

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM PENYIMPANAN DAN PENGAMBILAN BARANG BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL*

Muhamad Azhary¹, Aidi Finawan², Muhaimin³
^{1,2,3}*Prodi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro*
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh-Medan km 280,3. Buket rata,Lhokseumawe

Abstrak— Gudang merupakan sarana pendukung kegiatan produksi dan operasi industri yang berfungsi untuk menyimpan barang yang akan didistribusikan. Pada pelaksanaannya yang sering terjadi dilapangan, ketika barang atau perlengkapan baru tiba dari tempat produksi, tenaga, tempat maupun sarana lain untuk keperluan penyimpanan baru mulai dipikirkan. Sehingga akan timbul rentetan masalah dan kerugian-kerugian yang seharusnya dapat dihindari. Perancangan sebuah sistem untuk penyimpanan dan pengambilan barang perlu dibuat agar dapat melaksanakan proses penyimpanan sekaligus proses pengambilan barang secara efektif dan efisien. Penelitian ini membahas tentang perancangan prototype sistem penyimpanan dan pengambilan barang pada rak. Proses penyimpanan dan pengambilan barang dikendalikan dengan menggunakan PLC OMRON CPM1A. Pengoperasian dan monitoring sistem dapat dilakukan melalui PC dan panel kontrol. Penyimpanan barang dapat dilakukan secara otomatis, sedangkan pengambilan dapat dilakukan secara otomatis atau manual.

Kata Kunci— PLC, CX programmer, CX supervisor, dan sensor proximity optic

I. PENDAHULUAN

Gudang merupakan sarana pendukung kegiatan produksi dan operasi industri yang berfungsi untuk menyimpan bahan baku, bahan kemas, dan barang yang belum didistribusikan. Dikutip dari halaman (<http://www.Excelogic.info.com//exelogic-consulting-and-trainin.html>), “Salah satu pekerjaan operasional gudang yang menguras biaya cukup besar yaitu, dalam proses *picking* (penyimpanan atau pengambilan)”. Tidak jarang pada saat barang atau perlengkapan datang, baik tenaga, tempat maupun sarana lain untuk keperluan penyimpanan baru mulai dipikirkan. Sehingga akan timbul rentetan masalah lain dan kerugian-kerugian, yang seharusnya dapat dihindari. Untuk menghindari masalah yang akan terjadi, perlu perancangan mekanisme tempat penyimpanan dan pengambilan barang yang dirancang otomatis menggunakan sensor dan aktuator yang dikendalikan menggunakan kontroller. Oleh karena itu peneliti merancang *prototype* sistem yang dapat menyimpan dan mengambil barang secara otomatis dan manual jika terjadi hal-hal darurat yang dikendalikan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) dan juga dapat di operasikan melalui *monitoring* yang berfungsi untuk memantau kapasitas rak dan motor yang menyala.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. PLC CPM1A

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah perangkat kendali logika yang dapat diprogram. PLC sering kali disebut sebagai otak atau jantung dari sebuah sistem yang dikendalikan. Dengan sederhana prinsip kerja dari PLC adalah dengan membaca atau memperbaharui (*update*) kondisi sinyal

input terhadap program program yang sudah ditanamkan ke dalam PLC tersebut sehingga sesuai dengan program yang ada, ketika input berubah suatu kondisi pada sistem akan disesuaikan berdasarkan program melalui pembaharuan (*update*) output terhadap sistem. Dengan keadaan seperti ini terus menerus, maka sistem akan berjalan dengan otomatis dikendalikan oleh PLC yang diprogram sesuai dengan keinginan sebuah sistem untuk bekerja. (Farid Rinanto, 2014. Hal.21.).

PLC yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah PLC CPM1A produksi dari PT Omron, bentuk PLC ditunjukkan pada gambar 1.

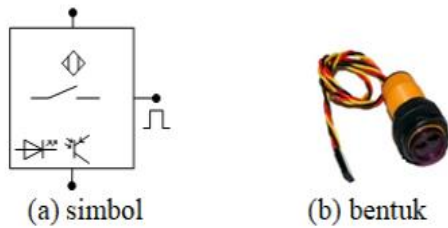


Gambar 1. PLC CPM1A

B. Sensor Proximity Optic

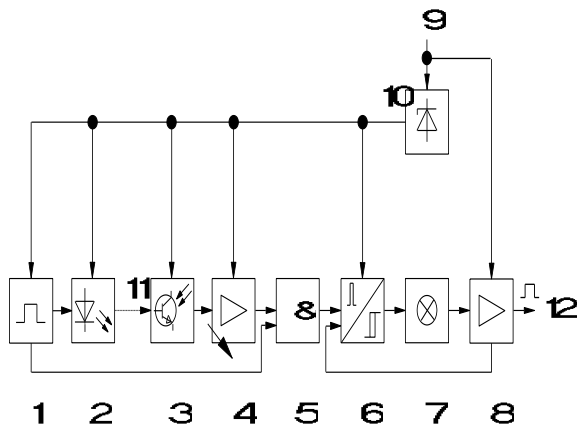
Sensor proximity optic adalah jenis sensor elektronik yang menggunakan sarana optik lampu merah atau inframerah untuk mendeteksi benda. Dioda pemancar cahaya semikonduktor (LED) adalah sumber cahaya merah dan inframerah yang sangat andal memiliki masa kerja yang

panjang dan mudah dimodulasi. Phototransistor digunakan sebagai elemen penerima. Berikut adalah simbol dan bentuk sensor proximity optik yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Sensor Proximity Optic

Saat menyesuaikan sensor proximity optic, lampu merah memiliki kelebihan sehingga terlihat kontras dengan cahaya inframerah. Selain itu, kabel optik polimer dapat dengan mudah digunakan dalam rentang panjang gelombang karena atenuasi cahaya reduksinya sehingga penekanan tambahan terhadap pengaruh cahaya eksternal dicapai dengan cara memodulasi sinyal optik. Gambar 3 menunjukkan gambar blok diagram rangkaian sensor proximity optic.



Gambar 3. Blok Diagram Rangkaian Sensor Proximity Optic

Keterangan :

1. Osilator
2. pemancar fotolistrik
3. penerima fotolistrik
4. Preamplifier
5. operasi logika
6. Pulse / level converter
7. Memindah tampilan status
8. Tahap keluaran dengan rangkaian pelindung
9. Tegangan eksternal
10. Pasokan tegangan konstan internal
11. Jarak peralihan optik
12. Output

C. Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.

Pada prototype ini motor DC yang digunakan adalah motor *power window*. Motor *power window* merupakan motor listrik dengan arus DC, yang berfungsi memutar roda gigi pinion bergerak kedepan dan kebelakang sesuai dengan pengoperasian *switch*. Motor *power window* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Motor Power window

D. Relay

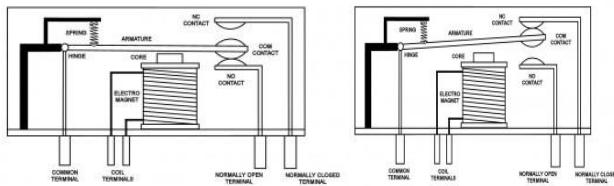
Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektro magnetik). Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi *off* ke *on* pada saat diberikan energi elektro magnetik pada armatur relay tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan sistem pembangkit elektromagnetik (induktor inti besi). saklar atau kontaktor relay dikendalikan menggunakan tegangan listrik yang diberikan ke induktor pembangkit magnet untuk menarik armatur tuas saklar atau kontaktor relay. Gambar 5 berikut adalah salah satu bentuk relay yang sering dijumpai.



Gambar 5. Relay

Secara umum kondisi relay dirancang dalam 2 kondisi yaitu kondisi NO (*Normally Open*) dan kondisi NC (*Normally Close*).

- Kondisi NO (*Normally Open*), yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NO (*Normally Open*). Kondisi ini akan terjadi pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
- Kondisi NC (*Normally Close*), yaitu posisi saklar relay yang terhubung ke terminal NC (*Normally Close*). Kondisi ini terjadi pada saat relay tidak mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya. Gambar 6 berikut adalah mekanik kondisi relay.



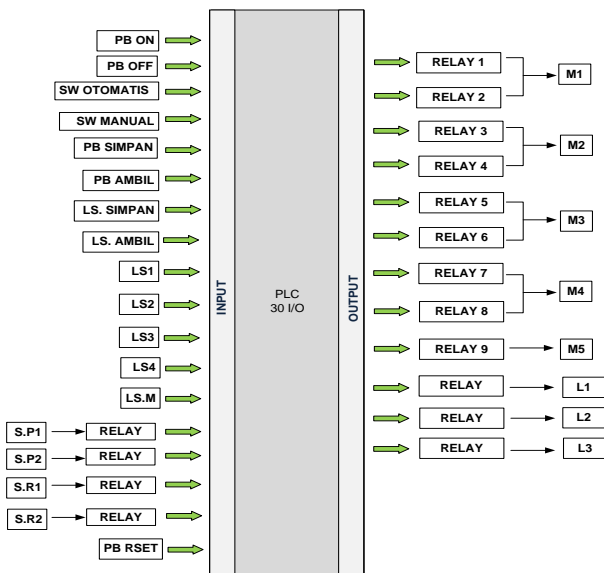
(a) Kondisi Relay NO (b) Kondisi Relay NC

Gambar 6. Mekanik Kondisi Relay

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Skema Blok Diagram Sistem

Skema diagram merupakan penyederhanaan yang menyatakan hubungan berurutan dari satu lebih komponen yang memiliki kesatuan kerja tersendiri. fungsi dasar dari sistem otomasi penyimpanan dan pengambilan barang berbasis PLC ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Skema Blok Diagram Sistem

Keterangan

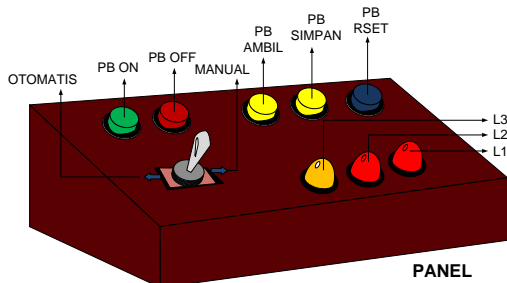
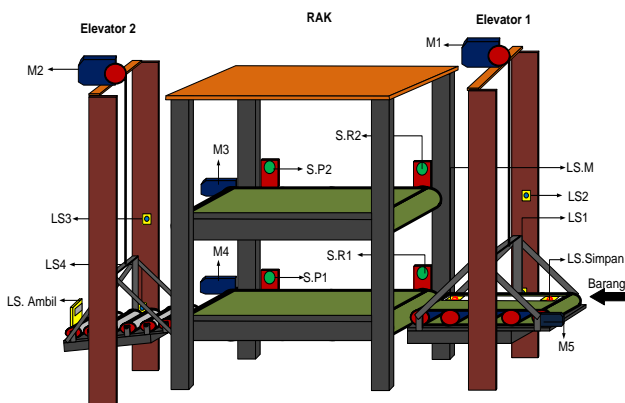
- PB ON adalah *push button* yang digunakan untuk menyalakan sistem.
- PB OFF adalah *push button* yang digunakan untuk mematikan sistem
- SW OTOMATIS adalah *togel switch* yang digunakan untuk menentukan mode sistem pada keadaan otomatis.
- SW MANUAL adalah *togel switch* yang digunakan untuk menentukan mode sistem pada keadaan manual
- PB SIMPAN adalah *push button* yang digunakan untuk menyimpan barang
- PB AMBIL adalah *push button* yang digunakan untuk mengambil barang
- LS SIMPAN adalah *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi adanya barang untuk disimpan
- LS AMBIL adalah *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi barang setelah barang dikeluarkan dari rak
- LS1 adalah *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi posisi konveyor penyimpanan yang berada pada rak bawah
- LS2 adalah *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi posisi konveyor penyimpanan yang berada pada rak atas
- LS3 adalah *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi posisi konveyor pengambil barang pada elevator pengambilan yang berada pada rak bawah
- LS4 adalah *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi posisi konveyor pengambil barang pada elevator pengambilan yang berada pada rak atas
- LS.M adalah *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi posisi barang. jika barang telah menyentuh sensor ini, maka motor pada konveyor rak yang akan dimasukan barang berjalan.
- S.P1 adalah sensor *proximity* yang digunakan untuk mendeteksi kapasitas barang pada rak bawah
- S.P2 adalah sensor *proximity* yang digunakan untuk mendeteksi kapasitas barang pada rak atas
- S.R1 adalah sensor *proximity* yang digunakan untuk mendeteksi posisi barang saat dilakukan *rset* pada rak bawah
- S.R2 adalah sensor *proximity* yang digunakan untuk mendeteksi posisi barang saat dilakukan *rset* pada rak atas
- PB RSET adalah *push button* yang digunakan untuk melakukan *rset* posisi barang pada rak
- RELAY digunakan untuk mengendalikan motor, agar motor dapat melakukan putar kiri maupun putar kanan.
- M1 adalah motor yang digunakan untuk melakukan pengoperasian pada elevator penyimpan barang
- M2 adalah motor yang digunakan untuk melakukan pengoperasian pada elevator penpengambil barang
- M3 adalah motor yang digunakan untuk melakukan pengoperasian pada konveyor rak atas
- M4 adalah motor yang digunakan untuk melakukan pengoperasian pada konveyor rak bawah

- M5 adalah motor yang digunakan untuk melakukan pengoperasian pada konveyor penyimpana barang yang berada di elevator penyimpanan barang
- L1 adalah indikator ketika rak bawah penuh
- L2 adalah indikator ketika rak atas penuh
- L3 adalah indikator ketika rak belum berisikan barang

serangkaian manupulasi kelistrikan yang diterapkan pada sistem ini yang dapat di lihat pada gambar 10.

B. Perancangan Kontruksi Mekanik

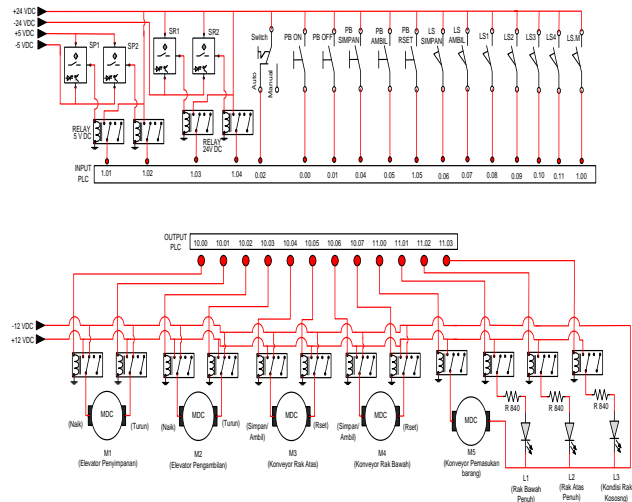
Mekanisasi tentu tidak luput dari pada sistem ini, sistem mekanik dari prototype otomasi penyimpanan dan pengambilan barang dirancang berdasarkan ukuran barang yang disimpan/diambil pada raknya. Berikut perancangan sistem mekanik ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Kontruksi Perancangan Plant

C. Perancangan Kelistrikan

Dalam suatu sistem kendali otomatis tentu terdapat manipulasi rangkaian kelistrikan yang dilakukan untuk mencapai kebutuhan input maupun output sesuai dengan yang diharapkan, manipulasi yang dilakukan meliputi komponen yang digunakan dan cara merangkai komponen-komponen tersebut dengan berbagai pertimbangan dan perhitungan kompleks. Pada perancangan kelistrikan ini membahas



Gambar 10. Rangkaian Keseluruhan Sistem

D. Perancangan dan Pembuatan Software Monitoring

Monitoring Pada perancangan ini bukan berbasis touch screen, melainkan monitoring melalui operasi PC yang dirancang menggunakan software CX-Supervisor versi 3.0.

Adapun perancangan komponen untuk memonitoring sistem dapat dilihat pada gambar 11

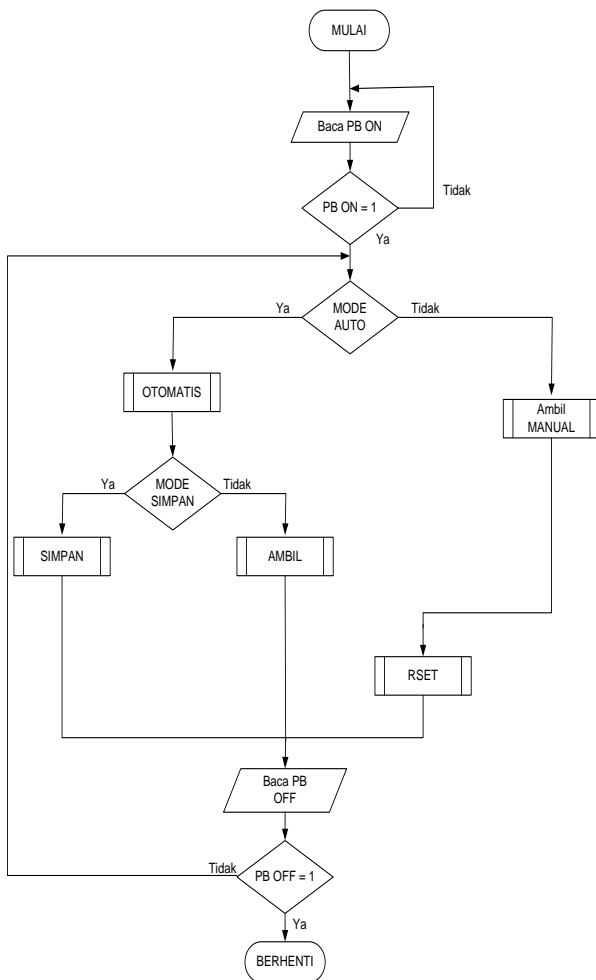


Gambar 11. Hasil Keseluruhan Perancangan Komponen Monitoring

E. Perancangan Program

Perancangan program merupakan bagian dari proses intruksional dari sistem pengendalian mekanisasi pengontrolan otomatis penyimpanan dan pengambilan barang. Perancangan program ini berisi instruksi-instruksi logika yang merespon masukan (input) ketika diberikan melalui piranti-piranti input seperti sensor, togel, dan *push button* yang diproses oleh PLC sesuai program yang dibuat sehingga menghasilkan output untuk menjaankan piranti aktuator maupun indikator sesuai kondisi tertentu yangtelah dirancang. Pemograman intruksi ke PLC dirancang dalam bentuk *ladder diagram* menggunakan *software CX-Programmer v9.3*.

Flow chart dibentuk berdasarkan tahapan atau cara kerja dari sistem otomatis penyimpanan dan penagam bilan barang berbasis PLC. Secara sistematis *flow chart* juga sebagai kerangka instruksional dalam perancangan sistem kontrol dari plant, pada gambar gambar berikut adalah diagram flow chart otomatis penyimpanan dan pengambilan barang berbasis PLC.



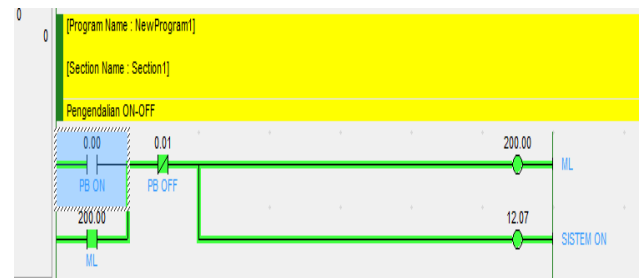
Gambar 12. Flow Chart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

V.

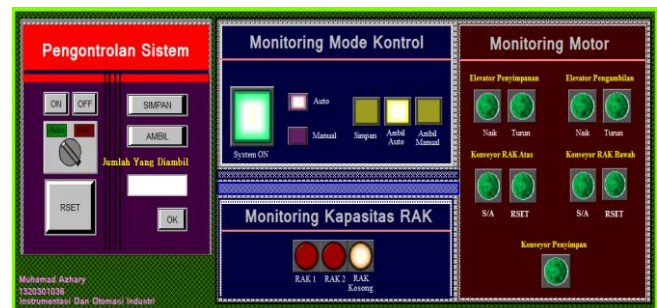
A. Pengujian Software

Pengujian pada bagian software dilakukan dengan cara mensimulasikan software yang telah dibuat. Software yang sudah dibuat pada program CX-Programmer, disimulasikan dengan menggunakan fasilitas simulasi yang ada pada PLC OMRON. Dengan simulasi, sistem yang dibuat dapat dicoba hingga mendapat hasil yang diinginkan, simulasi berikutnya dilakukan dengan cara mengaplikasikan software yang telah dibuat pada hardware dan monitoring. Program yang telah dibuat pada PC di upload ke PLC. Pada pengujian ini difokuskan pada kinerja peralatan sistem dan program yang telah dibuat pada software CX-Programmer, dan dijalankan dengan mode monitoring dengan begitu setiap tahap instruksional dalam ladder dapat teramai langsung dengan respon hardware. Berikut tampilan program yang ditulis untuk *prototype* penyimpanan dan pengambilan barang.



Gambar 13. Simulasi Ladder ON-OFF Mengaktifkan Sistem ON

Pada gambar 13 merupakan simulasi *ladder On-Off*, pada saat tombol ON diberi logika 1 maka akan mengaktifkan output digital alamat 200.00, output 200.00 akan mengunci sehingga keadaan sistem ON aktif dan sistem dapat dioperasikan. Setelah sistem On aktif, maka indikator pada monitoring akan menyala seperti yang ditunjukkan pada gambar 14 keadaan monitoring ketika tombol ON ditekan.



Gambar 14. Tampilan Monitoring Setelah Tombol ON Ditekan

B. Pengujian Sensor Proximity Optic

Metode pengujian yang dilakukan terhadap hardware dan software yang telah dibuat bertujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada sistem pengendalian yang dirancang.

Tabel 1 Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Proximity Optic

| No | Inisial sensor | Kondisi dihadapan sensor | |
|----|----------------|--------------------------|------------------|
| | | Tidak terhalang barang | Terhalang barang |
| 1 | SP1 | 0 Volt | 4.99 Volt |
| 2 | SP2 | 0 Volt | 4.98 Volt |
| 3 | SR1 | 0 Volt | 23.99 Volt |
| 4 | SR2 | 0 Volt | 23.99 Volt |

Hasil data pengukuran sensor proximity optic dapat diamati bahwa output akan mengeluarkan tegangan yang ketika sensor terhalang oleh benda dan tegangan yang dikeluarkan mendekati dari tegangan input sensor tersebut.

C. Analisa Sistem

- Pada saat tombol ON ditekan indikator Sistem On dan indikator Rak Kosong menyala.
- Saat berada pada posisi Auto, indikator Auto menyala
- Saat berada pada posisi Manual, indikator Man menyala
- Saat tombol Simpan ditekan, indikator Simpan menyala
- Saat tombol Ambil ditekan dan posisi switch berada pada Auto, indikator Ambil Auto menyala
- Saat tombol Ambil ditekan dan posisi switch berada pada Manual, indikator Ambil Manual menyala

(Pada saat posisi Switch Auto dan tombol Simpan ditekan)

- Saat barang diletakan diatas LS Simpan, konveyor (M5) menyala dan barang berjalan hingga mengenai LS M. Saat LS M tersentuh oleh barang, konveyor rak bawah (M4) menyala untuk membawa masuk barang. Setelah M4 menyala selama 2 detik, M5 dan M4 padam.
- Saat barang yang dimasukan telah menyentuh sensor SP1 indikator Rak 1 (rak bawah) penuh menyala dan indikator Rak Kosong padam.
- Setelah rak bawah telah penuh. Saat barang diletakan diatas LS Simpan, Elevator penyimpanan (M1) naik hingga menyentuh LS 2.
- Saat Elevator penyimpanan (M1) menyentuh LS 2, M1 padam. 2 detik setelah M1 padam, M5 menyala dan barang berjalan hingga mengenai LS M. Saat LS M tersentuh oleh barang, konveyor rak atas (M3) menyala

untuk membawa masuk barang. Setelah M4 menyala selama 2 detik, M5 dan M3 padam dan Elevator penyimpanan (M1) turun hingga menyentuh LS 1. Saat Elevator penyimpanan (M1) menyentuh LS 1, M1 padam.

- Saat barang yang dimasukan telah menyentuh sensor SP2 indikator Rak 2 (rak atas) penuh menyala.
- Saat kondisi kedua rak telah penuh, proses penyimpanan tidak dapat dilakukan lagi.

(Pada saat posisi Switch Auto dan tombol Ambil ditekan)

- Saat tombol Ambil ditekan, Elevator pengambilan (M2) naik hingga menyentuh LS 3.
- Saat Elevator pengambilan (M2) menyentuh LS 3, M2 padam. 2 detik setelah M2 padam, konveyor rak atas (M4) untuk proses pengambilan menyala dan mengeluarkan barang dari rak. Barang yang dikeluarkan masuk ke tempat yang tersedia dan menyentuh LS Ambil.
- Saat LS ambil tersentuh oleh barang, M4 padam dan Elevator pengambilan (M2) turun hingga menyentuh LS4. Saat Elevator pengambilan menyentuh LS 4, M2 padam.
- Saat barang diambil dari LS Ambil, Elevator pengambilan akan naik kembali dan siklus akan berulang untuk pengambilan rak atas hingga rak atas telah kosong.
- Setelah atas kosong, indikator rak 2 padam.
- Saat barang diambil dari LS Ambil, konveyor rak bawah (M3) untuk proses pengambilan menyala dan mengeluarkan barang dari rak. Barang yang dikeluarkan masuk ke tempat yang tersedia dan menyentuh LS Ambil.
- Saat barang menyentuh LS Ambil, M3 padam.
- Saat barang diambil dari LS Ambil, siklus akan berulang untuk pengambilan rak bawah hingga rak bawah telah kosong.
- Setelah bawah kosong, indikator rak 1 padam dan indikator rak kosong menyala.
- Proses pengambilan berhenti

(Pada saat posisi Switch Manual dan kondisi kedua rak penuh)

- Saat tombol Ambil ditekan, Elevator pengambilan (M2) naik hingga menyentuh LS 3.
- Saat Elevator pengambilan (M2) menyentuh LS 3, M2 padam. 2 detik setelah M2 padam, konveyor rak atas (M4) untuk proses pengambilan menyala dan mengeluarkan barang dari rak. Barang yang dikeluarkan masuk ke tempat yang tersedia dan menyentuh LS Ambil.
- Saat LS ambil tersentuh oleh barang, M4 padam dan Elevator pengambilan (M2) turun hingga menyentuh LS4. Saat Elevator pengambilan menyentuh LS 4, M2 padam.
- Saat barang diambil dari LS Ambil, proses pengambilan berhenti.

- Saat tombol Ambil ditekan kembali, siklus akan berulang untuk pengambilan rak atas hingga rak atas telah kosong.
- Setelah atas kosong, indikator rak 2 padam.
- Saat tombol Ambil ditekan kembali setelah rak atas kosong, konveyor rak bawah (M3) untuk proses pengambilan menyala dan mengeluarkan barang dari rak. Barang yang dikeluarkan masuk ke tempat yang tersedia dan menyentuh LS Ambil.
- Saat barang menyentuh LS Ambil, M3 padam.
- Saat tombol Ambil ditekan kembali, siklus akan berulang untuk pengambilan rak bawah hingga rak bawah telah kosong.
- Setelah bawah kosong, indikator rak 1 padam dan indikator rak kosong menyala.
- Proses pengambilan berhenti.

(Rset)

- Saat tombol Rset ditekan, konveyor rak atas (M3) dan konveyor rak bawah (M4) untuk merset barang menyala sehingga barang akan bergeser ke posisi arah penyimpanan hingga menyentuh sensor rset (SR).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada perancangan ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Data alokasi alamat I/O dalam memori PLC harus disinkronkan pada data alokasi monitoring dan I/O external PLC sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan intruksi dari operator untuk dapat menyimpan maupun mengambil barang secara otomatis ataupun manual.
2. Dalam setiap proses kerja yang akan dijalankan oleh sistem, diharuskan untuk operator menekan tombol – tombol perintah sebagai penentu kerja sistem dalam proses kendali otomatis maupun manual. Dan penentu penggunaan sistem proses pengambilan maupun proses penyimpanan.
3. Dalam proses kerjanya prototype ini dapat menyimpan barang secara otomatis dan dapat mengambil barang secara otomatis atau manual

DAFTAR PUSTAKA

- Kusuma, Gigih Bima. 2015. “Rancang Bangun Alat Pengambil dan Penata Barang Otomatis pada Gudang Logistik Berbasis Mikorokontroller”. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Vokasi Universitas Airlangga* (online)
<http://adln.lib.unair.ac.id> (Diakses 5 Desember 2016)
- Mulyadi, Melisa dan Sutrisno, Bobby, dkk. 2012. “Otomasi Sistem Peletakan dan Pengambilan Barang Berbasis Programable Logic Controller”. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya* (online)
<http://download.portalgaruda.org> (Diakses 5 Desember 2016)
- Putra, Agfianto Eko. 2007. *PLC : Konsep Pemrograman dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programable Relay)*. Yogyakarta : Graha Media
- Rinanto, Farid. 2014. “Perancangan Sistem Pengendalian Aliran Air Pada Pengendalian Suhu Air Berbasis Kontrol Look Up Table”. *Tugas Akhir Mahasiswa Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung*.
- Khalidin. 2015. “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ayam Secara Otomatis Menggunakan PLC”. *Tugas Akhir Mahasiswa Instrumentasi dan Otomasi Industri, Politeknik Negeri Lhokseumawe*.
[Http://www.Excelogic.info.com/exelogic-consulting-and-training](http://www.Excelogic.info.com/exelogic-consulting-and-training).
 (Tanggal akses 11 November. Waktu 20.40)