

# **Kaji Eksperimental Alat Instrumentasi dan Kendali pada Tekanan Fluida Untuk On/Off dengan Programmable Logic Controller (PLC)**

**Maulana Ahmad Sartono<sup>1</sup>, Jeditjah Naapia Tamia Papia<sup>2</sup>  
Frans Luntungan<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: <sup>1</sup> putrasartono3@gmail.com

No. Hp: <sup>1</sup> 081245902944

## **Abstrak**

*Implementasi sistem instrumentasi dan kendali tekanan fluida berbasis Programmable Logic Controller (PLC) dilakukan dengan mengintegrasikan sensor tekanan, aktuator, dan pengendali logika terprogram. Mengembangkan sistem kendali tekanan aliran berbasis PLC, Menganalisis kinerja sistem dalam mengendalikan tekanan dan memaksimalkan aliran secara presisi, Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi ketepatan dan efisiensi kendali tekanan aliran menggunakan PLC. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium pengujian Bahan dan Metodologi, Jurusan Teknik Pada Politeknik Negeri Manado. Metode perancangan yang digunakan adalah membuat perancangan dan eksperimen alat Instrumentasi kendali, sistem ini akan diuji secara bertahap untuk memastikan keakuratannya dalam mengontrol tekanan fluida, Pemrograman akan dilakukan Menggunakan softwarwe CX-Programmer untuk mengatur logika kendali pada Programmable Logic Controller (PLC), sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis dan efisien. Hasil Menunjukkan bahwa dengan menerapkan metode Integral Implementasi sistem kendali tekanan fluida berbasis PLC memberikan kontrol yang presisi, cepat, dan andal dengan mengintegrasikan sensor tekanan, aktuator, dan logika pemrograman yang terstruktur. Sistem ini mampu beroperasi secara otomatis dan real-time, termasuk fitur proteksi tekanan untuk mencegah kerusakan akibat tekanan berlebih. PLC terbukti lebih unggul dibanding metode konvensional karena memiliki kecepatan respons tinggi, minim kesalahan manusia, serta fleksibilitas dalam pengendalian. Kinerja sistem sangat dipengaruhi oleh akurasi sensor, kecepatan proses, responsivitas aktuator, desain logika kendali, serta dukungan kondisi lingkungan dan perawatan rutin.*

*Kata Kunci – Tekanan Fluida, Programmable Logic Controller (PLC), Instrumentasi, Sistem Kendali, Simulasi, CX-Programmer*

## ***Experimental Study of Instrumentation and Control Devices for Fluid Pressure ON/OFF with Programmable Logic Controller (PLC)***

### ***Abstract***

*Implement a fluid pressure instrumentation and control system based on a Programmable Logic Controller (PLC) by integrating pressure sensors, actuators, and programmable logic controllers. Developing a PLC-based fluid pressure control system, Analyzing the system's performance in controlling pressure and maximizing flow with precision, [3] Identifying factors that influence the accuracy and efficiency of fluid pressure control using PLC. This research was conducted at the Materials and Methodology Testing Laboratory, Department of Engineering, Manado State Polytechnic. The design method used involves designing and experimenting with control instrumentation equipment. This system will be tested gradually to ensure its accuracy in controlling fluid pressure. Programming will be done using CX-Programmer software to set the control logic on the Programmable Logic Controller (PLC), enabling the system to operate automatically and efficiently. The results show that by applying the Integral Implementation method, the PLC-based fluid pressure control system provides precise, fast, and reliable control by integrating pressure sensors, actuators, and structured programming logic. This system is capable of operating automatically and in real-time, including pressure protection features to prevent damage caused by excessive pressure. PLC has proven to be superior to conventional methods due to its high response speed, minimal human error, and flexibility in control. System performance is significantly influenced by sensor accuracy, process speed, actuator responsiveness, control logic design, as well as environmental conditions and routine maintenance.*

*Keywords – Fluid Pressure, Programmable Logic Controller (PLC), Instrumentation, Control System, Simulation, CX-Programmer*

### **PENDAHULUAN**

Instrumentasi dan kendali merupakan pihak yang penting dalam industri modern, terutama dalam sistem pengukuran dan pengendalian tekanan aliran fluida. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengotomatisasi pengendalian tekanan aliran dengan *Programmable Logic Controller* (PLC). PLC menawarkan fleksibilitas dalam pemrograman, ketahanan terhadap kondisi industri, serta memudahkan dalam integrasi dengan sensor aktuator.

Dalam penelitian ini, dilakukan kajian eksperimental terhadap alat instrumentasi dan kendali tekanan aliran berbasis PLC. Tujuan utama Penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengembangkan kinerja sistem dalam mengontrol tekanan aliran dengan presisi yang sedang hingga tinggi, serta menilai efektivitas penggunaan PLC dalam sistem kendali tersebut. kajian ini di harapkan dapat

memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi kendali berbasis PLC khususnya dalam aplikasi yang memerlukan pengendalian tekanan yang akurat.

Dengan semakin berkembangnya teknologi di bidang instrumentasi dan kendali otomatis, penelitian ini juga di harapkan dapat menjadi referensi bagi para praktisi industri serta akademisi dalam memahami dan mengoptimalkan implementasi PLC dalam berbagai skenario industri. Untuk lebih jauh lagi hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu memperluas dan meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem pengendalian tekanan fluida, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan produktifitas dan keselamatan dalam lingkungan industri dan akademis moderen.

### **Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan selain itu untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam kajian pustaka ini peneliti mencantumkan hasil-hasil peneliti terdahulu sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Putri, Ratna Ika, et al. (2022) yang dipublikasikan dalam jurnal berjudul *Desain Sistem Kontrol Level Cairan Metode PID Berbasis PLC* (Vol.6, No., Hal. 195–209) membahas tentang pentingnya pengontrolan level cairan pada tangki sebagai bagian dari kontrol proses yang banyak digunakan dalam pembelajaran dan pelatihan. Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan melibatkan perancangan model sistem aktuator dan tangki, perancangan kontrol PID berdasarkan fungsi transfer dari sistem yang telah dianalisis secara matematis, dan simulasi menggunakan MATLAB/Simulink. Hasil penelitian menunjukkan bahwa performa sistem tergantung pada ketepatan tuning parameter PID. Dua skenario dibandingkan, yaitu tuning berdasarkan metode persamaan (49) dan tuning yang tidak sesuai. Hasil simulasi menunjukkan adanya perbedaan respons yang signifikan antara keduanya (Putri et al., 2022)

Sementara itu, penelitian oleh Denny dan Vina Vebrurunika br Tarigan (2024) dalam jurnal *Rancang Bangun Sistem Aliran Fluida Menggunakan Water Pump dan Float Switch Tangki Berbasis PLC* (Vol.5, No.1, Hal. 947–954) menyoroti pentingnya sistem kendali aliran fluida dalam industri. Latar belakang penelitian ini adalah adanya tantangan dalam pemantauan jarak jauh dan integrasi sistem pada kendali tradisional. Oleh karena itu, penelitian ini merancang sistem berbasis PLC dengan *float switch* dan motor pompa sebagai aktuator. Dalam eksperimen, ketika *float switch* memutuskan aliran listrik ke pompa air, terjadi perbedaan antara tinggi air perhitungan matematis (92 cm) dan hasil pengujian yang berubah-ubah. Selisih rata-rata dari lima percobaan adalah 1,6 cm, yang menunjukkan akurasi cukup baik namun masih perlu disempurnakan (Sirait & Tarigan, 2025).

Penelitian lain oleh Muhammad Syafei Gozali dan Aditiya Gautama Darmoyono (2023) berjudul *Akuisisi Data Pressure Transmitter Melalui CX Supervisor pada STEM Pressure Measurement and Control Plant* (Vol.7, No.1, Hal. 31–36) meneliti pemanfaatan teknologi otomasi untuk meningkatkan

efisiensi di lantai produksi. Mereka menggunakan tiga jenis sensor elemen tekanan—*capacitance*, *piezoresistive*, dan *extensimetric*—yang diintegrasikan dengan *CX Supervisor* dan PLC Omron CP1H. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mendukung proses pembelajaran praktikum pengukuran dan kendali tekanan, serta berpotensi dikembangkan menjadi sistem SCADA dan *Internet of Things* (IoT) (Gozali et al., 2023).

Dalam jurnal *Pengaruh Jumlah Variasi Suhu Impeller terhadap Tekanan Fluida dan Efisiensi Pompa Sentrifugal* (Vol.1, No.1, Hal. 1–4), Choirul Anam F.R (2022) meneliti pengaruh jumlah sudu impeller terhadap tekanan dan efisiensi pompa sentrifugal. Penelitian ini dilakukan dalam konteks aplikasi alat bantu pertanian, khususnya pada mesin pompa air di sawah. Berdasarkan data perhitungan spesifikasi dan hasil pengujian, ditemukan bahwa peningkatan jumlah sudu pada *impeller* dapat meningkatkan tekanan vakum dan aliran fluida, terutama pada kondisi kecepatan putaran poros yang rendah. Hasil ini menunjukkan adanya hubungan langsung antara desain mekanis impeller dan performa pompa secara keseluruhan.

Terakhir, Abdul Hirzadin (2022) dalam jurnal *Rancang Bangun Alat Praktikum Fenomena Dasar Aliran Dengan Perbandingan Tekanan Pada Pipa PVC dan Pipa Besi Menggunakan Sensor Pressure Transmitter* (Hal. 73) mengembangkan alat praktikum yang menggunakan sensor tekanan untuk membandingkan karakteristik aliran pada dua jenis pipa. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui kinerja sensor tekanan dalam mengukur tekanan aliran air. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor pressure yang dikombinasikan dengan mikrokontroler Arduino MEGA memberikan hasil yang cukup akurat. Selain itu, karakteristik permukaan pipa (PVC vs. besi) memengaruhi hasil pengukuran tekanan karena perbedaan kekasaran permukaan masing-masing material, yang menjadi variabel penting dalam aliran fluida (Hirzadin, 2022)

### ***Programmable Logic control (PLC)***



Gambar 1. *Programmable Logic Controller*

PLC adalah sebuah komputer yang khusus di rancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Berdasarkan namanya PLC adalah *Programmable Logic*

*Controller* menunjukkan kemampuan dalam hal untuk menyimpan program yang telah di buat dengan di ubah-ubah fungsi atau kegunaanya. untuk operasi membandingkan dengan cara menjumlahkan, mengalihkan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR Dan lain sebagainya dan juga berfungsi untuk mngtrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang di inginkan

### **Pompa Air**

Pompa air adalah suatu alat mekanis yang digunakan untuk memindahkan air dari suatu tempat ketempat yang lainnya dengan cara menaikkan tekanan fluida. Pompa ini dapat bekerja dengan mengubah energi mekanik dari motor menjadi energi kinetik atau tekanan untuk memindahkan air.

Menurut sutrisni (2012), pompa adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat lain dengan cara menaikkan tekanan fluida.



Gambar 2. Pompa

### ***Pressure Gauge***

*Pressure gauge* atau manometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur besar tekanan suatu fluida. Baik berupa gas maupun cairan, di dalam sistem yang bersifat tertutup. Alat ini sangat penting dalam berbagai aplikasi teknik dan industri, karena tekanan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan gangguan operasional bahkan membahayakan keselamatan kerja. *Pressure gauge* bekerja dengan prinsip perubahan bentuk mekanis akibat tekanan fluida, yang kemudian diterjemahkan menjadi pergerakan jarum pada skala perubahan



Gambar 3. *Pressure Gauge*

### ***Pressure switch***

*Pressure switch* adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi tekanan fluida (gas atau cair) dalam suatu sistem, dan akan mengaktifkan atau menonaktifkan suatu rangkaian listrik apabila tekanan tersebut mencapai nilai tertentu (*setpoint*). Alat ini banyak digunakan dalam sistem otomasi, seperti pada kompresor udara, sistem pompa, dan sistem hidrolis (Sugiyono, 2019).



Gambar 4. *Pressure Switch*

### ***Relay***

*Relay* adalah suatu komponen elektromekanik yang berfungsi sebagai saklar yang dapat dikendalikan secara elektrik. Ketika arus listrik mengalir pada kumparan (coil), maka akan timbul medan magnet yang menyebabkan kontak saklar berpindah dari posisi semula (Anwari, 2010). Relay memungkinkan suatu sinyal listrik dengan arus kecil untuk mengendalikan arus yang lebih besar.



Gambar 5. *Relay*

## METODOLOGI PENELITIAN

1. Metode perancangan yang digunakan adalah membuat perancangan dan eksperimen alat Instrumentasi kendali, sistem ini akan diuji secara bertahap untuk memastikan keakuratannya dalam mengontrol tekanan fluida,
2. Pemrograman akan dilakukan Menggunakan *softwarwe CX-Programmer* untuk mengatur logika kendali pada *Programmable Logic Controller (PLC)*, sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis dan efisien

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Data Hasil*

#### Daftar Susunan Utama Komponen Beserta Fungsinya

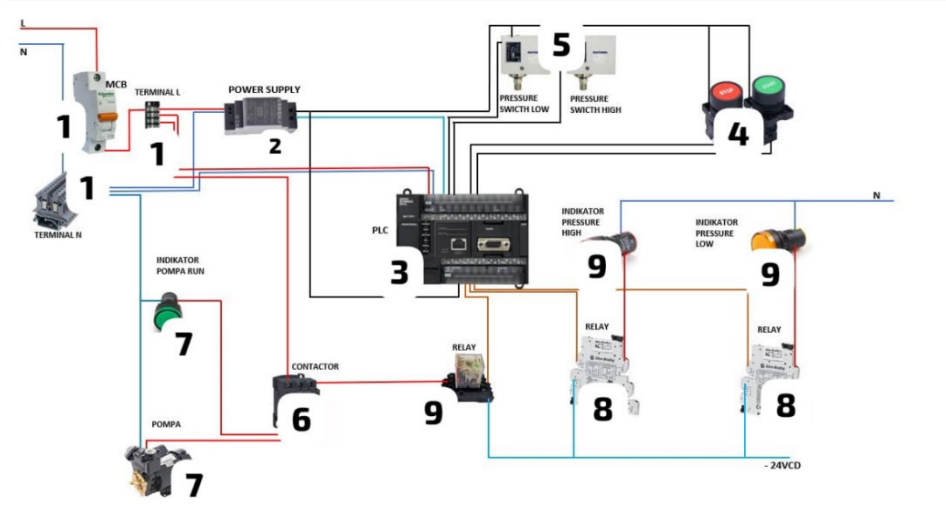
Berikut ini adalah daftar komponen utama dan fungsinya yang akan di rancang untuk menjadi suatu sistem kontrol tekanan air, otomatis dan manual pada pompa (aktuator).

Tabel 1. Daftar Komponen Utama dan Fungsinya

No	Komponen	Fungsi
1	MCB	Proteksi dan pemutus daya utama sistem.
2	Terminal L/N	Terminal distribusi untuk kabel phase (L) dan netral (N).
3	<i>Power Supply</i>	Mengubah daya AC (220V) menjadi daya DC (24V) untuk PLC dan relay.
4	PLC	Kontroler utama yang membaca sensor dan memberi perintah ke aktuator.
5	Kontaktor Pompa	Saklar daya untuk pompa, dan dikontrol melalui PLC.
6	Pompa	Memompa air dari reservoir ke tangki sesuai perintah PLC.

7	<i>Relay</i>	Digunakan sebagai antarmuka PLC dengan beban (indikator lampu) dan perangkat lain.
8	Indikator Tekanan High	Memberikan tanda visual bahwa tekanan tinggi
9	Indikator Tekanan Low	Memberikan tanda visual bahwa tekanan rendah
10	Indikator Pompa Run	Memberikan tanda visual bahwa pompa sedang aktif.
11	<i>Pressure Switch</i> (tidak terlihat jelas)	Memberikan sinyal input ke PLC sesuai dengan tinggi/rendahnya tekanan yang akan di atur sesuai yang di inginkan
12	<i>Pressure Gauge</i>	Memberikan bacaan tekanan yang real-time

Penggambaran skema sistem kontrol otomatis/manual tekanan ini Digambar menggunakan power point mulai dari sumber aliran Listrik, *power supply*, dan sampai dengan sensor – sensor yang digunakan.



Gambar 1. Skema Alur Sistem Kontrol Manual/Otomatis Tekanan

### Urutan Kerja Sistem

1. Sistem menerima daya dari MCB (1), dialirkan ke *power supply* (2).
2. *Power supply* (2) mengubah AC ke DC dan memberi daya ke PLC (3) dan sirkuit kontrol.
3. menekan tombol *START* (4) → sinyal ke PLC.
4. PLC membaca *input* tekanan dari *Pressure Switch LOW & HIGH* (5).
5. Jika tekanan rendah (*LOW* aktif) → PLC mengaktifkan *relay* yang menghidupkan *contactor* (6).
6. *Contactor* (6) aktif, mengalirkan daya ke pompa (7) → Pompa menyala.
7. Indikator pompa run (7) juga menyala bersamaan.
8. Jika tekanan mencapai batas *HIGH*, PLC menerima sinyal dari *switch HIGH* → mematikan pompa melalui *contactor*.
9. Indikator tekanan rendah & tinggi (9) menyala sesuai status, dikendalikan oleh PLC lewat *relay* (8).

Tabel 2. Hasil data Input Tekanan

NO	Input Tekanan (Bar)	Input Tekanan (Psi)	Output Pompa (ON/OFF)	Keterangan
1	0,0	0,9	OFF	Tekanan <i>Low</i> , Pompa Mati
2	2,0	29,007	ON	Tekanan Normal, Pompa Aktif
3	3,5	50,763	OFF	Tekanan <i>High</i> , Pompa Mati

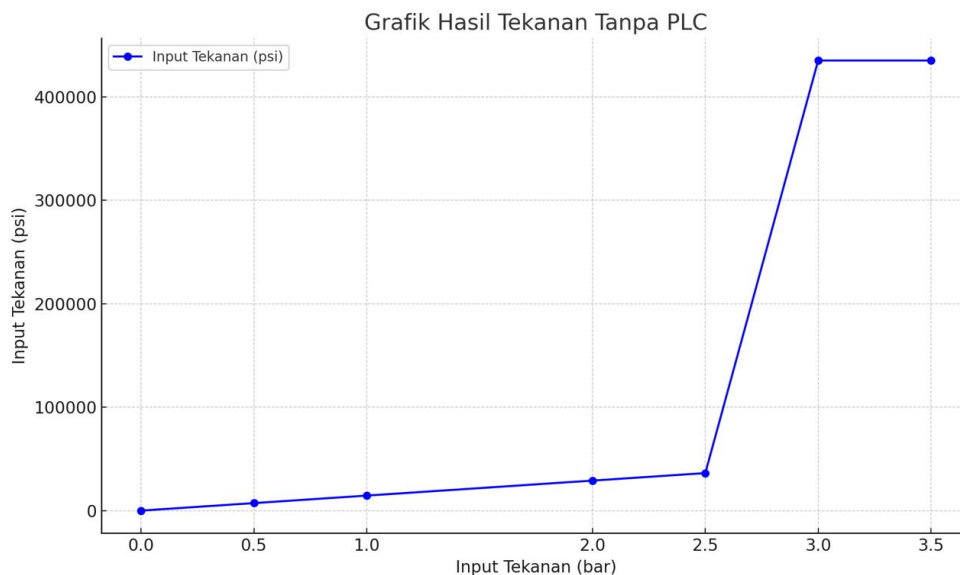
1. Hasil Pengujian Sensor Tekanan *Pressure gauge* (Tanpa PLC)
2. Langkah awal Pengujian Tanpa PLC, dimulai dengan cara mengatur tekanan tergantung dari berapa putaran *valve* yang di inginkan untuk mencapai suatu tekanan

Tabel 3. Nilai rata rata data tekanan data pengujian Tanpa PLC

No	Input Tekanan (Bar)	Input Tekanan (Psi)	Keterangan
1	0,0	0,0	Tekanan <i>Low</i> , Pompa Mati

2	0,5	7,251	Tekanan <i>Normal</i> . Pompa Mati
3	1,0	14,504	Tekanan <i>Normal</i> , Pompa Aktif
4	2,0	19,007	Tekanan <i>Normal</i> , Pompa Aktif
5	2,5	36,259	Tekanan <i>Normal</i> , Pompa Aktif
6	3,0	43,511	Tekanan Tinggi, Pompa Mati
7	3,5	50,763	Pompa Mati, Tekanan Tinggi
Rata-Rata:	1,93	25,613	

Grafik Hasil Tekanan Tanpa PLC



Gambar 4. Grafik Input Tekanan Tanpa PLC yang telah diuji

Grafik menunjukkan input tekanan tanpa PLC Dari *Pressure gauge* yang menunjukkan hasil pembacaan dari bar dan psi

Yang Terdapat Pada Grafik ini:

1. Sumbu horizontal menunjukkan input tekanan dalam satuan (Psi)
2. Sumbu vertical menunjukkan input tekanan dalam satuan (Bar)
3. Garis naik dengan pola relatif linier, yang menunjukkan naiknya suatu tekanan yang di akibatkan oleh keinginan valve

## KESIMPULAN

1. Implementasi alat instrumentasi dan kendali tekanan fluida berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dilakukan dengan mengintegrasikan sensor tekanan, aktuator (seperti katup), dan sistem pengendali logika terprogram. PLC menerima sinyal dari sensor, memproses data berdasarkan logika yang telah diprogramkan, lalu memberikan perintah ke aktuator untuk menyesuaikan tekanan. Proses ini dilakukan secara *real-time*, sehingga dapat memberikan kontrol yang presisi dan cepat terhadap tekanan *fluida* dalam sistem, adapun dengan Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan Pada tekanan 0 – 2,5 Bar (0 – 36,259 Psi), pompa bekerja secara normal dan aktif. Sistem berada dalam kondisi aman. Jika tekanan mencapai  $\geq 3,0$  Bar ( $\geq 43,511$  Psi), pompa akan otomatis dimatikan untuk menghindari kerusakan akibat tekanan tinggi, yang menunjukkan adanya fitur proteksi tekanan.
2. Sistem PLC memiliki peran yang penting karena mampu memberikan kontrol yang lebih akurat, cepat, fleksibel, dan efisien dibandingkan metode konvensional. Metode konvensional biasanya bersifat manual atau semi-otomatis, sehingga rentan terhadap kesalahan manusia dan keterlambatan respons. Sebaliknya, PLC dapat memproses banyak *input* sekaligus dan melakukan penyesuaian secara otomatis berdasarkan *CX-Programmer*, sehingga meningkatkan keamanan, keandalan, dan efisiensi operasional.
3. Faktor yang mempengaruhi tentu saja dari Sensor yang akurat dan aktuator yang responsif dan sangat penting agar sistem berjalan optimal. Didukung faktor kecepatan dari pemrosesan sistem yang Semakin cepat sehingga PLC dapat memproses data.

## SARAN

Integrasikan sistem dengan sensor tekanan digital dan *display* HMI sehingga nilai tekanan dapat dipantau secara *real time* dan memperkaya fitur sistem. Gunakan komunikasi protokol industri seperti *Modbus* atau *Ethernet/IP*, sehingga sistem dapat dikembangkan lebih lanjut untuk kebutuhan SCADA atau *Internet of Things* (IoT). Lakukan uji tekanan fluida dengan berbagai jenis fluida dan kondisi kerja nyata, untuk mengevaluasi ketahanan dan keandalan sistem secara lebih menyeluruh. Tambahkan fitur keselamatan seperti alarm *buzzer*, *auto shutdown*, dan proteksi arus lebih, untuk meningkatkan keselamatan kerja dalam penggunaan sistem ini di lapang

## REFERENSI

- [1] M. S. Gozali, A. G. Darmoyono, H. Wijanarko, A. D. Futra, K. Kamarudin, and C. A. Br Lumban Tobing, "Akuisisi data pressure transmitter melalui CX Supervisor pada STEM pressure measurement and control plant," *Journal of Applied Electrical Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 31–36, 2023.

- [2] A. Hirzadin, “Rancang bangun alat praktikum fenomena dasar mesin aliran fluida dengan perbandingan tekanan pada pipa PVC dan pipa besi menggunakan sensor pressure transmitter,” Skripsi, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia, 2022.
- [3] M. Khusniyah, E. S. Budi, and H. K. Safitri, “Sistem kendali PID menggunakan PLC CP1H dan HMI pada aplikasi miniplant tekanan udara,” *Jurnal Elkolind*, vol. 8, no. 3, pp. 229–236, 2021.
- [4] R. I. Putri, H. M. Setiawan, B. Setiawan, and S. H. Wibowo, “Desain sistem kontrol level cairan dengan metode PID berbasis PLC,” *Jurnal ELTIKOM*, vol. 6, no. 2, pp. 195–209, 2022.
- [5] I. Setiadi, “Pengaman laju air umpan untuk Arsinum kapasitas 5 m<sup>3</sup>/hari menggunakan pressure switch dan solenoid valve,” *Jurnal Reka Lingkungan (JRL)*, vol. 11, no. 2, pp. 75–83, 2018.
- [6] D. R. Sirait and V. F. R. B. Tarigan, “Rancang bangun sistem aliran fluida menggunakan water pump dan float switch tangki berbasis PLC,” in *Proc. Konferensi Nasional Social dan Engineering Polmed (KONSEP)*, vol. 5, no. 1, pp. 947–954, 2025.
- [7] D. Wahyudi, C. F. R. Anam, and K. Iswardani, “Pengaruh jumlah variasi sudu impeller terhadap tekanan fluida dan efisiensi pompa sentrifugal,” *Artikel Penelitian*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2022.