

## **RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PENGEMASAN BERBASIS PENGENDALI LOGIKA TERPROGRAM**

Asniar Aliyu, Arif Basuki, Yanto  
Jurusan Teknik Elektro STTNAS Yogyakarta  
Jalan Babarsari, Condongcatur, Depok, Sleman  
email : asniar.aliyu@yahoo.com<sup>1)</sup>; arif\_b71@yahoo.com<sup>2)</sup>; muslim.yanto@yahoo.com<sup>3)</sup>

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun prototipe sistem pengemasan seperti dalam industri pengemasan modern. Sistem ini dibatasi hanya rancang bangun bagian pengisian dan penutupan kemasan yang bekerja berdasarkan perintah kendali yang diberikan melalui PLC OMRON CP1E-E40DR-A.

Penelitian dimulai dari pengumpulan bahan, perancangan sistem mekanik dan elektrik serta perancangan perangkat-lunak yaitu perancangan diagram tangga untuk mengontrol proses, merealisasikan sistem, dan pengujian sistem baik per bagian ataupun keseluruhan sistem.

Hasil pengujian catu daya menunjukkan hasil sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan yaitu sebesar 12 V, 18V, dan 24 V. Catu ini digunakan untuk buka tutup silo, menggerakkan lengan pengambil tutup kemasan, membuka tutup capit, menaikkan dan menurunkan mekanik capit, dan juga memutar tiang palletizing. Hasil pengujian sensor juga menunjukkan kinerja yang baik, di mana sensor dapat mendeteksi kemasan ketika berada dalam jarak kurang atau sama dengan 2 mm. Hasil pengujian kuat medan magnet kumparan adalah dengan mendekatkan tutup kemasan pada kumparan yang telah dialiri arus listrik terukur sebesar 5,48 A. Adapun besar medan magnet yang dihasilkan adalah sebesar 43.018 Tesla yang terbukti mampu menarik dan membawa tutup kemasan. Hasil pengujian keseluruhan menunjukkan bahwa ketika tombol ON ditekan, maka proses pengemasan bekerja sesuai dengan instruksi kendali yang diberikan melalui PLC.

Kata-kunci: *sistem pengemasan, PLC, media edukasi*

### **LATAR BELAKANG**

Sebagai hasil dari pengembangan teknologi yang begitu cepat, maka tugas kontrol yang rumit diselesaikan dengan sistem kontrol otomatis yang tinggi. Sistem ini mungkin dalam bentuk *Programmable Logic Controller* (PLC) dan mungkin sebuah komputer dan disertai dengan sinyal antarmuka ke perangkat lapangan seperti panel operator, motor, sensor, saklar, katup solenoid, dan lain sebagainya. PLC adalah piranti elektronika digital yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi seperti logika beruntun, pewaktuan, perhitungan, dan aritmatika untuk mengontrol mesin dan proses. PLC banyak digunakan dalam proses-proses di industri, sebagai contoh dalam proses pengemasan suatu produk, untuk kendali lampu lalu lintas, pengaturan kecepatan motor, dan lain sebagainya.

Masih kurangnya pemahaman mahasiswa Teknik Elektro STTNAS akan aplikasi PLC dalam industri secara umum dan proses pengemasan secara khusus, mendorong penelitian ini dilakukan untuk menyediakan mahasiswa dengan informasi dasar tentang fungsi dan konfigurasi dari PLC.

### **TUJUAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang bangun prototipe sistem pengemasan yang terdiri atas proses pengisian dan penutupan kemasan layaknya yang ada dalam industri pengemasan di mana sistem tersebut bekerja berdasarkan kendali yang diberikan melalui PLC OMRON CP1E-E40DR-A.

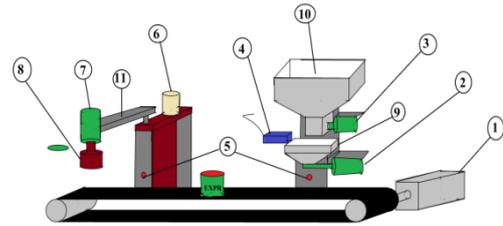
### **METODE PENELITIAN**

#### **Bahan dan alat penelitian**

Adapun daftar barang dalam bentuk bahan habis pakai dan peralatan pendukung penelitian ini seperti diberikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1 Bahan Penelitian**

No.	Nama Bahan dan Alat	Jumlah	No.	Nama Bahan dan Alat penelitian	Jumlah
<b>Bahan Penelitian</b>			13	Saklar batas	4 buah
1	DC motor 24 volt 22 rpm	2 buah	14	Relay 12 volt 8 pin	14 buah
2	DC motor 24 volt 13,9 rpm	2 buah	15	Trafo 2 Ampere	Sesuai kebutuhan
3	Motor solenoid 12 volt	4 buah	16	Trafo 5 Ampere	1 buah
4	Siku besi	Sesuai kebutuhan	17	Spiral kabel	Sesuai kebutuhan
5	Rol besi	7 buah	18	IC 7824, 7818, 7812, 7804, LM311	masing-masing 1 buah
6	Plat besi	Sesuai kebutuhan	19	Kapasitor 100uf, 1000uf	1 buah, 1 buah
7	Kawat email	13 meter	20	Variabel resistor 1 Mohm	1 buah
8	Kran air 3/4"	1 buah	21	Dioda jembatan	4 buah
9	Saklar kedekatan	3 buah	22	Resistor 120 ohm, 12 kOhm	1 buah ; 10 buah
10	Sel beban 3kg	1 buah	<b>Alat penelitian</b>		
11	Push button	6 buah	1	PLC CP1E-E40DR-A	1 buah
12	Led indikator	10 buah			



**Keterangan:**

- |                              |                                      |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. DC motor konveyor         | 7. Motor solenoid angkat tekan tutup |
| 2. Motor solenoid buka tutup | 8. Kumparan pembangkit magnet        |
| 3. DC motor buka tutup       | 9. Penimbang                         |
| 4. Sel beban                 | 10. Silo                             |
| 5. Sensor kedekatan          | 11. Lengan pengambil tutup           |
| 6. DC motor penggerak lengan |                                      |

**Gambar 2 Bagian-bagian mekanik proses pengisian dan penutupan kemasan**

DC motor konveyor digunakan untuk memutar konveyor. Kemasan kosong diletakkan di pangkal konveyor yang akan berjalan. Kemasan akan berhenti di bagian silo karena tersensor saklar kedekatan untuk dilakukan pengisian. Setelah terisi penuh kemasan akan berjalan lagi dan akan berhenti setelah tersensor oleh saklar kedekatan pada penutup kemasan. Kemasan yang telah terisi dilakukan penutupan oleh lengan penutup. Setelah ditutup kemasan akan berjalan lagi sampai pada proses berikutnya.

**Perancangan elektrik proses pengisian dan penutupan kemasan**

Perancangan elektrik proses pengisian dan penutupan kemasan didahului dengan pemilihan dan penentuan komponen-komponen masukan dan luaran dari PLC.

**1. Komponen-komponen masukan**

Komponen-komponen masukan terdiri atas saklar tekan (*push button*), saklar batas (*limit switch*), dan saklar kedekatan (*proximity sensor*). Saklar tekan merupakan sakelar yang bekerja dalam keadaan ditekan saja. Dalam perancangan, saklar ini digunakan untuk menjalankan dan menghentikan kerja proses pengemasan, memilih kecepatan rendah, sedang atau cepat. Saklar batas digunakan untuk membatasi putaran katup pada silo utama dan membatasi putaran lengan pengambil tutup kemasan, sedangkan saklar kedekatan digunakan untuk mendeteksi keberadaan kemasan untuk menghentikan putaran konveyor untuk proses pengisian atau penutupan dan untuk mendeteksi keberadaan tutup kemasan.

**2. Komponen-komponen luaran**

Komponen-komponen luaran terdiri atas motor DC, relai, kumparan, dan lampu indikator. Motor DC berfungsi sebagai penggerak konveyor, membuka dan menutup kutub silo,

**Jalan penelitian**

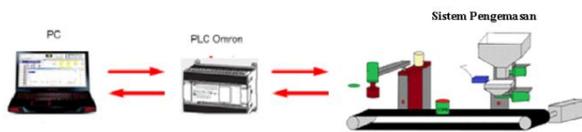
Jalan penelitian adalah diberikan dalam bentuk tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut.

**1. Pengumpulan bahan**

Pada tahapan ini dipersiapkan materi-materi pendukung dalam melaksanakan penelitian baik bahan habis maupun peralatan yang akan digunakan.

**2. Perancangan sistem**

Perancangan sistem meliputi perancangan perangkat-keras dan perangkat-lunak. Perancangan perangkat-keras adalah perancangan mekanik atau miniatur yang akan digerakan oleh PLC dan perancangan elektrik yang merupakan pengkawatan antara PLC dengan komponen elektrik untuk menggerakkan mekaniknya. Perancangan perangkat-lunak adalah program yang diisikan ke PLC untuk mengendalikan mekanik sistem pengemasan ini. Secara umum rencana sistem yang akan dibuat ditunjukkan dalam Gambar 1.

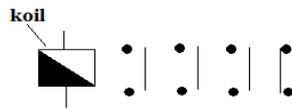


**Gambar 1 Diagram skematik sistem pengemasan**

**Konstruksi dan dimensi mekanik dari proses pengisian dan penutupan kemasan**

Adapun bagian-bagian yang menyusun mekanik dari sistem pengisian dan penutupan kemasan ditunjukkan dalam Gambar 2.

dan penggerak lengan pengambil tutup kemasan. Motor DC yang digunakan adalah motor DC 24 V dan juga digunakan juga untuk mengambil dan menekan tutup kemasan, sedangkan relai berfungsi untuk menyambung atau memutus arus listrik pada motor DC dan kumparan pembangkit magnet. Satu relai digunakan untuk melayani satu DC motor dengan kemampuan disesuaikan kebutuhan DC motor. Pada relai terdapat kumparan, kontak normal terbuka (*Normally Open*, NO), dan kontak normal tertutup (*Normally Close*, NC). Jika kumparan dialiri arus listrik, akan timbul magnet yang akan merubah kontak normal terbuka menjadi normal tertutup dan sebaliknya. Skematik relai ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4 Skematik relai

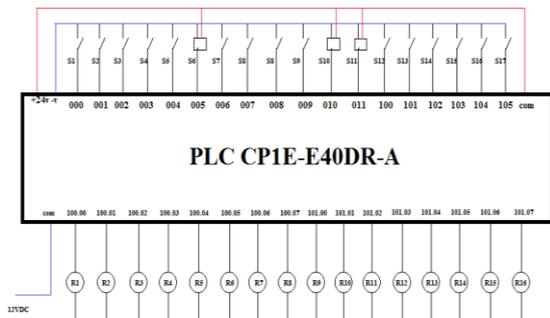
Lilitan kawat (kumparan) pada sebuah inti besi berfungsi untuk membangkitkan magnet yang mana magnet tersebut digunakan untuk mengangkat tutup kemasan. Lampu indikator berfungsi sebagai indikator kecepatan konveyor.

**3. Pengontrol Logika Terprogram**

Pengontrol Logika Terprogram (*Programmable Logic Controller*, PLC) yang digunakan adalah PLC Omron CP1E-E40DR-A yang mempunyai jumlah masukan luaran (I/O) masukan sebanyak 40 yang terdiri atas masukan sebanyak 24 dan luaran sebanyak 16. Tegangan masukan untuk PLC jenis ini adalah dari 100VAC – 240VAC dan mempunyai memori 2000 langkah dan 2000 kata.

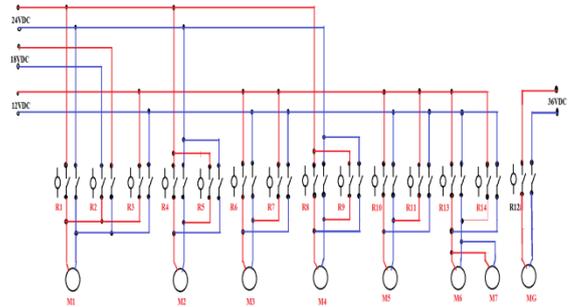
**4. Diagram pengkawatan antara PLC dengan komponen masukan dan luaran**

Diagram skematik pengkawatan antara PLC dengan komponen luaran dan komponen masukan ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5 Skema pengkawatan PLC dengan komponen masukan dan luaran

Diagram pengkawatan rangkaian motor dan pembangkit magnet ditunjukkan pada Gambar 6.



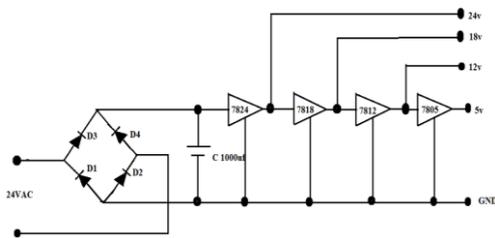
**Keterangan:**

- R : relai
- S : push button, saklar batas, saklar kedekatan
- M1 : motor konveyor
- M2 : motor DC untuk memutar katup (*valve*)
- M3 : motor solenoid untuk buka tutup penimbang
- M4 : DC motor penggerak lengan penutup kemasan
- M5 : motor solenoid untuk ambil tekan tutup kemasan
- M6 & M7: motor solenoid untuk mengepres kemasan
- MG : kumparan pembangkit magnet

Gambar 6 Skematik diagram pengkawatan motor dan kumparan pembangkit magnet

**5. Catu daya**

Tegangan yang dibutuhkan pada sistem ini adalah 24V<sub>DC</sub>, 18V<sub>DC</sub>, 12V<sub>DC</sub>, 8V<sub>DC</sub> dan 5 V<sub>DC</sub>. Untuk tegangan catu 8V<sub>DC</sub> dan 5 V<sub>DC</sub> tidak digunakan dalam penelitian ini, hanya berfungsi sebagai *standby*. Rangkaian catu daya untuk proses pengisian dan penutupan kemasan ditunjukkan dalam Gambar 7.



Gambar 7 Rangkaian catu daya

**3. Pengujian sistem**

Pengujian sistem pengemasan dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis sistem pada mekanik per-bagian, pengujian kerja sistem dengan melakukan menjalankan fungsinya sesuai dengan yang diharapkan, pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan komponen-komponen seperti sensor dan motor secara mandiri yang kemudian dilakukan analisis dan pengukuran.

Proses pengujian sistem pengisian dan penutupan kemasan baik per bagian ataupun keseluruhan sistem dilakukan di mana semua sistem sudah berada di bawah kontrol PLC.

**a. Pengujian catu daya**

Pengujian catu daya dilakukan untuk memastikan apakah catu daya terpasang sudah sesuai luarannya dengan yang diharapkan. Gambar berikut menunjukkan pengujian catu daya 24 V, 18 V, dan 12 V yang diukur pada terminal luaran regulator tegangan.

**b. Pengujian putaran motor DC dan motor solenoid**

Proses pengujian putaran motor DC adalah dengan cara membolak balik polaritas catu masukannya dan melihat respon atas perubahan polaritas tersebut.

Pada proses pengisian dan penutupan kemasan, motor DC ini digunakan untuk memutar konveyor, membuka dan menutup silo, dan menggerakkan lengan penutup. Pada motor DC untuk membuka menutup silo dan motor DC untuk menggerakkan lengan penutup dioperasikan dua arah putaran motor. Pada proses pengambilan dan pemuatan kemasan juga menggunakan motor ini, yaitu untuk naik turun bagian pencapit, memutar tiang *palletizing*, dan memutar piringan yang berada pada bagian dasar.

Motor solenoid pada sistem pengemasan ini digunakan untuk membuka menutup penimbang dan digunakan untuk mengangkat tutup dan menutup kemasan.

**c. Pengujian saklar kedekatan**

Pengujian respon saklar kedekatan adalah dengan mendekati kemasan ke sensor tersebut, kemudian mengamati apakah lampu indikator yang berwarna merah akan menyala. Jika lampu indikator menyala berarti ada kemasan terdeteksi oleh sensor. Sensor ini mampu mendeteksi keberadaan benda kurang lebih 2 mm jaraknya. Oleh karena itu untuk mengujinya adalah dengan menempatkan kemasan pada jarak dan di luar jarak jangkanya.

**d. Pengujian kekuatan magnet**

Pengujian kekuatan magnet adalah dengan langsung menghubungkan masukan kumparan ke sumber masukan motor AC 36V seperti ditunjukkan dalam Gambar 28. Arus yang mengalir melalui kumparan akan menghasilkan magnet di mana kuat medan magnet yang dihasilkan diuji dengan cara mendekati tutup kemasan pada kumparannya.

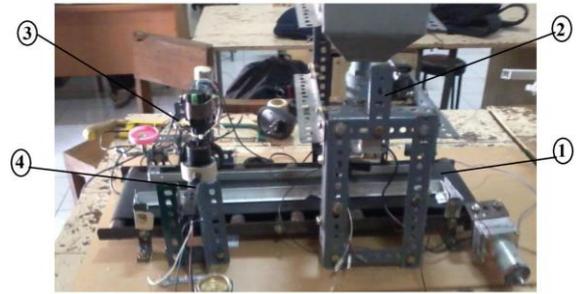
**e. Pengujian keseluruhan sistem**

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah sistem pengemasan telah bekerja sesuai yang diharapkan dengan memberikan perintah yang dikontrol melalui PLC.

**HASIL PENELITIAN**

Hasil rancang bangun sistem pengemasan yang terdiri atas proses pengisian dan penutupan kemasan serta proses pengambilan dan pemuatan kemasan

yang dikendalikan melalui PLC Omron CP1E-E40DR-A ditunjukkan dalam Gambar 8.



Keterangan:

- 1 : konveyor      3 : Penutup kemasan
- 2 : silo            4 : Pengepres kemasan

**Gambar 8 Sistem pengemasan**

Hasil dari penelitian sistem pengemasan ini meliputi hasil pengujian putaran motor, hasil pengujian sensor kedekatan, hasil pengujian kekuatan magnet, dan hasil pengujian keseluruhan sistem.

**Pengujian catu daya**

Melalui mekanisme pengukuran yang ditunjukkan dalam Gambar 30 pada bab sebelumnya, terlihat pada alat ukur besar tegangan luaran catu dayanya seperti ditabelkan berikut ini.

**Tabel 2 Hasil pengukuran catu daya**

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran	Hasil analisis	Faktor Kesalahan
Terminal luaran 12VDC	11,7 V	12 V	2,5 %
Terminal luaran 18 VDC	17,5 V	18 V	2,8%
Terminal luaran 24 VDC	23,5 V	24 V	2,1%

Besarnya faktor kesalahan dapat dihitung berdasarkan rumusan berikut:

$$e_a = \left| \frac{\text{hasil analisis} - \text{hasil pengukuran}}{\text{hasil analisis}} \right| \% \quad (1)$$

Bahwa hasil pengukuran tidaklah terlalu jauh berbeda dengan hasil analisis dengan besar faktor kesalahan dibawah 3%. Hal ini menunjukkan bahwa catu daya untuk sistem pengisian dan penutupan kemasan bekerja sesuai dengan yang spesifikasi yang diharapkan, yaitu memberikan catu 12 V, 18 V, dan 24 V.

**Pengujian putaran motor DC dan motor solenoid**

Dalam sistem pengemasan ini menggunakan jenis motor DC, yaitu motor untuk menjalankan konveyor, membuka dan menutup silo.

**a. Hasil pengujian motor DC untuk menjalankan konveyor**

Motor DC pada konveyor digunakan motor 24 V 22 rpm. Kabel keluaran motor DC pada konveyor

adalah berwarna merah dan hitam. Untuk menguji putaran motor DC adalah dengan membolak-balik potensial listrik yang mengalir pada motor DC. Berdasarkan pengujian diperoleh kabel warna merah motor disambungkan dengan +24 V<sub>DC</sub> dan Kabel warna hitam motor disambungkan dengan tegangan sumber minus (-), maka diperoleh putaran konveyor yang bisa bolak-balik.

**b. Hasil pengujian motor DC untuk membuka menutup silo**

Motor DC untuk membuka dan menutup silo sama dengan motor konveyor. Kabel sumber motor tersebut berwarna merah dan hitam. Berdasarkan hasil pengujian pada saat motor membuka silo diperoleh sambungan kabel merah motor disambungkan dengan +24 V<sub>DC</sub> dan kabel warna hitam disambungkan dengan potensial minus (-) sumber tegangan, sedangkan pada saat motor menutup silo kabel merah motor disambungkan potensial minus (-) sumber tegangan dan kabel warna hitam disambungkan +24 V<sub>DC</sub>.

**c. Hasil pengujian motor untuk menggerakkan lengan penutup kemasan**

Motor DC pada penutup kemasan ini mempunyai kabel keluaran untuk mendapatkan sumber listrik berwarna merah dan hitam. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh putaran motor searah jarum jam bila kabel warna merah motor disambungkan dengan potensial minus sumber tegangan dan kabel warna hitam disambungkan dengan +24V<sub>DC</sub>. Putaran motor berlawanan arah dengan jarum jam jika kabel warna merah motor disambungkan dengan +24VDC dan kabel warna hitam disambungkan dengan potensial minus sumber tegangan.

**d. Hasil pengujian motor solenoid**

Motor solenoid yang dipakai pada sistem ini adalah mempunyai lima kabel keluaran. Warna kabel tersebut adalah hijau, biru, hitam, putih, dan coklat. Tegangan sumber yang dibutuhkan adalah 12 V<sub>DC</sub>. Kabel warna hijau dan biru adalah kabel sumber untuk motor solenoid. Berdasarkan hasil pengujian jika kabel warna biru disambungkan dengan +24V<sub>DC</sub> dan kabel hijau disambungkan dengan potensial minus sumber tegangan maka motor tersebut keadaan menarik. Jika kabel biru disambungkan dengan potensial minus sumber tegangan dan kabel warna hijau mendapat +24V<sub>DC</sub> motor solenoid keadaan menekan.

**Pengujian sensor kedekatan**

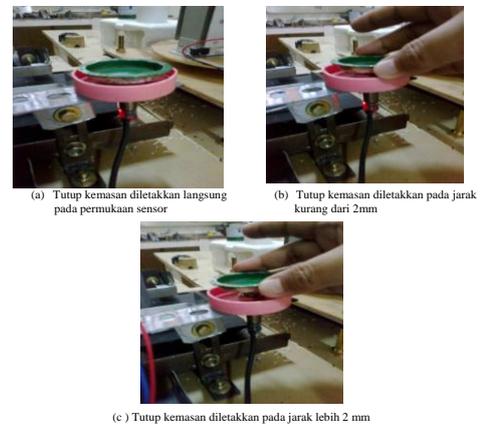
Mekanisme pengujian sensitivitas sensor kedekatan adalah dengan menguji respon sensor ketika didekatkan kemasan dalam jarak atau di luar jarak jangkauannya. Berdasarkan spesifikasinya, sensor ini mampu bekerja untuk mendeteksi ada tidaknya benda di dekatnya hanya maksimal

berjarak 2 mm saja. Hal ini terbukti dengan hasil pengujian seperti tertera dalam Tabel 3.

**Tabel 3 Hasil pengujian sensor kedekatan**

Jarak (mm)	Tanggapan	Indikator
$0 \leq d \leq 2$	Sensor mendeteksi	Lampu menyala
$d > 2$	Tidak mendeteksi	Lampu mati

Terdapat tiga saklar kedekatan, yaitu saklar kedekatan pada proses pengisian, proses penutupan dan saklar kedekatan untuk mendeteksi keberadaan tutup. Dokumentasi mengenai hasil kerja sensor hanya diberikan satu sampel saja yaitu pengujian sensor tempat diletakkannya tutup kemasan. Terlihat dalam Gambar 9 bahwa pada saat tutup kemasan dibersentuhan langsung dengan sensor, maka lampu indikator yang menunjukkan bahwa sensor bekerja akan menyala.



**Gambar 9 Hasil pengujian sensor kedekatan**

Apabila tutup kemasan diangkat dengan jarak tertentu tetapi masih dalam batas jangkauannya, maka sensor masih bisa bekerja mendeteksi adanya tutup kemasan yang ditunjukkan dengan lampu indikator sensor menyala. Uji terakhir adalah dengan membuat jarak jangkauan yang lebih dari 2mm, hasilnya sensor tidak dapat mendeteksi adanya tutup kemasan yang ditandai lampu indikator tidak menyala. Hasil yang sama didapatkan untuk pengujian sensor kedekatan yang berada di bawah silo, dan di bawah lengan pengangkat tutup kemasan.

**Pengujian kekuatan magnet**

Magnet dihasilkan dengan mengalirkan arus listrik pada kumparan yang telah dibuat dan menghitung besar intensitas magnet menggunakan rumusan berikut:

$$H = IN / L \tag{2}$$

dengan *H* adalah intensitas medan magnet dalam Tesla, *I* adalah arus listrik yang mengalir pada kumparan/lilitan dalam Ampere, *N* adalah jumlah lilitan, dan *L* adalah panjang kumparan dalam meter.

Dalam pembuatannya, dibuat jumlah lilitan kumparan tersebut adalah sebanyak 314 lilitan, dengan panjang kumparan 0,04 meter dan arus listrik yang mengalir sebesar 5,48 A. Besar intensitas magnet yang dihasilkan oleh kumparan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) di atas, yaitu sebesar

$$H = \frac{5,48 \times 314}{0,04} = 43018 \text{ Tesla}$$

#### Hasil pengujian keseluruhan sistem

Hasil pengujian sistem pengemasan merupakan penggabungan dari hasil kerja konveyor, proses pengisian oleh silo, proses penutupan kemasan, dan proses pengambilan dan pemuatan kemasan.

Adapun hasil pengujiannya diberikan dalam bentuk langkah-langkah sebagai berikut.

1. Langkah pertama adalah menekan tombol tekan (*push button*) on yang akan menyalakan indikator lampu yang menandakan sistem siap dijalankan. Kemudian, apabila salah satu tombol kecepatan konveyor ditekan (mode kecepatan lambat, sedang, dan cepat) maka konveyor akan berjalan dengan kecepatan sesuai dengan mode kecepatan yang diinginkan. Kemasan selanjutnya diletakkan di pangkal konveyor yang tengah berjalan sehingga kemasan ikut berjalan bersama konveyor seperti ditunjukkan dalam Gambar 10.



Gambar 10 Peletakkan kemasan pada konveyor berjalan

2. Ketika kemasan berada tepat di depan sensor kedekatan (di bawah penimbang), maka konveyor akan berhenti. Sebagai indikatornya adalah lampu indikator sensor menyala. Apabila penimbang sudah terisi penuh, maka penimbang akan membuka dan kemasan akan terisi. Setelah terisi penimbang akan menutup kembali bersamaan dengan konveyor berjalan lagi. Proses ini ditunjukkan dalam Gambar 11.



Gambar 11 Proses pengisian kemasan

3. Konveyor akan berhenti ketika sensor mendeteksi adanya kemasan, proses penutupan akan dimulai. Sensor akan memberi tanda pada motor solenoid untuk menggerakkan lengan pengambil tutup kemasan ke arah kiri di tempat di mana penutup kemasan berada. Lengan ini tidak akan bergerak apabila sensor yang berada didasar tempat tutup kemasan belum mengindikasikan adanya tutup kemasan yang ditandai dengan menyalnya lampu indikator. Apabila tutup kemasan telah diletakkan pada tempatnya dan terdeteksi oleh sensor, maka lengan akan bergerak ke kiri untuk mengambilnya dan meletakkan tutup kemasan pada kemasannya dan menekan tutupnya agar tertutup rapat. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 12.



(a) Kemasan tersensor saklar pendekatan penutup kemasan

(b) Proses pengambilan tutup



(c) Proses menekan tutup

Gambar 12 Proses penutupan kemasan

#### KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian catu daya didapatkan hasil pengujian sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan yaitu sebesar 12 V, 18V, dan 24 V. Catu ini digunakan untuk buka tutup silo dan menggerakkan lengan pengambil tutup kemasan.
2. Berdasarkan hasil pengujian sensor, didapatkan bahwa sensor menunjukkan kinerja yang baik, di mana sensor akan mendeteksi adanya kemasan ketika berada dalam jarak kurang atau sama dengan 2 mm, dan di luar jarak tersebut sensor tidak bekerja.
3. Medan magnet yang dihasilkan melalui kumparan telah dialiri arus listrik terukur sebesar 5, 48 A adalah sebesar 43.018 Tesla dan terbukti mampu menarik dan membawa tutup kemasan.
4. Hasil pengujian keseluruhan memperlihatkan bahwa hanya dengan menekan tombol ON, maka proses pengemasan akan bekerja sesuai dengan instruksi kendali yang diberikan melalui PLC.

## DAFTAR PUSTAKA

- ABB Robotics Partner, 2008, *Packaging Industry*, [www.abb.com/robotics](http://www.abb.com/robotics)
- A. F. Kheiralla, 2007, *Design and Development of a Low Cost Programmable Logic Controller Workbench for Education Purposes*, International Conference on Engineering Education – ICEE 2007
- Allen G., 2007, *New Industrial Automation Laboratory & Courses Ecet Techonology Program Advancement*, Proceedings of the Spring 2007 American Society for Engineering Education Illinois-Indiana Section Conference.
- Azrulnor Bin Ahmad, 2007, *Development Of A Traffic Light Control System Using Programmable Logic Controller*, Tesis Mahasiswa Universitas Pahang Malaysia (Cari master tesisnya)
- Barrett M., 2008, *The Design Of A Portable Programmable Logic Controller (PLC) Training System for Use Outside of The Automation Laboratory*, International Symposium for Engineering Education, 2008, Dublin City University, Ireland
- Choon E. A., 2005, *DC Motor Speed Control Using Microcontroller PIC 16F877A*, Tesis Mahasiswa Fakultas Teknik Elektro, Universitas Teknologi Malaysia
- Danaher Controls, 2003, *Danaher Industrial Controls*, Gurnee, IL, [www.dancon.com](http://www.dancon.com)
- El-Hawary, 2008, *Introduction to Electrical Power Systems*, A John Wiley & Sons, Inc., Publication
- Encoder Product Company, 2006, *Optical Encoder Guide*, [www.encoder.com](http://www.encoder.com)
- Fan Fan Huang, 2010, *State Diagrams: A New Visual Language For Programmable Logic Controllers*, Tesis mahasiswa McMaster University Hamilton, Ontario
- Moreland, S. & Wellman, A., 2007, *The Development of an Autonomous GPS Guided Mobile Robot*, MIE496Y1Y Final Report, Department of Mechanical and Industrial Engineering University of Toronto