

# SISTEM KONTROL MOTOR 3 FASA MESIN POMPA AIR PADA PABRIK ES BALOK DENGAN MENGGUNAKAN MODUL PLC OMRON TYPE CP1E

## 3 PHASE MOTOR CONTROL SYSTEM WATER PUMP ENGINE IN ICE CUBE FACTORY USING MODULE PLC OMRON TYPE CP1E

Sonny Rumalutur<sup>1</sup>, Alimuddin<sup>2</sup>, Jean Carlo Tarami<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Saint Paul

<sup>2</sup>Politeknik Saint Paul

<sup>3</sup>politeknik Saint Paul

<sup>1</sup>[sonny\\_r@poltekstpaul.ac.id](mailto:sonny_r@poltekstpaul.ac.id), <sup>2</sup>[ghailan11@rocketmail.com](mailto:ghailan11@rocketmail.com), <sup>3</sup>[Carlosoukottatarami@gmail.com](mailto:Carlosoukottatarami@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang bagaimana merancang sebuah trainer simulator Programmable Logic Controller (PLC) yang dapat bekerja dan mempermudah pekerjaan manusia dan cepat produksi. Pengontrolan motor 3 fasa mesin pompa air pada pabrik es balok digunakan dengan PLC Omron tipe CP1E-N20DR-D dengan program ladder diagram yang dirancang dengan aplikasi komputer Cx-Programmer, serta rancangan media komunikasi antara mesin dengan operator menggunakan perangkat lunak Cx-Designer. Adapun input/output yang digunakan, Input berupa modul sensor level, sensor level berfungsi sebagai pembatas cairan 1 dan 2. Output berupa pompa air 1 dan 2, Motor AC berfungsi sebagai pengisian dan pencetak es balok dan memindahkan tempat es balok. Berdasarkan hasil penelitian baha Modul Trainer simulator pencetakan es balok ini tersusun dari beberapa komponen yang mendeskripsikan dari proses pembuatan es balok dengan menggunakan input/output yang sesuai dan dapat bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang telah diatur sebelumnya.

**Kata kunci : PLC, Sensor level, ladder diagram**

### Abstract

This study discusses how to design a programmable logic controller (PLC) simulator trainer that can work and simplify human work and fast production. The 3-phase motor control of the water pump machine in the block ice cube is used with the CP1E-N20DR-D Omron PLC with a ladder diagram program designed with the Cx-Programmer computer application, as well as the design of communication media between the machine and the operator using the Cx-Designer software. As for the input / output used, the input is in the form of a level sensor module, the level sensor functions as a liquid barrier 1 and 2. The output is in the form of water pumps 1 and 2, the AC motor functions as filling and forming block ice and moving the ice cubes. Based on the research results, the Trainer Module for this ice block molding simulator is composed of several components that describe the process of making ice cubes by using the appropriate input / output and can work in accordance with the prearranged job descriptions.

**Keywords: PLC, Level sensor, ladder diagram**

## 1. PENDAHULUAN

Otomatisasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi dan merupakan satu-satunya alternatif yang tidak dapat dielakkan lagi untuk memperoleh sistem kerja yang sederhana, praktis dan efisien sehingga memperoleh hasil dengan tingkat keakuratan

yang tinggi dan dengan waktu yang lebih singkat jika dibandingkan dengan pekerjaan secara manual sehingga biaya pengoperasiannya juga dapat ditekan seminim mungkin karena membutuhkan tenaga manusia yang lebih sedikit.

Untuk menunjang proses otomatisasi agar faktor-faktor produksi dapat tercapai maka dibutuhkan sistem kontrol Programmable Logic Controller (PLC) merupakan pengendali yang umum dipakai dibidang industri PLC adalah komputer elektronik yang mudah digunakan dan memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam.

## 2. DASAR TEORI /MATERIAL DAN METODOLOGI/PERANCANGAN

### 2.1 Dasar Teori

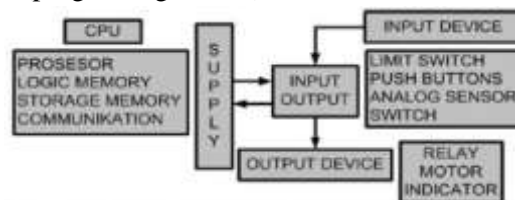
#### 2.1.1 PLC (Programmable Logic Controller)

PLC (Programmable Logic Controller) pada dasarnya adalah sebuah computer yang khusus di rancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang di control ini dapat berupa regulasi variable secara kontinu seperti pada sistem-sistem servo atau hanya melibatkan control dua keadaan (On/Off) saja, tetapi di lakukan secara berulang-ulang seperti umum di jumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor, dan lain sebagainya.[8]

Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. Keadaan input PLC digunakan dan disimpan didalam memori dimana PLC melakukan instruksi logika yang di program pada keadaan inputnya.

#### 2.1.2 Komponen-komponen pada PLC

Pada dasarnya PLC terdiri dari tiga bagian utama yaitu bagian input/output, bagian prosesor dan perangkat pemrograman (programing device). [2,6]



Gambar 1 Blok Diagram PLC

#### 2.1.3 Central Prosesing Unit (CPU)

CPU berfungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian dalam PLC, melaksanakan program yang disimpan didalam memori. Selain itu CPU juga memproses dan menghitung waktu, memonitor waktu pelaksanaan perangkat lunak dan menterjemahkan program perantara yang berisi logika dan waktu yang dibutuhkan untuk komunikasi data dengan pemrogram.

##### a) Memory

Memory yang terdapat dalam PLC berfungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi – lokasi dimana hasil – hasil perhitungan dapat disimpan didalamnya. PLC menggunakan peralatan memori semi konduktor seperti:

- *RAM ( Random Acces Memory )*  
Merupakan tipe memori yang fleksibel dalam membaca atau menulis data yang digunakan untuk menyimpan ladder program.
- *ROM( Read Only Memory )*  
Dapat dibaca datanya tetapi tidak dapat di tulis karena termasuk data non volatile yang tersdiah secara permanen.

- **EPROM ( Erasable Programmable Read Only Memory)**  
Dapat deprogram secara elektis dan dihapus dengan menggunakan sianar ultraviolet. Merupakan media penyimpanan yang permanen untuk ladder program.

#### b) **Input / Output**

Peran modul input / output sangatlah penting karena modul ini merupakan suatu perantara antara perangkat kontrol dengan CPU. Suatu peralatan yang dihubungkan ke PLC dimana mengirimkan suatu sinyal ke PLC dinamakan peralatan input. Ada juga output bit di dalam memori dimana diberikan oleh output poin pada unit, sinyal output dikirim ke peralatan output.

Indikasi urutan status dari input output ditandai *Light Emiting Diode ( LED )* pada PLC atau modul input / output, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pengecekan proses pengoperasian input / output dari PLC itu sendiri.

#### c) **Power Supply**

PLC tidak akan beroperasi bila tidak ada supply daya listrik. Power supply merubah tegangan input menjadi tegangan listrik yang dibutuhkan oleh PLC. Dengan kata lain sebuah suplai daya listrik mengkonversikan suplai daya PLN ( 220 V ) ke daya yang dibutuhkan CPU atau modul input / output.

#### 2.1.4 **PLC Omron CP1E**

PLC Omron type CP1E adalah jenis PLC yang di buat oleh OMRON yang di rancang untuk aplikasi mudah. CP1E termasuk unit CPU jenis-E (model dasar) untuk operasi model standar menggunakan dasar, gerakan, aritmatika, dan instruksi perbandingan. Untuk pemograman menggunakan Software yang di sebut CX-Programmer.[3,7]



Gambar 2 PLC omron CP1E

#### 2.1.5 **Dasar-dasar Gerbang logika**

Operasi yang di lakukan oleh peralatan digital seperti PLC pada dasarnya berbasis pada tiga fungsi logika dasar: AND, OR dan NOT. Fungsi-fungsi ini menggabungkan variable-variabel biner sehingga membentuk pernyataan logika. Setiap fungsih memiliki aturan yang menentukan hasil keluaran (benar atau salah).

#### 2.1.6 **Monitor**

Monitor adalah suatu alat yang digunakan untuk meantau (*memonitoring*) kerja antara PC dan PLC. PLC Fungsi dari monitor adalah sebagai alat pengawasan dan pengontrolan suatu sistem pada pengontrolan menggunakan PLC.

#### 2.1.7 **Bahasa Pemograman**

Agar PLC dapat berjalan sesuai dengan yg dikehendaki, maka diperlukan suatu perangkat lunak (software) untuk memprogram PLC. PLC memiliki 2 bahasa pemrograman yaitu dengan diagram tangga dan statement list/mnemonic. Bahasa pemrograman yg biasa sering dipakai adalah

diagram tangga (Ladder Diagram), karena lebih mudah untuk dimengerti dan langkah-langkah pemrogramannya lebih mudah ditelusuri.

### 2.1.8 Relai

Relai adalah suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar. Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar magnet. (id.wikipedia.org)



Gambar 3. Relai

### 2.1.9 Sensor Level

Level sensor adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian dari suatu aliran baik berupa bahan liquid, lumpur, powder maupun biji-bijian. Fungsi level sensor pada dasarnya adalah memberikan informasi baik berupa data maupun sinyal karena adanya perubahan ketinggian material baik didalam tanki, silo ataupun tempat terbuka karena adanya aliran dari material tersebut. Pengukuran ketinggian atau level ini bisa dilakukan secara terus menerus sesuai dengan perubahan ketinggian dari fluida maupun untuk mengukur ketinggian dari material pada titik tertentu baik itu pada level terendah, level menengah maupun level puncak dengan menggunakan level sensor. [1]



Gambar 4. Sensor Level

### 2.1.10 Mesin Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau suction dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau discharge dari pompa. [4]



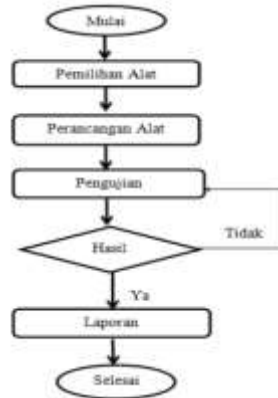
Gambar 5. Mesin Pompa Air

### 2.1.11 Switch-Mode Power Supply (SMPS)

Jenis Power Supply yang langsung menyearahkan (rectify) dan menyaring (filter) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di-switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati Transformator Frekuensi Tinggi.

## 2.2 METODE KEGIATAN DAN PERENCANAAN ALAT

Perancangan dan penelitian Sistem Kontrol Motor 3 Fasa Mesin Pompa Air pada Pabrik Es Balok dengan menggunakan Modul PLC Omron Type CP1E dikerjakan melalui beberapa tahapan yaitu :

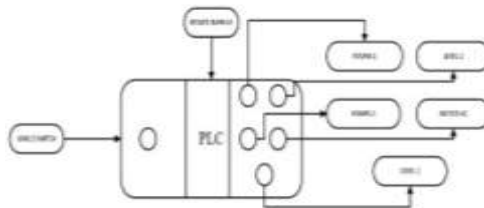


Gambar 6. Alur Perencanaan Pembuatan Trainer PLC CP1E

## 2.3 Perancangan Model Sistem

### 2.3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras meliputi pembuatan trainer praktek yang akan digunakan sebagai alat bantu latihan belajar, Modul masukan ke sistem modul PLC atau seperangkat komputer yang akan dioperasikan, catu daya untuk menjalankan I/O (*Input / Output*) karena pada sistem I/O PLC membutuhkan tegangan sebesar 24 V dan perakitan modul keluaran.



Gambar 7. Diagram blok perancangan pencetakan es balok

Pada gambar diatas ditunjukkan diagram blok sistem dari perancangan modul trainer PLC Omron *type* CP1E untuk mengendalikan pencetakan es balok. Komputer yang terhubung Modul PLC digunakan sebagai alat pengontrolan dan pengamatan nilai-nilai *input* dan *output* yang dimasukkan ke PLC, pentransferan data dari komputer ke PLC menggunakan kabel PORT USB (*Universal Serial Bus*). Pada modul PLC terdapat catu daya internal dengan tegangan sebesar 24 VDC yang akan mengaktifkan atau menjalankan modul PLC tersebut, pada modul PLC juga terkoneksi modul keluaran yang berupa satu buah motor Ac , dua pompa air dan dua buah sensor level.

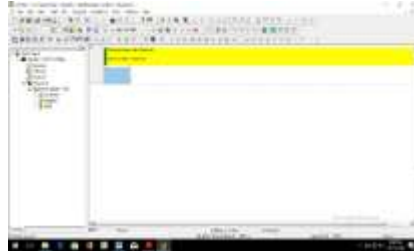
### 2.3.2 Perancangan Tata Letak Komponen komponen Modul Trainer



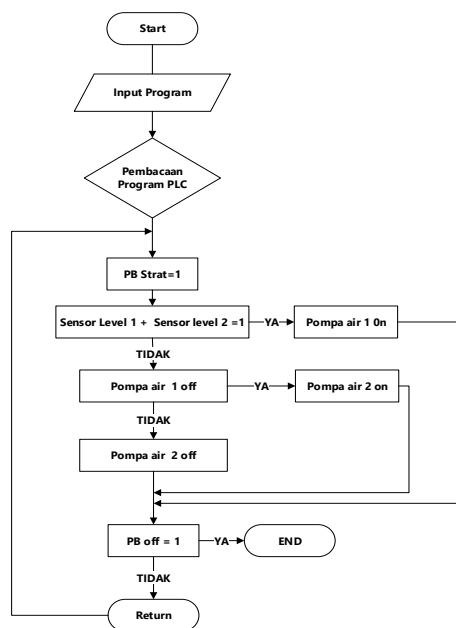
Gambar 8 Modul *Trainer* PLC Omron *type* CP1E

### 2.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk mengaktifkan sistem menggunakan PLC dibutuhkan sistem perangkat lunak (*Software*) sebagai bahasa pemrograman. *Software* yang digunakan untuk mengontrol PLC Omron type CP1E adalah menggunakan *Software CX-Programmer*.



Gambar 9. Tampilan *Software CX-Programmer*.



Gambar 10. Diagram Blok Sistem Pencetakan es balok

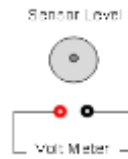
### 2.3.3 Perancangan Antara *Personal Computer* dan PLC

Untuk pengaksesan dan pengkomunikasian antara *Personal* komunikasi yaitu kabel Serial USB ( *Universal Serial Bus*). Sebelum dapat menggunakan alat komunikasi antara *Personal Computer* dan PLC Omron type CP1E yaitu kabel *Universal Serial Bus* dibutuhkan penginstalan perangkat lunak (*Software*) pendukung agar kabel *Universal Serial Bus* dapat menjadi alat penghubung komunikasi antara *Personal Computer* dan PLC Omron type CP1E. Perangkat Lunak (*Software*) yang digunakan adalah *CX-Programmer V9*. Dalam *software CX-Programmer V9* telah terdapat perangkat lunak (*Software*) pendukung agar kabel *Universal Serial Bus* dapat sikoneksikan antara *Personal Computer* ke PLC Omron type CP1E.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian Sensor Level

Pada rangkaian ini untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sensor level dengan memberikan tegangan 24 volt pada sensor level yang akan dikirim ketika cairan yg keluar dari selenoid valve menyentuh\mengenai sensor level.



Gambar 11. Pengukuran tegangan pada sensor level.



Gambar 12. Hasil pengukuran pada sensor level atas

Table 1. Pengukuran tegangan level atas

Ke	Keadaan relay	Tegangan Volt
	Tidak Bekerja	00.00
	Bekerja	25,48

Hasil Perhitungan Persentasi error

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Seharusnya}}{\text{Hasil Pengukuran}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{25,48 - 24}{25,48} \times 100 \% = 5,80 \%$$

### 3.1.1 Pengujian Level bawah



Gambar 13. Pengukuran tegangan level bawah

Table 2. Pengukuran tegangan level bawah

Ke	Keadaan relay	Tegangan Volt
	Tidak Bekerja	00.00
	Bekerja	25,48

### 3.1.2 Pengujian Motor AC



Gambar. 14. Pengukuran tegangan motor ac

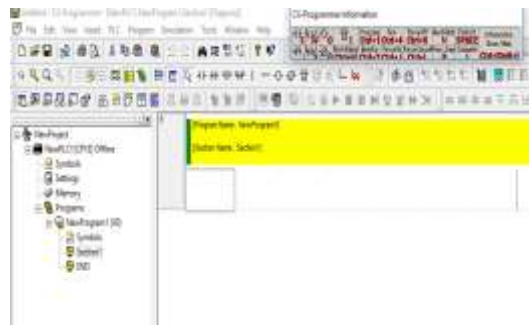
Table 3. Pengukuran tegangan motor ac

Ke Keadaan relay	Tegangan Volt
Tidak Bekerja	00.00
Bekerja	25,48

### 3.2 Software CX-Programmer

*CX-Programmer* adalah program aplikasi yang digunakan sebagai alat komunikasi antara PC dengan PLC dan juga sebagai software untuk merancang dan membuat diagram tangga yang akan diujikan ke PLC. Pengujian *Software CX-Programmer* dari komputer ke PLC, menggunakan *Software CX-Programmer*, gambar di bawah merupakan tampilan gambar dari pengujian *Software CX-Programmer* yang akan memberitahukan apakah PLC dan Komputer dapat berkomunikasi. Beberapa gambar dibawah juga menunjukkan adanya hubungan kerja PLC yaitu ditunjukkan dengan adanya warna hijau pada ladder diagram yang berarti pengiriman data dari komputer ke PLC telah sukses dan juga Ruang lalu komponen-komponen pada ruang tersebut sedang bekerja/aktif.

#### 3.2.1 Pengujian CX-Programmer

Gambar 15. Tampilan *Software CX-Programmer*

### 3.3 Diagram Ladder Pencetakan Es Balok

#### 3.3.1 Pembahasan Diagram Ladder Pencetak Es Balok

Program di jalankan dan di berikan logika 1 Pada PB start (I:0.01) yang akan mengaktifkan pompa 1 (Q:100.00) akan mengisi cairan hingga mengenai sensor level 2 (I:0.03) maka pompa 1 (Q:100.00) akan off, pompa 2 (Q:100.01) yang untuk mengisi cairan ke tempat pencetakan es balok selama 30 detik dan setelah 30 detik, maka pompa 2 (Q:100.01) akan off, motor 1 (Q:100.02) aktif untuk memindahkan tempat pencetakan es balok dan proses ini akan terjadi sebanyak 5 kali, setelah 5 kali motor 1 (Q:100.02) akan off dan sensor level 1 (I:0.04) akan aktif pompa 1 (Q:100.00) untuk kembali mengisi cairan ke dalam bak penampung dan mengulang proses pencetakan dari awal lagi, proses ini akan berhenti jika kita menekan PB stop (I:0.02).

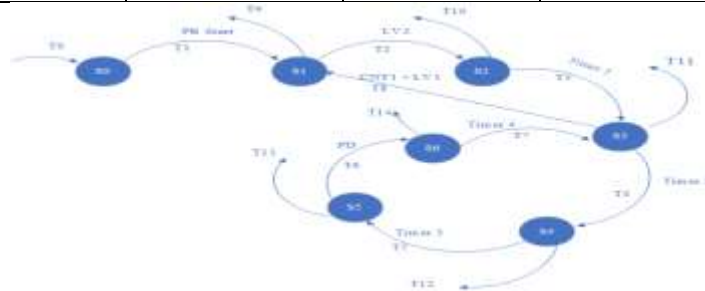
#### 3.3.2 State-state Diagram ladder

Tabel 4. State Output

STATE	POMPA 1	POMPA 2	MOTOR 1
S0	0	0	0
S1	1	0	0
S2	0	0	0
S3	0	1	0
S4	0	0	0



S5	0	0	1
S6	0	0	0



Gambar 16. State Diagram

Jika FS (T1) ditekan maka S0 yang aktif, S0 adalah keadaan input dan output dalam keadaan standby lalu tekan PB Start (T1) maka yg aktif S1, S1 adalah Pompa 1 lalu menggerakkan Sensor 2 (T2) maka S3 yang aktif, S3 adalah Pompa 2 selama waktu yang telah diatur dalam program setelah proses berhenti, maka yang aktif S5, S5 adalah Motor AC (pemindah) lalu menggerakkan Sensor 1 (T8) maka proses akan kembali dari awal selama belum menekan PB stop (T13,T9,T10,T11,T12,T14).

**Persamaan Transisi**

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| S0 = FS            | T8 =S3 (CNT + LV1) |
| T1 = S0 . PB Start | T9 =S1 PB Start    |
| T2 = S1 . LV2      | T10 =S2 PB Start   |
| T3 = S2 . Timer 1  | T11 =S3 PB Start   |
| T4 = S3 . Timer 2  | T12 =S4 PB Start   |
| T5 = S4 . Timer 3  | T13 =S5 PB Start   |
| T6 = S5 . PD       | T14 =S6 PB Start   |
| T7 = S6 . Timer    |                    |

**Persamaan Keadaan**

- S0= (S0 + T0 + T9 + T10 + T 11 + T12 + T13 + T14) . T1'
- S1= (S1 + T1 + T8) . T2' . T9'
- S2= (S2 + T2) . T3' . T10'
- S3= (S3 + T3 + T7) . T4' . T11' . T8'
- S4= (S4 + T4 + CNT) . T5' . T12'
- S5= (S5 + T5) . T6' . T13'
- S6= (S6 + T6) . T7' . T14'

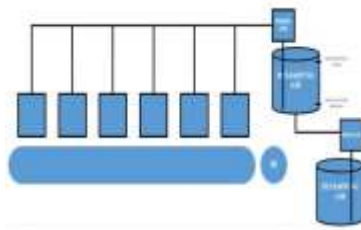
**Persamaan timer:**

- Timer1 = S2
- Timer2 = S3
- Timer3 = S4
- Timer4 = S6

**Persamaan Output:**

- CNT = S4
- Pompa 1 = S1
- Pompa 2 = S3
- Motor = S5





Gambar 19. Bentuk fisik

#### 4. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan pengambilan data pada “*Sistem Kontrol Motor 3 Fasa Mesin Pompa Air pada Pabrik Es Balok dengan Menggunakan Modul PLC Omron Type CP1E*” adalah sebagai berikut :

- 1) Semua input/output bekerja sesuai dengan program ladder diagram yang telah di rancang sebelumnya pada software CX-Programmer.
- 2) PLC Omron CP1E dapat berkomunikasi dan mengendalikan Modul trainer simulator dengan baik sesuai dengan deskripsi kerja alat yang telah direncanakan sebelumnya.
- 3) Modul Trainer simulator pencetakan es balok ini tersusun dari beberapa komponen yang mendeskripsikan dari proses pembuatan es balok dengan menggunakan input/output yang sesuai.
- 4) Selanjutnya Pengguna software CX-Programmer sebaiknya memakai versi terbaru , karena software CX-Programmer versi terbaru telah di tambah fitur-fitur terbaru yang mempermudah pengguna CX-Programmer.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, Ade Gafar. (2013). “Pengembangan Alat Praktikum Dasar Otomasi Industri Modular”. Proceeding SNIPS 2013. ITB Bandung.
- [2] Ali Akayleh. (2009). “Water Pumping System with PLC and Frequency Control”. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. 3. (3). 216-221.
- [3] Andani. (2011). “Sistem Kendali Servo Posisi dan Kecepatan Motor dengan Programmable Logic Controller”. Jurnal Ilmiah Foristek. 1. (2). 101-111.
- [4] Birbir, Yasar. (2008). “Design and Implementation of PLC-Based Monitoring Control System for Three-Phase Induction Motors Fed by PWM Inverter”. International Journal of System Applications, Engineering & Development. 1. (4). 128-135.
- [5] Dickinson, Aaron. (2006). “A Low-Cost Programmable Logic Control (PLC) Trainer for use in a University Agricultural Electricity Course”. Journal of Agriculture Technology, Management, and Education. 21. 601-607.
- [6] Gaur, A.M, dkk. (2010). “PLC Based Automatic Control of Rheometer”. International Journal of Control and Automation. 3. (4). 11-20.
- [7] Rozan, Amran. “Aplikasi PLC Merek Omron Sysmac CP1A pada Sistem Gerak Otomatis Pintu Garasi Mobil”. *Jurnal Teknik SIMETRIKA*. 4. (1). 296-302.
- [8] Sutomo, Artono Dwijo. (2007). “Simulasi Sistem Kontrol Berbasis PLC : Pembelajaran Berbasis Kasus pada Matakuliah Programmable Logic Control”. *Jurnal ISSN*. 371-376.