



***PROTOTYPE SISTEM PENGISIAN DUS OTOMATIS  
DENGAN ROBOTIK BERBASIS PLC (*Programmable  
Logic Controller*)***

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Beny Prastiya NIM. 5301411065

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2015**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini adalah benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari hasil karya orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.



Semarang, 19 November 2015



*Beny Pratiya*

Beny Pratiya  
NIM. 5301411065

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Beny Prastiya  
NIM : 5301411065  
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro  
Judul Skripsi : *PROTOTYPE SISTEM PENGISIAN DUS*  
*OTOMATIS DENGAN ROBOTIK BERBASIS PLC*  
*(Programmable Logic Controller)*

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro FT. UNNES

Semarang, 19 November 2015

Pembimbing,



UNNES  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Tatyantoro Andrasto, S.T.,M.T.  
NIP. 196803161999031001

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “*Prototype Sistem Pengisian Dus Otomatis Dengan Robotik Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)*” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 01 bulan Oktober tahun 2015

Oleh

Nama : Beny Prastiya

NIM : 5301411065

Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro

Panitia:

Ketua Panitia

Drs. Suryono, M.T.  
NIP.195503161985031001

Sekretaris

Drs. Agus Suryanto, M.T.  
NIP.196708181992031004

Penguji I

Penguji II

Penguji III/Pembimbing

Dr. Djuniadi, M.T.  
NIP.19630281990021001

Drs. Henry Ananta, M.Pd.  
NIP.195907051986011002

Tatyantoro Andrasto, S.T.,M.T.  
NIP. 196803161999031001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES



DR. Nuf Qudus M.T.  
NIP.195911301994031001

### ***Motto***

- Allah selalu memberi apa yang manusia butuhkan bukan apa yang manusia inginkan
- Lain tempat lain cerita, manusia yang baik ialah manusia yang bisa menempatkan dirinya dengan siapa, dimana dan bagaimana
- Jangan pernah puas dengan apa yang dimiliki karena dengan usaha yang lebih keras dan doa hal yang lebih pun bisa dimiliki
- Sebaik-baiknya manusia ialah manusia yang bisa bermanfaat bagi yang lain

### ***Persembahan***

#### ***Skripsi ini saya persembahkan untuk***

- Bapak saya Suparso dan Ibu saya Suparni yang selalu mendukung saya dengan tulus dan mendoakan saya
- Sahabat-sahabat saya yang selama ini selalu mendukung dan bersedia membantu saya dengan ikhlas
- Bapak Thomas selaku orang yang membuat saya bisa kuliah
- Pengelola Beasiswa Bidikmisi UNNES dan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi

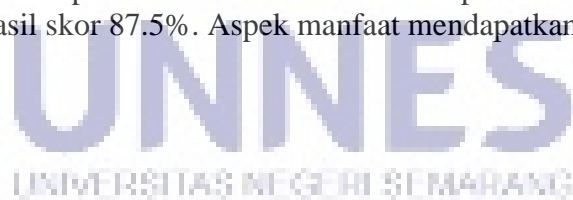
## ABSTRAK

Beny Prastiya. 2015. *Prototype* Sistem Pengisian Dus Otomatis Dengan Robotik Berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*). Pembimbing Tatyantoro Andrasto. Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Permasalahan dalam dunia industri khususnya dalam proses pengepakan sering terjadi akibat kesalahan manusia atau *human error*. Kesalahan tersebut bisa mengakibatkan kerugian baik secara material maupun finansial dan juga kecelakaan kerja yang membahayakan manusia. Penelitian skripsi ini bertujuan untuk menciptakan suatu *prototype* yang bisa membantu dalam proses pengepakan khususnya dalam proses pengisian dus yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan PLC sebagai control dan motor DC sebagai penggerak robotic sehingga nantinya dapat digunakan dalam dunia industri

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian pengembangan (*research and development*). Dimana penelitian ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Adapun prosedur dalam penelitian ini yaitu menentukan potensi dan masalah, mengumpulkan data dan informasi, desain produk, validasi desain, revisi desain, pengujian alat, uji kelayakan alat, analisis data dan terakhir menarik kesimpulan.

Hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa unjuk kerja *prototype* mampu untuk melakukan tugasnya sesuai dengan desain kerja. Penilaian tingkat kelayakan *prototype* dibagi dalam beberapa aspek. Penilaian Ahli, aspek desain dan unjuk kerja memperoleh hasil skor 81.25%. Aspek kemudahan pengoperasian mendapatkan hasil skor 87.5%. Aspek manfaat mendapatkan hasil skor 76.25%.



Kata kunci : *research and development, prototype, human error*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis haturkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “*Prototype Sistem Pengisian Dus Otomatis Dengan Robotik Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)*”.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari dukungan oleh pihak-pihak yang telah membantu baik secara materiil maupun spiritual. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, selaku Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. DR. Nur Qudus M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Drs. Suryono, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Drs. Agus Suryanto, M.T., ketua program studi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan karya ini.
3. Dra. Dwi Purwanti, Ah.T.M.S, dosen wali yang telah memberikan arahan dan motivasi selama menempuh studi.
4. Tatyantoro Andrasto, S.T,M.T, Dosen Pembimbing yang selalu mendampingi dan memberikan bimbingan disertai kemudahan dalam memberikan bahan dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan selama pembuatan skripsi.

5. Dosen penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
6. Dosen-dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama menempuh studi.
7. Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan fasilitas untuk tempat penelitian dan pengujian.
8. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro ( Catur Adwinda P, Awaluddin Adi P, Igam Devan A, Sakti Aji R, Muzib Riyadi dll) yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, teman-teman UNNES (Yanuarti Cahya, Novian Hidayatullah, Ayu Triwahyuni dll) yang menginspirasi dan memotivasi, serta teman-teman alumni SMK Sasmita Jaya 2 Pamulang jurusan instalasi listrik yang selalu mendukung saya.
9. PT Mitra Surya Solusindo dan PT Sinar Surya Sentosa Sejahtera serta seluruh karyawan (Pak Hedy, Pak Aan, Anis, Yuskrisna, Gany, Cahyo, Jawawi, Eko, Ahmad Tarmizi, Jamaludin, Arief, Arif, Juki dll) yang telah membantu memberikan fasilitas alat dan bahan.

Penulis menyadari akan keterbatasan yang dimiliki sehingga masih banyak kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu adanya kritik dan saran sangat penulis harapkan. Atas kritik dan saran yang membangun penulis mengucapkan terimakasih dan semoga karya ini dapat bermanfaat.

Semarang, 19 November 2015  
Penulis,



Beny Prastiya  
NIM. 5301411065



## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL .....	i
PERNYATAAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Penegasan Istilah .....	7
BAB II PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Sistem Kontrol.....	8

2.1.1 Pengertian Sistem Kontrol .....	8
2.1.2 Klasifikasi Sistem Kontrol .....	8
2.1.3 Bagian-bagian Sistem Kontrol.....	11
2.1.4 Tujuan Sistem Kontrol .....	13
2.2 Programmable Logic Kottroller (PLC).....	13
2.2.1 Sejarah PLC .....	13
2.2.2 Pengertian PLC.....	13
2.2.3 Cara Kerja PLC .....	15
2.2.4 Struktur Dasar PLC .....	15
2.2.5 Fungsi PLC .....	16
2.2.6 Instruksi Pemrograman .....	17
2.2.7 Kelebihan dan Kekurangan PLC .....	24
2.3 Motor DC.....	24
2.4 <i>PowerSupply</i> .....	26
2.5 Sensor <i>Proximity</i> .....	27
2.6 <i>Push Botton</i> .....	28
2.7 Kerangka Berfikir .....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Tujuan Operasional Penelitian.....	30
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.3 Bahan dan Alat .....	30
3.4 Desain Penelitian .....	32
3.5 Prosedur Penelitian .....	33

3.5.1 Potensi dan Masalah.....	33
3.5.2 Pengumpulan Data Informasi.....	33
3.5.3 Desain <i>Prototype</i> .....	34
3.5.4 Validasi Desain Oleh Pakar/Ahli .....	40
3.5.5 Revisi Desain .....	40
3.5.6 Pengujian Alat <i>Prototype</i> /Uji Coba <i>Prototype</i> .....	41
3.5.7 Analisis kinerja <i>Prototype</i> /Uji Kelayakan <i>Prototype</i> .....	42
3.5.8 Analisis Data .....	42
3.5.9 Kesimpulan .....	43
3.6 Teknik Pengumpulan Data .....	43
3.7 Teknik Analisis Data .....	45
3.7.1 Uji Coba <i>Prototype</i> .....	46
3.7.2 Uji Kelayakan <i>Prototype</i> .....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	47
4.1 Hasil Penelitian.....	47
4.1.1 Hasil Penelitian Laboratorium .....	47
4.1.2 Hasil Penelitian Uji Kelayakan .....	62
4.2 Pembahasan .....	64
4.2.1 Pembahasan Hasil <i>Prototype</i> .....	64
4.2.2 Pembahasan Hasil Uji Pakar .....	64
4.2.3 Pembahasan Pertanyaan Penunjang .....	66
4.3 Pengembangan (Developmen).....	68
4.4 Keterbatasan <i>Prototype</i> .....	69

BAB V PENUTUP.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN.....	75



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Uji Kelayakan Ahli .....	63
Tabel 4.2 Persamaan Sistem .....	69
Tabel 4.3 Perbedaan Sistem .....	69



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Kontrol Loop Terbuka.....	10
Gambar 2.2 Sistem Kontrol Loop Tertutup .....	10
Gambar 2.3 Sistem Kontrol Secara Lengkap .....	11
Gambar 2.4 Diagram Blok PLC .....	15
Gambar 2.5 Penggunaan Instruksi LOAD dan LOAD NOT .....	18
Gambar 2.6 Penggunaan Instruksi AND dan AND NOT .....	18
Gambar 2.7 Penggunaan Instruksi OR dan OR NOT .....	19
Gambar 2.8 Penggunaan Instruksi OR LOAD .....	20
Gambar 2.9 Diagram ladder instruksi <i>OUT</i> .....	20
Gambar 2.10 Diagram ladder instruksi <i>OUTBAR</i> .....	21
Gambar 2.11 Penggunaan <i>Timer</i> .....	22
Gambar 2.12 Pengaturan <i>Counter</i> .....	22
Gambar 2.13 Penggunaan Instruksi <i>END</i> .....	23
Gambar 2.14 Motor DC .....	25
Gambar 2.15 <i>Power suplay</i> .....	26
Gambar 2.16 Sensor <i>Proximity Induktif</i> .....	27
Gambar 2.17 <i>Push botton</i> .....	28
Gambar 2.18 Kerangka Berfikir .....	29
Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian dan Pengembangan .....	32
Gambar 3.2 Konveyor .....	35

Gambar 3.3 Robotik Naik Turun .....	36
Gambar 3.4 Robotik Kanan Kiri .....	37
Gambar 3.5 Prosedur Penelitian.....	43
Gambar 4.1 Pengujian Motor DC .....	48
Gambar 4.2 Pengujian <i>Power suplay</i> .....	49
Gambar 4.3 Pengujian Sensor .....	52
Gambar 4.4 Pengujian Konveyor .....	53
Gambar 4.5 Program PLC.....	57
Gambar 4.6 Pemerograman <i>Online</i> Dengan Kabel LAN.....	59
Gambar 4.7 Keterangan Komponen dan Bagian <i>Prototype</i> .....	58
Gambar 4.8 Alur Gerakan <i>Prototype</i> .....	62
Gambar 4.9 Diagram Penilaian Kelayakan Oleh Ahli .....	65



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Dokumentasi Proses Pengerjaan Mekanik .....	75
Lampiran 2 Dokumentasi Proses Pengerjaan Elektrik.....	78
Lampiran 3 Dokumentasi Proses Pengerjaan Pemerograman .....	80
Lampiran 4 Wiring Elektrik.....	81
Lampiran 5 Program PLC .....	82
Lampiran 6 Biodata Pakar/Ahli .....	84
Lampiran 7 Koesioner.....	88
Lampiran 8 Analisis Hasil Pengujian.....	112
Lampiran 9 Surat Tugas Bimbingan .....	114
Lampiran 10 Surat Tugas Ujian .....	115





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di dalam dunia industri terdapat suatu proses produksi yang dinamakan sistem pengepakan. Sistem pengepakan terdiri dari beberapa proses, dari pemilahan produk atau barang, pengisian barang atau produk ke dalam dus, dan pembungkusan dus. Pada dasarnya sistem tersebut menggunakan manusia sebagai subyek yang melakukan pengepakan barang. Namun banyak faktor negatif yang dilihat masih mempengaruhi hal tersebut, seperti faktor *human error*, kurangnya kerapihan, waktu dan tenaga yang dibutuhkan masih banyak sehingga dirasa masih kurang efisien.

Berdasarkan hasil observasi di PT MITRA SURYA SOLUSINDO selama PKL Febuari 2014 ditemukan beberapa permasalahan dalam dunia industri seperti kecelakaan kerja yang menyebabkan karyawan terluka, kesalahan dalam proses pengepakan, pemindahan barang dari konveyor ke dus sering menyebabkan kerusakan pada barang dan kesalahan kerja yang menyebabkan kerugian baik secara material maupun finansial. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan sistem kerja otomatis yang menggantikan kerja manusia dalam proses pengepakan. Pada penelitian sebelumnya tentang sistem pengepakan oleh Erlambang (2014) menyatakan bahwa sistem pengepakan barang masih butuh dikembangkan lagi karena permasalahan waktu yang kurang efisien dan tidak adanya sistem otomatis. Pada penelitian tersebut Erlambang membuat sistem pengepakan barang khusus barang plastik, menggunakan motor 12 Vdc sebagai

penggerak konveyor, PLC Omron CPM2A sebagai kontrol dan menggunakan photo sensor sebagai pendeteksi barang.

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi di era industri modern sekarang ini, berbagai macam teknologi banyak bermunculan mulai dari teknologi yang baru ditemukan, sampai teknologi yang merupakan perkembangan dari teknologi sebelumnya. Terlebih pada bidang sistem kontrol, teknologi-teknologi yang diterapkan berkembang dengan pesat pula dimana saat ini proses di dalam sistem kontrol tidak hanya berupa suatu rangkaian kontrol dengan menggunakan peralatan kontrol yang dirangkai secara listrik. Sistem kontrol di dunia industri sangat membantu dalam berbagai hal, misalnya pada kelancaran operasional, keamanan (investasi, lingkungan), ekonomi (biaya produksi), serta mutu produk (produktivitas).

Dalam perkembangannya, pada saat ini sudah banyak industri yang menggunakan salah satu peralatan kontrol dengan sistem pemrograman yang dapat diperbaharui atau lebih populer disebut dengan nama PLC (*Programmable Logic Controller*). Sebabnya jelas yaitu mengacu pada faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas industri itu sendiri, kemudahan transisi dari sistem kontrol sebelumnya, dan kemudahan trouble-shooting dalam konfigurasi sistem ini.

Efektifitas produksi dalam industri tidak semata terpenuhi oleh adanya sistem kontrol otomatis yang sedang gencar diterapkan dalam dunia industri, penghematan waktu dan tenaga saat memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainpun menjadi faktor pendukung efektifnya proses produksi. Hal ini dapat di atasi dengan adanya alat yang dinamakan *conveyor*, alat ini dirancang

untuk dapat mendistribusikan barang produksi secara cepat ke tempat lain dengan pertimbangan efisiensi penggunaan energi.

Selain itu faktor *human error* juga mampu diminimalisir dengan melihat tingkat keunggulan yang ditawarkan dari sistem kontrol otomatis tersebut. Berdasarkan *Domino's Theory* yang dikemukakan oleh Heinrich H.W (1972) bahwa manusia cenderung melakukan kesalahan saat melakukan pekerjaan. Selanjutnya disempurnakan oleh Bird dan Germain (1986) yang menghubungkan dengan refleksi manajemen secara langsung akibat *human error* yang menyebutkan bahwa kelalaian kerja dapat mengakibatkan kerugian pada manusia itu sendiri, harta benda, dan proses produksi.

Berdasarkan masalah-masalah dan keadaan di dunia industri tersebut, maka diperlukan pengembangan suatu *prototype* sistem pengisian barang dalam dus otomatis dengan robotik berbasis *Programmable Logic Controller (PLC)*. Sistem ini akan mempermudah proses produksi dan hasil produksi lebih optimal. Sistem ini dapat dioperasikan secara otomatis maupun manual, yaitu dengan mengaktifkan tombol selector untuk memilih secara manual ataupun otomatis. Sistem otomatis hanya dengan mengarahkan selector ke posisi otomatis maka sistem akan bekerja, sedangkan sistem manual cukup dengan menekan tombol hijau untuk naik turun sistem otomatis dan tombol merah untuk kanan kiri. Untuk mematkannya tinggal mengarahkan tombol selector pada posisi normal. Sistem otomatis akan menggantikan kerja manusia dalam pemindahan barang logam, dimana terkini di industri sudah menggantikan kerja manusia dengan robot maka sistem ini akan menggunakan kerja robotik dalam proses pengisian barang dalam dus. Dalam penelitian ini, digunakan motor DC sebagai penggerak konveyor dan robotik, PLC

Omron CP1L sebagai kontrol dan menggunakan sensor *proximity induktif* serta ditambahkan sistem magnet otomatis untuk memindahkan barang ke dalam dus. Pengembangan sistem ini diharapkan mampu menciptakan sistem pengepakan barang yang lebih efisien dan bermanfaat.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka dapat diidentifikasi bahwa teknologi dan ilmu pengetahuan terus berkembang seiring pergantian zaman.

Beberapa alasan yang menjadi pemicu pergeseran tenaga manusia menjadi teknologi modern adalah : (1) jaminan efektifitas dalam proses produksi di industri, (2) mampu meminimalisir faktor *human error*, dan (3) kemudahan dalam *trouble-shooting* sistem kontrol.

Dalam dunia industri modern sekarang ini dituntut untuk menghasilkan barang lebih banyak, cepat dan hasil maksimal. Sistem pengepakan barang otomatis dapat berguna bagi dunia perindustrian saat ini, yang mengandalkan kinerja sistem program PLC.

Dunia industri terkini sudah lebih menggunakan sistem robotik sebagai pengganti manusia, sehingga diharapkan dapat mengurangi kesalahan seperti *human error*, juga mempengaruhi efisiensi dan produktivitas industri itu sendiri.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian skripsi ini supaya lebih terarah dan dapat dikaji lebih lanjut serta penyesuaian kemampuan dan keterbatasan yang

ada pada peneliti untuk melakukannya tanpa menghilangkan kebermaknaan arti, konsep dan atau topik yang diteliti, maka masalah dibatasi pada :

1. Membuat suatu *prototype* berupa alat pengisian barang ke dalam dus otomatis dengan sistem robotik.
2. Sistem kontrol utama yang digunakan pada *prototype* ini menggunakan piranti PLC Omron CP1L.
3. Motor yang digunakan yaitu motor DC 24 volt sebagai penggerak konveyor dan penggerak robotic dengan sistem *moving head*.
4. Sensor yang digunakan pada proses penyortiran logam yaitu dengan menggunakan sensor *proximity induktif*.
5. Sistem pemindahan barang logam menggunakan magnet yang bekerja secara on/off otomatis
6. Hasil perancangan *prototype* dalam bentuk miniatur yang disesuaikan dengan kegunaan sebenarnya dalam dunia industri.
7. Hasil perancangan *prototype* diuji kelayakanya oleh pakar/ahli khusus dibidang industri.

#### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengganti kerja manusia dalam pengepakan dengan sistem otomatis dan robotik?

2. Apakah rancangan sistem pengepakan barang secara otomatis dapat digunakan dalam dunia industri?

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Membuat *prototype* sistem kontrol alat pengisian dus secara otomatis dengan sistem robotik menggunakan PLC sebagai pengendali dan motor DC sebagai penggerak.
2. Menguji *prototype* yang dibuat secara langsung oleh pakar dalam dunia industri sehingga layak digunakan dalam dunia industri.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan harapan memberikan manfaat, yaitu sebagai berikut.

1. Hasil penelitian dapat menjadi masukan yang berarti bagi pihak Jurusan Teknik Elektro untuk meningkatkan pemahaman dan mutu hasil belajar para mahasiswa, pada khususnya untuk mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.
2. Sebagai bahan acuan bagi mahasiswa atau umum untuk mengadakan pengembangan dan penelitian sesuai dengan disiplin ilmu masing-masing.
3. Menambah wawasan dan pengalaman bagi perancang/penulis.
4. Hasil *prototype* dapat digunakan dalam dunia industri sehingga dapat mengurangi kecelakaan kerja atau *human error*.

## 1.7 Penegasan Istilah

Untuk menghindari penafsiran yang berbeda tentang penelitian ini, diberikan beberapa penjelasan istilah sebagai berikut.

### 1. Alat

Alat merupakan benda yang di gunakan untuk mengerjakan sesuatu yang berfungsi untuk mempermudah pekerjaan manusia.

### 2. Pengepakan

Pengepakan merupakan sistem yang terkoordinasi untuk menyiapkan barang menjadi siap untuk ditransportasikan, didistribusikan, disimpan, dijual dan dipakai. Adanya suatu langkah atau proses yang digunakan untuk menata barang pada wadah yang disediakan secara rapih dan benar.

### 3. Robotik

Menurut definisi dari kamus Meriam-Webster sebagaimana yang dikutip oleh Jatmiko *et al* ( 2012: 18), robotik adalah ilmu tentang robot, yang merupakan mesin yang melakukan berbagai tindakan yang kompleks dari manusia atau suatu peralatan yang bekerja secara otomatis.

Berdasarkan penegasan istilah di atas, penulis/perancang bermaksud untuk menciptakan suatu model *prototype* berupa alat pengepakan barang yang mampu mengepak barang pada konveyor dengan sistem robotik sesuai dengan perkembangan zaman dalam dunia industri.

## BAB II

### PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Sistem Kontrol

##### 2.1.1. Pengertian Sistem Kontrol

Menurut Triwiyatno (2011), terdapat beberapa definisi dalam sistem kontrol yang dapat diuraikan, yaitu (1) sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama melakukan sesuatu untuk sasaran tertentu. (2) Proses adalah perubahan yang berurutan dan berlangsung secara kontiniu dan tetap menuju keadaan akhir tertentu. Dan (3) kontrol adalah suatu kerja untuk mengawasi, mengendalikan, mengatur dan menguasai sesuatu

Berdasarkan uraian dari sistem kontrol (*sistem control*) di atas, sistem kontrol merupakan proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel atau parameter) sehingga berada pada suatu harga atau range tertentu. Contoh variabel atau parameter fisik, yaitu: tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), ketinggian (*level*), pH, kepadatan (*viscosity*), kecepatan (*velocity*), dan lain-lain.

##### 2.1.2. Klasifikasi Sistem Kontrol

###### 1. Sistem Kontrol Manual dan Otomatik

Menurut Bolton (2006), sistem kontrol manual merupakan pengontrolan yang dilakukan oleh manusia yang bertindak



sebagai operator. Sedangkan Sistem Kontrol Otomatik adalah pengontrolan yang dilakukan oleh peralatan yang bekerja secara otomatis dan operasinya di bawah pengawasan manusia.

Beberapa karakteristik penting dari sistem kontrol otomatis adalah:

- a. Sistem Kontrol Otomatik merupakan sistem dinamik yang dapat berbentuk linear maupun non-linear.
- b. Bersifat menerima informasi, memprosesnya, mengolahnya dan kemudian mengembangkannya.
- c. Komponen atau unit yang membentuk sistem kontrol ini akan saling mempengaruhi satu sama lain.
- d. Bersifat mengembalikan sinyal ke bagian masukan (*feedback*) dan digunakan untuk memperbaiki sistem.
- e. Karena adanya pengembalian sinyal ini, maka pada sistem kontrol otomatis selalu memperbaiki masalah stabilitas sistem.

Beberapa keuntungan dari penggunaan sistem kontrol otomatis di industri modern adalah :

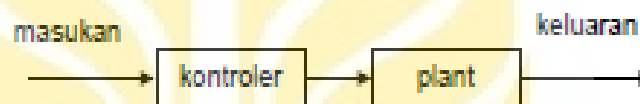
- a. Konsistensi produk yang lebih baik
- b. Dapat mengurangi biaya operasional pabrik dan bahan baku
- c. Pengurangan jumlah tenaga kerja yang digunakan
- d. Tingkat keselamatan yang lebih baik

## 2. Sistem Kontrol Loop Terbuka dan Sistem Kontrol Loop Tertutup

Menurut Triwiyatno (2011), system kontrol terbagi menjadi dua system yaitu :

### a. Sistem Kontrol Loop Terbuka (*Open Loop Control System*)

Suatu sistem kontrol yang mempunyai karakteristik dimana nilai keluaran tidak memberikan pengaruh pada aksi kontrol disebut system kontrol loop terbuka (*Open Loop Control System*). Secara umum, system kontrol loop terbuka diberikan oleh gambar

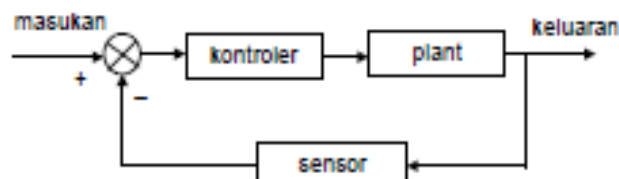


Gambar 2.1 Sistem Kontrol Loop Terbuka (Triwiyatno, 2011)

Sistem ini memang lebih sederhana, murah dan mudah dalam desainya, akan tetapi bisa menjadi tidak stabil dan seringkali memiliki kesalahan yang besar bila diberikan gangguan dari luar.

### b. Sistem Kontrol Loop Tertutup (*Close Loop Control System*)

Sistem kontrol loop tertutup adalah identik dengan sistem kontrol umpan balik, dimana nilai dari keluaran akan ikut mempengaruhi pada aksi kontrolnya.

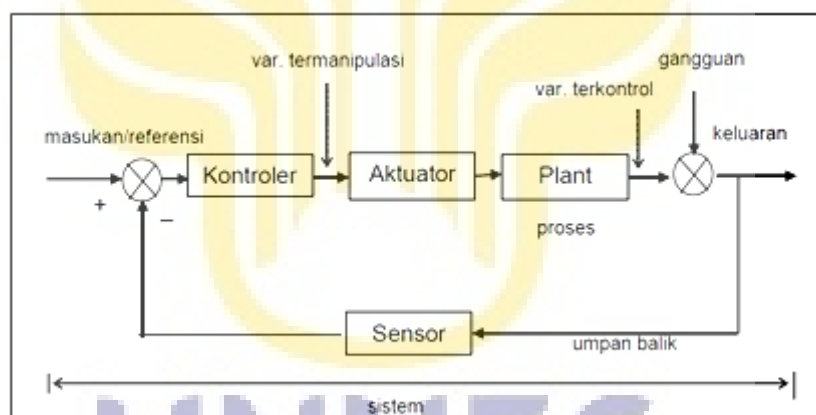


Gambar 2.2 Sistem Kontrol Loop Tertutup (Triwiyatno, 2011)

Dibandingkan dengan sistem kontrol loop terbuka, sistem kontrol loop tertutup memang lebih rumit, mahal dan sulit dalam desain. Akan tetapi tingkat kestabilannya yang relatif konstan dan tingkat kesalahannya yang lebih kecil bila terdapat gangguan dari luar, membuat sistem kontrol ini lebih banyak menjadi perancang sistem kontrol.

### 2.1.3. Bagian-bagian Sistem Kontrol

Menurut Triwiyatno (2011), berikut merupakan skema kerja dan bagian-bagian sistem kontrol secara umum.



Gambar 2.3 Sistem Kontrol Secara Lengkap (Triwiyatno, 2011)

1. Sistem (*system*) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu obyek tertentu.
2. Variabel terkontrol (*controlled variable*) adalah suatu besaran (*quantity*) atau kondisi (*condition*) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari sistem.

3. Variabel termanipulasi (*manipulated variable*) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasi oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
4. Kontrol (*control*) – mengatur, artinya mengukur nilai dari variabel terkontrol dari sistem dan mengaplikasikan variabel termanipulasi pada sistem untuk mengoreksi atau mengurangi deviasi yang terjadi terhadap nilai keluaran yang dituju.
5. Plant (*plant*) adalah sesuatu obyek fisik yang dikontrol.
6. Proses (*process*) adalah suatu operasi yang dikontrol.
7. Gangguan (*disturbance*) adalah sinyal yang mempengaruhi terhadap nilai keluaran sistem.
8. Kontrol umpan balik (*feedback control*) adalah operasi untuk mengurangi perbedaan antara keluaran sistem dengan referensi masukan.
9. Kontroler (*controller*) adalah suatu alat atau cara untuk modifikasi sehingga karakteristik sistem dinamik (*dynamic sistem*) yang dihasilkan sesuai dengan yang kita kehendaki.
10. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur keluaran sistem dan menyatakannya dengan sinyal masukan sehingga bisa dilakukan suatu operasi hitung antara keluaran dan masukan.
11. Aksi kontrol (*control action*) adalah besaran atau nilai yang dihasilkan oleh perhitungan kontroler untuk diberikan pada *plant* (pada kondisi normal merupakan variabel termanipulasi).

12. Aktuator (*actuator*) adalah suatu peralatan atau kumpulan komponen yang menggerakkan *plant*.

#### **2.1.4. Tujuan Sistem Kontrol**

Dalam aplikasinya, suatu sistem kontrol memiliki tujuan atau sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (*output*) dalam suatu sikap, kondisi, atau keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (*input*) melalui elemen sistem kontrol.

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

#### **2.2.1 Sejarah PLC**

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan salah satu piranti kontrol yang dirancang untuk menggantikan sistem kontrol konvensional. PLC pertama kali dirancang oleh perusahaan General Motor (GM) pada tahun 1968. Ide utama pada perancangan PLC adalah dengan mensubstitusi relay yang digunakan untuk mengimplementasikan rangkaian kontrol. Secara bahasa PLC berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, (Said, 2012 : 2).

#### **2.2.2 Pengertian PLC**

Berdasarkan namanya, konsep PLC dapat diuraikan sebagai berikut :

1. **Programmable**, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dapat dengan mudah diubah fungsi dan kegunaannya..
2. **Logic**, menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan *logic* yaitu melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. **Controller**, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan. 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.

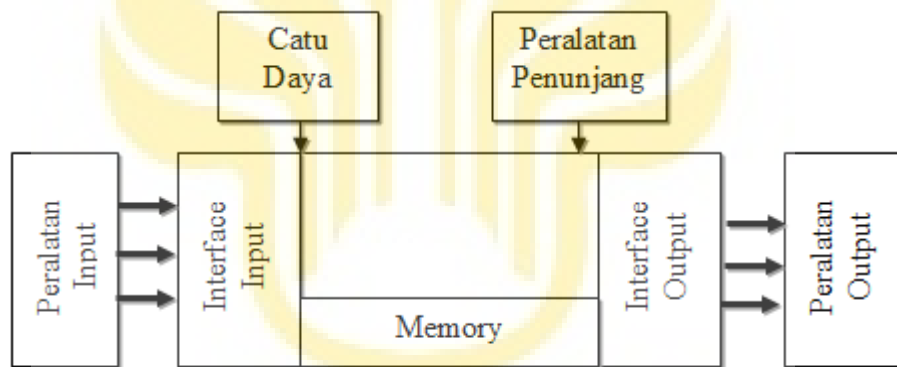
Menurut Sumardjati *et al* (2013), *Programmable Logic Controller* (PLC) adalah sebuah pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi, seperti sekunsial, logika, pewaktuan, pencacahan, dan aritmatika untuk mengontrol mesin atau suatu proses.

Berdasarkan pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa PLC merupakan suatu alat pengganti relay elektromagnetis yang digunakan untuk mengontrol suatu mesin atau sistem secara otomatis dan mampu mengurangi tenaga pekerja sehingga lebih efisien serta cepat.

### 2.2.3 Cara Kerja PLC

Cara kerja sebuah PLC adalah dengan mengamati dan menerima sinyal masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program atau *ladder diagram* yang tersimpan dalam memori, dan selanjutnya akan menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau perangkat lainnya.

### 2.2.4 Struktur Dasar PLC



Gambar 2.4 Diagram Blok PLC (Said, 2012)

Beberapa komponen dasar yang terdapat pada piranti PLC, (Said, 2012 : 8) diantaranya :

#### 1. *Power Supply*

*Power Supply* berfungsi sebagai penyuplai daya ke semua komponen dalam PLC. Tegangan *power supply* untuk PLC adalah 220 VAC atau 24 VDC.

## 2. *Central Processing Unit (CPU)*

CPU merupakan otak dari PLC yang mengerjakan berbagai operasi antara lain mengeksekusi program, menyimpan, dan mengambil data dari memori, membaca kondisi atau nilai *input* serta mengatur nilai *output*, memeriksa kerusakan melalui *self diagnostic*, serta melakukan komunikasi dengan perangkat lain.

## 3. *Memory*

*Memory* merupakan tempat untuk menyimpan program dan data yang akan diolah dan dijalankan oleh CPU.

## 4. *Modul Input/Output*

Modul *input/output* merupakan bagian dari PLC yang berhubungan dengan perangkat luar yang memberikan masukan kepada CPU, seperti saklar dan sensor maupun keluaran dari CPU, seperti lampu, motor, dan *solenoid valve*.

## 5. **Fasilitas Komunikasi**

Fasilitas komunikasi mutlak diperlukan dalam sebuah PLC, untuk melakukan pemrograman dan pemantauan atau berkomunikasi dengan perangkat lain.

### 2.2.5 Fungsi PLC

Fungsi PLC secara umum ada 2 yaitu sebagai berikut :

#### 1. *Sequential Kontrol*

PLC mampu memproses *input* sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara



berurutan (*sequential*) artinya *output* sistem proses sebelumnya dijadikan sebagai *input* sistem proses selanjutnya, di sini PLC menjaga agar semua langkah (*step*) dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

## 2. *Monitor Plant*

PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem, misalnya :temperatur, tekanan, dan ketinggian. PLC juga mampu mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol seperti nilai sudah melebihi batas serta menampilkan pesan tersebut pada operator (*user*).

Sedangkan fungsi PLC secara khusus yaitu mampu menggantikan komponen relay pada sistem kontrol konvensional yang mampu memberikan *input* ke CNC (*Computerized Numerical Control*). Sering dijumpai pada proses *finishing*, membentuk benda kerja, proses *moulding*, dan lain sebagainya.

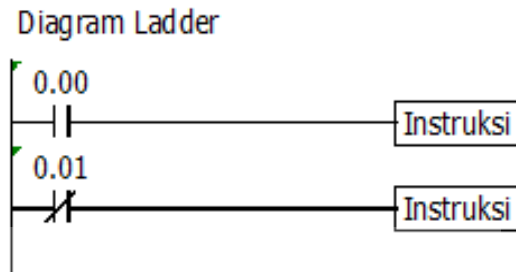
### 2.2.6 Instruksi Pemrograman

Intruksi pemrograman adalah intruksi dasar dari program PLC, yang meliputi sebagai berikut :

#### 1. Instruksi LOAD dan LOAD NOT

Instruksi LOAD dan LOAD NOT menentukan kondisi eksekusi awal, oleh karena itu, dalam diagram ladder disambung ke busbar sisi kiri. Kata “instruksi” mewakili sembarang instruksi

lain yang dapat saja instruksi sisi kanan yang akan dijelaskan kemudian, seperti pada Gambar 2.5 (Putra, 2004).

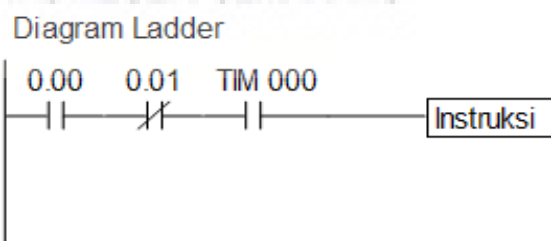


Gambar 2.5 Penggunaan Instruksi LOAD dan LOAD NOT

(Putra, 2004)

## 2. Instruksi AND dan AND NOT

Jika dua atau lebih kontak disambung seri pada garis yang sama, kontak pertama berkait dengan instruksi LOAD atau LOAD NOT dan sisanya adalah instruksi AND atau AND NOT. Contoh di Gambar 2.6 menunjukkan tiga kontak yang masing-masing menunjukkan instruksi LOAD, AND NOT, dan AND. Yang artinya AND yaitu antara LOAD (0.00) dengan TIM 000 sedangkan AND NOT yaitu antara LOAD (0.00) dengan 0.01 (Putra, 2004).

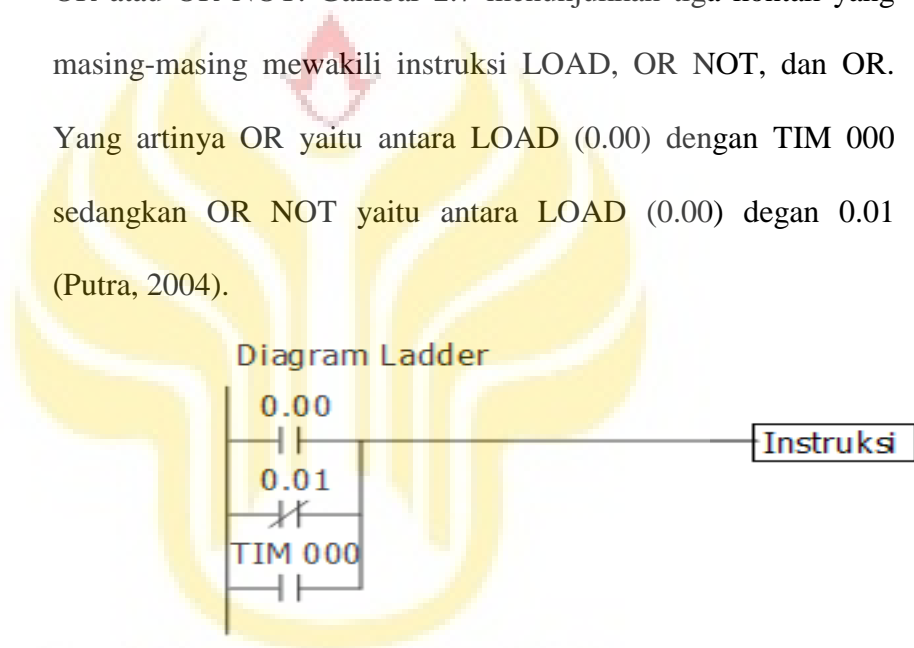


Gambar 2.6 Penggunaan Instruksi AND dan AND NOT (Putra,

2004)

### 3. Instruksi OR dan OR NOT

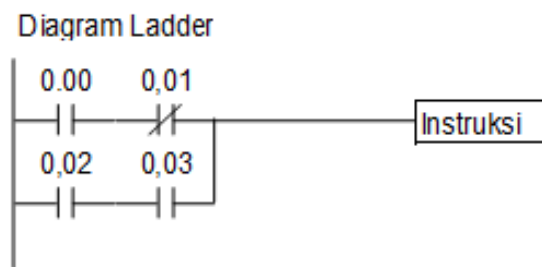
Jika dua atau lebih kontak terletak pada dua instruksi terpisah dan disambung paralel, kontak pertama mewakili instruksi LOAD atau LOAD NOT dan sisanya mewakili instruksi OR atau OR NOT. Gambar 2.7 menunjukkan tiga kontak yang masing-masing mewakili instruksi LOAD, OR NOT, dan OR. Yang artinya OR yaitu antara LOAD (0.00) dengan TIM 000 sedangkan OR NOT yaitu antara LOAD (0.00) dengan 0.01 (Putra, 2004).



Gambar 2.7 Penggunaan Instruksi OR dan OR NOT (Putra, 2004)

### 4. Instruksi OR LOAD

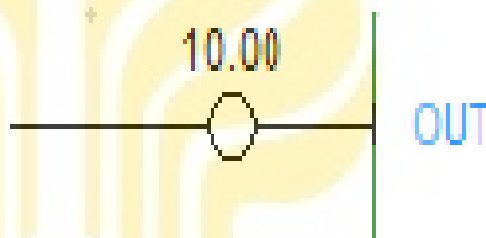
Instruksi OR LOAD meng-OR-kan kondisi eksekusi yang dihasilkan oleh dua blok logika. Gambar 2.8 ini memerlukan instruksi OR LOAD antara blok logika atas dan blok logika bawah. Kondisi eksekusi akan dihasilkan untuk instruksi pada sisi kanan, baik saat IR 0.00 ON dan IR 0.01 *OFF*, atau saat IR 0.02 dan IR 0.03 keduanya *ON* (Putra, 2004).



Gambar 2.8 Penggunaan Instruksi OR LOAD (Putra, 2004)

## 5. Instruksi *OUT*

Instruksi *OUT* biasa juga disebut suatu instruksi *Output Energize*. Instruksi *OUT* menyerupai suatu *relay coil*. Simbol instruksi *OUT* tampak seperti pada Gambar 2.9 :

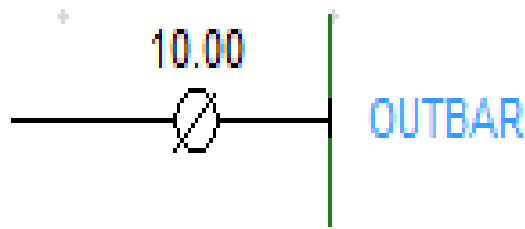


Gamabar 2.9 Diagram ladder instruksi *OUT* (Putra, 2004)

Jika alur instruksi yang telah dibuat pada diagram tangga adalah benar, maka keluaranya juga akan benar. Kita dapat mendefinisikan bahwa instruksi ini sebagai keluaran terbuka. Instruksi ini dapat digunakan sebagai *coil* dan keluaran eksternal (Putra, 2004).

## 6. Instruksi *OUT NOT*

Instruksi *OUTBAR* biasa juga disebut suatu instruksi *Outnot*, instruksi *Outbar* seperti suatu *relay coil* yang tertutup. Simbol dari instruksi *Outbar* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10



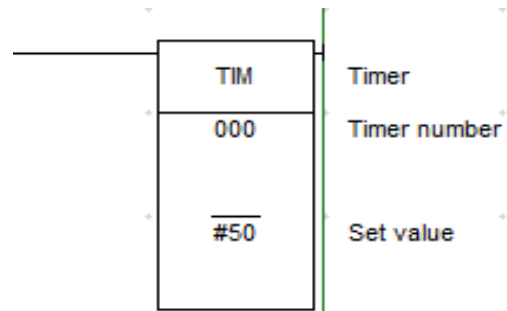
Gambar 2.10 Diagram ladder instruksi OUTBAR (Putra, 2004)

Jika alur instruksi yang telah dibuat pada diagram tangga salah, maka keluaranya akan jadi benar. Kita dapat mendefinisikan bahwa instruksi ini sebagai *internal coil* dan keluaran eksternal. Instruksi ini adalah kebalikan dari instruksi *OUT* (Putra, 2004).

## 7. Waktu (*Timer*)

Instruksi *Timer* digunakan untuk operasi tunda waktu. Ia memerlukan dua baris instruksi, yaitu baris pertama untuk nomor timer dan yug kedua untuk setting waktu ( $SV = Set Value$ ). Meskipun demikian, instruksi *Timer* terletak dalam satu alamat.

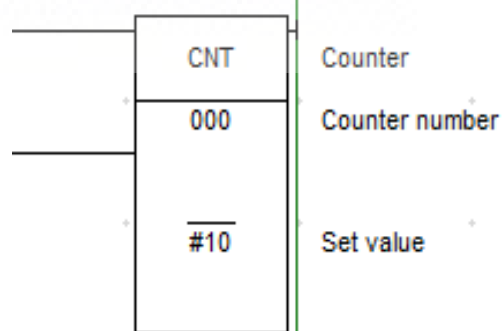
Nomor *Timer* dipakai bersama untuk nomor *Counter*. Nomor *Timer/Counter* hanya boleh digunakan sekali. Maksudnya, sekali nomor *Timer/Counter* telah digunakan, tidak boleh digunakan untuk instruksi *Timer/Counter* yang lain. Tetapi nomor *Timer* sebagai operand suatu kontak dapat digunakan sebanyak yang diperlukan. Seperti pada Gambar 2.11 (Putra, 2004).

Gambar 2.11 Penggunaan *Timer* (Putra, 2004)

## 8. Pencacah (*Counter*)

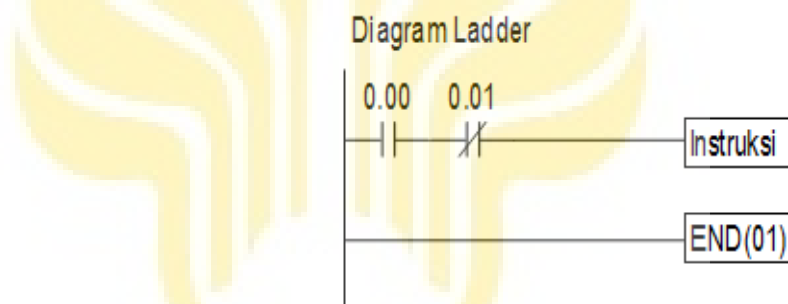
Pencacah (*counter*) merupakan elemen yang sudah terintegrasi yang terdapat di dalam PLC. Pencacah digunakan untuk menghitung banyaknya kemunculan sinyal-sinyal masukan. Pencacahan ini dapat berupa perhitungan banyaknya putaran sebuah poros motor atau mungkin pula perhitungan terhadap banyaknya benda-benda yang melintas.

Sebuah pencacah diatur pada suatu nilai pre-set tertentu dan ketika nilai pulsa-pulsa masukan ini telah diterima, maka kontak-kontaknya akan beroperasi. Jadi kontak-kotak normal terbuka akan menutup, dan kontak-kontak normal tertutup akan terbuka. Contoh *counter* seperti pada Gambar 2.12 (Putra, 2004).

Gambar 2.12 Pengaturan *Counter*

## 9. Instruksi *END* (01)

Instruksi terakhir yang diperlukan untuk melengkapi suatu program adalah instruksi *END*. Saat PLC menscan program, ia mengeksekusi semua instruksi hingga instruksi *END* pertama sebelum kembali ke awal program dan memulai eksekusi lagi. Meskipun instruksi *END* dapat ditempatkan sembarang titik dalam program, tetapi instruksi setelah instruksi *END* pertama tidak akan dieksekusi. Jika dalam program tidak ada instruksi *END*, program tersebut tidak akan dieksekusi. Seperti pada Gambar 2.13 (Putra, 2004).



Gambar 2.13 Penggunaan Instruksi *END* (Putra, 2004)

Akan tetapi tidak semua program PLC menggunakan instruksi *END*, seperti PLC omron CP1L sudah tidak memerlukan instruksi *END* karena sudah terdapat secara otomatis pada program, sehingga tanpa memberi instruksi *END* sudah bisa dieksekusi.

### 2.2.7 Kelebihan dan Kekurangan PLC

PLC memiliki beberapa keunggulan, diantaranya :

1. Proses pengawatannya lebih mudah, karena pengguna hanya melakukan pengawatan pada *input* dan *output* PLC, sedangkan rangkaian kontrolnya diprogram melalui komputer.
2. Memiliki kehandalan yang tinggi dibandingkan relay mekanis dan timer.
3. Perawatan dan *maintenance* perangkat yang mudah.
4. Konsumsi daya yang relatif rendah.
5. Proses *trouble-shooting* lebih mudah, karena PLC memiliki fasilitas *self-diagnostic*.
6. Pengubahan alur kontrol yang relatif singkat.

PLC juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya :

1. Pengawatan (*wiring*) tidak terlihat
2. PLC tidak dapat ditempatkan di sembarang tempat, seperti pada suhu dan getaran yang tinggi.

### 2.3 Motor DC

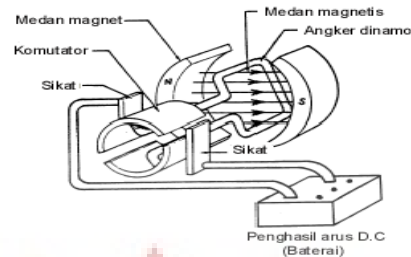
Motor DC adalah motor yang menggunakan sumber tegangan DC dan pada umumnya digunakan pada torsi yang relatif kecil dan menggunakan magnet permanen. Karakteristik Motor DC :

1. Pemeliharaan dan perbaikan yang diperlukan lebih rutin
2. Lebih mahal dari motor AC
3. Torsi tinggi pada kecepatan rendah



#### 4. Kemampuan mengatasi beban lebih baik

Pada Gambar 2.14 memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama :



Gambar 2.14 Motor DC (Radita, 2013)

##### – Kutub medan

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet yang akan menyebabkan peputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan *bearing* pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan : kutub utara dan kutub selatan.

##### – Dinamo

Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

##### – Komutator

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Keuntungannya adalah untuk membalikan arus listrik dalam dinamo. Komutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya (Radita, 2013).

## 2.4 Power Supply

*Power supply* termasuk dari bagian *power conversion*, *power conversion* sendiri terdiri dari tiga macam: *AC/DC Power Supply*, *DC/DC Converter*, dan *DC/AC Inverter*. *Power supply* untuk PLC yang digunakan sering juga disebut sebagai *PSU (Power Supply Unit)*. *PSU* termasuk *power conversion AC/DC*.

Di dalam PLC omron CP1L *power supply* diharapkan dapat melakukan fungsi sebagai konversi *input* listrik AC menjadi DC, memberikan arus listrik atau tegangan DC yang sesuai dengan yang dibutuhkan, dapat menghasilkan arus listrik DC yang lebih merata, dapat mengendalikan arus listrik atau tegangan agar tetap terjaga tetapi tergantung beban daya, dan perubahan kenaikan temperature kerja juga toleransi perubahan tegangan daya *input*, mencegah naiknya tegangan listrik (jika terjadi).



Gambar 2.15 Power suplay

## 2.5 Sensor/*Proximity*

Sensor/*Proximity* (sensor jarak) digunakan untuk mengetahui keberadaan sebuah benda tanpa bersentuhan dengan benda tersebut. Terdapat beberapa bentuk untuk saklar jenis ini, dan beberapa diantaranya hanya peka terhadap objek-objek yang terbuat dari logam (*metal*), (Bolton, 2004 : 16).

Jenis sensor yang sensitif terhadap objek dari logam yaitu sensor *proximity induktif*. Sensor ini terdiri dari sebuah kumparan yang dililitkan pada sebuah inti besi (*ferrous*). Ketika salah satu ujung inti besi ini diletakkan di dekat sebuah objek yang juga terbuat dari besi, maka akan terjadi perubahan jumlah efektif inti besi yang diasosiasikan dengan kumparan tersebut dan dengan sendirinya induktansinya. Perubahan induktansi ini dapat dipantau dengan menggunakan sebuah rangkaian resonan, dimana keberadaan objek yang terbuat dari besi mengubah pasokan arus ke rangkaian tersebut. Arus ini dapat digunakan untuk mengaktifkan sebuah saklar elektronik, dan dengan demikian menghasilkan sebuah perangkat “hidup”/”mati”. Jarak secara umum yang mampu dideteksi oleh sensor ini berkisar antara 2-15 mm.



Gambar 2.16 Sensor *Proximity* Induktif

## 2.6 *Push botton*

Sakelar tekan atau tombol (*push botton*), ada 2 macam yaitu tombol tekan normally open (NO) dan tombol tekan normally close (NC). Konstruksinya tombol tekan ada beberapa jenis, yaitu jenis tunggal ON dan OFF dibuat secara terpisah dan ada juga yg dibuat satu tempat. Jenis ini untuk satu tombol dapat untuk ON dan OFF tergantung keinginan penggunanya. Tombol tekan tunggal terdiri dari 2 terminal, sedangkan tombol tekan ganda terdiri dari 4 terminal.



Gambar 2.17 *Push botton*

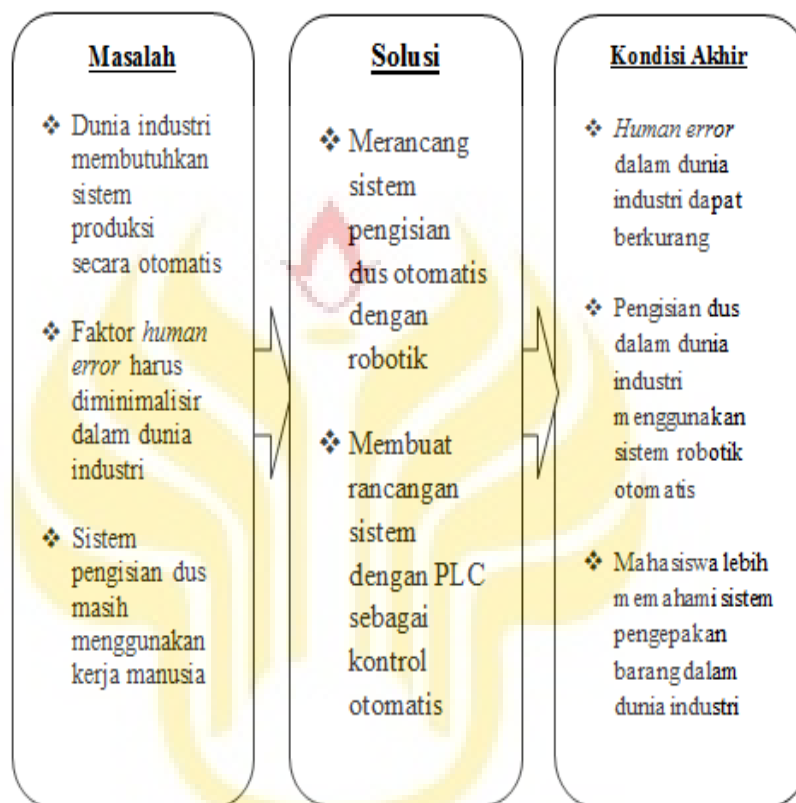
## 2.7 Kerangka Berfikir

Pesatnya perkembangan ilmu dan teknologi di era industrial ini, banyak memunculkan peralatan-peralatan kontrol yang canggih. Mulai dari sistem kontrol yang *userly* sampai yang dapat diprogram sesuai dengan keinginan pengguna. Hal ini menyebabkan pergeseran tenaga manusia di dunia industri, karena semua pekerjaan manusia tergantikan oleh sistem kontrol otomatis yang canggih yang mana menawarkan banyak keunggulan dan pertimbangan efisiensi penggunaan energi di industri.

Atas dasar masalah ini, maka penulis merancang sebuah *prototype* yang mampu melakukan tugas pemindahan barang logam secara otomatis ke dalam dus menggunakan komponen piranti kontrol PLC (*Programmable Logic Controller*).

Diharapkan dapat bermanfaat dan diterapkan langsung dalam dunia industri maupun dunia perkuliahan.

Berdasarkan kajian teori tersebut, maka dapat dibuat kerangka berpikir sebagai berikut :



Gambar 2.18 Kerangka Berpikir

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Prototype* sistem pengisian dus otomatis dengan robotik dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. *Prototype* ini menggunakan PLC omron CP1L sebagai sistem kontrol dan motor DC 24V sebagai penggerak konveyor maupun penggerak robotik. *Prototype* bekerja dengan dua system yaitu system otomatis dan manual. Sistem otomatis dilakukan dengan mengarahkan *selector switch* pada posisi otomatis maka sistem bekerja secara otomatis. Sedangkan, untuk sistem manual perlu menggunakan *push botton* untuk menggerakkan robotik. *Push botton* hijau untuk gerak naik dan turun. *Push botton* merah untuk gerak kanan dan kiri. *Prototype* bekerja dengan memindahkan barang (logam) pada konveyor 1 ke dalam dus yang berada pada konveyor 2, dan setelah dus terisi 2 buah barang (logam) maka konveyor 2 bergerak menggeser dus.
2. Hasil penilaian oleh ahli/pakar menunjukkan bahwa *prototype* sudah baik dan layak. Penilaian dibagi dalam tiga aspek yaitu, aspek desain dan unjuk kerja memperoleh hasil skor 81.25%, aspek kemudahan pengoperasian mendapatkan hasil skor 87.5% dan aspek manfaat mendapatkan hasil skor 76.25%. Maka, dapat disimpulkan bahwa *prototype* cukup efisien jika

digunakan dalam proses pengepakan barang dan dapat membantu mengurangi kecelakaan kerja akibat *human error*.

## 5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian ini maka dapat disarankan:

1. Perlu ada pengembangan lebih lanjut untuk *prototype* system pengepakan barang dengan robotik yang disesuaikan dengan SOP dunia industri.
2. Kepada jurusan teknik elektro Unnes diharapkan agar materi tentang dunia industri khususnya bidang kelistrikan lebih ditambahkan sehingga sarjana pendidikan juga mampu mengenal dan sedikit menguasai kelistrikan dalam dunia industri.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bird, F. E., Germain. & L. George. 1986. *Practical Loss Kontrol Leadership*. Diakses pada hari kamis, tanggal 9 April 2015 pukul 20.10 WIB dari <http://jurnalk3.com>
- Bolton, W. 2004. *Pengantar Programmable Logic Kontrol*. Jakarta : Erlangga.
- \_\_\_\_\_. 2006. *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*. Jakarta: Erlangga.
- Erlambang, Y. D. 2014. *Rancang Bangun System Pengepakan Barang Plastic Berbasis Programmable Logic Kontroller (PLC)*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Heinrich, 1972. *A Worker's Education Manual*. Diakses pada hari kamis, tanggal 9 April 2015 pukul 20.12 WIB dari <http://jurnalk3.com>
- Jatmiko, W. *et al.* 2012. *Robotika Teori dan Aplikasi*. Denpasar: Perpustakaan Nasional Universitas Indonesia Fakultas Ilmu Komputer.
- Putra, Eko A. 2004. *PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi*. Yogyakarta: Gava Media
- Radita, A. 2013. *Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Said, H. 2012. *Aplikasi PLC dan Sistem Pneumatik pada Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sugiyono, 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta
- Sumardjati, P. *et al.* 2013. *Arsitektur PLC (Seri Belajar PLC)*. Diakses pada tanggal 20 April 2015 pukul 14.15 WIB dari <http://www.musbikhin.com/arsitektur-plc-seri-belajar-plc>.



Triwiyatno, A. 2012. *Buku Ajar Sistem Kontrol Analog*. Diakses pada tanggal 20 April 2015 pukul 13.00 WIB dari <http://aristriwiyatno.blog.undip.ac.id/files/2011/10/Bab-1-Konsep-Umum-Sistem-Kontrol.pdf>

