



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK IV – Surabaya, 27 April 2024

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2024.5568

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043

Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan *Feedback Control* untuk Kestabilan *Level Air* pada Modul MPS-PA

Tiffany Putri Azizah, Eko Budi Utomo, Farida Gamar, Zaqiatud Darojah
Jurusan Teknik Mekatronika, Departemen Teknik Mekanika dan Energi
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
e-mail: tiffanyputriazizah143@gmail.com

ABSTRACT

MPS-PA module is an implementation of the industrial revolution 4.0 in the field of learning. MPS-PA module has the ability to manage various control loops, such as level control, flow, pressure, and temperature of water. This research is focused on controlling the water level. There are various methods to control the level, one of the methods that will be applied in this research is using feedback control, especially with the application of PID control. Water level control in MPS-PA involves ultrasonic sensor and pump motor. The ultrasonic sensor is used to detect the liquid level in tank B102, while the pump motor serves to drain water from tank B101 to tank B102. The working principle of the control system is based on the use of ultrasonic sensors, where the value obtained by the sensor will be used as feedback which will be compared with the setpoint. If there is an error, the ultrasonic sensor will send a signal to the PID controller to control the movement of the pump motor to reach the desired setpoint. The results show that the feedback control successfully overcomes the stability of the water level. However, it is necessary to adjust the PID value to achieve more optimal and stable results at a certain setpoint.

Keywords: *Revolution Industry 4.0, MPS-PA Module, Water Level, Control Methods*

ABSTRAK

Modul MPS-PA merupakan salah satu implementasi dari revolusi industri 4.0 di bidang pembelajaran. Modul MPS-PA memiliki kemampuan untuk mengatur berbagai kontrol loop, seperti kontrol level, aliran (flow), tekanan (pressure), dan suhu (temperature) air. Penelitian ini difokuskan mengontrol level air. Terdapat berbagai metode untuk mengontrol level, salah satu metode yang akan diterapkan dalam penelitian ini adalah menggunakan kontrol feedback, terutama dengan penerapan kontrol PID. Kontrol level air pada

MPS-PA melibatkan sensor ultrasonic dan motor pompa. Sensor ultrasonic digunakan untuk mendeteksi ketinggian cairan di dalam tangki B102, sementara motor pompa berfungsi untuk mengalirkan air dari tangki B101 menuju tangki B102. Prinsip kerja sistem kontrol didasarkan pada penggunaan sensor ultrasonic, dimana nilai yang diperoleh oleh sensor akan dijadikan umpan balik atau feedback yang akan dibandingkan dengan setpoint. Apabila terdapat error, sensor ultrasonic akan mengirim sinyal ke kontroler PID untuk mengontrol pergerakan motor pompa agar mencapai setpoint yang diinginkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontrol feedback berhasil mengatasi stabilitas level air. Namun, perlu dilakukan untuk mengatur nilai PID untuk mencapai hasil yang lebih optimal dan stabil pada setpoint tertentu.

Kata kunci: Revolusi Industri 4.0, Modul MPS-PA, Level Air, Metode Kontrol

PENDAHULUAN

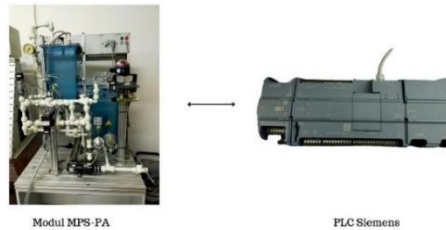
Revolusi Industri 4.0 memberikan peluang bagi Indonesia untuk merevitalisasi sektor manufaktur Indonesia dan mempercepat pencapaian visi menjadi salah satu dari 10 ekonomi terbesar di dunia. Revolusi Industri 4.0 mencakup berbagai teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Thing* (IoT), *wearables*, robotika canggih, dan *3D printing* [1]. Revolusi Industri 4.0 juga didukung dengan kontrol yang berkontribusi pada pengembangan sistem otomatisasi, mulai dari modul pembelajaran hingga implementasi pada mesin atau robot yang digunakan pada Industri. Salah satu modul yang *popular* mendukung Revolusi Industri 4.0 di bidang pembelajaran adalah modul MPS-PA. Modul MPS-PA dapat mengatur berbagai loop kontrol, yaitu *level*, *flow*, *temperature*, dan *pressure* air. Fokus pada penelitian ini adalah mengendalikan kestabilan level air pada modul MPS-PA dengan menerapkan kontrol feedback, khususnya menggunakan kontrol PID.

Penelitian sebelumnya telah berhasil mengendalikan MPS-PA dengan menerapkan kontrol fuzzy PID, seperti yang dilakukan oleh Ahmad, S., Ali, S., and Tabsha, R. (2020) dengan judul “The design and implementation of a fuzzy gain-scheduled PID controller for the Festo MPS PA compact workstation liquid level control” [2]. Selain itu, terdapat penelitian lain yang mengontrol MPS-PA dengan membandingkan kontrol PID dengan kontrol lain, seperti penelitian yang dilakukan oleh Feijoo et al (2018) dengan judul “Advance Controllers for Level and Temperature Process Applied to Virtual Festo MPS-PA Workstation” [3], dan Ahmad, S.A. et al, (2020) dengan judul “Remote Control of the Festo MPS-PA Compact Workstation for the Development of a Remotely Accessible Process Control Laboratory”[4].

Hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan kontrol feedback, khususnya PID, dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam mengontrol stabilitas level air pada modul MPS-PA. Kontrol *feedback* berfungsi mengandalkan informasi umpan balik dari sensor untuk mengontrol dan mempertahankan level air pada *setpoint* yang diinginkan. Sistem kontrol *feedback* ini akan diimplementasikan melalui sebuah PLC. Sebelumnya, telah ada penelitian yang berhasil menerapkan kontrol PID melalui PLC, seperti yang dilakukan oleh Howimanporn et al (2018) dalam artikel berjudul “Design of PLC for Water Level Control Employing Swarm Optimization-Based PID Gain Scheduling” [5] yang hasilnya menunjukkan stabilitas dalam mencapai *setpoint*. Diharapkan bahwa dengan menerapkan kontrol *feedback* untuk mengontrol *level* air melalui PLC, hasilnya akan tetap stabil dan responsif terhadap perubahan setpoint.

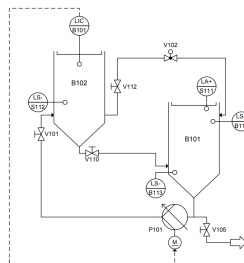
METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengontrol MPS-PA melalui PLC. Seperti yang terlihat pada Gambar 1, modul MPS-PA akan terhubung dengan PLC dimana PLC bertindak sebagai pengendali untuk sistem kerja MPS-PA. PLC yang digunakan untuk mengendalikan sistem MPS-PA adalah PLC Siemens S7-1200.



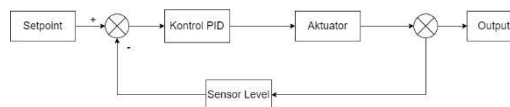
Gambar 1. Perancangan Sistem

Pada modul MPS-PA, terdapat beberapa komponen, namun yang terkait dengan sistem kontrol level melibatkan motor pompa dan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian cairan di dalam tangki B102, sementara motor pompa berfungsi untuk mengalirkan air dari tangki B101 menuju tangki B102 [6]. Desain kontrol level pada Modul MPS-PA dapat dilihat pada Gambar 2.



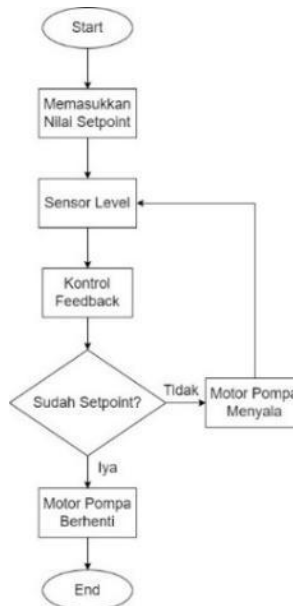
Gambar 2. Desain Kontrol Level Modul MPS-PA

Berdasarkan aliran air yang telah ditetapkan untuk kontrol level, diagram blok kontrol feedback pada level air dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Kontrol Feedback

Prinsip kerja sistem kontrol akan didasarkan pada penggunaan sensor, dimana nilai yang didapat oleh sensor akan dijadikan umpan balik atau feedback yang akan dibandingkan dengan setpoint. Apabila terdapat error, sensor akan mengirim sinyal ke kontroler PID untuk mengontrol pergerakan motor pompa agar mencapai setpoint yang diinginkan. Flowchart sistem pada penelitian ini dapat dilihat sesuai dengan Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Kontrol Feedback

Persamaan kontrol PID yang digunakan untuk mengatur sistem tertera pada rumus (1).

$$y = K_p \left[((b \cdot w) - x) + \frac{1}{T_i \cdot s} (w - x) + \frac{T_d \cdot s}{(a \cdot T_d \cdot s) + 1} ((c \cdot w) - x) \right] \quad (1)$$

Persamaan tersebut membutuhkan penyesuaian parameter K_p , T_i , dan T_d agar menghasilkan output yang diinginkan. Penentuan nilai ketiga parameter tersebut akan ditentukan menggunakan metode Ziegler-Nichols. Metode ini memanfaatkan osilasi dengan memberikan variasi nilai pada parameter K_p hingga mendapatkan respon sistem berupa osilasi. Nilai K_p yang dihasilkan dari respon sistem yang berosilasi disebut sebagai parameter kritis (K_{cr}) dan didapatkan periode kritis (P_{cr}). Kedua nilai ini kemudian digunakan untuk menentukan nilai K_i dan K_d sesuai rumus metode Ziegler-Nichols pada kendali plant tertutup. Rumus dari metode Ziegler-Nichols plant tertutup dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rumus Metode Ziegler-Nichols Plant Tertutup

Pengendali	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{K_u}{2}$	-	-
PI	$2 \frac{K_u}{5}$	$4 \frac{T_u}{5}$	-
PID	$5 \frac{K_u}{5}$	$\frac{T_u}{2}$	$3 \frac{T_u}{25}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum menerapkan kontrol feedback, khususnya PID, pada PLC untuk menjaga stabilitas level air, perlu dilakukan pengujian terhadap sensor ultrasonic yang berfungsi untuk

menganalisis ketepatan sensor dalam mendeteksi perubahan level air. Data hasil pengukuran dari sensor ultrasonic dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Sensor Ultrasonik

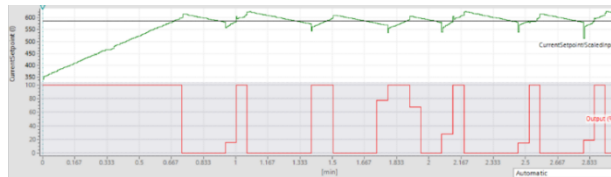
Level Air (l)	Output Sensor (real)	Arus (mA)
2	309	10
2.5	371	11.1
3	442	12.1
3.5	516	13
4	586	14
4.5	660	14.9
5	725	15.7
5.5	794	16.5
6	860	17.3
6.5	928	18.1
7	986	19

Langkah selanjutnya adalah menerapkan kontrol PID melalui PLC sebagai pengontrolnya. Pengujian kontrol PID dimulai dengan menentukan parameter Kp terlebih dahulu untuk mendapatkan output grafik yang optimal. Setelah berhasil menetapkan parameter Kp yang efektif, langkah selanjutnya adalah menerapkan metode Ziegler-Nichols untuk pengaturan kontrol PID. Hasil pengujian Kp ketika menemukan grafik yang optimal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kp

Setpoint	Nilai Kp	Overshoot	Rise Time
586	1	5	122
	2	0	40
	3	2	42
	4	0	68
	5	5	68
	6	10	68
	7	10	70
	8	8	70
	9	10	75
	10	13	68
	11	5	65
	12	10	65
	13	7	66
	14	3	67
	15	5	63

Pada pengujian ini, setpoint yang digunakan adalah 586, yang merupakan nilai aktual dari sensor dan menunjukkan 4 liter dalam tangki. Dari tabel tersebut, didapatkan bahwa ketika P = 15 itu menghasilkan grafik yang optimal. Berikut adalah hasil grafik yang didapatkan ketika P = 15 :



Gambar 5. Hasil Grafik Ketika $K_p = 15$

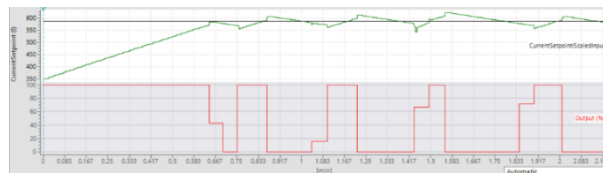
Grafik pada Gambar 5 diketahui bahwa $f = \frac{4}{3}$ dan $T_u = \frac{3}{4}$. Frekuensi dan periode tersebut akan diterapkan pada rumus metode Ziegler-Nichols :

$$K_p = 3 \frac{K_u}{5} = 9 \quad (2)$$

$$T_i = \frac{T_u}{2} = 7.5 \quad (3)$$

$$T_d = 3 \frac{T_u}{25} = 1.8 \quad (4)$$

Nilai PID yang diperoleh dari metode Ziegler-Nichols akan diimplementasikan pada parameter kontrol PID di PLC. Hasil grafik yang telah ditetapkan nilai PID dari metode Ziegler-Nichols dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Grafik PID dari Metode Ziegler-Nichols

Dari hasil grafik ketika melakukan pengujian menggunakan nilai PID metode Ziegler-Nichols adalah untuk menuju setpoint itu membutuhkan 0.6 detik.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penerapan kontrol feedback untuk mengontrol level air pada MPS-PA, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sebelum menerapkan kontrol PID, diharapkan untuk menguji sensor level dahulu untuk mengetahui rentang nilai sensor.
2. Parameter $K_p = 10$, $K_i = 20$, dan $K_d = 0.8$ dapat bekerja dengan baik untuk stabilitas dalam mencapai setpoint dalam waktu 0.6 detik tanpa mengalami overshoot. Meskipun demikian, kondisi steady state-nya adalah 0,46.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Perindustrian., 2018, “Making Indonesia 4.0.”
- [2] Ahmad, S., Ali, S., and Tabasha, R., 2020, “The design and implementation of a fuzzy gain-scheduled PID controller for the Festo MPS PA compact workstation liquid level control,” *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 23, no. 2
- [3] Feijoo, J.D. et al, 2021, “Advanced controllers for level and temperature process applied to virtual festo MPS® PA workstation,” *2021 IEEE International Conference on Automation/24th Congress of the Chilean Association of Automatic Control, ICA-ACCA 2021*
- [4] Ahmad, S.A. et al, 2020, “Remote control of the FESTO MPS PA compact workstation for the development of a remotely accessible process control laboratory,” *International journal of online and biomedical engineering*, vol. 16, no. 5
- [5] Howimanporn, S., Chookaew, S., and Sootkaneung, W., (2018), “Design of PLC for Water Level Control Employing Swarm Optimization-Based PID Gain Scheduling,” in *2018 International Conference on Control and Robots, ICCR 2018*, Institute of Electrical and Electronics Engineers
- [6] Helmich, J., 2008, *MPS-PA Compact Workstation*, Festo Didactic, Germany