

SCADA Plant Flow

***Defina Edel Edtraja Mifta^{#1} Micael Sinabariba^{#2}**

***Politeknik Negeri Batam**

¹Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Instrumentasi

Batam Center, Jl. Ahmad Yani, Kepulauan Riau 29461, Indonesia

E-mail: definaedel9@gmail.com , sinabaribamicael@gmail.com

Abstrak

SCADA Plant-Flow merupakan sistem pemantauan dan pengendalian aliran air yang terintegrasi, terdiri dari tiga komponen utama: sensor waterflow, PLC OMRON CP1H, dan Human Machine Interface (HMI) berbasis Indusoft Web Studio. Sistem ini dirancang untuk mengawasi proses aliran air dari tangki, melewati pompa, valve, hingga ke sensor, dan menampilkan data secara real-time melalui komunikasi Ethernet. Sensor waterflow mendeteksi laju aliran dalam satuan Liter/Menit dan mengirimkannya ke PLC untuk diproses menjadi informasi debit air, status perangkat, dan kondisi abnormal. Informasi tersebut ditampilkan pada antarmuka HMI dan secara otomatis disimpan ke dalam database, sehingga memungkinkan pencatatan data historis yang dapat digunakan untuk analisis performa dan optimasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem SCADA mampu membaca data dengan akurasi yang cukup baik, dengan persentase error sebesar 4,2% pada kecepatan pompa 1, 0% pada kecepatan pompa 2, dan 10,7% pada kecepatan pompa 3 jika dibandingkan dengan alat ukur flowmeter manual. Sistem ini dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi, keandalan, serta kemudahan pemantauan proses kerja plant secara terpusat.

Kata kunci: SCADA, waterflow sensor, PLC OMRON CP1H, Indusoft, database, monitoring debit air

Abstract

SCADA Plant-Flow is an integrated monitoring and control system for water flow, consisting of three main components: a water flow sensor, OMRON CP1H PLC, and a Human Machine Interface (HMI) based on Indusoft Web Studio. The system is designed to supervise the water flow process from the tank, through the pump and valve, to the sensor, and display data in real-time via Ethernet communication. The water flow sensor detects the flow rate in Liters per Minute and sends it to the PLC, which processes it into useful information such as flow rate, device status, and abnormal conditions. This information is displayed on the HMI interface and automatically stored in a database, allowing for historical data logging that can be used for performance analysis and system optimization. Testing results show that the SCADA system is capable of reading flow data with reasonably good accuracy, with error percentages of 4.2% at pump speed 1, 0% at pump speed 2, and 10.7% at pump speed 3, when compared to a manual flowmeter. This system is considered effective in enhancing efficiency, reliability, and ease of centralized plant monitoring.

Keywords: SCADA, waterflow sensor, OMRON CP1H PLC, Indusoft, database, flow monitoring

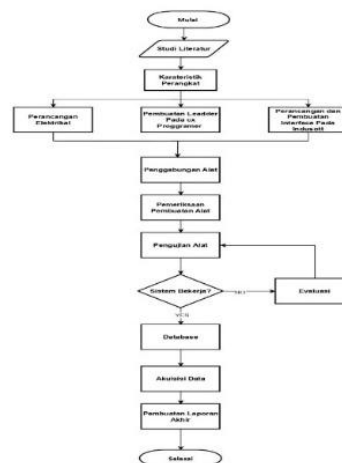
1. Pendahuluan

Scada Plant Flow adalah sebuah upaya dalam memenuhi kebutuhan mahasiswa dalam proses pembelajaran di bidang Instrumentasi. Alat ini dirancang untuk bahan pembelajaran mahasiswa dalam monitoring dan kontrol. Proses monitoring juga berfungsi untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada lingkungan kerja seperti keselamatan dan kesehatan kerja. Namun

kegagalan komunikasi dapat menyebabkan kecelakaan kerja, terutama jika tidak dilakukan pemantauan dengan baik. Sebagai contoh terjadi tumpahan minyak di Indonesia karna pipa yang berada dibawah laut terjadi kebocoran dan menyebabkan kebakaran. Dari investigasi ditemukan penyebab utamanya ialah kurangnya komunikasi yang memadai. Dari contoh permasalahan

komunikasi sangat berpengaruh dengan keselamatan dan menurunkan kewaspadaan hingga menimbulkan kecelakaan kerja.

Dari Permasalahan Tersebut, kami membuat mini plant yang memiliki system komunikasi yang baik. Dengan menggunakan Sensor Flow menghitung debit fluida, PLC sebagai control, OPC UA sebagai komunikasi dan menyimpan data yang keluar dari sensor, dan Indusoft untuk menampilkan data dan memonitoring melalui HMI. bertujuan untuk mempermudah dalam komunikasi dan alat yang berada dilapangan Dalam penelitian ini bertujuan untuk membangun mini Plant alat monitoring dan kontrol yang dapat menampilkan informasi mengenai alat yang berada dilapangan berbasis OPC UA sebagai komunikasinya.



Gambar 1 Diagram Alir

2. Metode Pelaksanaan

2.1 Perancangan

Alur pelaksanaan dalam pembangunan proyek Scada Plant Flow terdiri atas beberapa tahapan. Tahapan pertama dimulai dengan studi literatur yang membahas perangkat keras maupun perangkat lunak serta sistem yang akan digunakan. Selanjutnya, proses dilanjutkan dengan tahap perancangan sistem secara menyeluruh. Berikut tahap perancangannya beserta diagram alirnya :

1. Perakitan perangkat keras, yang meliputi penataan tata letak komponen, mekanisme kerja antarperangkat, serta pemilihan bahan yang digunakan sesuai kebutuhan sistem.
2. Perancangan elektrikal, yang membahas bagaimana cara merakit rangkaian elektrikal pada SCADA.
3. Perancangan sistem pada perangkat PLC CP1H, yang mencakup pemrograman dan konfigurasi logika kontrol sesuai dengan kebutuhan mekanisme kerja sistem.
4. Pembuatan ladder diagram menggunakan perangkat lunak CX-Programmer, yang bertujuan untuk merancang logika kontrol pada PLC dalam bentuk ladder diagram, sehingga sistem dapat berjalan secara otomatis sesuai urutan kerja yang diinginkan.
5. Perancangan perangkat lunak sistem SCADA, yang dilakukan melalui pembuatan antarmuka pada aplikasi Indusoft Web Studio. Perancangan ini mencakup desain tampilan visual, pemetaan variabel dari PLC, serta penyusunan elemen-elemen grafis yang mewakili kondisi sistem secara real-time.
6. Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh, mulai dari koneksi perangkat keras, program ladder, hingga komunikasi antara PLC dan SCADA. Jika terdapat kesalahan, dilakukan pengecekan dan perbaikan, lalu diuji kembali hingga sistem berfungsi dengan baik.

2.1.1 Perancangan Setup PLC CP1H

Dalam sistem plant ini, digunakan PLC Omron CP1H XA40DR-A yang diprogram menggunakan bahasa pemrograman ladder diagram melalui aplikasi CX-Programmer. Sensor yang digunakan adalah sensor *Water Flow*, yang menghasilkan sinyal pulsa sebagai representasi dari aliran air.

Sinyal dari sensor waterflow dihubungkan ke digital input PLC pada alamat Channel 0, bit 08 (Ch.0.08). Karena sensor ini menghasilkan pulsa, maka pembacaan sinyal tidak dilakukan secara biasa, melainkan dengan menggunakan fungsi PRV (Pulse Revolution Value) yang disediakan oleh Omron pada *software CX-Programmer*.

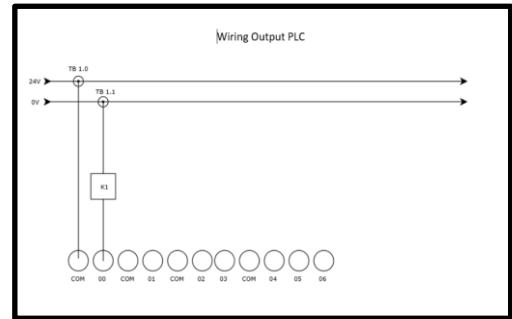
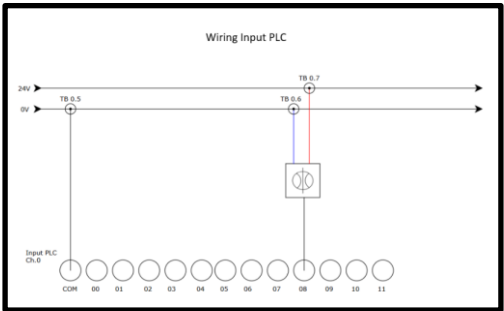
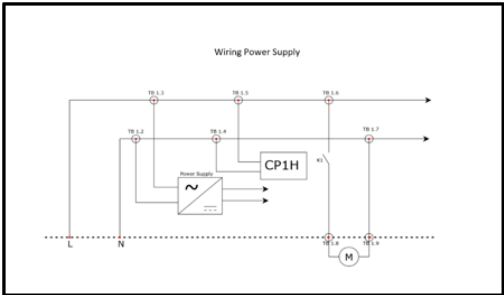
Fungsi PRV memungkinkan PLC untuk membaca jumlah pulsa dari sensor secara akurat. Agar fungsi PRV dapat bekerja dengan baik, konfigurasi input pada PLC harus diatur sebagai *High Speed Counter (HSC)*. Penggunaan HSC sangat penting karena input pulsa dari sensor memiliki frekuensi yang cukup tinggi, dan input digital biasa tidak mampu menangkap pulsa tersebut secara akurat.

Dengan konfigurasi ini, sistem mampu membaca aliran air secara real-time berdasarkan jumlah pulsa yang diterima, yang kemudian bisa dikonversikan ke satuan liter per menit atau volume total air yang mengalir.

2.1.2 Perancangan Pembuatan Elektrikal

Pada gambar 2-4 merupakan perancangan dan pembuatan elektrikal terdapat beberapa komponen yang digunakan pada sistem, *waterflow* sensor yang digunakan untuk mengukur aliran air dalam satuan Liter Per-Menit yang menggunakan tegangan 24vdc dengan sinyal *Output* berupa *Pulse*. Terdapat 1 buah Unit PLC CP1H dengan seri XA40DR-A sebagai perangkat pengolah data, pada sensor tersebut dihubungkan pada bagian input digital sensor yang menggunakan *function*

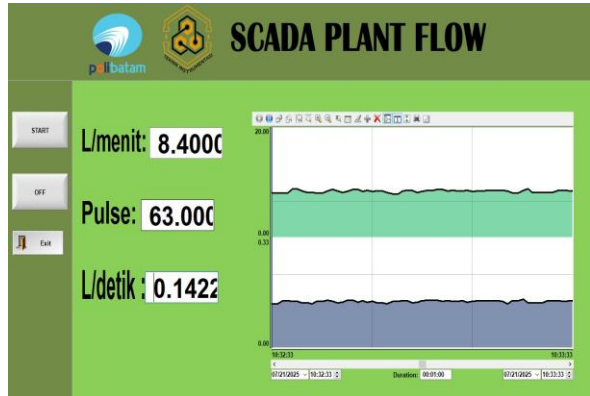
high speed counter pada alamatnya, dan perangkat lainnya yang digunakan 1 unit power supply tegangan 24v, dan pengiriman data menggunakan Komunikasi OPC UA.



Gambar 2 Perancangan Elektrikal

2.1.3 Perancangan Tampilan Interface

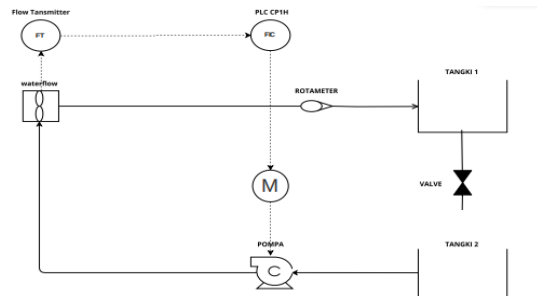
Pada Gambar 3 merupakan tampilan antarmuka sistem yang menunjukkan visualisasi data proses dari plant secara langsung, sehingga memudahkan pemantauan dan pengambilan keputusan oleh operator. Tampilan interface adalah bagian dari sistem komputer atau perangkat lunak yang digunakan langsung oleh pengguna. Bagian ini mencakup elemen-elemen visual seperti ikon, tombol, menu, dan tata letak yang dirancang agar mudah dipahami dan digunakan. Dalam proyek ini, digunakan aplikasi *Indusoft Web Studio* untuk memantau dan menampilkan proses yang berlangsung di plant secara real-time. Dengan begitu, operator bisa melihat dan memahami data yang dihasilkan dengan lebih mudah. Tampilan interface ini menampilkan data hasil monitoring dari sistem plant flow, yang kemudian ditampilkan melalui laptop atau PC.



Gambar 3 Perancangan Tampilan HMI

2.1.4 Perancangan P&ID

Pada gambar 4 merupakan gambar P&ID dari sistem SCADA plant flow yang dirancang untuk memantau dan mengontrol laju aliran cairan. Diagram P&ID ini menunjukkan sistem kontrol aliran fluida tertutup menggunakan dua tangki, pompa, katup kontrol, dan instrumen pengukuran. Air dipompa dari tangki pertama melalui katup, kemudian melewati *flow transmitter* (FT) yang mengukur laju alir, lalu diteruskan ke tangki kedua. Data dari FT dikirim ke *flow indicator controller* (FIC) yang berfungsi sebagai pengendali, mengatur motor (M) yang menggerakkan pompa agar debit air sesuai setpoint. Selain itu, terdapat rotameter



untuk pembacaan laju aliran manual, serta saklar (switch) di panel untuk menyalakan atau mematikan motor secara manual. Keseluruhan sistem ini biasanya dikontrol oleh PLC, sehingga dapat mengatur proses secara otomatis sekaligus memberikan data ke operator melalui panel kontrol.

Gambar 4 Perancangan P&ID Sistem

2.1.5 Blok Diagram Sistem

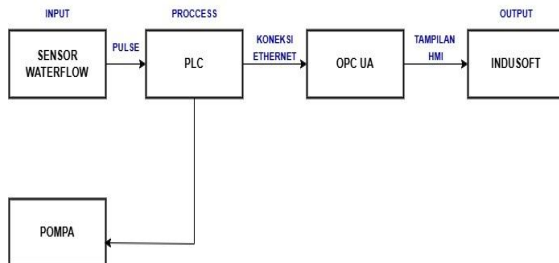
Pada Gambar 5 merupakan rancangan block diagram sistem yang menggunakan pompa sebagai input, lalu dilanjutkan ke sensor waterflow yang akan diproses oleh PLC (Programmable Logic Controller) sebagai pengendali utama dari sensor. Data yang telah diproses oleh PLC kemudian dikirimkan ke OPC UA, dan output dari OPC UA akan ditampilkan pada Indusoft

sebagai output berupa tampilan HMI (*Human Machine Interface*).

$$\text{Debit Air} = \left(\frac{30}{450} \right) \times 60 = 4,00 \text{ L/min}$$

Jadi untuk hasil dari perhitungan yang didapatkan adalah 4,00 Liter/Menit

Berikut gambar pengujian sensor mulai dari pompa kecepatan 1 sampai 3 :



Gambar 5 Blok Diagram Sistem

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan sebagai langkah untuk memastikan bahwa seluruh peralatan, sensor, dan sistem kontrol pada plant dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Pengujian ini penting untuk memvalidasi bahwa setiap komponen mampu bekerja secara optimal, memberikan data yang akurat, serta mendukung proses operasional plant secara menyeluruh. Selain itu, pengujian juga berfungsi untuk mendeteksi adanya kesalahan, kerusakan, atau penyimpangan dari spesifikasi yang telah direncanakan. Dengan demikian, hasil pengujian dapat dijadikan dasar evaluasi dan perbaikan agar plant dapat berjalan secara andal dan efisien.

Sub-bab di bawah ini akan menjelaskan beberapa metode pengujian yang dilakukan terhadap sistem dan peralatan yang terdapat pada plant, termasuk sensor-sensor yang digunakan untuk pemantauan proses.

3.1 Pengujian Sensor *Waterflow*

Pengujian ini dilakukan untuk memahami karakteristik kerja dari sensor waterflow, khususnya dalam menghasilkan sinyal pulsa (pulse) yang sebanding dengan laju aliran air. Semakin besar tekanan atau kecepatan air yang dipompa, maka semakin tinggi jumlah pulsa yang dihasilkan oleh sensor.

Untuk mengubah nilai pulsa menjadi satuan laju aliran (Liter per Menit atau LPM), digunakan rumus konversi sebagai berikut:

$$\text{Debit Air} \left(\frac{\text{L}}{\text{menit}} \right) = \left(\frac{\text{Pulse Per Detik}}{\text{Pulse Per Liter}} \right) \times 60$$

Jika sensor menghasilkan 30 Pulsa PerDetik dan Nilai Pulsa PerLiter adalah 450 yang didapat didalam *datasheet* sensor maka debit air yang diukur Adalah



Pada pengujian pompa dengan kecepatan 1, diperoleh hasil pembacaan laju aliran sebesar 3,96 L/menit berdasarkan tampilan pada sistem SCADA, sedangkan alat ukur flowmeter manual menunjukkan nilai referensi sebesar 3,89 L/menit. Dari hasil ini terlihat bahwa nilai pembacaan sensor melalui SCADA sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai acuan, dengan selisih sekitar 0,07 L/menit. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring SCADA sudah cukup mendekati nilai sebenarnya, meskipun terdapat sedikit deviasi yang masih dapat ditoleransi dalam batas akurasi sistem



Pada pengujian pompa dengan kecepatan 2, diperoleh hasil pembacaan laju aliran sebesar 7,4 L/menit berdasarkan tampilan pada sistem SCADA, sedangkan alat ukur flowmeter manual menunjukkan nilai referensi sebesar 7,2 L/menit. Dari hasil ini terlihat bahwa nilai pembacaan sensor melalui SCADA juga sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai acuan, dengan selisih sekitar 0,2 L/menit. Meskipun terdapat deviasi tersebut, nilainya masih dalam batas wajar dan dapat diterima untuk kebutuhan monitoring.



Pengujian pompa dengan kecepatan 3, diperoleh hasil pembacaan laju aliran sebesar 9,1 L/menit

berdasarkan tampilan pada sistem SCADA, sedangkan alat ukur *flowmeter* manual menunjukkan nilai referensi sebesar 8,9 L/menit. Selisih pembacaan adalah sekitar 0,2 L/menit, yang menunjukkan bahwa sistem SCADA mampu mencatat data dengan akurasi yang baik, dan deviasi yang muncul masih dalam rentang toleransi pengukuran yang dapat diterima dalam aplikasi industri.

3.3 Pengujian Penyimpanan Data ke Database Microsoft Access

Penyimpanan data dilakukan menggunakan Microsoft Access berformat .mdb (Access 2002-2003) yang kompatibel dengan Indusoft Web Studio. Langkah dimulai dari membuat database baru, mengatur history format menjadi database, lalu memilih provider “Microsoft Jet 4.0 OLE DB Provider” dan menghubungkannya dengan file database yang telah dibuat. Setelah test koneksi berhasil, konfigurasi dilanjutkan ke objek Trend dengan format penyimpanan yang sama agar data historis bisa direkam. Simulasi dilakukan dengan menjalankan HMI dan menaik-turunkan nilai variabel setiap 1 menit, lalu dicek hasilnya di file database. Sistem juga telah dikonfigurasi agar data dari sensor dapat ditampilkan di HMI dan disimpan otomatis ke database. Pengambilan data dilakukan secara berkala setiap 1 menit. Isi data yang terekam di dalam database berupa beberapa kolom penting, yaitu **Time Stamp** (waktu pembacaan), **Time Stamp M.S** (waktu dalam milidetik), **Liter/menit**, dan **Liter/detik**, yang merepresentasikan waktu dan hasil pengukuran aliran dari sensor secara real-time dan akurat.

Tabel 2 Database

Time Stamp	Time Stamp M.S	Liter/menit	Liter/detik
1/1/2023 10:00:00 AM	0	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:01 AM	1	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:02 AM	2	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:03 AM	3	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:04 AM	4	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:05 AM	5	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:06 AM	6	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:07 AM	7	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:08 AM	8	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:09 AM	9	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:10 AM	10	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:11 AM	11	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:12 AM	12	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:13 AM	13	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:14 AM	14	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:15 AM	15	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:16 AM	16	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:17 AM	17	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:18 AM	18	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:19 AM	19	8.9	0.148333
1/1/2023 10:00:20 AM	20	8.9	0.148333
Total	200	178	2.966667

3.2 Hasil Pengujian

Pada Tabel 3 ditunjukkan hasil pengujian laju aliran air pada tiga kecepatan pompa yang berbeda. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan (perc 1 hingga perc 10) pada masing-masing kecepatan pompa, kemudian dibandingkan dengan alat ukur pembanding. Pada kecepatan pompa 1, laju aliran rata-rata yang terukur adalah 3,96 L/menit, sedangkan nilai referensi pembandingnya sebesar 3,89 L/menit, dengan persentase error rata-rata sebesar 2,01%. Hal ini menunjukkan bahwa selisih antara alat ukur dan referensi masih dalam batas toleransi.

Untuk kecepatan pompa 2, rata-rata debit air yang terukur adalah 7,4 L/menit, sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai pembanding sebesar 7,2 L/menit, dengan persentase error rata-rata sebesar 2,02%. Perbedaan ini cukup kecil dan menunjukkan

kestabilan sistem pengukuran di level kecepatan menengah.

Sedangkan pada kecepatan pompa 3, tercatat rata-rata debit air 9,1 L/menit, dibandingkan nilai referensi 8,9 L/menit, dengan persentase error rata-rata sebesar 1,84%. Meskipun sedikit lebih besar dari kecepatan pompa 2, nilai error ini masih dalam batas wajar.

Sedangkan **pada kecepatan pompa 3**, tercatat rata-rata debit air 7,5 L/menit, dibandingkan nilai referensi 7,3 L/menit, dengan error rata-rata sebesar 0,8, yang masih dalam batas wajar meskipun lebih besar dari dua kecepatan sebelumnya.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa sensor dan sistem pengukuran mampu mendeteksi laju aliran dengan deviasi yang relatif kecil terhadap alat ukur pembanding, sehingga dapat dikatakan kinerja sistem monitoring cukup akurat pada rentang kecepatan pengujian.

Tabel 1 Hasil Pengujian

Pompa Ke-	Pompa Kecepatan 1	Pembanding Ke-1	Persentase Error
1	3.96	3.89	1.80%
2	7.4	7.2	2.78%
3	9.1	8.9	2.25%
4	7.5	7.3	2.74%
5	7.5	7.3	2.74%
6	7.5	7.3	2.74%
7	7.5	7.3	2.74%
8	7.5	7.3	2.74%
9	7.5	7.3	2.74%
10	7.5	7.3	2.74%
Rata-rata	7.5	7.3	2.74%

Pompa Ke-	Pompa Kecepatan 2	Pembanding Ke-2	Persentase Error
1	3.96	3.89	1.80%
2	7.4	7.2	2.78%
3	9.1	8.9	2.25%
4	7.5	7.3	2.74%
5	7.5	7.3	2.74%
6	7.5	7.3	2.74%
7	7.5	7.3	2.74%
8	7.5	7.3	2.74%
9	7.5	7.3	2.74%
10	7.5	7.3	2.74%
Rata-rata	7.5	7.3	2.74%

Pompa Ke-	Pompa Kecepatan 3	Pembanding Ke-3	Persentase Error
1	3.96	3.89	1.80%
2	7.4	7.2	2.78%
3	9.1	8.9	2.25%
4	7.5	7.3	2.74%
5	7.5	7.3	2.74%
6	7.5	7.3	2.74%
7	7.5	7.3	2.74%
8	7.5	7.3	2.74%
9	7.5	7.3	2.74%
10	7.5	7.3	2.74%
Rata-rata	7.5	7.3	2.74%

4. Kesimpulan

Pada sub bab ini dituliskan kesimpulan hasil penelitian. Kesimpulan harus Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang dan diimplementasikan sistem SCADA untuk monitoring laju aliran air, dengan memanfaatkan PLC OMRON CP1H X40DRA sebagai akuisisi data, Indusoft Web Studio sebagai antarmuka HMI, dan *Kepware* sebagai *middleware*, yang terhubung melalui protokol *Ethernet*. Sistem ini mampu bekerja secara real-time untuk memfasilitasi pemantauan dan pengendalian debit air pada plant.

2. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu membaca data debit air dengan tingkat deviasi yang relatif kecil jika dibandingkan dengan alat pembanding flowmeter, yaitu sebesar 0,07 L/menit (2,01%) pada kecepatan pompa 1, 0,2 L/menit (2,02%) pada kecepatan pompa 2, dan 0,2 L/menit (1,84%) pada kecepatan pompa 3. Nilai deviasi dan error tersebut masih berada dalam batas toleransi dan dapat diterima untuk aplikasi pemantauan debit air di lingkungan industri.

3. Sistem monitoring ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dan keandalan proses kontrol debit air pada plant, sekaligus meminimalkan kesalahan pengukuran manual, sehingga sesuai dengan tujuan tugas akhir untuk mendesain sistem monitoring debit air berbasis SCADA secara presisi dan real-time.

4. Sistem SCADA yang dikembangkan telah dilengkapi dengan fitur penyimpanan data hasil pemantauan ke dalam database, sehingga memungkinkan pencatatan data historis laju aliran air secara otomatis dan terstruktur. Hal ini mendukung kebutuhan dokumentasi dan analisis lebih lanjut terhadap performa sistem.

Effect. *Chinese Journal of Sensor Technology*, Vol. 33, No. 2, hlm. 65–72.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dan memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam yang telah memberikan fasilitas, bimbingan, dan waktu selama proses penelitian berlangsung.

7. Daftar Pustaka

- [1.] A., 2021. PLC Omron CP1H dan implementasinya dalam SCADA flow monitoring. Prosiding Seminar Nasional Otomasi dan Instrumentasi, hlm. 45–50.
- [2.] Ashok, R. dan Murthy, C. S., 2019. SCADA based monitoring and control system for industrial applications. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, Vol. 8, No. 6, hlm. 1234–1238.
- [3.] ATLAS, 2018. *Laporan investigasi kebocoran pipa minyak bawah laut di Indonesia*. Jakarta: ATLAS Energy Report.
- [4.] OMRON, 2019. CP1H PLC instruction manual. Kyoto: Omron Corporation.
- [5.] KEPServerEX, 2021. Getting started with OPC UA and Omron FINS protocol.
- [6.] Rohmingtluanga, L., Lalramthara, R. dan Pachuau, L., 2023. Design and implementation of SCADA system for intake monitoring in energy management plan. *Energy and Water Journal*, Vol. 9, No. 1, hlm. 55–63.
- [7.] Tamar, 2023. *Integrasi sistem SCADA dan ERP untuk optimalisasi manajemen produksi*. Journal of Industrial Informatics, Vol. 15, No. 2, hlm. 87–95.
- [8.] Wonderware Indusoft, 2020. Indusoft Web Studio user guide. [Manual Teknis]. Tersedia di:
- [9.] Vecchio-Sadus, A. M., 2007. *Enhancing safety awareness in laboratory environments*. Journal of Chemical Health and Safety, Vol. 14, No. 5, hlm. 18–23.
- [10.] Zhang, Y., 2020. Design and application of flow sensor monitoring based on SCADA and Hall