

PROTOTYPE BELT KONVEYOR UNTUK PLANT PENGISIAN SIRUP DAN SARI BUAH OTOMATIS BERBASIS PLC OMRON CPM1A

Yuandhica AP^{*)}, Budi Setiyono, and Sumardi

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

^{*)} Email: yuandhicaadi@gmail.com

Abstrak

Sirup dan sari buah menjadi minuman yang sangat diminati oleh masyarakat Indonesia. Beragam rasa dari berbagai jenis ekstrak buah telah tersedia di pasaran. Namun, kesenjangan antara pelaku industri sirup dan sari buah masih terjadi, disaat industri modern telah memanfaatkan alat canggih dalam proses produksinya, industri rumah tangga masih memanfaatkan cara manual mulai dari pembuatan, takaran hingga pengepakan, sehingga tidak mampu menyaingi produksi dari industri modern. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan prototype belt konveyor untuk plant pengisian sirup dan sari buah otomatis berbasis PLC Omron CPM1-A. Masukan sistem adalah sensor limit switch, sensor photodiode-infrared, push button, dan relay DC. Keluarannya adalah aktuator motor DC, solenoid valve, LED biru, LED merah dan motor DC. Botol yang akan diisi memiliki kapasitas 250 ml dengan setpoint yang digunakan adalah ketinggian cairan pada botol 10,3 cm. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil empiris bahwa prototype pengisian botol ini mampu mengisi sirup atau sari buah sesuai dengan setpoint yang diinginkan. Setelah dilakukan pengisian pada 10 buah botol menggunakan solenoid valve pada baris kiri dan kanan, dihasilkan bahwa proses kontrol pada kedua solenoid valve memberikan rata rata tinggi cairan didalam botol adalah 10,3% dengan tingkat error yang ditoleransi adalah $\pm 5\%$.

Kata kunci: konveyor, PLC Omron CPM1A, Limit Switch, Photodiode-Infrared.

Abstract

Extract and juice fruit have become favourable choices for Indonesian people. Various kind and flavor of fruit extract are available on the market. However, discrepancy amongst fruit extract industries is still exist. Modern industries are capable of using sophisticated machine for production process while home industries are still using manual process, started from producing, measuring, until packaging. Therefore, home industries cannot compete with the modern one. This final project covered the making of a prototype of belt conveyor for the filling process plant of juice and extract fruit, based on PLC Omron CPM1A. Inputs of the system were a limit switch sensor, photodiode-infrared sensor, push button, and DC relay, while the outputs were a DC actuator motor, solenoid valve, blue LED, red LED, and DC motor. The bottle has a capacity of 250 ml and it is indicated by the high of liquid inside the bottle at 10,3 cm. The test conducted provides empirical results that this prototype is able to fill the bottle with juice or extract fruit on the desired setpoint. During filling process for 10 bottles by using solenoid valve at right and left rows, it was found that control process for both solenoid valves gave the average of liquid level inside bottle of 10,3 cm with error 5%.

Keywords : conveyor, PLC Omron CPM1A, Limit Switch, Photodiode-Infrared

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang pesat membuat pelaku industri selalu berbenah. Menghasilkan produk dengan kualitas baik dan produksi yang cepat merupakan fokus utama[15]. Pembangunan sektor industri merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pembangunan nasional jangka panjang. Visi pembangunan industri sebagaimana diatur didalam Perpres No. 28 tahun 2008 tentang

Kebijakan Industri Nasional (KIN) adalah menjadikan Indonesia sebagai negara industri tangguh di dunia pada 2025. Pertumbuhan industri makanan dan minuman berada di nomor dua tertinggi sehingga Kementerian Perindustrian mendukung program ekspansi tersebut[11]. Di tahun 2013, pertumbuhan industri makanan dan minuman meningkat menjadi 11 persen dari tahun sebelumnya hanya delapan persen saja[15]. Pertumbuhan sub sektor industri makanan, minuman, dan tembakau pada kuartal III tahun 2013 sebesar 3,45 persen. Industri

makanan, minuman, dan tembakau memegang peranan penting dalam pembangunan sektor industri, terutama kontribusinya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) industri non-migas, yaitu sebesar 35,43 persen pada tahun 2013[12].

Ekspor minuman ringan pun meningkat. Ekspor minuman ringan meningkat, tahun 2013 dari 36 juta (dolar AS) menjadi 44 juta. Tahun sebelumnya terjadi peningkatan mencapai 100 persen pada 2011 dan 2012. Tahun 2011, tercatat ekspor minuman ringan senilai 18,358 juta dolar. Tahun berikutnya, nilainya bertambah menjadi 36,105 juta dolar[15]. Pengembangan industri makanan dan minuman ke depan masih mempunyai prospek yang baik khususnya untuk memenuhi pasar dalam[15]. Namun, kesenjangan antara pelaku industri makanan dan minuman masih terjadi, disaat industri modern telah memanfaatkan alat-alat canggih dalam proses produksinya, industri rumah tangga masih memanfaatkan cara manual mulai dari pembuatan, takaran hingga pengepakan, sehingga tidak mampu menyangi produksi dari industri modern. Ditambah lagi, alat produksi otomatis berharga mahal dipasasaran, sehingga sulit untuk industri rumah tangga yang sebagian bermodal kecil[13].

Maka dari itulah, kami mendesign sebuah alat produksi sirup dan sari buah otomatis, dari mulai takaran hingga pencampuran bahan serta proses pengisiannya kedalam botol yang memiliki harga lebih terjangkau daripada alat-alat yang ada dipasaran. Tetapi, karena topiknya yang terlalu luas, maka dibuatlah beberapa bagian, dan pada laporan ini dititik fokuskan pada bagian *prototype belt* konveyor untuk *plant* pengisian sirup dan sari buah otomatis berbasis PLC Omron.

Dalam perancangan kali ini, akan dibuat suatu system *prototype* untuk pengisian sirup dan sari buah otomatis dengan menggunakan konveyor jenis belt untuk proses transportasi botol, dan menggunakan *solenoid valve* untuk aliran sirup dan sari buahnya. Untuk proses pengontrolannya digunakan PLC jenis Omron tipe CPM1A 40 CDR yang akan mengatur motor penggerak pada dua buah konveyor, serta mengatur bukaan valve ketika botol terdeteksi tepat berada dibawahnya. Selain itu juga digunakan sensor *limit switch* yang digunakan untuk mendeteksi kehadiran botol, yang outputnya digunakan untuk masukan motor penggerak dan solenoid valve. Untuk mendeteksi takaran cairan didalam botol digunakan sensor photodiode dan sensor infrared. Ketepatan dan keakuratan adalah hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian kali ini.

Pada penelitian ini digunakan metode pendekatan diagram keadaan untuk membuat diagram ladder untuk program PLC. Diagram keadaan adalah salah satu metode untuk menggambarkan proses operasi sebuah system. Sistem berbasis keadaan dapat digambarkan dengan keadaan-keadaan system tersebut dan transisi diantaranya.

2. Metode

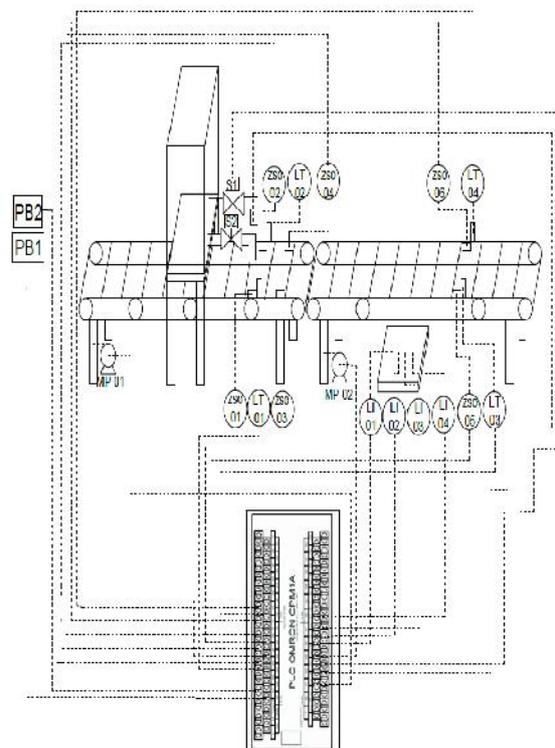
2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan *hardware* konveyor untuk *Plant* pengisian sirup dan sari buah otomatis ini memiliki kerangka dari besi siku yang digunakan untuk dudukan dari *laker* dan besi silinder. Ukuran dari hardware yang dibuat memiliki panjang 150 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 20 cm yang terbagi menjadi dua bagian, bagian konveyor pengisian yang memiliki panjang 75 cm, dan konveyor kedua memiliki panjang 75 cm. Gambar 1 menjelaskan gambaran keseluruhan dari prototype belt konveyor untuk pengisian sirup dan sari buah otomatis.



Gambar 1 Perancangan hardware konveyor.

Untuk diagram blok dari sistem keseluruhan lengkap dengan input dan output untuk controller PLC CPM1A dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Piping and Instrumentation Diagram Sistem yang Dirancang.

Keterangan Gambar 2:

Input:

PB1 : *Push Button Start*
 PB2 : *Push Button Stop*
 LT01 : *Photodiode* pendeteksi 1
 LT02 : *Photodiode* pendeteksi 2
 ZSO01 : *Limit switch* datang 1
 ZSO02 : *Limit switch* datang 2
 ZSO03 : *Limit switch* pergi 1
 ZSO04 : *Limit switch* pergi 2
 ZSO05 : *Limit switch* seleksi 1
 ZSO06 : *Limit Switch* seleksi 2
 LT03 : *Photodiode* seleksi 1
 LT04 : *Photodiode* seleksi 2

Output:

MP01 : Motor Penggerak 1
 S1 : *Solenoid valve* 1
 S2 : *Solenoid valve* 2
 MP02 : Motor Penggerak 2
 LI01 : *Buzzer* 1 dan LED merah 1
 LI02 : *Buzzer* 2 dan LED merah 2
 LI03 : LED Biru 1
 LI04 : LED Biru 2

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk membuat diagram *ladder* dengan menggunakan metode FSM, mula-mula tentukanlah *state-state* yang relevan dengan kombinasi output yang mungkin terjadi. *State* yang mungkin terjadi adalah sebagai berikut: Semua sistem masih mati (*State* 0). Motor penggerak 1 (A) bergerak, *solenoid valve* 1 (B) menutup, *solenoid valve* 2 (C) menutup, motor penggerak 2 (D) mati (*State* 1). Motor penggerak 1 (A) mati, *solenoid valve* 1 (B) membuka, *solenoid valve* 2 (C) menutup, motor penggerak 2 (D) mati (*State* 2). Motor penggerak 1 (A) mati, *solenoid valve* 1 (B) menutup, *solenoid valve* 2 (C) membuka, motor penggerak 2 (D) mati (*State* 3). Motor penggerak 1 (A) mati, *solenoid valve* 1 (B) membuka, *Solenoid valve* 2 (C) membuka, motor penggerak 2 (D) mati (*state* 4).

Motor penggerak 2 (D) aktif, *buzzer* 1 dan LED merah 1 mati, *buzzer* 2 dan LED merah 2 mati, LED Biru 1 mati LED Biru 2 mati (*State* 5). Motor penggerak 2 mati, *buzzer* 1 dan LED merah 1 aktif, *buzzer* 2 dan LED merah 2 mati, LED Biru 1 mati, LED Biru 2 mati (*State* 6). Motor penggerak 2 mati, *buzzer* 1 dan LED merah mati, *buzzer* 2 dan LED merah aktif, LED Biru 1 mati, LED Biru 2 mati (*State* 7). Motor penggerak 2 mati, *buzzer* 1 dan LED merah aktif, *buzzer* 2 dan LED merah 2 hidup, LED Biru 1 mati, LED Biru 2 mati (*State* 8). Motor penggerak 2 mati, *buzzer* 1 dan LED merah 1 mati, *buzzer* 2 dan LED merah 2 mati, LED Biru 1 aktif, LED Biru 2 mati (*State* 9). Motor penggerak 2 mati, *buzzer* 1 dan LED merah 1 mati, *buzzer* 2 dan LED merah 2 mati, LED Biru 1 mati, LED Biru 2 hidup (*State* 10). Motor penggerak 2

mati, *buzzer* 1 dan LED merah mati, *buzzer* 2 dan LED merah 2 mati, LED Biru 1 hidup, LED Biru 2 hidup (*State* 11). *Solenoid valve* E aktif (*State* 12).

3. Hasil dan Analisa

3.1 Pengujian Sensor *Photodiode-infrared*

Sensor *photodiode-infrared* yang digunakan dalam penelitian kali ini sebanyak 4 pasang, dengan jarak antara *photodiode* dan *infrared* \pm 5 cm dengan tegangan Vcc sebesar 23,8 Volt. Pada penelitian ini terdapat dua fungsi dari sensor *photodiode-infrared* yaitu untuk pengisian dan untuk penyeleksian.

a. Sensor *Photodiode-Infrared* saat Pengisian

Pengujian sensor *Photodiode-Infrared* dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output* dari *komparator* IC LM 358 saat sensor terhalang dan tidak terhalang serta pengaruhnya pada *actuator solenoid valve* yang mengalirkan sirup atau sari buah dari wadah penampung menuju botol setelah sebelumnya *limit switch* pengisian tertekan oleh botol.

Tabel 1 Hasil Pengujian sensor *Photodiode-Infrared* Pengisian saat tidak terhalang

Kondisi: Tidak Terhalang	<i>Inverting Input</i>	<i>Noninverting Input</i>	<i>Output</i>	Logika	Kondisi Solenoid Valve
Sensor 1	0.09	2.79	22.6	High	Membuka
Sensor 2	0.13	3.54	22.6	High	Membuka

Tabel 2 Hasil Pengujian sensor *Photodiode-Infrared* Pengisian saat terhalang

Kondisi: Terhalang	<i>Inverting Input</i>	<i>Noninverting Input</i>	<i>Output</i>	Logika	Kondisi Solenoid Valve
Sensor 1	4.44	2.79	0.03	Low	Menutup
Sensor 2	4.47	3.54	0.03	Low	Menutup

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada saat nilai *inverting input* lebih kecil dari *noninverting input* maka *output* dari sensor akan bernilai *high*, sedangkan pada Tabel 2 dapat dilihat saat sensor bernilai *low* adalah ketika nilai *inverting input* lebih besar daripada nilai *noninverting input*. Pada saat kondisi tidak terhalang *solenoid valve* akan terus membuka mengisi cairan kedalam botol. *solenoid valve* ini akan berhenti bekerja apabila sensor *photodiode-infrared* terhalang cairan didalam botol, artinya takaran cairan didalam botol sudah sesuai yang diinginkan.

Pada PLC Omron CPM1A, dari *datasheet* tertera bahwa untuk nilai maksimum logika *Low* adalah 5 V DC dan untuk nilai minimum logika *High* adalah 14.4 V DC. dari Tabel 1 dapat dilihat untuk rata-rata *outputnya* adalah 22.6 V maka masuk kedalam logika *High* sedangkan pada

Tabel 2 untuk rata-rata *output*nya adalah 0,03 V maka masuk kedalam logika *Low*.

b. Sensor *Photodiode-Infrared* saat Penyeleksian

Pengujian sensor *Photodiode-infrared* dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output* dari *komparator* IC LM 358 saat sensor terhalang dan tidak terhalang serta pengaruhnya pada *buzzer*, LED merah dan LED biru setelah sebelumnya *limit switch* penyeleksian tertekan oleh botol.

Tabel 3 Hasil Pengujian sensor *Photodiode-Infrared* Seleksi saat tidak terhalang

Kondisi: Tidak Terhalang	Inverting Input	Non inverting Input	Output	Logika	Kondisi
Sensor 3	0.27	2.28	22.6	High	LED merah dan Buzzer 1 Aktif
Sensor 4	0.23	3.24	22.6	High	LED merah dan Buzzer 2 Aktif

Tabel 4 Hasil Pengujian sensor *Photodiode-Infrared* Seleksi saat terhalang

Kondisi: Terhalang	Inverting Input	Non inverting Input	Output	Logika	Kondisi
Sensor 3	4.44	2.79	0.03	Low	LED Biru 1 Aktif
Sensor 4	4.48	3.24	0.03	Low	LED Biru 2 Aktif

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada saat nilai *inverting* input lebih kecil dari *noninverting* input maka *output* dari sensor akan bernilai *high*, sedangkan pada Tabel 4 dapat dilihat saat sensor bernilai *low* adalah ketika nilai *inverting* input lebih besar daripada nilai *noninverting* input. Pada kondisi tidak terhalang, *buzzer* dan LED merah akan *aktif*, hal ini dikarenakan takaran didalam botol belum sesuai dengan yang diinginkan, sedangkan pada saat kondisi terhalang LED biru akan *aktif*, hal ini sebagai indikator bahwa cairan didalam botol sudah sesuai dengan takaran yang diinginkan.

Pada PLC Omron CPM1A, dari *datasheet* tertera bahwa untuk nilai maksimum logika *Low* adalah 5 V DC dan untuk nilai minimum logika *High* adalah 14.4 V DC. dari Tabel 3 dapat dilihat untuk rata-rata *output*nya adalah 22.6 V maka masuk kedalam logika *High* sedangkan pada Tabel 4 untuk rata-rata *output*nya adalah 0,03 V maka masuk kedalam logika *Low*.

3.2 Pengujian Sensor *Limit switch*

Pengujian pada sensor *limit switch* ini adalah dengan mengukur tegangan pada sisi com dan logika pada saat botol menyentuh switch maupun tidak menyentuh switch. Pengujian dilakukan pada keenam sensor *limit switch* yang digunakan.

Tabel 5 Hasil Pengujian Sensor *Limit switch* kondisi tidak tertekan

Kondisi Switch tidak tertekan	Tegangan Output	Logika
LS datang 1	23,78	High
LS datang 2	23,78	High
LS pergi 1	23,78	High
LS pergi 2	23,78	High
LS seleksi 1	23,78	High
LS seleksi 2	23,78	High

Tabel 6 Hasil Pengujian Sensor *Limit switch* kondisi tertekan

Kondisi Switch tertekan	Tegangan Output	Logika
LS datang 1	0	Low
LS datang 2	0,3	Low
LS pergi 1	0,3	Low
LS pergi 2	0,1	Low
LS seleksi 1	0,3	Low
LS seleksi 2	0	Low

Pada Tabel 5 terlihat bahwa ketika *limit switch* tidak tertekan akan memberikan logika *high* pada sisi inputan PLC, sedangkan pada Tabel 6 terlihat ketika *limit switch* ditekan maka akan memberikan logika *low* pada sisi masukan PLC.

Pada PLC Omron CPM1A, dari *datasheet* tertera bahwa untuk nilai maksimum logika *Low* adalah 5 V DC dan untuk nilai minimum logika *High* adalah 14.4 V DC. dari Tabel 5 dapat dilihat untuk rata-rata *output*nya adalah 23.78 V maka masuk kedalam logika *High* sedangkan pada Tabel 6 untuk rata-rata *output*nya adalah 0,3 V maka masuk kedalam logika *Low*.

3.3 Pengujian sistem secara keseluruhan

Pada pengujian kali ini *solenoid valve* akan digunakan untuk mengisi botol sebanyak 10 buah. *Setpoint* yang diinginkan dari hasil pengisian cairan didalam botol adalah tinggi cairan didalam botol 10,3 cm dan berat cairan didalam botol adalah 0,264 kg dengan tingkat error yang ditoleransi adalah $\pm 2\%$.

3.3.1 Pengujian Pengisian Botol Dengan *Solenoid Valve* 1

Setelah dilakukan pengujian sebanyak 5 buah botol, didapat data ketinggian level dan berat cairan didalam botol pada Tabel 7.

Tabel 7 Data ketinggian berat cairan didalam botol

No	Botol ke-	Ketinggian (cm)
1	Botol 1	10,3
2	Botol 2	10,3
3	Botol 3	10,3
4	Botol 4	10,3
5	Botol 5	10,3

Setelah dilakukan pengisian pada kelima buah botol dengan menggunakan *solenoid valve* 1, ternyata hasil yang didapat dari kelima botol tersebut dari segi tinggi dan berat cairan didalam botol adalah sama, yaitu dengan rata-rata ketinggian 10,3 cm dengan tingkat error yang ditoleransi adalah $\pm 5\%$, sehingga *solenoid valve* 1 dan sensor *photodiode-infrared* dapat digunakan sebagai perangkat pengisian cairan didalam botol otomatis.

3.3.2 Pengujian Pengisian Botol Dengan *Solenoid valve* 2

Setelah dilakukan proses pengisian botol sebanyak 5 buah, didapat data ketinggian dan berat cairan didalam botol pada Tabel 8.

Tabel 8 Data ketinggian berat cairan didalam botol

No	Botol ke-	Ketinggian (cm)
1	Botol 1	10,3
2	Botol 2	10,3
3	Botol 3	10,3
4	Botol 4	10,3
5	Botol 5	10,3

Setelah dilakukan pengisian pada kelima buah botol dengan menggunakan *solenoid valve* 2, ternyata hasil yang didapat dari kelima botol tersebut dari segi tinggi dan berat cairan didalam botol sama, yaitu dengan rata-rata tinggi dan berat dari kelima buah botol tersebut adalah 10,3 cm dengan tingkat error yang ditoleransi adalah $\pm 5\%$, sehingga *solenoid valve* 2 dan sensor *photodiode-infrared* dapat digunakan sebagai perangkat pengisian cairan didalam botol otomatis. Setelah melalui proses ini, botol akan diseleksi lagi untuk memastikan bahwa *setpoint* yang diinginkan sudah sesuai atau belum sesuai.

3.3.3 Pengujian Proses Penyeleksian Botol 1

Setelah dilakukan penyeleksian pada 5 buah botol, didapatkan hasil pada Tabel 9.

Tabel 9 Data ketinggian berat cairan didalam botol

No	Botol ke-	Ketinggian (cm)	Kondisi
1	Botol 1	10,3	LED biru ON
2	Botol 2	10,3	LED biru ON
3	Botol 3	10,3	LED biru ON
4	Botol 4	10,3	LED biru ON
5	Botol 5	10,3	LED biru ON

Setelah dilakukan proses peyeleksian, pada kelima buah botol yang sudah diisi ternyata dari kelima botol tersebut takarannya sudah sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan, yaitu tinggi cairan didalam botol 10,3 cm. Sehingga sensor *photodiode-infrared*, dapat digunakan sebagai sensor untuk proses penyeleksian dengan menggunakan parameter ketinggian cairan didalam botol.

3.3.4 Pengujian Proses Penyeleksian Botol 2

Setelah dilakukan proses penyeleksian pada 5 buah botol, maka didapat data yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Data ketinggian berat cairan didalam botol

No	Botol ke	Ketinggian (cm)	Kondisi
1	Botol 1	10,3	LED biru ON
2	Botol 2	10,3	LED biru ON
3	Botol 3	10,3	LED biru ON
4	Botol 4	10,3	LED biru ON
5	Botol 5	10,3	LED biru ON

Setelah dilakukan proses peyeleksian, pada kelima buah botol yang sudah diisi ternyata dari kelima botol tersebut takarannya sudah sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan, yaitu tinggi cairan didalam botol 10,3 cm hal ini ditunjukkan dengan indikator LED birulah yang menyala. Sehingga sensor *photodiode-infrared*, dapat digunakan sebagai sensor untuk proses penyeleksian dengan menggunakan parameter ketinggian cairan didalam botol.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada *Prototype belt* konveyor untuk pengisian sirup atau sari buah otomatis berbasis PLC Omron CPM1A dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Sistem yang dibuat sudah mampu digunakan untuk mengisi dan menyeleksi cairan didalam botol sesuai dengan *setpoint* yang ditentukan yaitu tinggi 10,3cm. Setelah dilakukan proses pengisian pada lima buah botol pada *solenoid valve* 1 didapatkan hasil rata-rata dari yang didapat yaitu tinggi cairan 10,3 cm. Pada *solenoid valve* 2, kelima botol yang sudah diisi didapatkan hasil rata-rata tinggi cairan 10,3 cm. Dalam proses penyeleksian botol 1, dari kelima botol yang diseleksi didapatkan hasil kelima botol lulus uji seleksi, dengan indikator LED biru menyala artinya cairan didalam botol sudah sesuai *setpoint*. Sedangkan penyeleksian botol 2 dengan objek lima buah botol yang diseleksi dihasilkan kelima botol tersebut sudah lolos uji seleksi dengan ditandai indikator LED biru menyala. Dari pengujian yang telah dilakukan pada kesepuluh buah botol tingkat error yang terjadi ketika proses pengisian masih dapat ditoleransi yaitu sebesar adalah $\pm 5\%$

Referensi

- [1]. Daniyan A., Adeoudu, A.O. and Dada O.M., “*Design Of A Material Handling Equipment : Belt Conveyor System For Crushed Limestone Using 3 Roll Idlers* “, Journal Of Advancement In Engineering and Technology, Volume 1, Issue 1, 1-7,2014.
- [2]. Putra, A.G., “*PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi*”, Gaya Media, Yogyakarta, 2007.
- [3]. Boyle R. and Nashelsky, L., “*Electronic Devices And Circuit Theory* “, Prentice Hall, New Jersey, 2000.
- [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]. Setiawan, I., “*Programmable Logic Control (PLC) dan Perancangan Sistem Kontrol*”, Andi, Yogyakarta, 2005.
- [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]. Braunl, Thomas, “*Embedded Robotics* ”, Springer, Berlin, 2006.
- [8]. Yu Yuan, “*International Conference On Electrical, Control And Automation (ICECA 20114)*”, Destech Publications, pennsylvania, 2014.
- [9]. ---, CPM1A User Manual, <http://www.omron.com>, Oktober 2013
- [10]. ---, LM358 Data Sheet, <http://www.ti.com>, Oktober 2103
- [11]. ---, <http://agro.kemenperin.go.id/1966-Menperin-Resmikan-Pabrik-Minuman-Berkarbonasi>, Februari 2014
- [12]. ---, <http://agro.kemenperin.go.id/1965-Pertumbuhan-Industri-Minuman-Mengalami-Peningkatan>, April 2014
- [13]. ---, <http://irmadevita.com/2009/usaha-home-industry-makanan-minuman-dan-obat-obatan/>, Februari 2009.
- [14]. ---, <http://kbbi.web.id/konveyor>, September 2014.
- [15]. ---, <http://www.antaraneews.com/berita/414542/pertumbuhan-industri-minuman-ringan-meningkat>, Januari 2014.