

Artikel

Pengujian Performa Mesin E-FILL Dalam Proses Pengisian Air Pada Botol

Ii' Munadhif^{1*}, Ryan Yudha Adhitya², Mohammad Abu Jami'in³, Anggara Trsina Nugraha⁴, Dimas Pristovani Riananda⁵, Zindhu Maulana Ahmad Putra⁶, Mohammad Fajar Adiatmoko⁷, Muhammad Dzi Washfil Hasin⁸, Dwi Rizky Anto⁹, Muhammad Dhifa Alfitra¹⁰, Deni Almunawar¹¹

¹⁻¹¹ Program Studi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negri Surabaya, Surabaya, Indonesia

* Korespondi : iimunadhif@ppns.ac.id

Received: 31 Oktober 2023; Revised: 15 November 2024; Accepted: 15 Desember 2023

Abstrak: Dalam sebuah industri skala kecil maupun dalam skala besar, otomatisasi sangat berpengaruh dalam jalannya kinerja dan pengoptimalan sistem. Seperti merancang atau mengembangkan sebuah mesin filling cairan otomatis. Selain itu dengan adanya sistem otomatis dapat meringankan tenaga kerja dalam hal ini adalah operator mesin. Oleh karena itu penulis merancang sebuah alat pengisi cairan otomatis pada botol dengan sistem terintegrasi berbasis PLC (Programmable Logic Controller) dengan bantuan sensor proximity dan sensor pneumatik cylinder, sebagai bukti berhasilnya dengan sistem tersebut, maka dibuatlah sistem otomatisasi dengan bantuan kontrol PLC (Programmable Logic Controller). Dari mesin tersebut dapat diuji dan dilakukan observasi untuk nilai rata-rata waktu pengisian, nilai rata-rata persen error (%) dan nilai rata-rata volume pengisian. Pada dua kali percobaan yang dilakukan didapatkan rata – rata pengisian 117,5 ml dari setpoint 135 ml yang ditetapkan, dengan rata – rata waktu pengisian untuk kedua percobaan adalah 5,5 detik dan error rata – rata sebesar 13,4 %. Secara keseluruhan sistem yang dirancang dinilai berhasil merealisasikan fungsi otomatisasi pengisian cairan pada botol dengan akurasi dan presisi yang baik, meskipun masih ada peluang untuk optimasi lebih lanjut.

Kata Kunci: Mesin pengisian air otomatis, PLC, Proses manufaktur

1. Pendahuluan

Sistem otomasi merupakan sistem yang dirancang untuk memudahkan pekerjaan manusia atau manusia hanya sebagai operator dari teknologi tersebut. Oleh karena itu, peran serta manusia hanya sebagai pengendali pekerjaan. Dalam dunia industri, sistem otomasi jelas berdampak pada biaya proses produksi sehingga seluruh proses transformasi menjadi lebih efisien [2].

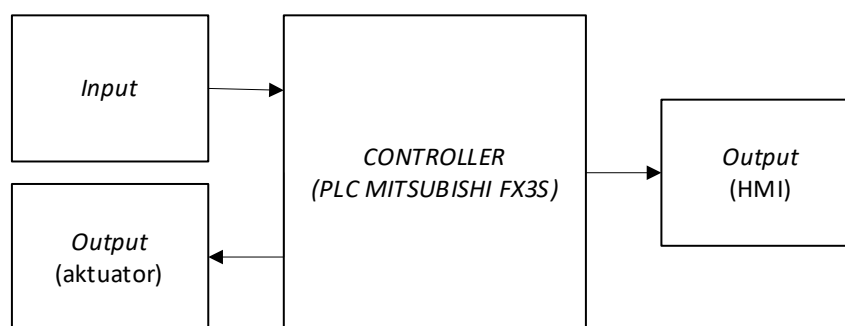
Tentunya dalam proses pengembangan sistem otomasi sebagian besar sistem elektronik industri menggunakan PLC dan sensor sebagai komponen utama sistem otomasi. Karena lebih flexible dan universal, dapat diprogram ulang dengan mudah dan diterapkan, tahan terhadap lingkungan industri yang ekstrim, memiliki kecepatan tinggi dalam eksekusi program dan mudah diintegrasikan dengan komponen lain. PLC (Programmable Logic Controller) juga mempunyai sebuah kekurangan yakni memerlukan pengetahuan pemrograman khusus, harga perangkat yang lebih mahal, memerlukan modul input/output tambahan untuk menambah I/O dan konsumsi daya yang tinggi untuk tipe tertentu.

Di dalam mesin pengisian otomatis ini terdapat bagian-bagian yang sangat berperan penting dalam pengoperasian mesin, diantaranya adalah PLC (Programmable Logic Controller) yang merupakan suatu perangkat pengendali utama yang digunakan. Sensor mempunyai fungsi menganalisa, memantau kondisi dan merespon perubahan lingkungan. Dari permasalahan tersebut, penulis memiliki ide inovasi yang terbaru untuk membuat sistem pengisian cairan pada botol otomatis yang berkapasitas 135ML berbasis PLC Mitsubishi dengan tipe FX3S dengan bantuan trigger sensor proximity. Penelitian ini dapat diterapkan pada sub-plant bagian pengisian produk cairan industri produk air minum dalam kemasan.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Keseluruhan Sistem

Secara umum, penelitian ini terdiri dari 2 bagian yaitu perancangan *hardware* dan analisa data percobaan. *Hardware* meliputi *plant* pengisian cairan pada botol dan panel *controller* yang berisi PLC. Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa data *input* dan *output* berasal dari sensor dan aktuator yang dirangkai menjadi *plant* pengisian cairan botol dan dikontrol oleh PLC Mitsubishi FX3S. Kemudian data dari *plant* tersebut dianalisa dengan menghitung nilai rata-rata data percobaan.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa inputan ini merupakan sebuah sensor *proximity*, sensor *minimum pump*, sensor *maximum pump*, sensor *maximum tank*, sensor *maximum tank*, tombol on/off dan inverter. Inputan ini akan mengirim sinyal pada PLC yang berprinsip sebagai penerima sinyal atau sistem kendali dari inputan. Kemudian PLC akan menghasilkan 2 *output* (aktuator) dan *output* (HMI). *Output* (aktuator) ini akan menjalankan *conveyor*, pneumatik *gate* akan menutup jika sensor *proximity* mentrigger botol, pneumatik maju akan menyala, *cylinder* pneumatik akan mendorong cairan, *valve input* akan membuka jika *cylinder* pneumatik menarik cairan dari *tank*, *valve output* akan membuka jika *cylinder* pneumatik mendorong cairan, pneumatik turun akan menyala dan pengisian *tank* akan menyala jika cairan dalam *tank* dalam kondisi surut. Kemudian untuk *output* (HMI) ini akan menyalakan indikator *output* dan *input* pada mesin.

2.2 Desain Hardware

Hardware pada penelitian ini terdiri dari *plant* pengisian cairan pada botol dan panel *controller* seperti yang tertera pada Gambar 2 dan Gambar 4. *Plant* pengisian cairan pada botol terdiri dari 2 sensor *proximity* untuk mengetahui botol yang akan datang atau botol yang sudah lewat (terisi cairan) dan sebagai *trigger* untuk menyalakan pneumatik *gate 1* dan pneumatik *gate 2*, untuk sensor

pneumatik *cylinder* berfungsi untuk mengatur berapa banyak cairan yang akan diisi, aktuator (motor) berfungsi untuk menggerakkan kecepatan *conveyor*. *Plant* ini juga dilengkapi HMI sebagai *interface* kontrol, *lamp indicator* untuk indikasi dari *conveyor* dan *emergency stop* untuk mematikan mesin dalam kondisi darurat atau kondisi *maintenance*. Dalam pengontrolan *plant* pengisian cairan pada botol, diperlukan pemetaan I/O yang digunakan untuk sensor dan aktuator. Pada penelitian ini, hanya digunakan saluran *input* digital dan *output* digital. Tabel 1 menunjukkan pemetaan *input* I/O yang digunakan dalam PLC Mitsubishi FX3S. Untuk botol yang diindikasikan sebagai *good product* memiliki ketinggian air 135ml sedangkan botol yang diindikasikan *bad product* memiliki ketinggian $\pm 135\text{ml}$. Alur kerja dari *plant* pengisian cairan pada botol tersebut direpresentasikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

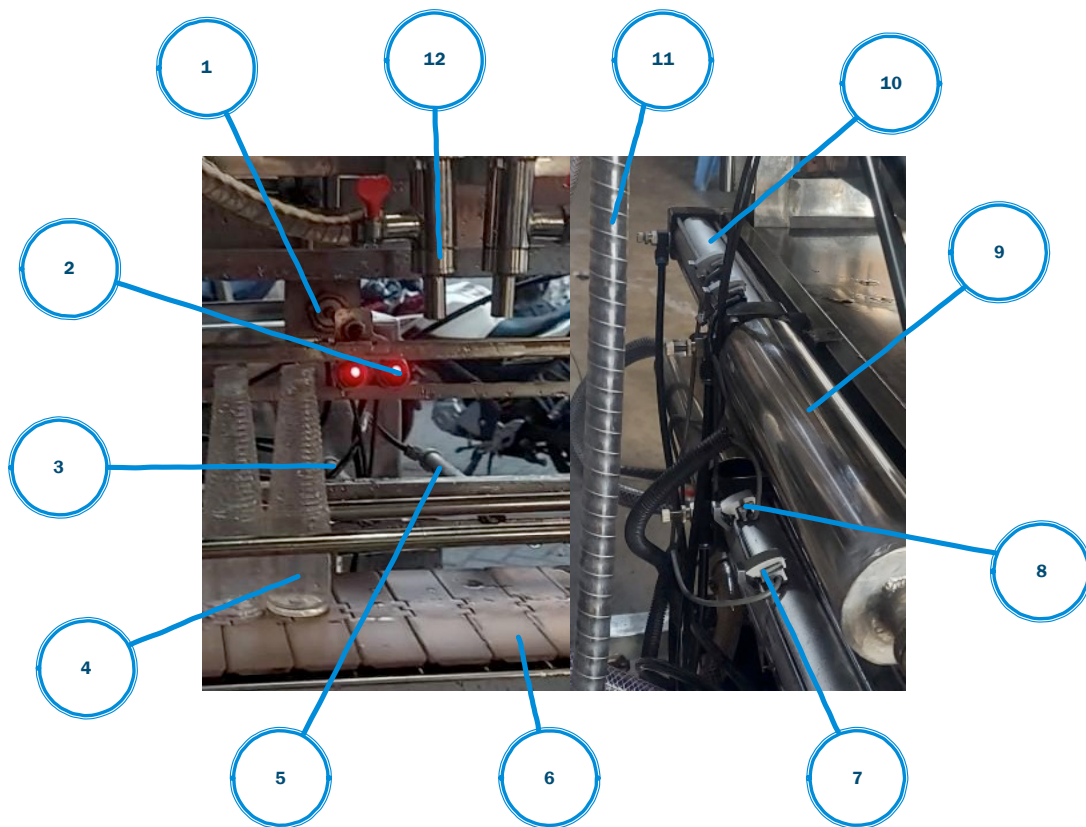
Tabel 1. Mapping I/O PLC Mitsubishi FX3S

PLC	Hardware	Address
Input 1	Stop Engine	X0
Input 2	Start Engine	X1
Input 3	Sensor Minimum Pump 1	X2
Input 4	Sensor Minimum Pump 2	X3
Input 5	Photosensor 2	X4
Input 6	Photosensor 1	X5
Input 7	Maksimum Pump 1	X6
Input 8	Maksimum Pump 2	X7
Input 9	Sensor Minimum Tank	X10
Input 10	Sensor Maksimum Tank	X11

Tabel 2 menunjukkan pemetaan output I/O yang digunakan dalam PLC Mitsubishi FX3S.

Tabel 2. Mapping I/O Output PLC Mitsubishi FX3S.

No	PLC	HARDWARE	Address
1	Output 1	Pengisian Tank	Y0
2	Output 2	Pneumatik Turun	Y1
3	Output 3	Pneumatik Maju	Y2
4	Output 4	Valve Input 1	Y3
5	Output 5	Valve Output 2	Y4
6	Output 6	Pump Tarik 1	Y5
7	Output 7	Pump Dorong 1	Y6
8	Output 8	Pump Tarik 2	Y7
9	Output 9	Pump Dorong 2	Y10
10	Output 10	Valve Input 2	Y11
11	Output 11	Valve Output 2	Y12
12	Output 12	Pneumatik Gate 1	Y13
13	Output 13	Pneumatik Gate 2	Y14
14	Output 14	Conveyor	Y15



Gambar 2. Plant Pengisian Cairan Pada Botol.

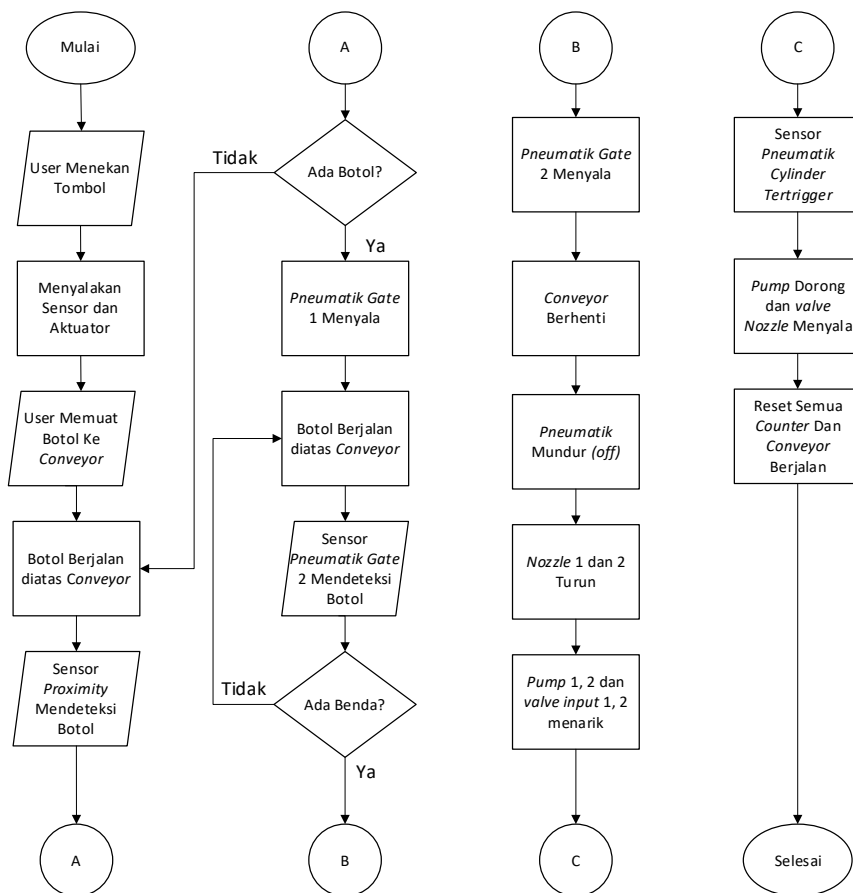
Plant pengisian cairan pada botol pada **Gambar 2** terdiri bagian dari beberapa sensor dan aktuator yang ditunjukkan dengan panah. Bagian-bagian yang ditunjukkan oleh panah adalah berikut.

1. Pneumatik maju.
2. Sensor *Proximity*.
3. Pneumatik *Gate 2*.
4. Botol.
5. Pneumatik *Gate 1*.
6. *Conveyor*.
7. Sensor Pneumatik *Cylinder maximum*.
8. Sensor Pneumatik *Cylinder minimum*.
9. Tabung piston Pneumatik *Cylinder*.
10. Pneumatik *Cylinder*.
11. Selang cairan.
12. *Nozzle*.

Penjelasan panah pada **Gambar 2** adalah berikut:

1. Pneumatik maju yang digunakan sebagai wadah atau penampung sisa tetesan cairan dari *Nozzle*.
2. Sensor *Proximity* yang digunakan sebagai pendeteksi botol yang lewat untuk mentrigger Pneumatik *Gate 1* dan 2.
3. Pneumatik *Gate 2* yang digunakan sebagai penutup botol kedua yang telah masuk pada area pengisian cairan.
4. Botol merupakan sebuah wadah yang akan diisi oleh mesin.

5. Pneumatik *Gate* 1 yang digunakan sebagai penutup jalan botol pertama yang telah masuk pada area pengisian.
6. *Conveyor* digunakan sebagai penggerak jalannya botol.
7. Sensor pneumatik *cylinder maximum* yang digunakan sebagai titik acuan maksimal pada piston pneumatik *cylinder* menarik cairan.
8. Sensor pneumatik *cylinder minimum* yang digunakan sebagai titik acuan minimum atau titik 0 pada piston pneumatik *cylinder*.
9. Tabung piston pneumatik *cylinder* yang digunakan wadah dari piston untuk menarik dan mendorong cairan.
10. Pneumatik *cylinder* yang digunakan sebagai aktuator menarik dan mendorong piston.
11. Selang yang digunakan sebagai tempat jalan penghubung cairan.
12. *Nozzle* yang digunakan sebagai pintu keluarnya cairan dan menyalurkan pada botol.



Gambar 3. Alur Kerja Plant Pengisian Cairan Pada Botol.



Gambar 4. Panel Kontrol.

Pada **Gambar 3** dapat dilihat bahwa alur kerja sistem dimulai dari menekan tombol *start* pada HMI kemudian sensor dan aktuator akan menyala. Kemudian botol akan ditaruh pada *conveyor* dan akan berjalan. Lalu sensor *proximity* akan mendeteksi botol. Jika tidak ada botol maka *conveyor* akan tetap berjalan dan jika sensor *proximity* mendeteksi botol pertama maka pneumatik *gate 1* akan menyala, jika sensor *proximity* mendeteksi botol yang kedua maka pneumatik *gate 2* akan menyala dan bersamaan *conveyor* akan berhenti. Lalu pneumatik mundur menyala bersamaan dengan *nozzle 1* dan *nozzle 2* turun. Kemudian *cylinder* pneumatik akan menarik cairan dan membuka *valve input 1* dan *valve input 2* sesuai dengan batas sensor *cylinder* pneumatik. Setelah *cylinder* pneumatik terisi selanjutnya *cylinder* pneumatik akan mendorong cairan sampai titik *top* bersamaan dengan terbukanya *valve output 1* dan *valve input 2* lalu mengirim air pada *nozzle* melalui selang cairan. Kemudian sistem akan mereset secara otomatis dan *conveyor* kembali berjalan.

Panel kontrol mesin sendiri terdiri PLC Mitsubishi FX3S, *solenoid valve*, *relay*, *inverter*, *power supply* 110/245V, selang udara dan MCB. Panel ini merupakan titik kumpul penghubung saluran *power* dari semua *input* dan *output* menuju ke PLC.

3. Hasil dan Pembahasan

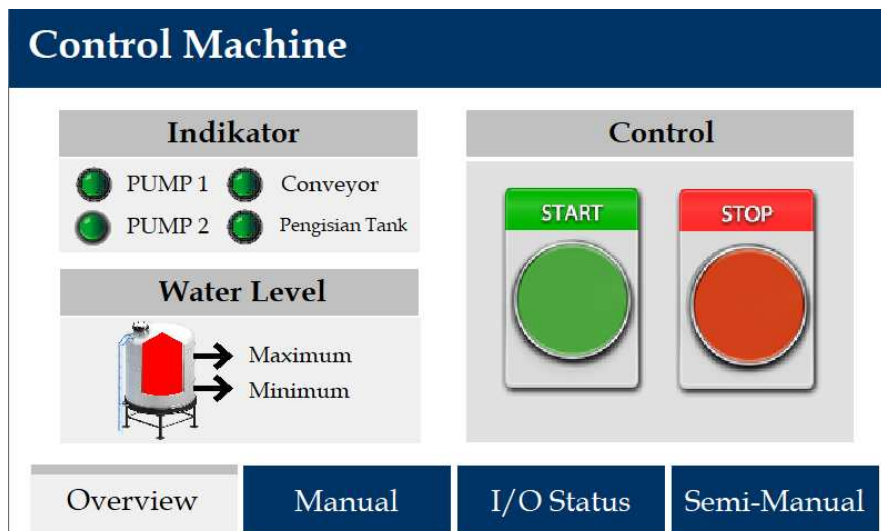
Pada bab ini akan dilakukan pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Pengujian meliputi pengujian *hardware* dan perhitungan hasil rata-rata percobaan.

3.1 Pengujian Hardware

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian *hardware* dengan 2 kali percobaan dengan cara membuktikan keberhasilan dari integrasi PLC dan *plant* pengisian cairan pada botol. *Controller* diberikan logika agar dapat mengolah hasil pembacaan sensor *proximity* dan sensor pneumatik *cylinder* untuk mentakar volume air dengan ukuran yang tepat dan menggerakkan aktuator lainnya. Keberhasilan uji tersebut dibuktikan dengan mengisi cairan pada botol dengan *good product* dan *bad product* seperti yang terlihat pada Gambar 5, Tabel 2 dan Tabel 3.



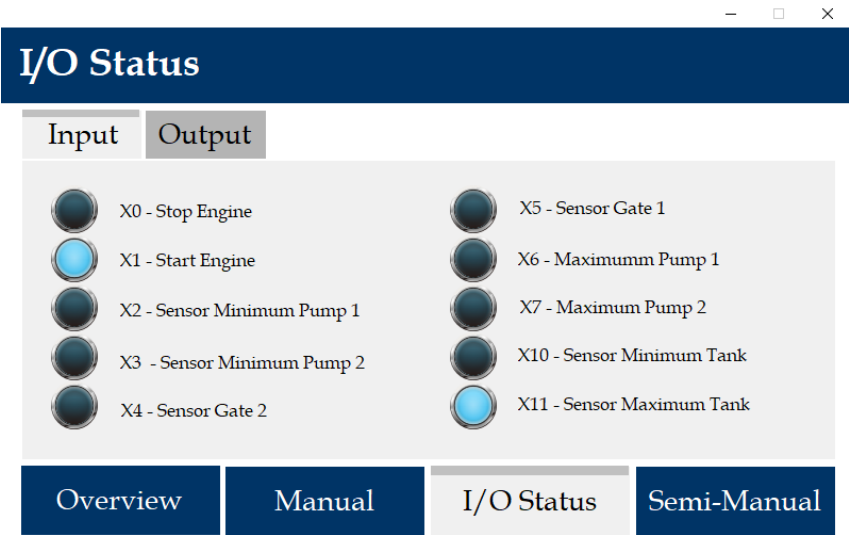
Gambar 5. Integrasi PLC Dengan Plant Pengisian Cairan Pada Botol.



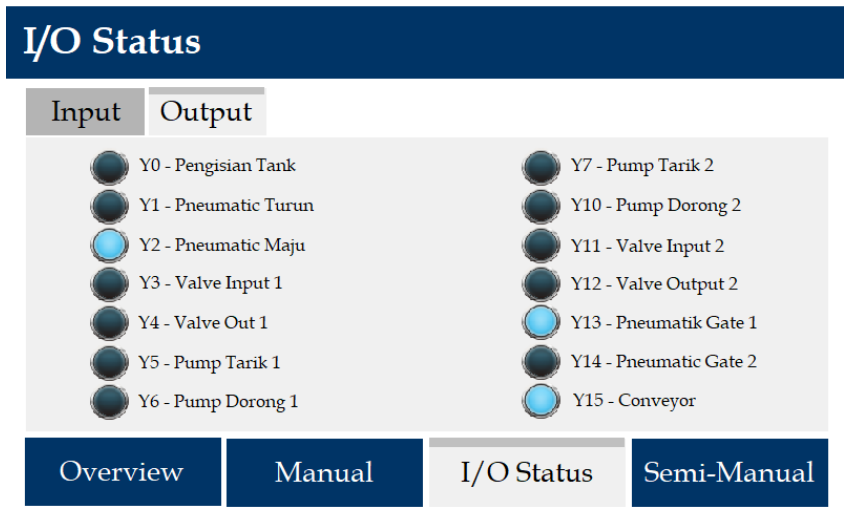
Gambar 6. Tampilan HMI Awal Start.

Perbandingan hasil dari pengisian cairan pada botol yang telah diisi sesuai dengan *plant* dapat dilihat dari Gambar 5.

Tampilan awal dari HMI bisa dilihat pada Gambar 6, dalam tampilan HMI terdiri dari atas tombol *Start*, tombol *Stop* sebagai *controller* dan lampu indikator, lampu indikator tersebut terdiri dari *pump 1*, *pump 2*, *conveyor*, pengisian *tank* dan *water level*. Tampilan HMI ini juga dilengkapi dengan *overview* untuk tombol otomatis berjalannya mesin, tombol mode manual, tombol I/O Status digunakan untuk melihat indikator *on off* dari *input output* dan tombol semi manual untuk mengatur semi manual pengisian.



Gambar 7. Indikator Input Pada HMI.



Gambar 8. Indikator Output Pada HMI.

Tampilan dari indikator *input* mesin bisa dilihat pada Gambar 7 jika lampu indikator berwarna biru muda seperti indikator X1 maka tandanya adalah X1 menyala dan jika berwarna hijau gelap maka tandanya adalah mati.

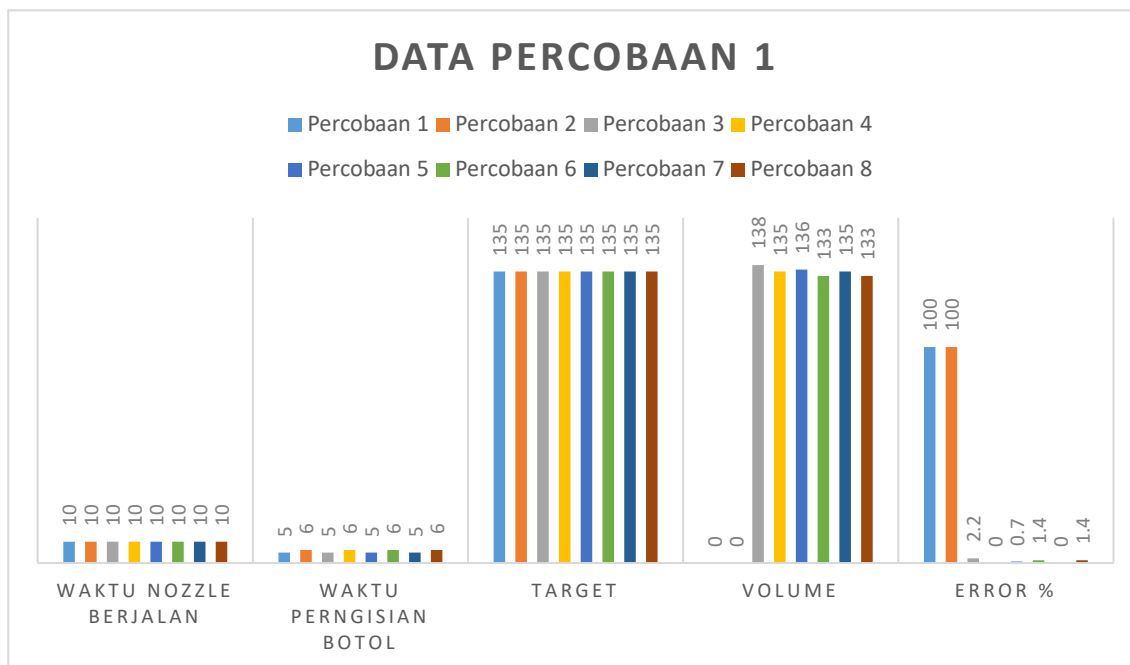
Tampilan dari indikator *output* mesin bisa dilihat pada Gambar 8. Jika lampu indikator berwarna biru muda seperti Y2 maka tandanya adalah Y2 menyala dan jika berwarna hijau gelap maka tandanya adalah mati.

3.2 Hasil Percobaan *Hardware*

Berikut adalah hasil pengujian mesin pada percobaan yang pertama yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengambilan Data percobaan 1 Mesin Filling.

No	Waktu Nozzle Berjalan	Waktu Perngisian botol	Target	Volume	Error %	Ketepatan Filling Nozzle
1	10 detik	5 detik	135ml	0ml	(135ml) 100%	Gagal
2	10 detik	6 detik	135ml	0ml	(135ml) 100%	Gagal
3	10 detik	5 detik	135ml	138ml	(3ml) 2,2%	Tepat
4	10 detik	6 detik	135ml	135ml	(0ml) 0%	Tepat
5	10 detik	5 detik	135ml	136ml	(1ml) 0,7%	Tepat
6	10 detik	6 detik	135ml	133ml	(2ml) 1,4%	Tepat
7	10 detik	5 detik	135ml	135ml	(0ml) 0%	Tepat
8	10 detik	6 detik	135ml	133ml	(2ml) 1,4%	Tepat

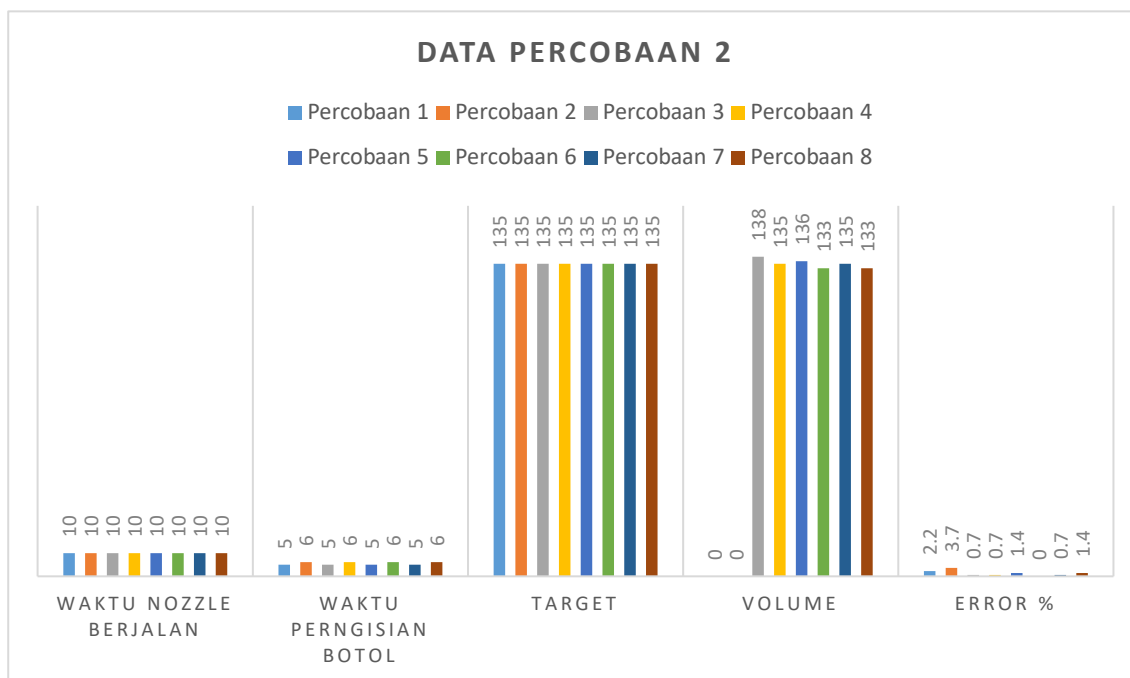


Gambar 9. Data Grafik Percobaan 1.

Pada Tabel 3 dan Gambar 9 dapat dilihat perbandingan data dari 8 botol pengujian yang pertama, pada pengujian yang pertama menggunakan jarak *start* awal botol sampai dengan pneumatik *gate* 1 adalah 20 cm dengan total waktu pengisian selama 60 detik. Nilai rata-rata waktu pengisian adalah 5,5 detik, nilai rata-rata volume yang dihasilkan adalah 101,25 ml dan nilai rata-rata eror pada pengisian adalah 25,7%. Berikut adalah hasil pengujian mesin pada percobaan yang kedua yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengambilan Data percobaan 2 Mesin Filling.

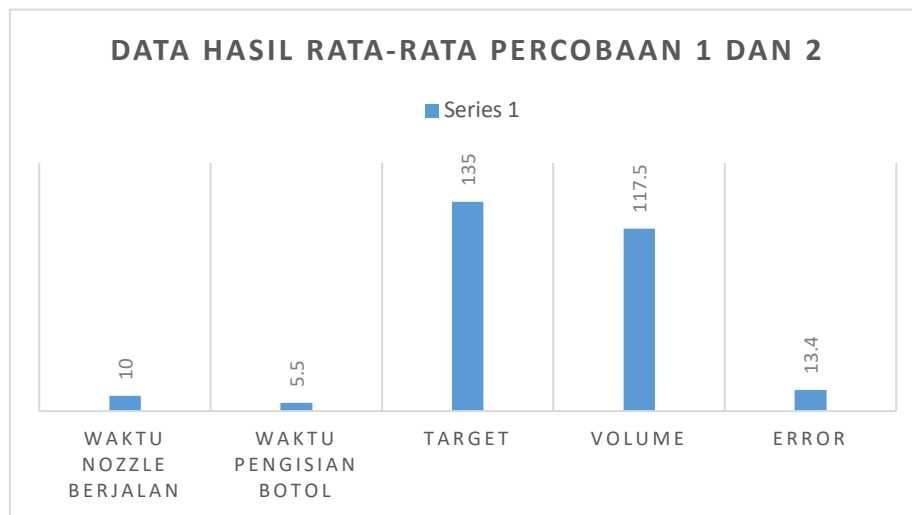
No	Waktu Nozzle Berjalan	Waktu Pengisian botol	Target	Volume	Error %	Ketepatan Filling Nozzle
1	10 detik	5 detik	135ml	132ml	(3ml) 2,2%	Tepat
2	10 detik	6 detik	135ml	130ml	(5ml) 3,7%	Tepat
3	10 detik	5 detik	135ml	136ml	(1ml) 0,7%	Tepat
4	10 detik	6 detik	135ml	134ml	(1ml) 0,7%	Tepat
5	10 detik	5 detik	135ml	133ml	(2ml) 1,4%	Tepat
6	10 detik	6 detik	135ml	135ml	(0ml) 0%	Tepat
7	10 detik	5 detik	135ml	134ml	(1ml) 0,7%	Tepat
8	10 detik	6 detik	135ml	136ml	(1ml) 0,7%	Tepat

**Gambar 10.** Grafik Percobaan 2.

Pada Tabel 4 dan Gambar 10 dapat dilihat perbandingan data dari 8 botol pengujian yang kedua, pada pengujian yang pertama menggunakan jarak *start* awal botol sampai dengan pneumatik *gate* 1 adalah 20cm dengan total waktu pengisian selama 60 detik. Nilai rata-rata waktu pengisian adalah 5,5 detik, nilai rata-rata volume yang dihasilkan adalah 133,75 ml dan nilai rata-rata eror pada pengisian adalah 1,26%. Berikut adalah hasil rata-rata pengujian mesin pada percobaan 1 dan 2 yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rata-rata Pengambilan Data dari percobaan 1 dan Percobaan 2 Mesin Filling.

Waktu Nozzle Berjalan	Waktu Pengisian botol	Target	Volume	Error %
10 detik	5,5 detik	135ml	117,5ml	(17,5ml) 13,4%

**Gambar 11.** Data Hasil Rata-rata Percobaan 1 Dan 2.

Pada Tabel 5 dan Gambar 11 dapat dilihat hasil rata-rata pengambilan data dari percobaan yang 1 dan 2, pada pengujian yang pertama dan pengujian kedua dengan rata rata waktu pengisian selama 10 detik. Nilai rata-rata waktu pengisian adalah 5,5 detik, nilai rata-rata volume yang dihasilkan adalah 117,5 ml dan nilai rata-rata eror pada pengisian adalah 13,4%.

Pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 terlihat ada sebuah nilai eror yang muncul dikarenakan ada beberapa faktor dari percobaan 1 dan percobaan 2 yaitu sebagai berikut.

1. Pada percobaan 1 tingkat nilai eror lebih tinggi dibandingkan dengan percobaan 2 dikarenakan masih awal mula mesin berjalan, disaat mesin awal mula berjalan bisa dikatakan nilai ketepatan nozzle masih belum pas sesuai *set-point*.
2. Pada percobaan 2 terlihat nilai eror lebih rendah dibandingkan dengan percobaan 1 dikarenakan percobaan 2 lanjutan dari percobaan 1 yang dimana mesin sudah lebih stabil terhadap nilai *set-point* yang telah ditentukan.
3. Pada awal percobaan, selang pada jalur cairan masih terdapat udara yang masuk dari selang piston, maka terjadi kelebihan dan kekurangan pada saat pengisian berlangsung dan pada saat pengisian selanjutnya lebih stabil karena udara sudah dikeluarkan bersamaan dengan cairan yang masuk pada botol.

Solusi dari permasalahan pada percobaan mesin *filling* ini adalah penambahan mekanisme proses *flushing*, pengertian proses *flushing* adalah kegiatan membersihkan pipa bagian dalam dengan cara membiarkan air mengalir terus menerus melalui pipa pada waktu dan tekanan yang diinginkan hingga dipastikan pipa bagian dalam benar-benar bebas dari kotoran, udara ataupun hal yang dapat mempengaruhi aktifitas sistem kerja selang. Proses *flushing* ini dapat membuang udara dari selang piston pneumatik. Jika udara pada selang tidak dilakukan proses *flushing* maka akan mengakibatkan kurang optimalnya pada saat awal proses pengisian.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dirancang sebuah mesin E-Fill dengan menggunakan pneumatik cylinder, pneumatik gate, pneumatik, solenoid valve, sensor proximity dan sensor pneumatik cylinder yang dikontrol oleh PLC Mitsubishi FX3S. Pada dua kali percobaan yang dilakukan didapatkan rata – rata pengisian 117,5 ml dari setpoint 135 ml yang ditetapkan, dengan rata – rata waktu pengisian untuk kedua percobaan adalah 5,5 detik dan error rata – rata sebesar 13,4 %. Kesimpulan dari kedua percobaan tersebut dapat dikatakan secara keseluruhan sistem yang dirancang dinilai berhasil merealisasikan fungsi otomatisasi pengisian cairan pada botol dengan akurasi dan presisi yang baik, meskipun masih ada peluang untuk optimasi lebih lanjut. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah penerapan konsep otomasi dengan PLC pada studi kasus pengisian cairan otomatis beserta analisis kinerjanya. Hasilnya dapat menjadi acuan untuk pengembangan sistem serupa di bidang industri.

References

- [1] Andre Dwi Sevtian, Fadli A. Kurniawan, Yulfitra, & Muhammad Arifin. (2022). Pemograman Sistem Pada Mesin Filling Bottle PLC Dengan Menggunakan Penggerak Pneumatik Dan Intelegensi Sensor. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 3(2), 11–17. <https://doi.org/10.53695/jm.v3i2.807>
- [2] Arif, I., Tobing, M. T. L., & Junaidi, Y. (2022). *Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) Perancangan Unit Pengisian Pada Mesin Pengisian Botol Otomatis Berbasis PLC*. 3(2), 37–44.
- [3] Billah, A. M. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM SCADA FILLING KECAP DI PT HEINZ ABC INDONESIA PASURUAN MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) DENGAN FASILITAS REDUNDANT (Doctoral dissertation, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya). repository.ppns.ac.id. <http://repository.ppns.ac.id/4211/#>
- [4] Finali, A., & Lusi, N. (2023). Pengaruh Sensor Pada Filling Bottle and Cupping Berbasis Plc Kapasitas 500 Ml. *Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi Dan Otomotif*, 1(2), 129–139.
- [5] Kuliah, M., & Otomasi, S. (2022). Rancangan Pengisian cairan berdasarkan warna botol dengan sensor TCS230. December.
- [6] Laksmana, G. A., Santoso, P., & Pasila, F. (2017). Aplikasi untuk memonitor PLC pada mesin filling dan capping. *J. Teknik Elektro*, 10(2), 48–53. <https://doi.org/10.9744/jte.10.2.48-53>
- [7] Manullang, R. S., Junaidi, & Ritonga, D. A. (2022). Perancangan Conveyor Pada Mesin Pengisi Botol Otomatis. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 3(2), 30–36. <https://doi.org/10.53695/jm.v3i2.819>
- [8] Nurhidta, Ihza Anfasa Dua (2021). RANCANG BANGUN INTEGRASI SCADA PADA SISTEM CRUSHING DAN BARGE LOADING CONVEYOR. Diploma thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. <http://repository.ppns.ac.id>. <http://repository.ppns.ac.id/4249/>
- [9] Studi, P., Mesin, T., & Medan, U. H. (2022). Desain nozle sistem pengisi botol otomatis. 10(1), 52–57.
- [10] Suradi, S., Hanafie, A., Rusli, M., & Muzdalifah, M. (2017). Evaluasi Mesin Filling Pada Bagian Produksi Pt. Dharana Inti Boga (Suntory Garuda). *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 12(02), 1785–1789. <https://doi.org/10.47398/iltek.v12i02.382>

