

# Kaji Eksperimental Alat Instrumentasi dan Kendali Pada Aliran Fluida dengan Digital Elektrik Flow Meter Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)

Andre Abas<sup>1</sup>, Herotje Siwi<sup>2</sup>, Jeditjah N. T. Papia<sup>3</sup>

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

Email: <sup>1</sup> andreabas220@gmail.com

No. Hp: <sup>1</sup> 087781216301

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui cara Menyusun dan merancang alat kendali aliran berbasis PLC. Untuk mengetahui cara menguji dan menganalisa performa alat kendali aliran tersebut dalam berbagai kondisi operasi. Untuk mengetahui cara menilai efisiensi dan akurasi sistem kontrol dalam menjaga kestabilan aliran. Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado selama periode April hingga Juli 2025. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium, yang terdiri dari beberapa tahapan utama, yakni identifikasi masalah, perancangan sistem kendali aliran fluida berbasis PLC, pemilihan dan perakitan komponen seperti flow meter, solenoid valve, dan pompa, pemrograman logika kendali menggunakan ladder diagram, serta pengujian sistem secara langsung. Pengambilan data dilakukan dengan memantau respons alat terhadap variasi kondisi aliran, yang kemudian dianalisis untuk menilai efisiensi, akurasi, dan kestabilan performa sistem kendali otomatis yang dikembangkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kendali aliran yang dikembangkan mampu beroperasi secara otomatis dan stabil. Pada pengujian dengan variasi bukaan valve, sistem menghasilkan laju aliran maksimum sebesar 15,01 L/menit (bukaan penuh), 8,04 L/menit (setengah), dan 4,67 L/menit (seperempat). Sementara itu, pengujian drainase otomatis dengan valve solenoid menghasilkan rata-rata aliran 5,94 L/menit untuk total volume 46 liter dalam waktu sekitar 7,75 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan aliran, responsif terhadap logika kendali, dan layak diterapkan sebagai prototipe otomasi aliran fluida berbasis PLC.

Kata Kunci – Kendali Aliran Fluida, Flow Meter Digital, Solenoid Valve, PLC, Diagram Tangga, Sistem Otomatis, Eksperimen Laboratorium.

## ***Experimental Study of Instrumentation and Control Devices on Fluid Flow Using A Digital Electric Flow Meter Based on A Programmable Logic Controller (PLC)***

### ***Abstract***

*This research aims to find out how to construct and design a PLC-based flow control device. to find out how to test and analyze the performance of the flow control device under various operating conditions. to find out how to assess the efficiency and accuracy of the control system in maintaining flow stability. The research was conducted at the Mechanical Engineering Workshop of Politeknik Negeri Manado from April to July 2025. The method used was laboratory-based experimentation, consisting of several key stages: problem identification, system design using PLC, selection and assembly of components such as flow meter, solenoid valve, and pump, programming control logic using ladder diagram, and direct testing of the system. Data collection was carried out by observing the system's response to varying flow conditions, which were then analyzed to evaluate the efficiency, accuracy, and stability of the automated control system developed. The results showed that the developed flow control system operated automatically and stably. Under valve opening variations, the system recorded maximum flow rates of 15.01 L/min (fully open), 8.04 L/min (half open), and 4.67 L/min (quarter open). In the automatic drainage test using a solenoid valve, the system achieved an average flow rate of 5.94 L/min, draining 46 liters of water in approximately 7.75 minutes. These results demonstrate that the system successfully maintained flow stability, responded well to programmed logic, and is suitable to be implemented as a fluid flow automation prototype based on PLC.*

*Keywords – Fluid Flow Control, Digital Flow Meter, Solenoid Valve, PLC, Ladder Diagram, Automation System, Laboratory Experiment.*

### **PENDAHULUAN**

Dalam sistem industri modern, pengendalian aliran fluida merupakan aspek penting yang berpengaruh terhadap efisiensi operasional dan keselamatan proses. Fluida yang mengalir, seperti air atau cairan kimia, harus dikendalikan secara presisi untuk menjaga kestabilan tekanan, volume, dan laju aliran sesuai kebutuhan proses. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali yang andal dan mampu bekerja secara otomatis.

Salah satu solusi yang banyak digunakan dalam otomasi industri adalah PLC. PLC memungkinkan sistem berjalan secara otomatis berdasarkan logika pemrograman dan dapat dikombinasikan dengan berbagai alat instrumentasi seperti *flow meter*, sensor tekanan, dan *valve solenoid* elektrik. Integrasi ini memungkinkan sistem untuk membaca kondisi aliran secara *real-time* dan mengendalikan aktuator dengan respons cepat serta akurasi tinggi.

Namun, sebelum sistem ini dapat diterapkan dalam skala industri, dibutuhkan kaji eksperimental untuk menguji keandalannya. Pengujian dilakukan untuk melihat bagaimana sistem merespons perubahan kondisi fluida, seberapa tepat pengukuran dan kendali yang dilakukan, serta seberapa efisien alat bekerja dalam situasi nyata.

Melalui penelitian ini, dilakukan perancangan dan pengujian sistem kendali aliran fluida berbasis PLC, yang bertujuan untuk menghasilkan sistem otomatisasi yang efektif, presisi, dan dapat dijadikan media pembelajaran maupun referensi pengembangan alat kontrol industri.

Yang menjadi rumusan masalah adalah: Bagaimana cara merancang sistem kendali aliran yang efektif menggunakan PLC? Dan Bagaimana metode pengujian dan analisis performa alat kendali aliran dalam berbagai kondisi operasi yang berbeda? Serta Bagaimana cara mengevaluasi efisiensi dan akurasi sistem kontrol dalam menjaga kestabilan aliran fluida?

Yang menjadi tujuan penelitian adalah: Untuk mengetahui cara menyusun dan merancang alat kendali aliran berbasis PLC. Untuk mengetahui cara menguji dan menganalisa performa alat kendali aliran tersebut dalam berbagai kondisi operasi. Untuk mengetahui cara menilai efisiensi dan akurasi sistem kontrol dalam menjaga kestabilan aliran.

### ***Penelitian Terdahulu***

Dalam dunia industri mengendalikan aliran fluida dalam tangki adalah aspek penting yang mempengaruhi efisiensi operasional dan keselamatan. *Float switch* memiliki peran penting dalam pemompaan fluida dengan akurat dan terusmenerus, yang menjadi dasar pengendalian proses yang efektif. Namun, sistem pengendalian tradisional sering kali menghadapi berbagai tantangan seperti keterbatasan pemantauan jarak jauh, kurangnya kemampuan untuk analisa data secara *real-time*, dan kesulitan dalam integrasi dengan sistem lainnya. Oleh karena itu, solusi yang lebih canggih dan terintegrasi sangat diperlukan. (Denny Rasyid Sirait, Vina Febry Rinnika Br Taringan 2024). [1]

Sistem yang terdapat pada *process plant* dapat beragam jenisnya, seperti *single tank*, *interacting couple tank*, *non-interacting tank*, dll. Proses pengendalian pada berbagai *tank* tersebut dapat dilakukan menggunakan berbagai algoritma. Teknik pengendalian pada industri proses pada tangki *cascade* pada umumnya dapat direpresentasikan kedalam sistem *Single Input Single Output* (SISO) [1]. Pada sistem tersebut setiap pengendalian terdiri dari satu variabel yang dibentuk dengan kendali kalang tertutup. Kasus pengendalian SISO tidak memperhatikan perubahan variabel di sekitarnya yang ikut terpengaruh oleh pengendalian satu variabel, sehingga diperlukan suatu model lain yang dapat mengestimasi atau mengobservasi suatu keluaran yang saling terkait. (Dede Irawan Saputra, Irvan Budiawan & Andhika Jayanugraha). [2]

Kebutuhan air bersih meningkat namun tidak diimbangi dengan suplai yang mencukupi. Oleh karena itu, diperlukan sistem penyaringan air otomatis berbasis teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam monitoring. Sistem Virtual PLC dan HMI menawarkan solusi kendali otomatisasi yang efisien dan

mudah dikontrol. (Bachri, K.O., Karangga, Y.P., Mahyastuty, V.W., Sereati, C.O., Mulyadi, M., Octaviani, S. 2024). [3]

Permasalahan umum dalam Automatic Well Test adalah perlunya kestabilan dalam kontrol tekanan dan aliran fluida, yang berpengaruh terhadap estimasi performa sumur minyak. Sistem kendali diperlukan agar dapat merespons cepat perubahan tekanan dan memberikan kestabilan proses. Untuk itu, kontrol PID diterapkan guna memperbaiki respons sistem dan mengurangi error. (Hermawan, W. 2018). [4]

Tingginya permintaan pengisian minuman otomatis di tempat umum membutuhkan sistem efisien tanpa operator manusia. PLC menjadi solusi untuk mengatur proses otomatis pengisian jus dengan memanfaatkan sensor infrared dan flowmeter. (Qatrunnada, S.A., Oktarina, Y., Dewi, T., Ginting, E., Risma, P. 2020)

Pengaturan ketinggian fluida dan temperatur dalam industri kimia penting untuk menjaga kestabilan proses. PLC digunakan untuk mengatur proses pengisian, pencampuran, dan pemanasan secara otomatis. (Syahreza, S. 2010) [5]

### **Elektrik Flow Meter**

Elektrik *flow* meter merupakan alat ukur elektronik yang berfungsi untuk mengukur laju aliran (*flow rate*) dan volume total fluida yang mengalir dalam suatu sistem perpipaan. Salah satu jenis elektrik *flow* meter yang umum digunakan dalam sistem kendali dan instrumentasi adalah turbine flowmeter dengan presisi tinggi (*high precision turbine flowmeter*).



**Gambar 1. Elelrik *Flow* Meter**

### Valve Selenoid Elektrik

*Solenoid valve* elektrik D  $\frac{3}{4}$  inch merupakan salah satu jenis katup otomatis yang dioperasikan secara elektrik dan digunakan untuk mengontrol aliran fluida dalam sistem perpipaan. Katup ini bekerja dengan prinsip elektromagnetik, di mana sebuah kumparan (*coil*) akan menghasilkan medan magnet ketika dialiri arus listrik, yang kemudian menggerakkan *plunger* (batang besi feromagnetik) untuk membuka atau menutup jalur aliran fluida.



Gambar 2. Valve Selenoid Elektrik

### PLC CP1H

PLC adalah perangkat kontrol yang digunakan untuk otomatisasi sistem industri. PLC dapat diprogram untuk menerima input dari sensor, seperti sensor aliran, dan memberikan *output* ke aktuator, seperti *valve* atau pompa. Kelebihan utama PLC adalah kemampuan untuk diprogram ulang, ketahanannya terhadap serta kemudahan dalam pemeliharannya.



Gambar 3. PLC CP1H

### **Pompa Air Shimizu 450 watt**

Pompa air Shimizu 450 Watt merupakan salah satu jenis pompa listrik rumah tangga yang digunakan untuk memompa air dari sumber seperti sumur dangkal, tandon bawah, atau penampungan lainnya menuju ke bak penampung atas atau langsung ke jaringan distribusi air. Pompa ini terkenal karena efisiensinya, daya hisap yang baik, serta konsumsi listrik yang relatif rendah.



**Gambar 4. Pompa Air Shimizu 450 Watt**

### **Pipa PVC**

Pipa pvc adalah jenis pipa plastik yang umum digunakan dalam sistem perpipaan untuk air bersih, drainase, irigasi, dan sistem distribusi cairan lainnya. PVC memiliki sifat ringan, tahan korosi, mudah disambung, dan ekonomis, sehingga menjadi pilihan utama dalam konstruksi rumah tangga maupun industri.

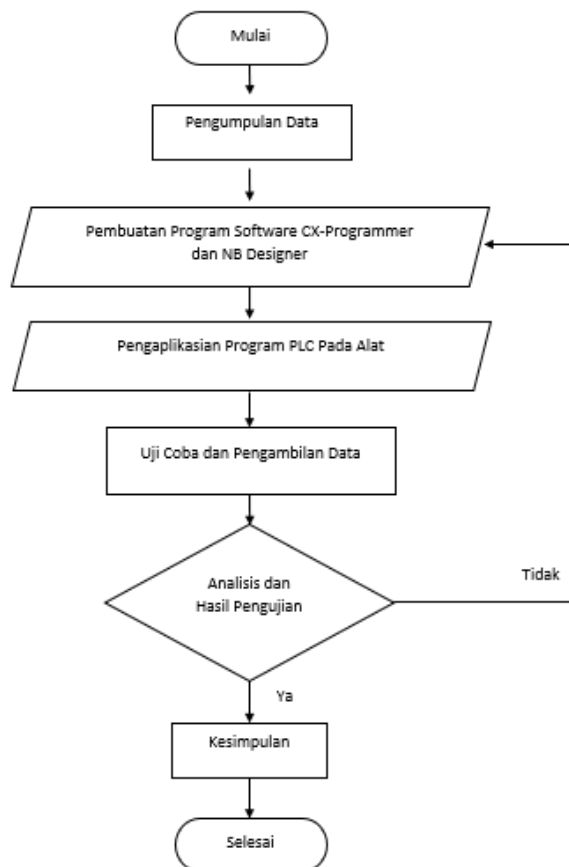


**Gambar 5. Pipa PVC**

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium, yaitu dengan melakukan pengujian langsung terhadap sistem alat instrumentasi dan kendali aliran fluida menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*). Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja sistem kendali otomatis dalam mengatur aliran fluida berbasis sensor *flow* meter dan aktuator berupa *valve selenoid* elektrik.

### Diagram Alir



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil

Pada tabel dibawah laju aliran tercatat paling tinggi yaitu 15,01 L/menit. Total volume aliran rata-rata mencapai 47,24 L dalam waktu yang relatif singkat.

**Tabel 1. Hasil pengujian Sensor flow meter**

Pengujian 1	Laju Aliran (L/menit)	Total Volume Aliran (L)	Waktu (menit)	Rata-Rata Laju Aliran (L/menit)	Rata-Rata Total Volume Aliran (L)	Rata-Rata Waktu (menit)
1	15,01	47,973	3,20	15,01	47,24	3,14
2	15,01	48,300	3,22			
3	15,01	44,491	2,96			
4	15,01	47,410	3,16			
5	15,01	48,057	3,20			

### Pengujian Valve Selenoid Elektrik

Solenoid valve mampu mengalirkan rata-rata 46 liter air dalam waktu sekitar 7.75 menit, menghasilkan laju aliran rata-rata sebesar 5,94 L/menit. Hasil ini menunjukkan kinerja yang cukup stabil untuk proses pengurusan otomatis menggunakan kendali elektrik.

**Tabel 2. Hasil pengujian valve selenoid elektrik**

Komponen	Data Pengujian	Total Volume Air (L)	Waktu Drain (menit)	Laju Aliran (L/menit)	Rata-Rata Total Volume Air (L)	Rata-Rata Waktu Drain (menit)	Rata-Rata Laju Aliran (L/menit)
Solenoid Valve	1	40	6,73	5,94	46	7,75	5,94
	2	48	8,14	5,94			
	3	44	7,46	5,94			
	4	47	7,97	5,94			
	5	51	8,64	5,94			

### Pembahasan

- Sumbu X (horizontal) menunjukkan waktu dalam satuan menit.
- Sumbu Y (vertikal) menunjukkan total volume aliran air dalam satuan liter.

Grafik menunjukkan dua titik data:

- Titik awal di (0 menit, 0 liter) — artinya belum ada aliran pada awal waktu.
- Titik akhir di (sekitar 3.1 menit, 47,24 liter) — menandakan bahwa dalam waktu sekitar 3,1 menit, total volume aliran air mencapai 47,24 liter.
- Garis biru yang menghubungkan kedua titik menunjukkan bahwa laju aliran bersifat linear dan konstan, karena grafik berbentuk garis lurus naik

**Gambar 1. Grafik garis dari hasil rata-rata pengujian Flow meter**



Pengujian dilakukan menggunakan solenoid valve elektrik untuk mengalirkan air dari tangki berkapasitas 50 liter.

Hasil pengamatan sebagai berikut:

Sumbu X (horizontal) – Waktu (menit):

Menunjukkan durasi waktu selama air dikeluarkan dari tangki.

Grafik dimulai dari 0 menit (awal pengurasan) hingga 7,75 menit (pengurasan selesai).

Sumbu Y (*vertikal*) – Volume Air (liter):

Menunjukkan jumlah air yang tersisa dalam tangki seiring waktu.

Awalnya tangki berisi 46 liter, lalu volumenya menurun seiring waktu hingga habis

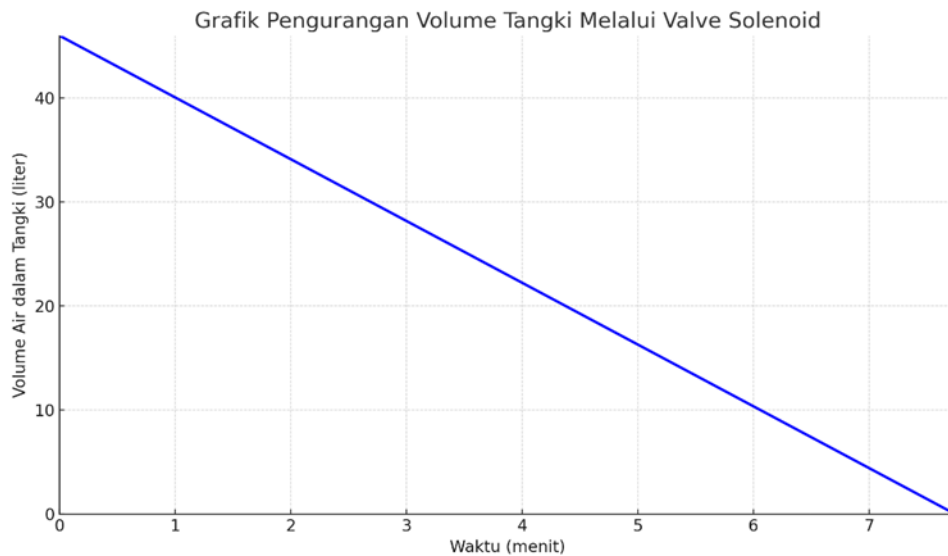
*Valve solenoid* berhasil menguras seluruh air dalam tangki secara konstan

Total volume air: 46 liter

Waktu drain: 7,75 menit

Laju aliran: 5,94 liter/menit

Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Valve Solenoid



## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut ini sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian:

1. Perancangan sistem kendali aliran berbasis PLC dapat dilakukan secara efektif dengan mengintegrasikan berbagai komponen seperti *flow* meter presisi tinggi, *solenoid valve* elektrik, pompa air, dan PLC Omron CP1H. Sistem dirancang menggunakan logika pemrograman *Ladder Diagram* untuk mengontrol laju aliran dan volume air secara otomatis. Perancangan ini berhasil menghasilkan sistem kendali aliran yang dapat beroperasi secara real-time dan responsif terhadap perubahan kondisi aliran fluida.
2. Pengujian performa alat menunjukkan bahwa sistem mampu merespons variasi kondisi operasi dengan baik. Melalui variasi bukaan *valve* (penuh, setengah, dan seperempat), diperoleh perbedaan laju aliran yang signifikan, masing-masing sebesar 15,01 L/menit, 8,04 L/menit, dan 4,67 L/menit. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali dapat mengatur aliran secara akurat berdasarkan logika yang telah diprogram, serta alat mampu bekerja stabil dan presisi.
3. Evaluasi efisiensi dan akurasi sistem kontrol menunjukkan hasil yang stabil. Pada pengujian *drainase* otomatis menggunakan *solenoid valve*, diperoleh rata-rata laju aliran sebesar 5,94 L/menit untuk total air 46 liter dalam waktu  $\pm 7,75$  menit. Hasil ini membuktikan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan aliran fluida, efisien dalam pengoperasian, serta akurat dalam pengendalian volume dan waktu pengaliran.

## SARAN

1. Untuk Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem kendali aliran untuk jenis fluida lain seperti gas atau zat padat agar cakupan aplikasi lebih luas.
2. Pemrograman sebaiknya ditingkatkan dari *Ladder Diagram* ke metode lanjutan seperti PID atau SCADA, serta diuji dalam kondisi nyata untuk menilai kinerja sistem secara menyeluruh

## REFERENSI

- [1] Denny Rasyid Sirait, Vina Febry Rinnika Br Taringan. (2024). *Rancang Bangun Sistem Aliran Fluida Menggunakan Water Pump dan Float Switch Tangki Berbasis PLC*. Vol. 5, No. 1, Hal. 947–954.
- [2] Dede Irawan Saputra, Irvan Budiawan, Anhdika Jayanugraha. 2022. “*Pemodelan dan Simulasi Sistem Kendali Volume Air Pada Process Plant Dengan Metode State Feedback*”.
- [3] .Bachri K.O., Karangga Y.P., Mahyastuty V.W., Sereati C.O., Mulyadi M., Octaviani S. 2024. “*Perancangan Sistem Filtrasi Air Berbasis Virtual Programmable Logic Controller (PLC) dan Human-Machine Interface (HMI)*”. *Cylinder: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 10(2), Hal. 25–35. <https://doi.org/10.25170/cylinder.v10i2.5607>.
- [4] Hermawan W. 2018. “*Simulasi Kontrol PID Berbasis PLC (Programmable Logic Controller) dan HMI (Human Machine Interface) Pada Sistem Automatic Well Test*”. *Jurnal Universitas Jayabaya*, Hal. 1–13.
- [5] Saumi Syahreza. 2010. “*Rancang Bangun Pengendali Otomatik Ketinggian Fluida dan Temperatur Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC)*”. *Jurnal Rekayasa Elektronika*, Vol. 9(1), Hal. 36–42.