

Perancangan Sistem Pengemasan Barang Otomatis Berbasis PLC Omron

Marsal Nasution¹, Ahmad Dani², Solly Aryza Lubis³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

¹email marsalnasution@gmail.com¹, ahmad.kartasasmita@gmail.com², sollyaryzalubis@pancabudi.ac.id³

*(tanda koresponding author)

Corresponding Author: Marsal Nasution

ABSTRACT

This research aims to design and test Omron's PLC-based automated goods packaging system in the product packaging process. The system combines PLC technology, industrial robots, and sensors to improve efficiency and accuracy in packaging. The test was conducted in two modes, namely manual mode and automatic mode, with a focus on the filling process, bottle cap placement, and bottle cap sealing. The test results showed that in manual mode, the system can pack one bottle in a row, while in automatic mode, the system can pack three bottles efficiently with an efficiency of up to 99.99%. In addition, tests on the actuator and sensor show that all components are in good working order, and the system can detect the position of the bottle as well as control the milk flow with precision. The use of Omron's PLC as a control center provides ease of programming and improves system reliability. Overall, the study shows that Omron's PLC-based automated packaging system is effective in increasing productivity and reducing reliance on manual labor, with the potential to be applied in large-scale packaging industries.

Keywords: Automatic Packaging System, Omron PLC, Industrial Automation, Actuator, System Efficiency

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pengemasan barang otomatis berbasis PLC Omron dalam proses pengemasan produk. Sistem ini menggabungkan teknologi PLC, robot industri, dan sensor untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengemasan. Pengujian dilakukan dalam dua mode, yaitu mode manual dan mode otomatis, dengan fokus pada proses filling, peletakan tutup botol, dan penyegelan tutup botol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada mode manual, sistem dapat mengemas satu botol secara berurutan, sementara pada mode otomatis, sistem dapat mengemas tiga botol secara efisien dengan efisiensi mencapai 99,99%. Selain itu, pengujian pada aktuator dan sensor menunjukkan bahwa seluruh komponen berfungsi dengan baik, dan sistem dapat mendeteksi posisi botol serta mengontrol aliran susu dengan presisi. Penggunaan PLC Omron sebagai pusat kontrol memberikan kemudahan pemrograman dan meningkatkan keandalan sistem. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pengemasan otomatis berbasis PLC Omron efektif dalam meningkatkan produktivitas dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, dengan potensi untuk diterapkan di industri pengemasan skala besar.

Kata Kunci: Sistem Pengemasan Otomatis, PLC Omron, Otomatisasi Industri, Aktuator, Efisiensi Sistem.

1. Pendahuluan

Serat Industri modern saat ini tengah mengalami perkembangan yang sangat pesat, seiring dengan adopsi teknologi canggih dalam berbagai aspek operasional. Salah satu sektor yang mengalami kemajuan signifikan adalah proses pengemasan dan sortir barang, yang kini semakin beralih ke otomatisasi. Penggunaan teknologi dalam pengemasan tidak hanya bertujuan untuk meminimalisasi risiko kontaminasi produk, tetapi juga memberikan perlindungan terhadap produk dari kerusakan fisik, serta mendukung upaya pemasaran dan branding produk secara lebih efektif. Di samping itu, otomatisasi dalam pengemasan



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

memungkinkan peningkatan efisiensi, baik dari segi waktu maupun biaya, serta memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam merespons perubahan-perubahan dalam desain dan karakteristik produk yang terus berkembang [1].

Seiring dengan kemajuan ini, kebutuhan akan sistem pengemasan otomatis yang dapat meningkatkan produktivitas serta mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia semakin mendesak. Salah satu solusi potensial dalam hal ini adalah penerapan robot industri yang dilengkapi dengan teknologi visi terintegrasi. Dengan mengandalkan teknologi tersebut, proses pengemasan dapat dilakukan dengan tingkat ketepatan, efisiensi, dan akurasi yang lebih tinggi. Selain itu, robot industri mampu beradaptasi dengan berbagai jenis produk yang memerlukan penanganan yang berbeda, memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam aplikasi otomatisasi. [2].

Salah satu teknologi yang telah terbukti efektif dalam mengendalikan otomatisasi industri adalah Programmable Logic Controller (PLC). PLC merupakan sistem kendali yang banyak digunakan di dunia industri, menggantikan rangkaian relay pada sistem kontrol konvensional. Sistem ini bekerja dengan menerima sinyal input dari berbagai sensor yang terpasang pada mesin, memproses informasi tersebut, dan menghasilkan sinyal output yang sesuai dengan program yang telah diprogramkan sebelumnya. Keunggulan utama dari PLC, jika dibandingkan dengan sistem kontrol konvensional, terletak pada kemampuannya untuk menangani proses-proses yang kompleks dan berulang dengan tingkat keandalan yang sangat tinggi, serta kemampuan untuk diintegrasikan dengan berbagai perangkat industri lainnya, seperti robot industri. [3].

Penggunaan PLC dalam sistem pengemasan barang otomatis menjadi pilihan yang sangat ideal, terutama untuk proses-proses pengemasan yang menuntut kecepatan, ketepatan, dan efisiensi. PLC dapat mengendalikan mesin-mesin produksi secara lebih efektif, memastikan bahwa seluruh proses pengemasan berjalan dengan lancar, sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan, serta memenuhi tuntutan industri yang semakin ketat terkait dengan kualitas, waktu, dan biaya. [4].

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem pengemasan barang otomatis berbasis PLC Omron. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam proses pengemasan, dengan memanfaatkan keunggulan teknologi PLC untuk mengendalikan mesin-mesin otomatis yang terlibat dalam pengemasan barang. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan sistem pengemasan otomatis yang tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dalam industri, menjadikannya lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan. [5].

2. Tinjauan Pustaka

1). Pengemasan Otomatis dalam Industri

Pengemasan otomatis merupakan salah satu inovasi penting dalam dunia industri modern. Proses ini tidak hanya berfokus pada kecepatan dan efisiensi, tetapi juga pada peningkatan kualitas produk. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa otomatisasi dalam pengemasan dapat mengurangi kemungkinan kesalahan manusia, meningkatkan konsistensi produk, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Salah satu contoh implementasi yang signifikan adalah penggunaan robot industri dalam lini produksi, yang telah terbukti efektif dalam



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

mengatasi berbagai tantangan pengemasan manual, seperti kecepatan dan variasi produk (Tan, 2020).

2). Teknologi PLC dalam Otomatisasi Industri

Programmable Logic Controller (PLC) telah menjadi komponen penting dalam otomatisasi industri, menggantikan kontrol konvensional yang berbasis relay. PLC memungkinkan pengendalian mesin dan proses secara lebih fleksibel dan efisien. PLC bekerja dengan memonitor dan mengatur input-output secara otomatis, serta dapat diprogram untuk mengendalikan berbagai jenis perangkat industri. Menurut beberapa studi, seperti yang dilakukan oleh Kumar & Singh (2021), penggunaan PLC dalam industri manufaktur dapat mengurangi waktu downtime, meningkatkan keandalan sistem, dan meminimalkan kesalahan operasional. Selain itu, PLC dapat terintegrasi dengan berbagai sensor dan perangkat lainnya, memungkinkan proses otomatisasi berjalan secara optimal.

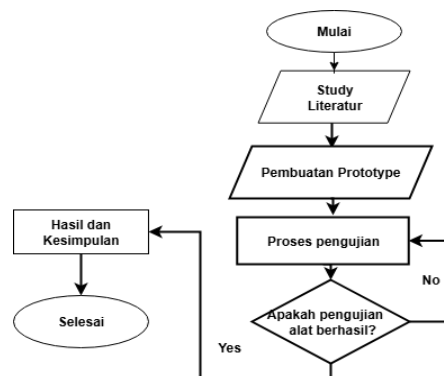
3). Integrasi Robot Industri dengan PLC

Integrasi antara robot industri dan sistem PLC menjadi tren yang semakin berkembang di industri manufaktur. Robot industri dilengkapi dengan sensor canggih dan sistem visi terintegrasi yang memungkinkan mereka untuk mengenali objek dan menyesuaikan proses pengemasan sesuai dengan karakteristik produk. Kombinasi ini memungkinkan fleksibilitas yang lebih tinggi dalam menangani berbagai jenis produk yang memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda. Sebuah penelitian oleh Lee et al. (2022) mengemukakan bahwa integrasi robot industri dengan PLC dalam lini pengemasan dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan, terutama dalam pengemasan produk yang membutuhkan ketepatan tinggi dan pengemasan dalam jumlah besar.

4). Penggunaan PLC Omron dalam Otomatisasi Pengemasan

PLC Omron merupakan salah satu merek PLC yang sering digunakan dalam sistem pengendalian industri. Keunggulan dari PLC Omron terletak pada kemampuannya untuk menawarkan solusi kontrol yang efisien dan fleksibel dalam berbagai aplikasi industri, termasuk sistem pengemasan otomatis. PLC Omron dilengkapi dengan berbagai modul input-output yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem, serta memiliki kemampuan komunikasi yang memungkinkan integrasi dengan perangkat lain, seperti robot dan sensor. Dalam konteks pengemasan otomatis, PLC Omron memungkinkan pengendalian mesin yang sangat efisien, serta memberikan kemudahan dalam pemrograman dan pemeliharaan sistem (Hansen & Liu, 2021).

3. Bahan & Metode



Gambar 1. Alur Penelitian

Alur Penelitian



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- 1) **Studi Literatur**
Penelitian dimulai dengan mengkaji teori mengenai pengemasan otomatis, teknologi PLC, dan penerapan robot industri dalam sistem pengemasan. Literatur yang dikumpulkan mencakup buku, jurnal, artikel ilmiah, dan sumber daring yang relevan untuk memahami dasar-dasar sistem otomatisasi dan komponen-komponennya, khususnya PLC Omron yang digunakan untuk kontrol sistem.
- 2) **Penentuan Parameter dan Asumsi**
Pada tahap ini, penelitian menentukan komponen yang akan digunakan dalam sistem, seperti PLC Omron, sensor, dan robot industri. Selain itu, parameter penting seperti kecepatan pengemasan, jenis produk, dan kemasan juga ditetapkan agar sistem dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan produksi.
- 3) **Desain Sistem Pengemasan Otomatis**
Tahap desain melibatkan pembuatan rancangan sistem pengemasan otomatis berbasis PLC Omron, yang mencakup pembuatan diagram alir dan diagram blok untuk menggambarkan hubungan antara komponen. Selain itu, program PLC akan disusun untuk mengatur semua proses pengemasan, mulai dari kontrol motor, sensor, hingga robot industri yang digunakan untuk menangani produk.
- 4) **Pengembangan dan Implementasi Prototipe**
Setelah desain selesai, langkah selanjutnya adalah merakit sistem fisik dengan menyatukan semua komponen seperti PLC Omron, robot, dan sensor. Program yang telah dibuat akan diimplementasikan ke dalam PLC untuk memastikan bahwa semua komponen dapat bekerja secara otomatis sesuai desain yang telah ditentukan.
- 5) **Pengujian dan Evaluasi Kinerja Sistem**
Sistem yang telah dirakit kemudian diuji dengan berbagai jenis produk untuk memastikan bahwa proses pengemasan berjalan efisien dan akurat. Selama pengujian, kinerja sistem akan dievaluasi, termasuk waktu pengemasan, akurasi produk, dan tingkat ketergantungan terhadap tenaga kerja manusia.
- 6) **Analisis Hasil Pengujian**
Hasil pengemasan otomatis akan dibandingkan dengan sistem pengemasan manual dalam hal waktu, biaya, dan kualitas produk. Selain itu, masalah yang muncul selama pengujian, seperti kesalahan pengemasan atau gangguan dalam sistem, akan dianalisis untuk perbaikan lebih lanjut.
- 7) **Kesimpulan dan Rekomendasi**
Setelah evaluasi, penelitian akan menarik kesimpulan mengenai keefektifan sistem pengemasan otomatis berbasis PLC Omron. Selain itu, rekomendasi akan diberikan untuk pengembangan sistem lebih lanjut, serta aplikasinya di industri yang membutuhkan proses pengemasan otomatis untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual.

4. Hasil

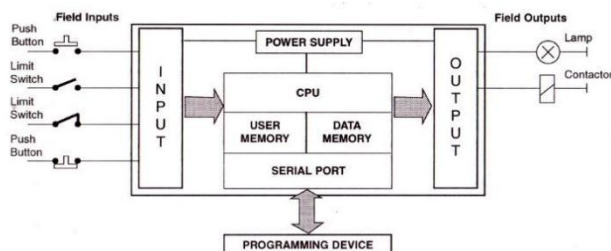
4.1 Perancangan alat

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah sistem kendali yang dirancang khusus untuk aplikasi industri, berkat keandalan dan kemudahan operasionalnya. Keunggulan utama PLC terletak pada kemampuan perangkat keras dan perangkat lunaknya yang telah disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan operasional di lingkungan industri, yang memerlukan standar dan ketepatan tinggi. Secara umum, PLC terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk input, output, dan elemen-elemen lainnya yang saling terhubung dalam suatu diagram blok sistem,



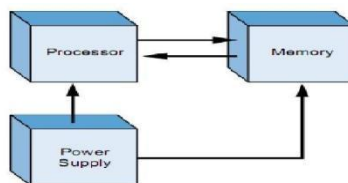
Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.



Gambar 2. Diagram Blok PLC

CPU pada PLC berfungsi sebagai pengatur utama dalam menjalankan semua proses yang terjadi dalam sistem PLC. Tiga komponen utama penyusun CPU PLC adalah prosesor, memori, dan power supply. Prosesor bertugas untuk mengeksekusi instruksi dan memproses data yang diterima dari input, kemudian menghasilkan output sesuai dengan program yang telah diprogramkan. Memori berfungsi untuk menyimpan data sementara, seperti program yang sedang berjalan serta data input-output, yang memungkinkan sistem PLC berjalan dengan lancar tanpa gangguan. Sedangkan power supply menyediakan daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan seluruh sistem PLC, memastikan kelancaran dan kestabilan kinerja. Interaksi yang efektif antar ketiga komponen ini sangat penting untuk menjaga keandalan dan kelancaran operasi sistem PLC. Secara umum, operasi PLC cukup sederhana, di mana peralatan eksternal yang digunakan sebagai input atau output dikoneksikan dengan modul input dan output pada PLC. Peralatan eksternal ini dapat berupa sensor-sensor seperti limit switch, push button, motor solenoid, dan lain-lain.



Gambar 3. Diagram Blok CPU pada PLC

4.2 Pengujian Sensor

Proximity switch pada plant filling and capping bottle berfungsi sebagai sensor posisi untuk mendeteksi lokasi botol. Float sensor digunakan sebagai level sensor untuk mendeteksi volume cairan dalam filling tank, sedangkan limit switch digunakan untuk menghitung jumlah botol dalam mode otomatis. Tabel 1. menunjukkan hasil pengujian sensor-sensor yang digunakan dalam sistem. Proximity switch mendeteksi botol yang memiliki tegangan rata-rata 7,465V, yang menunjukkan bahwa sensor ini beroperasi dengan sifat active low. Float sensor, ketika mendeteksi volume air pada filling tank yang sudah penuh, menghasilkan tegangan 0,01V. Sedangkan limit switch mendeteksi botol dengan nilai tegangan 0,02V.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

| Sensor | Tegangan (V) | Indikator PLC |
|--------------------|--------------|---------------|
| | Aktif | Mati |
| Proximity Sensor 1 | 6,61 | 23,8 |
| Proximity Sensor 2 | 8,32 | 24,1 |
| Limit Switch 1 | 0,02 | 23,6 |
| Float Sensor | 0,01 | 24,0 |

Dari hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa sensor-sensor ini beroperasi dengan sifat active low, yang sesuai dengan desain wiring pada COM PLC, dimana pin COM

dihubungkan ke VCC (+24VDC). Hal ini memastikan sistem input berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan awal.

4.3 Pengujian Aktuator

Pengujian aktuator dilakukan untuk memastikan bahwa aktuator berfungsi dengan baik, menggunakan dua jenis tegangan yang berbeda yaitu 12V dan 24V. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh output PLC CP1E adalah 24VDC. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi apakah aktuator bekerja sesuai dengan yang diinginkan, yang dilakukan dengan memeriksa nilai tegangan yang dialirkan ke aktuator. Selain itu, pengujian juga dilakukan pada koil relay OMRON seri LY2N, yang akan dikendalikan oleh keluaran dari PLC. Hasil pengujian pada koil relay menunjukkan bahwa tegangan rata-rata yang terukur adalah 23,77V.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aktuator

| Aktuator | Tegangan (V) | Kondisi Aktuator |
|----------------------|--------------|------------------|
| | Aktif | Idle |
| Motor Power Window | 23,89 | 11,89 |
| Seloid Valve 2/2 | 23,67 | 11,69 |
| Motor DC | 24,03 | 11,84 |
| Pompa | 23,78 | 11,82 |
| Seloid Valve 5/2 (1) | 23,87 | 11,59 |
| Seloid Valve 5/2 (2) | 23,83 | 11,65 |
| Seloid Valve 5/2 (3) | 23,6 | 23,7 |
| Seloid Valve 5/2 (4) | 23,5 | 23,3 |

4.4 Pengujian Proses Filling dengan Kontrol On/Off dan Tanpa Kontrol On/Off

Proses pengujian dilakukan untuk membandingkan sistem filling dengan dan tanpa kontrol on/off. Pada pengujian tanpa kontrol, susu dalam filling tank akan terus mengalir sampai tidak ada lagi susu yang tersisa. Tujuh data diambil selama pengujian, yang menunjukkan variasi dalam volume botol yang terisi sesuai dengan tinggi permukaan susu.

Tabel 3. Hasil Pengujian Filling Tanpa Kontrol

| Tinggi Permukaan Susu (cm) | Volume Botol Terisi (ml) | Set Point Volume Botol (ml) |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 6 | 100 | 100 |
| 7 | 95 | 100 |
| 9,5 | 88 | 100 |
| 11 | 85 | 100 |
| 13 | 80 | 100 |
| 19 | 75 | 100 |
| 24 | 50 | 100 |

Dari hasil pengujian di atas, terlihat bahwa pada data pertama, volume susu pada botol sudah sesuai dengan set point, yaitu 100 ml. Namun, setelah dilakukan pengujian berulang, volume susu yang terisi pada botol semakin berkurang. Penurunan volume susu paling signifikan terjadi saat tinggi permukaan susu mencapai 24 cm dari ketinggian tangki.

Tabel 4. Hasil Pengujian Filling dengan Kontrol

| Tinggi Permukaan Susu (cm) | Volume Botol Terisi (ml) | Set Point Volume Botol (ml) |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 6 | 100 | 100 |
| 6 | 100 | 100 |



| | | |
|---|-----|-----|
| 6 | 100 | 100 |
| 6 | 100 | 100 |
| 6 | 100 | 100 |
| 6 | 100 | 100 |
| 6 | 100 | 100 |

Pada sistem filling dengan kontrol, hasil pengisian menunjukkan kestabilan yang baik. Setiap kali percobaan dilakukan, volume susu yang terisi pada botol tetap stabil di angka 100 ml. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kontrol, tinggi permukaan susu dijaga tetap stabil di angka 6 cm dari ketinggian maksimal filling tank, sehingga tidak terjadi error dalam pengisian volume susu.

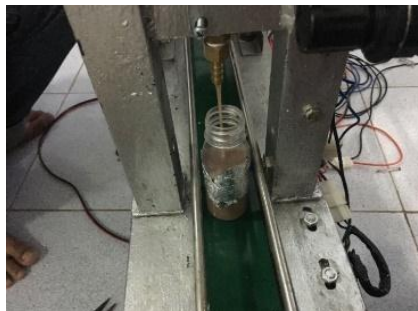
4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan Mode Manual

Sistem akan beroperasi dalam mode manual apabila operator tidak memilih mode otomatis. Pada mode manual, sistem hanya memproses satu botol pada satu waktu. Proses dimulai dari filling, diikuti dengan penutupan botol dan penyegelan tutup botol. Setiap langkah tersebut dilakukan secara manual, sehingga operator mengontrol setiap proses untuk setiap botol yang diproses.



Gambar 4. Botol Dideteksi pada Filling stations.

Pada Gambar 5, botol yang berada di filling station terdeteksi oleh proximity switch yang ditandai dengan warna merah. Begitu botol terdeteksi, conveyor akan berhenti secara otomatis di posisi filling station. Setelah botol berhenti tepat di tempatnya, solenoid valve akan aktif dan mengalirkan susu ke dalam botol.



Gambar 5. Botol Sedang Diisi.

Setelah proses pengisian susu selesai, botol akan diangkat oleh conveyor menuju bagian peletakan tutup botol. Pada akhirnya, botol akan melalui proses penyegelan tutup botol, seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Botol Dideteksi pada Capping Stations.

Selama 5 kali percobaan yang dilakukan menggunakan mode manual, proses dimulai dari pengisian (filling) hingga tahap akhir capping dilakukan secara berurutan. Berdasarkan percobaan ini, dapat dihitung presentase kinerja sistem keseluruhan dalam mode manual.

6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan pada Mode Otomatis

Pengujian pada **mode otomatis** dilakukan dengan menggunakan **3 buah botol** yang diuji secara bergiliran, dan tidak dapat dilakukan secara serempak. Pengujian mencakup seluruh proses, mulai dari **filling process**, **peletakan tutup botol**, hingga **penyegelan tutup botol**, seperti yang terlihat pada **Tabel 9**.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem pada Mode Otomatis

| Filling Process (300 ml) | Peletakan Tutup Botol (3 kali uji) | Penyegelan Tutup Botol (3 kali uji) |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 300 ml | 3 | 3 |
| 300 ml | 3 | 3 |
| 300 ml | 3 | 3 |
| 300 ml | 3 | 3 |
| 300 ml | 3 | 3 |

Untuk mengetahui **efisiensi plant** pada **mode otomatis**, kita dapat menghitungnya menggunakan persamaan berikut:

$$Ef = \left(\frac{V \times (B1 + B2)}{3} \right) \times 100$$

Dimana:

- Eff = Efisiensi plant pada 1 kali iterasi (%)
- V = Volume susu yang diisi oleh 3 botol (ml)
- B1 = Nilai variabel kesuksesan plant dalam peletakan tutup botol (0-3)
- B2 = Nilai variabel kesuksesan plant dalam menyegel tutup botol (0-3)

Dari perhitungan tersebut, diperoleh **Eff** (Efisiensi plant) seperti yang tertera pada **Tabel 10**.

Tabel 6. Hasil Efisiensi (Eff) Plant pada Mode Otomatis

| Iterasi | Eff (Efisiensi Plant) (%) |
|-----------|---------------------------|
| 1 | 99,99 % |
| 2 | 99,99 % |
| 3 | 99,99 % |
| 4 | 99,99 % |
| 5 | 99,99 % |
| Rata-rata | 99,99 % |

Dari hasil perhitungan, efisiensi plant pada mode otomatis menunjukkan nilai 99,99% pada setiap iterasi, yang menunjukkan bahwa sistem beroperasi dengan sangat efisien dalam melaksanakan seluruh proses.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem pengemasan otomatis berbasis PLC Omron, dapat disimpulkan bahwa sistem ini bekerja dengan sangat efisien dan handal, baik dalam mode manual maupun otomatis. Pada mode manual, sistem mampu menjalankan proses pengemasan satu botol pada satu waktu secara berurutan, mulai dari proses filling, peletakan tutup botol, hingga penyegelan tutup botol dengan baik. Sementara itu, dalam mode otomatis, sistem mampu mengemas tiga botol secara bergiliran dengan efisiensi yang sangat tinggi, mencapai 99,99% pada setiap iterasi, menunjukkan bahwa sistem ini dapat beroperasi secara otomatis dengan sangat baik tanpa adanya kesalahan signifikan. Proses pengisian susu pada botol juga terbukti stabil, baik dengan kontrol on/off maupun tanpa kontrol, dengan volume susu yang tetap sesuai dengan set point yang ditargetkan. Selain itu, pengujian pada aktuator dan sensor menunjukkan bahwa semua perangkat berfungsi dengan baik, memastikan keandalan sistem secara keseluruhan. Penggunaan PLC Omron sebagai pusat pengendalian memberikan kemudahan dalam pemrograman dan memastikan keandalan dalam mengatur proses otomatis. Secara keseluruhan, sistem pengemasan otomatis ini dapat diandalkan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi, dan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut adalah untuk menguji sistem ini di lingkungan industri yang lebih kompleks, serta mempertimbangkan peningkatan fitur pemantauan dan integrasi sistem untuk hasil yang lebih optimal.

REFERENSI

- [1] Anisah, S., Tharo, Z., Hamdani, H., & Butar, A. K. B. (2023). Optimization Analysis Of Solar And Wind Power Hybrid Power Plant Systems. *Prosiding Universitas Dharmawangsa*, 3(1), 614-624.
- [2] Hamdani, H., Sastra, A., & Firmansyah, D. (2023). Kajian Pembangunan Lift Barang Pintar Kapasitas 50 Kg Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 6(1), 429-433.
- [3] Hamdani, H., Tharo, Z., Anisah, S., & Lubis, S. A. (2020, September). Rancang Bangun Inverter Gelombang Sinus Termodifikasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Rumah Tinggal. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)* (Vol. 3, No. 1, pp. 156-162).
- [4] Tharo, Z., Hamdani, H., & Andriana, M. (2019, May). Pembangkit listrik hybrid tenaga surya dan angin sebagai sumber alternatif menghadapi krisis energi fosil di sumatera. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)* (Vol. 2, No. 1, pp. 141-144).
- [5] Tharo, Z., Hamdani, H., Andriana, M., & Yusar, J. H. (2022). Implementasi genset ramah lingkungan berbasis panel surya di Desa Tomuan Holbung. *Jurnal Derma Pengabdian Dosen Perguruan Tinggi (Jurnal Deputi)*, 2(2), 98-101.
- [6] Tharo, Z., Syahputra, M. R., Hamdani, H., & Sugino, B. (2020). Analisis Sistem Proteksi Jaringan Tegangan Menengah Menggunakan Aplikasi Etap Di Bandar Udara Internasional Kualanamu. *Journal Of Electrical And System Control Engineering*, 4(1), 33-42.



- [7] Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart home security system design sensor based on pir and microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.
- [8] Yusup, M. (2022). Teknologi Radio Frequency Identification (RFID) sebagai tools system pembuka pintu otomatis pada smart house. *Jurnal Media Infotama*, 18(2), 367-373.
- [9] Aryza, S., Efendi, S., & Sihombing, P. (2024). A Robust Optimization To Dynamic Supplier Decisions And Supply Allocation Problems In The Multi-Retail Industry. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, (3).
- [10] Tan, H. (2020). Automation in Packaging: Future Trends and Challenges. *International Journal of Industrial Engineering*.
- [11] Kumar, P., & Singh, R. (2021). PLC Control Systems: Enhancements and Applications. *Journal of Industrial Automation and Control*.
- [12] Lee, J., Cho, D., & Park, Y. (2022). Integration of Robotics and PLC for Industrial Packaging Systems. *Journal of Robotics and Manufacturing*.
- [13] Hansen, M., & Liu, Y. (2021). Omron PLC Systems: A Review on Features and Applications. *Journal of Automation Technology*

