



IMPLEMENTASI RASIO KONTROL PROSES BAHAN CAIR PADA MINI-PLANT MULTI-PRODUK MULTI-JALUR BAGIAN PENGISIAN

Yogi Sulistyopambudi¹, Muhamad Rifa'i², Ratna Ika Putri³
e-mail: yogisulistyopambudi@gmail.com, muh.rifai@polinema.ac.id,
ratna.ika@polinema.ac.id

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

ABSTRAK

Sistem Kontrol Proses selalu mengalami perkembangan, salah satunya dengan adanya SIEMENS SIMATIC S7400, yang memiliki banyak fitur di dalamnya yang dapat memudahkan pengontrolan suatu mini-plant. Seperti pengontrolan pada laju aliran bahan cair. Dengan memanfaatkan fitur pada PCS7 S7400 yakni CFC(Continuous Function Chart), dan SFC(Sequence Function Chart) yang memudahkan pengontrolan dalam suatu mini-plant yang dapat dilakukan secara otomatis oleh operator. Pengkoneksian dan pengaturan aktuator atau sensor pada mini-plant dapat dilakukan karena dilengkapi dengan modul interface SIMATIC ET200SP dan Software Simatic PCS7 (Process Control System) yang memudahkan pengoprasian dan penyetingan komunikasi serta pembuatan program. Pada kontrol laju aliran air yang menggunakan metode Rasio Kontrol pada CFC dengan rasio 2:1 dari tangki reaktor 1 dan 2 dengan perolehan nilai error 3% dengan pembacaan nilai aktual sebesar 5 mL/s pada sensor aliran 1 (kecepatan putaran motor pompa maksimal 12V), pada setpoint sebesar 5 mL/s(kecepatan putaran motor pompa maksimal 12V).

Kata kunci: DCS, Laju Aliran, Rasio Kontrol, SIMATIC,

ABSTRACT

Process Control System is always developing, one of which is the SIEMENS SIMATIC S7400, which has many features in it that can facilitate the control of a mini-plant. Such as controlling the flow rate of liquid materials. By utilizing the features on the PCS7 S7400, CFC (Continuous Function Chart), and SFC (Sequence Function Chart) which makes it easy to control a mini-plant controlled automatically by operator. Connecting and setting the actuator or sensor on the mini-plant can be done because it is equipped with the SIMATIC ET200SP interface module and Simatic PCS7 Software (Process Control System) which makes it easy to operate and set up communication and program development. Control of the water flow rate using the Control Ratio method on CFC with a ratio of 2:1 from reactor tanks 1 and 2 with an error value of 3% with an actual value reading of 5 mL/s at flow sensor 1 (maximum pump motor rotation speed 12V), set point of 5 mL/s(maximum pump motor rotation speed 12V).

Keywords: DCS, Flow Rate, Ratio control, SIMATIC,

Article History

Received: Juli 2024

Reviewed: Juli 2024

Published: Juli 2024

Plagirism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Koehesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Koehesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di Indonesia sangatlah pesat, pemanfaatan teknologi sebagai sarana yang dapat mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya sebagai media pada sistem pengontrolan pada industri bahan cair, di era yang modern ini sungguh tidak efisien jika pencampuran suatu proses bahan cair masih dilakukan dengan dengan cara manual. Saat ini

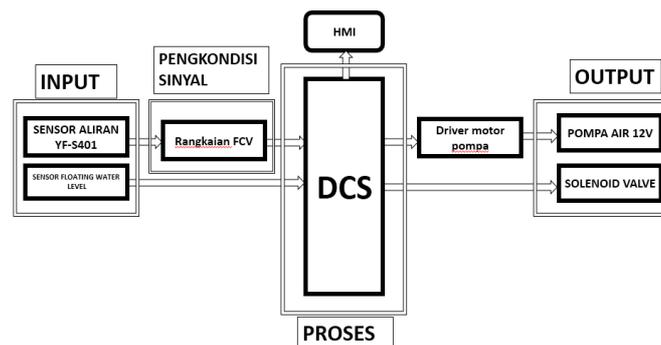
banyak ditawarkan suatu metode kontrol yang efektif dan mudah untuk diimplementasikan dalam sebuah proses. Sistem kontrol yang saat ini sedang marak digunakan di dunia industri yaitu DCS (Distributed Control System) [1].

DCS (Distributed Control System) merupakan sebuah sistem kontrol yang berorientasi untuk membuat suatu sistem pengendali yang terdistribusi dan terintegrasi. Dalam sebuah industri, penggunaan kontrol DCS dapat diimplementasikan dalam berbagai plant industry, salah satunya adalah proses bahan cair [2]. Pencampuran proses bahan cair merupakan proses yang sangat umum digunakan dalam sebuah industri untuk menghasilkan suatu produk yang diinginkan dengan komposisi tertentu. Keberhasilan suatu proses pencampuran bergantung pada keakuratan komposisi bahan yang dibutuhkan. Setpoint ini dapat di kontrol menggunakan DCS. Sensor yang digunakan ialah sensor aliran dan sensor level [3]. Metode yang digunakan dalam proses pengisian ini ialah Ratio Control. Ratio Control adalah sistem pengendalian yang dapat dilakukan oleh sistem DCS dimana hal ini diperlukan pada suatu loop kontrol yang membutuhkan satu sistem pengontrolan yang bertingkat [4].

Pentingnya pemahaman tentang DCS (Distributed Control System) dan metode yang dapat digunakan pada DCS seperti yang telah dijelaskan di atas, perlu adanya sebuah modul ajar simulasi yang dapat digunakan oleh mahasiswa dalam proses pembelajaran kontrol dan proses di Politeknik Negeri Malang agar dapat memberikan gambaran umum tentang kontrol dan proses yang ada di industri [5].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Blok



Gambar 1 : Blok Diagram Sistem

Gambar 1 adalah diagram blok sistem secara keseluruhan sistem ini akan dirancang memiliki beberapa komponen elektronik dan rancangan software yang diperlukan. Pemjelasan blok diagram diatas yaitu :

1. Masukan

Sensor aliran akan memberikan sinyal frekuensi yang akan di konfersi ke dalam bentuk tegangan oleh rangkaian pengkondisi sinyal sebelum di baca oleh DCS dan sensor level akan memberikan sinyal digital yang dapat dibaca langsung oleh dcs.

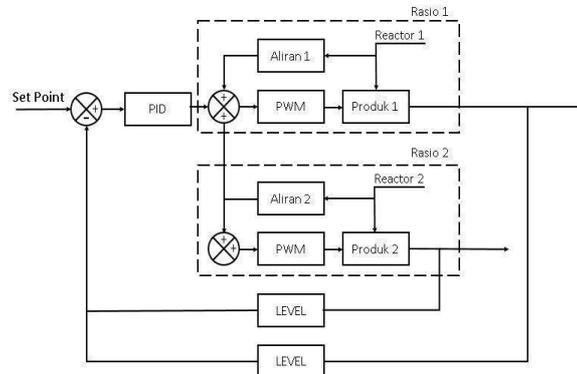
2. Proses

Sinyal yang diterima oleh DCS dari semua sensor akan di proses sesuai set point yang di tentukan, sensor aliran akan memberikan jumlah aliran yang terbaca sesuai setpoint dan sensor level akan memberikan sinyal jika level pada tangki sudah penuh.

3. Keluaran

Setelah proses dalam DCS selesai data akan di kirimkan kepada actuator yaitu motor pompa yang memberikan aliran pada sensor aliran untuk dan valve mengatur arah kemana bahan cair akan di tempatkan kedalam tangki 1 atau tangki 2.

Gambar 2 : Blok Diagram Sistem



Gambar 2 adalah diagram blok kontrol dari keseluruhan sistem yang akan di kontrol. Penjelasan dari diagram blok di atas sebagai berikut :

- 1.)Set point terlebih dahulu berapa mililiter yang boleh melewati sensor aliran 1 dari tangki reaktor 1 dan berapa mililiter yang boleh melewati sensor aliran 1 dari rektor.
- 2.)Setelah kedua bahan cair tercampur pada tangki produk 1 maka kedua aliran tersebut menjadi rasio 1 yang tergabung dari dua aliran yang berbeda jumlahnya dari tangki reaktor 1 dan 2.
- 3.)Sama dengan rasio 1 pada rasio 2 Set point akan ditentukan terlebih dahulu berapa mililiter yang boleh melewati sensor aliran 2 dari tangki reaktor 1 dan berapa mililiter yang boleh melewati sensor aliran 1 dari rektor 2.
- 4.)Setelah kedua bahan cair tercampur pada tangki produk dua maka kedua aliran tersebut menjadi rasio 2 yang tergabung dari dua aliran yang berbeda jumlahnya dari tangki reaktor 1 dan 2.
- 5.)Apabila sudah mencapai batas maksimal sensor level yang berada pada kedua tangki produk akan memberkan sinyal pada DCS untuk memberhentikan motor pompa.

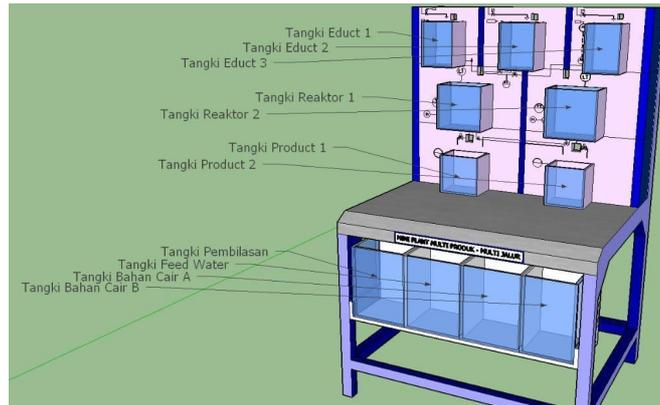
2.2 Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari miniplant bagian pengisian ini setelah proses sebelumnya selesai yaitu proses pencampuran bahan proses pengisian produk akan berjalan dengan metode rasio kontrol yang di mulai dengan motor pompa yang yang aktif megalirkan bahan cair dari tangki reaktor 1 menuju tangki produk 1 setelah valve yang menuju tangki produk 1 terbuka yang laju alirannya akan terbaca oleh sensor aliran 1 sesuai set point yang di tentukan dalam program DCS dan di lanjutkan dengan motor pompa motor pompa yang yang aktif megalirkan bahan cair dari tangki reaktor 2 menuju tangki produk 1 setelah valve dari tangki reaktor 2 yang menuju tangki produk 1 terbuka yang laju alirannya akan terbaca oleh sensor aliran 1 proses tersebut yang di namakan rasio 1.

2.3 Perancangan Mekanik

Pada sistem ini, memerlukan spesifikasi mekanik sebagai berikut :

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 1. Panjang | : 14.5cm |
| 2. Lebar | : 14.5 cm |
| 3. Tinggi | : 20 cm |
| 4. Catu daya | : 220 Vac |
| 5. Jenis Processor | : SIMATIC S7400 |
| 6. Kapasitas bahan cair | : 2 x 0~4 L |
| 7. Laju aliran | : 1~5 mL/s |

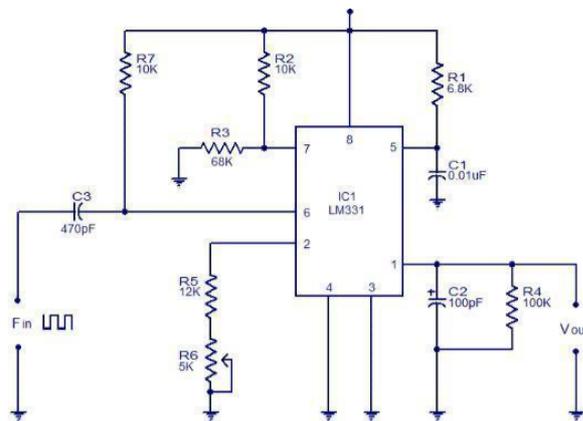


Gambar 3 : perancangan mekanik

Gambar 3 adalah rancangan mekanik dari Miniplant multi-produk multi-jalur. Rancangan termasuk dimensi, bentuk, dan tampilan tiga dimensi.

2.4 Perancangan Eleketrik

Rangkaian pengkondisi sinyal FVC : Rangkaian pengkondisi sinyal FVC menggunakan IC LM331N



Gambar 4: FVC (Frequency Voltage Converter)

Gambar 4 adalah Rangkaian FVC(Frequency Voltage Converter) yang merupakan rangkaian pengkondisi sinyal sensor aliran dari sinyal Keluaran yang berupa frekuensi di ubah menjadi tegangan supaya dapat di baca oleh analog input pada DCS, di sini LM331 dihubungkan sebagai konverter frekuensi ke tegangan yang mengubah frekuensi input menjadi tegangan proporsional yang sangat linier terhadap frekuensi input. Supaya rangkaian ini dapat mengeluarkan tegangan secara linier yang harus ditentukan yaitu nilai R1 dengan rumus :

$$R1 = \frac{(Vs-2V)}{2mA} \quad (1)$$

$$R1 = \frac{(15-2V)}{2mA} \quad (2)$$

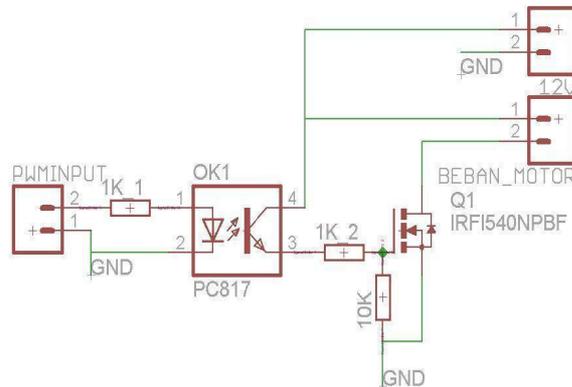
$$R1 = \frac{(13)}{2mA} \quad (3)$$

$$R1 = 6.5k \quad (4)$$

Dari perhitungan di atas dibutuhkan resistor R1 senilai 6.5k ohm sehingga di pilih nilai yang paling mendekati 6.8k ohm.

Rangkaian Driver Motor Pompa DC 12 V: Rangkaian Driver Motor Pompa DC 12 V ini menggunakan mosfet IRF540N. dan pemilihan resistor 10K sebagai R pull-down karena IRF540N

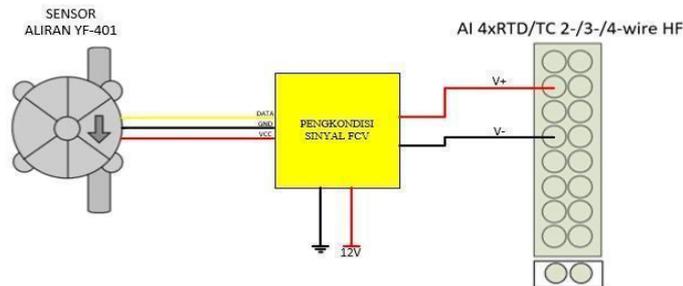
memberikan nilai variable pada ground dari motor pompa dan pemilihan optocoupler PC817 sebagai proteksi dari rangkaian mosfet tersebut.



Gambar 5: Rangkaian Driver Motor Pompa DC 12 V

Gambar 5 adalah Rangkaian driver motor pompa yang berfungsi sebagai Voltage Follower yang menggunakan Mosfet IFR540NP.

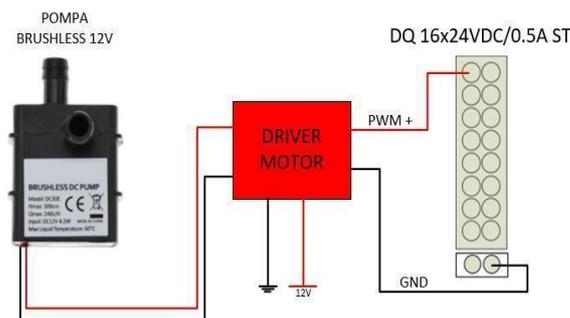
Wiring Sensor aliran YF-S401: Wiring Sensor aliran YF-S401 tidak dapat langsung terkoneksi dengan I/O pada DCS karena membutuhkan pengkondisi sinyal terlebih dahulu.



Gambar 6: Wiring Sensor aliran YF-S401

Gambar 6 adalah Wiring sensor aliran YF-S401 yang di koneksi dengan analog input pada I/O DCS AI 4xRTD/TC 2-/3-/4-wire HF (6ES7134-6JD00-0CA1) [9].

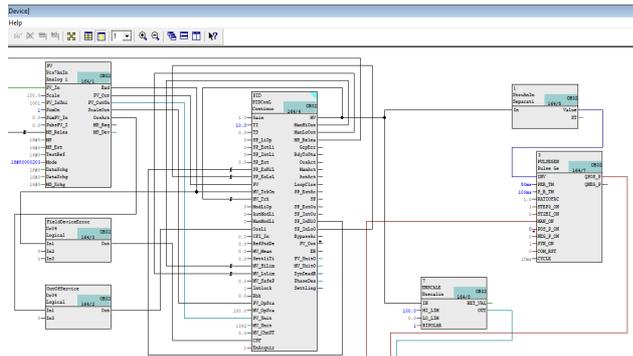
Wiring Motor Pompa DC 12V: Wiring Motor Pompa DC 12V tidak dapat langsung terkoneksi dengan analog output dari I/O DCS karena membutuhkan driver motor pompa terlebih dahulu



Gambar 7: Wiring Motor Pompa DC 12V

Gambar 7 adalah skema Wiring motor pompa DC 12 V dengan digital output pada I/O DCS [10].

Perancangan CFC(Continuous Function Chart)



Gambar 8: Perancangan CFC(Continuous Function Chart)

Gambar 8 adalah merupakan tampilan perancangan program CFC pada Software SIMATIC. CFC terdiri dari beberapa function block pada gambar di atas blok tengah merupakan function block PID yang terkoneksi dengan blok sebelah kiri yaitu blok analog input dan blok sebelah kanan merupakan blok digital output pada I/O DCS. Untuk memasukan nilai PID dapat langsung memasukan nilai Kp,Ki,Kd pada parameter blok PID Continuous yang sudah tersedia di dalam CFC. Hasil dari perhitungan parameter PID dengan metode Ziegler-Nichols di dapatkan nilai Kp= 48 ,Ti= 2.5, Td= 0.625. Dalam pengaplikasian di DCS-PCS7 yang digunakan untuk parameter PID adalah Kp,Ti,Td dengan perhitungan sebagai berikut:

TABEL 1
 rumus tuning pid ziegler-nichols

Tipe pengendalian	Kp	Ti	Td
P	0,5Kcr	0	0
PI	0,45Kcr	$\frac{1}{1.2}Pcr$	-
PID	0,6Kcr	0.5Pcr	0.125Pcr

Berikut perhitungan menurut rumus Ziegler Nichols 2 :

Diketahui :

$$Kcr = 80$$

$$T1 = 5:13:00$$

$$T2 = 5:13:05$$

$$Pcr = T2 - T1$$

$$= 5:13:05 - 5:13:00 \quad (5)$$

$$= 5 \text{ s}$$

Perhitungan Kp:

$$Kp = 0.6 Kcr \quad (6)$$

$$= 0.6 \times 80$$

$$= 48$$

Perhitungan Ki:

$$Ti = 0.5 Pcr \quad (7)$$

$$= 0.5 \times 5$$

$$= 2.5$$

Perhitungan Kd:

$$Td = 0.125 Pcr \quad (8)$$

$$= 0.125 \times 5$$

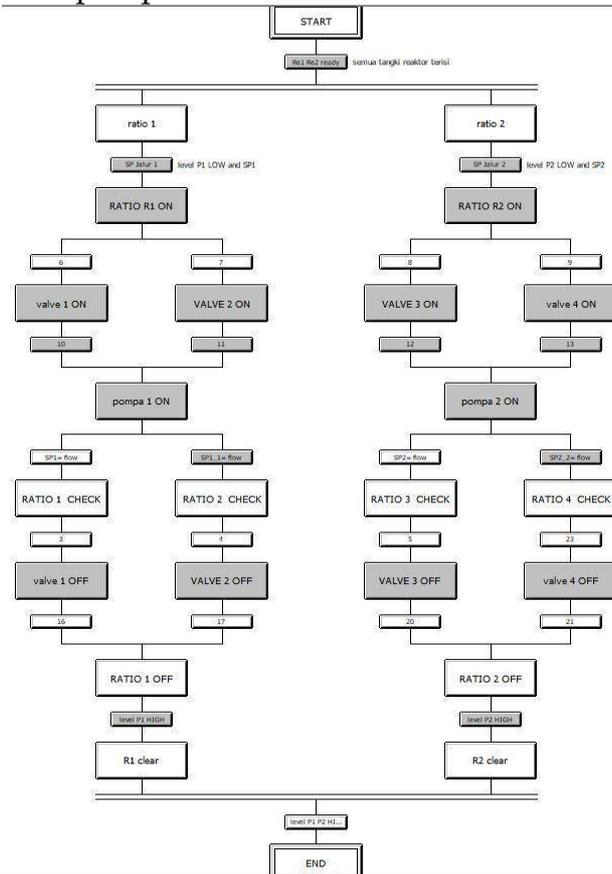
$$= 0.625$$

Dari perhitungan menggunakan Ziegler Nichols di dapatkan nilai Kp= 48 ,Ti= 2.5, Td= 0.625 maka peran kontroler ini dapat diterapkan dalam program formulasi DCS-PCS7.



Perancangan SFC(Sequential Function Chart)

Gambar 9 adalah tampilan perancangan program SFC pada Software SIMATIC perancangan SFC hampir mirip dengan pembuatan flowchart yang mana untuk menjalankan program secara otomatis berurutan dari atas ke bawah. Pada SFC di atas diawali dengan memasukkan setpoint rasio 1 atau rasio 2 lalu dilanjutkan dengan membuka valve tergantung mau kemana aliran akan ditujukan. Setelah valve terbuka motor pompa aktif untuk memindahkan bahan cair dari tangki reaktor menuju tangki produk yang laju alirannya akan dibaca oleh sensor aliran, setelah aliran terbaca sesuai setpoint yang ditandai dengan "ratio check" secara otomatis valve akan menutup dan motor pompa akan berhenti.



Gambar 9: Perancangan (Sequential Function Chart)



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian sensor aliran YF-S401

TABEL 2
 hasil pengujian sensor aliran yf-s401

Duty cycle (Hz)	Vout (mV)	aliran air (ml/s)
491,3	10	9
338,8	8	6
281,4	5	4
163,2	3	2
54,7	0	0

Data diatas merupakan hasil pengujian akurasi ketepatan pembacaan sensor aliran Pengujian sensor water flow dilakukan untuk mengetahui apakah dapat mengambil data berupa karakteristik frekuensi, berdasarkan nilai aliran yang diukur melalui sensor.

B. Pengujian Motor Pompa DC 12V

TABEL 3
 hasil pengujian motor pompa air dc 12v

Vin Driver(V)	Vout Driver(V)
0	0
1	2
2	4
3	6
6	12

Data tabel di atas merupakan hasil pengujian dari pengukuran tegangan motor sebelum melewati driver motor dan data pengukuran tegangan motor sesudah melewati driver motor dengan penguatan mosfet sebesar 2x sehingga Vout lebih besar dari input Driver.

C. Pengujian sensor Water level Floating

TABEL 4
 hasil pengujian sensor water floating level.

Tangki produk 1				Tangki produk 2			
Sens or level atas		Sens or level bawah		Sens or level atas		Sens or level bawah	
V	0	V	0	V	0	V	0
ang ki pen uh	ang ki kos ong	ang ki kos ong	ang ki pen uh	ang ki pen uh	ang ki kos ong	ang ki kos ong	ang ki pen uh

Sensor level pada penelitian ini hanya memberikan sinyal high/low yang menandakan tangki kosong atau penuh. Berikut hasil pengujian sensor floating level.

D. Pengujian solenoid valve

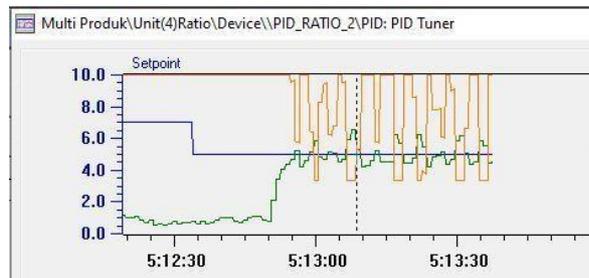
TABEL 5
 hasil pengujian solenoid valve

Tanki	Valve1	Valve2	Valve3	Valve4
R1 to P1	On	Off	Off	Off
R1 to P2	Off	On	Off	Off
R2 to P1	Off	Off	On	Off
R2 to P2	Off	Off	Off	On



Valve berfungsi sebagai pengarah aliran mau kemana aliran di tujukan. berikut tabel pengujian pada solenoid valve.

E. Pengujian PID



Gambar 10: Grafik PID

Gambar 10 merupakan pengujian kontrol PID menggunakan metode Ziegler Nichols 2 dari gambar di atas bisa di lihat garis berwarna oren merupakan manipulated variable merupakan output dari PID sedangkan garis berwarna biru merupakan tujuan setpoint dengan satuan mL/s, untuk mencapai setpoint 5 mL/s, Didapatkan nilai parameter $K_p= 48$, $T_i= 2.5$, $T_d= 0.625$ yang membentuk kurva respon seperti di atas, dengan rise time 5s saat steady state 1mL/s naik menuju setpoint dilihat dari garis berwarna hijau yang merupakan actual value dari nilai $K_p= 48$, $T_i= 2.5$, $T_d= 0.625$ yang diberikan untuk menjaga kecepatan putaran motor pompa dc secara stabil terhadap sumbu x dengan satuan second (s). Parameter diatas merupakan hasil uji coba yang paling optimal sehingga di dapat perbandingan rasio bahan cair pada tangki produk yang sesuai 2:1 yaitu:

TABEL 6
 hasil pengujian rasio kontrol

No	PVA (tangki produk 1) (mL)	PVB (tangki produk 2) (mL)
1	400	200
2	500	250
3	600	300
4	800	400
5	1000	500

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa pada mini plant multi-produk multi-jalur, maka dapat diambil kesimpulan seperti berikut :

Pada miniplant multi produk multi jalur untuk mengetahui akurasi pencampuran komposisi bahan cair akurat atau tidak, pembacaan sensor aliran YF-S401 harus menggunakan rangkaian FVC (Frequency Voltage Converter) sebagai pengkondi sinyal supaya dapat terbaca secara akurat oleh Analog input pada DCS, karena keluaran sensor aliran berupa sinyal frekuensi sedangkan pembacaan Analog input DCS berupa tegangan 0-1V.

Penerapan metode Rasio Kontrol pada miniplant mampu memberikan akurasi komposisi yang sangat baik dalam pencampuran bahan cair dengan perbandingan bahan cair 2:1, dengan putaran motor pompa yang mempengaruhi laju aliran sebesar 5 mL/s mampu menjaga laju aliran dengan baik dan stabil, dengan semua sistem yang saling terintegrasi maka miniplant ini dapat disebut sitem kontrol yang terdistribusi.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung saya dan bapak dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu kepada saya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Dorf, R.,C., Bishop, R.,H., 2001, "Modern Control System", Prentice-Hall International, edisi ke9, New Jersey



- [2] Universitas Islam Indonesia, Modul Praktikum Buku Petunjuk Praktikum Kendali Proses, Universitas Islam Indonesia, 2015.
- [3] Nurpadmi Nurpadmi, Swara Patra, 2018. Pengontrolan Rasio Udara dan Bahan Bakar pada Boiler PPSDM Migas Menggunakan DCS
- [4] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, "A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT," IEEE Electron Device Lett., vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999.
- [5] Ogata, Katsuhiko, Teknik Kontrol Automatik Jilid 1, diterjemahkan oleh Edi Leksono, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [6] Dionisius, Andy Kristanto, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016. Perancangan Rasio Kontrol Pada Burner Miniplant Boiler Di Workshop Instrumentasi.
- [7] Broto, Wisnu, Anne Prasetyowati R. E-jurnal, Vol IV 2015. Sistem Boiler Dengan Simulasi Pemodelan PID
- [8] Singgih, Hariyadi. Politeknik Negeri Malang, 2016. Optimalisasi Kendali PID Pada Sistem Pengaturan Temperatur..
- [9] AI 4xRTD/TC 2-/3-/4-wire HF (6ES7134-6JD00-0CA1) datasheet, Siemens AG, Germany.
- [10] DQ 16x24VDC/0.5A ST(6ES7132-6BH01-0BA0) datasheet, Siemens AG, German