

PERANCANGAN SISTEM PENGEMASAN *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO) MENGGUNAKAN *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC) PADA PERANGKAT KERAS KONVEYOR

Moch. Akbar Ramadhan A.F. ^{*)}, Sumardi, and Budi Setiyono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: akbar_raf@rocketmail.com

Abstrak

Virgin Coconut Oil merupakan produk turunan dari kelapa yang memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi. Salah satu yang mempengaruhi kualitas produk VCO adalah pada proses pengemasannya. Secara umum, proses pengemasan terdiri atas proses pengisian dan proses penutupan botol. Dalam kegiatan industri saat ini telah digunakan PLC sebagai sebuah controller untuk menjalankan semua proses produksi karena efektivitasnya dibandingkan dengan rangkaian relay yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. Konveyor merupakan suatu alat mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Penggunaan perangkat konveyor dapat mempercepat distribusi dalam proses produksi. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan sistem pengemasan VCO pada sebuah botol yang dijalankan pada belt konveyor yang dikontrol oleh PLC OMRON CPM1A. Proses pengisian didasarkan pada fungsi timer dengan kontrol level menggunakan sensor float level switch. Sementara itu proses penutupan botol menggunakan mekanika magnetik switch untuk tutup botol tipe plug. Dari hasil pengujian didapatkan tingkat error sebesar 0,67% untuk proses pengisian VCO dengan set point volume 100 ml selama 53,2 detik. Pada pengujian proses penutupan botol, sebanyak 15 buah botol dapat tertutup rapat dengan tingkat keberhasilan 100%.

Kata kunci: VCO, PLC, konveyor, kontrol level

Abstract

Virgin Coconut Oil is one of coconut product which has high economical value. The packaging of VCO will influence the quality of the product. Generally, the packaging process consists of filling process and capping process. Today, Many industrial activities have been used PLC as a controller to organize all of production process since its effectiveness comparing with relay circuit of conventional process control. Conveyor is a mechanical tool which has function to move goods from one place to another. This hardware can speed up the distribution on production process. In this research, created a VCO packaging system in a bottle that is run on belt conveyor which is controlled by PLC OMRON CPM1A. Filling process is based on timer function with level control using float level switch censor. Meanwhile, the capping process uses magnetic switch mechanics for cap-type plug. The result of experiment is obtained error rate of 0.67% for filling process with volume set point 100 ml for 53,2 seconds. On capping process experiment, 15 pieces bottle can be sealed with a success rate of 100%.

Keywords: VCO, PLC, conveyor, level control

1. Pendahuluan

Peluang pengembangan agribisnis kelapa ke depan dengan produk bernilai ekonomi tinggi sangat besar^[3]. Alternatif produk yang bernilai tinggi untuk dikembangkan salah satunya adalah *Virgin Coconut Oil* (VCO) atau minyak kelapa murni^[7]. Potensi ini dapat terlihat dari penyebaran tanaman kelapa di hampir seluruh wilayah Nusantara. Akan tetapi di sebagian besar UMKM masih ditemui kelemahan di sisi teknologi sebagai

pendukung proses produksi. Kelemahan ini antara lain dalam hal terbatasnya bahan baku, ketidakmampuan mempertahankan kualitas pelayanan dan produk, kurang mampu melakukan inovasi, serta peralatan dan teknologi produksi yang digunakan masih sangat sederhana sampai dengan setengah modern yang berakibat relatif rendahnya produktifitas^[5]. Maka dari itulah, kami mendesign sebuah alat produksi *Virgin Coconut Oil otomatis*. Pada laporan ini dititik fokuskan pada bagian perancangan *belt konveyor* untuk *plant* pengemasan *Virgin Coconut Oil* (VCO).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan melakukan pengontrolan pada *hardware prototype belt* konveyor untuk plant pengemasan *Virgin Coconut Oil* (VCO) secara otomatis yang terdiri atas proses pengisian botol (*filling*) dan proses penutupan botol (*capping*) menggunakan PLC OMRON CPM1A.

Isi manuskrip ditulis dengan huruf Times New Roman 10, spasi tunggal, rata kanan kiri, dengan ukuran kertas A4, margin atas 3.5 cm, margin bawah 2.5 cm, dan margin kanan kiri 2 cm. Jarak antara kolom kanan dan kiri adalah 0.5 cm. Antar paragraf diberi jarak 1 spasi.

2. Metode

2.1. Konveyor

Pengertian konveyor adalah suatu alat mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Sejarah perkembangan konveyor dimulai sekitar akhir abad ke 17, awalnya konveyor berfungsi untuk memindahkan karung biji-bijian dalam jarak yang dekat. Konveyor pertama yang diciptakan pada tahun 1795 sangat sederhana yang terdiri dari kulit, kanvas atau karet yang berfungsi sebagai *belt* konveyornya dan dijalankan diatas kayu datar. Sekitar tahun 1919 perusahaan otomotif mulai menggunakan konveyor sebagai alat transportasi material secara massal pada proses produksi, kemudian sejak saat itu konveyor menjadi alat yang populer dan banyak juga digunakan oleh perusahaan-perusahaan lainnya.

Belt konveyor adalah salah satu alat transportasi yang paling sering digunakan pada proses pengangkutan material. *Belt* konveyor digunakan untuk memindahkan material dengan sistem yang berkelanjutan seperti pada pertambangan, industri kimia, pelabuhan dan power plants^{[4][6]}. *Belt* konveyor memiliki beberapa komponen, adapun komponen yang umum digunakan yaitu^[2]:

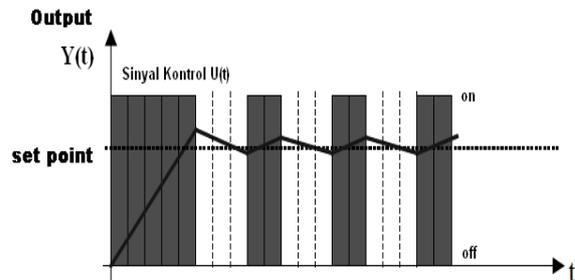
1. Rangka Pondasi (Tiang Penyangga)
2. Sabuk (*Belt*)
3. *Pulley*
4. *Roller*
5. Sistem Penggerak

2.2. Kontrol ON-OFF

Pada sistem kontrol dua posisi, elemen aktuasi hanya mempunyai dua posisi yang tetap. Kontrol *ON-OFF* ini banyak digunakan di industri karena murah dan sederhana. Sinyal kontrol akan tetap pada satu keadaan dan akan berubah ke keadaan lainnya bergantung pada nilai error positif atau negative^[8].

$$\begin{aligned}
 u(t) &= \text{sinyal kontrol} \\
 e(t) &= \text{sinyal error} \\
 u(t) &= U_1, \text{ untuk } e(t) > 0 \\
 &= U_2, \text{ untuk } e(t) < 0
 \end{aligned}$$

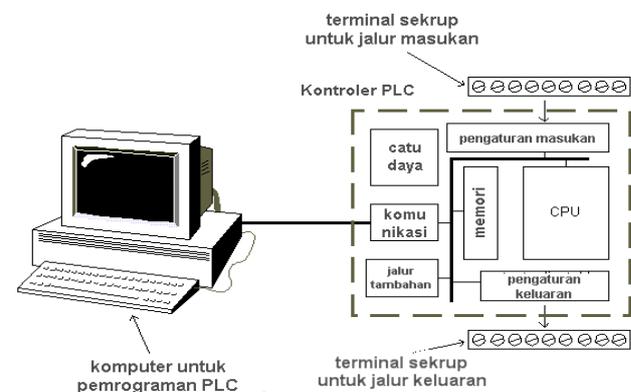
Kontroler dua posisi pada umumnya dijumpai pada komponen elektrik (*Relay*, *Solenoid Valve*) dan komponen pneumatik (katup dan silinder)^[9]. Gambar 1 menjelaskan proses perubahan kondisi dalam aksi kontrol dengan metode *on-off*^[11].



Gambar 1. Perubahan aksi dalam kontrol ON-OFF

2.3. Programmable Logic Controller (PLC)

PLC adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *Relay* yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional^[9]. PLC sebenarnya merupakan sistem mikrokontroler yang khusus digunakan pada industri, artinya perangkat lunak dan perangkat keras pada PLC diadaptasikan untuk keperluan aplikasi dalam dunia industri

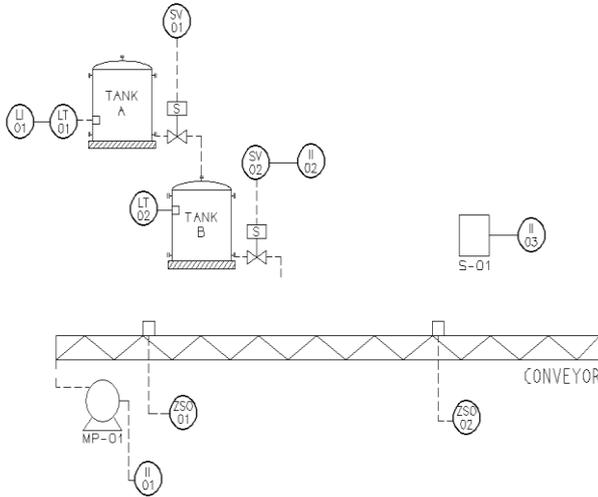


Gambar 2. Elemen-elemen dasar PLC^[9]

2.4. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan *hardware* konveyor untuk pengemasan *Virgin Coconut Oil* (VCO) ini berupa kerangka besi siku sebagai penopang *roller* yang tersusun dari *bearing*, ass dan pipa besi. *Roller* tersebut dilindungi oleh *belt conveyor* yang digunakan sebagai jalur transportasi dari botol kemasan VCO. *Prototype* konveyor ini memiliki ukuran panjang 100 cm, lebar 15 cm dan tinggi 50 cm. Pada proses pengisian (*filling*) terdapat dua bak (*tank*) yang disusun dan ditopang oleh plat besi berfungsi sebagai tempat penampungan minyak sementara dan

tempat pengontrolan level minyak untuk proses pengisian. Sedangkan pada proses penutupan tutup botol (*capping*) menggunakan tuas yang digerakan oleh *magnetic switch*.



Gambar 3. P&ID Diagram perancangan sistem

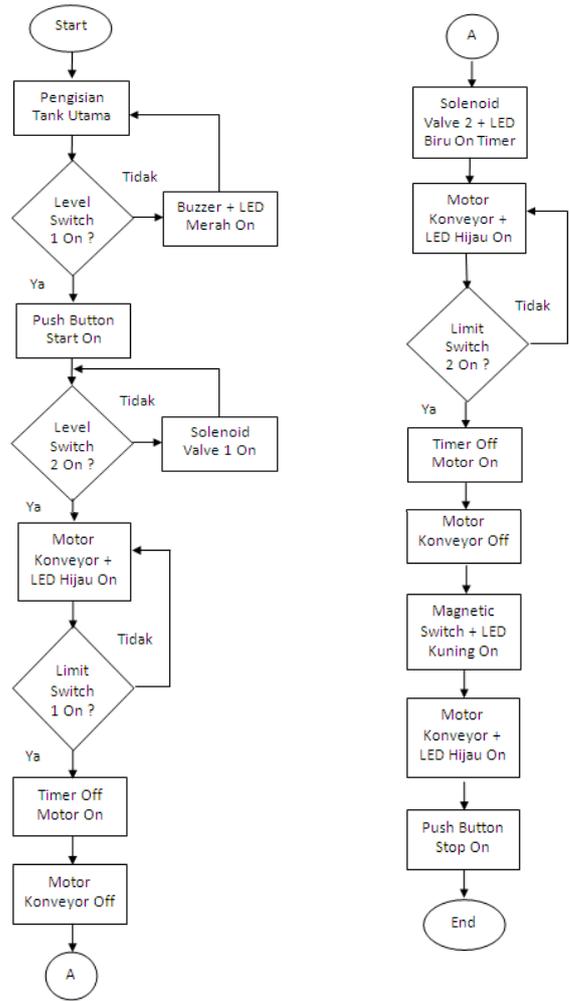
Keterangan gambar:

- TANK A : Tank utama
- TANK B : Tank pengisian
- LI01 : LED dan Buzzer Indikator tank utama
- II01 : LED Indikator motor ON
- II02 : LED Indikator proses pengisian
- Input:
- LT01 : Float Level Switch 1
- LT02 : Float Level Switch 2
- ZSO01 : Limit Switch 1
- ZSO02 : Limit Switch 2
- Output:
- MP-01 : Motor Penggerak
- SV01 : Solenoid Valve 1
- SV02 : Solenoid Valve 2
- S-01 : Magnetic Switch

2.5. Perancangan Perangkat Lunak

Metode yang digunakan dalam perancangan *ladder diagram* adalah metode pendekatan diagram alir (*Flowchart*). Metode ini menggambarkan aliran proses suatu operasi sistem. Diagram alir tersebut menjadi acuan untuk membuat logika pada diagram ladder.

Adapun *flowchart* perancangan konveyor untuk pengemasan VCO dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir sistem

Secara umum perancangan perangkat lunak terdiri atas beberapa *ladder diagram* yaitu:

- a. Ladder diagram sistem motor konveyor
- b. Ladder diagram sistem pengisian
- c. Ladder diagram sistem penutupan tutup botol
- d. Ladder diagram sistem *emergency*

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Push Button

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan kaki *Push Button* ke blok input *Programmable Logic Controller* (PLC). Untuk kaki 1 *Push Button* dihubungkan ke alamat input dengan com (+) dan kaki 2 ke ground PLC (-). Setelah itu melakukan pengukuran tegangan pada alamat input ketika *Push Button* ditekan maupun ketika dilepaskan.

Tabel 1. Hasil pengujian Push Button

Input	Keadaan	Tegangan (V)	Logika	LED Indikator PLC
Push Button Start	ditekan	0,0020	Low	Menyala
Push Button Start	tidak ditekan	23,76	High	Mati
Push Button Stop	ditekan	0,0024	Low	Menyala
Push Button Stop	tidak ditekan	23,76	High	Mati

3.2. Pengujian Sensor Float Level Switch

Pengujian Sensor Float Level Switch dilakukan untuk mengetahui tegangan yang masuk saat kondisi NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*) sehingga dapat dideteksi oleh *Programmable Logic Controller* (PLC) baik untuk kondisi *high* maupun *low*. Sensor tersebut dihubungkan dengan supply 24 VDC dalam blok input PLC OMRON CPM1A. Kemudian pelampung pada *Sensor Float Level Switch* digerakkan naik (*switch open*) dan turun (*switch closed*) untuk mengetahui tegangan yang masuk ke dalam PLC.

Tabel 2. Hasil pengujian Sensor Float Level Switch

Sensor	Keadaan	Tegangan (V)	Logika	LED Indikator PLC
Float Level Switch 1	Switch terbuka	0,0406	Low	Menyala
Float Level Switch 1	Switch tertutup	23,83	High	Mati
Float Level Switch 2	Switch terbuka	0,0109	Low	Menyala
Float Level Switch 2	Switch tertutup	23,79	High	Mati

3.3. Pengujian Sensor Limit Switch

Pengujian pada sensor Limit Switch yaitu dengan mengukur tegangan pada sisi input PLC dan logika pada saat switch ditekan maupun tidak. Pengujian dilakukan pada kedua sensor *limit switch* yang digunakan.

Tabel 3. Hasil pengujian Sensor Limit Switch

Sensor	Keadaan	Tegangan (V)	Logika	LED indikator PLC
Limit Switch 1	Switch ditekan	0,0012	Low	Menyala
	Switch tidak ditekan	23,78	High	Mati
Limit Switch 2	Switch ditekan	0,005	Low	Menyala
	Switch tidak ditekan	23,78	High	Mati

3.4. Pengujian Sistem secara keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mengoperasikan sistem konveyor pengemasan VCO mulai dari penyalaan sistem dengan *push button*,

mengamati indikator untuk tiap-tiap proses, melakukan pengamatan terhadap hasil dari proses pengisian (*filling process*) dan proses penutupan botol (*capping process*)

3.4.1. Pengujian Penyalaan Sistem menggunakan Push Button

Penyalaan sistem pertama kali dilakukan dengan menekan *push button start* (hijau). Ketika *push button start* ditekan terdapat dua jenis perintah berbeda yang akan dieksekusi yaitu saat tank pengisian dalam keadaan kosong dan saat tank pengisian dalam keadaan penuh

Tabel 4. Kondisi output saat PB start ditekan dan tank pengisian kondisi kosong

Aksi yang dilakukan	Kondisi Output
Push Button Start ditekan	Solenoid valve 1 ON

Tabel 4 menunjukkan ketika tank pengisian dalam kondisi kosong maka output yang menyala adalah *solenoid valve 1* yang merupakan *valve* dari tank utama ke tank pengisian.

Tabel 5. Kondisi output saat PB start ditekan tank pengisian kondisi penuh

Aksi yang dilakukan	Kondisi Output
Push Button Start ditekan	motor ON

Berdasarkan tabel 5 ketika tank pengisian dalam kondisi penuh maka output yang menyala adalah motor penggerak konveyor. motor tersebut yang menggerakkan belt konveyor untuk mentransportkan botol menuju proses pengisian.

Selanjutnya adalah melakukan pengujian ketika *push button stop* ditekan. *Push button stop* ditekan ketika botol telah selesai dikemas atau saat *Float Level Switch* pada tank utama mendeteksi level fluida kurang dari yang telah ditentukan.

Tabel 6. Kondisi output saat PB stop ditekan

Aksi yang dilakukan	Kondisi Output
Push Button Stop ditekan	Motor, Solenoid valve 1 dan 2, Indikator OFF

3.4.2. Pengujian Indikator

Pada masing-masing proses dalam sistem konveyor pengemasan konveyor ini terdapat indikator berupa LED dan buzzer. Pengujian dilakukan dengan menyalakan konveyor dan melakukan proses pengemasan untuk 5 buah botol dengan mengamati indikator tersebut. Adapun indikator-indikator tersebut diantaranya:

- a. Indikator motor konveyor
Indikator pada saat motor konveyor dalam kondisi on adalah LED warna hijau. LED akan menyala ketika motor

dalam kondisi ON baik sebelum maupun sesudah melakukan proses filling dan capping.

Tabel 7. Hasil pengujian indikator motor ON

Pengujian ke-	Kondisi LED
1	Menyala
2	Menyala
3	Menyala
4	Menyala
5	Menyala

b. Indikator proses filling

Indikator pada proses pengisian (filling) adalah LED warna biru. LED akan menyala ketika solenoid valve 2 menyala untuk melakukan proses pengisian ke dalam botol.

Tabel 8. Hasil pengujian indikator proses filling

Pengujian ke-	Kondisi LED
1	Menyala
2	Menyala
3	Menyala
4	Menyala
5	Menyala

c. Indikator proses capping

Indikator pada proses capping adalah LED warna kuning. LED akan menyala ketika magnetic switch menyala untuk melakukan proses penutupan tutup botol.

Tabel 9. Hasil pengujian indikator proses capping

Pengujian ke-	Kondisi LED
1	Menyala
2	Menyala
3	Menyala
4	Menyala
5	Menyala

d. Indikator keadaan emergency

Indikator pada keadaan emergency adalah LED warna merah. keadaan emergency pada sistem konveyor pengemasan VCO ini adalah ketika level fluida pada tank utama berada di bawah level yang ditentukan sehingga perlu diisi kembali. Selain indikator LED juga terdapat buzzer sebagai peringatan dalam kondisi emergency.

Tabel 10. Hasil pengujian indikator keadaan emergency

Pengujian ke-	Kondisi LED	Kondisi Buzzer
1	Menyala	Menyala
2	Menyala	Menyala
3	Menyala	Menyala
4	Menyala	Menyala
5	Menyala	Menyala

3.4.3. Pengujian proses pengisian (filling process)

Pada proses pengisian, dilakukan pengujian terhadap 15 buah botol yang dilakukan secara bergantian untuk satu

kali pengisian. Kondisi tank pengisian telah terisi sebelumnya sehingga saat push button start ditekan belt konveyor akan menyala dan membawa botol menuju proses pengisian.

Dalam pengujian ini terlebih dahulu menghitung nilai debit pada tank pengisian untuk menentukan nilai timer. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan luas penampang valve

$$A = \pi r^2 \tag{1}$$

$$= 3,14 \cdot 0,3175^2$$

$$= 0,3167 \text{ cm}^2$$

b. Perhitungan kecepatan rata-rata aliran fluida

$$U = \frac{4m}{\rho \cdot \pi \cdot t \cdot d^2} \tag{2}$$

$$= \frac{4 \cdot 56}{0,85 \cdot 3,14 \cdot 35 \cdot 0,635^2}$$

$$= \frac{224}{37,686}$$

$$= 5,94 \text{ cm/s}^2$$

c. Perhitungan debit aliran fluida

$$Q = A \cdot U \tag{3}$$

$$= 0,3167 \times 5,94$$

$$= 1,88 \text{ ml/s}$$

Pada pengujian proses pengisian dilakukan dengan mengisi VCO ke dalam 15 buah botol sebanyak 100 ml. Terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai timer.

$$t = \frac{V}{Q} \tag{4}$$

$$= \frac{0,1}{1,88 \times 10^{-3}}$$

$$= 53,2 \text{ sekon}$$

Tabel 11. Hasil pengujian proses filling

Botol ke-	Volume (ml)
1	100
2	102,5
3	100
4	100
5	100
6	100
7	100
8	102,5
9	102,5
10	100
11	100
12	100
13	100
14	100
15	102,5
Rata-rata	100,67

Setelah perhitungan tersebut nilai timer dimasukkan ke dalam ladder diagram dan dilakukan proses running penyalan sistem konveyor. Hasil pengujian terdapat pada tabel 11. Dengan volume rata-rata sebanyak 100,67 ml

dapat diketahui tingkat error untuk proses pengisian sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Error rate} &= \frac{\text{Nilai Rata rata} - \text{Set point}}{\text{Set point}} \times 100\% \\ (5) \qquad &= \frac{100,67 - 100}{100} \times 100\% \\ &= 0,67\% \end{aligned}$$

3.4.4. Pengujian proses penutupan tutup botol (*capping process*)

Proses ini hanya melakukan penekanan tutup botol ke dalam leher botol supaya tertutup rapat. Tutup yang digunakan bertipe *plug*. Untuk pemberian tutup dilakukan secara manual. Pada proses *capping* akan dilakukan pengujian terhadap 15 buah botol.

Tabel 12. Hasil pengujian proses *capping*

Botol ke-	Kondisi botol
1	Tertutup
2	Tertutup
3	Tertutup
4	Tertutup
5	Tertutup
6	Tertutup
7	Tertutup
8	Tertutup
9	Tertutup
10	Tertutup
11	Tertutup
12	Tertutup
13	Tertutup
14	Tertutup
15	Tertutup

Melihat pada tabel 12 hasil pengujian untuk 15 buah botol setelah dilakukan penutupan tutup botol, semua botol dalam kondisi tertutup sehingga sistem pada proses *capping* telah mampu berfungsi dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%.

4. Kesimpulan

Sistem pengemasan pada perangkat keras konveyor yang dirancang dapat melakukan proses pengemasan VCO baik proses pengisian maupun proses *capping* dengan volume set point 100 ml.

Pada pengujian proses pengisian, didapatkan nilai volume rata-rata pengisian 100,67 ml dengan tingkat kesalahan sebesar 0,67 % dalam pengisian VCO selama 53,2 detik. Sedangkan pada proses *capping* untuk botol tipe *plug* sistem dapat bekerja dengan tingkat keberhasilan 100%. Dan LED dan *buzzer* pada sistem berfungsi dengan baik sebagai indikator motor konveyor, proses pengisian, proses *capping* dan keadaan *emergency*. Pengembangan lebih lanjut yaitu dengan membuat sistem pengendalian dan memperbaiki bagian mekanik pada motor penggerak agar laju konveyor tetap stabil, menambahkan Human Machine Interface untuk memonitor sistem secara *real time* serta mengganti *solenoid valve* dengan *control valve* agar bukaan *valve* dapat diatur sehingga meminimalisir error yang mungkin terjadi.

Referensi

- [1]. Braunl, Thomas, *Embedded Robotics*, Springer, Berlin, 2006.
- [2]. Daniyan A., Adeodu, A.O. and Dada O.M., *Design Of A Material Handling Equipment : Belt Conveyor System For Crushed Limestone Using 3 Roll Idlers*, Journal Of Advacement In Engineering and Technology, Volume 1, Issue 1, 1-7,2014
- [3]. Direktorat Jenderal Perkebunan, *Pedoman Teknis Pengembangan Tanaman Kelapa Tahun 2013*, Kementerian Pertanian, Jakarta, 2012.
- [4]. Fedorko G., M. Vieroslav, M. Daniela, G. Anna, D. Miroslav, Z. Josef, T. Teodor, and H. Nikoleta, *Failure Analysis of Belt Conveyor Damage Caused by The falling Material*, Engineering Failure Analysis, Volume 36, 30-38, 2014.
- [5]. Hermawan, Aji dkk., *Prosiding Konferensi Nasional Inovasi dan Technopreneurship*, RAMP IPB, Bogor, 2013
- [6]. Molnar V, G.Fedorko, B. Stehlikova, M. Tomaskova, and Z.Hulinova, *Analysis of Asymmetrical Effect of Tension Forces in Conveyor Belt on the Idler Roll Contact Forces in the Idler Housing*, Measurement, Volume 52, 22-32, 2014.
- [7]. Mulyono,J., M. Maulana.A.N, *Pengaruh Tekanan Pada Pembuatan VCO Dengan Proses Sirkulasi Pemompaan* Skripsi S-1. Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011
- [8]. Ogata, Katsuhiko, *Modern Control Engineering 4th Edition*, Prentice Hall, New Jersey, 2002
- [9]. Putra, Agfianto Eko. *PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi*, Gava Media, Yogyakarta, 2004