

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ALAT PENUTUP DAN PENGUNCIAN TUTUP BOTOL OTOMATIS (*AUTOMATIC BOTTLE CAPS AND LOCKING*) DENGAN PNEUMATIK BERBASIS PLC

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas – tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.*

Oleh :

IRFANSYAH
NPM : 1507220019



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ALAT PENUTUP DAN PENGUNCIAN TUTUP BOTOL
OTOMATIS (AUTOMATIC BOTTLE CAPS AND LOCKING) DENGAN
PNEUMATIK BERBASIS PLC

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas-tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :
31 Oktober 2020

Oleh :
IRFANSYAH
1507220019

Pembimbing I

(Noorly Evalina, S.T, M.T)

Pembimbing II

(Muhammad Safril, S.T, M.T)

Penguji I

(Faisal Irfan Pasaribu, S.T, M.T)

Penguji II

(Elvy Sahnur Nasution, S.T, M.Pd)

Diketahui dan Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Faisal Irfan Pasaribu, ST. M.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
TEKFAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Irfansyah**
NPM : **1507220019**
Tempat/Tgl Lahir : **Perlis, 26 Agustus 1997**
Fakultas : **Teknik**
Program Studi : **Teknik Elektro**

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir (Skripsi) saya yang berjudul :

“Perancangan Alat Penutup Dan Pengujian Tutup Botol Otomatis (Automatic Bottle Caps And Locking) Dengan Pneumatik Berbasis PLC”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat agar ketidaksesuaian antar fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses tim Fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun, demi integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara .

Medan, 31 Oktober 2020

Saya yang
Menyatakan



Irfansyah

1507220019

ABSTRAK

Mesin Capping adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menutup berbagai jenis botol dan berbagai jenis bahan penutup botol. Penelitian Bertujuan Untuk Merancang Alat Penutup dan penguncian Tutup Botol Minuman Otomatis ini menggunakan sistem kontrol berbasis Programmable Logic Controller (PLC). PLC yang digunakan bermerek Omron, dengan tipe CP1E-E20 SDR-A yang diprogram oleh CX-Programmer berupa ladder diagram. Pada alat ini terdiri dari input dan output. Input yang digunakan terdiri dari Sensor Photoelectric dan Limit Switch (LS). Hasil Pengujian Menunjukkan Sensor Photoelektrik dapat mendeteksi jarak objek 0 cm hingga 30 cm, dimana rotary capping akan mati secara otomatis jika objek berada pada jangkauan 0-30 cm. apabila jarak objek lebih dari 30 cm, maka rotary capping tidak akan mati. Sehingga kinerja sensor photoelektrik dapat bekerja pada jarak maksimum 30 cm. Dengan demikian pengujian dari alat ini cukup baik, karena dari hasil pengujian bahwa penutup dan penguncian tutup botol berhasil di jalankan. Dari hasil pengujian juga dapat disimpulkan bahwa sistem Limit Switch (LS), Sensor Photoelectric, Pneumatik, Konveyor dan PLC yang dirancang dapat memberikan perintah saling sinkron dalam pemograman.

Kata kunci: Mesin Capping, PLC, Pneumatik, Photoelectric Sensor.

ABSTRACT

Capping machine is a tool that functions to cover various types of bottles and various types of bottle closing materials. This research aims to design a tool for closing and locking the automatic beverage bottle caps using a control system based on the Programmable Logic Controller (PLC). The PLC used is Omron brand, with the CP1E-E20 SDR-A type programmed by CX-Programmer in the form of a ladder diagram. In this tool consists of input and output. The input used consists of a Photoelectric Sensor and Limit Switch (LS). Photoelectric sensor test results are reliable, the object distance is 0 cm to 30 cm, where rotary capping will automatically turn off if the object is in the range of 0-30 cm. If the object distance is more than 30 cm, then rotary capping will not die. So that the performance of the photoelectric sensor can work at a maximum distance of 30 cm. Thus, the test of this tool is quite good, because from the test results that the lid and bottle cap locking are successful. From the test it can also be shown that the Limit Switch (LS) system, Photoelectric Sensor, solenoid valve, conveyor and PLC which are designed can provide synchronous command results in programming.

Keywords: *Capping Machines, PLC, Pneumatic, Photoelectric Sensor.*

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum wr.wb

Puji syukur kehadirat ALLAH.SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad.SAW yan mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah **Perancangan Alat Penutup Dan Penguncian Tutup Botol Otomatis (*Automatic Bottle Caps And Locking*) Dengan Pneumatik Berbasis PLC.**

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda (Muhammadsyah) dan ibunda (Ruwaida) tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.AP, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Ibu Noorly Evalina, S.T, M.T Selaku Dosen Pembimbing I Dalam Penyusunan Tugas Akhir Ini.
6. Bapak Muhammad Safril, S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II Dalam Penyusunan Tugas Akhir Ini.
7. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji I Dalam Penyelesaian Tugas Akhir Ini.
8. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T, M.Pd Selaku Dosen Penguji II Dalam Penyelesaian Tugas Akhir Ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Karyawan Biro Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Teman-Teman Seperjuangan Fakultas Teknik, Khususnya Teknik Elektro A-1 Pagi 2015 yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr.wb

Medan, 31 Oktober 2020

Penulis



IRFANSYAH

1507220019

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

HALAMAN PENGESAHAN

PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	8
2.2 Programmable Logic Controller (PLC)	9
2.2.1 Prinsip Kerja PLC	10
2.2.2 Modul Catu Daya.....	12
2.2.3 Modul Central Processing unit (CPU).....	12
2.2.4 Modul Program Perangkat Lunak.....	14
2.2.5 Ladder Diagram.....	15
2.2.6 Modul I/O.....	17
2.3 Pneumatik.....	20
2.3.1 Prinsip Kerja Dasar Pneumatik	20
2.3.2 Bagian Utana Sistem Pneumatik.....	22
2.4 Limit Switch.....	27
2.5 Motor DC	28
2.5.1 Prinsip Kerja Motor DC	29
2.6 Photoelektrik Sensor	33
2.6.1 Sensor PNP Dan NPN Pada Photoelektrik.....	35
2.7 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	36
2.8 Konveyor	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1 Umum	43
3.2 Lokasi Penelitian	43
3.3 Jalannya Penelitian.....	44

3.4 Peralatan Penelitian.....	44
3.5 Analisa Kebutuhan	45
3.5.1 Perancangan Hardware	46
3.5.2 Perancangan Rotary	47
3.5.3 Perancangan Jalur Tutup Botol	48
3.5.4 Perancangan Penguncian Dan Solenoid Valve	48
3.5.5 Perancangan Konveyor	49
3.5.6 Perancangan Sensor Photoelektrik Type E18-B03P1 PNP....	50
3.5.7 Perancangan Software PLC (Programmable Logic Control).	51
3.6 Perancangan Program Pada PLC (Programmable Logic Control) .	56
3.6.1 Perancangan Relay Internal.....	55
3.6.2 Pemrograman Timer	55
3.6.3 Perancangan I/O Sistem PLC Omron CP1E.....	56
3.7 Metodologi Penelitian	57
3.8 Flow chart Penelitian.....	59
3.9 Flow chart Sistem Kerja Alat.....	60
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Pengujian PLC Omron CP1E.....	61

4.2 Pengujian Sensor Photoelektrik	63
4.3 Pengujian Konveyor.....	64
4.4 Pengujian Rotary Capping	65
4.5 Pengujian Solenoid Valve Dan Motor DC mini	66
4.6 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	68
4.6.1 Tabel Input/Output.....	69
4.6.2 Tabel Kerja Alat.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Gambar Tabel 3.1 Alamat Input/Output PLC untuk kontrol	57
Gambar Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Photoelektrik.....	63
Gambar Tabel 4.2 Hasil Pengujian jarak Sensor Photoelektrik.....	63
Gambar Tabel 4.3 Hasil Pengujian Konveyor	65
Gambar Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rotary Capping.....	66
Gambar Tabel 4.5 Hasil Pengujian Solenoid Valve.....	67
Gambar Tabel 4.6 Tabel input/output	68
Gambar Tabel 4.7 Tabel Kerja Alat.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem PLC	11
Gambar 2.2 Simbol Input Dan Output Ladder Diagram.....	16
Gambar 2.3 PLC OMRON CP1E	19
Gambar 2.4 Sistem Pneumatik.....	21
Gambar 2.5 Wiring PLC Ke Pneumatik.....	25
Gambar 2.6 Simbol Limit Switch	28
Gambar 2.7 Motor DC Jenis Servo	29
Gambar 2.8 Bagian Motor DC	30
Gambar 2.9 Jenis-Jenis Sensor Proximity	34
Gambar 2.10 Sensor PNP.....	35
Gambar 2.11 Sensor NPN	36
Gambar 2.12 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	37
Gambar 2.13 Jenis-jenis Konveyor.....	42
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Alat	46
Gambar 3.2 Rotary Capping	47
Gambar 3.3 Jalur Tutup Botol	48
Gambar 3.4 Penguncian Dan Solenoid valve.....	49

Gambar 3.5 Konveyor.....	50
Gambar 3.6 Sensor Photoelektrik	50
Gambar 3.7 Tampilan Loading CX-Programmer	52
Gambar 3.8 Pemilihan Seri PLC	52
Gambar 3.9 Tampilan Sebelum Membuat Program	53
Gambar 3.10 Cara Transfer Program	54
Gambar 3.11 Monitor Test	55
Gambar 3.14 Penggunaan Timer Pada Omron	56
Gambar 4.1 Wiring Power PLC	62
Gambar 4.2 Wiring Sensor Photoelektrik	64
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Sensor Photoelektrik	64
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Konveyor	65
Gambar 4.5 Pengujian Rotary Capping	66
Gambar 4.6 Pengujian Solenoid Valve	67
Gambar 4.7. Wiring Keseluruhan Alat	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi dan atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi lagi penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun industri dan perekayasaannya industri. (Kartasapoetra, 2000).

Mesin Capping adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menutup berbagai jenis botol dan berbagai jenis bahan penutup botol. Segel tutup botol menjadi hal sangat penting dalam sebuah industry minuman, makanan, ataupun industry yang lain. Alat penutup botol bekerja dengan cara menutup botol dengan tutup yang telah disiapkan kemudian menyegelnya dengan sangat kuat dan tertutup rapat.

Awalnya, *PLC* banyak dikenal sebagai akronim dari *PC (Personal Computer)*. Dan ini menjadikan suatu hal yang membingungkan antara pengertian *PLC* dan *PC*, akhirnya sekarang *PLC* memiliki pengertian tersendiri yaitu *Programmable Logic Control*.

PLC adalah sebuah peralatan user friendly, berbasis mikroprosesor, merupakan suatu komputer khusus yang berisi fungsi kontrol dari berbagai jenis dan level secara kompleksitas. *PLC* dapat diprogram, dikontrol dan dioperasikan oleh seseorang yang tidak begitu mahir dalam pengoperasian *PC*. Operator *PLC* pada dasarnya menggambar garis dan peralatan dari diagram tangga (*Ladder diagram*). Hasil penggambaran di komputer menggantikan *eksternal wiring* (pada rangkaian listrik) yang dibutuhkan untuk pengontrolan sebuah proses rangkaian.

PLC akan mengoperasikan semua sistem yang memiliki output device yang menjadi *ON* ataupun *OFF*. Juga dapat mengoperasikan segala system dengan *variable* output. *PLC* dapat dioperasikan pada sisi input dengan peralatan *ON-OFF* (*switch*) atau dengan peralatan *variable* input. Sistem *PLC* pertama dikembangkan dari komputer konvensional pada akhir tahun 1960 dan awal 1970. *PLC* pertama banyak dipasang pada *Plane Automotive*, awal *PLC* digunakan dengan teknik automasi baru pengawatan konvensional. Prosedur pengawatan yang baru atau revisi dari relay dan panel kontrol. Prosedur Reprogram (pemrograman ulang) *PLC* telah menggantikan Rewiring (instalasi ulang) dari panel yang penuh kabel, *Relay*, *Timer*, dan komponen lainnya. Jadi *PLC* bias membantu mengurangi waktu yang cukup rumit dan cukup lama, digantikan dengan cara reprogram yang lebih cepat. (Putra Agfianto Eko, 2004)

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Orang pertama yang dikenal dengan pasti telah menggunakan alat pneumatik adalah orang Yunani bernama Ktesibio. Dengan demikian istilah pneumatik berasal dari Yunani kuno yaitu *pneuma* yang artinya hembusan (tiupan). Bahkan dari ilmu filsafat atau secara *philosophi* istilah *pneuma* dapat diartikan sebagai nyawa. Dengan kata lain pneumatik berarti mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan. (Drs. Suyanto, M.Pd, M.T, 2003 : 1)

Kecanggihan mesin di dunia global sekarang ini telah berkembang dengan sangat pesat. Semakin bertambahnya kebutuhan manusia pun memacu perkembangan hal itu. Demi mempermudah kehidupannya pun manusia yang

pada awalnya memasak air minum pada saat ini mengemasnya dalam botol untuk dapat dikonsumsi dimana saja. Karena itu, pabrik air minum kemasan yang berkualitas sangat dituntut untuk memenuhi kebutuhan kesehatan konsumen. Kebanyakan pabrik telah memiliki alat otomatis mulai dari bahan mentah sampai produk jadi, tetapi ada juga pabrik yang belum memiliki teknologi tersebut salah satunya di Sulawesi Utara. Maka pengembang teknologi di Sulawesi Utara terutama pendidikan tinggi yang ada harus berusaha mengembangkan teknologi tersebut, termasuk pada bagian pengepakan yang masih menggunakan tenaga manusia.

Perancangan dan pembuatan prototipe sistem pengepakan botol air minum dalam kemasan (lebih khusus kemasan 600mL) dengan parameter mekanik dan program yang baik akan menunjang proses pengepakan yang dimaksud. Penggunaan listrik bahkan udara (pneumatik) dalam pembuatan sistem pun dilakukan. Untuk pengontrolan sistem, digunakan *PLC (Programmable Logic Controller)* Siemens S7-300 CPU 314C-2 DP. Mekanik sistem menggunakan bahan besi dan aluminium berbekal penggerak berupa motor listrik arus searah dan silinder pneumatik. Berdasarkan pada ukuran botol dan karton, rangka dan mekanik sistem dibuat. Arus rata-rata maksimum pada motor DC 12V adalah pada saat mengangkat beban yaitu 2,036 A, dan pada motor DC 24 V adalah pada saat gerak ke kanan (dengan beban) yaitu 0,184 A. Gaya yang dihasilkan silinder pneumatik pada saat menjepit beban dengan tekanan 2 bar adalah sedangkan pada saat posisi awal/melepas beban adalah . Jumlah volume kompresi angin yang dibutuhkan silinder adalah 0,1415512 liter.

Dari hasil pengujian, disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik walaupun dengan waktu yang sedikit lama. Dengan begitu, diharapkan bahwa alat sistem vakum udara dapat digunakan ke depannya untuk mempermudah pengepakan botol air minum dalam kemasan. (*Samuel Y. Dimpudus, Vecky C. Poekoel, Pinrolinvic D.K. Manembu 2015*)

Berdasarkan penelitian di atas, maka pada penelitian ini akan merancang alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis (*automatic bottle caps and locking*) dengan pneumatik berbasis PLC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, biasa dirumuskan suatu permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah rancang bangun alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC.
2. Bagaimanakah unjuk kerja alat penutup dan penguncian tutup botol.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Merancang rancang bangun alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC.
2. Menjelaskan unjuk kerja alat penutup dan penguncian tutup botol.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun Ruang Lingkup meliputi sebagai berikut :

1. Perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis ini Menggunakan PLC merk Omron tipe CP1E sebagai sistem kontrol, sensor

photoelectric untuk mendeteksi botol, pneumatic untuk mendorong *Air cylinder*, motor DC sebagai pengunci dan penggerak rotary dan konveyor.

2. Unjuk kerja sistem alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis yang menggunakan mekanisme dari Rotary capping dengan sistem kendali PLC, sensor photoelektrik untuk mendeteksi botol, pneumatic untuk mendorong *Air cylinder*, motor DC sebagai pengunci dan penggerak rotary dan konveyor.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

1. Untuk memperkenalkan khususnya kepada mahasiswa teknik elektro mengenai sistem automation dalam dunia industri.
2. Memberikan sedikit ilmu pengetahuan khususnya kepada mahasiswa teknik elektro Mengenai prinsip kerja sensor, motor listrik DC, pneumatik dan PLC di dunia industri.
3. Menjadi bahan referensi mahasiswa fakultas teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atau yang disingkat UMSU.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penulisan penelitian ini penulis melakukan penelitian terhadap sistem yang diterapkan. Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur, yaitu metode yang digunakan dalam perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC ini menggunakan kajian pustaka agar mendapat tingkat keakuratan data yang baik menjadi pertimbangan dalam diri penulis, diperlukan teori

penunjang yang memadai, maupun teknik penulisan. Teori penunjang ini dapat diperoleh dari buku pengangan; jurnnal ilmiah baik nasional maupun internasional, serta media *online*.

Teori ditekankan pada perancangan sistem kontrol PLC dan perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC.

2. Perancangan alat, yaitu mengumpulkan data kemudian mencari bentuk model yang optimal dari sistem yang akan dibuat dengan mempertimbangkan faktor-faktor permasalahan dan kebutuhan yang telah ditentukan.
3. Pembuatan Sistem *Hardware*, penulis akan merancang unit penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatic berbasis PLC
4. Sistem *Software*, Penulis akan merancang sistem *software* untuk menjalankan sistem kontrol.
5. Eksperimen, yaitu dengan langsung melakukan praktek maupun pengujian terhadap hasil pembuatan alat dalam pembuatan tugas akhir ini.
6. Pengujian dan analisis, Pengujian merupakan metode untuk memperoleh data dari beberapa bagian perangkat keras dan perangkat lunak sehingga dapat diketahui apakah sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan, Selain itu pengujian juga digunakan untuk mendapatkan hasil dan mengetahui kemampuan kerja dari sistem.
7. Hasil, yaitu hasil akhir penelitian.
8. Kesimpulan, yaitu kesimpulan dari seluruh proses percobaan.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman, maka sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penyusunan Tugas Akhir, latar belakang, rumusan masalah, dan batasan masalah, manfaat penulisan, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan konsep teori yang menunjang kasus Tugas Akhir, memuat tentang dasar teori yang digunakan dan menjadi ilmu penunjang bagi peneliti, berkenaan dengan masalah yang akan diteliti yaitu tentang perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menerangkan mengenai lokasi dilaksanakannya penelitian, jenis penelitian, jadwal penelitian, serta jalannya penelitian.

BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai analisa data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

kesimpulan dan saran, di dalam bab ini berisi kesimpulan dari penulisan tugas akhir dan saran-saran yang dapat digunakan sebagai tindak lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Relevan

Industri dalam arti sempit adalah kumpulan perusahaan yang menghasilkan produk sejenis dimana terdapat kesamaan dalam bahan baku yang digunakan, proses, produk akhir dan konsumen akhir. Dalam arti yang lebih luas, industri merupakan kumpulan perusahaan yang memproduksi barang dan jasa dengan elastisitas silang yang positif dan tinggi (Kuncoro, 2007: 167)

Kecanggihan mesin di dunia global sekarang ini telah berkembang dengan sangat pesat. Semakin bertambahnya kebutuhan manusia pun memacu perkembangan hal itu. Demi mempermudah kehidupannya pun manusia yang pada awalnya memasak air minum pada saat ini mengemasnya dalam botol untuk dapat dikonsumsi dimana saja. Karena itu, pabrik air minum kemasan yang berkualitas sangat dituntut untuk memenuhi kebutuhan kesehatan konsumen. Kebanyakan pabrik telah memiliki alat otomatis mulai dari bahan mentah sampai produk jadi, tetapi ada juga pabrik yang belum memiliki teknologi tersebut salah satunya di Sulawesi Utara. Maka pengembang teknologi di Sulawesi Utara terutama pendidikan tinggi yang ada harus berusaha mengembangkan teknologi tersebut, termasuk pada bagian pengepakan yang masih menggunakan tenaga manusia.

Perancangan dan pembuatan prototipe sistem pengepakan botol air minum dalam kemasan (lebih khusus kemasan 600mL) dengan parameter mekanik dan program yang baik akan menunjang proses pengepakan yang dimaksud. Penggunaan listrik bahkan udara (pneumatik) dalam pembuatan sistem pun dilakukan. Untuk pengontrolan sistem, digunakan *PLC (Programmable Logic Control)* Siemens S7-300 CPU 314C-2 DP. Mekanik sistem menggunakan bahan besi dan aluminium berbekal penggerak berupa motor listrik arus searah dan silinder pneumatik. Berdasarkan pada ukuran botol dan karton, rangka dan mekanik sistem dibuat. Arus rata-rata maksimum pada motor DC 12V adalah pada saat mengangkat beban yaitu 2,036 A, dan pada motor DC 24 V adalah pada saat gerak ke kanan (dengan beban) yaitu 0,184 A. Gaya yang dihasilkan silinder pneumatik pada saat menjepit beban dengan tekanan 2 bar adalah sedangkan pada saat posisi awal/melepas beban adalah . Jumlah volume kompresi angin yang dibutuhkan silinder adalah 0,1415512 liter.

Dari hasil pengujian, disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik walaupun dengan waktu yang sedikit lama. Dengan begitu, diharapkan bahwa alat sistem vakum udara dapat digunakan ke depannya untuk mempermudah pengepakan botol air minum dalam kemasan. (Samuel Y. Dimpudus, Vecky C. Poekoel, Pinrolinvic D.K. Manembu 2015)

2.2 Programmable Logic Control (PLC)

Programmable Logic Control adalah suatu peralatan elektronika yang bekerja secara digital dan memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus seperti logic,

sequencing, timing, counting dan arithmatik untuk mengontrol berbagai jenis motor atau proses melalui modul input output analog atau digital (Crispin, 1997). Di dalam *PLC* berisi rangkaian elektronika yang dapat difungsikan seperti *contact relay* (baik *NO* maupun *NC*) pada *PLC* dapat digunakan berkali-kali untuk semua intruksi dasar selain intruksi output. Jadi bisa dikatakan bahwa dalam suatu program *PLC* tidak diijinkan menggunakan output dengan nomor kontak yang sama.

2.2.1 Prinsip Kerja *PLC*

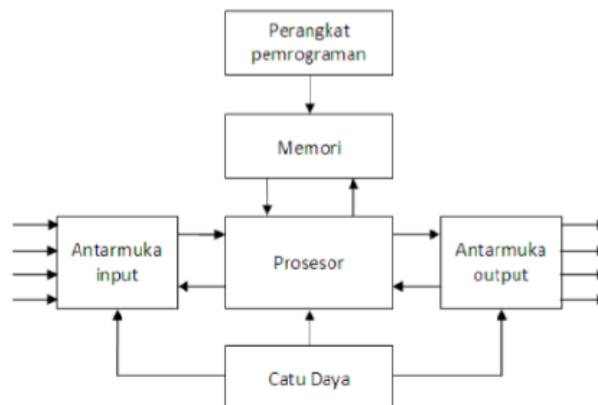
Data berupa sinyal dari peralatan input luar diterima oleh sebuah *PLC* dari sistem yang dikontrol. Peralatan input luar misalnya: saklar, sensor, tombol dan lain-lain. Data sinyal masukan yang masih berupa sinyal analog akan diubah oleh modul input *A/D* (*analog to digital input module*) menjadi sinyal digital. Selanjutnya oleh unit prosesor sentral atau *CPU* yang ada di dalam *PLC* sinyal digital dan disimpan di dalam memory. Keputusan diambil *CPU* dan perintah yang diperoleh diberikan melalui modul output *D/A* (*digital to analog output module*) sinyal digital itu bila perlu diubah kembali menjadi menggerakkan peralatan output luar (*external output device*) dari sistem yang dikontrol seperti antara lain berupa *kontaktor, relay, solenoid, valve, heater, alarm* dimana nantinya dapat untuk mengoperasikan secara otomatis sistem proses kerja yang dikontrol tersebut. *Programmable Logic Control* memiliki karakteristik :

1. Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembaban, dan Kebisingan.
2. Antarmuka untuk input dan output telah tersedia secara built-in di dalamnya.

3. Mudah diprogram dan menggunakan bahasa pemrograman yang mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.

PLC yang diproduksi oleh berbagai industri sistem kendali terkemuka saat ini biasanya mempunyai ciri-ciri sendiri yang menawarkan keunggulan sistemnya, baik dari segi aplikasi (perangkat tambahan) maupun modul utama sistemnya. Meskipun demikian, pada umumnya setiap PLC mengandung empat bagian, yaitu:

1. Modul catu daya.
2. Modul *Central Processing Unit (CPU)*.
3. Modul program perangkat lunak.
4. Modul I/O.



Gambar 2.1. Sistem PLC

(Sumber: Samuel Y. Dimpudus, Vecky C. Poekoel, Pinrolinvic D.K. Manembu 2015)

2.2.2 Modul Catu Daya

Sistem PLC memiliki dua macam catu daya dibedakan berdasarkan fungsi dan operasinya yaitu catu daya dalam dan catu daya luar. Catu daya dalam merupakan bagian dari unit PLC itu sendiri sedangkan catu daya luar yang memberikan catu daya pada keseluruhan bagian dari sistem termasuk di dalamnya untuk memberikan catu daya dalam dari PLC. Catu daya dalam akan mengaktifkan proses kerja pada PLC. Besarnya tegangan catu daya yang dipakai disesuaikan dengan karakteristik PLC. Bagian catu daya dalam pada PLC sama dengan bagian-bagian yang lain dimana terdapat langsung pada satu unit PLC atau terpisah dengan bagian yang lain.

2.2.3 Modul Central Processing Unit (CPU)

CPU terdiri dari:

1. Mikroprosesor

Merupakan otak dari *PLC*, yang diifungsikan untuk operasi matematika, operasi logika, mengeksekusikan instruksi program, memproses sinyal *I/O*, dan berkomunikasi dengan perangkat external. Sistem operasi dasar disimpan dalam *Read Only Memory (ROM)*. *ROM* adalah jenis memori yang semi permanen dan tidak dapat diubah dengan pengubah program. Memori tersebut hanya digunakan untuk membaca saja dan jenis memori tersebut tidak memerlukan catu daya cadangan karena isi memori tidak hilang meski catu daya terputus.

2. Memori

Merupakan daerah dari *CPU* yang digunakan untuk melakukan proses penyimpanan dan pengiriman data pada *PLC*. Menyimpan informasi digital yang bisa diubah dan berbentuk tabel data, register citra, atau *Relay Ladder Logic (RLL)* yang merupakan program pengendali proses. Untuk pemakaian, pembuatan program perlu disimpan dalam memori yang dapat diubah-ubah dan dihapus yang disebut *Random Access Memory (RAM)* dan disimpan tidak permanen. Jika sumber masukannya hilang maka programnya akan hilang. Selain *ROM* dan *RAM*, ada beberapa memori yang sering digunakan oleh *PLC* antara lain:

- a. *Programmable Read-Only Memory (PROM)* pada dasarnya sama seperti *ROM*, kecuali pada *PROM* dapat deprogram oleh programmer hanya untuk satu kali.
- b. *Erasable Programmable Read-Only Memory (EPROM)* adalah *PROM* yang dapat dihapus dengan memberi sinar ultraviolet (*UV*) untuk beberapa menit dan sering disebut *UVPROM*.
- c. *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)* mempunyai kelebihan dibandingkan dengan *EPROM* karena dapat dengan cepat direset dan mudah dihapus.
- d. *Nonvolatile Random Access Memory (NOVRAM)* merupakan jenis memori yang sering digunakan pada *CPU PLC*. *NOVRAM* merupakan kombinasi dari *EEPROM* dengan *RAM*. Bila catu daya berkurang, maka isi memori *RAM* disimpan pada *EEPROM*, sebelum hilang memori dibaca kembali oleh *RAM* saat catu daya kembali normal.

2.2.4 Modul Program Perangkat Lunak

Terdapat beberapa bahasa pemrograman standar untuk menuliskan bahasa pemrograman *PLC*. Menurut International Electrotechnical Commission (IEC)—dikenal dengan *IEC 1131-3*—terdapat 5 bahasa pemrograman *PLC* (Crispin, 1997), yaitu:

1. *Structured text (ST)*: sebuah bahasa berbasis teks tingkat tinggi yang serupa Pascal dalam membangun struktur kendali perangkat lunaknya.
2. *Instruction List (IL)*: rangkaian instruksi bahasa tingkat rendah berdasarkan mnemonics yang sering digunakan untuk perintah utama *PLC*.
3. *Ladder Diagram (LD)*: sebuah bahasa pemrograman tipe grafik yang berkembang dari metode rangkaian logika relay listrik dan digunakan di seluruh *PLC*.
4. *Function Block Diagram (FBD)*: sebuah bahasa pemrograman tipe grafik berdasarkan blok-blok fungsi yang dapat digunakan kembali di dalam bagian yang berbeda dalam sebuah aplikasi.
5. *Sequential Function Chart (SFC)*: sebuah bahasa tipe grafik untuk membangun sebuah kendali program sekuensial untuk mengendalikan waktu dan keadaan berdasarkan grafik.

Semua bahasa pemrograman tersebut dibuat berdasarkan proses sekuensial yang terjadi di dalam plant (sistem yang dikendalikan). Semua instruksi dalam program akan dieksekusi oleh modul *CPU*, dan penulisan program itu bisa dilakukan pada keadaan on line maupun off line. Jadi *PLC* dapat dituliskan program kendali pada saat ia melakukan proses pengendalian sebuah plant tanpa

mengganggu pengendalian yang sedang berjalan. Eksekusi perangkat lunak tidak akan mempengaruhi operasi I/O yang tengah berlangsung. Dari kelima bahasa pemrograman standar tersebut, yang dapat digunakan pada bahasan ini adalah *Ladder Diagram (LD)* dan *Instruction list (IL)*.

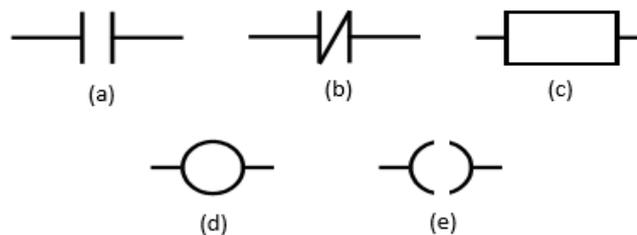
2.2.5 Ladder Diagram

Salah satu metode pemrograman *PLC* yang sangat umum digunakan adalah yang didasarkan pada penggunaan diagram tangga (*Ladder Diagram*). Menuliskan sebuah program, dengan demikian, menjadi sama halnya dengan menggambarkan sebuah rangkaian pensaklaran. Diagram-diagram tangga terdiri dari dua garis vertikal yang merepresentasikan rel-rel daya. Komponen-komponen rangkaian disambungkan sebagai garis-garis horizontal, yaitu anak-anak tangga, di antara kedua garis vertikal ini. Dalam menggambarkan sebuah diagram tangga, diterapkan konvensi-konvensi tertentu:

1. Garis-garis vertikal diagram merepresentasikan rel-rel daya, dimana di antara keduanya komponen-komponen rangkaian tersambung.
2. Tiap-tiap anak tangga mendefinisikan sebuah operasi dalam proses kendali.
3. Sebuah diagram tangga dibaca dari kiri ke kanan. Anak tangga teratas dibaca dari kiri ke kanan dan demikian seterusnya. Prosedur membaca semua anak tangga program ini disebut sebagai sebuah siklus.
4. Tiap-tiap anak tangga harus dimulai dengan sebuah input atau sejumlah input dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah output.
5. Perangkat-perangkat listrik ditampilkan dalam kondisi normalnya. Dengan demikian, sebuah sakelar yang dalam keadaan normalnya terbuka hingga suatu

objek menutupnya, diperlihatkan sebagai terbuka pada diagram tangga, demikian pula sebaliknya.

6. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga. Huruf-huruf atau nomor-nomor dipergunakan untuk memberi label bagi perangkat tersebut pada tiap-tiap situasi kendali yang dihadapinya.
7. Input dan output seluruhnya diidentifikasi melalui alamat-alamatnya, notasi yang dipergunakan bergantung pada pabrikan PLC yang bersangkutan.
8. Pada Gambar 2.2 diperlihatkan simbol-simbol baku yang digunakan untuk perangkat input dan output. Perhatikan bahwa input direpresentasikan oleh hanya dua simbol, yaitu kotak yang secara normal terbuka dan kotak yang secara normal tertutup. Hal ini berlaku untuk perangkat apapun yang tersambung ke PLC. Proses yang dilaksanakan oleh perangkat input sama halnya dengan membuka atau menutup sebuah sakelar. Output direpresentasikan oleh hanya satu simbol, terlepas dari apapun perangkat output yang disambungkan ke PLC. macam-macam simbol akan diperlihatkan seperti gambar dibawah 2.2 dibawah ini:



Keterangan Gambar :

(a) kontak *input* normal-terbuka
(b) kontak *input* normal-tertutup

(c) sebuah instruksi khusus
(d) dan (e) perangkat *output*

Gambar 2.2. Simbol Input Dan Output Ladder Diagram.
(Sumber: Chaerunnisa, I. 2018)

2.2.6 Modul I/O

Modul *I/O* merupakan modul masukan dan modul keluaran yang bertugas mengatur hubungan *PLC* dengan piranti external atau peripheral yang dapat berupa suatu komputer host, sakelar-sakelar, unit penggerak motor, dan berbagai macam sumber sinyal yang terdapat dalam plant.

1. Modul masukan

Modul masukan berfungsi menerima sinyal dari unit pengindera periperal dan memberikan pengaturan sinyal, terminasi, isolasi, atau indikator sinyal masukan. Sinyal-sinyal piranti periperal itu di-scan dan dikomunikasikan melalui modul antarmuka (*interface*) dalam *PLC*. Terminal masukan mengirimkan sinyal dari kabel yang dihubungkan dengan masukan sensor dan transduser, pada modul input sinyal masukannya dapat berupa sinyal digital maupun analog, sinyal tersebut sangat tergantung dengan perangkat input yang digunakan.

2. Modul keluaran

Modul keluaran berfungsi mengaktifasi berbagai macam piranti seperti lampu, motor, tampilan status titik periperal yang terhubung dengan sistem, conditioning, terminasi, dan pengisolasian. Pada modul keluaran menyediakan tegangan keluaran untuk aktuator atau indikator alat modul output-nya, keluaran *PLC* dapat berupa sinyal analog atau digital tergantung perangkat output yang digunakan.

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan *PLC OMRON* tipe CP1E yang mempunyai 20 I/O yaitu 12 inputs dan 8 outputs dengan sumber tegangan 220 VAC dan sumber tegangan output 24 VDC. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu ladder diagram (diagram tangga). Pada *PLC OMRON* tipe CP1E

terdapat dua macam pewaktu, yaitu Pewaktu atau Timer dan Pewaktu Tahan atau Holding Timer dengan perbedaan sebagai berikut:

- a. Pewaktu: Nilai pewaktu saat ini akan di-reset saat pewaktu diubah dari mode *RUN* ke mode *STOP* atau catu daya *ZEN* dimatikan. Terdapat empat macam operasional pewaktu jenis ini, yaitu tundaan *ON*, tundaan *OFF*, pulsa tunggal dan pulsa kedip.
 1. Tundaan *ON* (*ON Delay*): Bit pewaktu terkait akan *ON* setelah sekian waktu yang ditentukan dari saat masukan pemicuan *ON* dan akan *ON* terus selama masukan pemicuan *ON*.
 2. Tundaan *OFF* (*OFF Delay*): Bit pewaktu yang terkait akan *ON* pada saat masukan pemicu *ON*. Saat masukan pemicuan *OFF*, maka bit pewaktu akan *OFF* setelah sekian waktu yang ditentukan.
 3. Pulsa tunggal (*One-shot pulse*): Bit pewaktu akan *ON* hanya selama waktu yang ditentukan mulai dari saat masukan pemicuan *ON* (tidak peduli *ON* hanya sesaat atau lama).
 4. Pulsa kedip (*Flashing*): Meng-*ON*-kan dan meng-*OFF*-kan berulang ulang bit pewaktu selama masukan pemicuan *ON*.
- b. Pewaktu tahan (*Holding Timer*): Nilai pewaktu saat ini akan disimpan walaupun terjadi pengubahan mode *RUN* menjadi *STOP* atau catu daya dimatikan. Pewaktuan akan dilanjutkan kembali jika masukan pemicu *ON*, selain itu status *ON* pada bit pewaktu tahan ini akan disimpan jika waktu yang dikehendaki sudah selesai. Bit pewaktu tahan ini hanya bisa beroperasi dengan fungsi tundaan *ON* saja.

- c. Pencacah (*Counter*): terdapat 16 pencacah yang dapat digunakan dalam mode naik (increment) maupun turun (decrement). Nilai saat ini dari pencacah akan disimpan jika mode operasi *ZEN* diubah atau catu daya dimatikan. Bit pencacah akan *ON* jika nilai cacah sudah melampaui nilai yang ditentukan. Nilai pencacah kembali ke 0 (nol) jika di-reset.

Jenis-jenis counter antara lain:

1. *Counter up*: yaitu counter yang melakukan pencacahan naik (incremental).
2. *Counter down*: melakukan pencacahan secara menurun (decremental).
3. *Counter set*: counter yang setelah aktif maka akan memerintahkan set operasi.
4. *Counter reset*: counter yang melakukan operasi reset.



Gambar 2.3 PLC Omron CP1E

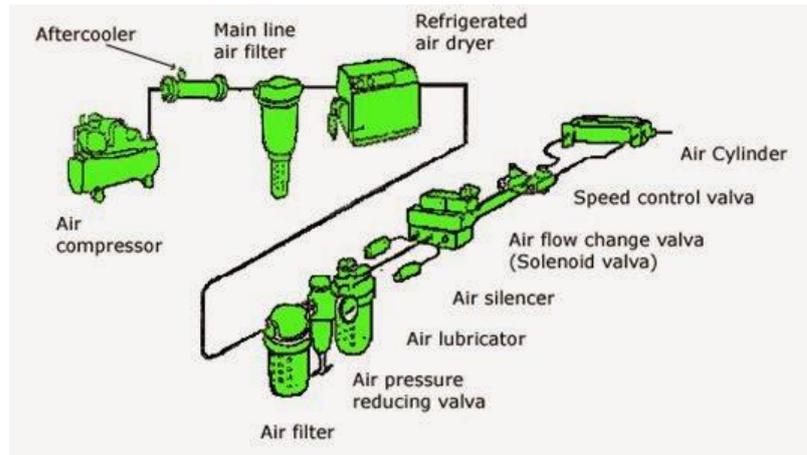
(Sumber: Samuel Y. Dimpudus, Vecky C. Poekoel, Pinrolinvic D.K. Manembu 2015)

2.3 Pneumatik

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Orang pertama yang dikenal dengan pasti telah menggunakan alat pneumatik adalah orang Yunani bernama Ktesibio. Dengan demikian istilah pneumatik berasal dari Yunani kuno yaitu pneuma yang artinya hembusan (tiupan). Bahkan dari ilmu filsafat atau secara filosofi istilah pneuma dapat diartikan sebagai nyawa. Dengan kata lain pneumatik berarti mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan. (Drs. Suyanto, M.Pd, M.T, 2003 : 1)

2.3.1 Prinsip Dasar Kerja Pneumatik

Sistem pneumatik adalah suatu sistem yang menggunakan udara sebagai media kerjanya, dimana untuk menghasilkan kerja tersebut udara dimampatkan terlebih dahulu. Sistem-sistem pneumatik terutama terdiri dari suatu kompresor udara atau perapat udara (sumber udara mampat), motor-motor udara mampat (pemakai-pemakai udara mampat) ditambah dengan bagian-bagian pengatur dan pengendali. Untuk lebih jelasnya berikut adalah gambar 2.4 sistem pneumatik secara rinci.



Gambar 2.4 Sistem Peumatik
(Sumber:Drs. Suyanto, M.Pd, M.T, 2003 : 1)

Keterangan gambar:

1. Kompresor adalah peralatan yang dipergunakan untuk menghasilkan udara kempa, udara akan diserap dan dimampatkan oleh kompresor yang digerakkan oleh motor listrik.
2. After Cooler, salah satu alat yang digunakan untuk mendinginkan udara kempa dengan menggunakan air atau media lain yang dapat berfungsi sebagai pendingin udara kempa.
3. Main Line Air Filter, peralatan yang berfungsi untuk mengeleminir debu dan air serta kandungan minyak pada udara kempa.
4. Refrigerated Air Dryer, alat ini berfungsi untuk mengeringkan udara basah atau udara yang masih mengandung embun atau titik air, sehingga dapat menghasilkan udara kempa yang benar-benar kering.
5. Air Filter, alat ini dipergunakan untuk menyaring debu yang terbawa oleh air.
6. Air Pressure Reducing Valve, berfungsi untuk mereduksi udara kempa pada batas yang dikehendaki dan menjaga agar tetap konstan pada saat digunakan.

7. Air Lubricator, alat ini berfungsi untuk mensuplai pelumas kedalam udara kempa dengan menggunakan aliran udara sehingga peralatan dapat bekerja dengan halus dan bisa digunakan dalam jangka waktu yang panjang.
8. Air Silincer, berfungsi untuk mereduksi nozel yang timbul sampai pada batas yang aman.
9. Air Flow (Change Selenoide Valve), berfungsi untuk merubah(mengubah) aliran lkangsung dari kompresor dengan cara membuka atau menutup katup yang menerima singnal elektrik.
10. Speed Control Valve, berfungsi mengontrol kecepatan silinder dengan mengatur valvealiran dari udara kempa.
11. Air Cylinder, berfungsi untuk merubah energi udara kempa menjadi gaya yang efektif dan gerakan.

2.3.2 Bagian Utama Sistem Pneumatik

Dalam sistem pneumatik terdapat beberapa komponen utama, yang sering disebut sebagai elemen kerja. Elemen kerja disini adalah suatu alat pneumatik yang digerakkan dan akan menghasilkan suatu kerja dan usaha, seperti gerak lurus, gerak putar, dan lain sebagainya. Umumnya disebut juga sebagai aktuator (actuator). Jadi prinsipnya udara betekananan yaitu udara kempa yang sering juga disebut sebagai tenaga pneumatik dirubah menjadi gerakan lurus bolak-balik (straight line reciprocating) oleh silinder pneumatik dan gerakan putar (rotary) oleh motor pneumatik. Komponen-komponen atau elemen kerja yang terdapat dalam sistem pneumatik dalam sistem pneumatik, antara lain :

1. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik merupakan elemen kerja atau bagian pneumatik yang akan menghasilkan gerak lurus bolak-balik, baik gerak itu beraturan maupun yang dapat diatur. Berdasarkan prinsip kerjanya silinder pneumatik dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

a. Silinder kerja tunggal (single acting cylinder)

Silinder kerja tunggal digerakkan hanya satu sisi arah saja. Oleh karenanya hanya akan menghasilkan satu arah saja. Untuk gerak baliknya digunakan tenaga yang didapat dari suatu pegas yang telah terpasang di dalam silinder tersebut, sehingga besar kecepatannya tergantung dari pegas yang dipakai. Ukuran elemen ini biasanya dilihat dari besarnya diameter dan panjang langkahnya. Panjang langkah dari silinder kerja tunggal ini terbatas pada panjang pegas yang dipakai.

b. Silinder kerja ganda (double acting cylinder)

Berbeda dengan silinder kerja tunggal, elemen ini dapat digerakkan dari dua arah. Pada waktu langkah maju dan mundur dapat dipakai untuk kerja, sehingga dalam hal ini akan dapat digunakan semua langkah. Secara prinsip panjang langkah torak tidak sampai mendekati ujungnya. Sama halnya pada silinder kerja tunggal, pistonnya terbuat dari bahan fleksibel dan dipasang pada torak dari bahan logam.

2. Katup Pneumatik

Sistem kontrol pneumatik terdiri dari beberapa komponen sinyal dan bagian kerja. Komponen-komponen sinyal dan kontrol menggunakan rangkaian atau urutan-urutan kerja dari berbagai kerja yang disebut katup (valve). Jadi katup pneumatik adalah perlengkapan pengontrolan ataupun pengatur, baik untuk

memulai (start) ataupun berhenti (stop). Arah aliran atau tekanan dari suatu perantara yang dibawa oleh kompresor dan disimpan dalam suatu bejana. (Drs. Suyanto, M.Pd, M.T,2003 : 40) (Suyanto,2003)

2.1 Penempatan Katup

Pemilihan katup yang cermat, penempatan yang benar adalah sebagai salah satu persyaratan lanjutan, untuk keandalan sifat pensakelaran harus bebas gangguan pengoperasiannya, hal ini memberikan kemudahan untuk memperbaiki dan memelihara. Pemakaian ini pada katup-katup dalam bagian daya dan katup-katup dalam bagian kontrol. Katup yang diaktifkan secara manual untuk sinyal masukan pada umumnya ditempatkan pada panel kontrol atau meja kontrol. Maka dari itu praktis dan tepat sekali untuk memakai katup-katup dengan pengaktifan yang bisa ditempatkan pada katup dasar. Variasi pengaktifan tersedia untuk macam yang luas dari fungsi masukan. Penempatan katup kontrol harus bisa diambil dengan mudah untuk memperbaiki, mengeluarkan atau memodifikasi kerjanya. Penomoran komponen dan memakai indikator sebagai penunjuk untuk sinyal kontrol merupakan hal yang paling penting guna untuk mengurangi waktu tunda dan memudahkan pencarian kesalahan. Katup-katup daya mempunyai tugas pengaktifan pneumatik untuk mengatur sesuai dengan urutan tahapan kontrol yang telah ditentukan. Persyaratan dasar untuk katup daya adalah untuk membolehkan membalik aliran udara ke silinder begitu sinyal kontrol telah diberikan. Katup daya sebaiknya ditempatkan sedekat mungkin dengan silinder. Agar supaya panjang saluran bisa diperpendek dan juga waktu pensakelaran seideal dan sependek mungkin . Katup daya bisa ditempatkan langsung ke

pengatur. Sebagai keuntungan tambahan adalah bahwa penyambung, slang dan waktu pemasangan bisa dihemat.

Katup-katup Pneumatik secara garis besar dibagi menjadi 5 (lima) kelompok menurut fungsinya, yaitu: (Drs. Suyanto, M.Pd, M.T,2003 : 40)

a. katup pengarah (direction way valve)

Katup pengarah adalah perlengkapan yang menggunakan lubang-lubang saluran kecil yang akan dilewati oleh aliran udara bertekanan, terutama untuk memulai (start) dan berhenti (stop) serta mengarahkan aliran itu.

b. Katup pengontrol aliran (flow control valve)

Katup pengontrol aliran adalah peralatan pneumatic yang berfungsi sebagai pengatur dan pengendali aliran udara bertekanan (pengendali angin) khususnya udara yang harus masuk kedalam silinder-silinder pneumatik. Ada juga aliran angin tersebut harus di kontrol untuk peralatan pengendali katup-katup pneumatik.

c. Katup pengontrol dan pengatur tekanan (pressure control valve)

Katup pengontrol dan pengatur tekanan adalah bagian dari komponen pneumatik yang mempengaruhi tekanan atau dikontrol oleh besarnya tekanan.

d. Katup penutup (shut-off valve)

Katup ini berfungsi sebagai pemberi atau pencegah aliran udara yang tak terbatas. Artinya, jika aliran udara harus dihentikan, maka katup akan bertindak. Tetapi jika di butuhkan aliran kecil, maka katup akan membuka sedikit saja. Pemakaian sederhana adalah pada keran air.

e. Katup-katup kombinasi/gabungan (combination valve)

Katup kombinasi merupakan katup pneumatik yang tersusun sedemikian rupa hingga kerjanya menjadi sangat spesifik. Keberadaan katup-katup ini memang dirancang untuk maksud-maksud tertentu yang tentunya disesuaikan dengan kebutuhan operasi di segi otomatisasi.

3. Kompresor

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel atau mesin bensin sebagai tenaga penggerak. Udara bertekanan hasil dari kompresor biasanya diaplikasikan atau digunakan pada pengecatan dengan teknik spray/ air brush, untuk mengisi angin ban, pembersihan, pneumatik, gerinda udara (air grinder) dan lain sebagainya.

4. Selang

Selang digunakan untuk mendistribusikan udara terkompresi dari kompresor atau tanki akumulator ke berbagai sistem aktuator. Diameter selang yang digunakan pun bermacam-macam tergantung dari desain dan tujuan penggunaan sistem pneumatik tersebut.

2.4 Limit Switch

Limit switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari Normally Open/ NO ke Close atau sebaliknya dari Normally Close/NC ke Open). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, limit switch juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi ON atau Off..Berdasarkan fungsinya tombol tekan terbagi atas 3 tipe kontak :

1. Kontak NO (*Normally Open* = Kondisi terbuka)

Tombol jenis ini biasanya digunakan untuk menghubungkan arus pada suatu rangkaian [kontrol](#) atau sebagai tombol *start*. Fungsi mengalirkan arus pada tombol ini terjadi apabila pada bagian knop nya ditekan sehingga kontaknya saling terhubung dan aliran listrik akan terputus apabila knopnya dilepas karena terdapat pegas.

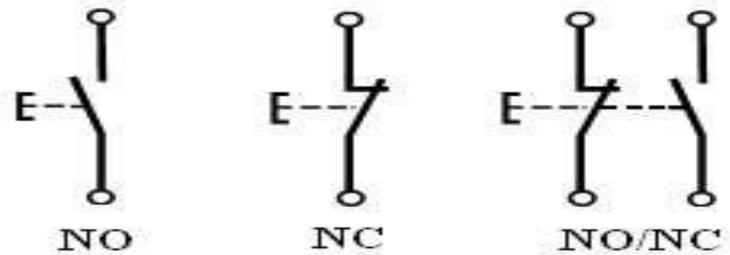
2. Kontak NC (*Normally Close* = Kondisi Tertutup)

Tombol jenis ini adalah jenis kontak tertutup biasanya digunakan untuk memutus arus listrik yaitu dengan cara menekan knopnya sehingga kontaknya terpisah, namun kalau knop dilepas maka akan kembali pada posisi semula. Tombol jenis ini digunakan untuk tombol *stop*.

3. Kontak NO dan NC

Kontak pada tombol tekan jenis ini merupakan gabungan antara kontak NO dan kontak NC, mereka bekerja secara bersamaan dalam satu poros. Jika tombol di tekan maka kontak NO yang semula terbuka (*open*) dan kontak

NC yang terhubung (*close*) akan berbalik arah yaitu Kontak NO akan menjadi terhubung (*close*) dan Kontak NC akan menjadi terbuka (*open*). Jika knop pada tombol dilepaskan maka akan kembali ke posisi semula.



Gambar 2.6 Simbol *Limit Switch* (Tombol Tekan)
(Sumber: Dewi, Sasmoko. 2016)

2.5 Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang paling sering digunakan di dalam dunia robotika. Salah satu alasannya adalah arah putaran motor DC, baik searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam, dapat dengan mudah dikendalikan. Motor DC terdiri dari beberapa jenis. 3 (tiga) di antaranya adalah:

1. Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa - pulsa periodik.
2. Motor servo adalah sebuah motor DC dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotor-nya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo.

Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

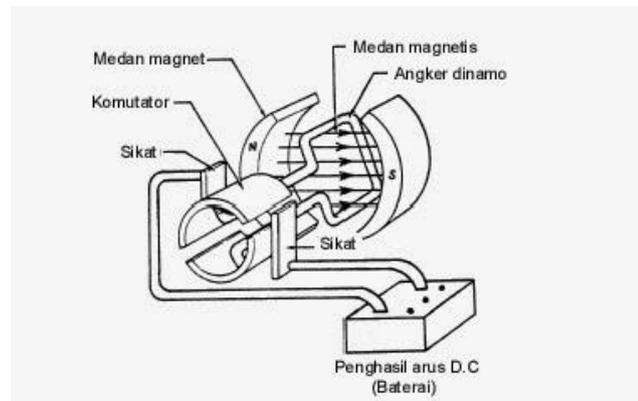
3. Motor DC biasa atau sering disebut sebagai motor DC “mainan” merupakan jenis motor DC yang paling sederhana pengoperasiannya. Cukup dengan memberikan tegangan pada kedua terminalnya, maka motor DC tersebut akan berputar. Jenis motor DC ini sering ditemui pada benda yang hanya sekedar bergerak dan tidak memerlukan pengendalian baik kecepatan maupun posisi.



Gambar 2.7 Motor DC Jenis Servo

2.5.1 Prinsip Kerja Motor DC

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.



Gambar 2.8 Bagian Motor DC

(Sumber: Ihsanto,E., Triwisaksana. Dan Suryana,N. (2008)

Menurut Trevor Linsley (2004: 149) Kontruksi Motor Arus Searah (Motor DC) memiliki 8 bagian utama, yaitu : Rangka atau gandar, kutub medan, sikat arang, jumpanan medan, jangkar, kumparan jangkar, celah udara, dan komutator. Berikut ini adalah penjelasan bagian-bagian untuk kontruksi motor arus searah (Motor DC).

1. Rangka atau gandar

Rangka motor arus searah (Motor DC), yaitu tempat meletakkan sebagian besar komponen mesin dan melindungi bagian mesin. Rangka juga memiliki fungsi sebagai mengalirkan fluks magnet yang timbul dari kutub – kutub medan. Rangka dibuat dengan menggunakan bahan yang kuat dan memiliki sifat ferromagnetic yang memiliki permeabilitas tinggi untuk melewati fluks magnet itu. Rangka motor arus searah (Motor DC) ini biasa dibuat dari bahan cast steel atau baja tuang atau bisa dari baja lembaran atau rolled steel yang berfungsi sebagai penopang mekanis dan juga sebagai bagian dari rangkaian magnet.

2. Kutub Medan

Kutub medan terdiri dari inti kutub itu sendiri dan sepatu kutub. Sepatu kutub yang berdekatan dengan celah udara yang ada diantara ruang kosong motor arus searah (Motor DC) dibuat lebih besar dari badan inti. Fungsinya untuk menahan kumparan medan di tempatnya, kemudian menghasilkan distribusi fluks magnet yang lebih merata diseluruh jangkar dengan menggunakan permukaan yang melengkung. Inti kutub dari lamisani plat-plat baja yang terisolasi satu sama lain, Sepatu kutub dilaminasi dan dibalut ke inti kutub. Maka kutub medan direkatkan bersama-sama kemudian dibalut pada rangka. Pada inti kutub ini dibelitkan kumparan medan yang terbuat dari kawat tembaga yang berfungsi untuk menghasilkan fluks magnet.

3. Sikat Arang

Sikat Arang adalah jembatan bagi aliran arus ke lilitan jangkar. Maka fungsi dan posisi sikat arang cukup penting sebagai komponen pada motor arus searah (Motor DC) ini. Sikat – sikat ini berbahan dasar karbon dengan tingkat kekerasan material yang bervariasi. Tetapi ada juga pada kasus lain karbon dicampur dengan unsure lain seperti tembaga. Sikat arang pada umumnya harus memiliki kekuatan material yang lebih lunak dari komutator (bagian dari motor arus searah). Tujuannya supaya gesekan yang terjadi antara segmen – segmen komutator dan sikat arang itu sendiri tidak mengakibatkan komutator cepat aus atau usang. Ya sebagai konsekuensi sikat arang untuk komponen yang sering diganti dari motor arus searah (Motor DC) ini.

4. Kumaparan Medan

Kumaparan medan adalah susunan konduktor yang dibelitkan pada inti kutub. Dimana konduktor tersebut berbahan dasar dari kawat tembaga yang memiliki geometri bulat ataupun persegi yang berfungsi untuk menghasilkan fluks utama dibentuk dari kumaparan pada setiap kutubnya.

5. Jangkar

Inti dari jangkar adalah silinder. Bentuknya adalah silinder yang diberi alur – alur pada permukaanya untuk tempat melilitkan kumaparan jangkar. Bahan yang digunakan dalam pembuatan jangkar ini adalah dari kombinasi dari baja dan silicon. Bentuk ini paling umum dalam penggunaan motor arus searah (Motor DC). Dimana ggl induksi akan timbul pada area ini.

6. Kumaparan Jangkar

Kumaparan jangkar pada konstruksi motor arus searah (Motor DC) merupakan tempat yang penting dalam membentuk ggl induksi pertamakali. Ada 3 jenis kumaparan jangkar pada rotor, yaitu :

1. Kumaparan jerat (*lap winding*)
2. Kumaparan gelombang (*wave winding*)
3. Kumaparan zig – zag (*frog – leg winding*)

7. Komutator

Komutator terdiri dari sejumlah segemen tembaga yang berbentuk lempengan – lempengan yang disusun ke dalam silinder terpasang pada poros. Tiap lempengan atau segmen komutator terisolasi dengan baik antara satu sama lainnya. Komutator sering diasosiasikan dengan penyerah (rectifier). Maka agar

dihasilkan tegangan arus seraha yang constant, maka diperlukan komutator dengan jumlah yang banyak jumlahnya. Bahan isolasi ini yang digunakan pada komutator adalah mika.

8. Celah Udara

Celah Udara adalah salah satu komponen yang sangat penting juga. Celah udara merupakan ruang atau celah antara permukaan sepatu kutub yang menyebabkan jangkar tidak bergesekan dengan sepatu kutub . Fungsi utamanya adalah tempat mengalir fluks yang dihasilkan oleh kutub – kutub medan.

2.6 *Photoelectric Sensor*

Photoelectric sensor atau sensor photoelektrik merupakan saklar yang menggunakan elemen sensitif terhadap cahaya untuk mendeteksi benda-benda melewati radiasi sinar yang dipancarkan dari Emitter (sumber cahaya) dan kemudian dipantulkann kembali ke receiver. Sensor ini sering diimplementasikan pada industry pabrik, perkantoran, dunia robot, dan lain-lain.Terdapat 4 jenis deteksi Sensor photoelektrik diantaranya:

a. *Direct Reflection (diffused)*

Emitter dan receiver ditempatkan pada tempat yang sama dan menggunakan cahaya yang dipantulkan langsung dari objek untuk mendeteksi. Dalam penggunaan sensor ini penting untuk memperhatikan warna dan jenis permukaan objek. Pada permukaan buram, jarak sensing dipengaruhi oleh warna objek. Warna teran berpengaruh terhadap jarak sensing maksimum dan sebaliknya.

b. *Reflection with reflector (Retroreflective)*

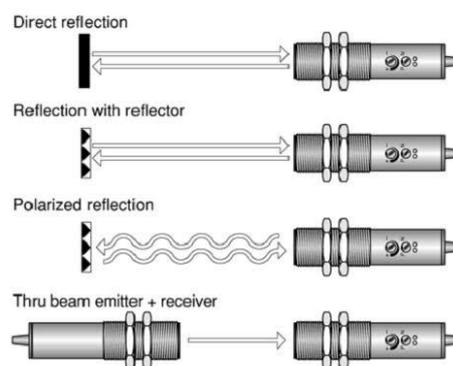
Emitor dan receiver ditempatkan pada tempat yang sama dan membutuhkan reflektor. Sensor ini memungkinkan jarak sensing lebih jauh, karena sinar yang dipancarkan hampir sepenuhnya dipantulkan terhadap receiver.

c. *Polarized reflection with reflector*

Sensor ini menggunakan perangkat anti-refleksi. Penggunaan alat tersebut mendasari fungsinya pada pita cahaya terpolarisasi yang menawarkan kelebihan cukup besar dan proses sensing aman ketika objek yang dideteksi memiliki permukaan yang sangat mengkilap.

d. *Thru beam*

Emitor dan receiver ditempatkan secara terpisah dan mendeteksi sebuah objek ketika cahaya antara emitor dan receiver terganggu (terhalang). Sensor ini memungkinkan mendeteksi benda dengan jarak yang jauh..mengenai jenis-jenis sensor akan dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini:

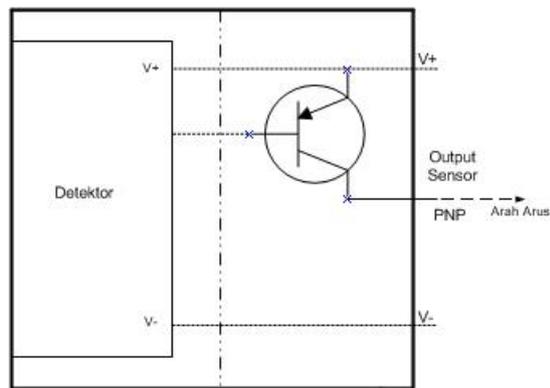


Gambar 2.9 Sistem kerja sensor photoelectric
(Sumber: Siswoko, Singgih, Hariyadi. 2018 : 16)

2.6.1 Sensor PNP Dan NPN Pada *Photoelectric*

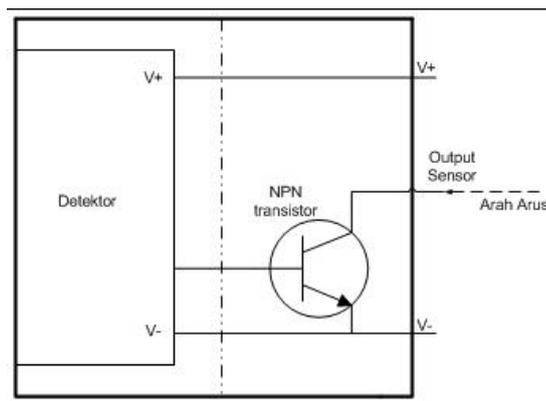
Seperti yang kita ketahui, ternyata sensor ada 2 tipe loh, yaitu NPN dan PNP, nah PNP dan NPN merupakan isi dari rangkaian sensor yang akan mengeluarkan suatu output berupa singayl (+) atau sinyal (-) sebagai berikut ;

1. Sourcing Sensor atau bisa dibilang Sensor Tipe PNP, Sensor ni merupakan lawan dari tipe NPN, Juka keluaran dari sensor NPN adalah Negativ, maka Sensor tipe PNP akan mengeluarkan Positif. untuk lebih jelas mengenai sensor PNP bisa dilihat pada gambar 2.10 dibawah ini:



Gambar 2.10 Sensor PNP
(Sumber: Siswoko, Singgih, Hariyadi. 2018 : 16)

2. Sensor NPN ini disebut *Sinking sensor*, merupakan sensor yang rangkaian dalamnya menggunakan Transistor dan detektor NPN. detektor mendapatkan inputan sumber tegangan. Pada saat ada benda yang lewat di permukaan sensor, maka sensor akan membaca dan mengeluarkan sebuah Output (-) yang dihasilkanoleh transistor NPN.Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini:



Gambar 2.11 Sensor NPN
(Sumber: Siswoko, Singgih, Hariyadi. 2018 : 16)

2.7 PWM (Pulse Width Modulation)

Metode *PWM (Pulse Width Modulation)* adalah metode yang cukup efektif untuk mengendalikan kecepatan motor DC (*direct current*). *PWM (Pulse Width Modulation)* ini bekerja dengan cara membuat perbandingan pulsa high terhadap pulsa low. Perbandingan pulsa high terhadap low ini akan menentukan besarnya tegangan yang diberikan ke motor DC (*direct current*), sehingga kecepatan dapat di atur (Nasrul, 2009).

Sinyal *PWM (Pulse Width Modulation)* pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar Pulsa *PWM* berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal *PWM* memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi (antara 0% hingga 100%) (Andri, 2014).



Gambar 2.12 PWM (*Pulse Width Modulation*)
(Sumber: Andri, 2014)

2.8 Konveyor

konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Konveyor banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Konveyor terutama berguna dalam aplikasi yang melibatkan transportasi bahan berat atau besar. Sistem konveyor memungkinkan transportasi cepat dan efisien untuk berbagai bahan. Banyak jenis sistem konveyor yang tersedia, dan digunakan sesuai dengan kebutuhan berbagai industri yang berbeda. Dalam kondisi tertentu, konveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Konveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain (James 2008).

Berikut adalah macam-macam jenis konveyor beserta fungsinya :

1. *Belt conveyor*

Belt conveyor atau ban berjalan adalah alat transportasi yang paling efisien dalam pengoperasiannya jika dibanding dengan alat berat / truck untuk jarak jauh, karena dapat mentransport material lebih dari 2 kilometer, tergantung disain *belt* itu sendiri. Material yang di transport dapat berupa bubuk, granular atau *lump* dengan kapasitas lebih dari 2000 ton/jam, hal ini berkembang seiring dengan kemajuan disain *belt* itu sendiri. Saat ini sudah dikembangkan *belt conveyor* jenis *long curve*, yaitu *belt* dengan lintasan kurva horizontal maupun vertikal dengan radius minimum 400 m, sehingga sangat cocok untuk medan berliku dan jarak jauh. Keuntungan lainnya penggunaan *belt* adalah kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan, tetapi *belt* tidak tahan temperatur di atas 200 °C. Dengan *belt conveyor*, material dapat diumpan disepanjang lintasan, begitu juga pengeluarannya (Arie 2001).

Prinsip kerja *belt conveyor* adalah mentransport material yang ada di atas *belt*, dimana umpan atau *inlet* pada sisi *tail* dengan menggunakan *chute* dan setelah sampai di *head* material ditumpahkan akibat *belt* berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh *drive / head pulley* dengan menggunakan motor penggerak. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan drum dengan *belt*, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut (Arie 2001).

2. *Roller conveyor*

Roller conveyor hanya bisa memindahkan barang yang berupa unit dan tidak bisa memindahkan barang yang berbentuk *bulk* atau butiran. Unit yang bisa dipindahkan menggunakan *rollerconveyor* juga harus mempunyai dimensi

tertentu dan berat tertentu agar bisa ditransportasikan. Untuk memindahkan barang dalam bentuk bulk, bulk tersebut harus dikemas terlebih dahulu dalam unit agar bisa ditransportasikan menggunakan sistem ini (Arie 2001).

Spesifikasi *rollerconveyor* juga harus disesuaikan dengan dimensi dan beban unit yang akan ditransportasikan. Rancangan sistem *rollerconveyor* harus mampu menerima beban maksimum yang mungkin terjadi pada sistem *conveyor*. Selain itu, desain dimensi sistem juga harus dipertimbangkan agar sesuai dengan dimensi unit yang akan ditransportasikan. Dalam beberapa kasus dimensi unit yang lebih lebar dari dimensi lebar *roller* masih diperbolehkan. Kelebihan *rollerconveyor* adalah bisa mentransformasikan pada kemiringan tertentu sehingga *conveyor* bisa mentransportasikan barang dari satu tingkat ke tingkat yang lain. Selain itu, *rollerconveyor* juga bisa membelokkan jalur unit yang belokkannya sangat tajam. Hal tersebut bermanfaat untuk daerah yang ruangnya terbatas. Selain itu, *rollerconveyor* mempunyai kemampuan untuk menggabungkan 2 jalur yang terpisah. Penggabungan 2 jalur tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti Y-Line dan *accumulating rollerconveyor* (Arie 2001).

3. *Chain conveyor*

Chain conveyor terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu *scraperconveyor*, *apronconveyor*, *bucketconveyor*, dan *bucketelevator*. Keempat jenis elevator tersebut pada dasarnya menggunakan rantai sebagai alat bantu untuk menggerakkan material. *Scraperconveyor* merupakan konveyor yang sederhana dan paling murah diantara jenis konveyor lainnya. Konveyor jenis ini digunakan untuk mengangkut material-material ringan yang tidak mudah rusak, seperti abu,

kayu dan kepingan. *Apronconveyor* digunakan untuk variasi yang lebih luas dan beban yang lebih berat dengan jarak yang pendek. *Apronconveyor* yang sederhana terdiri dari dua rantai yang dibuat dari mata rantai yang dapat ditempa dan ditanggalkan dengan alat tambahan A. Palang kayu dipasang pada alat tambahan A diantara rantai dengan seluruh tumpuan dari tarikan konveyor. Untuk bahan yang berat dan pengangkutan yang lama dapat ditambahkan roda (roller) pada alat tambahan A. Selain digunakan roller, palang kayu dapat juga digantikan dengan plat baja untuk mengangkut bahan yang berat (Warm Group 2002).

Bucketconveyor merupakan bentuk yang menyerupai *conveyorapron* yang dalam. *Bucketconveyor* dapat digunakan untuk mengangkut bahan bentuk bongkahan. Umumnya *bucket* digerakkan dengan rantai namun, *bucketconveyor* memiliki kecepatan yang rendah dibandingkan jenis *chainconveyor* lainnya. *Bucketelevator* digunakan untuk pengangkutan material dengan kemiringan yang curam karena jenis *chainconveyor* lainnya hanya mampu mengangkut material dengan kemiringan yang terbatas. *Bucketelevator* terdiri dari timba-timba (*bucket*) yang dibawa oleh rantai atau sabuk yang bergerak. Timba-timba (*bucket*) yang digunakan memiliki beberapa bentuk sesuai dengan fungsinya masing-masing (Warm Group 200).

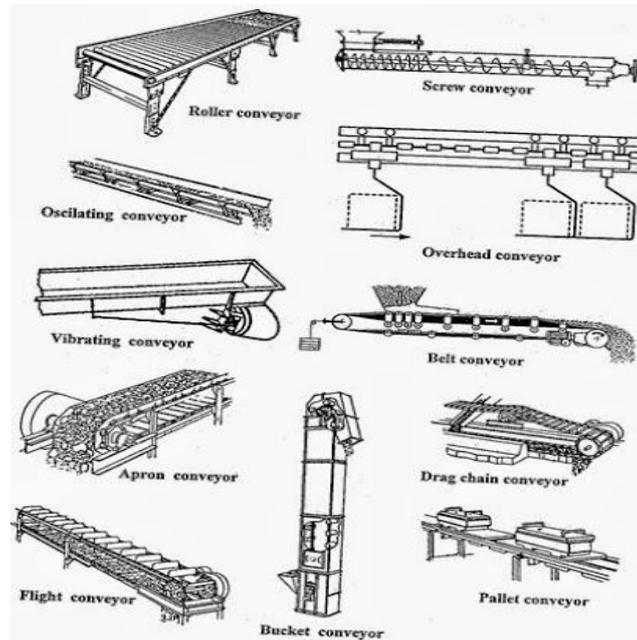
4. *Screw conveyor*

Screw conveyor merupakan jenis konveyor yang paling tepat untuk mengangkut bahan padat berbentuk halus atau bubuk. Alat ini pada umumnya terbuat dari pisau yang berpilin mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya mirip sekrup. Pisau berpilin ini disebut *flight* yang terdiri dari *sectional flight*, *helicoid flight*, dan *special flight*. Untuk mendapatkan konveyor panjang

yang lebih sederhana dan murah, biasanya konveyor itu disusun dari konveyor-konveyor pendek. Tiap konveyor pendek mempunyai standar tertentu sehingga dapat dipasang dengan konveyorpendek lainnya, yaitu dengan cara memasukkan salah satu poros sebuah konveyor ke lubang yang terdapat pada poros konveyor yang satunya lagi. Keuntungan menggunakan *screwconveyor* adalah mudah dalam hal penanganan dan dapat mengeluarkan material dalam titik didih tertentu (Warm Group 2002).

5. *Pneumatik conveyor*

Pneumatik conveyor biasanya digunakan untuk memindahkan bahan yang terjaga kebersihannya agar terhindar dari kontaminan zat beracun. Selain itu, dapat juga digunakan untuk mengangkut bahan yang ringan atau berbentuk bongkahan kecil. Pada jenis *conveyor* ini bahan dalam bentuk suspensi diangkat oleh aliran udara. Pada tipe yang sederhana, sebuah pompa *cycloida* akan menghasilkan kehampaan yang sedang dan sedotannya dihubungkan dengan sistem pengangkutan. Bahan-bahan akan terhisap kemudian naik melalui selang yang dapat dipindah-pindahkan ujungnya. Selanjutnya, aliran udara yang mengangkut bahan padat dalam bentuk suspensi akan menuju siklon dan selanjutnya menuju ke pompa (Warm Group 2002). ada beberapa jenis-jenis konveyor seperti gambar 2.13 dibawah ini:



Gambar 2.13 Jenis-Jenis Konveyor
(Sumber: (Arie 2001))

Dari beberapa jenis conveyor dan fungsinya tersebut adapun yang digunakan pada penelitian ini adalah *belt* conveyor.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Perancangan merupakan suatu tahap yang sangat penting didalam penyelesaian pembuatan alat penutup dan penguncian tutup botol dengan pneumatik berbasis *PLC*. Pada perancangan dan pembuatan alat ini akan ditempuh beberapa langkah yang termasuk kedalam langkah perancangan antara lain pemilihan komponen yang sesuai dengan kebutuhan serta pembuatan alat. Dalam perancangan ini dibutuhkan beberapa petunjuk yang menunjang pembuatan alat seperti buku teori, data sheet atau buku lainnya dimana buku petunjuk tersebut memuat teori- teori perancangan maupun spesifikasi komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat, melakukan percobaan serta pengujian alat.

Langkah dalam perancangan ini terbagi dalam 2 bagian utama yaitu bagian perancangan elektronik meliputi semua tahap yang berhubungan dengan rangkaian misalnya perancangan rangkaian, pemilihan komponen, perancangan sensor dan pembuatan konveyor, pemasangan rangkaian di konveyor serta pengujian alat. Semua langkah- langkah tersebut dikerjakan secara teratur agar diperoleh hasil yang maksimal.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan Pada Tanggal 18 Januari 2020 sampai 12 Februari 2020 di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Glugur Darat II Medan.

3.3 Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan tema permasalahan yang akan diteliti dengan cara melakukan studi pustaka guna memperoleh berbagai teori-teori dan konsep yang mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Melakukan uji coba alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC.
3. Mencari data dari alat penyortiran tutup botol minuman otomatis menggunakan pengumpan mangkuk bergetar berbasis PLC sehingga didapatkan data yang dibutuhkan untuk diolah pada bab selanjutnya.

3.4 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin bor *ATS Electrical Drill* BL 10 digunakan untuk membentuk lubang pada rangka.
2. Mesin las *Lakoni Falcon* 105 E digunakan untuk menyatukan rangka.
3. Mesin Grinda *Power* 9500 digunakan untuk memotong besi rangka.
4. *Hands Tools* (Alat Tangan seperti: Obeng, Tang, Kunci-kunci dan lain sebagainya).
5. Alat Ukur (Multi Meter dan jangka sorong).
6. *PC (Personal Computer) / Laptop*.
7. *PLC* Omron CP1E berfungsi sebagai sistem yang memanipulasi, mengeksekusi dan memonitor proses kerja alat.
8. *CatuDaya* DC24V/10A digunakan untuk memberikan tegangan pada

komponen.

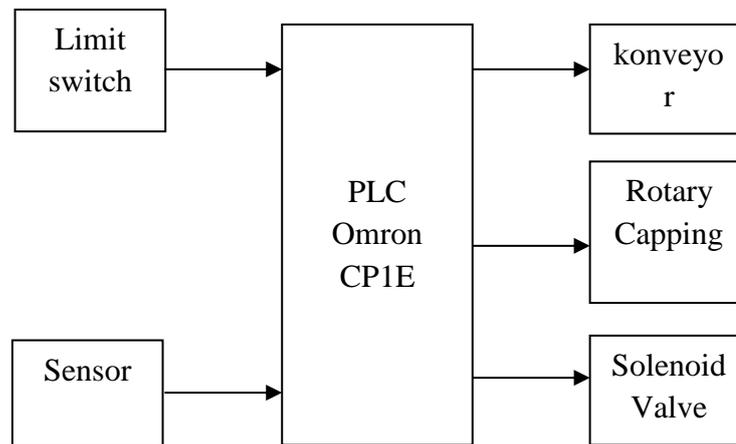
9. MotorDC (konveyor/pendorong) digunakan untuk menjalankan sistem konveyor dan mendorong barang yang akan disortir.
10. Belt Konveyor digunakan untuk alas Penggerak rotor.
11. Besi digunakan untuk rangka Konveyor dan pijakan Rotary capping. Besi dipilih karena alat bisa bertahan dalam waktu yang lama.
12. Driver Motor DC berfungsi sebagai pemberi arus dan tegangan yang besar kepada Motor DC.
13. Sensor Photoelektrik berfungsi untuk mengaktifkan dan menghentikan kinerja Motor DC saat proses penguncian tutup botol.
14. Kabel Jumper yang akan digunakan untuk menghubungkan jalur rangkaian yang terpisah.
15. Kompresor berfungsi untuk menghasilkan dan mengalirkan udara ke komponen Pneumatik yang lain.
16. Air Flow (Change Solenoid Valve), berfungsi untuk merubah(mengubah) aliran langsung dari kompresor dengan cara membuka atau menutup katup yang menerima sinyal elektrik.
17. Air Cylinder berfungsi untuk merubah energi udara kempa menjadi gaya yang efektif dan gerakan.
18. Selang berfungsi sebagai jalur udara kempa.

3.5 Analisa Kebutuhan

Adapun pembuatan alat pengepakan beras ini membutuhkan beberapa perangkat *hardware* dan *software*, antara lain:

3.5.1 Perancangan *Hardware*

Adapun perancangan hardware dengan menggunakan diagram blok dari sistem yang dirancang adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Alat

Penjelasan dan fungsi dari masing-masing blok adalah sebagai berikut:

Keterangan Gambar:

1. Catu Daya berfungsi untuk mensuply tegangan ke Sensor Proximity.
2. Sensor Photoelektrik berfungsi untuk menghentikan Motor DC Stepper dan mengaktifkan Solenoid Valve Pneumatik.
3. PLC berfungsi sebagai sistem yang mengeksekusi sistem kerja alat.
4. Motor konveyor berfungsi sebagai penggerak/pembawa barang yaitu botol.
5. Motor DC *Power Window* berfungsi sebagai pengarah botol ke penutup dan penguncian Pneumatik.
6. *Solenoid Valve* Pneumatik berfungsi sebagai saklar elektrik untuk mengaktifkan *Air Cylinder Pneumatik*

Dari diagram diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari alat tersebut:

Ketika Limit Switch ditekan konveyor dan motor DC rotary akan bekerja motor DC rotary akan menggerakkan botol ke tempat penutup dan penguncian tutup botol, sensor photoelektrik akan berfungsi apabila mendeteksi adanya botol lalu sensor akan memberi sinyal ke PLC untuk menghentikan sementara motor DC stepper dan menghidupkan solenoid valve pneumatik untuk melakukan proses penutup dan penguncian tutup botol. Waktu yang digunakan pada saat penguncian tutup botol hanya sekitar 3-4 detik saja, dikarenakan apabila pneumatik terlalu lama melakukan penguncian tutup botol bisa dol (longgar), ketika waktu penguncian selesai motor DC stepper akan hidup kembali dan mengarahkan botol ke konveyor keluaran.

3.5.2 Perancangan Rotary

Perancangan rotary capping botol ini, bahan yang digunakan adalah plat. Diameter rotary ini adalah 30 cm dengan setiap sisinya di beri setengah lubang sebesar ukuran botol 600ml. Desain rotary ditunjukkan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Rotary Capping

3.5.3 Perancangan Jalur Tutup Botol

Perancangan Jalur Tutup Botol ini menggunakan bahan dari plat besi dengan tinggi tiang 31 cm, panjang jalur 22 cm dan lebar 4,5 cm. dengan kemiringan 31° yang diharapkan mampu membuat tutup botol turun ketika botol mengambil tutup botol.



Gambar 3.3 Jalur Tutup Botol

3.5.4 Perancangan Penguncian Dan Solenoid valve

Perancangan Penguncian dan Solenoid Valve ini, bahan yang digunakan adalah Besi, *Motor DC*, *Air Cylinder* dan *Solenoid Valve*. belt. Desain Penguncian Dan Solenoid Valve ditunjukkan pada gambar 3.4 adapun bagian – bagian dari Penguncian Dan Solenoid Valve tersebut adalah :

1. Motor DC 12 Volt panjang 51,5mm dan diameter 25mm.
2. Mangkuk penguncian terbuat dari plastik dengan diameter 4cm.
3. Air Cylinder tipe CDJ2B16-60-B panjang keseluruhan 20cm dan diameter 2cm terbuat dari aluminium.
4. Solenoid valve tipe 4V210-08 DC 24V 4.8W.



Gambar 3.4 Penguncian Dan Solenoid valve

3.5.5 Perancangan Konveyor

Perancangan konveyor penyortir barang ini, bahan yang digunakan adalah besi dan belt konveyor terbuat dari karet. Dimensi total dari konveyor ini adalah 25 cm x 15 cm dengan lebar belt 15 cm. Desain konveyor ditunjukkan pada gambar 3.5 adapun bagian – bagian dari konveyor tersebut adalah :

1. Belt konveyor terbuat dari karet dengan ketebalan 2 mm lebar belt 15 cm dan panjang kurang lebih 20 cm.
2. Frame dan foot konveyor terbuat besi dengan tebal 1,5 mm.
3. Rool konveyor berbentuk silinder dimana didalam silinder tersebut terdapat bantalan gelinding (*bearing*) sebagai penahan beban radial pada saat *roll* berputar.
4. Penggerak dari sistem konveyor ini menggunakan Motor DC 12V



Gambar 3.5 Konveyor

3.5.6 Perancangan Sensor Photoelektrik type CR18 8DP PNP

Sensor proximity ini berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan Rotary Capping pada titik yang telah ditentukan, maka sensor ini akan terhubung ke PLC. Perancangan sensor Photoelektrik ini seperti pada gambar 3.5 dibawah ini



Gambar 3.6 Sensor Photoelektrik

3.5.7 Perancangan Software PLC (*Programmable Logic Control*).

PLC (*Programmable logic control*) yang digunakan oleh penulis untuk merancang beberapa proses kontrol dalam skripsi ini adalah PLC Omron, PLC (*Programmable logic control*) yang digunakan dapat beroperasi pada *supply* tegangan 24 volt dan memiliki jumlah terminal *input/ output* sebanyak 20 buah.

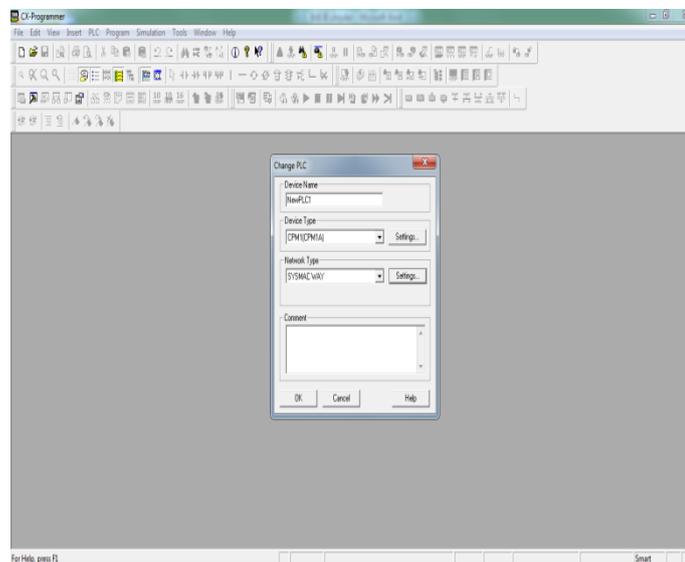
Pada dasarnya setiap vendor PLC (*Programmable logic control*) memiliki *software* pendukungnya masing-masing, seperti PLC Omron yang menggunakan (*Programmable logic control*) program CX- *Programmer*, PLC Siemens (*Programmable logic control*) yang menggunakan program Win S7, PLC (*Programmable logic control*) LG yang menggunakan program KGL_Win, dan Mitsubishi sendiri menggunakan Mitsubishi *FXGPWIN* dan Mitsubishi GX Develover. Program pendukung ini bertujuan agar setiap personal komputer yang bermaksud untuk menggunakan *PLC (Programmable logic control)* sebagai alat kontrol dapat berkomunikasi dengan *PLC (Programmable logic control)* itu sendiri. Walaupun setiap merek *PLC (Programmable logic control)* menggunakan *software* yang berbeda-beda, namun pada dasarnya sistem operasionalnya sama saja. Bagian ini akan membahas secara singkat cara menggunakan *PLC (Programmable logic control)* Omron.

1. Harus memiliki file *software CX - Programmer*.
2. Membuka file *CX – Programmer* maka akan keluar tampilan seperti gambar di bawah ini.



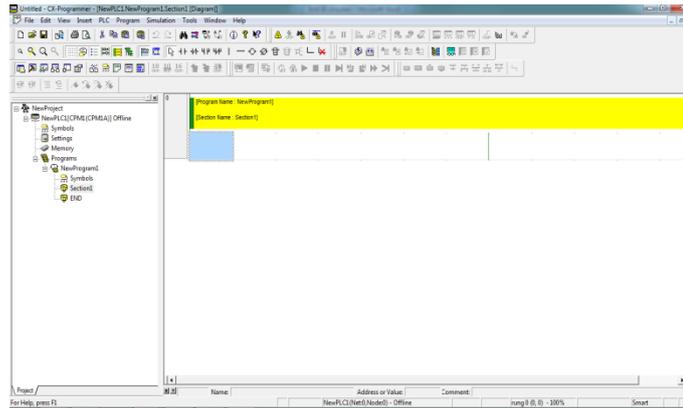
Gambar 3.7 Tampilan Loading CX - Programmer

3. Selanjutnya Klik *new* atau Ctrl N dan pilih jenis PLC (*Programmable logic control*) yang anda gunakan seperti gambar dibawah ini memilih CP1E berarti PLC (*Programmable logic control*) yang digunakan CP1E atau CP1E



Gambar 3.8 Pemilihan Seri PLC

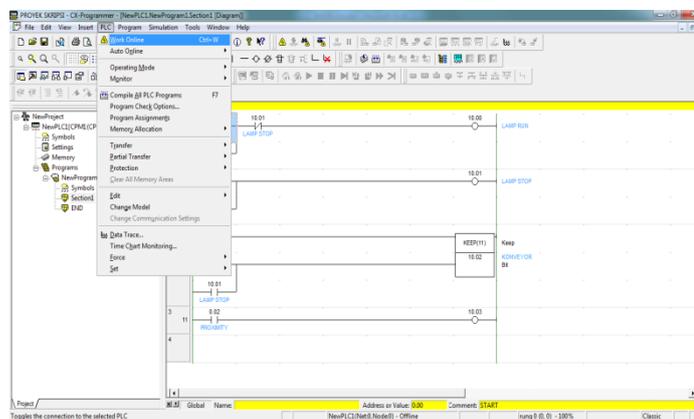
4. Klik ok maka akan tampil seperti gambar di bawah ini.

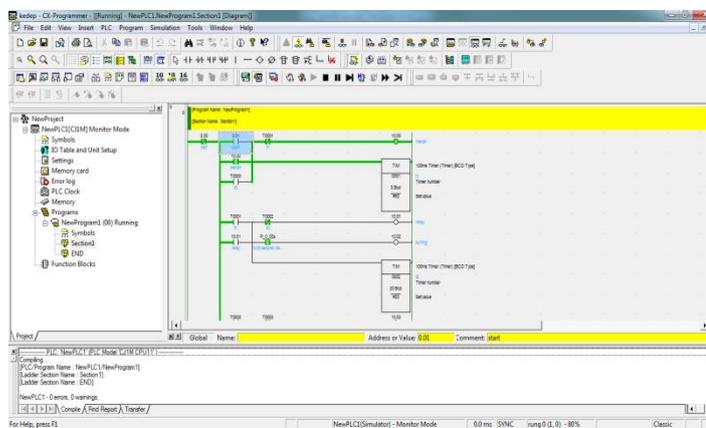
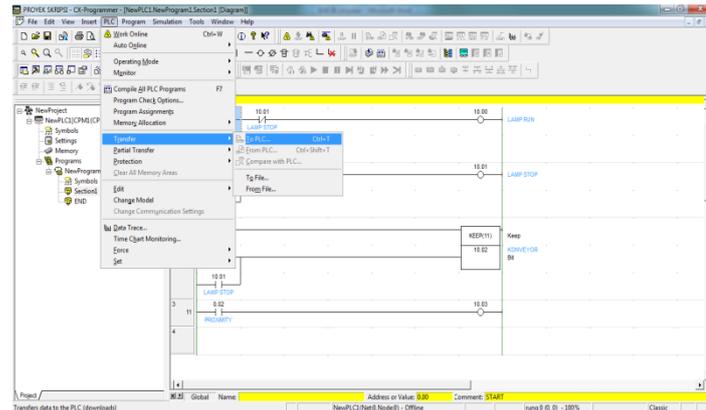


Gambar 3.9 Tampilan Sebelum Membuat Program

5. Transfer program

Klik PLC pada menu *tool bar* pilih *work online*, arahkan *mouse* ke *transfer* pilih *to PLC* untuk sistem yang telah diprogram melalui komputer ke PLC, kalau *from PLC* untuk membaca program yang ada di dalam PLC, silahkan tunggu sampai *download* atau *upload* hilang. seperti gambar di bawah ini.

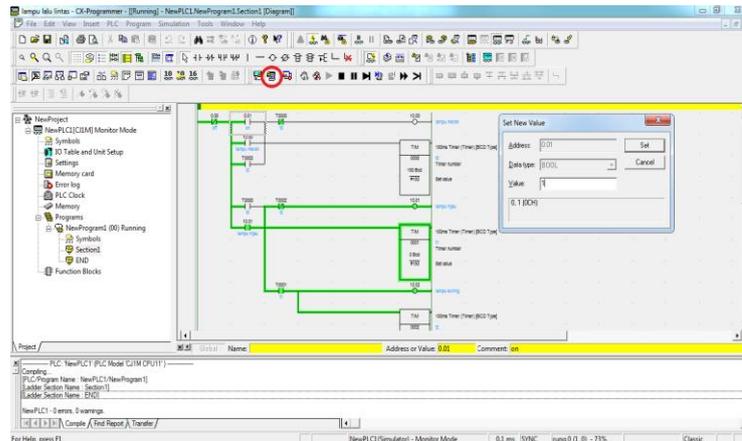




Gambar 3.10 Cara *Transfer* Program

6. Monitor dan simulasi test

Untuk memonitor *device input/output* yang aktif pada layar monitor komputer dapat dilakukan dengan cara pilih *work online simulator* pada *menu bar* dengan logika dasar 1 (*ON*) dan 0 (*OFF*). Apabila *device input* atau *output* aktif pada layar monitor akan tampak warna hijau. seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.11 Monitor Test

3.6 Perancangan Program Pada PLC (*Programmable Logic Control*)

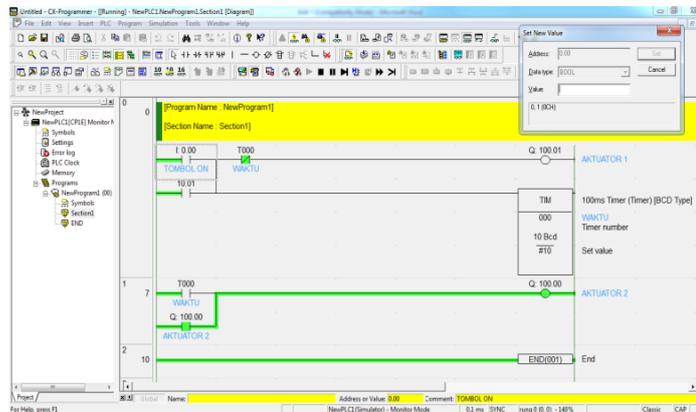
3.6.1 Perancangan Relay Internal

PLC (*Programmable logic control*) memiliki elemen-elemen yang digunakan untuk menyimpan data, yaitu bit-bit tersebut menjalankan fungsi *relay* yang dapat memutus dan menyambungkan perangkat-perangkat lain. *Internal relay* ini bukanlah seperti *relay* pada umumnya namun hanya merupakan bit-bit di dalam memori yang bekerja layaknya sebuah *relay*. *Internal relay* tidak dapat diakses secara langsung untuk mengaktifkan sebuah *input* atau *output* yang terdapat pada sistem program. *Internal relay* ini terdiri dari kontak-kontak NC (*Normaly Close*) dan NO (*Normaly open*), Beberapa fungsi pemrograman internal *relay*.

3.6.2 Pemrograman Timer

PLC (*programmable logic control*) memiliki beberapa bentuk *timer* yang memiliki fungsi tersendiri. Pada PLC (*programmable logic control*) yang berukuran kecil hanya biasanya hanya dijumpai satu jenis *timer* saja, yaitu *timer on delay*. PLC (*programmable logic control*) Omron yang digunakan penulis

dalam pembuatan skripsi hanya memiliki *timer on delay* saja. *Timer on delay* merupakan jenis *timer* yang aktif setelah waktu tunda. Durasi waktu yang ditetapkan untuk sebuah *timer* disebut sebagai waktu presen yang besarnya merupakan kelipatan dari satu basis waktu yang digunakan pada PLC (*programmable logic control*) tersebut. Gambar 3.14 di bawah ini menunjukan penggunaan *timer* pada Omron.



Gambar 3.12 Penggunaan *Timer* Pada Omron

3.6.3 Perancangan I/O Sistem PLC Omron CP1E

Pada perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol dengan pneumatik berbasis PLC, ada beberapa input dan output yang di gunakan untuk alat tersebut pada tabel 3.1 dibawah ini:

NO	NAMA	JENIS	ALAMAT
1	LIMIT SWITCH	INPUT	I0.00
2	SENSOR PHOTOELEKTRIK	INPUT	I0.02
3	CONVEYOR	OUTPUT	Q100.03
4	ROTARY CAPPING	OUTPUT	Q100.02
5	SOLENOID VALVE	OUTPUT	Q100.00

Tabel 3.1 Alamat Input/Output PLC untuk kontrol

3.7 Metodologi Penelitian

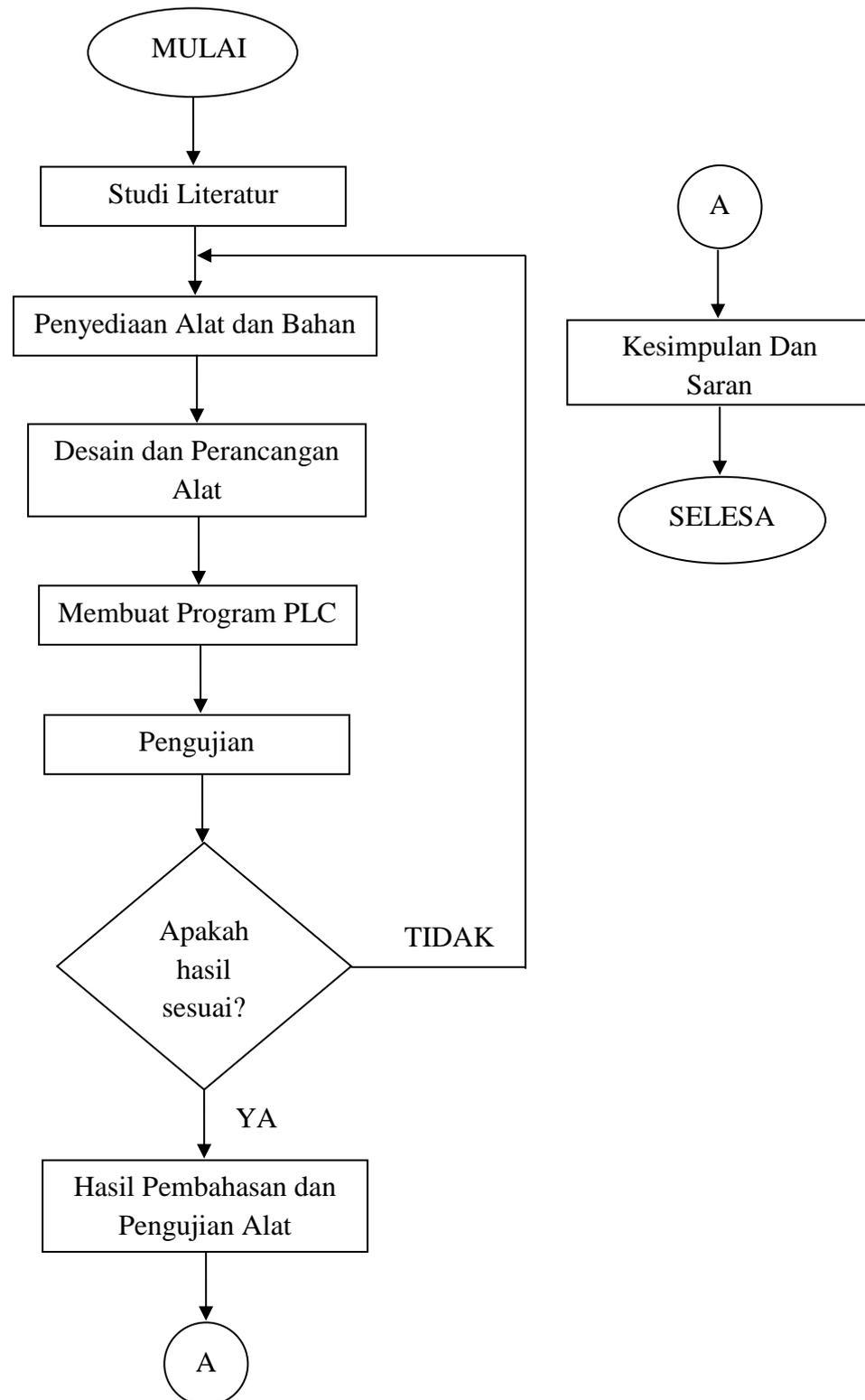
Penelitian ini dapat dilakukan dengan cara merangkai dan perancangan alat penyortir tutup botol minuman otomatis. Adapun tahap-tahap yang dilakukan sebagai berikut :

9. Studi Literatur, yaitu metode yang digunakan dalam perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC ini menggunakan kajian pustaka agar mendapat tingkat keakuratan data yang baik menjadi pertimbangan dalam diri penulis, diperlukan teori penunjang yang memadai, maupun teknik penulisan. Teori penunjang ini dapat diperoleh dari buku pengangan; jurnnal ilmiah baik nasional maupun internasional, serta media *online*.

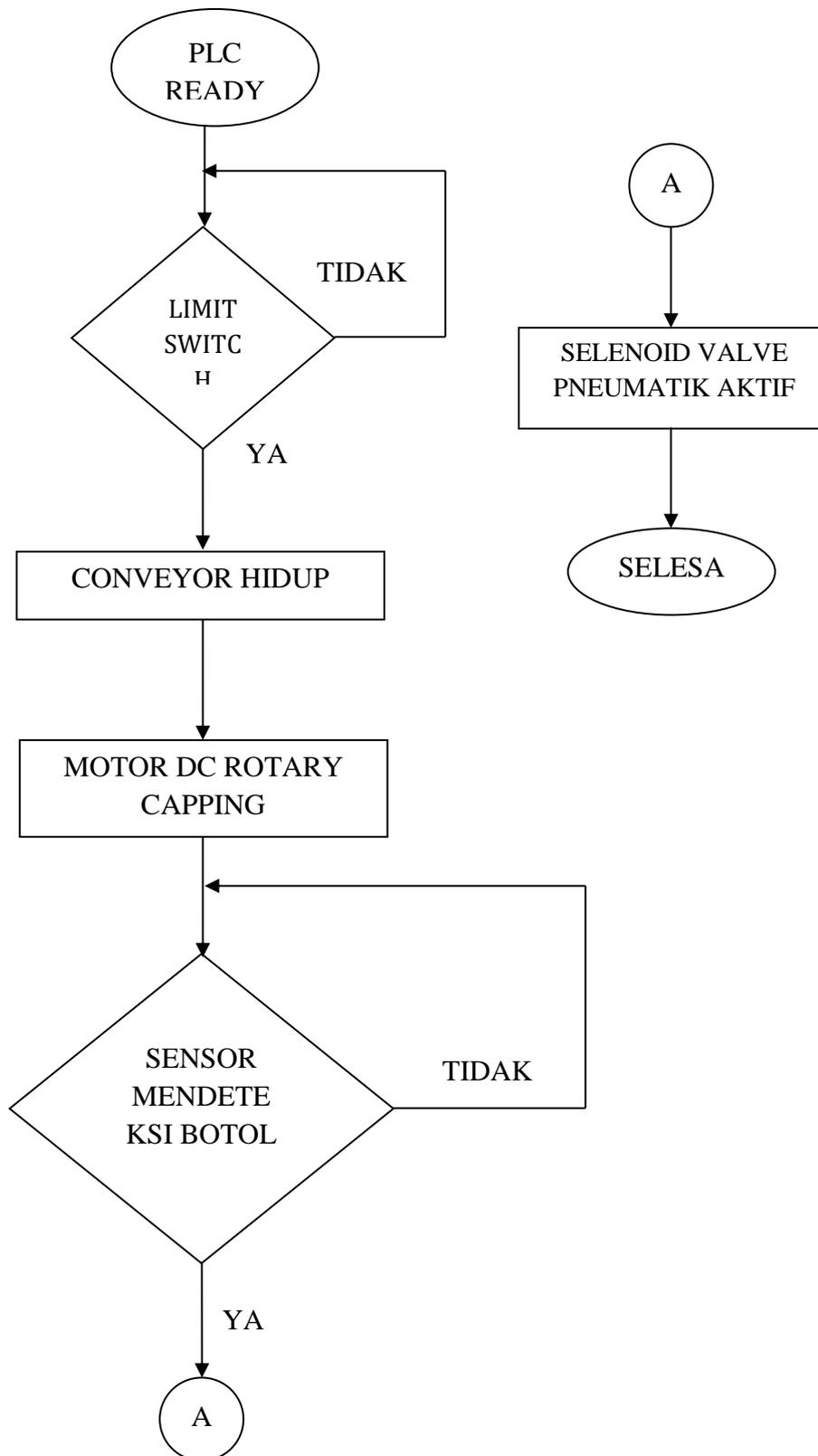
Teori ditekankan pada perancangan sistem kontrol PLC dan perancangan alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC.

10. Perancangan alat, yaitu mengumpulkan data kemudian mencari bentuk model yang optimal dari sistem yang akan dibuat dengan mempertimbangkan faktor-faktor permasalahan dan kebutuhan yang telah ditentukan.
11. Pembuatan Sistem *Hardware*, penulis akan merancang unit penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatic berbasis PLC
12. Sistem *Software*, Penulis akan merancang sistem *software* untuk menjalankan sistem kontrol.
13. Eksperimen, yaitu dengan langsung melakukan praktek maupun pengujian terhadap hasil pembuatan alat dalam pembuatan tugas akhir ini.
14. Pengujian dan analisis, Pengujian merupakan metode untuk memperoleh data dari beberapa bagian perangkat keras dan perangkat lunak sehingga dapat diketahui apakah sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan, Selain itu pengujian juga digunakan untuk mendapatkan hasil dan mengetahui kemampuan kerja dari sistem.
15. Hasil, yaitu hasil akhir penelitian.
16. Kesimpulan, yaitu kesimpulan dari seluruh proses percobaan

3.8 Flow Chart Penelitian



3.9 Flow Chart Sistem Kerja Alat



BAB IV

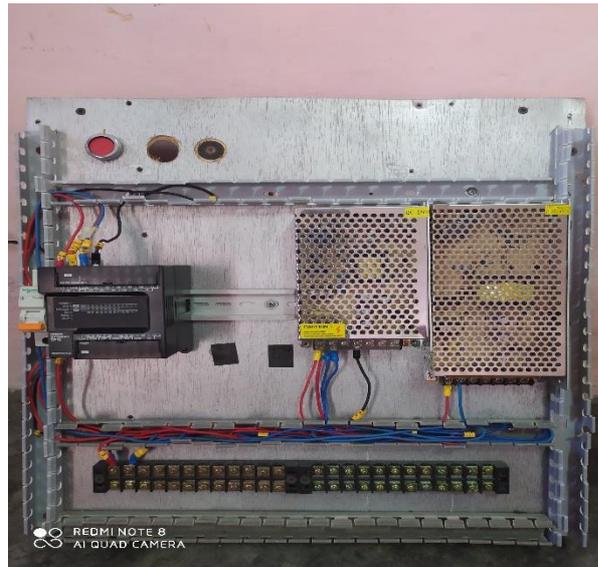
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian alat yang telah dikerjakan sangat menentukan berhasil tidaknya alat yang telah dikerjakan. Setelah pengujian dapat diketahui apakah alat yang telah dikerjakan mengalami kesalahan atau perlu diadakan perbaikan. Dalam setiap pengujian dilakukan dengan pengukuran yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa *hardware* dan *software* serta komponen–komponen pendukung lainnya.

4.1 Pengujian PLC Omron CP1E

Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) sebagai sistem kendali. PLC Omron CP1E menggunakan power 220 VAC dan memiliki port input sebanyak 12 buah dan port output sebanyak 8 buah. Port input menggunakan sumber tegangan DC sebesar 24 V pada port commandnya, sedangkan port output dapat dialiri arus AC 220 V ataupun DC pada masing – masing port commandnya.

Pengujian dilakukan untuk melihat PLC Omron CP1E ini bekerja atau tidak. Untuk dapat melihat PLC Omron CP1E bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara membuat rangkain dari power 220 VAC sebagai power PLC dan 24 VDC untuk input PLC. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada PLC Omron CP1E tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1. Wiring Power PLC

4.2 Pengujian Sensor Photoelektrik

Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan sensor Photoelektrik sebagai input kendali. sensor Photoelektrik menggunakan power 12 VDC.

Pengujian dilakukan untuk melihat sensor Photoelektrik ini bekerja atau tidak. Pengujian Sensor Photoelektrik ini dilakukan dengan cara melihat sensor tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC .Untuk dapat melihat sensor Photoelektrik bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat pada program *Ladder* PLC. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada sensor tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat input PLC	Kondisi output sensor	keterangan
Sensor	I0.02	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Photoelektrik

Pengujian sensor photoelektrik juga dilakukan untuk mengetahui jarak maksimum dari sensor photoelektrik agar dapat mendeteksi benda (botol). Data hasil pengukuran jarak sensor photoelectric dapat dilihat pada table 4.2.

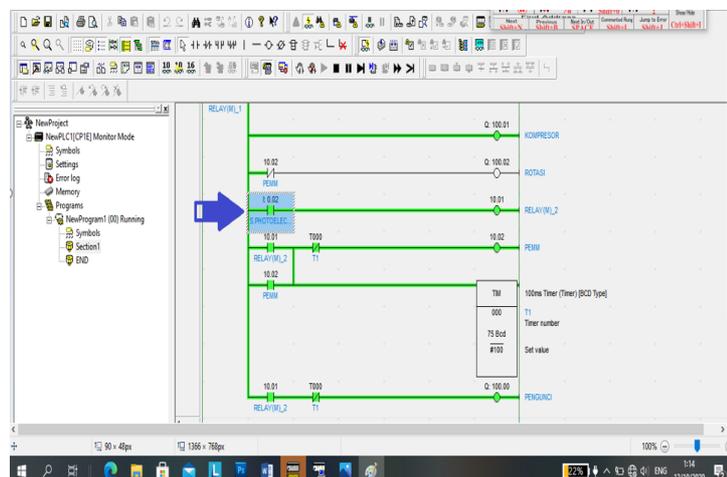
No	Jarak (cm)	Keterangan (Objek)	Motor Power Window (Hidup/Mati)
1	0-10	Terdeteksi	Mati
2	10-20	Terdeteksi	Mati
3	20-30	Terdeteksi	Mati
4	30-35	Tidak Terdeteksi	Hidup

Tabel 4.2 Hasil Pengujian jarak Sensor Photoelektrik

Berdasarkan hasil pengujian yang terdapat pada table 4.2 menunjukkan bahwa sensor photoelectric dapat mendeteksi jarak objek 0 cm hingga 30 cm, dimana Rotary Capping akan mati secara otomatis jika objek berada pada jangkauan 0-30 cm. Apabila jarak objek lebih dari 30 cm, maka Rotary Capping tidak akan mati. Sehingga kinerja sensor photoelektrik dapat bekerja pada jarak maksimum 30 cm.



Gambar 4.2. Wiring Sensor Photoelektrik



Gambar 4.3. Hasil Pengujian Sensor Photoelektrik

4.3 Pengujian Konveyor

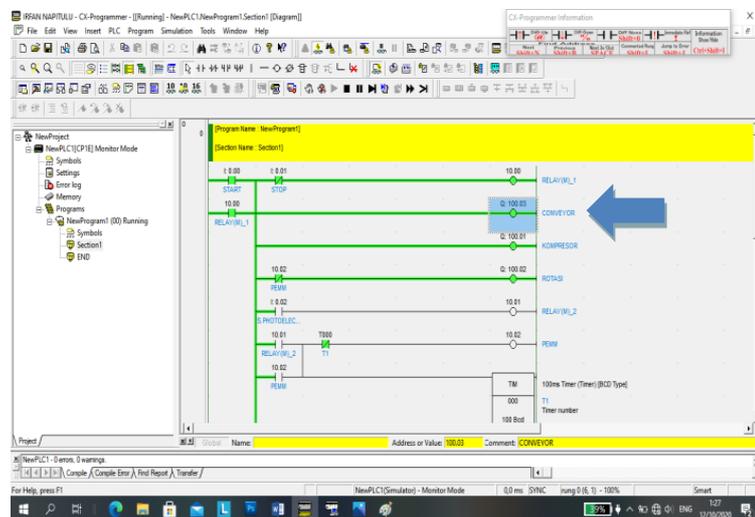
Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan konveyor sebagai jalur keluar botol dengan penggerak sebuah Motor DC. Motor DC menggunakan power 12-24 VDC.

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah konveyor ini bekerja atau tidak. Pengujian konveyor ini dilakukan dengan cara melihat konveyor tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC. Untuk dapat melihat konveyor ini bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat

pada program *Ladder PLC*. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada konveyor tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat output PLC	Kondisi output	keterangan
Konveyor	Q100.03	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Konveyor



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Konveyor

4.4 Pengujian Rotary Capping

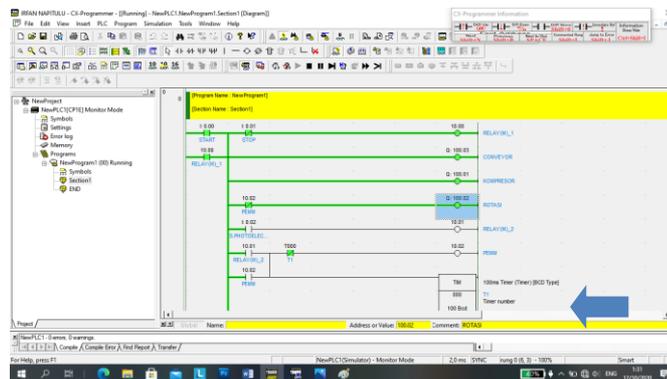
Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan Rotary Capping sebagai pengarah botol dengan penggerak sebuah Motor DC. Motor DC menggunakan power 12–24 VDC

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah rotary capping ini bekerja atau tidak. Pengujian rotary capping ini dilakukan dengan cara melihat rotary tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC .Untuk dapat melihat rotary bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat pada program

Ladder PLC. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada rotary tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat output PLC	Kondisi output	keterangan
Rotary Capping	Q100.02	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rotary Capping



Gambar 4.5 Pengujian Rotary Capping

4.5 Pengujian Solenoid Valve Dan Motor DC mini

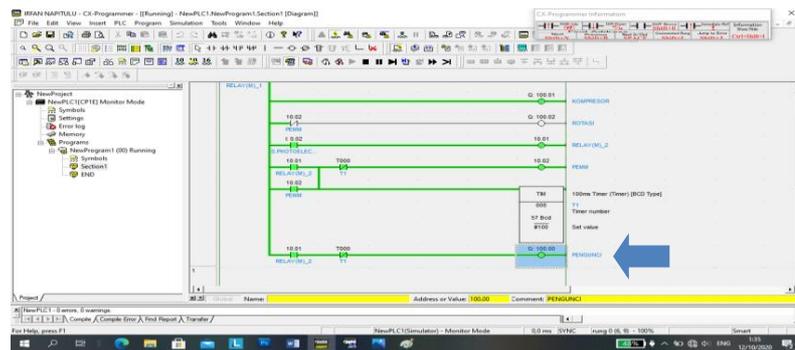
Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan Solenoid Valve Sistem pneumatic digunakan sebagai actuator untuk mendorong benda kerja berupa Motor DC mini sebagai pengunci tutup botol. Sistem kerja dari pneumatic ini yaitu ketika PLC mengirimkan sinyal input dari sensor ke solenoid valve, katup pada valve akan berpindah dan mengalirkan udara ke silinder pneumatic sehingga piston pada silinder akan bergerak maju dan mendorong benda kerja berupa Motor DC mini.. Pada sistem ini menggunakan

valve 5/2, dimana menggunakan coil 24VDC dan Motor DC mini menggunakan power 12 VDC

Pengujian dilakukan untuk melihat solenoid valve ini bekerja atau tidak. Pengujian solenoid valve ini dilakukan dengan cara melihat valve tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC .Untuk dapat melihat solenoid valve bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat pada program *Ladder* PLC. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada valve tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat output PLC	Kondisi output	keterangan
Solenoid valve	Q100.00	Aktif	Berfungsi
Motor DC mini	Q100.01	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Solenoid Valve dan Motor DC mini



Gambar 4.6 Pengujian Solenoid Valve dan Motor DC mini

4.6 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan untuk menguji kesesuaian percobaan untuk penutup dan penguncian tutup botol dengan pneumatik berbasis PLC, yang telah ditentukan. **Ketika tombol limit switch ditekan konveyor dan** motor DC rotary akan bekerja motor DC rotary akan menggerakkan botol ke tempat penutup dan penguncian tutup botol, sensor Photoelektrik akan berfungsi apabila mendeteksi adanya botol lalu sensor akan memberi sinyal ke PLC untuk menghentikan sementara motor DC stepper dan menhidupkan solenoid valve pneumatik untuk melakukan proses penutup dan penguncian tutup botol. Waktu yang digunakan pada saat penguncian tutup botol hanya sekitar 3-4 detik saja, dikarenakan apabila pneumatik terlalu lama melakukan penguncian tutup botol bisa dol (longgar), ketika waktu penguncian selesai motor DC stepper akan hidup kembali dan mengarahkan botol ke konveyor keluaran. Hasil tabel didapat setelah melakukan percobaan dibawah ini.

4.6.1 Tabel Input/Output

Alamat	Device	Fungsi
I0.00	Limit Switch (LS)	Mengaktifkan Alat
I0.01	Tombol OFF (PBOFF)	Mematikan Alat
I0.02	Sensor Photoelektrik (S1)	Pendeteksi Barang
Q100.00	Solenoid Valve (V1)	mendorong benda kerja berupa Motor DC mini

Q100.01	Motor DC mini (M1)	Pengunci tutup botol
Q100.02	Rotary Capping (M2)	Pengarah botol
Q100.03	Konveyor (M3)	jalur keluar botol

Tabel 4.6 Tabel input/output

4.6.2 Tabel Kerja Alat

Kondisi Kerja	LS	PBOFF	S1	V1	M1	M2	M3
Kondisi Awal	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Botol diletakkan	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
Botol dideteksi	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON
Penguncian	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON
Selesai penguncian	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
Mematikan Alat	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Tabel 4.7 Tabel Kerja Alat



Gambar 4.7. Wiring Keseluruhan Alat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. PLC Omron CP1E menggunakan power 220 VAC dan memiliki port input sebanyak 12 buah dan port output sebanyak 8 buah. Port input menggunakan sumber tegangan DC sebesar 24 V pada port commandnya, sedangkan port output dapat dialiri arus AC 220 V ataupun DC pada masing – masing port commandnya.
2. Sensor photoelektrik dapat mendeteksi jarak objek 0 cm hingga 30 cm, dimana Rotary Capping akan mati secara otomatis jika objek berada pada jangkauan 0-30 cm. Apabila jarak objek lebih dari 30 cm, maka Rotary Capping tidak akan mati. Sehingga kinerja sensor photoelektrik dapat bekerja pada jarak maksimum 30 cm.
3. Sistem kerja dari pneumatic ini yaitu ketika PLC mengirimkan sinyal input dari sensor ke solenoid valve, katup pada valve akan berpindah dan mengalirkan udara ke silinder pneumatic sehingga piston pada silinder akan bergerak maju dan mendorong benda kerja berupa Motor DC mini.. Pada sistem ini menggunakan valve 5/2, dimana menggunakan coil 24VDC dan Motor DC mini menggunakan power 12 VDC
4. Rotary Capping dan konveyor berfungsi sebagai pengarah botol dan jalur keluar botol sama-sama menggunakan penggerak berupa Motor DC menggunakan power 12–24 VDC

5.2 Saran

1. Pada penelitian berikutnya harus memiliki data yang lebih lengkap sehingga dalam merencanakan pembuatan program akan lebih mudah.
2. carilah referensi yang banyak tentang mesin capping bila perlu datang ke sebuah perusahaan sebagai gambaran awal membuat alat.
3. Untuk pengembangan kedepannya mungkin bisa menggunakan sistem jarak jauh seperti IOT dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadirun, Hasanuddin, Aryanto. 2016. “Penerapan Sistem Stop Sign Pada Pertigaan Jalan Berbasis Sensor Photoelectric”. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Riau, Riau.
- [2] Sugihartono. Drs, Dasar – Dasar Kontrol Pneumatik, Penerbit Tarsito, Bandung, 1996. Febyansyah, Firmansyah, ST, Perancangan Dan Analisa Sistem Pneumatik Pada Mesin Press Sil Oli Dengan Suplai Gemuk Otomatis, Universitas Mercubuana, Jurusan Teknik Mesin, Jakarta, 2009.
- [3] Eka Maulana, ST, MT, MEng. Pengendalian Pneumatik Dengan PLC , Departement of Electrical Engineering, Brawijaya University Tri Rahadi, Ari Saddam, ST, Perancangan Mesin Pemipih Dan Pemetong Adonan Mie, Universitas Negeri Yogyakarta, Jurusan Teknik Mesin, 2012.
- [4] Yasir Ismail, Adi Purwanto, Saiful Huda, dkk, Perancangan Mesin Weigh Checker Otomatis Dengan Sistem Pneumatik Berbasis PLC, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi AKPRIND, Yogyakarta, 2014.
- [5] Putra Agfianto Eko, 2004, Konsep Pemrograman dan Aplikasi PLC (Omron CPM1A/CPM2A dan zen Programmable Relay), Penerbit Gava Media, Jogjakarta.
- [6] William Bolton, Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Penghantar, Penerbit Erlangga; Jakarta.

- [7] Yulianto Anang , ST, 2006, Panduan Praktis Belajar PLC, Penerbit PT Elex Media Kompindo”, Jakarta.
- [8] Hamdani,M.(2010);Pengendalian Kecepatan Putar Motor DC Terhadap Perubahan Temperatur Dengan Sistem Modulasi Lebar Pulsa,teknik elektro,Universitas Indonesia
- [9] Ihsanto,E., Triwisaksana. Dan Suryana,N. (2008); Sistem Pengendalian Motor DC Dengan PWM,Teknik Elektro,universitas Mercu Buana
- [10] Muchlas. Sutikno,T. dan Hastoro,C. (2006); Pengendali Kecepatan Motor DC Dengan PWM Secara Remote Berbasis Mikrokontroler M68hc11, Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan
- [11] Chaerunnisa, I. 2018. “Aplikasi PLC Pada Alat Pengisian Air Minum Otomatis”. Teknik Elektro, Politeknik Enjineering Indorama, Purwakarta.
- [12] JPM: Jurnal Material Dan Proses Manufaktur Vol. 1 No.2, 46-55, Desember 2017.
- [13] Martin, George H. 1984. Kinematika Dan Dinamika Teknik Edisi kedua. Jakarta. Penerbit Erlangga Prasetyaningrum, Ira. 2016 Trigonometri. <http://ira.lecturer.pens.ac.id/matematika%201/trigonometri-1.pdf> Diakses Pada Tanggal 5 September 2016 Pukul11.30 WIB.
- [14] Krist. Dr Ing Thomas, 1993, Dasar - Dasar Pneumatik, Erlangga, Jakarta 1989.
- [15] Kamarudin Sidharta, S 1995, Pneumatik & Hidrolik, Universitas Indonesia.

- [16] Sugiharto, 1985, Dasar – Dasar Kontrol Pneumatik, Penerbit Tarsito Bandung.
- [17] Anugrah, F., Adi, H., Wahyudi, & S u n a r d i . 2015. MODUL PRAKTIKUMCADINVENTOR.<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/135/MODUL%20PRAKTIKUM%20CADINVENTOR.pdf?sequence&isAlwy>. Diakses Pada Tanggal 26 September 2016 pukul 12.10 WIB.
- [18] Said, Hanif. 2012. Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- [19] Tehuayo, Pranjoto, Ghuandi. 2014. “Perancangan Lampu Tangga Otomatis Menggunakan Sensor Photoelectric”. Teknik Elektro, Universitas Widya Mandala, Surabaya.
- [20] Mahardika, Tegar. 2008. “Perancangan Aplikasi Plc Omron Sysmac Cp11 Untuk Otomasi Proses Pengisian Dan Penyegelan Air Minum Dalam Kemasan”. Teknik elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : IRFANSYAH
NPM : 1507220019
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN ALAT PENUTUP DAN
PENGUNCIAN TUTUP BOTOL OTOMATIS (
AUTOMATIC BOTTLE CAPS AND LOCKING) DENGAN
PNEUMATIK BERBASIS PLC

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1		Revisi cara penulisan daftar pustaka Korupsi format penulisan	Sidiq
2	11/2-2020	Revisi cara penulisan daftar pustaka dgn format. Pelajar kumulatif: TA	Sidiq
3	13/2-2020	Cajilan KIRAS IV	Sidiq
4	30/2-2020	Revisi cara penulisan dan peljin kumulatif	Sidiq
5	15/3-2020	Revisi Analisis Halus	Sidiq
6	29/3-2020	Pelajar kumulatif: bagian Hasil	Sidiq
7	20/3-2020	Revisi Kumpulan	Sidiq
8	7/7-2020	Revisi Simulasi, peljin dan Passage dgn buku	Sidiq

13/10-2020

Revisi Sidiq TA KIRAS IV

Revisi Sidiq

Pembimbing I

Noorly Evalina, ST, M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : IRFANSYAH
NPM : 1507220019
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN ALAT PENUTUP DAN
PENGUNCIAN TUTUP BOTOL OTOMATIS (
AUTOMATIC BOTTLE CAPS AND LOCKING) DENGAN
PNEUMATIK BERBASIS PLC

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1	12/2	Revisi Bab I	
2	27/2	Revisi Bab II	
3	28/2	Lanjutkan Bab III	
4	11/3	Revisi Bab III	
5	17/3	Revisi Bab III	
6	26/3	Revisi Bab IV	
7	20/6	Revisi Bab VI	
8	18/6	Revisi Bab VI	
9	24/6	Selesai	

ACC Sidan

Pembimbing II

Muhammad Safril, ST, M.T

Lampiran

Tampilan Gambar alat pada perancangan penutup dan penguncian tutup botol dengan pneumatik berbasis PLC.

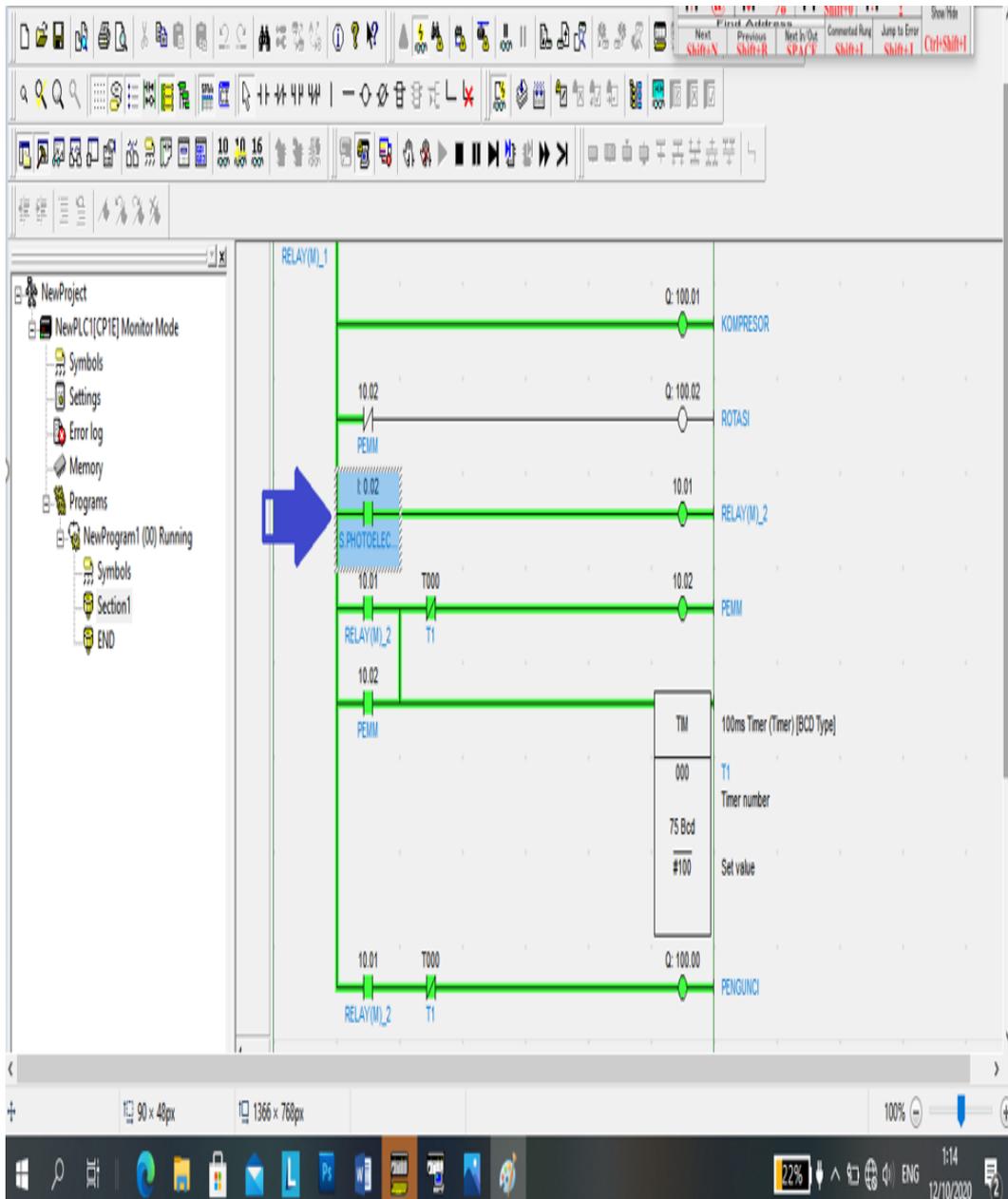




Tampilan Gambar Wiring Keseluruhan alat pada perancangan penutup dan penguncian tutup botol dengan pneumatik berbasis PLC.



Tampilan ladder (Program) input sensor *photoelectric* untuk memberhentikan Rotary Capping dan Mengaktifkan Solenoid Valve. dengan alamat I:0.02



Tampilan ladder (Program) output PLC untuk menghidupkan konveyor . dengan alamat Q:100.03

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a PLC program. The main window shows a ladder logic diagram for a conveyor system. The program is in Monitor Mode, and the output coil Q:100.03, labeled 'CONVEYOR', is highlighted with a blue arrow. The diagram includes various inputs and outputs, such as START, STOP, RELAY(M)_1, RELAY(M)_2, and a timer T1. The status bar at the bottom indicates the current run time and mode.

Global	Name	Address or Value	Comment
		100.03	CONVEYOR

Tampilan ladder (Program) output PLC untuk menghidupkan Rotary Capping . dengan alamat Q:100.02

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a PLC program. The main window shows a ladder logic diagram with the following components:

- Inputs:** I 0.00 (START), I 0.01 (STOP), I 0.02 (PEMM), I 0.01 (S.PHOTOELEC...), I 0.01 (RELAY(M)_2), I 0.02 (PEMM).
- Outputs:** Q:100.03 (CONVEYOR), Q:100.01 (KOMPRESOR), Q:100.02 (ROTASI), Q:10.01 (RELAY(M)_2), Q:10.02 (PEMM).
- Timers:** T1 (100ms Timer (Timer) [BCD Type]).

The output coil Q:100.02 is highlighted with a blue arrow, indicating it is the focus of the task. The status bar at the bottom of the ladder editor shows the selected element's details: Name: Address or Value: 100.02 Comment: ROTASI.

The taskbar at the bottom of the screen shows the system time as 1:31 on 12/10/2020.

Tampilan ladder (Program) output PLC untuk menghidupkan Solenoid Valve .
dengan alamat Q:100.00

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface with a ladder logic program. The program is organized into rungs. The first rung shows a normally open contact labeled '10.02' connected to a coil 'Q:100.01' labeled 'KOMPRESOR'. The second rung features a normally closed contact 'PEIM' (address 10.02) connected to a coil 'Q:100.02' labeled 'ROTAASI'. The third rung has a normally open contact 'S.PHOTOELEC...' (address I 0.02) connected to a coil '10.01' labeled 'RELAY(M)_2'. The fourth rung contains a normally open contact '10.01' and a normally closed contact 'T1' (timer) connected to a coil '10.02' labeled 'PEIM'. The fifth rung shows a normally open contact '10.02' and a normally closed contact 'PEIM' connected to a coil '10.01' labeled 'RELAY(M)_2'. The sixth rung consists of a normally open contact '10.01' and a normally closed contact 'T1' connected to a coil 'Q:100.00' labeled 'PENGUNCI'. A blue arrow points to this coil. A tooltip for the timer T1 is visible, showing it is a 100ms Timer (BCD Type) with timer number T1 and a set value of #100. The status bar at the bottom indicates 'NewPLC1(Simulator) - Monitor Mode' with '0,0 ms SYNC' and 'rung 0 (6,9) - 100%'. The Windows taskbar at the very bottom shows the date as 12/10/2020 and time as 1:35.

Perancangan Alat Penutup Dan Penguncian Tutup Botol (*Automatic Bottle Caps And Locking*) Dengan Pneumatik Berbasis PLC

Irfansyah, Noorly Evalina, S.T, M.T, M.Safiril, S.T, M.T
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Katen Muchtar Basri, BA No.3 Telp. 90610 6622400 ex. 12 Kode Pos 20238

Email : syahirfan995@gmail.com

ABSTRAK Mesin Capping adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menutup berbagai jenis botol dan berbagai jenis bahan penutup botol. Penelitian Bertujuan Untuk Merancang Alat Penutup dan penguncian Tutup Botol Minuman Otomatis ini menggunakan sistem kontrol berbasis Programmable Logic Controller (PLC). PLC yang digunakan bermerek Omron, dengan tipe CP1E-E20 SDR-A yang diprogram oleh CX-Programmer berupa ladder diagram. Pada alat ini terdiri dari input dan output. Input yang digunakan terdiri dari Sensor Photoelectric dan Limit Switch (LS). Hasil Pengujian Menunjukkan Sensor Photoelektrik dapat mendeteksi jarak objek 0 cm hingga 30 cm, dimana rotary capping akan mati secara otomatis jika objek berada pada jangkauan 0-30 cm. apabila jarak objek lebih dari 30 cm, maka rotary capping tidak akan mati. Sehingga kinerja sensor photoelektrik dapat bekerja pada jarak maksimum 30 cm. Dengan demikian pengujian dari alat ini cukup baik, karena dari hasil pengujian bahwa penutup dan penguncian tutup botol berhasil di jalankan. Dari hasil pengujian juga dapat disimpulkan bahwa sistem Limit Switch (LS), Sensor Photoelectric, Pneumatik, Konveyor dan PLC yang dirancang dapat memberikan perintah saling sinkron dalam pemrograman.

Kata kunci: Mesin Capping, PLC, Pneumatik, Photoelectric Sensor.

ABSTRACT Capping machine is a tool that functions to cover various types of bottles and various types of bottle closing materials. This research aims to design a tool for closing and locking the automatic beverage bottle caps using a control

system based on the Programmable Logic Controller (PLC). The PLC used is Omron brand, with the CP1E-E20 SDR-A type programmed by CX-Programmer in the form of a ladder diagram. In this tool consists of input and output. The input used consists of a Photoelectric Sensor and Limit Switch (LS). Photoelectric sensor test results are reliable, the object distance is 0 cm to 30 cm, where rotary capping will automatically turn off if the object is in the range of 0-30 cm. If the object distance is more than 30 cm, then rotary capping will not die. So that the performance of the photoelectric sensor can work at a maximum distance of 30 cm. Thus, the test of this tool is quite good, because from the test results that the lid and bottle cap locking are successful. From the test it can also be shown that the Limit Switch (LS) system, Photoelectric Sensor, Solenoid Valve, Conveyor and PLC which are designed can provide synchronous command results in programming.

Keywords: *Capping Machines, PLC, Pneumatic, Photoelectric Sensor*

I.PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi dan atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi lagi penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun industri dan perancangan industri.

Mesin Capping adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menutup berbagai jenis botol dan berbagai jenis bahan penutup botol. Segel tutup botol menjadi hal sangat penting dalam sebuah industry

minuman, makanan, ataupun industry yang lain. Alat penutup botol bekerja dengan cara menutup botol dengan tutup yang telah disiapkan kemudian menyegelnya dengan sangat kuat dan tertutup rapat.

Awalnya, PLC banyak dikenal sebagai akronim dari PC (*Personal Computer*). Dan ini menjadikan suatu hal yang membingungkan antara pengertian

PLC dan *PC*, akhirnya sekarang *PLC* memiliki pengertian tersendiri yaitu *Programmable Logic Control*.

PLC adalah sebuah peralatan user friendly, berbasis mikroprosesor, merupakan suatu komputer khusus yang berisi fungsi kontrol dari berbagai jenis dan level secara kompleksitas.

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Orang pertama yang dikenal dengan pasti telah menggunakan alat pneumatik adalah orang Yunani bernama Ktesibio. Dengan demikian istilah pneumatik berasal dari Yunani kuno yaitu pneuma yang artinya hembusan (tiupan). Bahkan dari ilmu filsafat atau secara filosofi istilah pneuma dapat diartikan sebagai nyawa. Dengan kata lain pneumatik berarti mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan.

Perancangan dan pembuatan prototipe sistem pengepakan botol air minum dalam kemasan (lebih

khusus kemasan 600mL) dengan parameter mekanik dan program yang baik akan menunjang proses pengepakan yang dimaksud. Penggunaan listrik bahkan udara (pneumatik) dalam pembuatan sistem pun dilakukan. Untuk pengontrolan sistem, digunakan *PLC (Programmable Logic Controller)* Siemens S7-300 CPU 314C-2 DP. Mekanik sistem menggunakan bahan besi dan aluminium berbekal penggerak berupa motor listrik arus searah dan silinder pneumatik. Berdasarkan pada ukuran botol dan karton, rangka dan mekanik sistem dibuat. Arus rata-rata maksimum pada motor DC 12V adalah pada saat mengangkat beban yaitu 2,036 A, dan pada motor DC 24 V adalah pada saat gerak ke kanan (dengan beban) yaitu 0,184 A. Gaya yang dihasilkan silinder pneumatik pada saat menjepit beban dengan tekanan 2 bar adalah sedangkan pada saat posisi awal/melepas beban adalah . Jumlah volume kompresi angin yang dibutuhkan silinder adalah 0,1415512 liter.

Dari hasil pengujian, disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik walaupun

dengan waktu yang sedikit lama. Dengan begitu, diharapkan bahwa alat sistem vakum udara dapat digunakan ke depannya untuk mempermudah pengepakan botol air minum dalam kemasan.

Berdasarkan penelitian di atas, maka pada penelitian ini akan merancang alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis (*automatic bottle caps and locking*) dengan pneumatik berbasis PLC.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Programmable Logic Control (PLC)*

Programmable Logic Control adalah suatu peralatan elektronika yang bekerja secara digital dan memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus seperti logic, sequencing, timing, counting dan arithmatik untuk mengontrol berbagai jenis motor atau proses melalui modul input output analog atau digital (Crispin, 1997). Di dalam *PLC* berisi rangkaian elektronika yang dapat difungsikan seperti *contact relay* (baik *NO*

maupun *NC*) pada *PLC* dapat digunakan berkali-kali untuk semua intruksi dasar selain intruksi output. Jadi bisa dikatakan bahwa dalam suatu program *PLC* tidak diijinkan menggunakan output dengan nomor kontak yang sama.

2.1.1 Prinsip Kerja *PLC*

Data berupa sinyal dari peralatan input luar diterima oleh sebuah *PLC* dari sistem yang dikontrol. Peralatan input luar misalnya: saklar, sensor, tombol dan lain-lain. Data sinyal masukan yang masih berupa sinyal analog akan diubah oleh modul input *A/D* (*analog to digital input module*) menjadi sinyal digital. Selanjutnya oleh unit prosesor sentral atau *CPU* yang ada di dalam *PLC* sinyal digital dan disimpan di dalam memory. Keputusan diambil *CPU* dan perintah yang diperoleh diberikan melalui modul output *D/A* (*digital to analog output module*) sinyal digital itu bila perlu diubah kembali menjadi menggerakkan peralatan output luar (*external output device*) dari sistem yang dikontrol seperti antara lain berupa *kontaktor, relay, solenoid, valve, heater, alarm*

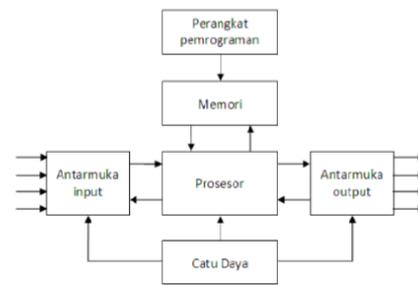
dimana nantinya dapat untuk mengoperasikan secara otomatis sistem proses kerja yang dikontrol tersebut. *Programmable Logic Control* memiliki karakteristik :

4. Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembaban, dan Kebisingan.
5. Antarmuka untuk input dan output telah tersedia secara built-in di dalamnya.
6. Mudah diprogram dan menggunakan bahasa pemrograman yang mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.

PLC yang diproduksi oleh berbagai industri sistem kendali terkemuka saat ini biasanya mempunyai ciri-ciri sendiri yang menawarkan keunggulan sistemnya, baik dari segi aplikasi (perangkat tambahan) maupun modul utama sistemnya. Meskipun demikian, pada umumnya setiap PLC mengandung empat bagian, yaitu:

1. Modul catu daya.
2. *Modul Central Processing Unit (CPU)*.
3. Modul program perangkat lunak.

4. Modul I/O.



Gambar 2.1. Sistem PLC



Gambar 2.3 PLC Omron CP1E

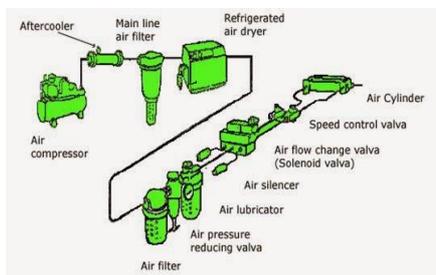
2.2 Pneumatik

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan-an. Orang pertama yang dikenal dengan pasti telah menggunakan alat pneumatik adalah orang Yunani bernama Ktesibio. Dengan demikian istilah pneumatik berasal dari Yunani kuno yaitu pneuma yang artinya hembusan (tiupan). Bahkan dari ilmu filsafat atau secara filosofi istilah pneuma dapat diartikan sebagai nyawa.

Dengan kata lain pneumatik berarti mempelajari tentang gerakan angin (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan kecepatan.

2.2.1 Prinsip Dasar Kerja Pneumatik

Sistem pneumatik adalah suatu sistem yang menggunakan udara sebagai media kerjanya, dimana untuk menghasilkan kerja tersebut udara dimampatkan terlebih dahulu. Sistem-sistem pneumatik terutama terdiri dari suatu kompresor udara atau perapat udara (sumber udara mampat), motor-motor udara mampat (pemakai-pemakai udara mampat) ditambah dengan bagian-bagian pengatur dan pengendali. Untuk lebih jelasnya berikut adalah gambar 2.4 sistem pneumatik secara rinci.



Gambar 2.4 Sistem Peumatik

Keterangan gambar:

12. Kompresor adalah peralatan yang dipergunakan untuk menghasilkan udara kempa, udara akan diserap dan dimampatkan oleh kompresor yang digerakkan oleh motor listrik.
13. After Cooler, salah satu alat yang digunakan untuk mendinginkan udara kempa dengan menggunakan air atau media lain yang dapat berfungsi sebagai pendingin udara kempa.
14. Main Line Air Filter, peralatan yang berfungsi untuk mengeleminir debu dan air serta kandungan minyak pada udara kempa.
15. Refrigerated Air Dryer, alat ini berfungsi untuk mengeringkan udara basah atau udara yang masih mengandung embun atau titk air, sehingga dapat menghasilkan udara kempa yang benar-benar kering.
16. Air Filter, alat ini dipergunakan untuk menyaring debu yang terbawa oleh air.
17. Air Pressure Reducing Valve, berfungsi untuk mereduksi udara kempa pada batas yang dikehendaki dan menjaga agar

tetap konstan pada saat digunakan.

18. Air Lubricator, alat ini berfungsi untuk mensuplai pelumas kedalam udara kempa dengan menggunakan aliran udara sehingga peralatan dapat bekerja dengan halus dan bisa digunakan dalam jangka waktu yang panjang.
19. Air Silincer, berfungsi untuk mereduksi nozel yang timbul sampai pada batas yang aman.
20. Air Flow (Change Selenoide Valve), berfungsi untuk merubah (mengubah) aliran lkangsung dari kompresor dengan cara membuka atau menutup katup yang menerima singnal elektrik.
21. Speed Control Valve, berfungsi mengontrol kecepatan silinder dengan mengatur valvealiran dari udara kempa.
22. Air Cylinder, berfungsi untuk merubah energi udara kempa menjadi gaya yang efektif dan gerakan.

III. Metodologi Penelitian

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada Tanggal 18 Januari 2020 sampai 12 februari

2020 di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Mukhtar Basri No.3 Glugur Darat II Medan.

3.2 Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan tema permasalahan yang akan diteliti dengan cara melakukan studi pustaka guna memperoleh berbagai teori-teori dan konsep yang mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Melakukan uji coba alat penutup dan penguncian tutup botol otomatis dengan pneumatik berbasis PLC.
3. Mencari data dari alat penyortiran tutup botol minuman otomatis menggunakan pengumpan mangkuk bergetar berbasis PLC sehingga didapatkan data yang dibutuhkan untuk diolah pada bab selanjutnya.

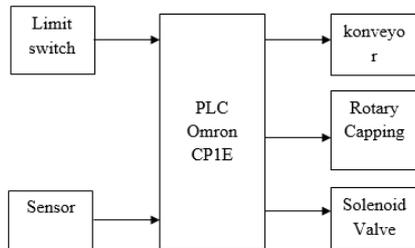
3.3 Analisa Kebutuhan

Adapun pembuatan alat pengepakan beras ini membutuhkan beberapa perangkat *hardware* dan *software*, antara lain:

3.3.1 Perancangan *Hardware*

Adapun perancangan

hardware dengan menggunakan diagram blok dari sistem yang dirancang adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Alat

Penjelasan dan fungsi dari masing-masing blok adalah sebagai berikut:

Keterangan Gambar:

7. Catu Daya berfungsi untuk mensupply tegangan ke Sensor Proximity.
8. Sensor Photoelektrik berfungsi untuk menghentikan Motor DC Stepper dan mengaktifkan Solenoid Valve Pneumatik.
9. PLC berfungsi sebagai sistem yang mengeksekusi sistem kerja alat.
10. Motor konveyor berfungsi sebagai penggerak/pembawa barang yaitu botol.
11. Motor DC *Power Window* berfungsi sebagai pengarah botol

ke penutup dan penguncian Pneumatik.

12. *Solenoid Valve* Pneumatik berfungsi sebagai saklar elektrik untuk mengaktifkan *Air Cylinder Pneumatik*

Dari diagram diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari alat tersebut:

Ketika Limit Switch ditekan konveyor dan motor DC rotary akan bekerja motor DC rotary akan menggerakkan botol ke tempat penutup dan penguncian tutup botol, sensor photoelektrik akan berfungsi apabila mendeteksi adanya botol lalu sensor akan memberi sinyal ke PLC untuk menghentikan sementara motor DC stepper dan menghidupkan solenoid valve pneumatik untuk melakukan proses penutup dan penguncian tutup botol. Waktu yang digunakan pada saat penguncian tutup botol hanya sekitar 3-4 detik saja, dikarenakan apabila pneumatik terlalu lama melakukan penguncian tutup botol bisa dol (longgar), ketika waktu penguncian selesai motor DC stepper akan hidup kembali dan mengarahkan botol ke konveyor keluaran.

3.3.2 Perancangan Rotary Capping

Perancangan rotary capping botol ini, bahan yang digunakan adalah plat.

Diameter rotary ini adalah 30 cm dengan setiap sisinya di beri setengah lubang sebesar ukuran botol 600ml. Desain rotary ditunjukkan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Rotary Capping

3.3.3 Perancangan Jalur Tutup Botol

Perancangan Jalur Tutup Botol ini menggunakan bahan dari plat besi dengan tinggi tiang 31 cm, panjang jalur 22 cm dan lebar 4,5 cm. dengan kemiringan 31° yang diharapkan mampu membuat tutup botol turun ketika botol mengambil tutup botol.



Gambar 3.3 Jalur Tutup Botol

3.3.4 Perancangan Penguncian Dan Solenoid valve

Perancangan Penguncian dan Solenoid Valve ini, bahan yang digunakan adalah Besi, *Motor DC*, *Air Cylinder* dan *Solenoid Valve*. Desain Penguncian Dan Solenoid Valve ditunjukkan pada gambar 3.4 adapun bagian – bagian dari Penguncian Dan Solenoid Valve tersebut adalah :

5. Motor DC 12 Volt panjang 51,5mm dan diameter 25mm.
6. Mangkuk penguncian terbuat dari plastik dengan diameter 4cm.
7. Air Cylinder tipe CDJ2B16-60-B panjang keseluruhan 20cm dan diameter 2cm terbuat dari aluminium.
8. Solenoid valve tipe 4V210-08 DC 24V 4.8W.



Gambar 3.4 Penguncian Dan Solenoid valve

3.3.5 Perancangan Konveyor

Perancangan konveyor penyortir barang ini, bahan yang digunakan adalah besi dan belt konveyor terbuat dari karet. Dimensi total dari konveyor ini adalah 25 cm x 15 cm dengan lebar belt 15 cm. Desain konveyor ditunjukkan pada gambar 3.5 adapun bagian – bagian dari konveyor tersebut adalah :

5. Belt konveyor terbuat dari karet dengan ketebalan 2 mm lebar belt 15 cm dan panjang kurang lebih 20 cm.
6. Frame dan foot konveyor terbuat besi dengan tebal 15 mm.
7. Rool konveyor berbentuk silinder dimana didalam silinder tersebut terdapat bantalan gelinding (*bearing*)

sebagai penahan beban radial pada saat *roll* berputar.

8. Penggerak dari sistem konveyor ini menggunakan Motor DC 12V



Gambar 3.5 Konveyor

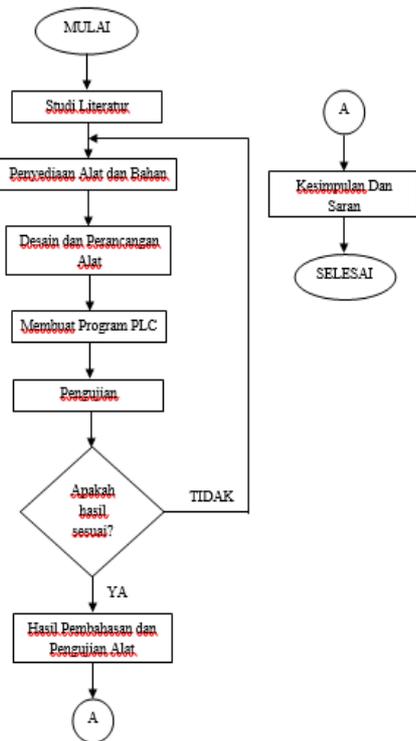
3.3.6 Perancangan Sensor Photoelektrik type CR18 8DP PNP

Sensor proximity ini berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan Rotary Capping pada titik yang telah ditentukan, maka sensor ini akan terhubung ke PLC. Perancangan sensor Photoelektrik ini seperti pada gambar 3.5 dibawah ini



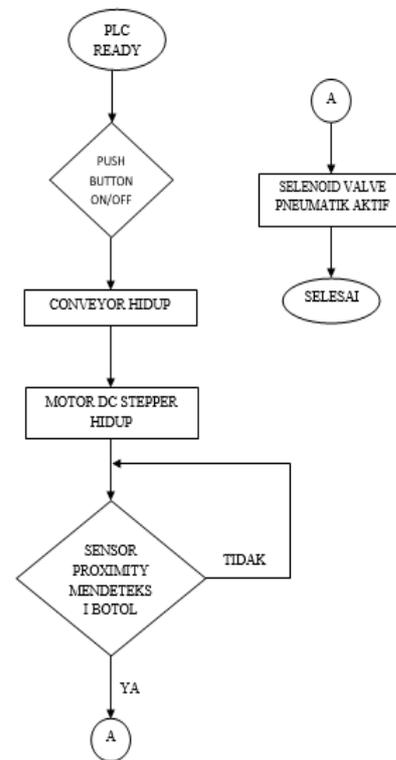
Gambar 3.6 Sensor Photoelektrik

3.4 Flow Chart Penelitian



3.5 Flow Chart Sistem Kerja Alat

3.6 Flow Chart



IV. ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

Proses pengujian alat yang telah dikerjakan sangat menentukan berhasil tidaknya alat yang telah dikerjakan. Setelah pengujian dapat diketahui apakah alat yang telah dikerjakan mengalami kesalahan atau perlu diadakan perbaikan. Dalam setiap pengujian dilakukan dengan pengukuran yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa *hardware* dan *software* serta komponen-komponen pendukung lainnya.

4.1 Pengujian PLC Omron CP1E

Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) sebagai sistem kendali. PLC Omron CP1E menggunakan power 220 VAC dan memiliki port input sebanyak 12 buah dan port output sebanyak 8 buah. Port input menggunakan sumber tegangan DC sebesar 24 V pada port commandnya, sedangkan port output dapat dialiri arus AC 220 V ataupun DC pada masing – masing port commandnya.

Pengujian dilakukan untuk melihat PLC Omron CP1E ini bekerja atau tidak. Untuk dapat melihat PLC Omron CP1E bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara membuat rangkain dari power 220 VAC sebagai power PLC dan 24 VDC untuk input PLC. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada PLC Omron CP1E tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1. Wiring Power PLC

4.2 Pengujian Sensor Photoelektrik

Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan sensor Photoelektrik sebagai input kendali. sensor Photoelektrik menggunakan power 12 VDC.

Pengujian dilakukan untuk melihat sensor Photoelektrik ini bekerja atau tidak. Pengujian Sensor Photoelektrik ini dilakukan dengan cara melihat sensor tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC .Untuk dapat melihat sensor Photoelektrik bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat pada program *Ladder* PLC. Hasil yang

didapat setelah melakukan percobaan pada sensor tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat input PLC	Kondisi output sensor	keterangan
Sensor	I0.02	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Photoelektrik

Pengujian sensor photoelektrik juga dilakukan untuk mengetahui jarak maksimum dari sensor photoelektrik agar dapat mendeteksi benda (botol). Data hasil pengukuran jarak sensor photoelectric dapat dilihat pada table 4.2

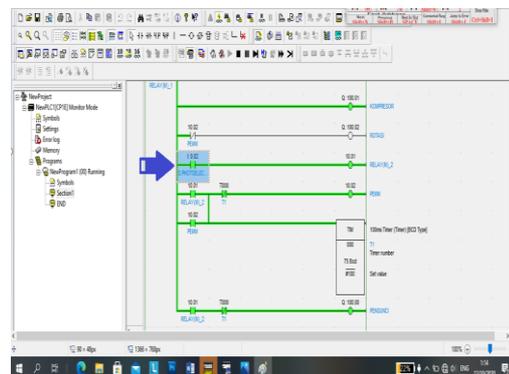
No	Jarak (cm)	Keterangan (Objek)	Motor Power Window (Hidup/Mati)
1	0-10	Terdeteksi	Mati
2	10-20	Terdeteksi	Mati
3	20-30	Terdeteksi	Mati
4	30-35	Tidak Terdeteksi	Hidup

Tabel 4.2 Hasil Pengujian jarak Sensor Photoelektrik

Berdasarkan hasil pengujian yang terdapat pada table 4.2 menunjukkan bahwa sensor photoelectric dapat mendeteksi jarak objek 0 cm hingga 30 cm, dimana Rotary Capping akan mati secara otomatis jika objek berada pada jangkauan 0-30 cm. Apabila jarak objek lebih dari 30 cm, maka Rotary Capping tidak akan mati. Sehingga kinerja sensor photoelectric dapat bekerja pada jarak maksimum 30 cm.



Gambar 4.2. Wiring Sensor Photoelektrik



Gambar 4.3. Hasil Pengujian Sensor Photoelektrik

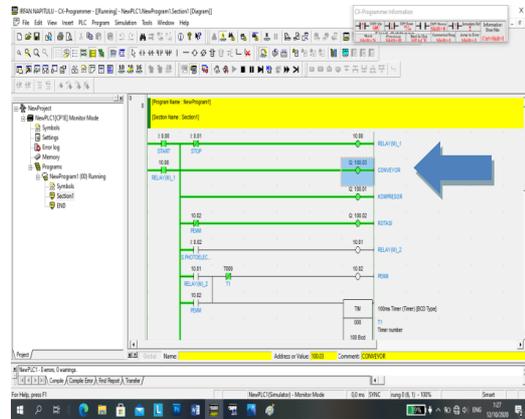
4.3 Pengujian Konveyor

Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan konveyor sebagai jalur keluar botol dengan penggerak sebuah Motor DC. Motor DC menggunakan power 12-24 VDC.

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah konveyor ini bekerja atau tidak. Pengujian konveyor ini dilakukan dengan cara melihat konveyor tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC .Untuk dapat melihat konveyor ini bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat pada program *Ladder PLC*. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada konveyor tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat output PLC	Kondisi output	keterangan
Konveyor	Q100.03	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Konveyor



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Konveyor

4.4 Pengujian Rotary Capping

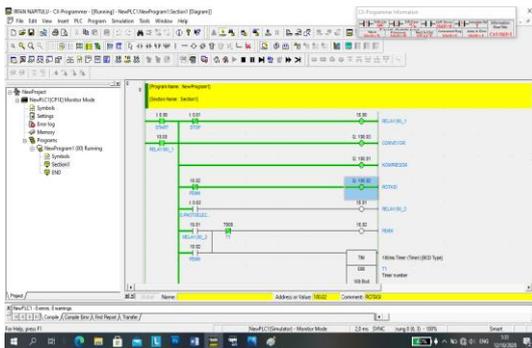
Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan Rotary Capping sebagai pengarah botol dengan penggerak sebuah Motor DC. Motor DC menggunakan power 12–24 VDC

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah rotary capping ini bekerja atau tidak. Pengujian rotary capping ini dilakukan dengan cara melihat rotary tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC .Untuk dapat melihat rotary bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat pada program *Ladder PLC*. Hasil yang

didapat setelah melakukan percobaan pada rotary tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat output PLC	Kondisi output	keterangan
Rotary Cappin g	Q100.02	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rotary Capping



Gambar 4.5 Pengujian Rotary Capping

4.5 Pengujian Solenoid Valve Dan Motor DC mini

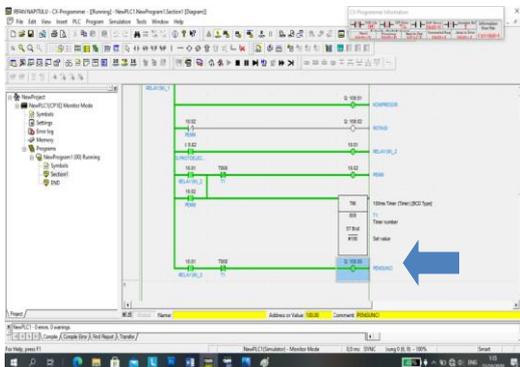
Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis ini menggunakan Solenoid Valve Sistem pneumatic digunakan sebagai actuator untuk mendorong benda kerja berupa Motor DC mini sebagai pengunci tutup botol. Sistem

kerja dari pneumatic ini yaitu ketika PLC mengirimkan sinyal input dari sensor ke solenoid valve, katup pada valve akan berpindah dan mengalirkan udara ke silinder pneumatic sehingga piston pada silinder akan bergerak maju dan mendorong benda kerja berupa Motor DC mini.. Pada sistem ini menggunakan valve 5/2, dimana menggunakan coil 24VDC dan Motor DC mini menggunakan power 12 VDC

Pengujian dilakukan untuk melihat solenoid valve ini bekerja atau tidak. Pengujian solenoid valve ini dilakukan dengan cara melihat valve tersebut terhubung atau tidak ke output dari PLC .Untuk dapat melihat solenoid valve bekerja atau tidak, maka kita akan melakukan percobaan dengan cara melihat pada program *Ladder* PLC. Hasil yang didapat setelah melakukan percobaan pada valve tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Nama	Alamat output PLC	Kondisi output	Keterangan
Solenoid valve	Q100.00	Aktif	Berfungsi
Motor DC mini	Q100.01	Aktif	Berfungsi

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Solenoid Valve dan Motor DC mini



Gambar 4.6 Pengujian Solenoid Valve dan Motor DC mini

4.6 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan untuk menguji kesesuaian percobaan untuk penutup dan penguncian tutup botol dengan pneumatik berbasis

PLC, yang telah ditentukan. **Ketika tombol limit switch ditekan konveyor dan motor DC rotary akan bekerja** motor DC rotary akan menggerakkan botol ke tempat penutup dan penguncian tutup botol, sensor Photoelektrik akan berfungsi apabila mendeteksi adanya botol lalu sensor akan memberi sinyal ke PLC untuk menghentikan sementara motor DC stepper dan menghidupkan solenoid valve pneumatik untuk melakukan proses penutup dan penguncian tutup botol. Waktu yang digunakan pada saat penguncian tutup botol hanya sekitar 3-4 detik saja, dikarenakan apabila pneumatik terlalu lama melakukan penguncian tutup botol bisa dol (longgar), ketika waktu penguncian selesai motor DC stepper akan hidup kembali dan mengarahkan botol ke konveyor keluaran. Hasil tabel didapat setelah melakukan percobaan dibawah ini.

4.6.1 Tabel Input/Output

Alamat	Device	Fungsi
I0.00	Limit Switch (LS)	Mengaktifkan Alat



Gambar 4.7. Wiring Keseluruhan Alat

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. PLC Omron CP1E menggunakan power 220 VAC dan memiliki port input sebanyak 12 buah dan port output sebanyak 8 buah. Port input menggunakan sumber tegangan DC sebesar 24 V pada port commandnya, sedangkan port output dapat dialiri arus AC 220 V ataupun DC pada masing – masing port commandnya.
2. Sensor photoelektrik dapat mendeteksi jarak objek 0 cm hingga 30 cm, dimana Rotary Capping akan mati secara otomatis jika objek berada pada jangkauan 0-30 cm. Apabila jarak objek lebih dari 30 cm, maka Rotary Capping tidak akan mati. Sehingga kinerja sensor

photoelektrik dapat bekerja pada jarak maksimum 30 cm.

3. Sistem kerja dari pneumatic ini yaitu ketika PLC mengirimkan sinyal input dari sensor ke solenoid valve, katup pada valve akan berpindah dan mengalirkan udara ke silinder pneumatic sehingga piston pada silinder akan bergerak maju dan mendorong benda kerja berupa Motor DC mini.. Pada sistem ini menggunakan valve 5/2, dimana menggunakan coil 24VDC dan Motor DC mini menggunakan power 12 VDC

4. Rotary Capping dan konveyor berfungsi sebagai pengarah botol dan jalur keluar botol sama-sama menggunakan penggerak berupa Motor DC menggunakan power 12–24 VDC

5.2 Saran

1. Pada penelitian berikutnya harus memiliki data yang lebih lengkap sehingga dalam merencanakan pembuatan program akan lebih mudah.
2. carilah refrensi yang banyak tentang mesin capping bila perlu datang ke sebuah perusahaan sebagai gambaran awal membuat alat.

3. Untuk pengembangan kedepannya mungkin bisa menggunakan sistem jarak jauh seperti IOT dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadirun, Hasanuddin, Aryanto. 2016. "Penerapan Sistem Stop Sign Pada Pertigaan Jalan Berbasis Sensor Photoelectric". Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Riau, Riau.
- [2] Sugihartono. Drs, Dasar – Dasar Kontrol Pneumatik, Penerbit Tarsito, Bandung, 1996. Febyansyah, Firmansyah, ST, Perancangan Dan Analisa Sistem Pneumatik Pada Mesin Press Sil Oli Dengan Suplai Gemuk Otomatis, Universitas Mercubuana, Jurusan Teknik Mesin, Jakarta, 2009.
- [3] Eka Maulana, ST, MT, MEng. Pengendalian Pneumatik Dengan PLC , Departement of Electrical Engineering, Brawijaya University Tri Rahadi, Ari Saddam, ST, Perancangan Mesin Pemipih Dan Pemetong Adonan Mie, Universitas Negeri Yogyakarta, Jurusan Teknik Mesin, 2012.
- [4] Yasir Ismail, Adi Purwanto, Saiful Huda, dkk, Perancangan Mesin Weigh Checker Otomatis Dengan Sistem Pneumatik Berbasis PLC, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi AKPRIND, Yogyakarta, 2014.
- [5] Putra Agfianto Eko, 2004, Konsep Pemrograman dan Aplikasi PLC (Omron CPM1A/CPM2A dan zen Programmable Relay), Penerbit Gava Media, Jogjakarta.
- [6] William Bolton, Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Penghantar, Penerbit Erlangga; Jakarta.
- [7] Yulianto Anang , ST, 2006, Panduan Praktis Belajar PLC, Penerbit PT Elex Media Kompindo", Jakarta.
- [8] Hamdani, M. (2010) ;Pengendalian Kecepatan Putar Motor DC Terhadap Perubahan Temperatur

- Dengan Sistem Modulasi Lebar Pulsa, teknik elektro, Universitas Indonesia
- [9] Ihsanto, E., Triwisaksana. Dan Suryana, N. (2008); Sistem Pengendalian Motor DC Dengan PWM, Teknik Elektro, universitas Mercu Buana
- [10] Muchlas. Sutikno, T. dan Hastoro, C. (2006); Pengendali Kecepatan Motor DC Dengan PWM Secara Remote Berbasis Mikrokontroler M68hc11, Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan
- [11] Chaerunnisa, I. 2018. "Aplikasi PLC Pada Alat Pengisian Air Minum Otomatis". Teknik Elektro, Politeknik Engineering Indorama, Purwakarta.
- [12] JMPM: Jurnal Material Dan Proses Manufaktur Vol. 1 No.2, 46-55, Desember 2017.
- [13] Martin, George H. 1984. Kinematika Dan Dinamika Teknik Edisi kedua. Jakarta. Penerbit Erlangga
- Prasetyaningrum, Ira. 2016 Trigonometri.
<http://ira.lecturer.pens.ac.id/matematika%201/trigonometri-1.pdf> Diakses Pada Tanggal 5 September 2016 Pukul 11.30 WIB.
- [14] Krist. Dr Ing Thomas, 1993, Dasar - Dasar Pneumatik, Erlangga, Jakarta 1989.
- [15] Kamarudin Sidharta, S 1995, Pneumatik & Hidrolik, Universitas Indonesia.
- [16] Sugiharto, 1985, Dasar – Dasar Kontrol Pneumatik, Penerbit Tarsito Bandung.
- [17] Anugrah, F., Adi, H., Wahyudi, & Sunardi. 2015. MODUL PRAKTIKUM CAD INVENTOR. <http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/135/MODUL%20PRAKTIKUM%20CADINVENTOR.pdf?sequence&isAlwy>. Diakses Pada Tanggal 26 September 2016 pukul 12.10 WIB.
- [18] Said, Hanif. 2012. Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur

- Industri. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- [19] Tehuayo, Pranjoto, Ghuandi. 2014. "Perancangan Lampu Tangga Otomatis Menggunakan Sensor Photoelectric". Teknik Elektro, Universitas Widya Mandala, Surabaya.
- [20] Mahardika, Tegar. 2008. "Perancangan Aplikasi Plc Omron Sysmac Cp11 Untuk Otomasi Proses Pengisian Dan Penyegelan Air Minum Dalam Kemasan". Teknik elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI

Nama Lengkap : Irfansyah
Panggilan : Irfan
Tempat, Tanggal Lahir : Perlis, 26 Agustus 1997
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jalan Marelan IX Pasar 1 Rel GG abadi
Lingkungan VII Kelurahan Tanah Enam Ratus
Kecamatan Medan Marelan,20245
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Muhammad Syah
Ibu : Ruwaida
Email : syahirfan995@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507220019
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Kota Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Dan Tempat	Tahun Lulus
1	SD	SDN 067256	2009
2	SMP	SMP Bina Satria	2012
3	SMA	SMK PAB 1 Helvetia	2015
4	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 Sampai Selesai.		

