

# PEMROGRAMAN SISTEM OTOMATIS SORTIR BARANG BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN PLC (*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*) BERBASIS MIKROKONTROLLER PIC16F877

Hera Hikmarika<sup>1\*</sup>, Zaenal Husin<sup>1</sup>, Renny Maulidda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, \*Email : her\_aquila@yahoo.com

*Abstrak*—Teknologi yang semakin berkembang, mendorong para pelaku industri untuk mengganti sistem manual ke sistem otomatis. Contoh proses produksi yang masih dikerjakan secara manual adalah pensortir barang. Pada penelitian ini, mikro PLC berbasis mikrokontroler PIC16F877 akan digunakan sebagai pensortir barang berdasarkan warna (hitam dan putih). Alat ini akan bekerja secara otomatis. Rancangan Mikro PLC ini dapat di aplikasikan untuk penggunaan pada instansi pendidikan karena dapat meminimalisir biaya jika di bandingkan menggunakan PLC seperti di industri. Mikro PLC ini dilengkapi dengan bahasa pemrograman sendiri, yaitu *ladder diagram* yang di buat menggunakan *software LDMicro*. *Ladder diagram* ini akan di tanamkan ke memori mikrokontroler PIC16F877 menggunakan *software PICPgm*. Program *ladder diagram* akan memberikan instruksi ke input dan output mikrokontroler PIC16F877. Perangkat input berupa sensor photodiode yang akan mendeteksi keberadaan barang dan warna barang. Sedangkan perangkat output berupa motor DC yang akan menggerakkan jalannya konveyor. Barang yang berwarna putih akan bergerak ke arah kanan sedangkan barang yang berwarna hitam akan bergerak ke kiri. Proses pensortiran barang ini akan berlangsung secara terus menerus.

*Kata kunci:* Mikro PLC, Ladder Diagram, Sistem Otomatis, LDMicro, PICPgm

*Abstract*—Advanced technology has encouraged industry to replace a manual system to an automated system. One of them is in the production process, micro PLC based on PIC16F877 microcontroller is designed to sort the objects based on its colour (black or white). The advantage of this Micro PLC is it can minimize the cost. Micro PLC is equipped with its own programming language, ladder diagram. It is created using LDMicro software. Ladder diagram will be downloaded into PIC16F877 microcontroller's memory using PICPgm software. Ladder diagram will provide instruction to input and output of PIC16F877 microcontroller. Photodiode sensor as input devices will detect the presence of the objects and the color of objects and the output devices of DC motor will drive the conveyor's path. White object will move to the right, while the black object will move to the left. This sorting objects process will take place continuously.

*Keywords.* Micro PLC, Ladder Diagram, Automated System, LDMicro, PICPgm

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi banyak diaplikasikan di bidang industri dalam hal penggunaan perangkat otomatis dan pemrosesan secara otomatis. Sistem kontrol yang masih menggunakan peranan manusia dalam proses industri, saat ini telah banyak di gantikan oleh kontrol otomatis. Salah satu sistem kontrol yang banyak digunakan di bidang industri adalah PLC. PLC atau diterjemahkan sebagai pengendali yang dapat di program (*Programmable Logic Controller*), adalah sebuah komputer khusus yang banyak digunakan untuk proses otomatisasi proses produksi di industri. Tidak seperti komputer biasa, PLC telah di desain sebagai alat kontrol yang memiliki banyak jalur input dan output, dengan di lengkapi ketahanan untuk kondisi lingkungan yang buruk (debu, lembab, panas, dingin, dan lain-lain).

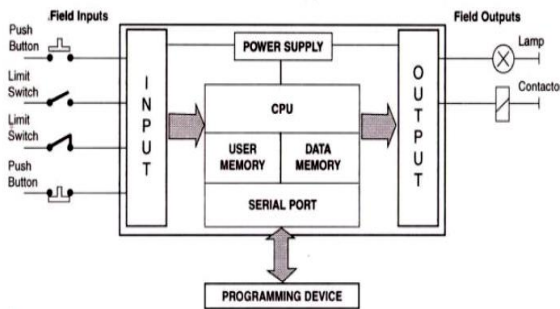
Jalur-jalur input output ini menghubungkan PLC dengan sensor dan aktuator (melalui inverter).

Selain itu, PLC juga menawarkan banyak kelebihan, di antaranya adalah biaya yang lebih ekonomis untuk sistem pengendalian yang rumit, penghematan tempat, karena suatu PLC bisa menggantikan berpuluh-puluh alat, dan juga kemampuan melakukan operasi perhitungan aritmetika sehingga menghasilkan kontrol yang cerdas. PLC telah di rancang sedemikian rupa dengan berbagai jalur input output. PLC juga memberikan kemudahan dalam hal pemrograman, yaitu menggunakan diagram tangga/*ladder diagram*. Selain itu, PLC dapat diprogram berulang kali dan apabila terjadi kesalahan dalam pemrograman akan sangat mudah dalam menganalisa dan menemukan kesalahan. Namun yang terjadi di lapangan adalah tidak semua perusahaan mampu menggunakan PLC dikarenakan harganya yang sangat mahal.

Dengan membuat PLC rancangan sendiri akan lebih meminimalisir biaya dibandingkan dengan buatan pabrik yang di pakai di industri. Selain itu, PLC berbasis mikrokontroler ini sangat cocok di implementasikan di institusi pendidikan yang mementingkan efisiensi biaya. PLC ini di sebut mikro PLC. Mikro PLC ini akan menjadi sumber input bagi konveyor berjalan untuk menyortir barang secara otomatis berdasarkan warna. Warna yang di gunakan hanya hitam dan putih. Dengan adanya mikro PLC ini, akan di dapat sebuah PLC sederhana dengan kinerja yang sama dan relatif murah. Sehingga memungkinkan semua proses dapat di kontrol dengan mikro PLC ini.

Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian intruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan motor atau mesin dan peralatan lainnya.

Komponen utama atau perangkat keras penyusun PLC adalah catu daya/power supply, CPU (Central Processing Unit), modul masukan dan modul keluaran serta perangkat pemrograman.



Gambar 1. Komponen Utama PLC

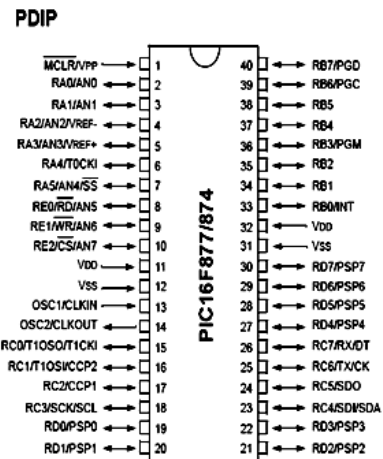
Bahasa pemrograman yang digunakan pada PLC adalah berupa *LadderLogicDiagram*, yaitu bahasa pemrograman yang menggunakan simbol untuk menyatakan fungsi-fungsi logika seperti *relay*, *timer*, *counter* dan instruksi-instruksi lainnya. Diantara dua garis ini dipasang kontak-kontak yang menggambarkan kontrol dari *switch*, sensor atau *output*. Satu baris dari diagram disebut dengan satu *rung*. Input menggunakan simbol  $\text{ ] [ }$  (kontak *normally open*) dan  $\text{ ] / [ }$  (kontak *normally close*). Output mempunyai simbol  $\text{ ( ) }$  yang terletak paling kanan.



Gambar 2. Diagram Tangga/ Ladder Diagram

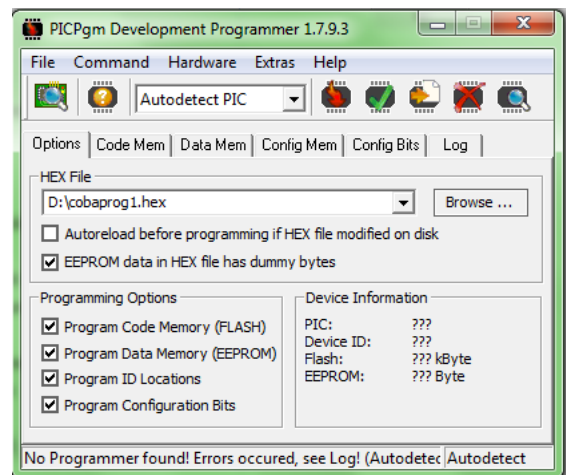
Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

Mikrokontroler PIC16F877A di produksi dalam kemasan 40 pin PDIP (*Plastic Dual In Line*) maupun 40 pin SO (*Small Outline*). Namun yang banyak terdapat dipasaran adalah kemasan PDIP. Pin-pin untuk I/O sebanyak 33 pin, yang terdiri atas 6 pada Port A, 8 pada Port B, 8 pada Port C, 8 pada Port D, 3 pada Port E. Ada pula beberapa Pin pada mikrokontroler yang memiliki fungsi ganda.



Gambar 3. Konfigurasi Pin Mikrokontroler PIC16F877

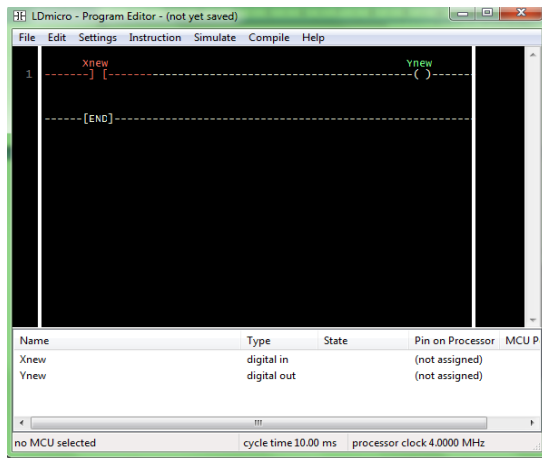
*Software* yang digunakan untuk MikroPLC ini adalah LDMicro dan PICPgm. *Software* PICPgm ini digunakan untuk memasukkan atau menanamkan kode mesin (file hex) hasil kompilasi *ldmicro.exe*, ke dalam memori mikrokontroler.



Gambar 4. Software PICgm

Program yang telah dibuat dalam bentuk *ladder* dengan LdMicro ini ketika di *compile* juga menghasilkan file (\*hex) yang nantinya akan digunakan untuk *download* ke mikrokontroler atau mensimulasikan

dengan program tambahan semisal simulasi dengan PICPgm.



Gambar 5. Tampilan Program LDMikro

RS232 adalah standard komunikasi serial yang digunakan untuk koneksi peripheral ke peripheral. Biasa jugadisebut dengan jalur I/O (input/output). Contoh yang paling sering kita temui adalah koneksi antara komputer dengan modem, atau komputer dengan mouse bahkan biasa juga antara komputer dengan komputer, semua biasanya dihubungkan lewat jalur port serial RS232.



Gambar 6. Kabel Konverter RS232 ke USB

Konveyor adalah bagian umum dari peralatan penanganan material mekanis yang bergerak dari satu lokasi ke lokasi lain. Selain itu, konveyor adalah salah satu jenis pengangkut yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan barang-barang industri yang berbentuk padat. Konveyor banyak di gunakan di industri untuk transportasi barang yang banyak dan bekerja secara terus-menerus. Sistem konveyor memungkinkan transportasi cepat dan efisien untuk berbagai bahan.

Pada perancangan input PLC (*Programmable Logic Controller*).Input PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat berupa digital dan analog,tetapi disini hanya digunakan digitalinput.Input PLC (*Programmable Logic Controller*) terdiri dari 2 buah sensor photodiode. Sensor photodiode yang pertama digunakan untuk mendeteksi keberadaan barang dan sensor photodiode yang kedua digunakan untuk mendeteksi warna, yaitu hitam atau putih. Jadi memerlukan 3 buah input dari PLC.

Pada perancangan output PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat berupa digital dan analog, tetapi pada alat ini output yang digunakan berupa digital output. Pada perancangan outputdigunakan2 buah motor DC.Motor DC yang digunakan motor DC 5 Volt dimana 1 motor bergerak *clockwise* dan 1 motor lagi dapat bergerak dua arah, yaitu *clockwise* dan *counter clockwise*. Karena motor DC dirancang agar dapat bergerak dua arah maka memerlukan 3 output dari PLC.

Tahap perancangan program adalah sebagai berikut:

1. Menguraikan Proses Kendali

Berikut merupakan urutan diagram alir proses kendali secara keseluruhan sortir

2. Menentukan Kaki Pin Input dan Output

Sebelum membuat program PLC dengan *ladder diagram*/digram tangga, maka tentukan dahulu kaki-kaki pin yang akan digunakan sebagai input dan output rangkaian. Berikut merupakan tabel kaki-kaki pin yang akan digunakan:

TABEL 1  
TABEL KAKI- KAKI PIN PERANGKAT INPUT

Komponen	Kaki Pin	Fungsi
Sensor 1	2	Mendeteksi keberadaan barang
Sensor 2	3	Mendeteksi dan mensortir barang berwarna putih
	4	Mendeteksi dan mensortir barang berwarna hitam

TABEL 2  
TABEL KAKI- KAKI PIN PERANGKAT OUTPUT

Komponen	Kaki Pin	Fungsi
Motor 1	38	Menggerakkan konveyor barang
Motor 2 Kanan	36	Memisahkan barang (Putih)
Motor 2 Kiri	37	Memisahkan barang (Hitam)

3. Membuat Program

Program PLC dibuat dengan bahasa pemrograman *ladder diagram*/digram tangga menggunakan software LDMicro melalui Personal Computer (PC) atau laptop.

a. Membuat Program Menggunakan LDMicro

Program dibuat dengan ladder diagram/diagram tangga menggunakan *software* LDMicro, kemudian diuji lalu didownload/di masukkan ke dalam PLC menggunakan program PICPgm.

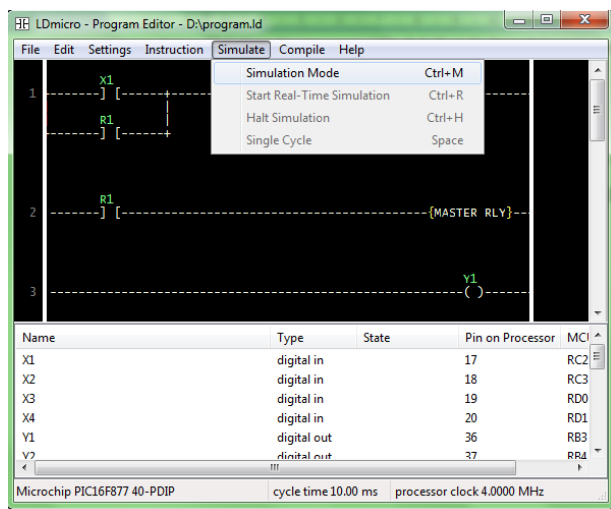
b. Memasukkan Program ke PLC

Program PLC yang telah di buat, kemudian di download/di masukkan ke dalam PLC mikro dengan menggunakan *software* PICPgm. *Software* ini digunakan untuk menanamkan kode mesin (file hex) hasil kompilasi *ldmicro.exe*, ke dalam memori mikrokontroler.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Menguji Program dengan Simulator pada LDMicro

Setelah membuat sebuah diagram tangga, sangat penting untuk mengetahui seperti apa keluaran diagram tangga tersebut. Untuk membuktikan kebenaran dari sebuah program, apakah program itu telah benar atau masih salah. LDMicro memiliki fasilitas simulator yang dapat digunakan untuk mensimulasikan jalannya program diagram tangga yang telah di buat.



Gambar 7. Simulasi Mode pada LDMikro

B. Data Hasil Pengujian

Hasil pengujian diketahui dengan pengamatan secara visual pada sistem Mikro PLC dan pengukuran. Kinerja bagian pin masukan dan keluaran diuji dengan mengukur tegangan pada saat masukan berlogika 1 dan berlogika 0. Logika 1 atau 0 ini merupakan program dari diagram tangga. Kemudian amati dan ukur tegangan pada bagian pin keluarannya. Output pada mikrokontroler ini menggunakan pin 36, 37 dan 38 untuk motor DC serta pin 2, 3 dan 4 untuk input sensor keberadaan dan pensortir barang.

1. Hasil Pengukuran Sensor Photodiode (Deteksi Keberadaan Barang)

Sensor photodiode yang pertama digunakan sebagai pendeteksi keberadaan barang. Data yang didapat tertera pada tabel berikut:

TABEL 3  
HASIL PENGUKURAN SENSOR PHOTODIODE  
(DETEKSI KEBERADAAN BARANG)

Sensor Photodiode	Tegangan (volt)	Logika	Kondisi	Pin Mikrokontroler
	4.56	1	Ada barang	2
	0.01	0	Tidak ada barang	

Pada tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa dengan logika 1, tegangan yang di dapat pada sensor photodiode ini adalah sebesar 4.56 volt, dan mendeteksi kondisi barang ada. Bila sebaliknya, maka kondisinya adalah tidak ada barang yang terdeteksi. Pin mikrokontroler PIC16F877 yang digunakan sebagai input digital adalah kaki pin 2.

2. Hasil Pengukuran Motor DC (Konveyor1)

Output pertama yang berupa motor DC, hanya akan aktif atau dalam kondisi berjalan jika di aktifkan oleh sensor photodiode yang pertama yang berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan barang. Jika sensor 1 aktif, selanjutnya sensor akan mengaktifkan relay yang digunakan dalam rangkaian ini yang berfungsi untuk menggerakkan jalannya motor DC. Motor DC digunakan untuk menggerakkan jalannya konveyor yang pertama. Data yang di dapat dari hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

TABEL 4  
HASIL PENGUKURAN MOTOR DC (KONVEYOR 1)

Relay	Motor DC (Konveyor1)		Kondisi	Pin Mikrokontroler
	Tegangan (volt)	Logika		
0.77	1	5.01	1	Berjalan
14.82	0	0.00	0	

Pada tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa pada saat logika 1 atau kondisi motor DC berjalan yang artinya konveyor juga berjalan, tegangan yang ada pada relay sebesar 0,77 volt dan pada motor DC sebesar 5.01 volt. Sebaliknya, pada saat logika 0 kondisi motor DC berhenti, tegangan yang ada pada relay sebesar 14.82 volt dan motor DC sebesar 0 volt.

### 3. Hasil Pengukuran Sensor Photodiode (Deteksi Warna)

Sensor photodiode yang kedua ini digunakan sebagai pendeteksi warna. Yang selanjutnya akan di pisahkan berdasarkan warnanya. Jika putih konveyor akan bergerak ke kanan, sebaliknya jika hitam, konveyor akan bergerak ke kiri. Data yang didapat dari hasil pengukuran tertera pada tabel berikut:

TABEL 5  
HASIL PENGUKURAN SENSOR PHOTODIODE  
(DETEKSI WARNA)

Sensor Photodiode		Deteksi warna	Pin Mikrokontroler
Tegangan (volt)	Logika		
4.96	1	Putih	3
0.01	0	Hitam	4

Pada tabel 5 di atas bisa diamati bahwa dengan logika 1, tegangan yang di dapat pada sensor photodiode ini adalah sebesar 4.96 volt, dengan kondisi sensor mendeteksi warna putih. Bila sebaliknya, dengan logika 0, maka kondisinya adalah mendeteksi warna hitam. Pin mikrokontroler PIC16F877 yang digunakan sebagai input digital adalah kaki pin 3.

### 4. Hasil Pengukuran Motor DC (Konveyor 2)

Output kedua yang berupa motor DC, hanya akan aktif atau dalam kondisi berjalan jika di aktifkan oleh sensor photodiode yang kedua yang berfungsi sebagai pendeteksi warna. Jika sensor 2 aktif, yang berarti mendeteksi warna putih selanjutnya sensor akan mengaktifkan relay 1 yang digunakan dalam rangkaian ini yang berfungsi untuk menggerakkan arah jalan motor DC ke kanan. Motor DC digunakan untuk menggerakkan jalannya konveyor yang kedua. Sebaliknya, jika sensor mendeteksi logika 0, maka warna yang di deteksi adalah hitam dan selanjutnya mengaktifkan relay 2 dan konveyor yang digerakkan oleh motor DC akan berjalan ke arah kiri. Data yang di dapat dari hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

TABEL 6  
HASIL PENGUKURAN MOTOR DC (KONVEYOR 2  
ARAH KANAN)

Relay 1		Motor DC (Konveyor 2)		Arah	Pin Mikrokontroler
Tegangan (volt)	Logika	Tegangan (volt)	Logika		
0.78	1	5.03	1	Kanan	36
14.87	0	0.01	0		

Pada tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa pada saat logika 1 atau kondisi motor DC berjalan ke arah kanan yang artinya konveyor juga berjalan, tegangan yang ada pada relay 1 sebesar 0,78 volt dan pada motor DC sebesar 5.03 volt. Sebaliknya, pada saat logika 0 atau kondisi

motor berhenti, maka tegangan yang ada pada relay 1 sebesar 14.87 volt.

TABEL 7  
HASIL PENGUKURAN MOTOR DC (KONVEYOR 2  
ARAH KIRI)

Relay 2		Motor DC (Konveyor 2)		Arah	Pin Mikrokontroler
Tegangan (volt)	Logika	Tegangan (volt)	Logika		
0.79	1	5.02	1	Kiri	37
14.85	0	0.02	0		

Pada tabel 7 di atas dapat dilihat bahwa pada saat logika 1 atau kondisi motor DC berjalan ke arah kiri yang artinya konveyor juga berjalan, tegangan yang ada pada relay 2 sebesar 0,79 volt dan pada motor DC sebesar 5.02 volt. Sebaliknya, pada saat logika 0 atau kondisi motor berhenti, maka tegangan yang ada pada relay 2 sebesar 14.85 volt.

### 5. Data Pengujian Warna Barang

Berikut disajikan tabel pengujian berbagai warna barang yang di deteksi oleh sensor photodiode :

TABEL 8  
DATA PENGUJIAN WARNA BARANG

Warna Barang	Warna yang Terdeteksi	Arah Konveyor
Merah	Hitam	Kiri
Kuning	Putih	Kanan
Biru	Hitam	Kiri
Oranye	Putih	Kanan
Hijau	Hitam	Kiri

Pada tabel 8 di atas dapat di lihat bahwa jika warna barang berwarna kuning dan oranye, maka sensor photodiode akan mendeteksi warna barang tersebut adalah putih. Sebaliknya jika warna barang berwarna merah, biru dan hijau maka sensor photodiode mendeteksi warna barang tersebut adalah hitam. Karena sensor photodiode mampu membedakan warna barang berdasarkan intensitas cahaya yang masuk.

### 6. Analisa Rangkaian Mikro PLC

Komponen utama dari alat ini adalah mikro PLC yang merupakan otak dan pusat kecerdasan dari sistem ini. Pada rangkaian mikro PLC ini, sebagai inputnya dipasang 2 buah sensor photodiode. Sensor photodiode yang pertama berfungsi untuk mendeteksi keberadaan barang pada konveyor 1. Konveyor ini di gerakkan oleh motor DC. Motor DC ini menggunakan *driver* yaitu relay. Pertama pada kondisi stop. Kondisi selanjutnya yaitu mikrokontroler PIC16F877 memberikan logika 1 kepada sensor deteksi barang dan relay akan mengaktifkan motor dengan memberikan logika 1.

Motor DC akan menggerakkan konveyor dan akan terus berjalan hingga mencapai waktu tertentu. Selanjutnya sensor photodiode yang kedua yang merupakan pensortir barang berdasarkan warnanya, akan memberikan logika 1 jika barang berwarna putih dan bergerak ke kanan dengan menggunakan konveyor. Sebaliknya, untuk logika 0 jika barang berwarna hitam yang akan bergerak ke arah kiri pada konveyor yang di gerakkan oleh motor DC. Kondisi ini akan berlangsung secara terus menerus.

### III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa sistem otomatis sortir barang berdasarkan warna menggunakan mikro PLC yang telah dibuat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler PIC16F877 dapat digunakan sebagai komponen untuk membuat PLC rancangan sendiri, yang selanjutnya di sebut mikro PLC.
2. Dua buah sensor photodiode dapat digunakan sebagai input mikro PLC untuk mendeteksi keberadaan barang dan mendeteksi warna barang (hitam dan putih) dan 2 buah motor DC dapat digunakan sebagai output mikro PLC untuk menjalankan konveyor.
3. Sistem bekerja dengan konveyor sebagai penggerak barang dan barang tersebut akan di deteksi berdasarkan warnanya. Jika warna barang putih, konveyor akan bergerak ke kanan dan jika barang berwarna hitam konveyor akan bergerak ke kiri.
4. *Software* yang di gunakan dalam sistem mikro PLC ini ada 2, yaitu *software* LDMicro untuk membuat program *ladder diagram* dan PICPgm untuk *download* program ke mikrokontroler PIC16F877.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afandi, F.H. 2012. Plc Dasar . Dari [http://ayobelajarelektro.blogspot.com/2012/10/v-behaviorurldefaultvml\\_11.html](http://ayobelajarelektro.blogspot.com/2012/10/v-behaviorurldefaultvml_11.html). Di akses pada 5 Januari 2015 pukul 13.00 WIB.
- [2] Artanto, Dian. 2009. *Merakit PLC dengan Mikrokontroler PIC16F877*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- [3] Petruzella, Frank D. 2001. *Elektronik Industri*. Yogyakarta : Andi
- [4] Rifa'i Muhammad, dan Ratna Ika Putri, Oktober 2013. *Desain dan Implementasi PLC Berbasis Mikrokontroler ATmega 8*. Jurnal ELTEK. Volume 11, nomor 02. Dari [http://eltek.polinema.ac.id/public/upload/file/10.Rifai\\_PLC.pdf](http://eltek.polinema.ac.id/public/upload/file/10.Rifai_PLC.pdf). Di akses pada tanggal 4 september 2014 pukul 14.50 WIB.
- [5] S, Arbye. *Pengendalian pada Prototype Konveyor Pemisah Barang Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor DT-Sense Color dengan Controller ATmega 16 dan PLC Omron CPM1-A*. Dari [http://www.elektro.undip.ac.id/el\\_kpta/wpcontent/uploads/2012/05/L2F0009405\\_MTA.pdf](http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wpcontent/uploads/2012/05/L2F0009405_MTA.pdf) . Di akses pada 5 September 2014 pukul 16.05 WIB.
- [6] Sonjaya, Ujang. Rancang Bangun Sistem Kontrol Konveyor Penghitung Barang Menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) Omron Tipe CPM1A 20 CDR. Dari [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34940712/FI-20406916\\_JURNAL\\_libre.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1415775808&Signature=ktmb9LAgercTFx5BrjBxororjeA%3D](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34940712/FI-20406916_JURNAL_libre.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1415775808&Signature=ktmb9LAgercTFx5BrjBxororjeA%3D). Diakses pada 11 Desember 2014 pukul 13.05 WIB.