

Sistem Pemodelan *Flow Rate Control* Menggunakan Teknologi 4.0 di Laboratorium Instrumentasi PTKI Medan

Mansyur^{*1}, Said Hanief², Dian Kurnia³, Toba Sastrawan Manik⁴, Yanto⁵

^{1,4,5} Program Studi Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

² Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

³ Program Studi Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 10 April 2023

Revisi Akhir: 10 May 2023

Diterbitkan Online: 01 July 2023

KATA KUNCI

Fluida zat Cair , plat orifice, transmitter, Mikrokontroler, Komputer, CPO, Minyak

Keywords:

Liquid fluid, orifice plate, transmitter, Microcontroller, Computer, CPO, Oil

KORESPONDENSI

E-mail: surmansyur@yahoo.co.id

A B S T R A K

Pengukuran laju aliran fluida merupakan pengukuran untuk mendapatkan data-data untuk dianalisis karena pada prinsipnya fluida merupakan energi bertekanan yang semakin banyak dikembangkan industri. Setiap metode pengukuran laju aliran akan menghasilkan suatu nilai karakteristik yang berbeda-beda, tidak semua jenis pengukuran laju aliran dapat menggunakan metode yang sama, dilihat dari pressure drop yang dihasilkan akan mempengaruhi setiap metode yang digunakan. Pada penelitian ini dilakukan pengendalian laju aliran dan data rekonsiliasi pada penggabungan pipa. Pada pengukuran fluida sering dijumpai sambungan pipa seperti elbow dengan kemiringan tertentu. Kemiringan pada elbow, orifice dan venturi tersebut dapat mempengaruhi perbedaan tekanan maupun pressure drop pada fluida yang melewati elbow tersebut. Pada penelitian juga melakukan sistem pengendalian laju aliran melewati plat orifice dan transmitter sebagai sensor. Kemudian akan dikembangkan pada pengukuran laju aliran menggunakan sensing elemen dengan menggunakan mikrokontroler dan display monitoring dengan menggunakan komputer. Rekonsiliasi dilakukan dengan flow rate sebagai variabel pengukuran untuk membuktikan bahwa laju aliran sesuai yang diinginkan atau dengan set point. Data tersebut akan tersimpan langsung pada device computer. Hasil dari pengujian didapatkan bahwa nilai error tertinggi pada alat flowmeter 4.0 yakni 1,9 dengan nilai set point 40 %. Untuk nilai PID yakni P diangka 1,999 sedangkan I yakni 999 dan D pada angka 100 merupakan nilai PID yang paling optimal dan menunjukkan hasil paling cepat

A B S T R A C T

Fluid flow rate measurement is a measurement to obtain data for analysis because in principle fluid is pressurized energy which is increasingly being developed by industry. Each method of measuring flow rate will produce a different characteristic value, not all types of flow rate measurement can use the same method, judging from the resulting pressure drop it will influence each method used. In this research, flow rate control and data reconciliation were carried out on pipe merging. When measuring fluids, pipe connections such as elbows with a certain slope are often found. The slope of the elbow, orifice and venturi can affect the pressure difference or pressure drop in the fluid that passes through the elbow. The research also carried out a flow rate control system through the orifice plate and a transmitter as a sensor. Then it will be developed to measure flow rates using sensing elements using a microcontroller and display monitoring using a computer. Reconciliation is carried out with flow rate as a measurement variable to prove that the flow rate is as desired or with the set point. The data will be stored directly on the computer device. The results of the test showed that the highest error value for the flowmeter 4.0 was 1.9 with a set point value of 40%. For the PID value, P is 1.999, while I is 999 and D is 100, which is the most optimal PID value and shows the fastest results.

PENDAHULUAN

Saat ini dengan gelombang revolusi industri 4.0 telah menyebar ke segala penjuru dunia. Dalam revolusi industri 4.0 ini telah dimanfaatkan berbagai gabungan (konvergensi) antara teknologi informasi (IT) dan teknologi operasional (OT) yang dapat menghasilkan digitalisasi sistem produksi (digital twin), dan dimanfaatkannya teknologi komputasi awan (cloud computing) yang dikombinasikan dengan teknologi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), *Internet of Thing* (IOT), dan big data sehingga dimungkinkan terbentuknya Cyber-Physical System (CPS) dan industri cerdas (*smart factory*) [1].

Revolusi industri 4.0 ini juga merupakan pengembangan dari revolusi industri sebelumnya yang telah menyebabkan perubahan paradigma pada sektor manufaktur. Teknologi mekanisasi yang menggunakan tenaga air dan uap muncul pada era revolusi industri 1.0. Kemudian teknologi produksi massal pada lini perakitan yang menggunakan tenaga listrik muncul pada era revolusi industri 2.0. Selanjutnya teknologi otomatisasi yang menggunakan teknologi informasi hadir pada era revolusi industri 3.0. Jenis-jenis teknologi yang muncul pada masing-masing era revolusi industri tersebut[2].



Gambar 1: Perpindahan Revolusi Industri

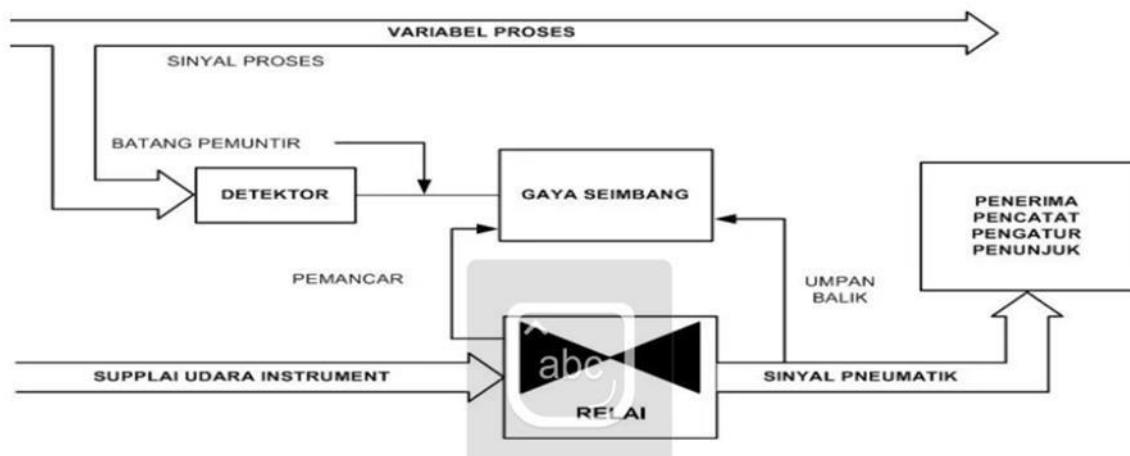
Pengukuran aliran fluida adalah sangat penting di dalam suatu industri proses seperti Pabrik Kelapa Sawit (PKS), kilang minyak (refinery), pembangkit listrik (power plant) dan industri kimia (petrochemical). Pada industri proses seperti ini, memerlukan penentuan kuantitas dari suatu fluida (liquid, gas atau steam) yang mengalir melalui suatu titik pengukuran, baik didalam saluran yang tertutup (pipe) maupun saluran terbuka (open channel). Kuantitas yang ditentukan antara lain ; laju aliran volume (volume flow rate), laju aliran massa (mass flow rate), kecepatan aliran (flow velocity)[3].

Instrumen untuk melakukan pengukuran kuantitas aliran fluida ini disebut flowmeter. Pengembangan flowmeter ini melalui tahapan yang luas mencakup pengembangan flow sensor, interaksi sensor dan fluida melalui penggunaan teknik komputasi (computation techniques), transducers dan hubungannya dengan unit pemrosesan sinyal (signal processing units), serta penilaian dari keseluruhan sistem di bawah kondisi ideal, kondisi gangguan (disturbed), kasar (harsh), kondisi berpotensi meledak (explosive conditions) serta pada lokasi laboratorium dan lapangan (field)[4].

TINJAUAN PUSTAKA

1. Transmitter

Pada dasarnya Transmitter adalah fungsi untuk mengubah sinyal proses menjadi sinyal Instrumen. Serta mengirimkan sinyal Instrumen itu ke alat penerima seperti pencatat, pengatur, dan penunjuk. Transmitter pada umumnya terdiri dari dua bagian yaitu Bagian Perasa (detector) dan Bagian Pengirim.



Gambar 2. Blok diagram transmitter

Transmitter dalam proses yang umum ada empat macam yaitu: Pressure, Level, Temperature dan Flow, maka transmitter yang mengirimkan sinyal proses dari ke empat variable ini sering disebut Pressure Transmitter (PT), Level Transmitter (LT), Temperature Transmitter (TT) dan Flow transmitter (FT)[5].

2. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

Supervisory Control and Data Acquisition merupakan sebuah sistem yang mengumpulkan informasi atau data-data dari lapangan dan kemudian mengirimkannya ke sebuah komputer pusat yang akan mengatur, mengolah, mengontrol data-data tersebut. Sistem SCADA digunakan dalam berbagai industri dan sistem proses, khususnya dalam bidang ketenagalistrikan. Sistem SCADA diperlukan untuk menangani suatu sistem plant dengan melakukan pengendalian, pengawasan, penandaan, perekaman dan pengambilan data dengan tingkat kompleksitas yang tinggi bahkan bisa menangani hingga ratusan ribu I/O secara terpusat.

Sistem SCADA digunakan untuk memonitor dan mengendalikan pabrik atau alat-alat pada bidang industri seperti telekomunikasi, kendali air dan limbah, energi, minyak, pemurnian gas, transportasi, dan di bidang ketengalistrikan. Sistem SCADA ini dibentuk oleh empat komponen yang memiliki sinergisitas fungsi satu sama lain, komponen tersebut antara lain:

- a. Transducer : Peralatan instrumentasi di lapangan pada sebuah plant berupa sensor digunakan untuk membaca sinyal analog atau digital yang diukur, sedangkan aktuator digunakan untuk mengendalikan peralatan seperti motor, saklar, katup, dan sebagainya.
- b. Remote Terminal Unit (RTU) umumnya berupa sebuah unit yang dilengkapi dengan sistem mandiri seperti sebuah komputer, yang ditempatkan pada lokasi dan tempat-tempat tertentu di lapangan. RTU bertindak sebagai pengumpul data lokal yang mendapatkan datanya dari sensor-sensor dan mengirimkan perintah langsung ke peralatan di lapangan yang berfungsi untuk mengendalikan aktuator, membaca sinyal dari sensor dan berkomunikasi dengan pusat pengendali.
- c. Jaringan komunikasi digunakan untuk menghubungkan RTU dengan stasiun pusat pengendali MTU yang dapat berupa jaringan kabel, atau radio.
- d. Master Terminal Unit (MTU) merupakan komputer yang digunakan sebagai pengolah pusat dari sistem SCADA. MTU ini menyediakan Human Machine Interface (HMI) bagi pengguna, dan secara otomatis mengatur sistem sesuai dengan masukan-masukan dari sensor yang diterima[6].

3. Arduino

Tujuan dibuatnya Arduino adalah untuk memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan lingkungannya dengan menggunakan mikrokontroler AVR. Arduino merupakan papan-tunggal mikrokontroler serba guna yang bisa diprogram dan bersifat open-source. Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan pertambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode program. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut programmer atau downloader) untuk memuat atau meng-upload kode baru ke dalam mikrokontroler. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk memulai menggunakan Arduino (Dr. Muhammad Yusro., MT., 2016).

Arduino ialah sebuah single board yang memiliki pin power, input/output digital, analog, mikrokontroler, RAM (Random Access Memory), EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), Komunikasi Serial seperti SPI (Serial Peripheral Interface), UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) dan I2C (Inter Integrated Circuit), ROM (Random Only Memory), serta USB type B yang digunakan untuk mengupload program ke Arduino. Arduino sendiri merupakan perkembangan dari sebuah Atmega (mikrokontroler), untuk mengaktifkan pin input/output digital ataupun analog Arduino harus diprogram terlebih dahulu dengan menggunakan bahasa program seperti bahasa BASIC, Python, C dan Arduino. Arduino mempunyai bahasa pemrograman sendiri yaitu bahasa pemrograman Arduino. Bahasa pemrograman Arduino merupakan implementasi dari bahasa C dan C++ yang sudah disederhanakan dengan sedemikian mungkin. Sehingga para pengguna dapat lebih mudah untuk berinteraksi dengan Arduino. Arduino memiliki software sendiri bernama Arduino IDE. Dengan menggunakan software tersebut, kita dapat memberikan instruksi kepada Arduino sesuai apa yang kita inginkan[7].

Melihat perkembangan dipasaran sekarang Arduino sudah sangat pesat berkembang, sehingga terdapat beberapa jenis Board Arduino seperti Arduino Uno, Arduino Mega2560, Arduino Nano, Arduino Promini, Arduino Lylipad, Arduino Leonardo dan sebagainya. Pertama kali board arduino yang dijual dipasar ialah Arduino Uno. Dibawah ini merupakan bentuk fisik dari Arduino Uno yang dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.

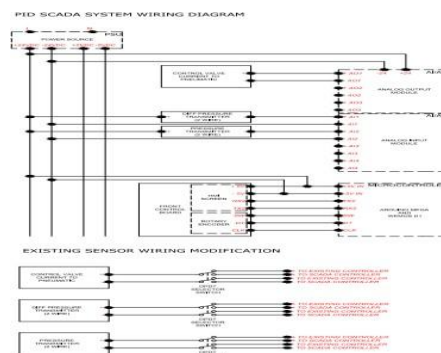


Gambar 3. Arduino Uno

4. OPC (Openness, Productivity and Connectivity)

OPC pada awalnya merupakan sebuah OLE (Penghubung dan penaut objek) pada kontrol sebuah proses industri. Dikarenakan OLE telah berubah nama menjadi 'ActiveX' maka akronim ini tidak berarti, hingga pada jaman sekarang OPC hanyalah sebuah nama. Terkadang OPC juga diartikan sebagai openness, productivity, and connectivity (Konektivitas produksi terbuka).

Tujuan awal dari satuan tugas OPC adalah mengembangkan cara untuk memfasilitasi akses yang mudah ke data proses. Sistem harus mudah digunakan, mudah diimplementasikan (terutama pada sisi server), dan harus beroperasi secara efisien khususnya pada pemakaian daya sistem (seperti pemakaian persen CPU), dan harus mempunyai tingkat fungsionalitas yang cukup tinggi, serta harus cukup fleksibel untuk mengakomodasi kebutuhan beberapa vendor. Tujuan-tujuan ini berhasil tercapai, anggota dari satuan tugas OPC ini antara lain Fisher-Rosemount, Intellution, Intuitive Technology, Opto22, Rockwell Automation, Siemens, dan Microsoft telah tumbuh dan bergabung pada OPC Foundation dengan beberapa ribu anggota lainnya (IDC Technologies, 2020).



Gambar 4. PID Scada Sistem Wiring Diagram

METODOLOGI

1. Pemodelan Simulator Flow Rate Control

Pada tahap ini dilakukan pemodelan plant Flow rate control pada aliran pipa berdasarkan hukum bernauli dan dengan spesifikasi fisik dari komponen-komponen yang ada pada sistem pengaturan Flow rate. Pemodelan meliputi pompa, kerangan kontrol, pipa, transmitter elektrik , dan seperangkat computer.

2. Perancangan simulasi.

Berdasarkan kondisi yang ada, letak Simulator Flow Control dari Komputer control terpisah, sehingga perlu dirancang simulasi sistem untuk mempermudah penelitian.

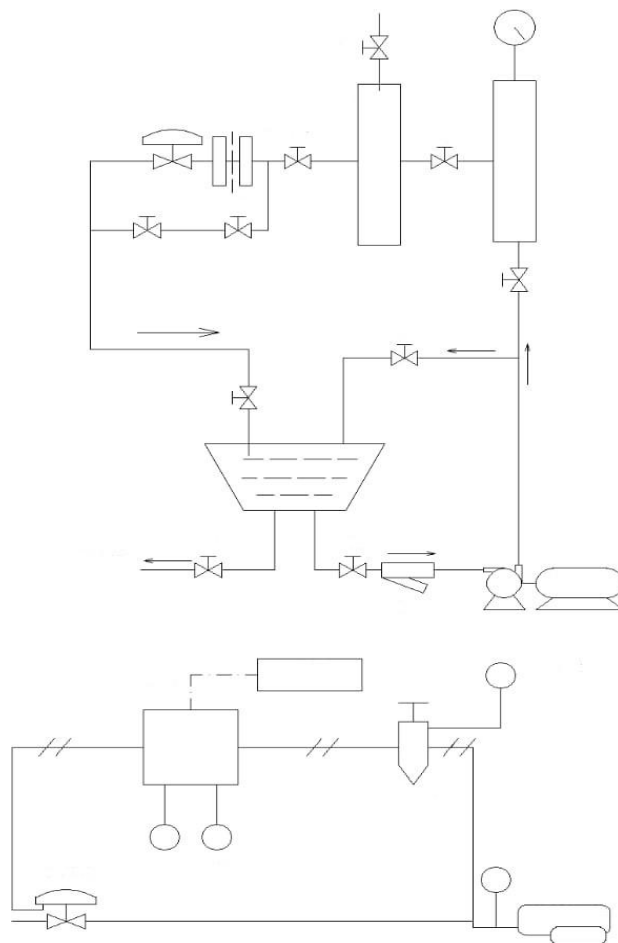
3. Penyusunan Model Sistem

- Menentukan Sistem yang akan diteliti dan komponen-komponen yang akan menyusun sistem tersebut.
- Menyusun sistem dan pemodelan Simulator dengan metode Sistem Identifikasi sehingga diperoleh fungsi alih Simulator.
- Fungsi alih sistem Simulator yang telah didapatkan diubah ke program computer

4. Pengambilan data.

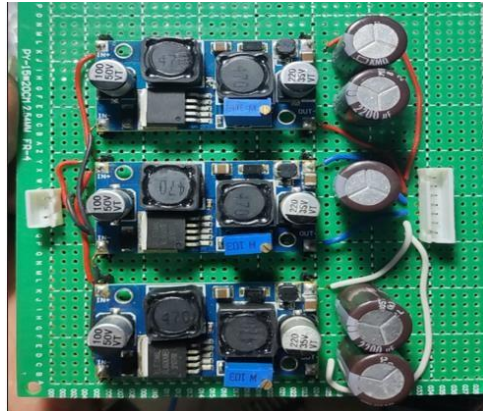
Berdasarkan Gambar skema dibawah pengambilan data laju aliran debit fluida akan terinput kedalam device/laptop yang sudah terkoneksi dengan alat Flow rate control, sehingga data setiap detik akan tercatat, Adapun data-data yang tercatat pada device/laptop:

- Waktu
- Laju Alir (PV L/H)
- % Buka Control Valve (CV %)
- Target yang di inginkan (SP L/H)

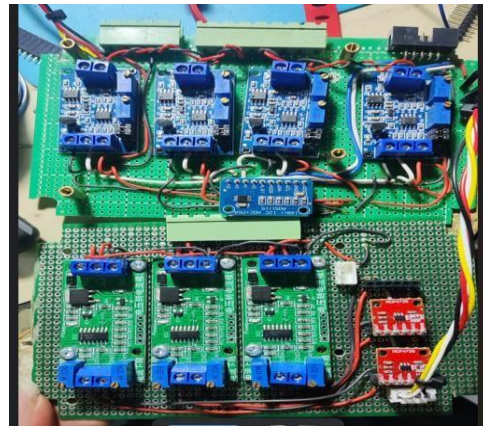


Gambar 5. Skema Alat Penelitian Flow Rate Control

Sistem otomatisasi dapat memberikan manfaat yang lebih dibandingkan dengan sistem konvensional. Sistem otomatis ini berkembang seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini. Perkembangan teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk memudahkan dan meningkatkan sebuah sistem. Ciri khas dari alat-alat yang otomatis adalah dibenamkannya komponen-komponen elektronik yang akan menjalankan fungsi pengendalian dan pengontrolan.



Gambar 6. Supplay Voltage Module



Gambar 7. Analog input dan Analog output Card

5. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi PTKI Medan.

6. Alat-alat

- | | |
|-------------------|--------|
| a. Simulator | 1 unit |
| b. Compressor | 1 buah |
| c. Komputer | 1 unit |
| d. Supply voltage | 1 unit |
| e. Analog input | 1 unit |
| f. Analog output | 1 unit |

6. Prosedur Pengambilan data

Adapun beberapa Langkah mendapatkan data dari alat flowmeter sebagai berikut:

- a. Koneksi kabel
 1. Menghidupkan alat Flowmeter
 2. Menghidupkan laptop/komputer
 3. Menyambungkan kabel ke laptop/computer
 4. Mencoba laptop dan alat flowmeter sudah terkoneksi
 5. Mencoba aplikasi OPC apakah sudah berjalan
 6. Membuka aplikasi WINCC kemudian memulai running aplikasi
 7. Pada alat flowmeter tukar switch ke pilihan bypass
 8. Tekan layar flowmeter pada bagian flow
 9. Kemudian Input nilai MV pada laptop

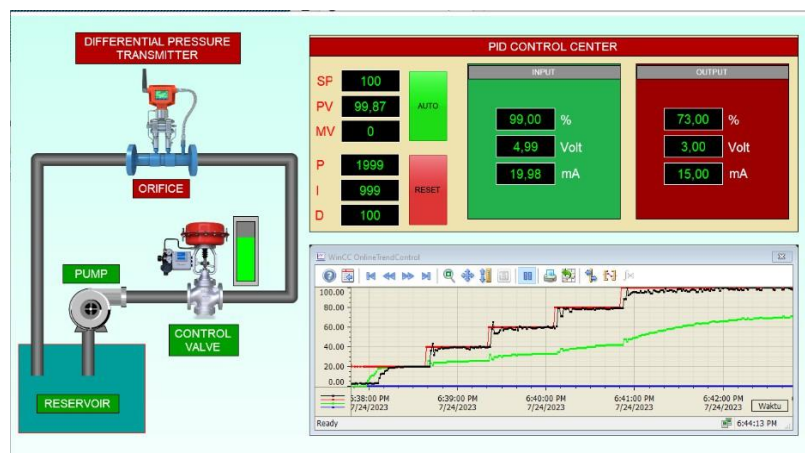
10. Catat CV dan PV yang ditampilkan oleh alat flow meter

b. Koneksi internet

1. Tahap 1-2 sama dengan koneksi kabel
2. Koneksikan hotspot internet dengan SSID (Medan)
3. Buka google spreadsheet
4. Tekan Switch layar tahan sampai mod 2
5. Masukkan input MV sesuai dengan data yang diinginkan
6. Lalu input angka 1 pada bagian start
7. Catat CV dan PV yang ditampilkan pada google spreadsheet (data)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengaruh Flow Rate didalam pipa terhadap penggunaan sistem Pemodelan Flow rate Control dengan Teknologi 4.0



Gambar 8. Tampilan interface mode otomatis

P = 1999 %

I = 999 menit

D = 100 menit

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran flow rate

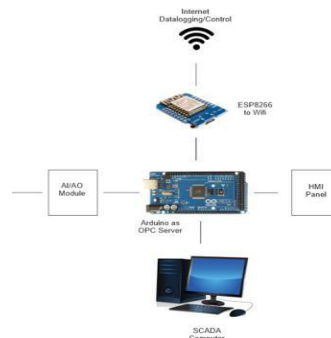
NO	SP %	CV %	PV l/h	Error %
1	0	0	0	0
2	20	20	19,83	0,85
3	40	26	39,24	1,90
4	60	33	60,56	0,93
5	80	42	79,19	1,01
6	100	73	98,21	1,79

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil pengambilan data alat flowrate dengan menggunakan teknologi 4.0. Adapun pengaturan PID kontrol pada alat tersebut ialah P (Proportional): 1999 %; I (Integral): 999 menit dan Derivative: 100 menit. Sehingga didapatkan nilai bukaan control valve (CV) dan Proses variabel (PV) dimana akan didapat besaran yang sama antara proses variabel (PV) dengan set point (SP). Error yang terdapat pada tabel 4.1 merupakan selisih antara nilai set point dan Proses variable. Pada tabel tersebut terlihat bahwa rentang nilai masih didalam ambang batas 5 %. Sehingga akurasi pada nilai PID diatas sesuai dengan pengukuran flow meter.

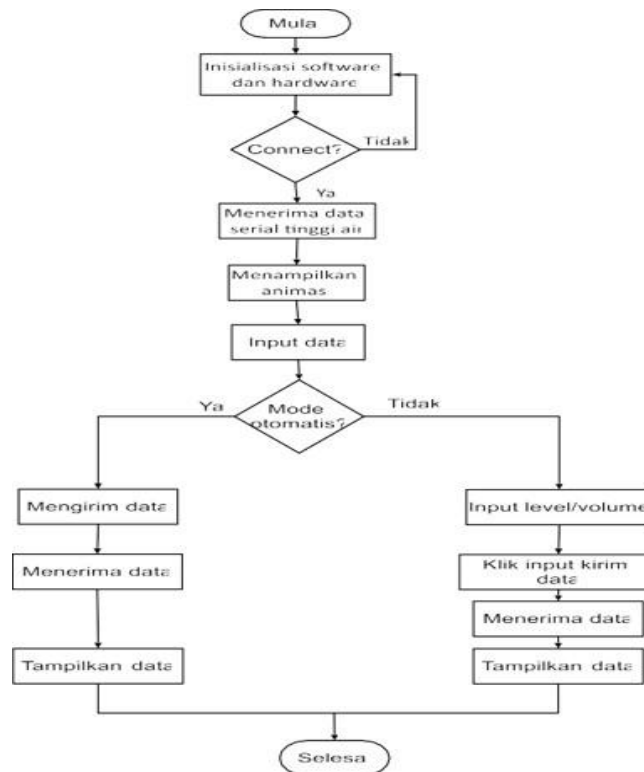
b. Keterpasangan P & I Diagram Sistem Pemodelan Flow rate Control menggunakan Teknologi 4.0 di Laboratorium Instrumentasi PTKI Medan

- Hasil Perancangan

Hasil pabrikasi sistem pengontrolan Flow rate Control ini memiliki Bak air, pompa, plat orifice, Transmitter, Control Valve, Computer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

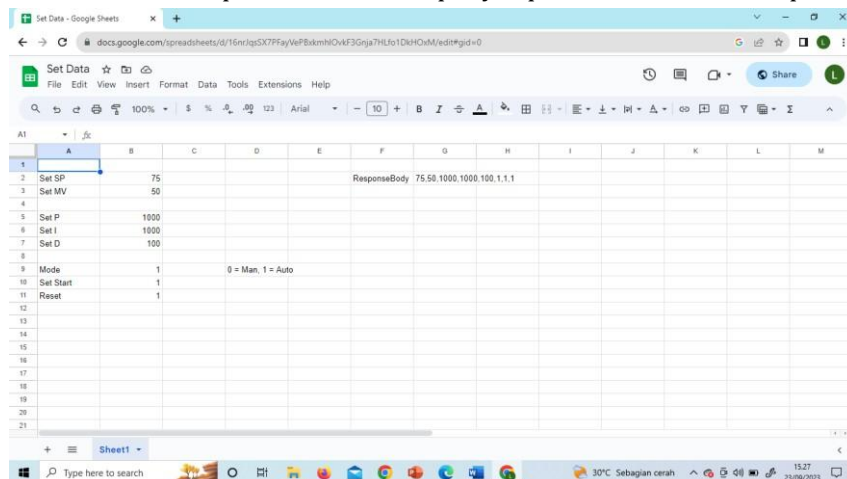


Gambar 9. rangkaian simulasi controller



Gambar 10. Kerangka Proses Control

Pada Sistem online yang digunakan pada alat flowmeter input data dilakukan pada google spreadsheet yang sudah tersambung dengan email laboratorium instrument. Sehingga semua data akan tersimpan langsung pada drive email tersebut. Hal ini dapat memudahkan penyimpanan dan akses data pada alat flow meter.



Gambar 11. Tampilan Input data secara online

Pada Gambar diatas terdapat 2 mode yakni mode manual dan otomatis. Pada mode manual memungkinkan bagi pengguna untuk mendapatkan nilai PV sesuai dengan inputan nilai MV. Sedangkan pada mode otomatis memungkinkan pengguna untuk menentukan nilai PID yang optimal. Sehingga variable MV tidak digunakan hanya PV dan SP yang kemudian dapat melihat hasil PID yang optimal. Adapun seluruh data yang diambil secara koneksi internet akan tercatat pada google spreadsheet dibawah ini.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Date	Time	SP	PV	MV	Mode	P	I	D				
2	2023/09/19	0:50:59	75	-16	50	1	1000	1000	100				
3	2023/09/19	0:50:50	75	-16	50	1	1000	1000	100				
4	2023/09/19	0:50:44	75	61	50	1	1000	1000	100				
5	2023/09/19	0:50:35	75	50	50	1	1000	1000	100				
6	2023/09/19	0:50:29	75	50	50	1	1000	1000	100				
7	2023/09/19	0:50:20	75	6	50	1	1000	1000	100				
8	2023/09/19	0:50:15	75	6	50	1	1000	1000	100				
9	2023/09/19	0:50:05	75	6	50	1	1000	1000	100				
10	2023/09/19	0:49:54	75	6	50	1	1000	1000	100				
11	2023/09/19	0:49:43	75	65	50	1	1000	1000	100				
12	2023/09/19	0:49:31	75	50	50	1	1000	1000	100				
13	2023/09/19	0:49:20	75	48	50	1	1000	1000	100				
14	2023/09/19	0:49:08	75	4	50	1	1000	1000	100				
15	2023/09/19	0:49:02	75	62	50	1	1000	1000	100				
16	2023/09/19	0:48:52	75	51	50	1	1000	1000	100				
17	2023/09/19	0:48:47	75	49	50	1	1000	1000	100				
18	2023/09/19	0:48:37	75	4	50	1	1000	1000	100				
19	2023/09/19	0:48:32	75	61	50	1	1000	1000	100				
20	2023/09/19	0:48:23	75	47	50	1	1000	1000	100				
21	2023/09/19	0:48:17	75	75	50	1	1000	1000	100				

Gambar 12. Data Akhir Melalui Koneksi Internet

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem monitoring dan Flow Rate Control ini dapat dijadikan salah satu alternatif untuk media pembelajaran sistem otomasi industri dengan variabel pengontrolan menggunakan pneumatic control Valve untuk mengatur Flow Rate Control. Sistem ini memanfaatkan sensor Differensial Pressure Transmitter sebagai pendeteksi kecepatan aliran fluida di dalam pipa dengan menggunakan plat orifice dengan menggunakan sebuah interface laptop sebagai pusat kontrolnya dengan $P = 1999 \%$, $I = 999$ menit, $D = 100$ menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Riduan Azhari, U. Ali Ahmad, And J. Satria Wicaksana, "Desain Dan Implementasi Pengukuran Debit Air Menggunakan Portable Flow Meter Berbasis Internet Of Things (Studi Kasus Pdam Kabupaten Madiun) Design And Implementation Of Water Flow Measurement Using A Portable Flow Meter Based On The Internet Of Things (Study Case Pdam Madiun District)," *E-Proceeding Of Engineering*, Vol. 9, No. 3, Pp. 997–1011, 2022.
- [2] H. Darmadi, G. Gultom, D. Kurnia, And I. Syabil, "Pengaruh Gesekan Material Raw Mix Penyebab Keausan Terhadap Vertical Mill Pada Tyre Vertical Mill," Vol. 9, No. 1, 2023.
- [3] E. Yuni, W. ; Dwi, A. Sudjimat, And A. Nyoto, "Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia Di Era Global," 2016.
- [4] D. Sawitri, "Revolusi Industri 4.0 : Big Data Menjawab Tantangan Revolusi Industri 4.0," 2019.
- [5] F. Abdullah, "Fenomena Digital Era Revolusi Industri 4.0," *Jurnal Dimensi Dkv Seni Rupa Dan Desain*, Vol. 4, No. 1, Pp. 47–48, 2019, [Online]. Available: [Http://www.carahsoft.com/community/the-digital-government-americans-deserve](http://www.carahsoft.com/community/the-digital-government-americans-deserve)
- [6] S. Gideon, A. A. Sitinjak, H. Darmadi, And M. Rafli, "Jifp (Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya) Pemanfaatan Fitur Ispring Quiz Maker Sebagai Media Ujian Praktikum Fisika Secara Daring Di Masa Pandemi Covid-19," Vol. 5, No. 2, Pp. 31–39, 2021, [Online]. Available: [Http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/](http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/)
- [7] R. Nur Fitriyah, "Pengembangan Kompetensi Guru Di Era Revolusi Industri 4.0 Melalui," In *Prosiding Sendi_U*, 2019, Pp. 359–364.