

## **APLIKASI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) UNTUK AUTOMATIC TRANSFER SWITCH PADA GENSET**

**Hariyadi**  
**Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Umsb**

### **ABSTRAK**

Aplikasi mesin genset ini digunakan secara meluas terutama untuk industry besar, menengah dan kecil dengan fungsinya : pembangkit utama dan pembangkit cadangan yang lazim disebut emergency genset. Disebut pembangkit utama dikarenakan genset tersebut beroperasi secara kontinyu untuk supply listrik beban-bebannya. Pembangkit listrik jenis ini disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel atau PLTD. PLTD yang dioperasikan oleh PT.PLN biasanya diletakkan pada daerah dengan luasan lokasi tertentu dengan jumlah penduduk daerah tertentu pula dan tidak bisa terjangkau dari jaringan/saluran udara tegangan tinggi seperti pada pulau, pulau atau kota/kecamatan desa. Sebagai pembangkit utama, PLTD ini beroperasi 24 jam sehari untuk memberikan supply listrik pada beban listrik daerah tertentu tersebut.

Berbeda dengan pembangkit utama, mesin genset sebagai pembangkit cadangan atau emergency genset akan beroperasi jikalau pembangkit utama dari supply PT.PLN mengalami pemadaman. Emergency genset beroperasi dengan system otomatis baik pada saat start, ON dan OFF pada CB serta saat stopping menggunakan Automatic Transfer Switch (ATS). Jadi system ATS akan mengoperasikan emergency genset di saat supply listrik dari PT.PLN mengalami padam maupun tidak padam.

Sistem ATS harus aman, artinya pada saat beroperasi sumber listrik dari genset maupun dari PT.PLN tidak boleh “bertabrakan”, tetapi bekerja secara bergantian dan saling mengunci (interlock). Biasanya perangkat untuk mengatur pada ATS ada yang berupa sebuah modul dari pabrik, atau system konvensional menggunakan timer dan auxiliary relay dan kontaktor kontaktor tertentu, atau menggunakan Programmable Logic Controller.

System ATS yang ada di lapangan mayoritas menggunakan system konvensional dengan alasan bahwasanya penggunaan komponen ATS sangat dipengaruhi oleh kapasitas, tipe dan jenis emergency genset. Sistem ini sudah baku dan kaku dan untuk perubahan system operational diperlukan perubahan pengawatannya terutama untuk system input dan outputnya. Untuk membuat system tersebut tidak kaku dan fleksibel dengan kebutuhan, makadigunakannya PLC dimana system wiringnya bisa di-program di modul PLC tersebut. Pemrogramannya bisa menggunakan bahasa Ladder ataupun bahasa FBD (Function Block Diagram). Untuk penulisan ini digunakan bahasa Ladder.

Kata Kunci : PLC, ATS, emergency genset, beban listrik.

### **PENDAHULUAN**

Dalam bidang industri penggunaan mesin otomatis dan pemrosesan secara otomatis merupakan hal yang umum. Sistem pengontrolan dengan elektromekanik yang menggunakan relay-relay mempunyai banyak kelemahan, diantaranya kontak-kontak yang dipakai mudah aus karena panas / terbakar atau karena hubung singkat, membutuhkan biaya yang besar saat instalasi, pemeliharaan dan modifikasi dari sistem yang telah dibuat jika dikemudian hari diperlukan modifikasi. Hal ini dapat diatasi dengan PLC, karena sistem PLC mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem kendali terpadu dan dengan mudah merenovasi tanpa harus mengganti semua instrumen yang ada serta bisa di-setting di dalam program PLC itu sendiri.

Salah satu aplikasi PLC adalah untuk system control automatic Starting & Stopping Genset Back Up). Hal ini akan dapat dilaksanakan bangunan kecil/menengah/besar (hotel, mall, gedung perkantoran, bandara dll) mempunyai jaringan PLN dan memerlukan stand by power electric atau genset back up. Dengan memanfaatkan teknologi PLC bangunan tersebut

tetap mendapatkan supply listrik walaupun listrik PLN mati. PLC juga mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu system kendali terpadu dan dengan mudah merenovasi tanpa harus mengganti semua instrumen yang ada serta bisa disetting di dalam program PLC itu sendiri (Hariyadi, 2016)

Genset singkatan dari Generating Set adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang digerakkan oleh mesin diesel yaitu mesin yang berbahan bakar minyak solar. Disebut dengan mesin diesel karena penemu system pembakarannya oleh ilmuwan Jerman, tuan Diesel. Sistem pembakaran mesin diesel ini tidak menggunakan pengapian listrik DC seperti pada mesin bensin, tetapi menggunakan system pengkabutan bahan bakar solar pada tekanan tinggi.

Tujuan penulisan ini meliputi hal-hal inovatif yang bisa diaplikasikan di lapangan dengan target antara lain adalah :

- a. Mengetahui system starting dan stopping genset
- b. Mendapatkan logic diagram starting dan stopping genset
- c. Bisa dikembangkan modelnya ke seluruh system lainnya yang lainnya
- d. mengetahui keunggulan PLC

Dengan menggunakan PLC hal-hal ini dapat diatasi, karena sistem PLC mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem kendali terpadu dan dengan mudah merenovasi tanpa harus mengganti semua instrumen yang ada.

Konsep dari PLC sesuai dengan namanya adalah sebagai berikut :

- Programmable : Menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
- Logic : Menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmetik (ALU), yaitu melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi dan negasi.
- Controller : Menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

Fungsi dan kegunaan dari PLC dapat dikatakan hampir tidak terbatas. Tapi dalam prakteknya dapat dibagi secara umum dan khusus. Secara umum fungsi dari PLC adalah sebagai berikut :

1. Kontrol Sekuensial

PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC menjaga agar semua step / langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

2. Monitoring Plant

PLC secara terus menerus memonitor suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut ke operator.

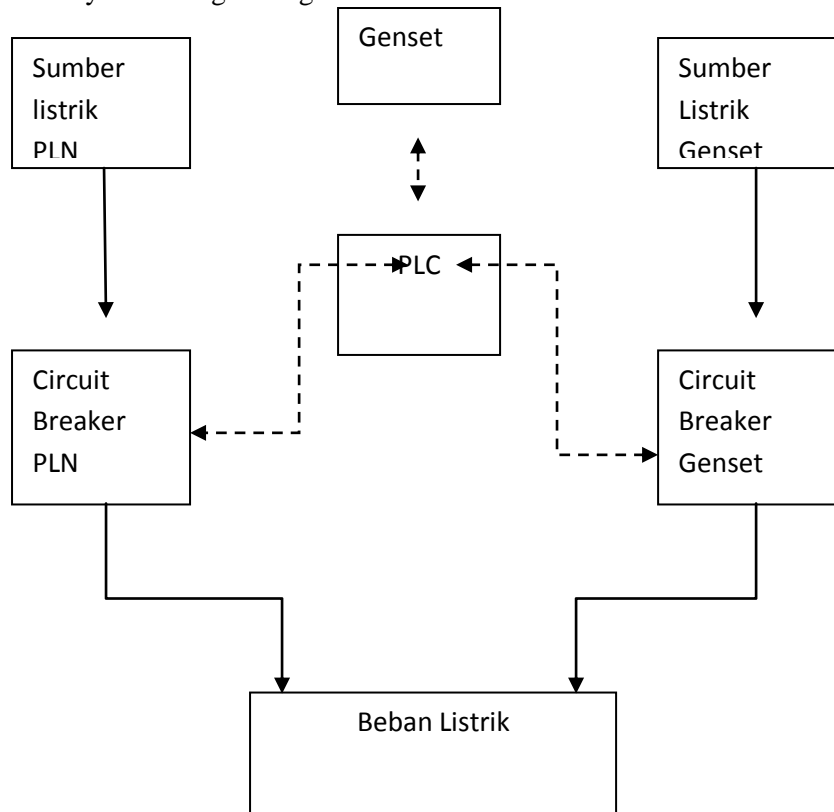
Terdapat banyak pilihan bahasa untuk membuat program dalam PLC. Masing-masing bahasa mempunyai keuntungan dan kerugian tergantung dari sudut pandang kita sebagai user / pemogram. Pada umumnya terdapat 2 bahasa pemograman sederhana dari PLC , yaitu pemograman diagram ladder dan bahasa *instruction list. (mnemonic code)* atau ada juga yang menamakan FBD (Function Block Diagram). .Diagram Ladder adalah bahasa yang dimiliki oleh setiap PLC.

## METODA PENELITIAN

Membuat aplikasi PLC untuk genset perlu hal-hal yang mendukung pelaksanaan dalam penelitian . Berhubung setiap genset mempunyai teknologi yang berbeda dari system starting dan stoppingnya maka penggunaan system genset yang konvensional bisa mewakili genset lain yang mempunyai teknologi yang lebih maju. Untuk genset yang konvensional

menggunakan governing tipe Bosch pump, sedang yang modern menggunakan governing system elektronikal. Begitu juga untuk pemilihan PLC, setiap produk dari pabrikan mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dalam system alur pemakaiannya. Di pasaran banyak beredar merk dan jenis PLC baik itu dari pabrikan Amerika, Eropa, Jepang dan China dan di dalamnya sudah terprogram untuk aplikasi disesuaikan dengan kebutuhannya. Dari banyak PLC yang ada di pasaran tersebut, ada produk yang sangat mudah untuk dipahami dan diaplikasikan untuk system ATS genset.

Secara garis besar letak posisi PLC dalam Automatic Transfer Switch di panel distribusi listrik system tenaga sebagai berikut



Gambar 1. Rangkaian PLC di ATS

Garis utuh dari sumber listrik ke Circuit Breaker merupakan system diagram satu garis (one line diagram), sedang garis putus-putus merupakan system kontrol. Diagram Ladder menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam diagram ladder terdapat dua buah garis vertical dimana garis vertical sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan negatif catu daya.

Program ladder ditulis menggunakan bentuk *pictorial* atau simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kontrol relay. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti *normally open contact*, *normally closed contact*, *timer*, *counter*, *sequencer* dll ditampilkan seperti dalam bentuk *pictorial*.

Dibawah kondisi yang benar, listrik dapat mengalir dari rel sebelah kiri ke rel sebelah kanan, jalur rel seperti ini disebut sebagai *ladder line* (garis tangga). Peraturan secara umum di dalam menggambarkan program ladder diagram adalah :

- Daya mengalir dari rel kiri ke rel kanan
- *Output* koil tidak boleh dihubungkan secara langsung di rel sebelah kiri.
- Tidak ada kontak yang diletakkan disebelah kanan *output coil*
- Hanya diperbolehkan satu *output* koil pada *ladder line*.
- Ladder diagram tersusun dari dua garis vertical yang mewakili rel daya

- Diantara garis vertikal tersebut disusun garis horizontal yang disebut *rung* (anak tangga) yang berfungsi untuk menempatkan komponen kontrol sistem.

Tahap awal untuk pemrograman PLC harus dibuatkan terlebih dahulu system inpur dan outputnya dengan kode masing-masing pabrik berbeda namun tetap sama artinya. Salah satu kode input- dan outputnya seperti pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Daftar Input PLC

Alamat	Keterangan
I1	Input diskrit
I2	Input diskrit
I3 dst	Input diskrit
IA	Input analog
IB	Input analog
IC dst	Input analog

Tabel 2. Daftar Output PLC

Alamat	Keterangan
Q1	Output diskrit
Q2	Output diskrit
Q3	Output diskrit
Q4 dst	Output diskrit
QA	Output analog
QB	Output analog
QC	Output analog
QD dst	Output analog

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui benar-tidaknya sebuah rancangan harus dilakukan pengujian rancangan tersebut dalam skala kecil atau dalam bentuk simulasi. Adapun komponen utama kontroller menjadi fokus utama untuk pengendalian. Komponen untuk simulasi adalah :

1. PLC
2. Power Supply : 24 volt
3. Mini PCB simulasi
4. Saklar untuk simulasi input I
5. Push button Pengganti remote control
6. Multi tester
7. Lampu indikator

Sebelum dilakukan pengujian harus dilakukan pekerjaan memasukkan diagram ladder ke dalam Central Control unit PLC. Cara untuk memasukkan program ada 2, yaitu :

1. Transfer program dari PC / lap top ke PLC
2. Mengetik langsung di PLC

Apabila digunakan transfer program dari lap top ke PLC, langkah selanjutnya adalah :

1. Monitoring
2. RUN module (untuk memulai simulai)
3. Stop module (untuk menghenrikan simulasi)

Simulasi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Memasukkan input dari PCB dan dapat dimonitor di lap top atau

2. Sistem opening dan closing dari lap top.

Dengan dilakukan simulasi akan diperoleh gambaran yang sebenarnya.

Input dari PLC terdiri dari dua symbol yaitu untuk I (huruf capital) menandakan Normally Open, sedang i (huruf kecil) menandakan normally closed.

Tabel. 3. Parameter Input

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
I1		Normally open	Input diskrit	Power PLN ON
I2		Normally open	Input diskrit	Power genset ON
I3		Normally open	Input diskrit	Push button alarm genset

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
i1		Normally closed	Input diskrit	Power PLN OFF
i2		Normally closed	Input diskrit	Power genset OFF
i3		Normally closed	Input diskrit	Push button alarm genset

Output dari PLC terdiri dari dua symbol yaitu untuk Q (huruf capital) menandakan Normally Open, sedang q (huruf kecil) menandakan normally closed.

Tabel 4. Parameter Output

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
Q1		Relay	Output diskrit	genset starting
Q2		Relay	Output diskrit	Alarm genset gagal start
Q3		Relay	Output diskrit	Stopping genset
Q4		Relay	Output diskrit	CB genset ON

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
q1		Relay	NC relay output	genset starting
q2		Relay	NC relay output	Alarm genset gagal start
q3		Relay	NC relay output	Stopping genset
q4		Relay	NC relay output	CB genset OFF

Parameter lain yang digunakan dilakukan pengaturan di dalam PLC yang terdiri dari :

- a. Auxiliary relay ( relay bantu ) dengan symbol M
- b. Pewaktu dengan symbol T

Auxiliary relay dari PLC terdiri dari dua symbol yaitu untuk M (huruf capital) menandakan Normally Open, sedang m (huruf kecil) menandakan normally closed dan pada parameter pewaktu (timer) mempunyai symbol T (normally Open) dan t (normally closed), sedang symbol R berarti Reset.

Tabel 5. Parameter Auxiliary relay

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
M1		Aux Relay	Proses diskrit	Genset gagal start

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
m1		Normally closed	NC Aux Relay	Genset gagal start

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
RM1		Aux Relay	Reset M1	Reset m1

b. Timer (Pewaktu)

Adalah pengaturan system waktu yang bertindak seperti auxiliary relay dengan ragamnya ada 11 macam dan setelan waktunya bisa ditentukan dalam satuan deti, menit, jam dan hari. Yang digunakan dalam thesis ini yaitu timer jenis fungsi A dan fungsi B.

Tabel 6. Parameter Pewaktu

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan	Setelan Waktu
TT1		Timer	A, control held down	Waktu tunda PLN OFF ke starting genset	2 detik
TT2		Timer	A, control held down	Power genset ON ke CB genset ON	1 detik
TT3		Timer	B, pulse one shot	PLN ON ke stopping genset	60 detik

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
T1		Normally open	NO timer	
T2		Normally open	NO timer	
T3		Normally open	NO timer	

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
t1		Normally closed	NC timer	
t2		Normally closed	NC timer	
t3		Normally closed	NC timer	

Nama	Simbol	Posisi	Fungsi	Keterangan
RT1		Aux relay	Reset T1	TT1 bisa start lagi
RT2		Aux relay	Reset T2	TT2 bisa start lagi
RT3		Aux relay	Reset T3	TT3 bisa start lagi

Dari system input dan outputnya dapat dihasilkan simulasi sebagai berikut :

Tabel 7. Simulasi PLN ON ke OFF, genset sukses start

No	I1	I2	I3	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	PLN ON, genset OFF
02	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	PLN OFF, genset starting
03	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Sukses start, power genset ON
04	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	Power genset ON, CB genset ON

Tabel 8 Simulasi PLN ON ke OFF, genset gagal start

No	I1	I2	I3	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	PLN ON, genset OFF
02	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	PLN OFF, genset starting
03	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	Gagal start, alarm ON
04	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	Reset alarm

Tabel 9. Simulasi Genset ON PLN OFF ke ON

No	I1	I2	I3	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	Power genset ON, CB genset ON
02	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	PLN ON, CB genset OFF
03	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	90 detik kemudian genset stopping
04	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Genset OFF

Tabel 9. Simulasi Genset ON PLN OFF ke ON, kurang 90 detik PLN OFF

No	I1	I2	I3	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	Power genset ON, CB genset ON
02	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	PLN ON, CB genset OFF

03	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	<90 detik kemudian PLN OFF
04	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	PLN OFF, CB genset ON

Tabel 10. Simulasi PLN ON ke OFF, genset start, PLN ON lagi

No	I1	I2	I3	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	PLN ON, genset OFF
02	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	PLN OFF, genset starting
03	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	PLN ON lagi
04	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Genset berhenti starting

### Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian diatas diperoleh analisis sbb :

1. ATS berfungsi memindahkan supply beban listrik dari PLN ke genset atau sebaliknya
2. PLN OFF genset akan starting
3. Jika genset sukses start, beban listrik akan di supply genset
4. Jika genset gagal start, alarm akan berbunyi
5. Saat genset beroperasi, PLN ON genset akan stopping 60 detik kemudian
6. Jika waktu PLN ON (dari OFF) kurang dari 60 detik, CB Pgenset akan ON
7. Jika sewaktu genset starting, PLN ON, genset akan berhenti start

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

Dari hasil pengujian pada perangkat PLC untuk aplikasi di ATS dapat disimpulkan sbb:

1. Kontrol Sistem Kontrol ATS dapat dilaksanakan dengan PLC.
2. Jenis kontrol yang dipergunakan dalam PLC adalah system control sekuensial dengan input diskrit (I1,I2,I3) dan input analog IA dengan output diskrit (Q1,Q2,Q3, Q4).
3. Bahasa program untuk input diskrit adalah bahasa Ladder.
4. Bahasa Ladder mempunyai input dengan kode Ix dan Output Qx.
5. Program yang dimasukkan ke dalam PLC merupakan rangkaian logika yang sesuai dengan system yang dikontrol.
6. Dalam system menggunakan PLC sangat praktis seperti tidak menggunakan timer atau auxiliary relay tersendiri, tapi semuanya sudah tersedia dalam PLC
7. Program yang dipakai bisa disimulasikan terlebih dahulu.
8. Proram yang dibuat sudah cukup handal setelah di-uji coba dengan rangkaian simulator menggunakan PLC – Laptop – Papan PCB.
9. Berbagai posisi input dari temperature dan I1, I2, I3 dapat menghasilkan respon output yang dapat dipertanggungjawabkan terhadap keamanan dan keandalan system control yang dibuat

#### Saran

Dengan adanya pengujian PLC, ini kami menyarankan sbb :

1. Bisa diterapkan langsung di lapangan
2. PLC sangat mudah diterapkan di genset konvensional

### DAFTAR PUSTAKA

1. Bayindir R,Cetinceviz Y, *A Water Pumping Systems with Programmable Logic Controller*, Journal ISA Trans, 2011 April, 50(2); 321-8, University of Gazy, Turkey.
2. Budi S, Diktat Kuliah PLC
3. Byung J Kim, *Use of Programmable Logic Controller to Automate Control and Monitoring*, Journal USACERL Technical Report N-91/27, July 2001
4. Chao Deng, Hui Na Li, Jie Han, *Water Supply Systems of Constant Pressure based on PLC Control*, Lecture Notes of Electrical Engineering, Journal ISSN: 1876 – 1100, Volume 129, January 2012

5. D.K. Chaturvedi, DR. *Techniques and its Applications in Electrical*, Delhi University, 2008
6. Indra Wahyu Diantoro, *Aplikasi PLC Untuk Pengaturan Pompa Air Sistem Plumbing*, Surabaya, jurnal bpkimi.kemenperin.go.id
7. M.Budiyanto, A.Wijaya, *Pengenalan Dasar-Dasar PLC*, Gava Media, Yogyakarta, 2003.
8. PT Pradnya Paramitra *„PLC Training Center Universitas Kristen Maranatha Bandung. Zelio Smart Relay*, 2004
9. Saumi Syahreza, *Rancang Bangun Pengendali Otomatik Ketinggian Air dengan PLC*, Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol 9 No.1, April 2010, Unsyiah.
10. Schneider Electric, Tutorial Zelio Logic
11. William Bolton, *Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar*, Erlangga, Jakarta.
12. Hariyadi, M. "RANCANGAN SISTEM KENDALI PEMANAS AIR DARI PANAS BUANG AIR CONDITIONING MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)." *Menara Ilmu* 10.60-65 (2016).