

KENDALI PROSES PENUTUPAN BOTOL MINUMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN PLC

Angelia Maharani Purba¹, Innadir², Meidi Wani Lestari³, Ngairan Banu Saputra⁴

Program Studi Teknik Elektronika^{1,2,3}, Program Studi Teknik Listrik⁴

Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Medan

Jl. Almamater No. 1, Kampus USU, Medan Telp. (061) 821 0463 Kode Pos : 20155

e-mail: angeliapurba@polmed.ac.id

Abstrak— Proses pembelajaran matakuliah PLC dengan metode PBL (*Problem Base Learning*) akan lebih mudah apabila dibarengi dengan tersedianya modul praktikum yang dapat menunjukkan prosesnya terjadi secara langsung sesuai dengan aplikasi di industri. Pada industri proses pembotolan minuman sangat penting untuk dipahami dan diterapkan oleh mahasiswa dimulai dari pencucian botol, pengisian botol, pengecekan level cairan dalam botol, penutupan botol serta pengemasan botol kedalam kotak. Penelitian terkait dengan pembotolan dilakukan secara bertahap, agar kegiatan proses kendali pembotolan dapat terjadi kesinambungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya yang saling terkait. Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan melanjutkan kegiatan penelitian sebelumnya yaitu setelah botol di isi yang digerakkan melalui sebuah konveyor, kemudian dihentikan tepat pada proses penutupan menggunakan sensor proximity, kemudian motor capping botol akan melakukan pemutaran sampai tertutup dengan rapat, setelah sebelumnya botol digerakkan secara otomatis berada tepat dikepala botol. menggunakan software team viewer. Mekanisasi penutupan botol dilakukan dengan mengatur delay pada pemrograman PLC. Data pengujian terdiri sejumlah data antara lain 3,6,9,12 serta 15. Dengan mengatur delay tersebut capping penutup botol akan berputar dalam derajat mulai dari 5,10,15,20 serta 25. Hasil pengujian yang diperoleh adalah pada posisi penutup botol rapat yaitu dengan pemberian delay 12 atau waktu tunda 1.2 detik derajat putaran 20 derajat.

Kata kunci : Penutup Botol, PLC, IoT

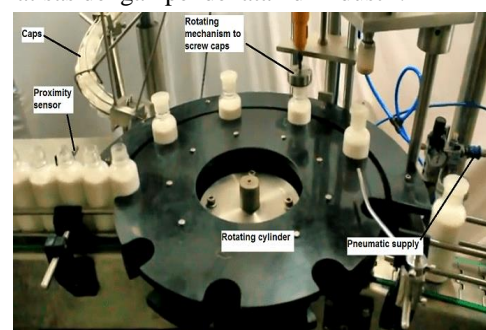
Abstract— The process of learning plc courses using the PBL (*Problem Base Learning*) method will be easier if it is accompanied by the availability of practicum modules that can show the process occurs directly according to applications in the industry. In the beverage bottling industry, students needs to understand and apply it starting from washing the bottles, filling the bottles, checking the liquid level in the bottles, closing the bottles, and packing the bottles into boxes. Study related to bottling is carried out in stages so that the bottling control process activities can occur in continuity between one activity and other interrelated activities. This study activity was carried out by continuing previous study activities, namely after the bottle was filled which was driven through a conveyor, then it was stopped right in the closing process using a proximity sensor, then the bottle capping motor will rotate until it is closed tightly after previously the bottle was moved automatically to be right on the head bottle.. Mechanization of bottle closing is done by setting the delay on the PLC programmer. The test data consists of several data including 3,6,9,12, and 15. By setting the delay, the capping of the bottle cover will rotate in degrees starting from 5,10,15,20, and 25. The test results obtained are in the tight position of the bottle cover namely by giving a delay of 12 or a delay of 1.2 seconds, a 20-degree rotation.

Keywords : Capping Bottle, PLC, IoT

I. PENDAHULUAN

Kemajuan industri di negara Indonesia mengalami perkembangan yang pesat, mulai dari industri besar sampai kepada industri kecil. Seiring dengan perkembangan tersebut, kebutuhan akan peralatan produksi yang tepat dan serba otomatis sangat diperlukan agar dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Pada industri proses pengolahan minuman terdapat satu sistem yaitu bagaimana botol yang telah diisi dengan minuman dapat dilakukan penutupan secara otomatis. Dalam perkuliahan diberikan pengetahuan pemakaian PLC sebagai pengendali, sementara di industri diterapkan PLC pada proses pembotolan. Berikut salah satu contoh gambar

bagaimana penutupan botol air minum secara otomatis dengan pendekatan di industri.



Gambar 1. Penutupan botol minuman di industri

Mesin capping adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menutup berbagai jenis botol maupun bahan penutup botol. Kehigienitasan penutupan botol dan standard penutupan botol minum menjadi hal yang sangat penting dalam industri minuman. Pentingnya mempelajari sistem kontrol penutupan botol otomatis erat kaitannya dengan efisiensi waktu dan biaya, serta optimalisasi hasil penutupan dengan sistem quality control yang baik.

Teknologi pada dunia industri saat ini sudah diinterkoneksi dengan sebuah sistem pengendalian menggunakan Programmable Logic Control (PLC) sebagai pengontrolan dan sistem TimeViewer sebagai interface antar operator. Timeviewer memiliki fungsi sebagai pemantau antar operator dalam mengendalikan dan memonitoring mesin secara online melalui smartphone sehingga pengendalian mesin pada industri menjadi lebih mudah. Hal ini yang menjadi alasan melakukan penelitian yang berjudul : Otomatisasi Penutupan Botol Air Minum Menggunakan PLC. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai modul praktik mahasiswa pada program studi Teknik Elektronika.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pembuatan alat pada penelitian ini, peneliti menggali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Berikut adalah kajian pustaka yang digunakan peneliti sebagai bahan rujukan.

Salah satu penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya berjudul: Simulator Proses Pengisian dan Pemasangan Tutup Botol Terkendali PLC Berbantuan Miniatur Konveyor yang ditulis oleh Anang Dwi Purnomo, Arief Goeritno, dan Danang Adi Nugroho pada tahun 2019. Hasil penelitian ini berupa miniature untuk penutupan botol minuman. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini akan dikembangkan menjadi mini industri yang akan nantinya berproses dari pengisian botol minuman hingga penutupan botol minuman. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai modul praktik mahasiswa pada program studi Teknik Elektronika.

Tugas akhir Irfansyah Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2020 dengan judul Perancangan Alat Penutup dan Penguncian Tutup Botol Otomatis (Automatic Bottle Caps And Locking) Berbasis PLC. Hasil pengujian menunjukkan sensor photoelektrik dapat mendeteksi jarak objek 0 cm hingga 30 cm, dimana rotary capping akan mati secara otomatis jika objek berada pada jangkauan 0-30 cm. Apabila jarak objek lebih dari 30 cm, maka rotary capping tidak akan mati,

sehingga kinerja sensor photoelektrik dapat bekerja pada jarak maksimum 30 cm.

Jurnal Ilmiah yang berjudul Simulator Proses Pengisian dan Pemasangan Tutup Botol Terkendali PLC Berbantuan Miniatur Konveyor yang ditulis oleh Anang Dwi Purnomo, Arief Goeritno, dan Danang Adi Nugroho pada tahun 2019 dan telah dipublish di Jurnal Nasional Resti. Dari penelitian didapat hasil kinerja saat proses pengisian dan pemasangan tutup diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 75%, berdasarkan empat kali uji coba, tiga kali berhasil dan satu kali gagal

2.1 Sensor Proximity Capacitive

Sensor proximity adalah sensor pendeteksi ada atau tidak sebuah objek tanpa melakukan kontak fisik dengan objek tersebut. Karakteristik dari sensor proximity adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centimeter.



Gambar 2. Konfigurasi Sensor Proximity

Prinsip kerja dari sensor proximity pada sistem ini yaitu ketika ada botol yang mendekati sensor proximity dengan jarak yang sangat dekat maka sensor proximity akan bekerja dan menghubungkan kontaknya dengan konveyor. Pada saat sensor proximity sedang bekerja atau mendeteksi adanya botol maka akan ditandai dengan lampu kecil berwarna merah yang ada dibagian sensor sehingga memudahkan dalam memonitor kerja sensor.

2.2 Relay

Relay biasa disebut sebagai komponen elektromekanikal sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau low power, dan dapat juga menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi (gambar 2.2). Salah satunya dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



Gambar 3. Relay

Modul relay ini dapat digunakan sebagai switch untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik. Misalnya lampu switch untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik lainnya. Kendali ON/OFF switch (relay). sepenuhnya ditentukan oleh nilai output sensor, yang setelah deprogram dengan menggunakan mikrokontroler akan menghasilkan perintah kepada relay untuk melakukan fungsi ON/OFF.

2.3 Mesin Capping Penutup Botol SF-1

Memodifikasi input saklar on/off dan menggantikan dengan output pada pemogram PLC, diharapkan pada penelitian dapat lakukan untuk melakukan penutupan botol. Gambar capping penutupan botol ditunjukkan pada gambar 2.3.

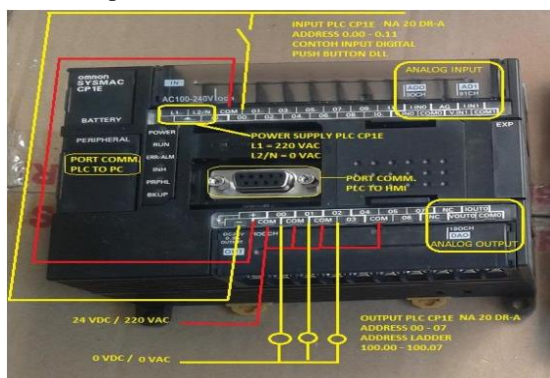


Gambar 4. Mesin capping botol

Kopling dapat disetel secara efektif menghindari kerusakan tutup dan mengurangi keausan di dalam colokan. Setelah tutup benar-benar dikencangkan, mesin secara otomatis berhenti memutar kepala sehingga dapat menutup botol pada operasi berikutnya.

2.4 PLC (Programmable Logic Controllers)

PLC adalah suatu alat pengendali terprogram berbasis mikroprosesor atau mikrokontroler dengan memanfaatkan memori sebagai tempat pengolahan program dan data, yang bekerja berdasarkan fungsi logika dan mampu melakukan fungsi aritmatika yang relatif kompleks.



Gambar 5. PLC yang digunakan

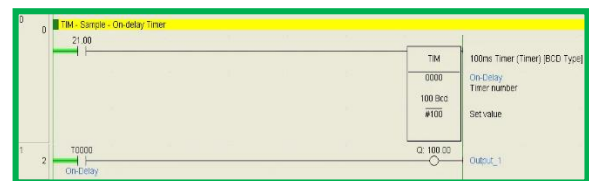
PLC memiliki memori yang dapat diprogram dan menyimpan perintah untuk melakukan fungsi - fungsi khusus seperti logic, sequencing, timing, counting dan arithmetic untuk mengontrol berbagai jenis proses dan mesin melalui analog atau digital input output modules. PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, seperti proses pengepakan, penanganan bahan, perakitan otomatis dan lain sebagainya. Hampir semua aplikasi yang memerlukan kontrol listrik atau elektronik membutuhkan PLC.

2.5 Pemrograman PLC dengan Instruksi Timer

Instruksi utama yang digunakan adalah Timer yaitu TIM Ini adalah pengatur waktu pengurangan (basis 0,1 detik). TIMH Timer Kecepatan Tinggi, Ini adalah pengatur waktu pengurangan (basis 0,01 detik). TMHH, ONE-MS Timer, Ini adalah penghitung waktu penurunan (basis 0,001 detik). TTIM Timer Akumulatif, Ini adalah penghitung waktu yang bertambah (basis 0,1 detik). TIML, Timer Panjang, Ini adalah timer penurunan (basis 0,01 detik) MTIM, Timer Multi-Output, Ini adalah penghitung waktu yang bertambah (basis 0,1 detik).

2.5.1 Timer Tertunda – Timer Omron

Ketika bit 21.00 dihidupkan, Timer 0000 akan mulai turun dari nilai yang ditetapkan #100. 100 X 0,1 detik = 10,0 detik. Setelah timer habis, bit T000 akan menyala. Ini kemudian akan menghidupkan output 100.00 Timer akan diatur ulang ke nilai yang disetel #100 setelah bit 21.00 dimatikan. Timer ini tidak menyimpan memori.



Gambar 6. Ladder program timer tertunda

2.5.2 Timer Non-Tunda – Timer Omron

Ketika bit 21,01 dihidupkan, output 100,01 akan dihidupkan. Output ini disegel dengan sendirinya dan hanya akan mati ketika Timer T0001 menyala.

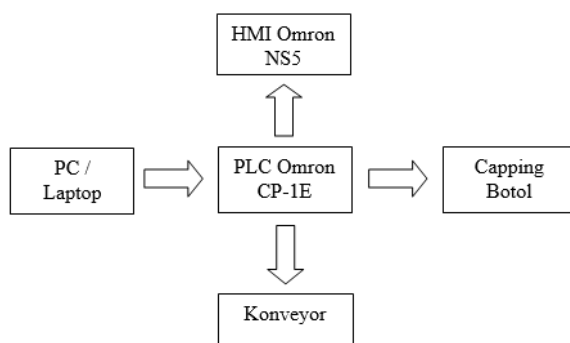
Ketika bit 21.01 dimatikan, output tetap menyala dan timer T0001 akan mulai berkurang dari nilai yang disetel #100. Setelah timer berakhir, bit T0001 akan menyala. Ini kemudian akan mengatur ulang output 100,01.



Gambar 7. Ladder program timer non-tunda

III. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dan pengembangan riset yang dilakukan di laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Medan. Langkah awal metode penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi, menganalisa masalah dan menentukan tujuan. Langkah kedua, membuat spesifikasi alat dan menentukan komponen-komponen serta jumlah alat/komponen yang akan digunakan dalam perancangan sistem. Selanjutnya pengadaan alat dan bahan yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan sistem berupa alat dan software (CX Programmer dan CX Designer). Proses pengumpulan data dilakukan dengan merancang sistem sesuai dengan tujuan penelitian. Langkah terakhir adalah pengujian sistem secara keseluruhan dengan metode eksperimen, analisis data serta pengambilan kesimpulan.



Gambar 8. Blok Diagram

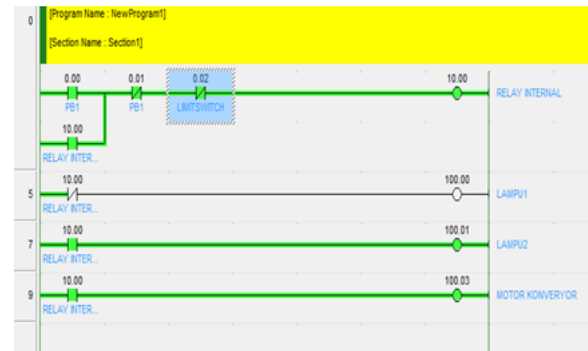
Penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap, perancangan alat dan perancangan software. Perancangan alat dimulai dari desain alat, pemilihan komponen, pengadaan alat, perakitan alat, pengujian sistem, uji sampel, analisa, dan kesimpulan. Komponen utama yang di perlukan dalam penelitian ini adalah HMI Omron NS5 sebagai monitoring semua alat, kemudian PLC Omron CP-1E sebagai pengendali, dan actuator, pompa air, dan capping botol (gambar 8).

3.1 Kendali Konveyor

Saat tombol start ditekan, motor akan mulai berputar, menggerakkan konveyor dan lampu indikasi RUN (lampu hijau) akan diaktifkan. Motor akan aktif dan konveyor mulai berjalan maka botol akan mulai bergerak. Jika sensor proximity mendeteksi adanya botol, motor konveyor akan berhenti. Lampu indikasi run (lampu hijau) akan dinonaktifkan. Lampu indikasi stop (lampu merah) akan diaktifkan. Tombol tekan berhenti darurat akan digunakan untuk menghentikan motor setiap saat.

Jika conveyor dapat bergerak jika motor DC yang ada pada conveyor aktif. Tegangan motor DC yang diberikan sebesar 12V yang didapat dari power supply sebesar 12V. Motor yang terhubung pada conveyor dihubungkan ke output PLC sehingga conveyor dapat

bergerak secara otomatis dengan kendali input yang diberikan. Ladder program dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Program kendali konveyor pada PLC

Urutan operasional konveyor adalah sebagai berikut: Tombol mulai diaktifkan. CR1-1 menutup untuk menyegel CR1 atau untuk mengunci perintah mulai. CR1-2 terbuka, mematikan lampu pilot berhenti merah. CR1-3 menutup, menyalakan lampu pilot run hijau. CR1-4 menutup untuk memberi energi pada starter motor dan motor. Kontak/paket bergerak, dan sakelar jarak (LS1) mendeteksi kotak ketika mencapai dan menghilangkan energi koil CR1. CR1-1 terbuka untuk membuka kontak seal-in (perintah start tidak terkunci). CR1-2 menutup, menyalakan lampu pilot merah. CR1-3 terbuka, mematikan lampu pilot hijau. CR1-4 terbuka untuk menghilangkan energi koil starter, menghentikan motor, dan mengakhiri urutan.

3.2 Penutupan Botol

Botol air dipindahkan pada konveyor untuk ditutup. Tutup sekrup disekrup untuk menutup ujung pembuka botol menggunakan mekanisme berputar. Implementasikan proses ini dalam PLC menggunakan bahasa pemrograman Ladder Diagram. Langkah yang dilakukan untuk penutupan botol adalah sebagai berikut :

- Mendeteksi adanya botol, menggunakan sensor jarak proximity.
- Menggunakan timer1, untuk menghentikan motor silinder selama 2 detik
- Menggunakan timer untuk menjalankan motor selama 1 detik untuk memutar silinder.
- Hitung jumlah langkah mesin capping ditempatkan dari sensor dan atur posisi bit untuk mengoperasikan mesin capping yang sesuai.
- Dua input diberikan pada mesin Capping ini, suplai listrik untuk menjalankan motor Program PLC.

3.3 Perancangan Software

Pada perancangan software, software yang digunakan untuk perancang program laddernya adalah software *CX Programmer*. Sebelum merancang program terlebih dahulu ditetapkan pengalaman input output (*addressing*) yang berguna untuk

memudahkan dalam pemrograman. Pengalamatannya adalah sebagai berikut :

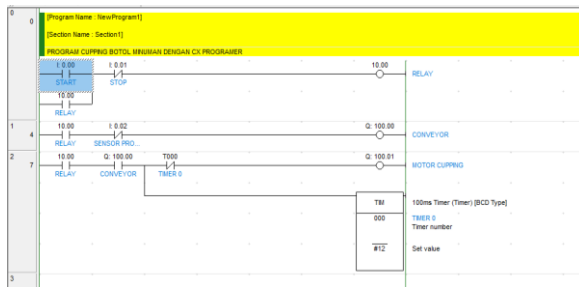
Tabel 1. Pengalamatan input PLC

Port Input PLC	Keterangan	Alamat Program
00	Switch Konveyor	0.00
04	Sensor Proximity	0.04

Tabel 2. Pengalamatan ouput PLC

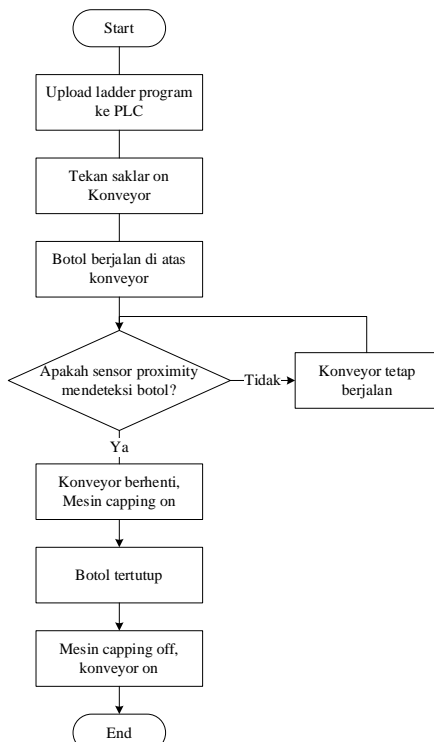
Port output PLC	Keterangan	Alamat Program
00	Konveyor	100.00
04	Mesin capping	100..04

Alamat pada ladder diagram sesuai dengan pengalamatan yang dirancang. *Ladder diagramnya* ditunjukkan pada gambar 10. berikut ini.



Gambar 10. *Ladder diagram*

Bagan Alur penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Bagan alur rangkaian keseluruhan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian alat sangat menentukan keberhasilan alat yang telah dikerjakan. Setelah pengujian dapat diketahui apakah alat yang dikerjakan masih terdapat kesalahan atau perlu diadakan perbaikan. Hasil penelitian diperoleh dari pengujian sensor proximity, konveyor, serta mesin *capping* penutupan botol.

4.1 Hasil pengujian jarak sensor proximity

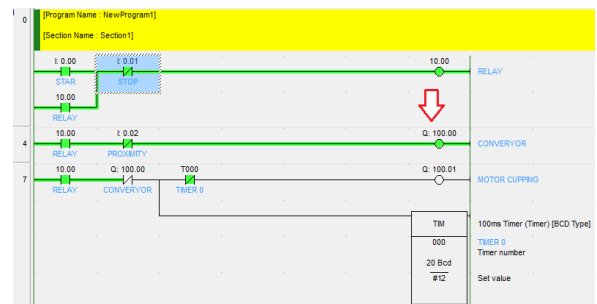
Hasil pengujian jarak sensor proximity mendeteksi botol minuman adalah 12,8 cm. Ketika objek yang akan dideteksi lebih dari batas tersebut, maka sensor tidak bekerja.



Gambar 12. Pengujian jarak sensor proximity

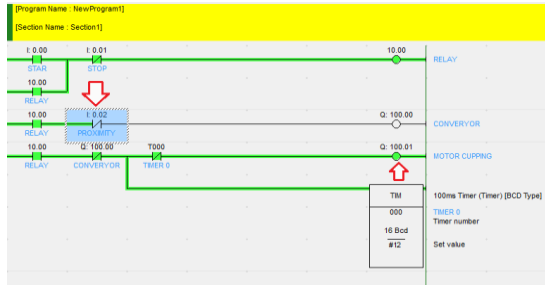
4.2 Pengujian dan pembahasan penutupan botol

Rung 1 untuk mengaktifkan sistem, 00, tombol start, 01 untuk tombol stop dengan output relay adress 10.00. Rung 2, jika input start 00 diaktifkan maka output 100.00 aktif, konveyor aktif. Rung, konveyor akan berhenti jika botol terdeteksi proximity (input 02). Pada saat yang bersamaan motor penutup botol aktif selama waktu delay t00. Tombol start diaktifkan, konveyor alamat 100.00 aktif, untuk menggerakkan botol.

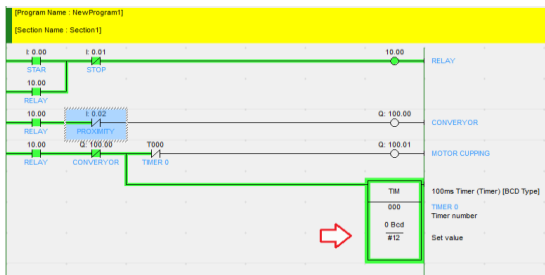


Gambar 13. *Ladder diagram gerak konveyor dengan sensor proximity*

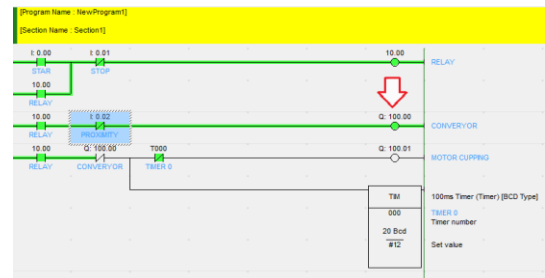
Proximity mendeteksi adanya botol pada posisi penutupan, konveyor dihentikan, sementara output 100.01 aktif yaitu memutar penutup botol sesuai time delay selama 1,2 detik.



Motor capping diaktifkan dengan menggantikan data delay atau pengujian waktu tunda 5, 10, 15, 20, 25, serta 30 (x 0,1 detik).



Komveriyor kembali dijalankan, apabila botol tidak lagi terdeteksi yaitu input 02 sama dengan 00.



Demikian proses ini terus berlangsung berulang

4.3 Pengujian dan pembahasan mekanisme tutup botol

Mekanisasi penutupan botol dilakukan dengan melakukan mengatur delay pada pemrogram PLC. Data pengujian terdiri sejumlah data antara lain 3, 6, 9, 12 serta 15 seperti diperlihatkan pada tabel 5.1 berikut.

Tabel 3. Mekanisme pengujian tutup botol

Pengujian sample	Setting time delay	Kondisi penutup Botol (°)	Keterangan
1	5	45	Tidak tertutup
2	10	90	Tidak tertutup
3	15	135	Tidak tertutup
4	20	180	Tidak tertutup sempurna
5	25	225	Tidak tertutup sempurna
6	30	270	Tertutup sempurna
7	30	270	Tertutup sempurna
8	30	150	Tidak tertutup sempurna
9	30	270	Tertutup sempurna
10	30	270	Tertutup sempurna
11	30	270	Tertutup sempurna
12	30	270	Tertutup sempurna
13	30	270	Tertutup sempurna
14	30	270	Tertutup sempurna
15	30	270	Tertutup sempurna

Dengan mengatur delay tersebut, *capping* penutup botol akan berputar dalam derajat mulai dari 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, dan 270°. Hasil pengujian yang diperoleh adalah pada posisi penutup botol sempurna yaitu pada putaran 270° dengan pemberian delay 30 atau waktu tunda 3 detik (30 detik x 0,1).

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- Penutupan botol sempurna terjadi pada sudut putaran 270° dengan waktu tunda sebesar 3 detik.
- Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh tingkat keberhasilan tutup botol tertutup sempurna sebesar 90%.
- Keberhasilan tutup botol sangat dipengaruhi oleh kesesuaian alat penutup botol yang digunakan dengan jenis tutup botol yang diuji.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir; Koko. (2015). Buku pintar pemrograman arduino / Abdul Kadir ; penyunting/tata letak, Koko. Yogyakarta :: Mediakom,
- Μηχανικων, T. M., Κοκκινου, E., Καραμάνου Ασπασία, Ημοκρατίας, T. H. Σ. E., Κινδύνων, A., Προστασίας, Π., Ορισμοί, Έ., Ηλία, Π., Δανδουλάκη, M., Γαϊτάνη, I., Veithzal Rivai, D.,

- Thesis, M., Sloane, G. M. T., Pröbstl-Haider, U., Rogers, A. W., Paciarotti, C., Cesaroni, A., Gorlova, N. I., Troska, Z. A., ... Perkins, S. E. (2020). Title. *Kaos GL Dergisi*, 8(75), 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798>
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.02.002>
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049>
<http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391>
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205>
- [3] Nugraha, R. B., Saragih, Y., & Nurpulaela, L. (2021). Implementasi Sensor Proximity Kapasitif Pada Alat Pemberian Pakan Ayam Otomatis. *JE-Unisla*, 6(2), 24. <https://doi.org/10.30736/je-unisla.v6i2.692>
- [4] Purnomo, A. D., Goeritno, A., & Nugroho, D. A. (2021). Simulator Proses Pengisian dan Pemasangan Tutup Botol Terkendali PLC Berbantuan Miniatur Konveyor. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(4), 774–782. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i4.3189>
- [5] Softnoze. (2018). Capacitive Proximity Sensors - Theory of Operation. 54–79.
- [6] Supriyono, A., Elektro, J. T., Teknik, F., & Semarang, U. (2021). Penerapan Programmable Logic Control (Plc) Outseal Pada Pengisian Botol Otomatis Berbasis Android. 1–133.
- [7] Tarigan, S. O. F., Sitepu, H. I., & Hutagalung, M. (2014). Pengukuran kinerja sistem publish/subscribe menggunakan protokol MQTT (message queuing telemetry transport). *Jurnal Telematika*, 9(1), 25–30.