

# KONTROL SEKUENSIAL UNTUK KOMBINASI 8 POMPA AIR DENGAN MENGGUNAKAN *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*

Purwono Budi Prasetyo<sup>1</sup>, Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, M.T. <sup>2</sup>, Ir.Moch. Rusli, Dipl.-Ing.<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, <sup>2,3</sup>Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email : [purwono.b.p@gmail.com](mailto:purwono.b.p@gmail.com)

## Abstrak

Pompa adalah salah satu kebutuhan yang terpenting didalam dunia perindustrian, khususnya pada industri pembangkit listrik dan destilisasi air. Kebutuhan pompa pada satu industri tidak sedikit serta memerlukan sistem yang tepat. Agar dapat bekerja dengan baik dan maksimal, pompa harus bekerja dengan kondisi berurutan atau bergantian. skripsi ini membahas hanya terfokus pada pengontrolan sekuensial untuk kombinasi 8 pompa dengan tiga kondisi yaitu suhu pompa, level air, dan waktu pompa bekerja serta bagaimana cara membuat sistem kerja dan mengontrol pompa pada alat *smart pump plant* dengan menggunakan PLC dan metode *grafcet* agar pompa bekerja lebih baik.

Proses perancangan sistem kontrol sekuensial pada alat *smart pump plant* pada penelitian ini menggunakan 3 keadaan dengan menggunakan metode *grafcet*. Pada proses pengendalian didapat hasil yang sesuai dengan yang diharapkan, dimana suhu akan mematikan pompa pertama dan akan mengaktifkan pompa kedua jika suhu pompa > 50°C, level yang akan menyalakan pompa jika level air pada wadah mencapai ketinggian 3 cm, 6 cm, dan 9 cm, maupun *timer* yang mengaktifkan pompa selama 60 detik dan ketika 60 detik sudah berlalu, maka akan mematikan pompa *timer* 1 dan mengaktifkan pompa *timer* 2.

Kata Kunci : pompa air, kontrol sekuensial, model *grafcet*, *Smart pump plant*, PLC.

## Abstract

*Pump is one of the most important needs in the industrial world, especially in the power station industry and water distillation .The needs for pumps in one industry is not only just a few but also requires the right system. In order to work well, the pump should work with conditions sequentially or consecutively. This thesis is focused solely on sequential control to a combination of 8 pumps with three conditions, namely the temperature of the pump, the water level, and time of the pump works and also how to make the working system and controlling the pump on smart pump plant by using PLC and grafcet method so that pump could work better.*

*Design of the sequential controll system design process on the smart pump plant in this study using three state by using grafcet method. From the controlling proces obtained the expected results, where temperatures will turn off the first pump and activates the second pump if the pump temperature > 50 ° C, the level that would turn on the pumps if the water level of the water in the container reaches 3,6, and 9 cm, and also the timer which activates pump for 60 seconds and when 60 seconds has passed, it will turn off the first pump timer and activates the pump timer 2.*

*Keywords: water pumps, sequential control, grafcet models, Smart pump plant, PLC.*

## I. PENDAHULUAN

Manusia umumnya mengenal sumber mata air berasal dari 3 sumber, yaitu sumber dari air permukaan, air tanah, dan air hujan. Air hujan tercipta karena penguapan air laut, air tanah tercipta karena air permukaan yang meresap ke dalam tanah, sedangkan air permukaan tercipta karena tergenangnya air hujan yang jatuh ke daratan.

Air permukaan dan air tanah merupakan sumber air alternatif bagi manusia, karena mudah di dapat dan juga sangatlah ekonomis. Air laut adalah salah satu contoh dari air permukaan yang sering dipergunakan. Air laut sangatlah berpengaruh terhadap perkembangan teknologi, pengaruh teknologi yang di maksud adalah pada sistem kerja pompa air. Pompa air harus bekerja dengan menyesuaikan ketinggian air laut yang terus berubah – ubah. Ketinggian air yang terus berubah yang mengakibatkan kerusakan dan *overheat* pada pompa air. Pengaruh tersebut disebabkan karena penyedotan air laut secara besar-besaran dan terus – menerus yang mengakibatkan pompa air tidak dapat bekerja secara maksimal.

Solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah melakukan pengontrolan sekuensial pada pompa air. Dengan mengatur pompa bekerja secara berurutan dan sesuai dengan spesifikasi pompa itu sendiri. Pengontrolan sekuensial pada pompa air dilakukan dengan menggunakan metode *grafcet*. Metode *grafcet* adalah sebuah bahasa pemrograman berbasis grafik yang merepresentasikan program kontrol berupa langkah-langkah dari mesin atau proses. *Grafcet* ini dijadikan sebagai dasar bahasa pemrograman standar dan mudah dimengerti<sup>[4]</sup>. Diharapkan dengan menggunakan kontrol sekuensial dan metode *grafcet*, performa sistem pompa air akan menjadi lebih baik dan maksimal.

Solusi selanjutnya yaitu digunakannya *Programmable Logic Controller* (PLC), karena PLC adalah sebuah rangkaian elektronik yang dapat mengerjakan berbagai fungsi-fungsi kontrol pada level - level yang kompleks. PLC juga dapat diprogram, dikontrol, dan dioperasikan oleh operator yang tidak berpengalaman dalam mengoperasikan komputer. PLC akan

<sup>1</sup>Purwono Budi Prasetyo adalah mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Malang, Indonesia (No telepon korespondensi penulis 085755252542; email : [purwono.b.p@gmail.com](mailto:purwono.b.p@gmail.com))

<sup>2</sup> Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, M.T. adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Malang, Indonesia

<sup>3</sup> Ir. Moch. Rusli, Dipl.-Ing. adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Malang, Indonesia

mengoperasikan semua hasil sistem yang menghasilkan *output*, haruskah berlogika *on* atau *off* dan dapat juga dioperasikan suatu sistem dengan *output* yang bervariasi, oleh karena itu PLC sangatlah dibutuhkan untuk mengontrol sebuah pompa air agar bekerja lebih baik dan maksimal.

Pada skripsi ini akan dibuat suatu desain alat *smart pump plant* dengan kombinasi 8 pompa dan 3 kondisi *input*. *Smart pump plant* adalah sebuah *plant* berbentuk alat yang mengontrol pompa dengan kondisi *input* yang diharapkan, yaitu pompa air akan mati jika sensor suhu mendeteksi  $>50^{\circ}\text{C}$ , kemudian pompa air akan aktif jika sensor *limit switch* terkena oleh air dengan ketinggian 3, 6, dan 9 cm, yang terakhir adalah pompa akan mati setelah pompa bekerja selama 60 detik. Ketiga kondisi *input* inilah yang menjadikan sebuah alat *smart pump plant*, yang dimana alat ini akan dikontrol dengan pengontrolan sekuensial. Pengontrolan sekuensial digunakan agar menghasilkan *output* yang diharapkan, yaitu pompa air dapat bekerja secara baik dan maksimal.

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

**A. Sensor Temperatur LM35**

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 merupakan komponen elektronika berbentuk *integrated circuit* (IC) dengan 3 pin yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. Sensor suhu LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, sensor suhu LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Sensor temperatur LM35

**B. Pompa Air 24 V DC**

Pompa air ini digunakan sebagai aktuator pada sistem ini. Fungsi dari pompa air ini adalah untuk mengalirkan air ke dalam tangki. Pompa air yang digunakan sebagai aktuator ini memiliki tegangan masukan sebesar 24V DC. Pompa air 24 V DC ditunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Pompa Air 24 V DC

**C. Programmable Logic Control (PLC)**

Secara mendasar PLC adalah suatu peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog. Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal *input* kemudian mengatur keadaan *output* sesuai dengan yang diinginkan<sup>[2]</sup>.

**D. PLC OMRON tipe CP1L-L20DTI-D**

PLC yang digunakan adalah PLC OMRON tipe CP1L-L20DTI-D. PLC tipe CP1L adalah PLC yang umumnya digunakan di laboratorium karena dimensinya yang cukup kecil dengan jumlah port *input/output* tidak terlalu banyak<sup>[1]</sup>. PLC Omron tipe CP1L-LD20TI-D ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. PLC Omron CP1L-L20Dxx

**E. Program CX-ONE**

Program CX-ONE merupakan perangkat lunak yang dikembangkan untuk pemrograman PLC OMRON tipe apapun. Program ini dapat membantu pemrograman menuliskan program PLC atau memelihara suatu program PLC serta untuk melakukan pengecekan proses suatu program PLC. Perangkat keras PLC dihubungkan ke PC oleh kabel ethernet. CX-ONE memiliki fitur simulasi ladder diagram. Dengan demikian, ladder diagram yang sudah dibuat pada program tersebut dapat langsung dicoba tanpa perlu menyambung PLC nyata dengan



PC<sup>[1]</sup>. Program yang dipakai dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Program CX-One.

#### F. Sistem Kontrol Otomasi

Sistem kontrol otomasi adalah suatu sistem pengontrolan dimana variabel manipulator dan variabel kontrol bekerja dengan sistem yang dilakukan oleh sebuah peralatan pengontrol otomatis, baik dari segi pengamatan *input* pengolahan data serta menggerakkan peralatan *output*. Contoh sistem kontrol otomatis yaitu pada sebuah tangki air, dimana *controller* akan otomatis menggerakkan *actuator* ketika ketinggian air menyentuh sensor, sehingga keran pengeluaran terbuka. Kejadian ini terus terjadi secara berulang dan kontinu <sup>[1]</sup>.

#### G. Sistem Kontrol Sekuensial

Kontrol sekuensial (kontrol berurutan) adalah teknik pengontrolan yang digunakan untuk mengatur suatu operasi yang saling terkait, terhubung atau terencana (terjadwal).

Rangkaian kontrol sekuensial dapat dengan mudah dirancang dalam bentuk peralatan yang disebut kontroler sekuensial. Kontroler ini menggunakan komputer khusus yang dirancang untuk kebutuhan kontrol sekuensial dan dapat melaksanakan perintah sekuensial untuk berbagai penggunaan<sup>[3]</sup>.

#### H. Grafcet

*Grafcet* merupakan grafik yang terdiri dari dua simbol, yaitu simbol langkah (*step*) dan simbol transisi (*transition*). Suatu grafik *grafcet* minimal memiliki sebuah langkah dan sebuah transisi. Panah lurus terhubung satu sama lain dari sebuah langkah ke sebuah transisi atau sebuah transisi ke sebuah langkah. *Grafcet* dibuat untuk membantu mempermudah pembacaan pada PLC<sup>[4]</sup>.

#### I. Sensor Limit switch

*Limit switch* umumnya digunakan untuk Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain. Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil. Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu, No (Normally Open) dan kontak NC

(Normally Close) dimana jika salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan.

#### J. Pompa Sentrifugal

Pompa ini digerakkan oleh motor. Daya dari motor diberikan pada poros pompa untuk memutar impler yang dipasang pada poros tersebut. Akibat dari putaran impler yang menimbulkan gaya sentrifugal, maka zat cair akan mengalir dari tengah impler keluar lewat saluran di antara sudu - sudu dan meninggalkan impler dengan kecepatan yang tinggi.

Sekarang ini pemakaian pompa sentrifugal sangat banyak digunakan dan telah berkembang sedemikian maju sehingga banyak menggantikan pemakaian pompa – pompa lain. Keuntungan pompa sentrifugal dibandingkan jenis pompa lain.

#### K. Relay

Karena keluaran dari sensor *level* pada taraftegangan 0 – 5 volt ( logika *high* ) sedangkan untuk PLC sendiri membutuhkan tegangan untuk masukan minimal 12 volt, maka dibutuhkan relay untuk mengaktifkan atau memberikan sinyal ke PLC untuk memberikan logika high maupun low, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Relay 5 volt

### III. METODE PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan pembuatan sistem otomatisasi pada motor pompa yang dikemas menjadi sebuah alat *Smart Pump Plan* dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* yang bertujuan agar dapat menampilkan sistem kerja alat sesuai dengan yang direncanakan.

Langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat terdiri atas perancangan kerja, *input/output*, perancangan diagram state, perancangan *grafcet*, perancangan ladder diagram, perancangan perangkat keras, pengujian alat, dan pengambilan kesimpulan.

#### A. Perancangan Kerja

*Smart pump plant* terdiri dari wadah plastik berbentuk persegi panjang, motor pompa DC 24v, sensor suhu, dan sensor *limit switch*. Untuk mengaktifkan alat secara keseluruhan, maka diperlukannya *input on-off* yang akan mengaktifkan dan mematikan keseluruhan sistem. Jika ingin mengaktifkan keseluruhan sistem, maka sakelar *on-off* haruslah berlogika 1 dan apabila saklar *on-off* berlogika 0 maka sistem keseluruhan akan mati.

Pertama - tama ketika alat aktif, maka motor pompa akan aktif. Lampu indikator akan menyala

untuk memastikan pompa menyala. M1 akan menyala dan akan berhenti ketika suhu pompa mencapai  $>50^{\circ}\text{C}$ . Kemudian ketika M1 berhenti menyala, maka akan mengaktifkan M2. Seperti kondisi sebelumnya ketika suhu pada motor pompa mencapai  $>50^{\circ}\text{C}$ , maka pompa akan berhenti menyala. Kemudian ketika M2 berhenti menyala, maka akan mengaktifkan M3. M3 akan berhenti menyala jika suhu pada motor pompa mencapai  $>50^{\circ}\text{C}$  dan kemudian akan kembali mengaktifkan M1 ketika M3 berhenti menyala. Keadaan ini terus berulang sesuai teori kontrol sekuensial ( bergantian ). S1,S2,dan S3 yang tadinya berlogika 1 jika suhu  $>50^{\circ}\text{C}$  dan akan kembali berlogika 0 jika suhu  $<50^{\circ}\text{C}$ .

M4 akan menyala jika LS1 aktif, LS1 akan aktif atau berlogika 1 jika air naik melewati sensor  $\geq 3\text{cm}$  dari dasar wadah dan menggabungkan  $V_{cc}$  dengan  $V_{cc}$  pada sensor. LS1 akan mati jika ketinggian air  $< 3\text{cm}$ . Jika LS1 mati maka M4 akan berhenti menyala. M5 akan menyala jika LS2 aktif. LS2 aktif atau berlogika 1 jika air naik melewati sensor  $\geq 6\text{cm}$  dari dasar wadah dan menggabungkan  $V_{cc}$  dengan  $V_{cc}$  pada sensor. LS2 akan mati jika ketinggian air  $< 6\text{cm}$ . Jika LS2 mati maka M5 akan berhenti menyala. M6 akan menyala jika LS3 aktif. LS3 aktif atau berlogika 1 jika air naik melewati sensor  $\geq 9\text{cm}$  dari dasar wadah dan menggabungkan  $V_{cc}$  dengan  $V_{cc}$  pada sensor. LS3 akan mati jika ketinggian air  $< 9\text{cm}$ . Jika LS3 mati maka M6 akan berhenti menyala. Siklus ini juga terus berkelanjutan seperti teori sistem kontrol sekuensial

Kemudian selain LS dan S, yang terakhir adalah T. *Timer* digunakan untuk menentukan lamanya waktu menyala pada motor pompa. Setelah alat aktif, maka akan mengaktifkan M7, kemudian *timer* menghitung selama 60 detik dan kemudian memberhentikan M7. Kemudian ketika M7 berhenti menyala, maka akan mengaktifkan M8, sama halnya seperti logika sebelumnya *timer* menghitung selama 60 detik dan akan memberhentikan M8 dan setelah *timer* aktif selama 60 detik, M7 akan aktif kembali. Jika M8 berhenti menyala, maka akan mengaktifkan M7. Terus menerus berulang hingga alat di berhentikan (S0 berlogika 0).

**B. Tabel Alamat Input dan Output**

Setelah didapatkan deskripsi operasi otomatisasi yang diinginkan, maka seanjutnya adalah mendata langkah, transisi, dan intruksi pendukung, serta memberi nama dan simbol secara jelas. Dalam pembuatan bagan *grafcet* dibutuhkan data *input* dan data *output* dari PLC, yang data tersebut akan membantu mempermudah pembuatan dari bagan *grafcet*. Alamat *output* pada PLC dapat dilihat dalam Tabel 1.

No.	Alamat	Keterangan	Simbol
1	Q 100.00	Motor Pompa Suhu 1	M1
2	Q 101.00	Motor Pompa Suhu 2	M2
3	Q 102.00	Motor Pompa Suhu 3	M3
4	Q 103.00	Motor Pompa <i>Limit switch</i> 1	M4
5	Q 104.00	Motor Pompa <i>Limit switch</i> 2	M5
6	Q 105.00	Motor Pompa <i>Limit switch</i> 3	M6
7	Q 106.00	Motor Pompa <i>Timer</i> 1	M7
8	Q 107.00	Motor Pompa <i>Timer</i> 2	M8
9	Q 110.00	Lampu Indikator 1	LI1
10	Q 111.00	Lampu Indikator 2	LI2
11	Q 112.00	Lampu Indikator 3	LI3
12	Q 113.00	Lampu Indikator 4	LI4
13	Q 114.00	Lampu Indikator 5	LI5
14	Q 115.00	Lampu Indikator 6	LI6
15	Q 116.00	Lampu Indikator 7	LI7
16	Q 117.00	Lampu Indikator 8	LI8

**Tabel 1.** Alamat *Output* Perangkat Lunak *Grafcet*

Sedangkan data *input* yang dibutuhkan untuk mempermudah dalam pembuatan bagan *grafcet* adalah data dari alamat *input* pada PLC yang dapat dilihat dalam Tabel 2.

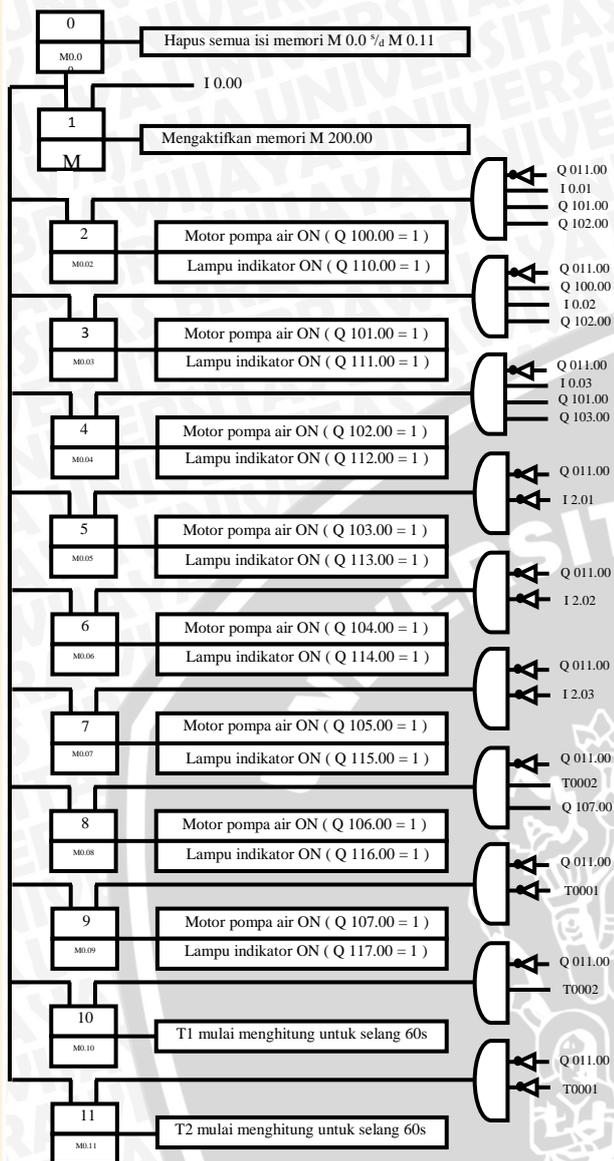
No.	Alamat	Keterangan	Simbol
1	I 0.00	Saklat On Off	ON
2	I 0.01	Sensor Suhu 1	S1
3	I 0.02	Sensor Suhu 2	S2
4	I 0.03	Sensor Suhu 3	S3
5	I 2.01	Sensor <i>Limit switch</i> 1	LS1
6	I 2.02	Sensor <i>Limit switch</i> 1	LS2
7	I 2.03	Sensor <i>Limit switch</i> 1	LS3
8	T0001	Sensor <i>Timer</i> 1	T1
9	T0002	Sensor <i>Timer</i> 2	T2

**Tabel 2.** Alamat *Input* Perangkat Lunak *Grafcet*.

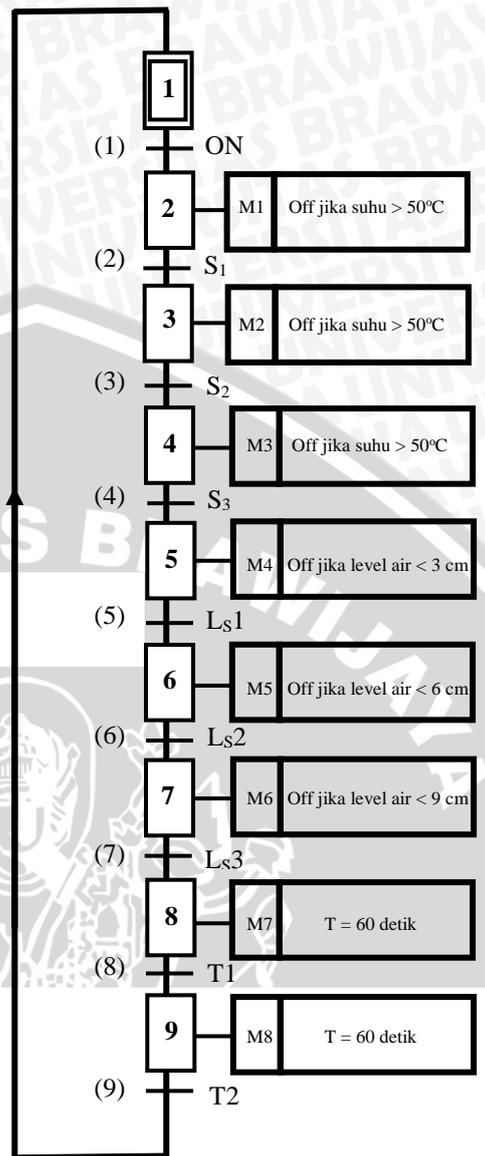
**C. Perancangan Diagram State**

Diagram state alat dibuat untuk mempermudah dalam membuat langkah kerja dan mempermudah memahami cara kerja alat, seperti dalam Gambar 6.





Gambar 6. Perancangan diagram state



Gambar 7. Perancangan model *grafcet*

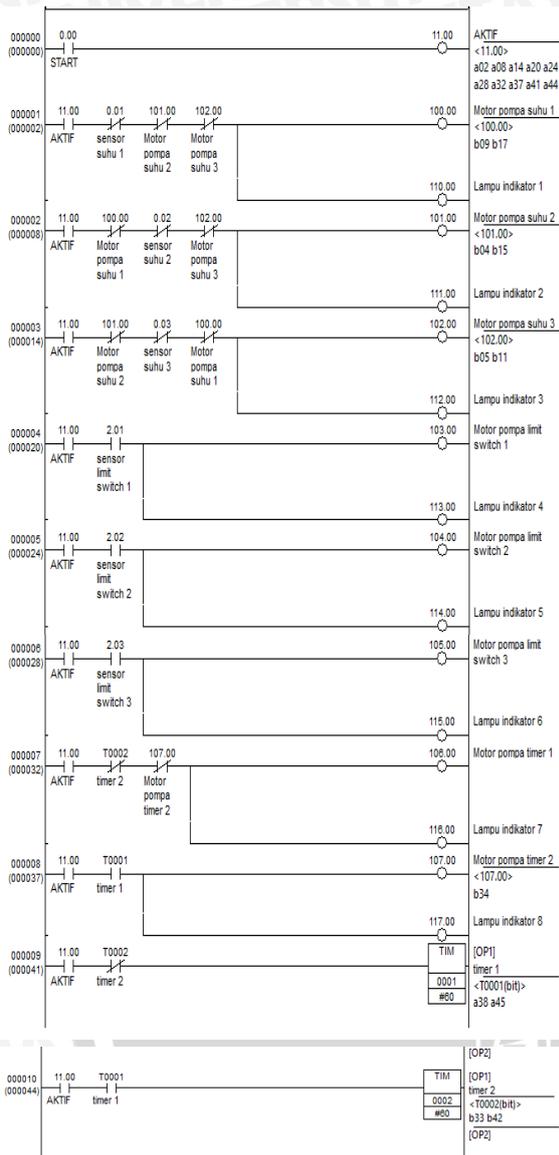
**D. Perancangan Metode *Grafcet***

Model *grafcet* dibuat untuk mempermudah dalam perancangan ladder diagram PLC dan mempermudah memahami cara kerja alat, seperti dalam Gambar 7.

**E. Perancangan Ladder Diagram**

Ladder diagram dibuat untuk memasukkan logika kedalam PLC, seperti dalam Gambar 8.





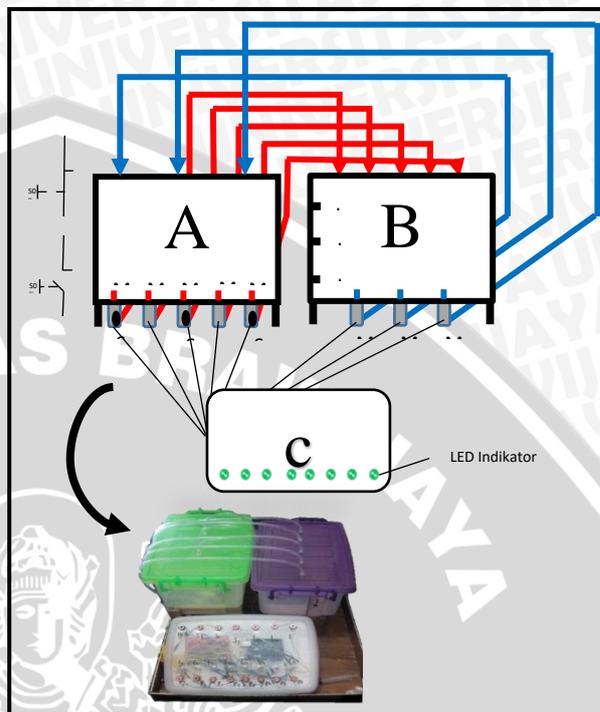
Gambar 8. Perancangan Ladder diagram

**F. Perancangan Perangkat Keras**

Untuk merealisasikan alat atau sistem yang telah dirancang sebelumnya, maka perlu diperhatikan beberapa tahapan dalam pembuatan alat tersebut, diantaranya yaitu perancangan alat. Perancangan alat dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya. Perancangan sistem yang dilakukan meliputi penjelasan mengenai alat miniatur *smart pump plant*.

*Smart pump plant* adalah alat yang dibuat dari bahan plastik bening. Bahan tersebut berukuran 17 cm x 23 cm dengan tinggi 18 cm. Pada alat tersebut terdapat 8 pompa yang berfungsi sebagai penyedot air, agar air dapat berpindah dari satu wadah ke wadah lainnya. Dari 8 pompa terdapat 3 kondisi *input* yaitu kondisi pertama 3 pompa dipicu oleh *output* sensor suhu LM35, kondisi kedua yaitu 3 pompa dipicu oleh *output* sensor level yang

apabila ketinggian air mencapai ketinggian yang diinginkan akan mencatu  $V_{cc}$  dengan  $V_{cc}$  yang telah di pasang sesuai ketinggian level air yang diinginkan, dan kondisi terakhir yaitu 2 pompa dipicu oleh *timer* selama 60 detik. Seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 9.

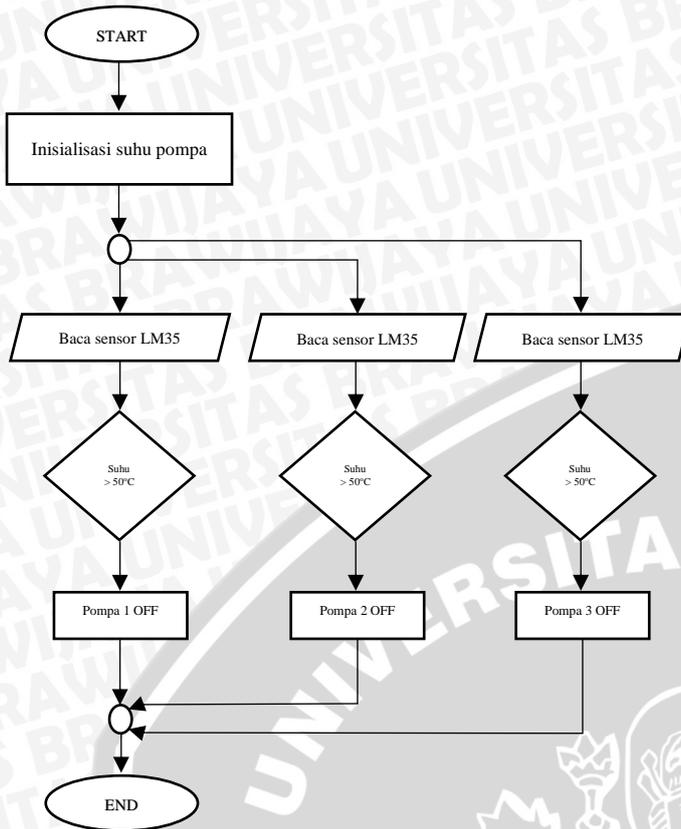


Gambar 9. *Smart pump plant*

**G. Diagram Alir**

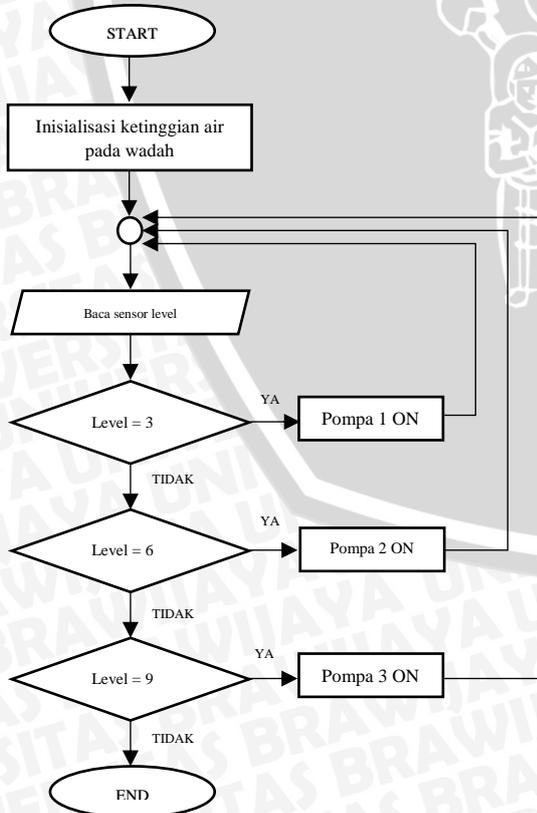
Setelah semua komponen pada alat sudah terhubung sesuai dengan alur *diagram state*, maupun sistem yang telah dirancang dan perangkat lunak untuk mendukung sistem telah dibuat. Maka dari itu dibuatlah suatu diagram alir program yang merupakan gambaran alur proses program yang dilaksanakan oleh kontroler pada saat implementasi, dengan kontroler yang digunakan adalah PLC. Pada diagram alir penelitian ini akan dibagi tiga yaitu, pertama diagram alir sensor LM35. Berikut ini adalah diagram alir sensor LM35 yang ditampilkan dalam Gambar 10.





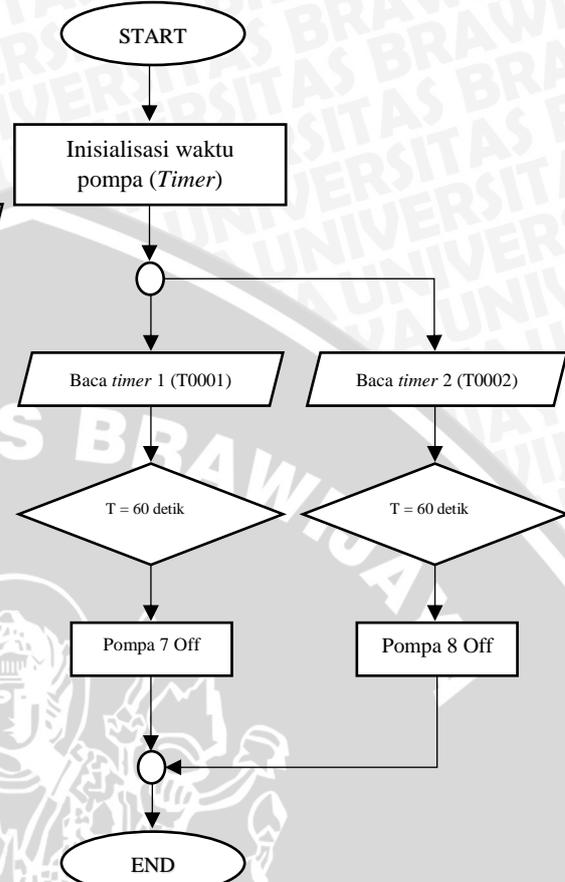
Gambar 10 Diagram alir sensor suhu

Kedua yaitu diagram alir sensor *limit switch*. Berikut ini adalah diagram alir sensor *limit switch* yang ditampilkan dalam Gambar 11.



Gambar 11 Diagram alir sensor level

Ketiga yaitu diagram alir *timer*. Berikut ini adalah diagram alir sensor *timer* yang ditampilkan dalam Gambar 12.



Gambar 12 Diagram alir timer

#### H. Pengambilan kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian sistem secara keseluruhan. Jika hasil yang didapat telah sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, maka sistem kontrol sekuensial tersebut telah berhasil dan memenuhi harapan.

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

##### A. Pengujian Alat Menggunakan Perangkat Lunak Berdasarkan Ladder Diagram yang dibuat dari Model *Grafcet*.

Pengujian perangkat lunak ini bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang dibuat telah dapat bekerja sesuai dengan metode *grafcet* yang telah direncanakan. Setelah semua langkah dan proses dilakukan, maka akan didapatkan sebuah hasil data bahwa alat bekerja dengan sesuai rencana atau tidak sesuai rencana. Didapatkan hasil sesuai data *ladder diagram* adalah sama seperti apa yang dihasilkan pada alat, seperti yang ditampilkan dalam Gambar 13.





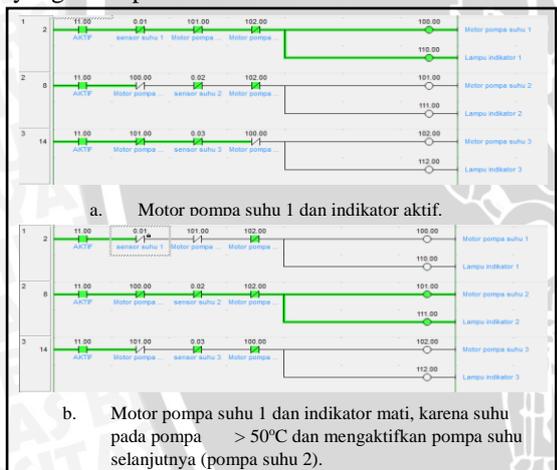
**Gambar 13** Sakelar pada tampilan CX – Programmer

Berikut ini adalah hasil dari pengujian yang dilakukan pada *smart pump plant* yang terhubung langsung dengan komputer, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 3.

No.	Input PLC	Output PLC
1	000.00 ( Tombol tekan <i>start</i> = 1 )	011.00 <i>ON</i> ( Alat aktif )
2	000.00 ( Tombol tekan <i>start</i> = 0 )	011.00 <i>OFF</i> ( Alat tidak aktif )

**Tabel 3** Hasil Pengujian Saklar Pada *Smart pump plant* Dengan Metode *Grafacet*.

Setelah sakelar diaktifkan maka pompa dan indikator akan aktif, tetapi jika suhu pompa > 50°C maka pompa dan lampu indikator akan mati, seperti yang ditampilkan dalam Gambar 14.



**Gambar 14** Logika suhu pada tampilan CX Programmer.

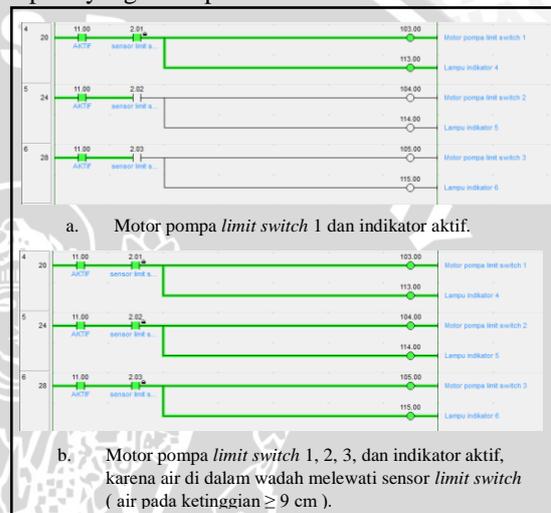
Berikut ini adalah hasil dari pengujian yang dilakukan pada *smart pump plant* yang terhubung langsung dengan komputer, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.

No.	Input PLC	Output PLC
1	000.00 ( Tombol tekan <i>start</i> = 1 )	011.00 <i>ON</i> ( Alat aktif )
2	011.00 <i>ON</i> ( berlogika 1 )	100.00 dan 110.00 <i>ON</i> ( Pompa dan Led Aktif ).
3	000.01 <i>ON</i> ( berlogika 1 )	100.00 dan 110.00 <i>OFF</i>
4	100.00 <i>ON</i> ( berlogika 0 )	101.00 dan 111.00 <i>ON</i> ( Pompa dan Led Aktif ).

5	000.02 <i>ON</i> ( berlogika 1 )	101.00 dan 111.00 <i>OFF</i>
6	101.00 <i>ON</i> ( berlogika 0 )	102.00 dan 112.00 <i>ON</i> ( Pompa dan Led Aktif ).
7	000.03 <i>ON</i> ( berlogika 1 )	102.00 dan 112.00 <i>OFF</i>
8	102.00 <i>ON</i> ( berlogika 0 )	100.00 dan 110.00 <i>ON</i> ( Pompa dan Led Aktif ).

**Tabel 4** Hasil Pengujian Sensor Suhu Pada *Smart pump plant* Dengan Metode *Grafcet*.

Setelah sakelar diaktifkan, maka alat akan aktif. Jika air dalam wadah melewati sensor *limit switch* maka pompa dan lampu indikator akan aktif seperti yang ditampilkan dalam Gambar 15.



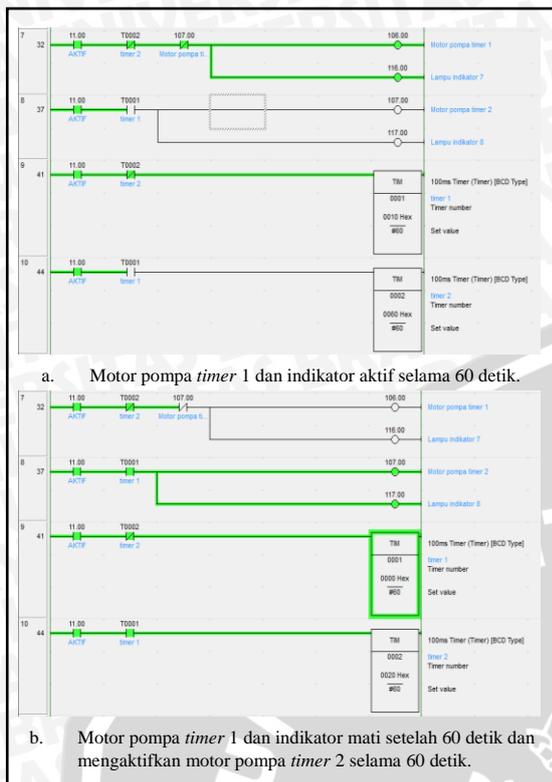
**Gambar 15** Logika *limit switch* pada tampilan CX – Programmer

Berikut ini adalah hasil dari pengujian yang dilakukan pada *smart pump plant* yang terhubung langsung dengan komputer, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 5.

No.	Input PLC	Output PLC
1	000.00 ( Tombol tekan <i>start</i> = 1 )	011.00 <i>ON</i> ( Alat aktif )
2	002.01 <i>ON</i> ( berlogika 1 )	103.00 <i>ON</i> ( Pompa aktif )
3	002.02 <i>ON</i> ( berlogika 1 )	104.00 <i>ON</i> ( Pompa aktif )
4	002.03 <i>ON</i> ( berlogika 1 )	105.00 <i>ON</i> ( Pompa aktif )

**Tabel 5** Hasil Pengujian Sensor Level Air Pada *Smart pump plant* Dengan Metode *Grafcet*.

Setelah sakelar diaktifkan, maka akan mengaktifkan pompa *timer* 1 dan indikator aktif, kemudian akan mati setelah 60 detik dan mengaktifkan pompa *timer* 2 selama 60 detik seperti yang ditampilkan dalam Gambar 16.



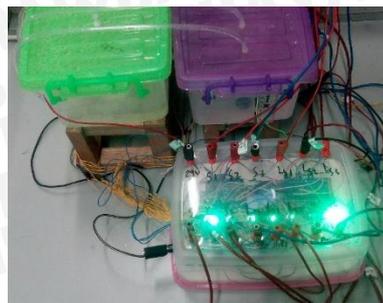
**Gambar 16** Logika timer pada tampilan CX – Programmer

Berikut ini adalah hasil dari pengujian yang dilakukan pada *smart pump plant* yang terhubung langsung dengan komputer, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 6.

No.	Input PLC	Output PLC
1	000.00 ( Tombol tekan start = 1 )	011.00 ON( Alat aktif)
2	011.00 ON ( berlogika 1 )	106.00 ON, 116.00 ON, dan TIM 1 ON ( 60 detik )
3	T0001 ( berlogika 1 ) → setelah 60 detik	107.00 ON, 117.00 ON, 106.00 OFF, 116.00 OFF, dan TIM 2 ON ( 60 detik )
4	T0002 ( berlogika 1 ) → setelah 60 detik	106.00 ON, 116.00 ON, 107.00 OFF, 117.00 OFF, dan TIM 1 ON ( 60 detik )

**Tabel 6** Hasil Pengujian Timer Pada *Smart pump plant* Dengan metode *grafcet*.

Metode *grafcet* yang dihasilkan mempunyai bentuk yang sederhana dan mudah dimengerti. *Grafcet* menghasilkan sistem yang berurutan ( *sequence* ), sehingga pengoprasian sistem harus sesuai urutan, jika sistem dioprasikan secara tidak berurutan maka sistem tidak mengalami perubahan keadaan dan sensor tidak bekerja sesuai yang diharapkan. Seperti yang ditampilkan dalam Gambar 17.



**Gambar 17** *Smart pump plant* bekerja dengan baik.

Sistem pompa air telah bekerja sesuai dengan yang direncanakan, seperti yang tergambar jelas dalam metode *grafcet* yang di aplikasikan pada ladder diagram.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Dari perancangan, pembuatan dan pengujian sistem otomasi pada alat *smart pump plant* dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* ( PLC ) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan menggunakan model *grafcet* sangatlah membantu dalam memudahkan pembacaan sistem PLC, karena *grafcet* memiliki bentuk yang sederhana dan mudah dimengerti. Karena *grafcet* menghasilkan sistem yang berurutan, maka model *grafcet* sangat dibutuhkan dalam menghasilkan hasil yang maksimal.
2. Model *grafcet* dan kontrol sekuensial telah membuat alat *smart pump plant* sesuai dengan yang diharapkan yaitu suhu akan mematikan pompa jika suhu > 50°C, level yang akan menyalakan pompa jika sensor *limit switch* terkena air dengan tinggi 3,6,dan 9 cm , dan *timer* yang akan menyalakan pompa selama 60 detik.

### B. SARAN

Karena dalam pembuatan sistem ini masih dirasa jauh dari kesempurnaan yaitu tidak dapat di kontrol dan di monitoring secara langsung, maka sangat dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan dan penyempurnaan. pengembangan dan penyempurnaan yang dimaksudkan yaitu, pengembangan alat *smart pump plant* menggunakan Human Machine Interface ( HMI ). Karena dengan HMI dapat memonitoring kinerja pompa agar lebih maksimal.**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Wicaksono, H. 2009. *Teori, Pemograman dan aplikasi dalam otomasi sistem*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [2] Haase, K. 2010. *Programmable Logic Controls PLC III*. German : Leybold Didactic GMBH.
- [3] James, M. 2012. *Grafcet: A Powerful Tool for Specification of Logic Controllers, IEEE, Vol. 3 No. 3*. New York : USA.
- [4] Rusli, M. 2012. *Pengantar Analisis dan Desain PLC*. Malang : UBPress.