

PROTOTYPE CONVEYOR PENYORTIR BARANG BERBASIS PLC
WAGO 750-842 MENGGUNAKAN SOFTWARE CODESYS V2.3



TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH

EUIS WIDIARSIH

03091404036

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Jl
005.107

R 5496 / 55 33

Ewi

P

2013

**PROTOTIPE CONVEYOR PENYORTIR BARANG BERBASIS PLC
WAGO 750-842 MENGGUNAKAN SOFTWARE CODESYS V2.3**



TUGAS AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH

EUIS WIDIARSIH

03091404036

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2013**

LEMBAR PENGESAHAN
PROTOTYPE CONVEYOR PENYORTIR BARANG BERBASIS PLC WAGO
750-842 MENGGUNAKAN SOFTWARE CODESYS V2.3



TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :
EUIS WIDIARSIH
03091404036

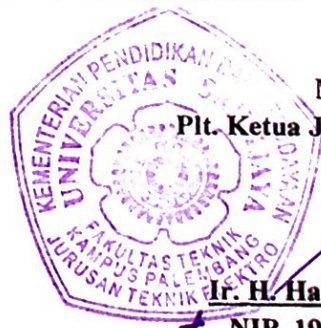
Palembang, Desember 2013

Pembimbing I,

Bhakti Yudho Suprpto, ST, MT
NIP. 197502112003121002

Pembimbing II,

Hj. Ike Bayusari, ST, MT
NIP.197010181997022001



Mengetahui,

Plt. Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. H. Hairul Alwani HA, MT
NIP. 195709221987031003

ABSTRAK

Masih banyak proses pemisahan barang yang berat barangnya melebihi keterbatasan tenaga pekerja, sehingga hal inilah yang menjadi kesulitan dalam menyortir barang secara manual. Proses kerja sistem prototype conveyor penyortir barang dikendalikan dengan PLC (Programmable Logic Controller) tipe PLC WAGO 750-842 menggunakan software codesys v2.3 yang terdiri dari 8 digital input dan 7 digital output, serta bahasa program yang digunakan yaitu Ladder Diagram. Dalam hal ini tegangan keluaran pada PLC sebesar 24 Volt, sedangkan tegangan yang dibutuhkan dari keluaran PLC sebesar 9 volt, 5 volt dan 12 volt, maka dari itu dibutuhkan rangkaian relay untuk dapat mengondisikan tegangan keluaran dari PLC. Pada pengujian didapatkan hasil rata-rata waktu tempuh vacuum pneumatic selama beroperasi, antara lain ; 10,53 detik untuk barang berwarna biru, 14,28 detik untuk barang berwarna hijau, dan 17,04 detik untuk barang berwarna merah. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa vacuum pneumatic baik digunakan untuk membantu para pekerja agar pekerjaan lebih praktis sehingga tidak membutuhkan waktu yang terlalu lama dalam memisahkan dan memindahkan barang.

Kata Kunci : PLC, WAGO, vacuum pneumatic, conveyor, codesys v2.3, ladder diagram.

Motto

"Impian bukan hanya sekedar mimpi, tetapi harus dijadikan motivasi untuk mencapai puncak impian kita"

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada

Ayah dan Ibu tercinta

Saudara dan keponakan tersayang

Pacar kesayangan, Septian Wibowo

Teman Seperjuangan Teknik Elektro 2009

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan petunjuk dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“PROTOTYPE *CONVEYOR* PENYORTIR BARANG BERBASIS PLC WAGO 750-842 MENGGUNAKAN *SOFTWARE CODESYS V2.3*”**.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan bimbingan dari bapak Bhakti Yudho Suprpto, ST, MT selaku pembimbing utama serta pembimbing akademik, penulis berterimakasih telah memberikan arahan, semangat dan bimbingan sejak awal perkuliahan hingga terbuatnya tugas akhir ini. Selain itu penulis berterimakasih kepada ibu Hj. Ike Bayusari, ST, MT selaku pembimbing pembantu yang selalu memberikan motivasi dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Sariman, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Ir. Sri Agustina, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Seluruh ibu dan bapak dosen serta staf pegawai akademik Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, atas bantuan, bimbingan selama masa perkuliahan.

4. Ayah dan Ibu tersayang yang telah merawat, membesarkan, mendukung, dan selalu mendoakan penulis, serta selalu menjadi penyemangat yang luar biasa bagi penulis.
5. Saudara-saudara tercinta, yuk Eci, yuk Nelly, yuk Ika, yuk Ana, sibungsu Baim, serta keponakan yang lucu-lucu Kiara, Aufa, Fahira, Azra, dan Ayesha yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, doa dan kasih sayang bagi penulis.
6. Teman seperjuangan tugas akhir, Verdian, Hans, khususnya “Septian” untuk kebersamaan, dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
7. Sahabat-sahabat terkasih, Dio, Putra, Loga, Elyas, Hary, Fadil, Rendra, Ryan, Doni, Zawil, Ardian, Harlan serta teman-teman Teknik Elektro 2009.
8. Teman-teman seperjuangan LAB. Kendali dan Robotika, Debby, Dimas, Mira, Revi, Yulian, Prabu, kak Robby, kak Rio, kak Marwan, kak Dedy dan Fitra.
9. Teman-teman Comet, bang Ade, kak Ali, kak Tri, Dedek, Angga, Beta, Abdi, dan seluruh rekan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih banyak kekeliruan dan kesalahan yang dibuat. Untuk itu kiranya dapat dimaklumi. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, Desember 2013

Penulis



UP ; PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

NO. DAFTAR: 0000143380

TANGGAL : 10 OCT 2014,

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penulisan.....	3
1.5 Keaslian Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	13
2.1.1 Pengertian PLC.....	13
2.1.2 Jenis-jenis PLC.....	17
2.1.2.1 PLC <i>Mikro</i>	17

2.1.2.2 PLC <i>Mini</i>	17
2.1.2.3 PLC <i>Large</i>	17
2.1.3 Komponen Dasar PLC.....	17
2.1.4 PLC WAGO 750-842.....	18
2.2 Bahasa Pemrograman PLC.....	20
2.2.1 Diagram <i>Ladder</i>	20
2.2.2 <i>Timer</i>	21
2.2.3 <i>Counter</i>	22
2.3 <i>Software Codesys V2.3</i>	22
2.4 <i>Relay</i>	23
2.5 <i>Limit Switch</i>	24
2.6 <i>Conveyor</i>	25
2.7 Sistem <i>Pneumatic</i>	26
2.8 Komponen Sistem <i>Pneumatic</i>	28
2.8.1 Katup Pengontrol Aliran (<i>Flow Control Valve</i>).....	28
2.8.2 <i>Vacum Ejector</i>	29
2.8.3 <i>Vacum Pad</i>	30

BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1 Perancangan Perangkat Keras.....	31
3.1.1 Prinsip Kerja Alat.....	32
3.1.2 Perancangan <i>Input</i>	33
3.1.2.1 <i>Limit Switch</i>	34
3.1.2.2 Sensor Warna.....	34

3.1.3 Perancangan <i>Output</i>	36
3.1.3.1 <i>Vacum Pneumatic</i> dan <i>Cylinder Pneumatic</i>	37
3.1.3.2 Motor DC.	38
3.2 Perancangan Perangkat Lunak.....	39
3.2.1 Perancangan Diagram Sistem	40
3.2.2 Perancangan Diagram Alir.....	41
3.2.3 Perancangan Program PLC	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Tegangan pada <i>Input</i> dan <i>Output</i>	46
4.2 Pengukuran Waktu Lamanya Proses Pemindahan Barang.....	50
4.3 Pengukuran Waktu Lamanya Proses <i>Vacum Pneumatic</i>	52
4.4 Pengujian Program <i>Ladder Diagram</i>	52

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
Gambar 2.1 Blok Diagram Perancangan Sistem Pengontrolan <i>Conveyor</i>	7
Gambar 2.2 Rangkaian Pemancar Cahaya Inframerah	9
Gambar 2.3 Rangkaian Penerima Cahaya Inframerah	9
Gambar 2.4 Diagram Bagan Kotak Pengendali Motor	10
Gambar 2.5 Jendela <i>Servo Position</i>	11
Gambar 2.6 Jendela Motor <i>Speed</i>	12
Gambar 2.7 <i>Input-Output</i> PLC.....	15
Gambar 2.8 <i>Diagram Ladder</i> Elektromekanis.....	20
Gambar 2.9 Tampilan <i>CoDeSys V2.3</i>	23
Gambar 2.10 Bentuk Fisik <i>Relay</i>	24
Gambar 2.11 Bentuk Fisik Sensor <i>Limit Switch</i>	25
Gambar 2.12 <i>Belt Conveyor</i>	26
Gambar 2.13 <i>Chain Conveyor</i>	26
Gambar 2.14 <i>Screw Conveyor</i>	26
Gambar 2.15 Bentuk Fisik Katup Pengontrol Aliran.....	29
Gambar 2.16 Bentuk Fisik <i>Vacum Ejector</i>	29
Gambar 2.17 Bentuk Fisik <i>Vacum Pad</i>	30
Gambar 3.1 Prototipe Konveyor Penyortir Barang	33
Gambar 3.2 Rangkaian Sensor <i>Limit Switch</i>	34
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Input</i> dari <i>Output</i> Mikrokontroller	35

Gambar 3.4 Prototipe Lengan <i>Vacum Pneumatic</i>	37
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Driver</i> Motor	38
Gambar 3.6 Rangkaian Motor Bergerak <i>Clockwise</i>	38
Gambar 3.7 Rangkaian Motor Bergerak <i>Counter Clockwise</i>	39
Gambar 3.8 Diagram Sistem Prototipe <i>Conveyor</i> Penyortir Barang.....	40
Gambar 3.9 <i>Flow Chart</i> Prototipe <i>Conveyor</i> Penyortir Barang.....	41
Gambar 3.10 <i>Ladder Start Stop</i>	42
Gambar 3.11 <i>Ladder Cylinder Pneumatic</i>	43
Gambar 3.12 <i>Ladder Vacum Pneumatic</i> Hisap.....	43
Gambar 3.13 <i>Ladder Vacum Pneumatic</i> Lepas.....	44
Gambar 3.14 <i>Ladder</i> Motor DC 9 Volt	44
Gambar 3.15 <i>Ladder</i> Motor DC 5 Volt	45
Gambar 4.1 <i>Ladder Diagram Input Awal</i>	53
Gambar 4.2 <i>Ladder Diagram Vacum Pneumatic dan Solenoid Pneumatic</i>	53
Gambar 4.3 <i>Ladder Diagram</i> Pergerakan Motor DC	54
Gambar 4.4 <i>Ladder Diagram Solenoid Pneumatic</i> Dorong.....	54
Gambar 4.5 <i>Ladder Diagram</i> Motor dan Servo pada Posisi Awal.	55
Gambar 4.6 <i>Ladder Diagram</i> Motor dan Servo pada Posisi Awal.	55

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
Tabel 3.1 Pengalamatan <i>Digital Input</i>	36
Tabel 3.2 Pengalamatan <i>Digital Output</i>	39
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Tegangan <i>Input</i> Pertama	47
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Tegangan <i>Output</i> Pertama.....	47
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Tegangan <i>Input</i> Kedua	48
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Tegangan <i>Output</i> Kedua	48
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Tegangan <i>Input</i> Ketiga.....	49
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Tegangan <i>Output</i> Ketiga	49
Tabel 4.7 Data Hasil Pengukuran Waktu Proses Penyortiran Barang.	50
Tabel 4.8 Data Hasil Pengukuran Waktu Proses <i>Vacum Pneumatic</i>	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masih banyaknya proses penyortiran dan pemisahan barang dilakukan secara manual. Salah satunya adalah para pekerja bandara yang menyortir barang dari *conveyor* dan dipindahkan sesuai dengan kriterianya. Banyaknya jumlah barang yang akan disortir membuat para pekerja membutuhkan waktu dan tingkat ketelitian yang tinggi. Untuk memisahkan barang yang beratnya melebihi keterbatasan tenaga para pekerja merupakan tingkat kesulitan dalam menyortir barang secara manual. Maka dari itu para pekerja membutuhkan alat bantu untuk menyortir barang-barang berat tersebut. Dalam hal ini alat bantu yang digunakan agar pekerjaannya lebih praktis yaitu *pneumatic*.

Jenis *pneumatic* yang digunakan yaitu *vacum pneumatic*. Dimana *vacum pneumatic* merupakan suatu alat yang berisi angin untuk memberikan tekanan pada benda, sehingga dapat menyortir dan memindahkan barang dari satu *conveyor* ke *conveyor* lainnya. *Conveyor* merupakan salah satu teknologi yang diciptakan oleh manusia untuk membantu memindahkan barang. Penggunaan *conveyor* telah banyak digunakan dalam dunia industri oleh para pekerja agar pekerjaan mereka lebih praktis dibandingkan menggunakan teknologi lainnya. *Conveyor* mampu menahan barang dan berjalan cepat sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. *Conveyor* dan *pneumatic* tersebut akan dikendalikan oleh *Programable Logic Control* (PLC).

Penulis memilih PLC sebagai alat pengendali (*controller*) untuk *prototype conveyor* penyortir barang karena bahasa pemrogramannya mudah dipahami dan mampu menyimpan banyak data sesuai dengan program yang akan digunakan. Salah satu keuntungan menggunakan PLC adalah sistem tidak harus selalu dikontrol oleh pekerja lapangan melainkan dapat dimonitoring melalui komputer. Sehingga apabila terjadi kesalahan sistem pada lapangan, PLC dapat langsung diperbaiki atau diprogram ulang menggunakan komputer sementara sistem tersebut tetap beroperasi. Maka dari itu, penulis akan membahas tentang prototipe *conveyor* pemisah barang berbasis PLC untuk mempermudah pekerjaan dalam menyortir dan memindahkan barang sesuai dengan kriterianya.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun masalah yang dapat dirumuskan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana mengatur penggunaan *I/O* antara prototipe dengan PLC
- b. Bagaimana membuat *ladder* diagram sesuai dengan kerja prototipe *conveyor* penyortir barang.
- c. Bagaimana mengkoneksikan program PLC dengan prototipe *conveyor* penyortir barang.
- d. Bagaimana menghubungkan mikrokontroler sebagai masukan untuk PLC.

1.3 Batasan Masalah

Penulis merancang prototipe *conveyor* penyortir barang berbasis PLC WAGO 750-842 menggunakan *software codesys V2.3* dengan batasan-batasan sebagai berikut :

- a. Proses kerja sistem prototipe *conveyor* penyortir barang.
- b. Membuat program PLC dan *ladder* diagram untuk dikoneksikan pada sistem prototipe *conveyor* penyortir barang.
- c. Keluaran dari mikrokontroller hanya memberi masukan untuk PLC berupa *logic 1-0*.
- d. *Input* dan *Output* yang digunakan hanya 2 modul *Digital Input* dan 2 modul *Digital Output*.
- e. Menghitung tegangan *input* dan *output* pada PLC
- f. Menghitung waktu lamanya proses *vacum pneumatic* pada sistem prototipe *conveyor* penyortir barang.

1.4 Tujuan Penulisan

Merancang prototipe *conveyor* penyortir barang berbasis PLC WAGO untuk membantu para pekerja industri dalam memisahkan dan memindahkan barang dengan menggunakan alat bantu *vacum pneumatic* agar pekerjaan lebih praktis dan tidak membutuhkan waktu yang terlalu lama.

1.5 Keaslian Penelitian

Beberapa jurnal yang menjadi referensi dalam menentukan keaslian penulisan judul skripsi antara lain : “ Model Sistem Kontrol Pemilihan Produk Berbentuk Kotak ”.

Penelitian ini menggunakan PLC OMRON tipe ZEN-10CIAR-A-V1 dan program PLC dibuat dengan diagram tangga. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah model sistem pengontrolan *conveyor* pemilihan dan pengisian produk berbentuk kotak. Oleh Emir Nasrullah, Agus Trisanto, dan Kurnia Ramdhani ^[1] pada maret 2012. “Perancangan Lengan Robot Pemindah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan PLC Wago 750-842 “. Dalam jurnal ini sensor yang digunakan berupa sensor inframerah dan sensor posisi yang dipasang pada *conveyor* dan dikendalikan oleh PLC. Pengujian pergeseran rata-rata pada *join base* robot terdapat pergeseran pada saat lengan kembali ke posisi awal. Oleh Bhakti Yudho Suprpto, ST, M.T^[2] pada Desember 2010.

Jurnal dengan judul penelitian “ Sistem Kendali Servo Posisi dan Kecepatan Motor dengan *Programmable Logic Control* (PLC) “. Pada bagian ini akan dibahas apakah program antarmuka berjalan sesuai dengan yang diinginkan dan melihat berapa parameter *analog* yang keluar dari PLC untuk menggerakkan motor dan berapa parameter *analog* yang masuk ke PLC berasal dari potensiometer untuk pengaturan sudut dan *tachometer* untuk pengaturan kecepatan motor sebagai *feedback* dari kendalian. Oleh Andani, Christoforus Y, Iqbal Zakariah, Asifa Nurul Husnah dan Dosen Teknik Elektro UNHAS Makassar^[3] pada september 2011.

Dalam hal ini penulis membuat skripsi dengan judul “Prototipe *Conveyor* Penyortir Barang Berbasis PLC WAGO 750-842 Menggunakan *Software Codesys* V2.3“. Pada prototipe ini sensor yang digunakan adalah TCS 230 untuk sensor warna, *photoelectric* sebagai sensor ketinggian barang, dan *Radio Frequency Identification* (RFID) untuk pengkodean pada setiap barang. Sensor-sensor tersebut dipasang pada *conveyor* untuk membedakan benda sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penulisan pada penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Metode *Study Literature*

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan beberapa *literature*, jurnal, buku, maupun artikel yang berkaitan dengan bidang ilmu untuk dapat mendukung penyusunan tugas akhir ini.

2. Metode Perencanaan dan Perancangan

Metode ini dilakukan dengan cara mengamati pengaruh *hardware* dan *software* pada cara kerja *conveyor* yang dikendalikan oleh PLC.

3. Metode Konsultasi dan Diskusi

Konsultasi dilakukan dengan dosen pembimbing tugas akhir dan dengan pihak-pihak yang terkait dengan tugas akhir ini.

4. Metode Pengujian

Metode ini dilakukan dengan menguji hasil perancangan dan kerja sistem PLC.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yang secara garis besar disusun sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Pada bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan sebagai gambaran umum tugas akhir.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisikan penggunaan teori – teori, rangkaian listrik, rangkaian elektronika *analog* maupun *digital* yang berkaitan dengan penulisan tugas akhir ini.

BAB III : Perancangan Alat

Pada bab ini berisikan penjelasan mengenai perencanaan pembuatan alat yang dituangkan ke dalam suatu *flowchart*, prosedur dan langkah-langkah penyelesaian masalah yang dibahas dan analisa dari tiap – tiap *flowchart*.

BAB IV : Pengujian dan Analisa

Pada bab ini berisikan tentang bagaimana prosedur pengambilan data dan data hasil pengujian yang dilakukan.

BAB V : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang didapat dari pembahasan, permasalahan dan beberapa saran yang perlu diperhatikan berkaitan dengan kendala-kendala yang ditemui atau sebagai kelanjutan dari pembahasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nasrullah, Emir, dkk. 2012. *Model Sistem Kontrol Pemilihan Produk Berbentuk Kotak*. Jurnal Ilmiah Elite Elektro, Vol. 3, No. 1.
- [2] Suprpto, Bhakti Yudho. 2010. *Perancangan Lengan Robot Pemindah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan PLC Wago 750-842*. Majalah Ilmiah Sriwijaya Vol. XVII No. 10.
- [3] Andani, dkk. 2011. *Sistem Kendali Servo Posisi dan Kecepatan Motor dengan Programmable Logic Control (PLC)*. Jurnal Ilmiah Foristek Vol.1, No.2.
- [4] Said, Hanif. 2012. *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta: ANDI.
- [5] Sonjaya, Ujang. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Konveyor Penghitung Barang Menggunakan PLC Omron Tipe CPMLA 20 CDR*.
- [6] Julianto, Muhammad Aldrin. 2011. *Perancangan Prototype Pengolahan Karet Berbasis PLC WAGO 750-842 Menggunakan Software Codesys V2.3 Berstandar IEC 6113-3*. Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
- [7] Setiawan, Iwan. 2007. *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta: ANDI.
- [8] Oktafiansyah, Robby. 2013. *Perancangan Kontrol Suhu pada Stirred Tank Heater Menggunakan PLC WAGO 750-842*. Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.