

DESIGN OF AUTOMATIC BOTTLE FILLING AND SEALING SYSTEM WITH QUALITY CONTROL

RANCANGAN SISTEM PENGISIAN DAN PENYEGELAN BOTOL OTOMATIS DENGAN FASILITAS KENDALI KUALITAS

Muhammad Lucky Harvi¹, Ni Putu Devira Ayu Martini^{2*}, Subekti Ari Santoso³, Riski Adi Saputro⁴,
Bintang Birrul Walidaina⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Indonesia;
Jl. Raya Limo, Kecamatan Limo, Kota Depok
Email: deviraayum@upnvj.ac.id

Received: October 13, 2025 Revised: November 14, 2025 Published: November 24, 2025
DOI: <https://doi.org/10.24912/tesla.v27i2.35829>

Abstract

This research aims to design an automated bottle filling and capping system based on a Programmable Logic Controller (PLC) to improve production efficiency and accuracy in the liquid packaging industry. The system operates automatically from bottle detection, filling process, cap placement and sealing, to sorting bottles based on quality and standard. PLC is used to read sensors, control actuators, and regulate timing between each stage to ensure that the workflow runs in a synchronized and consistent manner. Counters are applied to limit the number of bottles in one production cycle and support automatic product classification, allowing the system to maintain structured output throughout the manufacturing process. The implementation results show that the system is able to run the entire process stably, precisely, and without manual intervention. The designed ladder diagram covers all major control aspects, including I/O mapping, sorting logic, actuator coordination, and production batch management. Additionally, the system integrates multiple types of sensors to detect defects, ensuring that only products meeting the required standards proceed to the next stage. This system is modular, cost-effective, and suitable for small to medium-sized industries that require efficient automation solutions. With this approach, the system is able to significantly reduce human error, enhance production consistency, and maintain product quality standards while optimizing overall operational performance. Furthermore, the system architecture is structured to ensure ease of modification and scalability, enabling future expansion or integration with additional equipment as production demands evolve. These characteristics strengthen the system's applicability in modern industrial environments that increasingly rely on adaptive and intelligent automation technologies.

Keywords: Bottle Detection; Filling Process; Input / Output (I/O) Mapping; Ladder Diagram; Programmable Logic Controller (PLC).

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatis pengisian dan penyegelan botol berbasis Programmable Logic Controller (PLC) guna meningkatkan efisiensi, akurasi, serta konsistensi proses produksi pada industri pengemasan cairan. Sistem ini dirancang untuk beroperasi secara penuh otomatis, dimulai dari tahap deteksi keberadaan botol, proses pengisian cairan, pemasangan dan penyegelan tutup, hingga proses pemilahan botol berdasarkan kualitas dan standar produksi yang telah ditetapkan. PLC digunakan sebagai pusat kendali untuk membaca sinyal dari berbagai sensor, mengaktifkan aktuator secara terkoordinasi, serta mengatur waktu antarproses agar setiap tahapan berjalan stabil, terstruktur, dan sinkron. Selain itu, counter diterapkan untuk membatasi jumlah botol dalam satu siklus produksi sehingga alur kerja lebih terkendali dan proses klasifikasi produk dapat dilakukan secara sistematis. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan seluruh rangkaian proses secara stabil, presisi, dan tanpa intervensi manual. Diagram ladder yang dirancang mencakup seluruh aspek utama pengendalian, mulai dari pemetaan input/output (I/O), logika pendeteksian cacat, koordinasi aktuator, hingga manajemen batch produksi. Dengan desain yang bersifat modular, fleksibel, dan hemat biaya,

RANCANGAN SISTEM PENGISIAN DAN PENYEGELAN BOTOL OTOMATIS DENGAN FASILITAS KENDALI KUALITAS

sistem ini sangat sesuai diterapkan pada industri kecil hingga menengah. Selain itu, integrasi berbagai jenis sensor—meliputi sensor fotoelektrik, induktif, dan sensor visi—memungkinkan proses deteksi yang lebih menyeluruh sehingga setiap variasi kondisi pada botol dapat diidentifikasi secara cepat dan akurat. Sistem juga dirancang agar mudah diperluas dan dimodifikasi, memungkinkan penambahan fungsi baru atau integrasi dengan perangkat otomasi lainnya. Dengan karakteristik tersebut, sistem ini mampu memberikan kontribusi signifikan dalam penerapan otomasi yang lebih andal dan adaptif pada lingkungan produksi modern.

Kata Kunci: Deteksi Botol; Diagram Ladder; Pemetaan Input / Output (I/O); Proses Pengisian; Programmable Logic Controller (PLC).

PENDAHULUAN

Tuntutan efisiensi dalam industri pengemasan mendorong pengembangan sistem yang beroperasi secara presisi, cepat, dan konsisten [1]. Pada sektor pengolahan cairan, salah satu aspek krusial adalah proses pengisian cairan ke dalam botol dengan tingkat akurasi tinggi untuk menjaga kualitas produk [2].

Salah satu tantangan yang dihadapi industri adalah proses pengisian cairan yang belum sepenuhnya sesuai standar. Dalam praktiknya, banyak pelaku industri masih bergantung pada proses manual untuk pengisian cairan ke dalam botol. Metode ini memakan waktu produksi, menghasilkan ketidaksesuaian volume cairan, serta berpotensi menimbulkan ketidaksempurnaan pada penutupan botol [1][3][4]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu mengendalikan aliran cairan secara *real-time*, beradaptasi dengan kondisi produksi yang bervariasi, serta dapat mendeteksi perbedaan botol berdasarkan kondisi tutupnya. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan konsistensi dalam proses produksi, sekaligus mengurangi risiko kesalahan manusia.

Solusi yang diajukan untuk permasalahan tersebut adalah penerapan sistem pengisian otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Sistem ini dirancang untuk mengisi cairan ke dalam botol secara otomatis sekaligus melakukan pemilahan botol berdasarkan kondisi tutupnya, dimana dapat diterapkan pada industri kecil hingga menengah yang membutuhkan solusi sederhana namun efektif, dengan mempertimbangkan aspek biaya, kemudahan operasi, dan efektivitas kerja.

Berdasarkan latar belakang tersebut, fokus penelitian ini diformulasikan sebagai berikut. Pertama, bagaimana merancang sistem kendali PLC yang dikombinasikan dengan sensor untuk mendeteksi keberadaan botol dan memastikan proses pengisian sesuai standar yang ditetapkan. Kedua, bagaimana sistem dapat secara otomatis memilah botol cacat dengan memanfaatkan diverter sebagai aktuator pemilah. Ketiga, bagaimana penerapan fungsi counter dalam sistem untuk membatasi jumlah pengisian dalam satu siklus produksi sehingga alur kerja dapat berlangsung lebih terkontrol dan efisien. Keempat, simulasi menggunakan *software* untuk uji kelayakan program kendali sebelum implementasi prototipe fisik.

Perancangan Sistem

Programmable Logic Controller (PLC) telah menjadi komponen esensial dalam sistem otomasi industri karena fleksibilitas dan kemudahan pemrogramannya [5]-[7]. Perangkat ini memungkinkan pengendalian yang presisi ketika diintegrasikan dengan berbagai komponen seperti sensor, motor, dan robot [8]-[10]. Pada penelitian ini, PLC

digunakan untuk mengatur secara otomatis urutan proses mulai dari deteksi botol, pengisian cairan, hingga pemilahan berdasarkan kualitas produk. Penggunaan PLC menawarkan beberapa keunggulan, antara lain peningkatan efisiensi proses, pengurangan kesalahan manusia, serta peningkatan keandalan sistem secara keseluruhan [11]. Selain itu, sistem yang dirancang dalam penelitian ini bersifat modular, mudah diprogram, dan hemat biaya, sehingga sangat sesuai diterapkan pada industri kecil hingga menengah yang membutuhkan solusi otomasi efektif dan terjangkau.

Sensor posisi, seperti sensor fotoelektrik dan sensor proksimitas, digunakan dalam sistem otomasi untuk mendeteksi keberadaan botol pada jalur produksi [12][13]. PLC mengaktifkan pompa dengan fungsi timer ketika sensor mendeteksi botol, sehingga memastikan pengisian cairan konsisten dan sesuai standar volume yang ditetapkan. Sensor level juga digunakan untuk menjaga akurasi volume cairan selama proses pengisian. Stabilitas posisi botol selama produksi dikendalikan oleh sistem konveyor yang dirancang untuk berhenti sementara saat proses pengisian berlangsung. Mekanisme ini dikendalikan oleh fungsi interlock pada PLC untuk memastikan botol tetap berada pada posisi yang benar. Setelah proses pengisian selesai, konveyor kembali beroperasi untuk memindahkan botol ke tahap berikutnya. Untuk menjaga kelancaran alur produksi dan menghindari *bottleneck*, timer digunakan untuk memberikan jeda antar siklus pengisian. Integrasi sensor, timer, dan kendali *interlock* memungkinkan sistem menjalankan siklus pengisian secara otomatis, andal, dan terkendali, sehingga meningkatkan efisiensi dan akurasi produksi [14].

Deteksi kualitas botol merupakan tahap akhir dari sistem dan menjadi komponen penting dalam proses pengendalian kualitas. Penelitian ini mengadopsi pendekatan yang menggunakan sensor untuk mengidentifikasi ketidakwajaran, khususnya pada kasus di mana segel botol rusak atau tidak terpasang dengan baik. Apabila cacat terdeteksi, aktuator pneumatik (*diverter*) akan diaktifkan untuk mengarahkan botol cacat ke jalur reject yang telah ditentukan. Proses pemilahan ini sepenuhnya dikendalikan oleh PLC yang menjalankan logika otomatis berdasarkan sinyal input dari sensor.

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan dua software yang terintegrasi dengan rincian: (1) OpenPLC Runtime, dijalankan pada Raspberry Pi 5 sebagai *Soft PLC*; (2) Factory I/O, dijalankan pada laptop sebagai *plant simulator* yang mempresetasi konveyor, aktuator pengisian, sensor, dan *diverter*. Factory I/O terhubung dengan OpenPLC Runtime melalui Modbus TCP/IP sebagai *slave device*.

METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini diawali dengan perencanaan dan perumusan konsep sistem, dilanjutkan dengan tinjauan pustaka dari berbagai literatur relevan, termasuk buku dan jurnal ilmiah, untuk membangun landasan teoritis yang kuat. Setelah pengumpulan referensi, material dan perangkat yang diperlukan untuk desain sistem disiapkan.

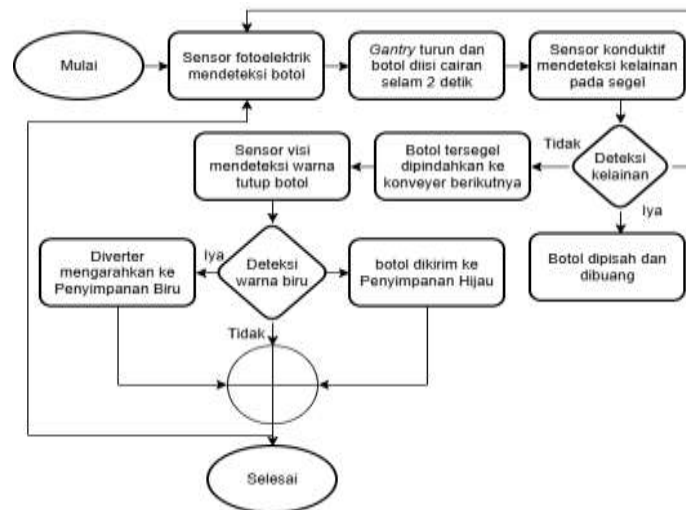
Proses pengumpulan data dilakukan secara paralel dengan tahap pengujian sistem untuk memastikan fungsionalitas dan efektivitas rancangan. Data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dianalisis guna mengevaluasi kinerja sistem. Tahap ini diakhiri dengan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis untuk menjawab perumusan masalah penelitian serta mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

A. Diagram Alir Perangkat Keras

Secara umum, sistem ini beroperasi secara berurutan, dimulai dengan sensor posisi yang mendeteksi keberadaan botol dan diakhiri dengan sensor visi yang mendeteksi

RANCANGAN SISTEM PENGISIAN DAN PENYEGELAN BOTOL OTOMATIS DENGAN FASILITAS KENDALI KUALITAS

warna tutup botol. Proses pemilahan merupakan tahap akhir dari keseluruhan sistem otomasi. Alur kerja perangkat keras sistem ditunjukkan pada Gambar 1, yang menjelaskan tahapan operasional dalam sistem.



Gambar 1. Diagram alir perangkat keras

Gambar 1 menampilkan diagram alir yang memvisualisasikan rangkaian proses mulai dari deteksi botol, pengisian cairan, penyegelan tutup, hingga tahap akhir berupa pemilahan kualitas. Representasi ini merangkum keseluruhan alur operasi secara sistematis, sehingga memberikan pemahaman menyeluruh mengenai urutan dan keterkaitan setiap tahapan dalam sistem.

B. Komponen

Dalam penelitian ini digunakan beberapa komponen untuk membangun sistem yang berfungsi penuh. PLC berperan sebagai unit kendali utama yang menerima sinyal input dari berbagai sensor, memproses data sesuai logika pemrograman, dan mengendalikan aktuator yang terhubung ke sistem. Konveyor digunakan sebagai media transportasi, memindahkan botol dari tahap awal hingga tahap akhir ketika produk siap distribusi. Sensor fotoelektrik digunakan untuk mendeteksi keberadaan botol dengan memancarkan sinyal cahaya dan menangkap pantulannya sebagai input ke PLC. Selain itu, sensor induktif digunakan untuk mendeteksi keberadaan tutup botol berbahan logam, sehingga memastikan bahwa tutup terpasang dengan benar sesuai standar [15]. Pemindahan botol antar tahapan dilakukan secara otomatis menggunakan robot gantry, yang meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem secara keseluruhan.

C. Kebaruan

Penelitian ini menggunakan Raspberry Pi 5 sebagai soft-PLC melalui OpenPLC Runtime untuk mengendalikan urutan proses pengisian-penyegelan dan pemilahan kualitas botol pada lingkungan simulasi Factory I/O yang diatur sebagai Modbus TCP/IP *slave device*. Evaluasi berupa verifikasi fungsional dan estimasi analitis. Waktu siklus dan keluaran dihitung dari parameter durasi pengisian, waktu aktivasi diverter, serta waktu perpindahan antar stasiun.

HASIL DAN DISKUSI

A. Pemetaan Input/Output (I/O Mapping)

Logika kerja sistem berbasis PLC terdiri dari delapan langkah utama, dimulai dari aktivasi sistem hingga proses pemilahan botol ke jalur reject. Langkah-langkah tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Sistem akan aktif dan konveyor mulai bergerak setelah operator menekan tombol “Start”.
2. Konveyor berhenti selama 1 detik ketika sensor mendeteksi keberadaan botol pada posisi pengisian, guna memastikan stabilitas posisi botol selama proses berlangsung.
3. Pompa akan menyala dan mengisi cairan selama 2 detik yang telah ditentukan dalam program, lalu menyegel dengan *foil seal*.
4. Selama proses pengisian, konveyor tetap berhenti untuk mencegah perpindahan botol.
5. Botol memasuki stasiun penutupan botol dan diberi tutup sesuai kualitas *foil seal* yang dideteksi oleh sensor induktif; jika terdeteksi cacat yang signifikan pada *foil seal*, botol akan dialihkan ke jalur *reject*.
6. Setelah diberi tutup, botol akan dipindahkan ke stasiun pengemasan.
7. Sebelum dikemas, terdapat sensor visi yang akan membedakan warna tutup botol lalu diverter akan mengarahkan ke jalur yang ditentukan
8. Counter akan bertambah satu setiap kali botol lolos pemeriksaan. Ketika jumlah botol yang berhasil terisi mencapai 12 unit, sistem akan berhenti secara otomatis (pompa dan konveyor nonaktif) sesuai batas siklus yang ditentukan.

Pemetaan Input/Output (I/O) ditunjukkan secara rinci pada Gambar 2. Pemetaan ini berperan penting dalam proses perancangan program PLC karena mendefinisikan hubungan antara perangkat fisik seperti sensor, aktuator, serta tombol kendali dengan logika yang diimplementasikan. Sistem memiliki total 13 sinyal input yang diterima dari berbagai sensor dan tombol kendali.

Bagian output dikendalikan melalui 22 buah *coil* yang mengoperasikan berbagai perangkat seperti konveyor, penjepit botol, *diverter*, pemasang tutup, pengemasan dan pergerakan aktuator, serta fungsi logika. Coil ini mengeksekusi perintah logika yang diperlukan dalam operasi pengemasan dan kendali aktuator.

Selain itu, tiga *holding register* digunakan pada tahap akhir untuk menentukan kuantitas hasil pengisian botol. Register ini menyimpan data numerik dari proses counter. Pemetaan register ini juga berperan penting dalam pengendalian sistem secara keseluruhan, karena sistem akan otomatis berhenti ketika jumlah botol yang memenuhi kriteria (OK) mencapai 12 unit.

RANCANGAN SISTEM PENGISIAN DAN PENYEGELAN BOTOL OTOMATIS DENGAN FASILITAS KENDALI KUALITAS

#	Name	Class	Type	Location	#	Name	Class	Type	Location
1	Start	Local	BOOL	%Q000.0	36	Counter_Green	Local	INT	%QW100
2	Stop	Local	BOOL	%Q000.1	37	Counter_Blue	Local	INT	%QW101
3	Reset	Local	BOOL	%Q000.2	38	Counter_Rejected	Local	INT	%QW102
4	Ready_To_Fill	Local	BOOL	%Q000.6	39	QC	Local	BOOL	
5	Defect_Detected	Local	BOOL	%Q000.7	40	Ready_to_Sec	Local	BOOL	
6	Bottle_Detected	Local	BOOL	%Q001.0	41	Timer_Start_Dic	Local	TIME	
7	Bottle_Clampped	Local	BOOL	%Q001.1	42	Timer_Seal1	Local	TIME	
8	Cap_Grabbed	Local	BOOL	%Q001.2	43	Timer_Seal1	Local	TIME	
9	Cap_Detected	Local	BOOL	%Q001.3	44	Timer_Blue_Dic	Local	TIME	
10	Cap_Clampped	Local	BOOL	%Q001.4	45	Timer_QC	Local	TIME	
11	Blue_Detected	Local	BOOL	%Q001.5	46	Timer_G1_Fill	Local	TIME	
12	Accepted_Detected	Local	BOOL	%Q001.6	47	Timer_Cap1	Local	TIME	
13	On_Position	Local	BOOL	%Q001.7	48	Timer_Cap2	Local	TIME	
14	Bottle_Diverter	Local	BOOL	%Q001.8	49	Timer_Pick	Local	TIME	
15	Conveyor1	Local	BOOL	%Q001.9	50	Timer_Fill	Local	TIME	
16	Conveyer2	Local	BOOL	%Q001.10	51	Timer_Ready	Local	TIME	
17	G1_Left	Local	BOOL	%Q001.4	52	Sealing_Is	Local	TON	
18	Conveyor1	Local	BOOL	%Q001.5	53	Diverter_Interval	Local	TON	
19	Clamp_Bottle	Local	BOOL	%Q001.6	54	Blue_Dic_Interval	Local	TON	
20	G1_Down	Local	BOOL	%Q001.7	55	QC_Is	Local	TON	
21	G2_Grab	Local	BOOL	%Q001.8	56	Delay_Pick	Local	TON	
22	G2_Right	Local	BOOL	%Q001.9	57	Reject_Counter	Local	CTD	
23	Reject_Diverter	Local	BOOL	%Q001.10	58	Rejected_Full	Local	BOOL	
24	Conveyor2	Local	BOOL	%Q001.11	59	G_Full	Local	BOOL	
25	Blue_Diverter	Local	BOOL	%Q001.12	60	B_Full	Local	BOOL	
26	Conveyer_Blue_Diverter	Local	BOOL	%Q001.13	61	Blue_Counter	Local	CTD	
27	Cap_Conveyer	Local	BOOL	%Q001.14	62	Green_Counter	Local	CTD	
28	Cap_Available	Local	BOOL	%Q001.15	63	Pulse_Fill1ms	Local	TP	
29	G_Picked	Local	BOOL	%Q001.16	64	Delay_500ms	Local	TON	
30	B_Picked	Local	BOOL	%Q001.17	65	Delay_Seal	Local	TON	
31	B_Fillms	Local	BOOL	%Q001.18	66	Delay_Pick	Local	TON	
32	G2_Down	Local	BOOL	%Q001.19	67	Filling_Is	Local	TON	
33	G2_Grab	Local	BOOL	%Q001.20	68	Pulse_Ready	Local	TP	

Gambar 2. Pemetaan *Input/Output*

Ilustrasi pada Gambar 2 menunjukkan pemetaan lengkap alamat input dan output yang menjadi dasar perancangan logika kendali pada PLC. Setiap sensor dan aktuator dikonfigurasi pada alamat tertentu sehingga fungsi, keterhubungan, serta perannya dalam keseluruhan proses otomatisasi dapat diidentifikasi secara jelas dan sistematis.

B. Diagram Ladder

Diagram ladder keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 3, dirancang untuk mengendalikan proses otomatis pengisian cairan, penyegelan botol, dan klasifikasi produk berdasarkan kondisi serta pemisahan produk cacat.

Proses diawali dengan inisialisasi sistem dan tahap pengisian, yang hanya berjalan ketika semua kondisi awal terpenuhi dan sensor deteksi aktif. Jika kondisi tersebut terpenuhi, timer aktif menghitung selama 1000 ms sebelum aktuator menurunkan nozzle pengisian. Ketika sensor mendeteksi botol berada pada posisi yang tepat, proses pengisian cairan dimulai dan berlangsung selama 2000 ms. Setelah waktu berakhir, proses pengisian berhenti otomatis, menandai selesainya satu siklus kerja.

Produk cacat terdeteksi oleh sensor “Defect_Detected” (sensor induktif). Jika sensor ini aktif, sistem secara otomatis mengaktifkan aktuator “Reject_Diverter” untuk mengarahkan botol ke jalur reject. Proses ini berlangsung selama 1500 ms untuk memastikan botol cacat berpindah ke jalur yang ditentukan, kemudian diverter kembali ke posisi semula.

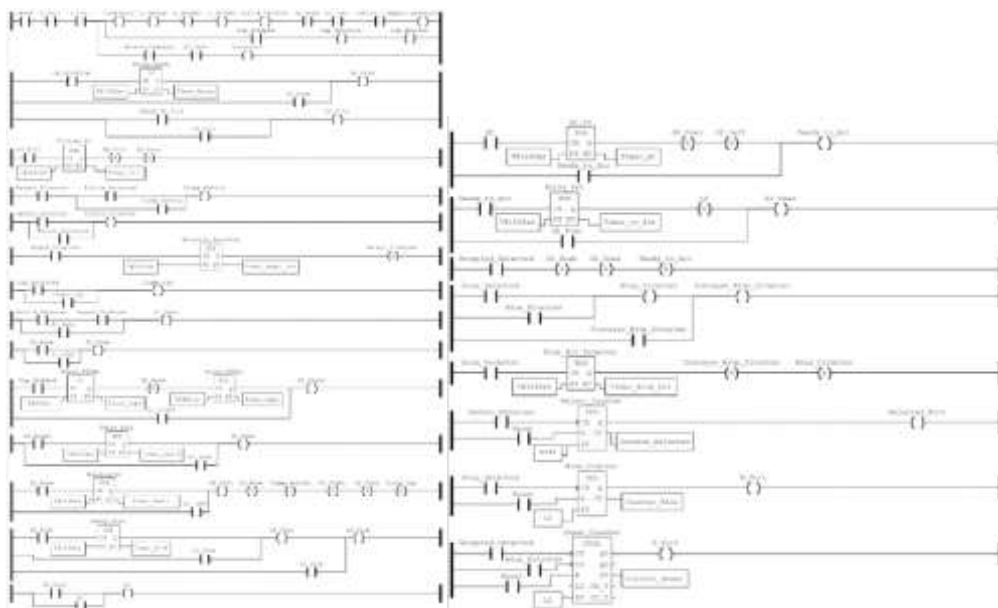
Proses pemasangan tutup botol dimulai ketika sensor “Cap_Detected” dan “Bottle_Detected” aktif, serta diverter dalam kondisi diam. Gripper G1 turun (“G1_Down”) dan menjepit tutup botol (“G1_Grab”) apabila tutup terdeteksi (“Cap_Grabbed”). Semua langkah ini dikendalikan dengan timer agar sinkron. Setelah tutup terpasang, Gripper G1 kembali ke posisi awal. Proses penyegelan dilakukan dengan mengaktifkan “G2_Left”, menjepit botol (“Clamp_Bottle”), kemudian mengatur ulang posisi gripper dan penjepit. Setelah penyegelan selesai, botol diambil oleh

Gripper G2 untuk dipindahkan.

Selanjutnya, sistem melakukan inspeksi kualitas dengan mengaktifkan timer “Timer_QC” selama 1000 ms. Jika botol diterima (“Accepted_Detected” aktif), timer “Timer_to_Put” dijalankan untuk menempatkan botol pada jalur akhir. Jika sensor “Blue_Detected” mendeteksi warna biru, maka “Blue_Diverter” dan “Conveyer_blue_Diverter” aktif. Setelah itu, timer “Timer_Blue_Div” memberikan jeda sebelum diverter kembali ke posisi awal.

Counter digunakan untuk membatasi jumlah botol dalam satu batch sekaligus mengelola logika klasifikasi produk. Sistem mengkategorikan botol dalam tiga kelompok utama. Counter_Rejected menghitung jumlah botol cacat dengan batas maksimum 9999 unit. Untuk botol biru, Counter_Blue menghitung hingga 12 unit dan setelah tercapai sistem mengaktifkan sinyal B_Full. Demikian pula, Counter_Green menghitung botol hijau hingga 12 unit dan memicu sinyal G_Full ketika kapasitas tercapai.

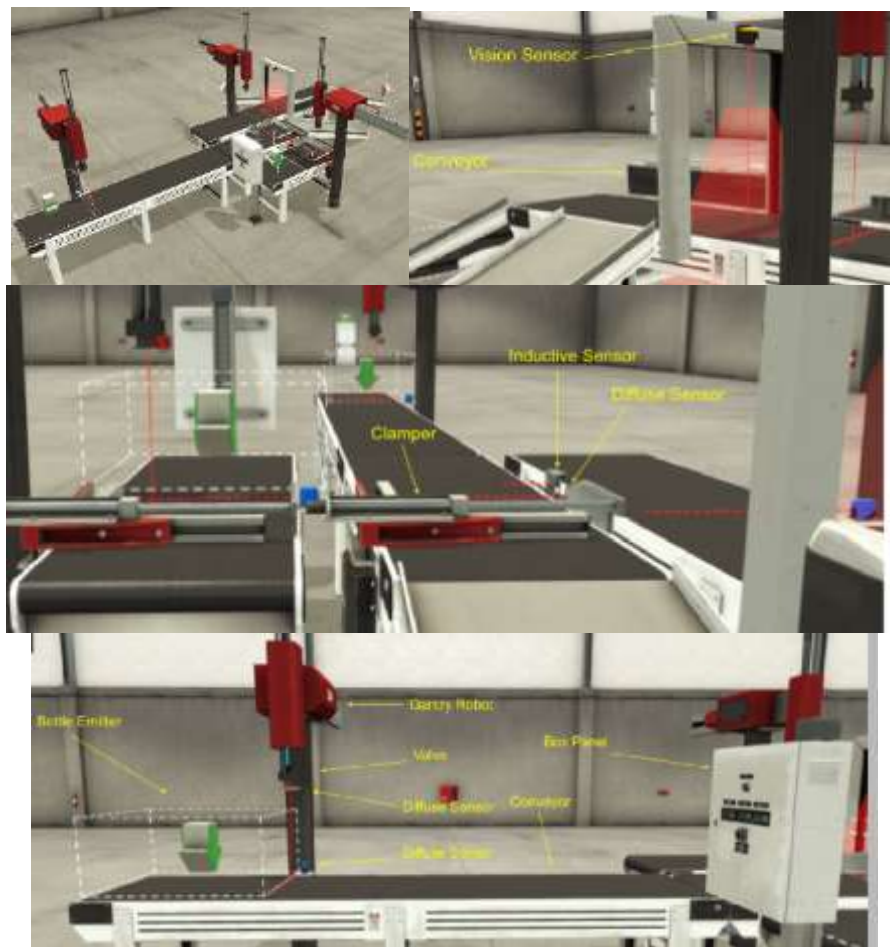
Diagram ladder ini mencakup seluruh aspek penting pengendalian, mulai dari pemetaan input/output, urutan aktuator, kendali kualitas, hingga klasifikasi produk berdasarkan kondisi dan warna. Dengan struktur logika yang sistematis serta integrasi timer dan counter, sistem mampu beroperasi secara otomatis, efisien, dan sesuai alur yang telah ditentukan.



Gambar 3. Diagram ladder pada PLC

Bagian diagram pada Gambar 3 merepresentasikan keseluruhan logika kendali yang mengatur setiap tahapan proses, mulai dari inisialisasi sistem, pelaksanaan pengisian, deteksi kondisi cacat, hingga mekanisme pemindahan produk. Setiap rung dalam diagram ladder memperlihatkan keterkaitan antara kondisi yang dibaca oleh sensor dan respons yang dihasilkan oleh aktuator, sehingga alur pengendalian dapat dipahami secara terstruktur dan terintegrasi.

RANCANGAN SISTEM PENGISIAN DAN PENYEGELAN BOTOL OTOMATIS DENGAN FASILITAS KENDALI KUALITAS



Gambar 4. Model 3D sistem pengisian dan penutupan botol otomatis

Visualisasi tiga dimensi tersebut menyajikan representasi komprehensif mengenai tata letak fisik seluruh komponen, meliputi konveyor, stasiun pengisian, unit penyegelan, sensor, serta diverter. Representasi ini membantu memperjelas integrasi dan hubungan antarperangkat sehingga memudahkan pemahaman sistem sebelum tahap implementasi aktual dilakukan.



Gambar 5. Simulasi Sistem

Representasi simulasi pada Gambar 5 menunjukkan operasional sistem dalam lingkungan virtual Factory I/O, mencakup pergerakan botol, kerja konveyor, aktivasi pompa, hingga proses pemilahan akhir. Simulasi ini berperan sebagai tahap verifikasi

awal untuk memastikan bahwa logika pengendalian pada PLC berfungsi secara konsisten dan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem otomasi pengisian dan penyegelan botol berbasis Programmable Logic Controller (PLC) berhasil dikembangkan dan mampu menjalankan rangkaian proses mulai dari deteksi botol, pengisian cairan, pemasangan dan penyegelan tutup, hingga pemilahan produk berdasarkan kondisi tutup dan warna secara otomatis sesuai urutan logika yang dirancang.
2. Integrasi sensor fotoelektrik, sensor induktif, sensor visi, serta aktuator seperti pompa, gripper, dan diverter terbukti berfungsi dengan baik dalam lingkungan simulasi. Kombinasi timer dan counter mendukung kestabilan alur proses, pengaturan durasi setiap tahapan, serta pembatasan jumlah botol dalam satu siklus produksi.
3. Diagram ladder yang dirancang mampu mengendalikan keseluruhan proses tanpa intervensi manual. Pemetaan input/output, urutan kerja aktuator, serta logika klasifikasi produk berjalan stabil dan konsisten selama pengujian.
4. Sistem bersifat modular dan dapat dijalankan secara andal pada platform simulasi. Namun, penelitian ini masih terbatas pada lingkungan software, sehingga evaluasi lanjutan pada implementasi fisik diperlukan untuk menilai stabilitas scan time, jitter, serta latensi input-output.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Arif, Junaidi, dan Yulfira, "Perancangan Unit Pengisian Pada Mesin Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC," *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 3, no. 2, pp. 37–44, Des. 2022.
- [2] C. Choudesh Varma and G. Venkateswarlu, "SCADA Based Automated Bottle Quality & Quantity Detection and Filling System by Using PLC," *CVR Journal of Science and Technology*, vol. 6, pp. 93–101, 2019.
- [3] I. Imandir, A. K. Junaidi, D. S. Arief, and M. Dalil, "Automatic Control of Bottle Contest and Separation of Empty Bottles in Packaging Process Using PLC Siemens S7-1200," *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*, vol. 68, no. 2, pp. 88–98, 2024.
- [4] A. D. Purnomo, A. Goeritno, dan D. A. Nugroho, "Simulator Proses Pengisian dan Pemasangan Tutup Botol Terkendali PLC Berbantuan Miniatur Konveyor," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 5, no. 4, hlm. 774–782, Agust. 2021.
- [5] D. Patil, "Automatic Bottle Filling, Capping, and Labelling System Using PLC Based Controller," *Elementary Education Online*, vol. 20, no. 1, pp. 5750–5761, 2021.
- [6] A. Yudamson, A. Trisanto, dan FX. A. Setyawan, "Rancang Bangun Model Lift Cerdas 3 Lantai dengan Menggunakan PLC Omron Zen 20C1AR-A-V2," *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 7, no. 3, hlm. 116–124,

RANCANGAN SISTEM PENGISIAN DAN PENYEGELAN BOTOL OTOMATIS DENGAN FASILITAS KENDALI KUALITAS

Sep. 2013.

- [7] A. K. Nasution, A. Trisanto, dan E. Nasrullah, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan dan Pengatur Suhu Otomatis untuk Ayam Pedaging Berbasis Programmable Logic Controller pada Kandang Tertutup,” *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 2, hlm. 87–96, Mei 2015.
- [8] A. A. Fahim, M. M. Rahman, M. W. Hridoy, and K. R. Uddin, “Development of a PLC Based Automation Cell for Industry,” *Journal of Integrated and Advanced Engineering (JIAE)*, vol. 3, no. 2, pp. 87–100, Sep. 2023.
- [9] Hendra, S. Pebriyanto, Hernadewita, Hermiyetti, and Yoserizal, “Applying Programmable Logic Control (PLC) for Control Motors, Blower and Heater in the Rubber Drying Processing,” *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 7, no. 1, pp. 131–141, Apr. 2021.
- [10] A. F. Luha, E. Sonalitha, and D. C. Permatasari, “Integrasi Sistem Conveyor dan Lengan Robot Berbasis PLC dan Arduino dalam Proses Pemindahan Barang,” *Jurnal Qua Teknika*, vol. 14, no. 2, pp. 1–11, Sep. 2024.
- [11] D. Thakar, P. Prajapati, and K. Patel, “Automatic Bottle Filling System Using PLC / SCADA,” *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 12, no. 2, pp. 707–712, 2025.
- [12] M. R. Firdaus and I. Hudati, “Rancang Bangun Conveyor Trainer Module Berbasis PLC Omron CJ2M CPU-31 dan Human Machine Interface (HMI) Omron NB7W,” *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, vol. 6, no. 1, Apr. 2025.
- [13] M. D. D. Rezaputra and M. R. A. Cahyono, “Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Press Roll Berbasis PLC Mitsubishi Type-Q pada Building Tire Machine,” *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, vol. 3, no. 2, Apr. 2021.
- [14] M. D. Balsaraf, W. A. Uttam, and M. P. Laxman, “PLC Based Automatic Bottle Filling System,” *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, vol. 12, pp. 57–61, 2024.
- [15] S. Rangkuti, E. Firmansyah, and S. Anwar, “Water Bottle Filling Conveyor Design Based on Programmable Logic Controller,” *Fidelity: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 3, pp. 191–200, 2023.