah oleh prosesor untuk menggerakkan *relay* atau kontaktor yang selanjutnya menggerakkan *plant* atau preses yang dikontrol. Peralatan *output* hanya terdiri dari lampu indikator.

#### **Peralatan Keamanan**

Merupakan peralatan yang difungsikan untuk mengamankan peralatan kendali

dari hubung singkat maupun beban lebih pada saat digunakan. Peralatan yang digunakan untuk mengamankan *plant* dari hubung singkat adalah *fuse*. Sedangkan yang digunakan untuk mengamankan dari beban lebih adalah MCB.

### Power Suply

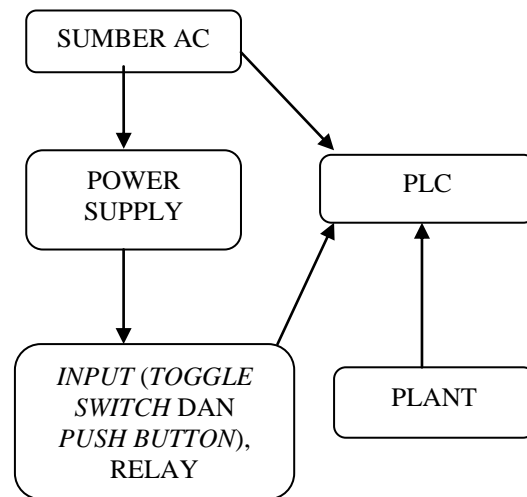
Power Suply atau Catu daya merupakan rangkaian elektronika yang dapat mengubah sumber tegangan AC (*alternating current*) menjadi tegangan DC (*directional current*), dan berfungsi memberi *supply* arus dan tegangan pada suatu rangkaian elektronika atau peralatan yang menggunakan listrik lainnya. Tegangan kerja pada catu daya ini adalah 220V sebagai inputnya dan 0-30 VDC yang dapat diatur besar tegangan keluarannya dengan menggunakan potensiometer.

## METODE

### Perancangan

Pengendalian robot pemindah botol minuman berbasis PLC dibuat dalam bentuk trainer. Peralatan input/sensor robot yang digunakan berbentuk saklar toggle. Sedangkan peralatan output berbentuk lampu indikator.

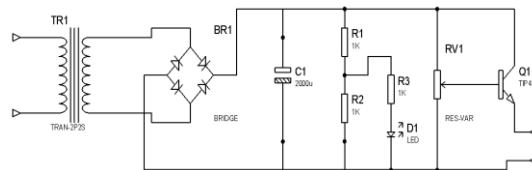
PLC sebagai kendali robot dibuat sedemikian sehingga menggambarkan prinsip kerja robot sesungguhnya. Diagram blok dari Pengendalian Robot pemindahan botol berbasis PLC diperlihatkan pada Gambar 3. PLC yang digunakan sebagai kendali robot pemindah minuman adalah PLC Omron tipe CPM1A-10CDR-A-V1, dengan jumlah I/O 10 pin.



**Gambar 3. Blok Diagram Perancangan**

Rangkaian masing-masing blok dari diagram di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### a. Power Suply



**Gambar 4. Rangkaian Power Suply**

Power Suply ini merupakan catu daya dari rangkaian elektronika yang mengubah sinyal AC menjadi DC dengan Tegangan kerja pada catu daya ini adalah 220V sebagai inputnya dan 0-30 VDC yang dapat diatur besar tegangan keluarannya dengan menggunakan potensiometer.

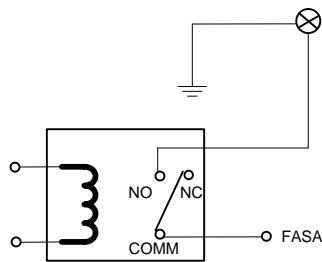
#### b. Peralatan Input dan Output

Pada bagian ini terdiri dari *push button* dan *toggle switch* yang berfungsi sebagai peralatan input serta lampu indikator yang berfungsi sebagai indikator output.

#### c. Pengkondisi Sinyal

Pengkondisi sinyal (Relay) berfungsi untuk menjembatani antara peralatan output dengan lampu indikator, karena

tegangan kerja dari keluaran PLC adalah 24 V sedangkan tegangan kerja pada lampu indikator adalah 220 V.



Gambar 5. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

**Perakitan**

Trainer ini merupakan suatu rangkaian simulasi untuk aplikasi pengendalian robot pemindahan botol minuman yang dirakit pada sebuah koper maupun pada *hard-case*. Perakitan ini difungsikan selain untuk memudahkan mahasiswa dalam memindahkan juga untuk memudahkan dalam penggunaan dan pemahaman dalam merakit PLC untuk diaplikasikan kedalam suatu praktek-praktek yang diadakan di laboratorium.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perakitan trainer ini adalah penyambungan dengan kabel pada *jack* maupun *connector* benar-benar dalam posisi tersambung dengan baik. Sehingga dapat dihindarkan dari hubung singkat atau *short circuit*.

**Perancangan Software**

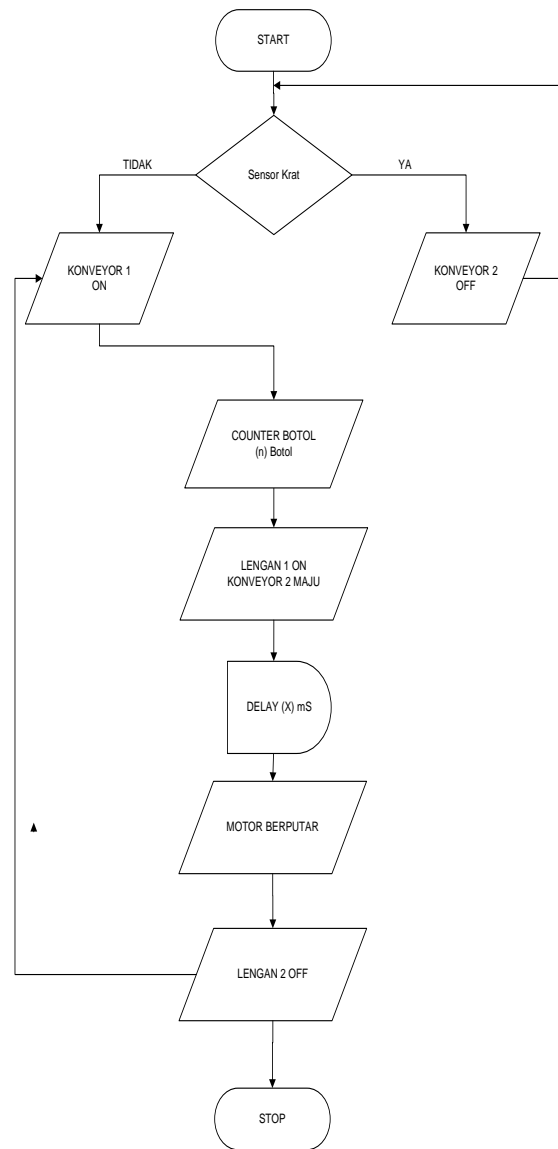
**Perancangan Ladder Diagram**

Pada perancangan *ladder diagram* ini software yang digunakan adalah menggunakan CX-Programmer. Desain *ladder* dibuat dalam software tanpa menggunakan *console*. Pada dasarnya *ladder* ini dibuat dengan memperhatikan cara kerja rangkaian ataupun *flowchart*. Gambar 6 merupakan *flowchart* yang digunakan untuk rangkaian desain robot pemindah botol minuman.

Pada perancangan program ini beberapa I/O dialamatkan sesuai fungsinya yang akan digunakan. Fungsi masing-masing I/O dipaparkan pada pada Tabel 1.

**Tabel 1. Fungsi I/O**

NO	I/O PLC	Keterangan
1	00.00	Sensor krat
2	00.01	Counter botol
3	00.02	Reset
4	10.00	Conveyor 1
5	10.01	Conveyor 2
6	10.02	Lengan 1 (NO)
		Lengan 2 (NC)
7	10.03	Motor berputar



Gambar 6. Flowchart Software Robot Pemindah Botol Minuman

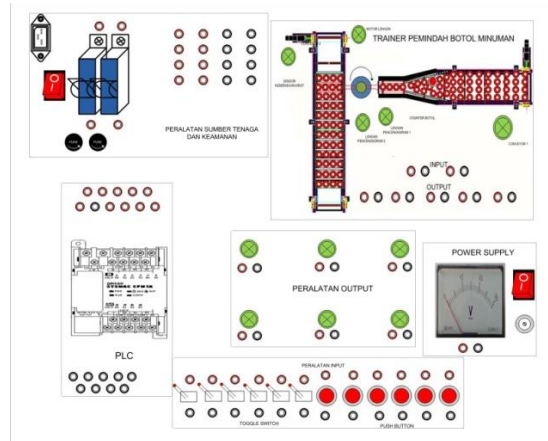
**Pengujian**

Setelah selesai dirakit, tahap selanjutnya membuat program PLC dengan prinsip

kerja robot pemindah botol minuman, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan bahan untuk pengujian diantaranya adalah AVO Meter, *Testpen*, Software PLC berupa CX-Programmer, Perangkat *Personal Computer (PC)*, *Power Supply*, Sepangkat Trainer desain PLC tersebut, Kabel Jumper dll.
- b. Melakukan pengecekan pada rangkaian desain alat dan desain trainer. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi jika terjadi kesalahan sambungan pada sumber yang akan masuk ke PLC dan sumber untuk I/O.
- c. Melakukan pengujian pada tiap-tiap blok dan modul I/O.

tergambar dalam sebuah layout yang ditampilkan pada Gambar 7. Sedangkan untuk hasil pengujian trainer diperlihatkan pada Tabel 2.



**Gambar 7. Layout Trainer Robot Pemindah Botol Minuman**

**HASIL**

Pada hasil pengujian ini didapatkan trainer Robot pemindah botol minuman

**Tabel 2. Hasil Pengujian Rangkaian Trainer Robot Pemindah Botol Minuman**

Tombol yang ditekan	Input PLC						Lampu Indikator PLC / Output PLC				
	00	01	02	03	04	05	1000	1001	1002		1003
							Conveyor 1	Conveyor 2	Lengan 1	Lengan 2	Motor Berputar
						NO	NO	NO	NC	NO	
Sensor Krat	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Counter Botol	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Reset	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Sensor Krat	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Counter Botol	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Reset	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0

**PEMBAHASAN**

Berdasarkan rancangan software pada Gambar 6 dan Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa robot pemindah botol minuman dapat bekerja sesuai dengan rancangan. Botol minuman yang dipindahkan berukuran 4x6 kemudian dimasukkan kedalam case/krak. Setelah robot mendeteksi banyaknya botol berukuran 6 baris, maka robot akan

mencengkeram botol dan melakukan pemindahan dengan memutar lengan robot (180°). Pada saat yang bersamaan, lengan robot akan menyentuh limit switch, sehingga akan mereset counter. Lengan robot yang digunakan ada 2, jika yang satu memindahkan botol, maka lengan yang kedua akan menuju ke posisi semula (siap mengambil).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan desain trainer robot pemindah botol minuman menggunakan PLC OMRON tipe CPM1A-10CDR-A-V1. Trainer yang dibuat mempunyai 12 input berupa 6 buah toggle *switch* dan 6 buah *push button* yang digunakan untuk praktikum PLC.
2. Penggunaan *Personal Computer* (PC) sebagai pembuatan program atau instruksi pada blok PLC menggunakan *software CX-Programmer*.
3. Hasil pengujian dari trainer pemindah botol yaitu, apabila sensor krat mendeteksi keberadaan krat, maka konveyor 1 akan berjalan sampai sensor botol mengcounter botol sebanyak empat kali, setelah terdeteksi empat botol maka lengan 1 akan mencengkeram botol dan sesaat kemudian akan lengan akan berputar  $180^{\circ}$  ditandai dengan menyalnya lampu indikator motor lengan dan lengan 1.

## DAFTAR RUJUKAN

- Afandi, A. N. 2010. *Buku Praktis Dasar-Dasar PLC*. Universitas Negeri Malang : Malang.
- Afgianto, E.P. 2004. *Konsep Pemogram-an dan Aplikasi*. Yogyakarta : Gava media.
- Malvino, A. P. 1984. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Ahli Bahasa oleh M. Barmawi & M. O. Tjia. Jakarta: Erlangga.
- Pretuzella, Franke D. 1996. *Elektronik Industri*. Terjemahan Oleh Suman-to. 2002. Yogyakarta: Andi Offset.
- Setiawan, Toni Putra Agus. 2012. *Desain Sensorless (Minimum Sensor) Kontrol Motor Induksi 1 Fasa untuk Mesin Perontok Padi*. Universitas Negeri Malang : Malang.
- Yuwono, Sigit Teguh. 2011. *Perancangan Prototipe Elevator Empat Tingkat Dua Ruang Berbasis PLC*. Universitas Negeri Malang : Malang.