



IMPLEMENTASI FEED FORWARD FEEDBACK CONTROL PROSES PENGISIAN MINI PLANT BAHAN CAIR

Artahsasta Bima Prafista¹, Muhamad Rifa'i², Ratna Ika Putri³

e-mail: Bimaprafista@gmail.com, muh.rifai@polinema.ac.id, ratna.ika@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

ABSTRAK

Feedforward feedback control merupakan sistem kontrol yang dapat digunakan secara efektif untuk mempercepat tanggapan sistem pengendalian sehingga sesuai dengan setpoint yang dikehendaki. Disturbance merupakan suatu permasalahan yang banyak dijumpai pada kendali proses. Oleh karena itu, perlu sebuah metode untuk meminimalkan efek gangguan tersebut. Feedforward feedback control digunakan ketika single-loop tidak lagi dapat digunakan dan terdapat variabel tambahan berupa modulasi aliran air. Selain itu variabel pada secondary control harus mengidentifikasi gangguan yang ekstrim, mempunyai hubungan sebab akibat dari valve ke secondary control, mempunyai respon keluaran yang lebih cepat daripada primary control. Dengan variable aliran air sebagai disturbance rata-rata sebesar 50 ml/s dapat mengurangi deviasi terhadap set point sebesar 30 % sehingga sistem pengisian berkerja dengan baik ketika metode feedforward control tercapai. Dengan kontrol motor pompa untuk megendalikan disturbance sehingga didapat keselarasan antara volume dan aliran air. Ketika volume mencapai setpoint maka aliran air sebagai disturbance akan dieliminasi pada parameter $K_p = 3,189$, $T_i = 45$ s sehingga mampu mencapai Steady state pada 17,5 s dan overshoot maksimal sebesar 3,45 %. Dan kombinasi dengan Kontrol feedback dengan parameter $K_p = 7,999$ dan $T_i = 684,5$ s, $T_d = 3,4$ s mampu mencapai settling time pada 26 s

Kata kunci: Feedforward, gangguan, primary control, secondarycontrol, Feedforward feedback control, proportional valve.

ABSTRACT

Feedforward feedback control is a control system that can be used effectively to speed up the response of the control system so that it is in accordance with the desired setpoint. Disturbance is a problem that is often found in process control. Therefore, a method is needed to minimize the effects of these disturbances. Feedforward feedback control is used when single-loop can no longer be used and there is an additional variable in the form of water flow modulation. In addition,

Article History

Received: Juli 2024

Reviewed: Juli 2024

Published: Juli 2024

Plagirism Checker No
234

Prefix DOI : Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author
Publish by : Kohesi



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



the variables on the secondary control must identify extreme disturbances, have a causal relationship from the valve to the secondary control, and have a faster output response than the primary control. With the water flow variable as a disturbance, an average of 50 ml/s can reduce the deviation to the set point by 30% so that the filling system works well when the feedforward control method is achieved. By controlling the pump motor to control the disturbance so that there is harmony between the volume and water flow. When the volume reaches the setpoint, the water flow as disturbance will be eliminated at the parameters $K_p = 3.189$, $T_i = 45$ s so that it can reach a steady state at 17.5 s and a maximum overshoot of 3.45%. And the combination with feedback control with parameters $K_p = 7,999$ and $T_i = 684.5$ s, $T_d = 3.4$ s is able to achieve settling time at 26 s.

Keywords: Feedforward, disturbance, primary control, secondary control, Feedforward feedback control, proportional valve

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia industri begitu cepat. Salah satu sistem industri yang terus mengalami perkembangan adalah bidang manufaktur, khususnya sistem kontrol. Saat ini banyak ditawarkan suatu metode kontrol yang efektif dan mudah untuk diimplementasikan dalam sebuah proses. Sistem kontrol yang saat ini sedang marak digunakan yaitu DCS (Distributed Control System) dan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) yang pada umumnya memanfaatkan PLC (Programmable Logic Control) sebagai kontrolnya. (Chrisyanto Eko Nugroho, 2015).

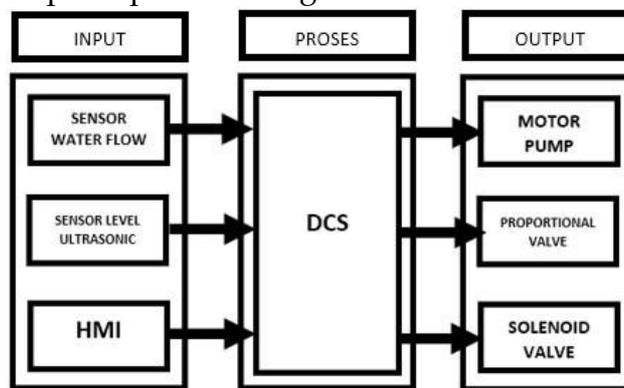
Proses bahan cair merupakan salah satu proses yang sangat umum di sebuah industri, dimana salah satu prosesnya adalah pengisian bahan cair. Keberhasilan suatu proses pengisian bahan cair bergantung pada ketepatan komposisi suplai bahan, Pencampuran atau mixing juga memiliki peranan yang penting, dimana besaran nilai bahan perlu dikendalikan sesuai dengan jenis produk yang akan dihasilkan [1]. Dengan adanya teknologi baru pada bidang proses dan pengolahan bahan cair pada banyak sektor industri, maka semakin banyak juga metode dan cara yang digunakan untuk mengendalikan proses tersebut dalam rangka mencapai hasil akhir yaitu produk yang diinginkan. Untuk mendapatkan hasil yang tepat dan konsisten dibutuhkan ketelitian terhadap nilai error, metode feedback control adalah sistem kendali yang umum digunakan, sistem kendali ini mampu mengendalikan keluaran sekaligus melakukan koreksi nilai error dengan umpan balik selisih pembacaan nilai keluaran dengan nilai yang diinginkan, kemudian memperbaiki masukan sistem selanjutnya, beban utama performansi sistem bergantung penuh terhadap keandalan sensor sebagai sumber umpan balik, sehingga parameter gangguan atau disturbance yang terdapat pada proses yang dikendalikan atau muncul akibat proses yang dikendalikan diabaikan. Jika sensor sebagai sumber umpan balik utama mengalami penurunan performa maka sistem yang dikendalikan akan terdampak dan hasil keluaran menjadi tidak akurat [2]. Metode feedforward digunakan untuk mengukur gangguan yang muncul akibat efek dari proses yang dikendalikan. Sistem kendali ini mampu mengantisipasi efek dari nilai gangguan dengan mengukur nilai dari gangguan tersebut dan mengirimkan

kompensasi nilai inverse atau nilai pembalik agar keluaran bisa dikoreksi [3]. Pada proses pengisian bahan cair efek dari proses ini adalah jumlah aliran air dan debit volume aliran yang jika diukur dapat memberikan informasi terhadap sistem lebih dini sehingga dapat memberikan koreksi terhadap gangguan dan merubah gangguan tersebut menjadi nilai yang dapat diukur. Kelemahan sistem kendali ini adalah tidak dapat mengukur atau mengetahui nilai keluaran utama dari proses yang diinginkan apabila terjadi perubahan terhadap aktuator sistem.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Blok

Pada sistem pengisian bahan cair secara umum menggunakan beberapa instrumen kontrol dan komponen yang saling terkoneksi untuk melakukan komunikasi secara sequential. Pemahaman koneksi antar instrumen dan komponen terjadi akan digambarkan dalam sebuah diagram blok sistem agar dapat dipahami dengan mudah. Berikut diagram blok sistem:



Gambar 1 : Blok Diagram Sistem

Penjelasan serta fungsi dari masing-masing blok yang terdapat pada Gambar . sebagai berikut:

a. Input

1. Sensor Water Flow digunakan sebagai sensor aliran air. Sensor ini akan mendeteksi aliran bahan cair yang ada dalam tangki Educt menuju tangki reaktor. Keluaran dari sensor ini adalah frekuensi, sehingga perlu diubah menjadi tegangan agar dapat dijadikan input dari kontroler yang akan digunakan, yaitu DCS SIMATIC PCS7
2. Sensor Ultrasonic HCSR - 04 digunakan sebagai sensor Level bahan cair. Sensor ini akan mendeteksi volume bahan cair yang ada dalam tangki. Keluaran dari sensor ini adalah tegangan, sehingga dapat dijadikan input dari kontroler yang akan digunakan, yaitu DCS SIMATIC PCS7.
3. HMI(Human Machine Interface) merupakan tampilan visual dari mini plant proses pasteurisasi susu yang di buat. Sehingga, siapapun dapat dengan mudah memahami sistem kerja dari plant yang dibuat

b. Proses

DCS (Distributed Control System) merupakan sistem kontrol utama yang akan digunakan pada mini plant proses Pengisian bahan cair ini. Didalam modul DCS SIMATIC PCS7 sudah

terdapat metode PID (Propotional Integral Derivative), dan feedforward feedback block sehingga akan mempermudah dalam proses Implementasinya.

c. Output

1. Motor Pump merupakan actuator dari sistem yang bertugas untuk memindahkan air dari tangki Educt ke tangka Reactor.
2. Proportional Valve digunakan untuk mengatur jumlah komposisi bahan cair yang ada pada tangka educt menuju tangki reactor, valve ini dkendalikan dengan sinyal input pwm untuk mengatur prosentase bukaan valvenya, perubahan bukaan valve akan secara gradual menutup seiring dengan tercapainya set point pada tangki reactor
3. Solenoid Valve digunakan sebagai media pengatur arah aliran air, menuju tangki reactor dari tangki educt dengan pilihan pengisian arah aliran yang fleksibel dimana arah aliran dari tangka educt bias diarahkan sesuai pilihan dari solenoid valve mana yang diaktifkan

2.2 Perancangan Mekanik

Pada sistem 3D print memerlukan spesifikasi sebagai berikut :

a. Dimensi Bedplate

- Tinggi *Plant* : 200 cm
- Lebar *plant* : 50 cm
- Panjang *Plant* : 100 cm

b. Dimensi Tangki

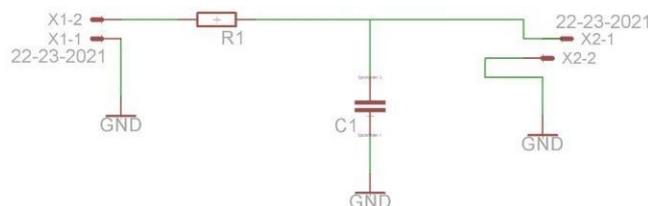
- Lebar Tangki : 14,5 cm
- Tinggi Tangki : 19,5 cm
- Panjang Tangki : 14,5 cm
- Tebal Tangki : 2 m
- Volume tangki : 4 L



Gambar 2 : 3D Mekanik Tampak depan dan belakang

2.3 Perancangan Eleketrik

Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Ultrasonic HC-SR04



Gambar 3 : Rangkaian Pengkondisi Sinyal HCSR – 04

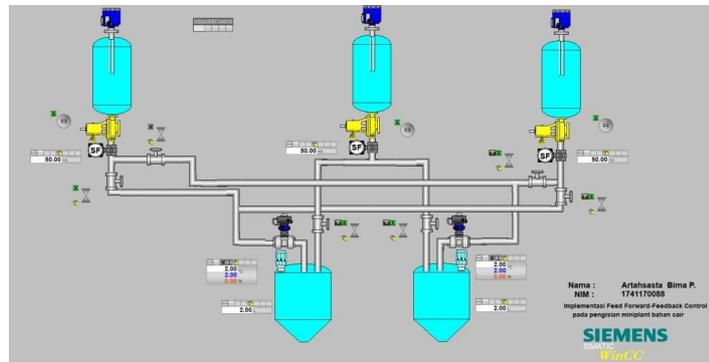
Rangkaian R-C (Pengisian Kapasitor) digunakan sebagai pengkondisi sinyal keluaran dari sinyal tegangan PWM sensor Ultrasonic HCSR 04 dimana, sensor ini terlebih dahulu diatur fungsi pembacaanya menggunakan program arduino kemudian keluaran dari pembacaan sensor tersebut diterjemahkan menjadi keluaran

tegangan yang sesuai dengan spesifikasi dari Analog Input DCS yaitu -1 V DC s/d +1 V DC, dimana keluaran tegangan dari Arduino adalah berupa PWM. Sinyal PWM yang menjadi keluaran Arduino kemudian di konfigurasi menjadi nilai 0 – 1 V DC dimana diolah terlebih dahulu menggunakan rangkaian RC sebelum dibaca oleh analog Input modul dari DCS hal ini dilakukan dikarenakan tegangan keluaran dari Arduino adalah berupa PWM (Pulse Width Modulation) dimana analog input dari DCS tidak mendukung pembacaan tegangan ini dan hanya dapat membaca nilai dari tegangan murni dari keluaran sebuah sensor.

2.4 HMI (Human Machine Interface)

HMI (Human Machine Interface) merupakan sebuah tampilan yang dapat menampilkan proses suatu sistem yang sedang berjalan pada miniplant. HMI penghubung antara operator dengan mesin (sistem). Tampilan pada HMI lebih mudah dipahami oleh operator. Pada DCS(Distributed Control System), HMI dibuat melalui software WinCC yang sudah tersedia dalam software Simatic Manager yang dibuat untuk proses konfigurasi dan pembuatan program CFC dan SFC. Berikut tampilan HMI yang di buat dalam software WinCC pada miniplant multi produk multi jalur:

Gambar 3 : HMI (Human Machine Interface



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada analog input untuk mengetahui pada pin - pin analog input dapat digunakan sebagai input yang mampu membaca data output dari sensor. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan pada pin analog input dengan range 0 – 1 VDC. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan dari power supply ke pin analog input. Sehingga pada monitor modify akan terlihat data yang masuk tetapi dalam bentuk bilangan hexa. Sehingga akan didapat hasil dari pengujian seperti tabel dibawah ini. Dari data pada tabel 4.1 dapat dianalisa yaitu input 0 – 1 V DC tersebut akan diolah oleh kontroler DCS-PCS7 menjadi bilangan hexa pada pin analog input berupa tegangan 1 ~ 5VDC.

Tabel 1. Hasil Pengujian Analog Input DCS-PCS7



No.	Vin (Power Supply) (V)	AI Modify (Hexa)	AI Modify (Desimal)
1.	0,09	01D6	470
2.	0.1	0E9F	3743
3.	0.14	1CF7	7415
4.	0.25	2963	10595
5.	0,30	377F	14207
6.	0,41	44A3	17571

Hasil pengujian analog input diatas mampu menghasilkan data yang cukup akurat dan linear. Dengan demikian analog input pada DCS-PCS7 dapat digunakan sebagai analog input. Gambar di bawah ini merupakan grafik dari input dari power supply dengan hasil pengolahan data dari power supply yang diolah oleh kontroler menjadi bilangan hexa yang sudah dirubah menjadi desimal.

Pengujian digital output dilakukan agar dapat diketahui bahwa port digital diketahui dan dipastikan bahwa port digital output yang akan digunakan atau disambungkan ke hardware masih bekerja dan berfungsi dengan baik. Sehingga, output yang dihasilkan oleh DCS dapat sesuai dengan nilai yang diberikan. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan nilai dutycycle pada DCS lalu mengukur tegangan yang keluar dari port digital output. Tabel di bawah merupakan hasil pengukuran tegangan keluaran DQ berdasarkan nilai dutycycle yang diberikan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Digital Output DCS-PCS7

No.	Dutycycle In Driver (%)	Tegangan Keluaran port DQ (V)
1	10	1
2	20	2
3	30	3
4	40	4
5	50	5
6	60	6
7	70	7
8	80	8
9	90	9
10	100	10

Pengujian pada sensor aliran YF-S401 dilakukan untuk mengetahui Output dari sensor tersebut saat sensor bekerja, Pengujian sensor aliran ini dilakukan dengan cara mengukur



keluaran sensor yang berupa sinyal frekuensi dengan menggunakan oscilloscope dengan memberikan laju aliran dari motor pompa.

Tabel 2. Tabel Pengujian Sensor Aliran YF-S401

No.	Tegangan motor pompa (V)	Keluaran sensor aliran (Hz)
1	1.06	-
2	1.9	-
3	2.9	1.79
4	3.6	2.93
5	4.5	25.13
6	6.37	36.28
7	7.37	36.52
8	8.31	42.63
9	9.26	48.36
10	11	54

Pengujian pada sensor Ultrasonic HCS 04 dilakukan untuk mengetahui Output dari sensor tersebut saat sensor bekerja, Pengujian sensor aliran ini dilakukan dengan cara mengukur keluaran sensor yang berupa sinyal tegangan dengan menggunakan Multimeter dengan memberikan pertambahan volume air dari motor pompa.

Tabel 2. Tabel Pengujian Sensor Aliran YF-S401

No.	Tegangan Keluaran Sensor (V)	Ketinggian Air (cm)
1	0,091	2
2	0,10	4
3	0,14	5
4	0,19	6
5	0,25	7
6	0,30	8
7	0,41	9
8	0,46	10
9	0,57	12



10	0,67	13
----	------	----

4. KESIMPULAN

1. Software yang digunakan untuk pemrograman DCS PCS7 dengan program CFC (Continuous Function Chart) dan SFC (Sequential Function Chart) adalah SIMATIC MAGANER. CFC merupakan program utama dari miniplant yang akan di buat, namun untuk bisa di sebut sistem kontrol terdistribusi harus mengintegrasikan antara CFC dan SFC sehingga miniplant bisa disebut sistem kontrol yang terdistribusi.
2. Pengaturan Range 0-1VDC dari SIMATIC MANAGER untuk analog input mampu menerima output sensor sehingga perubahan laju aliran dapat diolah oleh DCS-PCS7.
3. 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.
4. Sensor ultrasonic HC SR04 dengan output frekuensi dapat dikonversi menjadi tegangan dengan bantuan arduino nano dan pengkondisi sinyal. Dengan program map yang benar pada arduino nano
5. Sistem pengisian berkerja dengan baik ketika metode feedforward control tercapai. Dengan kontrol motor pompa untuk megendalikan disturbance sehingga didapat keselarasan antara volume dan aliran air. Ketika volume mencapai setpoint maka aliran air sebagai disturbance akan dieliminasi pada parameter $K_p = 3,189$, $T_i = 45$ s sehingga mampu mencapai steady state pada 17,5 s dan overshoot maksimal sebesar 3,45 %.
6. Sistem pengisian berkerja dengan baik ketika metode feedforward control tercapai. Dengan kontrol motor pompa untuk megendalikan disturbance sehingga didapat keselarasan antara volume dan aliran air. Ketika volume mencapai setpoint maka aliran air sebagai disturbance akan dieliminasi pada parameter $K_p = 3,189$, $T_i = 45$ s sehingga mampu mencapai Steady state pada 17,5 s dan overshoot maksimal sebesar 3,45 %. Dan kombinasi dengan Kontrol feedback dengan parameter $K_p = 7,999$ dan $T_i = 684,5$ s, $T_d = 3,4$ s mampu mencapai settling time pada 26 s

5. UCAPAN TERIMAKASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

Setiawan , Bagus Ilyas,2013. Perancangan Robot Auto Line Follower yang Menerapkan Metode Osilasi Ziegler-Nichols Untuk Tuning PID pada Kontes Robot Indonesia. Malang : Unversitas Brawijaya.

Kartadinata,Budi,2017. Kendali Kecepatan Motor Crane terhadap Sumbu Vertikal menggunakan Distributed Control System (DCS). Jakarta: Program Studi Teknik Elektro-Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya



Nurpadmi Nurpadmi,2018. Pengontrolan Rasio Udara dan Bahan Bakar pada Boiler PPSDM Migas Menggunakan DCS, Swara Patra.

Barry Adam Marella,2012. Komunikasi PMI/O Dengan C200 Pada DCS di Unit Utilitas Batubara PT. Petrokimia Gresik. STIKOM Surabaya.

Seborg, D. E. (2004). Process Dynamics and Control 2ndEdition. Singapura: John Wiley & Sons (Asia) Pte. Ltd.

Singgih,Hariyadi,2016.Optimalisasi Kendali PID Pada Sistem Pengaturan Temperatur. Politeknik Negeri Malang.

Broto,Wisnu, Anne Prasetyowat,2015. Sistem Boiler Dengan Simulasi Pemodelan PID.

Ali muhamad,2013. Modul kuliah sistem kendali terdistribusi“fungsi kontrol DCS”.

Jogja : Universitas Negeri Jogja.

Dionisius,AndyKristanto,I,2016. Perancangan Rasio Kontrol Pada Burner Miniplant Boiler Di Workshop Instrumentasi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

AI 4xRTD/TC 2-/3-/4-wire HF (6ES7134-6JD00-0CA1) datasheet, Siemens AG, Germany.

DQ 16x24VDC/0.5A ST (6ES7132-6BH01-0BA0) datasheet, Siemens AG, Germany