



Rancang Bangun Sistem Kontrol Modutrol Valve Menggunakan Sensor Suhu untuk Efisiensi Steam di PT Prakarsa Alam Segar

Zansel Yunison¹, Nurhabibah Naibaho², Bayu Kusumo^{3*}

¹ Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

² Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

³ Universitas Krisnadwipayana, Kota Bekasi 13077, Indonesia

¹ zanselyunison@gmail.com; nurhabibah@gmail.com; ³ bayukusumo@unkris.ac.id*

* corresponding author

ARTICLE INFO

Available Online : 24/02/2026

Keywords:

Steam,
Modutrol Valve,
PT100, PLC,
PID Control, E
nergy Efficiency

ABSTRACT

In industrial processes, steam is widely used for heating, drying, and sterilization. However, manual or on-off steam control often leads to energy waste and unstable temperature. This study designs and implements an automatic control system using an RTD PT100 sensor, temperature transmitter, PLC (M221), and modutrol valve. A PID algorithm was applied to proportionally adjust the valve opening according to the actual temperature. The results showed that the system maintained a maximum deviation of ± 2 °C from the 160 °C setpoint with a response time of less than 10 seconds. Steam consumption decreased significantly from 4,029 tons (January 2024) to 2,368 tons (May 2025), equivalent to about 41.24% savings. The estimated cost savings range from IDR 332 million to IDR 581 million per month. The system proved effective in improving thermal stability, energy efficiency, and reducing operator workload.

© 2026 Jurnal Teknokris All rights reserved.

1. Pendahuluan

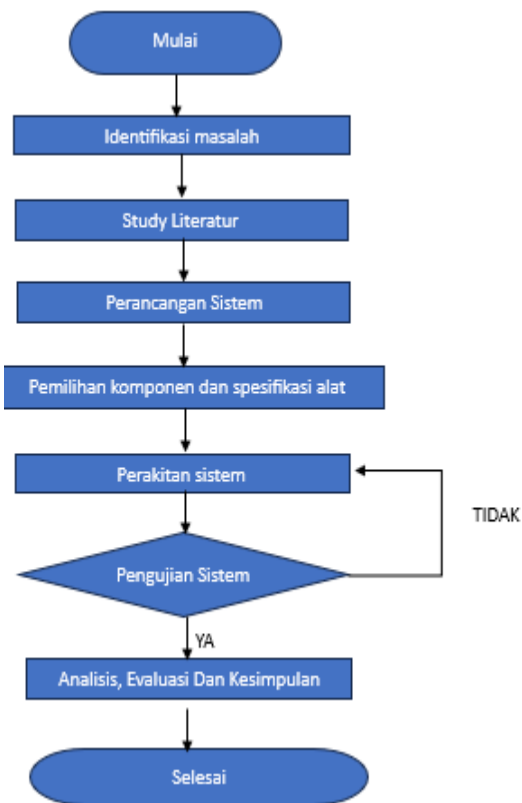
Steam merupakan salah satu sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia industri, terutama pada proses pemanasan, sterilisasi, dan pengeringan. Dalam industri makanan seperti PT Prakarsa Alam Segar, steam digunakan secara intensif pada proses seasoning untuk memastikan produk memiliki kualitas sesuai standar.

Namun, metode pengendalian aliran steam yang masih dilakukan secara manual atau menggunakan sistem on-off menimbulkan sejumlah masalah, di antaranya Konsumsi energi berlebih akibat pembukaan valve yang tidak presisi, fluktuasi suhu yang menyebabkan ketidakstabilan kualitas produk, beban operator yang tinggi karena harus melakukan penyesuaian manual secara terus-menerus. Dengan kondisi tersebut, diperlukan inovasi sistem kontrol otomatis yang mampu menjaga suhu sesuai setpoint secara stabil, hemat energi, dan dapat mengurangi beban kerja operator. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol berbasis sensor suhu PT100, transmitter, PLC M221 dengan algoritma PID, serta modutrol valve sebagai aktuator utama

2. Metode

Penelitian dilakukan di PT Prakarsa Alam Segar. Sistem yang dirancang menggunakan sensor RTD PT100, transmitter, PLC M221 dengan algoritma PID, serta aktuator *modutrol valve*. Proses

pemantauan dilakukan melalui HMI. Metode pengujian meliputi verifikasi sensor, transmitter, aktuator, serta pengujian sistem secara keseluruhan.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Sensor menunjukkan deviasi maksimum $\pm 0,8$ °C, dengan rata-rata error $\pm 0,5$ °C, sehingga dianggap layak digunakan.

Tabel 1 Data Suhu Fryer.

No Mesin Fryer	Suhu Setpoint	Suhu Sebenarnya
1	160°C	159°C
2	160°C	158°C
3	160°C	160°C
4	160°C	160°C
5	160°C	160°C
6	160°C	159°C
7	160°C	160°C
8	160°C	160°C
9	140°C	140°C
10	150°C	149°C
11	150°C	150°C
12	150°C	150°C
13	150°C	149°C
14	150°C	150°C
15	165°C	164°C
16	160°C	160°C
17	150°C	150°C

Sebagian besar mesin menunjukkan suhu aktual yang sangat dekat dengan setpoint. Contoh mesin 1 (setpoint 160°C → aktual 159°C), Mesin 3 (160°C → 160°C). Perbedaan rata-rata hanya 1–2°C, yang masih dalam batas toleransi normal. Data ini menunjukkan bahwa sistem kontrol suhu bekerja dengan baik. Hampir semua mesin fryer mampu menjaga suhu aktual mendekati suhu target. Adanya sedikit selisih menunjukkan faktor delay respon, beban proses, atau akurasi sensor.

Mesin 2: Setpoint 160°C → Aktual 158°C (selisih -2°C). Mesin 13: Setpoint 150°C → Aktual 149°C (selisih -1°C).Mesin 15: Setpoint 165°C → Aktual 164°C (selisih -1°C).Mesin lainnya hampir 0°C perbedaan. Selisih ini sangat kecil, artinya sistem kontrol stabil dan presisi. Data ini berguna untuk evaluasi performa sistem kontrol pada mesin fryer. Dengan selisih yang kecil, kualitas hasil penggorengan akan lebih konsisten. Bisa juga dipakai sebagai dasar kalibrasi sensor atau pengecekan ulang jika ada mesin yang sering melenceng

3.1 Pengujian Transmitter Dan Akuisisi Data Mikrokontroler

Transmitter diuji untuk memastikan sinyal 4–20 mA yang dihasilkan linear terhadap suhu. Mikrokontroler berhasil membaca sinyal tersebut dan mengonversinya ke data digital melalui ADC internal. Berikut adalah tabel sinyal 4-20 mA yang dihasilkan misal suhu setpoint 160°C.

Tabel 2 Data Sinyal Trasmmitter.

Sinyal 4-20 mA	Suhu Yang Dihasilkan
4 mA	40°C
8 mA	80°C
16 mA	120°C
20 mA	160°C

Dari Tabel 2 memperlihatkan hubungan antara sinyal arus standar industri (4–20 mA) dengan suhu yang dihasilkan. Sinyal 4–20 mA merupakan standar dalam sistem instrumentasi industri untuk mengirimkan data sensor ke controller (PLC, DCS, HMI). Rentang 4 mA = nilai minimum, sedangkan 20 mA = nilai maksimum. Penggunaan 4 mA (bukan 0 mA) sebagai titik nol berguna untuk mendeteksi jika ada kerusakan kabel atau sensor (karena 0 mA artinya error, bukan hanya nilai nol). Suhu yang Dihasilkan Nilai arus dikonversi menjadi suhu terukur. Dari tabel didapat 4 mA = 40°C, 8mA = 80°C,16 mA = 120°C, 20 mA = 160°C. Hubungan Arus–Suhu data menunjukkan bahwa semakin besar arus (mA), semakin tinggi suhu yang terbacaSecara umum hubungannya linier dalam rentang kerja 4–20 mA. Artinya, arus listrik menjadi representasi besaran fisik (suhu) sehingga mudah dibaca dan dikendalikan oleh sistem otomatis. Tabel ini biasanya dipakai sebagai referensi kalibrasi sensor (misalnya sensor suhu PT100 dengan transmitter 4–20 mA).PLC/HMI akan menggunakan data ini untuk menampilkan suhu sebenarnya, bukan hanya angka arus.

3.2 Pengujian Aktuator (Servo Motor)

Pengujian dilakukan terhadap servo motor yang digunakan sebagai aktuator dalam sistem kontrol modutrol valve, dengan tujuan untuk mengevaluasi kemampuannya dalam menyesuaikan posisi bukaan katup secara presisi sesuai dengan sinyal keluaran yang dihasilkan oleh algoritma kontrol PID. Dalam sistem ini, servo motor berperan penting sebagai elemen penggerak yang merespons sinyal kendali berdasarkan perubahan suhu yang terdeteksi oleh sensor.

Selama proses pengujian, servo motor diberi input sinyal kendali dalam bentuk sinyal analog standar industri, yaitu rentang 4–20 mA, yang merepresentasikan tingkat bukaan valve dari posisi tertutup sepenuhnya hingga terbuka penuh. Berdasarkan pengamatan terhadap respon motor terhadap perubahan sinyal tersebut, diperoleh hasil bahwa servo motor mampu menggerakkan valve dengan tingkat akurasi yang tinggi, di mana setiap perubahan kecil pada nilai sinyal dikonversikan menjadi perubahan sudut bukaan katup yang proporsional dan tepat.

Selain akurasi, waktu respons servo motor juga diuji untuk melihat seberapa cepat aktuator dapat beradaptasi terhadap sinyal kendali yang berubah secara dinamis. Hasilnya menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan oleh motor untuk mencapai posisi target sangat singkat, menandakan bahwa

sistem memiliki respons yang cepat dan minim delay, sehingga sangat cocok untuk aplikasi pengendalian suhu yang memerlukan penyesuaian cepat terhadap fluktuasi beban panas. Untuk mendukung hasil pengujian ini, berikut disajikan tabel hubungan antara persentase bukaan valve modutrol dan nilai sinyal input 4–20 mA yang diterima oleh servo motor. Tabel ini menunjukkan konversi linier antara sinyal kendali dan posisi aktuator, serta menjadi acuan penting dalam pengaturan sistem secara keseluruhan.

Tabel 3 Data Persentase Aktuator.

Sinyal 4-20 mA yang diberikan	Persentase bukaan valve modutrol
4 mA	25%
8 mA	50
16 mA	75%
20 mA	100%

Sinyal 4–20 mA merupakan sinyal kontrol standar di industri. Digunakan untuk mengendalikan aktuator (seperti valve modutrol) dari sistem kontrol (PLC, DCS, HMI). Valve Modutrol Adalah jenis aktuator atau kontrol valve yang bukaannya bisa diatur secara bertahap (bukan hanya ON/OFF).Semakin besar sinyal arus yang diberikan, semakin besar pula bukaan valve. Dari tabel 3 terlihat hubungan linear antara arus dengan persentase bukaan. Arus minimum (4 mA) tidak berarti valve tertutup penuh, tetapi sudah berada di 25% bukaan. Arus maksimum (20 mA) berarti valve terbuka penuh (100%). Hal ini menunjukkan bahwa valve dirancang untuk tidak menutup sepenuhnya (agar tetap ada aliran minimu Data tabel ini menjadi referensi kalibrasi dan kontrol operasi valve. Sistem kontrol bisa mengatur laju aliran fluida/gas sesuai kebutuhan proses dengan cara mengubah sinyal arus.

3.3 Efisiensi Waktu dan Penggunaan Energi

Sistem kontrol otomatis juga terbukti meningkatkan efisiensi baik dari sisi waktu maupun konsumsi energi. Berdasarkan hasil pengujian, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu operasional dalam sistem otomatis lebih cepat sekitar 10–15% dibandingkan dengan sistem manual. Hal ini disebabkan oleh kemampuan sistem otomatis dalam mengatur aliran steam secara presisi dan responsif terhadap perubahan suhu, tanpa jeda waktu yang biasanya terjadi dalam sistem manual akibat keterlambatan reaksi operator. Efisiensi ini berdampak langsung pada penghematan energi, khususnya steam, yang jumlah pemakaiannya dapat ditekan karena proses pemanasan berlangsung lebih efisien

Tabel 4 Data Perbandingan Output Steam Januari 2024 Dengan Mei 2025

Tanggal	Output Steam Kondisi Sebelum (Ton)	Tanggal	Output Steam Kondisi Sesudah (Ton)
01/01/2024		01/05/2025	
02/01/2024	170	02/05/2025	121
03/01/2024	192	03/05/2025	75
04/01/2024	171	04/05/2025	0
05/01/2024	159	05/05/2025	113
06/01/2024	86	06/05/2025	109
07/01/2024		07/05/2025	102
08/01/2024	165	08/05/2025	105
09/01/2024	189	09/05/2025	102
10/01/2024	188	10/05/2025	37
11/01/2024	164	11/05/2025	
12/01/2024	144	12/05/2025	
13/01/2024	55	13/05/2025	114
14/01/2024		14/05/2025	101
15/01/2024	185	15/05/2025	98
16/01/2024	189	16/05/2025	99
17/01/2024	189	17/05/2025	31
18/01/2024	169	18/05/2025	
19/01/2024	147	19/05/2025	126
20/01/2024	61	20/05/2025	121
21/01/2024		21/05/2025	112
22/01/2024	191	22/05/2025	101
23/01/2024	161	23/05/2025	93
24/01/2024	158	24/05/2025	37
25/01/2024	136	25/05/2025	
26/01/2024	154	26/05/2025	97
27/01/2024	119	27/05/2025	109
28/01/2024	0	28/05/2025	107
29/01/2024	158	29/05/2025	111
30/01/2024	160	30/05/2025	105
31/01/2024	169	31/05/2025	42
TOTAL	4029	TOTAL	2368

Berdasarkan data tabel 4, output steam sebelum dan sesudah implementasi sistem kontrol modutrol valve, berikut adalah analisis penghematan. Total Output Steam Januari 2024 (sebelum sistem kontrol otomatis): 4.029 Ton. Total Output Steam Mei 2025 (setelah sistem kontrol otomatis): 2.368 Ton. Persentase Penghematan = $((4029-2368))/4029 \times 100\% = 41,24\%$. Implementasi sistem kontrol otomatis modutrol valve berbasis sensor suhu berhasil menurunkan konsumsi steam secara signifikan hingga $\pm 41,24\%$.

4. Kesimpulan

Hasi Sistem kontrol otomatis berbasis sensor suhu dengan PLC, modutrol valve, transmitter suhu, dan sensor RTD PT100 terbukti mampu menjaga kestabilan suhu proses dengan deviasi maksimum $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dari setpoint. Implementasi sistem ini berhasil menurunkan konsumsi steam hingga $\pm 41,24\%$ dibandingkan dengan sistem manual, sehingga meningkatkan efisiensi energi dan menekan biaya operasional. Penerapan sistem kontrol otomatis mendukung terciptanya proses produksi yang lebih modern, stabil, dan berkelanjutan di lingkungan industri.

5. Referensi

- [1] Suroso, "Sistem Kontrol Buka Tutup Valve Pada Proses Pemanasan Air Jacket," pp. II-1, 2016, [Online]. Available: <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/13941>
- [2] R. Hardiansyah, "Kendali Posisi Linear Actuator Berbasis PID Menggunakan PLC," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 12-17, 2018, doi: 10.30871/jaee.v2i1.1077.
- [3] Y. R. Pratama, A. Parastiwi, and S. U. Amri, "Pemantauan Perubahan Suhu Terhadap Pengontrolan Pada Heat Exchanger Dengan Sensor Pt100 Berbasis," *J. Eltek*, vol. 16, no. 2, p. 62, 2018, doi: 10.33795/eltek.v16i2.100.
- [4] D. Aprilia and H. Hardjono, "Penentuan Efisiensi Boiler Dengan Menggunakan Metode Langsung Di Pt X Lumajang," *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 421-426, 2023, doi: 10.33795/distilat.v7i2.237.
- [5] D. I. Habibie *et al.*, "RANCANG BANGUN TEMPERATURE TRANSMITTER PADA SISTEM," pp. 714-725, 2024.
- [6] Fatoni Gea Airlangga, Aris Triwiyatno, and Sumardi, "Perancangan Sistem Automasi Pada Pengemasan Susu Dalam Botol Dengan Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1E Terhadap Purwarupa Filling Bottle and Capping Machine," *Transient*, vol. 6, no. 1, pp. 103-109, 2017.
- [7] M. Ali, "Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID Dengan Software Matlab," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1-8, 2004.
- [8] D. S. Astuti, A. Aminudin, and W. Waslaluddin, "Analisis Karakteristik Sistem Kontrol Temperatur Berbasis Autonics Tk4S-14Rn Untuk Prototipe Pengereng Bahan Pakaian," *Wahana Fis.*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2019, doi: 10.17509/wafi.v4i1.15053.
- [9] H. Haryanto and S. Hidayat, "Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC," vol. 1, no. 2, 2012.
- [10] F. T. Industri, "DESIGN CONSTRUCTION MEASURING SYSTEM THE OXYGEN (O 2) SENSOR CALIBRATION TOOL," 2014.
- [11] Djuandi, S. Anis, and F. S. Pribadi, "Sistem Akuisisi Data Berbasis Telemetri," *Saintekno J. Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 1, pp. 79-88, 2011.
- [12] Zulfa Anis Labiba, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Temperatur Steam Output Terintegrasi Hmi (Human Machine Interface) Pada Mini Plant Boiler Di Workshop Instrumentasi Zulfa Anis Labiba," p. 7, 2017, [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/47051/>