

RANCANG BANGUN ALAT FILLING CAPPING BERBASIS OUTSEAL PLC SUPPORT HMI

DESIGN AND CONSTRUCTION OF FILLING CAPPING TOOLS BASED ON OUTSEAL PLC SUPPORT HMI

Bagus Islahul Fatah¹, Qirom², Muhammad Khairul Rizal³, Rizki Abdul Hanif⁴

^{1,2,3,4} Politeknik Harapan Bersama
Email : ^{2*}qirom.bahagia2@gmail.com
*Penulis Korespondensi

Abstrak - Penggunaan *Filling Capping* otomatis menjadi suatu kebutuhan esensial dalam meningkatkan efisiensi produksi cairan dalam botol, yang pada gilirannya mempercepat proses produksi dan mengurangi biaya produksi. Meskipun perusahaan besar telah mengadopsi mesin industri canggih untuk proses ini, industri kecil atau Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) masih banyak yang mengandalkan tenaga manusia langsung dalam produksi, terbatas oleh keterbatasan mesin atau otomatisasi yang minim. Dengan perkembangan teknologi yang pesat dan biaya yang lebih terjangkau, memungkinkan pembuatan alat pengisian botol otomatis yang dapat mendukung proses produksi UMKM. Sistem ini dirancang dengan menggunakan Outseal PLC, di mana sensor sebagai input akan diolah melalui program ladder diagram, menghasilkan output pada relay yang kemudian dikonfigurasi dengan aktuator pada alat yang dibuat. Sistem mekanik alat sesuai dengan desain gambar mekanik yang telah disusun, terdiri dari sistem konveyor, sistem filling, sleeding cup, dan sistem capping. Proses kerja alat filling capping dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 14 detik per botol berukuran 250 ml. Hasil pengujian komunikasi lancar antara HMI Modbus dengan PLC Outseal adalah 9 meter.

Kata kunci: Rancang Bangun; Filling Capping; Outseal PLC;

Abstract - The use of automatic filling capping becomes an essential necessity in increasing the efficiency of production of liquid in bottles, which in turn accelerates production processes and reduces production costs. Although large companies have adopted advanced industrial machines for this process, small industries or micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs) still rely on direct human resources in production, limited by the limitations of machines or automation. With rapid technological development and more affordable costs, it is possible to manufacture automatic bottle filling tools that can support the UMKM production process. The system is designed using the Outseal PLC, where the sensor as input is processed through a diagram ladder program, generating the output on the relay which is then configured with the actuator on the device created. The mechanical system of the tool is in accordance with the mechanical image design that has been assembled, consisting of a conveyor system, a filling system, sleeding cup, and a capping system. The capping filling process can be completed in about 14 seconds per 250 ml bottle. The smooth communication test result between HMI Modbus and PLC Outseal is 9 meters.

Keywords: Design; Filling Capping; Controller; Outseal PLC;

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. PENDAHULUAN

Dalam era industri modern yang penuh dengan tantangan, inovasi teknologi menjadi kunci utama dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas[1]. Pemanfaatan teknologi sebagai alat bantu dalam aktivitas sehari-hari menjadi suatu keharusan untuk mempercepat penyelesaian berbagai tugas, yang pada akhirnya juga berkontribusi pada kemajuan Sumber Daya Manusia (SDM). Industri otomasi merupakan bentuk kemajuan teknologi yang berkembang pesat. Implementasi inovasi teknologi di industri dapat memberikan manfaat dalam memperlancar produksi dan meningkatkan pendapatan industri. Selain itu, pemanfaatan teknologi dapat menghemat waktu pekerjaan dengan produktivitas yang tinggi, yang dikenal dalam dunia industri sebagai kontrol. Pada masa kini,

peralatan kontrol dengan kemampuan pemrograman yang dapat diperbarui banyak digunakan dalam industri. Salah satu bentuk otomasi dalam industri proses adalah pengisian (*filling*) dan penutupan (*capping*) deterjen cair dalam botol.

Deterjen cair mulai banyak dicari masyarakat karena tidak menimbulkan endapan dan dapat diproduksi menggunakan bahan alami[2][3]. Proses pengisian dan penutupan pada botol deterjen cair banyak yang masih dikerjakan secara manual, hal itu mengakibatkan proses produksi yang lebih lama[4], tidak menghasilkan netto yang sama dan adanya yang tumpah[5]. Proses *filling capping* secara otomatis dibutuhkan untuk membantu proses produksi UMKM pengisian deterjen cair dalam botol lebih efisien dengan harga yang ekonomis[6]. Adapun peralatan *filling capping* yang dijual untuk industri harganya mahal dan tidak terjangkau oleh pelaku UMKM. Untuk itu diperlukan peralatan *filling capping* yang dapat mengefisienkan waktu dan terjangkau secara biaya.

Telah dilakukan penelitian proses *filling capping* otomatis menggunakan PLC[7][8] berdasarkan warna dan pendeteksi benda dengan sensor photoelectric serta menggunakan Arduino berdasarkan tinggi botol[9] dan timer[10]. Digunakan sensor infrared dan keypad sebagai penyetingan volume cairan berbasis arduino diperoleh eror 2,8%-6% dari pengujian[11]. Dibuat konveyor pengisian botol dengan menggunakan motor DC *power window* 12 V dengan kecepatan botol 0,146 m/s [12]. Penggunaan sensor fotodiode sebagai pendeteksi adanya botol dan mengaktifkan relay untuk mengatur pengisian botol dan *motor down* untuk menutup botol dibutuhkan waktu 17 detik[13]. Penggunaan aplikasi MQTT panel sebagai monitoring system dapat diperoleh pengiriman data, namun belum ada pengujian jarak komunikasi [14].

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sebuah sistem pengisian dan penutupan botol otomatis pada konveyor berjalan berbasis Outseal PLC yang dapat dikendalikan dengan *smartphone*. *Smartphone* digunakan sebagai HMI untuk mengaktifkan sistem awal sehingga motor menggerakkan konveyor. Sensor *proximity* mendeteksi adanya botol dan mengaktifkan pompa pengisi botol dengan *timer on delay* tertentu dan dilanjutkan dengan proses penutupan botol.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan adalah untuk menghasilkan sistem *filling capping* otomatis berbasis Outseal PLC adalah dengan melakukan studi literatur, perancangan *hardware*, perancangan mekanik, perancangan *software* dan diakhiri pengujian. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

2.1. Studi Literatur

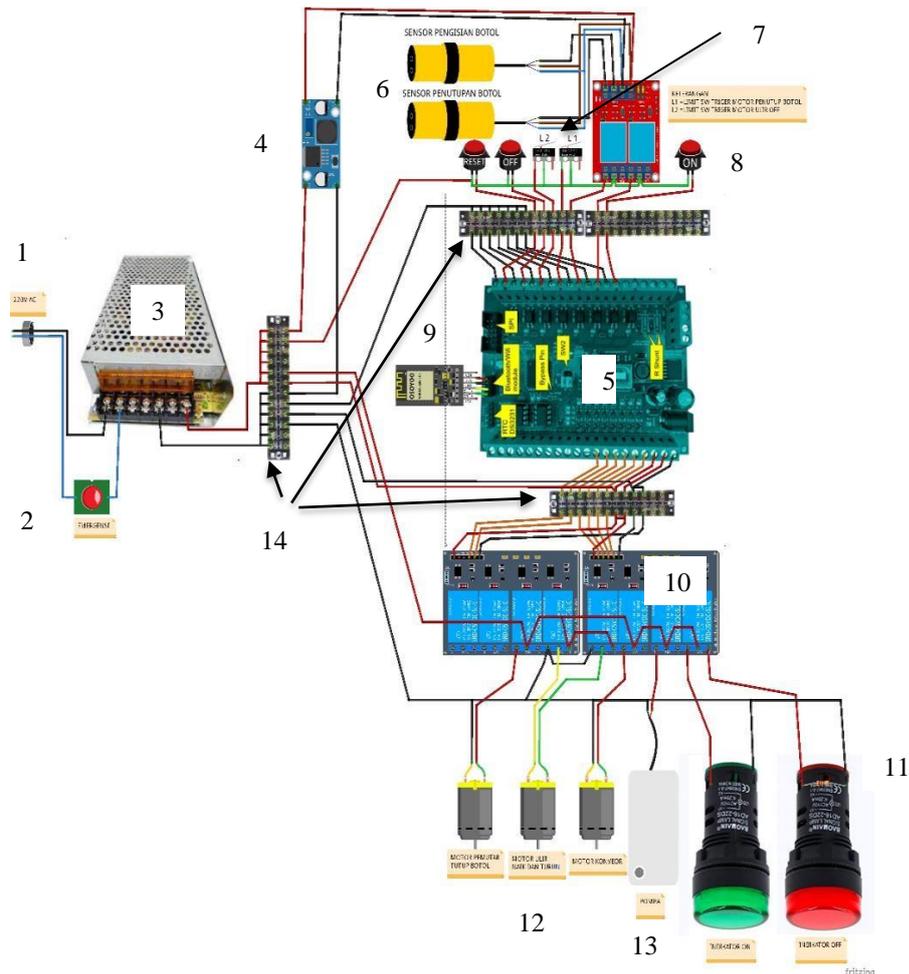
Metodenya melibatkan perolehan data atau informasi yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diinvestigasi dalam penelitian sistem *filling capping* otomatis berbasis Outseal PLC dari berbagai referensi seperti buku dan jurnal.

2.2. Perancangan Hardware

Pada tahap ini dimulai dari menentukan komponen yang diperlukan, diantaranya : Outseal PLC mega v3 slim yang berfungsi sebagai control utama pada sistem *filling capping* otomatis dengan supply tegangan 12V DC. Tiga push button digunakan untuk ON, OFF dan reset system *filling capping*. Sensor yang digunakan adalah dua *limit switch* pada proses naik turun motor penutup botol dan dua *proximity* untuk menghetikan motor konveyor saat botol terdeteksi pada area *filling* dan *capping*. Pada output terdapat enam relay yang terhubung dengan lampu indikator on/off, pompa 12V, motor DC konveyor, motor DC naik, motor DC turun dan motor DC pengencang.

Outseal PLC sebagai kontroler mampu berkomunikasi dengan perangkat Android melalui HMI Modbus. Selain memiliki kemampuan pemrograman yang mudah dengan basis diagram ladder, Outseal PLC juga dapat mengontrol ON OFF mesin, yang pada umumnya masih dilakukan secara manual. Oleh karena itu, penggunaan fasilitas *interface* dari Android melalui HMI Modbus untuk mengendalikan penghidupan dan pematian mesin di tingkat home industri belum sepenuhnya dimanfaatkan.[15].

Selanjutnya dibuat *wiring diagram system* seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Wiring Diagram Filling Capping berbasis Outseal PLC

Keterangan:

1. Listrik AC 220V
2. Fuse
3. Power supply 12V DC 10 A
4. Voltage Regulator
5. Outseal PLC Mega V3 Slim
6. Sensor Proximity pada posisi pengisian dan penutupan botol
7. Limit switch
8. Push button ON, OF dan Reset
9. ESP 8266
10. Relay
11. Lampu indikator ON dan OFF
12. Motor Konveyor, motor naik turun dan motor penutup botol.
13. Pompa ais DC
14. Busbar

Dari gambar 1 di atas dijelaskan bahwa Power supply yang digunakan memiliki tegangan output 12V dan arus 10A dengan pelindung fuse sebelum dihubungkan ke sumber listrik AC. Outseal Mega V3 Slim berfungsi sebagai kontroler utama dalam sistem ini, dilengkapi dengan 8 digital input dan 8 digital output. Digital input tersebut akan terkoneksi dengan berbagai komponen, seperti tombol ON pada pin 2, sensor proximity filling pada pin 3, sensor proximity capping pada pin 4, limit switch up pada pin 5, limit switch down pada pin 6, tombol OFF pada pin 7, dan tombol reset pada pin 8. Sementara itu, pada digital output akan dihubungkan relay 1 pada pin 1 sebagai lampu indikator on/off, relay 2 pada pin 2 untuk pompa 12 volt, relay 3 pada pin 3 untuk motor DC konveyor, relay 4 pada pin 4 untuk motor DC naik, relay 5 pada pin 5 untuk motor DC turun, dan relay 6 pada pin 6 untuk motor DC pengencang. *Voltage regulator* berfungsi sebagai penurunan tegangan dari 12 volt menjadi 5 volt, yang

digunakan untuk mengurangi tegangan sebelum dihubungkan pada sensor proximity. Proses ini terhubung dengan power supply melalui relay 5 volt dan kemudian diarahkan ke dalam Outseal PLC.

2.3. Perancangan mekanik

Dalam studi ini, dilakukan pengembangan desain mekanik menggunakan perangkat lunak desain 3D. Ilustrasi di bawah ini memperlihatkan desain yang dijadikan sebagai representasi penataan komponen-komponen yang digunakan.

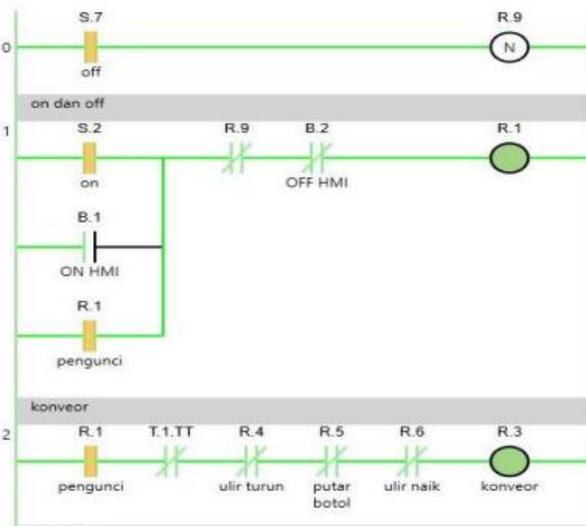


Gambar 2. Desain mekanik Filling Capping berbasis Outseal PLC

Dari gambar 2 terdapat 3 bagian utama mekanik, yaitu motor untuk menggerakkan konveyyor, motor untuk melakukan proses pengisian (*filling*) dan motor untuk proses penutupan (*capping*) botol setelah terisi deterjen cair. Proses *filling capping* berjalan setelah menyentuh sensor *proximity*.

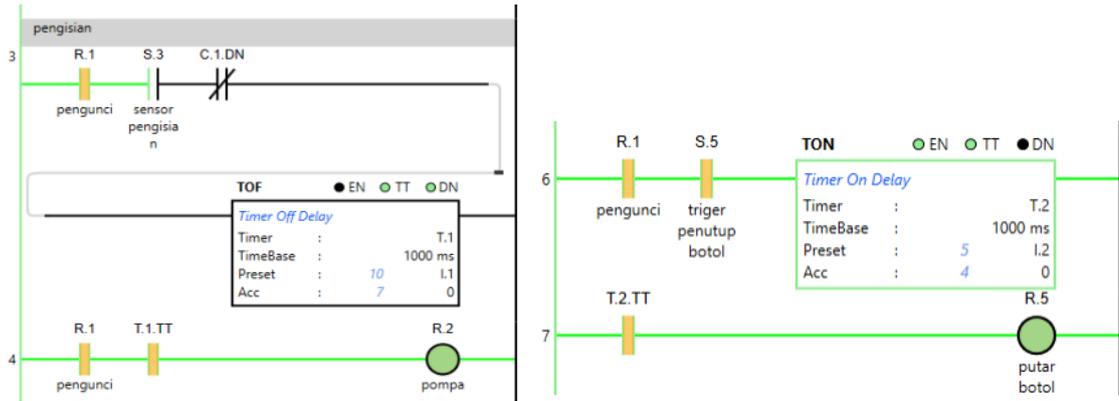
2.4. Perancangan Software

Selanjutnya ke tahap perancangan *software* dari *filling capping* berbasis outseal PLC dengan menggunakan *software* Outseal Studio untuk menjalankan sebuah program yang dimasukkan kedalam Outseal PLC, kemudian terdapat juga aplikasi untuk menjalankan lewat *Smartphone* yang terkoneksi dengan *wifi*. *Ladder diagram* dalam *software* Outseal Studio terdiri dari beberapa program inti, yaitu: on, of, menjalankan konveyyor, *filling* dan *capping*.



Gambar 3. Ladder diagram on, of dan menjalankan konveyyor

Dari gambar 3 untuk mengaktifkan sistem dapat dilakukan dengan menggunakan HMI, yaitu menggunakan android. Setelah aktif, konveyyor akan jalan dan siap menunggu botol bejalan. Selanjutnya adalah system pengisian dan penutupan botol menggunakan program *Timer On Delay* seperti ditunjukkan pada gambar 4.a. dan 4.b.



a. Pengisian Botol
 b. Penutupan botol
 Gambar 4 . Ladder diagram (a) pengisian, (b) penutupan botol

Adapun HMI dibuat menggunakan aplikasi android HMI Modbus seperti ditunjukkan pada gambar 5. dengan menambahkan *widget* yang dibutuhkan seperti tombol on off, set timer dan aktifkan pompa. Proses koneksi Outseal PLC dan HMI Modbus dilakukan dengan mensetting IP yang digunakan.



Gambar 5. Tampilan HMI Modbus system filling capping berbasis Outseal PLC

2.5. Flowchart system filling capping berbasis outseal PLC

Flowchart system filling capping berbasis Outseal PLC ditunjukkan pada gambar 6. Menurut gambar 6, apabila tombol on pada HMI atau panel ditekan, conveyor akan mulai beroperasi. Sensor proximity pada tahap filling akan mendeteksi keberadaan botol kosong. Jika ada botol yang melintas, conveyor akan berhenti dan pompa akan diaktifkan sesuai dengan pengaturan timer yang telah ditetapkan. Setelah botol terisi, conveyor akan bergerak menuju sensor proximity pada tahap capping. Botol yang telah diisi akan terhubung dengan motor ulir yang akan berputar sesuai dengan timer yang telah diatur. Ulir akan bersentuhan dengan limit switch, dan motor untuk mengencangkan penutup botol akan berputar sesuai dengan pengaturan timer. Setelah itu, motor ulir akan bergerak ke atas hingga bertemu dengan limit switch. Setelah limit switch terkena, conveyor akan bergerak lagi dan memasuki tahap *counter*.



Gambar 6. Flowchart system filling capping berbasis Outseal PLC

2.6. Hasil pengujian

Pada fase ini, dilakukan pengujian sistem filling capping berbasis Outseal PLC yang telah dirancang. Langkah ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian sistem dengan kebutuhan serta mendeteksi kemungkinan kesalahan atau kekurangan yang mungkin terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian sistem *filling capping* berbasis Outseal PLC support HMI ,disajikan hasil penelitian dan pembahasannya. Secara urut diantaranya hasil perakitan *hardware* dan dilanjutkan pengujian, diantaranya adalah: pengujian panel control, pengujian tegangan Outseal PLC, pengujian motor konveyor, pengujian sensor, pengujian proses pengisian, pengujian proses penutupan dan pengujian HMI.



Gambar 7. Hasil Perakitan sistem filling capping berbasis Outseal PLC

Pengujian pertama adalah panel kontrol sistem *filling capping* berbasis Outseal PLC support HMI. Pada pengujian ini untuk mengetahui apakah sistem dalam kondisi on/off/reset setelah diaktifkan dengan HMI Modbus dengan melihat lampu indikatornya. Pada Gambar 8 diperoleh hasil bahwa control panel Outsel PLC dalam kondisi normal dan bekerja dengan ditunjukkan pada lampu indicator telah berhasil menyala hijau saat ON dan menyala merah saat OFF.



Gambar 8. Lampu indicator ON dan OFF

Pengujian tegangan Outseal PLC untuk mengetahui kinerja apakah Outsel PLC masih dalam area kinerja, yaitu 10-24V[16]. Dari pengujian tegangan Outseal PLC ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 pengujian data tegangan outseal PLC

No	Tegangan supply	Tegangan kerja	Kondisi
1	12.59 V	10-24V	Baik
2	12.23 V	10-24V	Baik
3	11.75 V	10-24V	Baik
4	9.56 V	10-24V	Tidak Baik

Data uji tegangan Outseal PLC pada Tabel 1 menunjukkan rentang tegangan supply yang masuk ke Outseal PLC antara 11.75 VDC hingga 12.59 VDC. Meskipun terdapat fluktuasi dalam rentang ini, tegangan output Outseal PLC tetap stabil, tidak terpengaruh oleh variasi tersebut. Terutama pada kondisi tegangan 9.56 V, hasil pengukuran dianggap tidak memadai karena kinerja Outseal PLC dapat terganggu ketika tegangan jauh di bawah 12V.

Eksperimen untuk motor konveyor melibatkan pengukuran tegangan, arus, dan RPM motor dengan variasi beban pada konveyor. Pada Gambar 9, terlihat pengukuran RPM menggunakan tachometer, dan hasilnya direpresentasikan dalam Tabel 2 sebagai data uji konveyor.



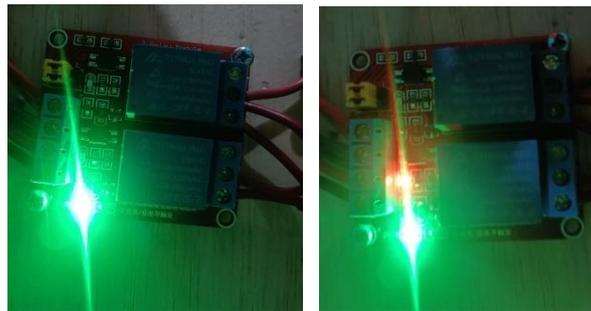
Gambar 9 pengukuran RPM

Tabel 2. pengujian motor konveyor

No	Beban konveyor	Tegangan	RPM	Keterangan
1	0	9,92 V	53,0	Kecepatan konstan
2	0,25 kg	9,90 V	49,0	Kecepatan menurun
3	0,5 kg	9,86 V	47,0	Kecepatan menurun
4	0,75 kg	9,82 V	44,5	Kecepatan menurun

Dari Tabel 2, diperoleh bahwa semakin besar beban yang diangkut oleh konveyor, kecepatan putaran konveyor akan mengalami penurunan. Hal ini terlihat pada pengujian ke-2 dan ke-4, di mana beban konveyor seberat 0.25 kg memiliki kecepatan konveyor sebesar 49,0 RPM, sedangkan saat beban ditingkatkan menjadi 0.75 kg, kecepatan konveyor menurun menjadi 44,5 RPM.

Uji sensor dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor yang digunakan dalam penelitian ini, terfokus pada sensor proximity 1 dan 2. Pengukuran tegangan input sensor saat terdeteksi dan tidak terdeteksi dilakukan, dan Gambar 10 menunjukkan hasil pengukuran tegangan pada sensor. Sementara itu, Tabel 3 berisi data hasil uji sensor proximity.



(a) Tidak terdeteksi

(b) terdeteksi

Gambar 10. Kondisi relay saat sensor terdeteksi/ tidak terdeteksi (Sumber : Dokumen Pribadi)

Tabel 3. tegangan sensor pada saat terdeteksi/ tidak terdeteksi

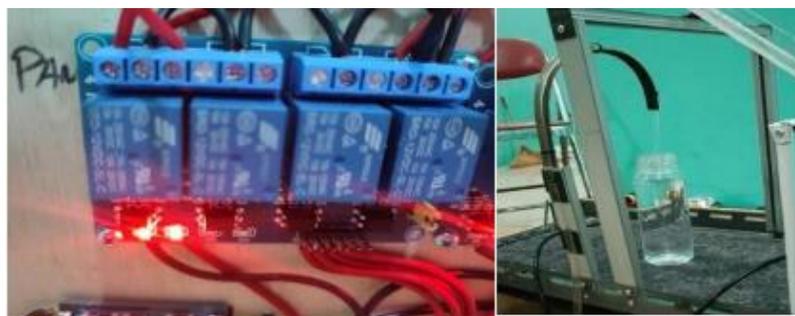
Kondisi sensor	S 1	S 2	Keterangan
Tidak terdeteksi	5 V	5 V	Baik
Tidak terdeteksi	5 V	5 V	Baik
terdeteksi	4.8 V	4.2 V	Baik
terdeteksi	4,6 V	4,0 V	Baik

Keterangan :

1. S1 : proximity 1
2. S2 : proximity 2

Tabel 3 memuat data uji tegangan input dan output sensor yang diterapkan dalam penelitian ini. Data tersebut mengindikasikan bahwa tegangan input dan output sensor memiliki nilai yang sama, menunjukkan bahwa sensor beroperasi dengan baik.

Uji sistem pengisian botol dilakukan dengan menggunakan botol berisi 250 ml sebagai volume uji. Gambar 11 menggambarkan visualisasi dari proses uji sistem pengisian botol. Dari tabel diperoleh data bahwa botol berukuran 250 ml terisi penuh dalam waktu 10 detik.



Gambar 11 pengujian *filling*

Tabel 4. Pengujian pengisian dengan volume 250 ml

No	Set timer PLC	Hasil pengisian	Keterangan
1	2 detik	50 ml	Botol tidak terisi penuh
2	4 detik	100 ml	Botol tidak terisi penuh
3	5 detik	125 ml	Botol terisi setengah
5	10 detik	250 ml	Botol terisi penuh

Eksperimen sistem penutup botol menggunakan botol berisi 250 ml dilakukan dengan mengatur waktu pengencang tutup sebanyak 1 detik, 2 detik, dan 4 detik. Tabel 5 berisi data hasil uji untuk sistem penutup botol ini.

Tabel 5. pengujian pengencang tutup botol

No	Set timer PLC	Waktu real	Keterangan
1	1 detik	1.15 detik	Tutup tidak terkunci
2	2 detik	2.4 detik	Tutup tidak kencang
3	4 detik	4.3 detik	Tutup terkunci dengan baik

Pada tahap produksi, botol diuji dengan variasi pengaturan waktu pengencangan. Dari data Tabel 5, diketahui bahwa tutup botol dapat terkunci secara efektif ketika motor pengencang diatur pada PLC selama 4 detik, meskipun ada perbedaan waktu sebesar 0,3 detik dengan waktu yang sebenarnya.

Evaluasi HMI dilakukan untuk mengukur jarak maksimal komunikasi antara aplikasi HMI Modbus pada smartphone dengan modul DT-06 yang terhubung ke Outseal PLC. Komunikasi ini dilakukan melalui sinyal WIFI, dan Tabel 6 berisi data hasil uji untuk sistem HMI.

Tabel 6 Pengujian HMI

No	Jarak	Delay waktu	Keterangan komunikasi
1	1 meter	-	lancar
2	5 meter	-	lancar
3	9 meter	-	lancar
4	9,5	3 detik	delay waktu
5	10 meter	3 detik	delay waktu
6	15 meter	5 detik	delay waktu
7	18 meter	Smartphone tidak terkoneksi	terputus

Tabel 6 mencerminkan hasil uji dari HMI yang telah direncanakan, di mana evaluasi ini melibatkan pengoperasian perangkat melalui HMI pada smartphone dengan variasi jarak operasional. Komunikasi antara smartphone dan Outseal PLC berjalan lancar tanpa adanya keterlambatan pada rentang jarak 1 hingga 9 meter. Namun, terdapat keterlambatan saat jarak operasional melebihi 9 meter, dan komunikasi antara smartphone dan alat pengisian botol otomatis terputus pada jarak 18 meter.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap “Rancang Bangun *Filling Capping* berbasis Outseal PLC” dapat disimpulkan bahwa alat ini telah berhasil dirancang dan berkomunikasi dengan HMI yang dibuat dengan HMI Modbus dengan jarak maksimal 9 meter. Untuk proses *filling capping* satu botol 250 ml dilakukan dengan 14 detik dengan kecepatan motor konveyor 49 RPM. Pada penelitian berikutnya dapat dibuat dengan menguji waktu dalam jam menghasilkan banyaknya botol terisi dan tertutup untuk mengetahui efisiensi alat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh akademik Politeknik Harapan Bersama Tegal, khususnya Prodi D3 Teknik Elektronika atas segala supportnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Simarmata, "Percepatan transformasi teknologi dan inovasi dalam era smart farming dan petani milenial untuk meningkatkan produktivitas, nilai tambah dan daya saing pertanian Indonesia," in *Makalah pada rangkaian Seminar/Kuliah Umum tanggal*, 2019, vol. 19.
- [2] S. Suryati, A. Azhari, M. Meriatna, N. ZA, dan M. Masrullita, "Pelatihan Pembuatan Detergen Cair Curah Ramah Lingkungan Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Desa Blang Pulo Kecamatan Muara Satu Kota Lhokseumawe," *J. Malikussaleh Mengabdikan*, vol. 2, no. 1, hal. 214, 2023, doi: 10.29103/jmm.v2i1.9298.
- [3] I. H. Nurrosyidah, E. N. Putri, dan B. A. Satria, "Formulasi Deterjen Ramah Lingkungan dengan Serbuk Simplisia Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) dan Buah Lerak (*Sapindus rarak* DC.) Sebagai Surfaktan," *J. Ris. Kefarmasian Indones.*, vol. 5, no. 1, hal. 146–155, 2023.
- [4] J. J. Numberi, Joni, dan A. Ekayuliana, "Rancang bangun alat otomatis Pengisian Fluida Cair pada Botol Berbasis Arduino," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 7, no. 3, hal. 1169–1179, 2023.
- [5] B. Tomar dan N. Kumar, "PLC and SCADA based Industrial Automated System," in *2020 IEEE International Conference for Innovation in Technology (INOCON)*, 2020, hal. 1–5. doi: 10.1109/INOCON50539.2020.9298190.
- [6] R. Risfendra, S. Sukardi, dan H. Setyawan, "Uji Kelayakan Penerapan Trainer Programmable Logic Controller Berbasis Outseal PLC Shield Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, hal. 48, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108508.
- [7] R. Ardianto, B. Arifin, dan E. N. Budisusila, "Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Penutup Botol Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis Programmable Logic Controller," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, hal. 114, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.112194.
- [8] A. D. Purnomo, A. Goeritno, dan D. A. Nugroho, "Simulator Proses Pengisian dan Pemasangan Tutup Botol Terkendali PLC Berbantuan Miniatur Konveyor," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 4, hal. 774–782, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i4.3189.
- [9] M. F. Shobri, "Rancang Bangun Pengisi Botol Air Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno." Politeknik Negeri Jember, 2022.
- [10] A. Arifudin dan W. D. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Pengisi dan Penakar Jamu Semi Otomatis Berbasis Timer Dan Sensor Ultrasonik," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 06, no. 2, hal. 18–25, 2021.
- [11] M. S. F. Utama dan T. Taali, "Rancangan Alat Pengisian Ulang Parfum Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 2, hal. 649–654, 2023.
- [12] R. S. Manullang, Junaidi, dan D. A. Ritonga, "Perancangan Conveyor Pada Mesin Pengisi Botol Otomatis," *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 3, no. 2, hal. 30–36, 2022, doi: 10.53695/jm.v3i2.819.
- [13] S. Rumlatur dan S. L. Allo, "SISTEM KONTROL OTOMATIS PENGISIAN CAIRAN DAN PENUTUP BOTOL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO Rev 1.3," *Electro Luceat*, vol. 5, no. 1, hal. 23–34, 2019, doi: 10.32531/jelekn.v5i1.129.
- [14] A. Syarif, Harianto, dan I. Puspasari, "Rancang Bangun Automatic Liquid Filling Machine Berbasis IoT (Internet of Things)," *J. Technol. Informatics*, vol. 2, no. 2, hal. 72–82, 2021, doi: 10.37802/joti.v3i1.178.
- [15] O. Saputra, "Komunikasi Outseal PLC dengan Smartphone," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 4, no. 4, hal. 310–325, 2022.
- [16] A. Bakhtiar, "Outseal PLC mega V3 Slim," *outseal.com*, 2022. <https://www.outseal.com/produk/megav3slim/megav3slim.html>