

PID BASED BEAN DRYER TEMPERATURE CONTROL SYSTEM USING PLC M580 AND CONTROL VALVE AT PT. MARS INDONESIA

Muh Zidane Verianza¹, Enjelisah², Lutfi³, Asyraful Insan Asry⁴
^{1,2,3,4}Politeknik ATI Makassar
mzidaneverianza@gmail.com¹

Abstract

This study aims to design and implement a PID-based temperature control system for a bean dryer using a Modicon M580 PLC and three separate control valves for each drying zone. This system replaces the previous method, which used only one control valve for all zones. Testing results showed that the average temperature control accuracy in Zone 1 was 93.77%, Zone 2 was 99.12%, and Zone 3 was 91.26%. After installing three control valves, the system's accuracy improved in each zone, with accuracy increases of 4.1% in Zone 1, 5.7% in Zone 2, and 2.8% in Zone 3 compared to the previous setup. These results indicate that the system significantly enhances temperature stability and improves the efficiency of the cocoa bean drying process.

Keyword: Bean Dryer, PID, PLC M580, Control Valve, PT100, SCADA, Temperature.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem pengendalian suhu berbasis PID pada *bean dryer* menggunakan PLC Modicon M580 dan tiga control valve yang terpisah untuk masing-masing zona pengeringan. Sistem ini menggantikan metode sebelumnya yang hanya menggunakan satu *control valve* untuk seluruh zona. Pengujian menunjukkan bahwa rata-rata akurasi pengendalian suhu di Zona 1 adalah 93,77%, Zona 2 sebesar 99,12%, dan Zona 3 sebesar 91,26%. Setelah pemasangan tiga *control valve*, akurasi sistem meningkat di setiap zona, dengan perbaikan akurasi masing-masing sebesar 4,1% di Zona 1, 5,7% di Zona 2, dan 2,8% di Zona 3 dibanding sebelum alat dipasang. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan kestabilan suhu dan efisiensi proses pengeringan biji kakao secara signifikan.

Kata kunci: Bean dryer, PID, PLC M580, control valve, PT100, SCADA, Suhu.

1. Pendahuluan

Pengontrolan suhu dalam proses pengeringan biji kakao di industri sangat penting, untuk memastikan kualitas produk akhir. Salah satu metode, yang digunakan dalam pengeringan biji kakao adalah sistem *bean dryer*, yang memanfaatkan uap (*steam*) sebagai media pemanas. Suhu yang tidak stabil selama proses pengeringan dapat berdampak pada efisiensi energi, kualitas hasil pengeringan, dan potensi pemborosan bahan baku.

Berdasarkan permasalahan yang ada ditemukan adanya ketidakstabilan suhu dalam sistem *bean dryer* yang disebabkan oleh sistem pengontrolan uap yang kurang optimal. Salah satu faktor utama penyebab ketidakstabilan ini adalah penggunaan satu **control valve** untuk mengatur aliran uap ke tiga zona pengeringan. Hal ini menyebabkan sulitnya mempertahankan suhu yang sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan.

Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengusulkan sistem pengontrolan suhu berbasis PID (*Proportional-Integral-Derivative*) menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) dengan penggunaan tiga *control valve*. Setiap *control valve* akan diatur untuk masing-masing zona pengeringan guna memastikan distribusi uap yang optimal sesuai dengan *set point* yang ditentukan, PID digunakan sebagai metode kontrol karena telah terbukti efektif

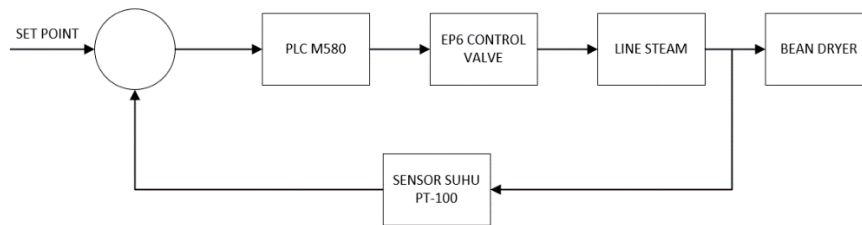
dalam menjaga kestabilan sistem dengan memberikan respons yang cepat dan akurat terhadap perubahan suhu.

2. Metode Penelitian

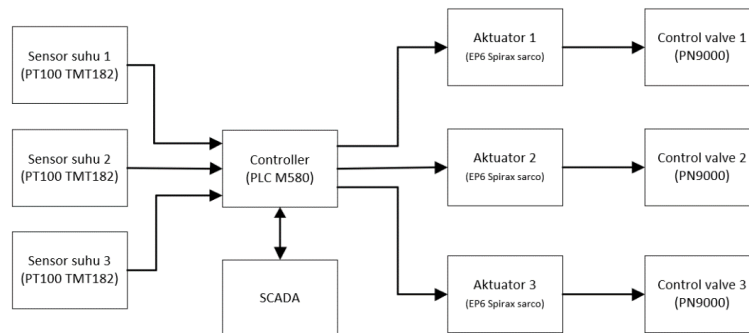
Penelitian dan perancangan tugas akhir ini, dilaksanakan pada bulan Januari 2025 sampai bulan Juni 2025, di PT. Mars Indonesia, Jl. Kima 10 Kawasan Industri Makassar NO.Kav. A6, Daya, Kec. Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Jenis penelitian ini, merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan mengontrol beberapa variabel pada tiga zona yang mempengaruhi kinerja pengeringan bean dryer.

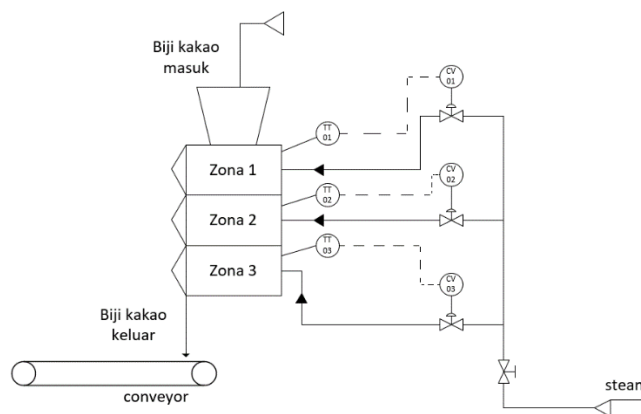
Pada rancangan ini dibuat skema gambar sistem control dan diagram blok pengontrol sistem bean dryer



Gambar (a) Sistem Kontrol steam bean dryer

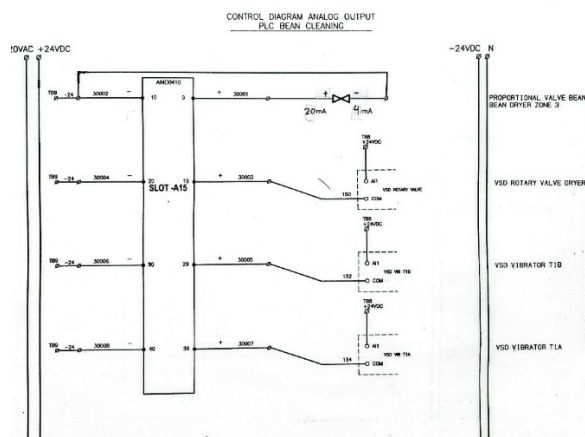


Gambar (b) Diagram blok pengontrol uap bean dryer

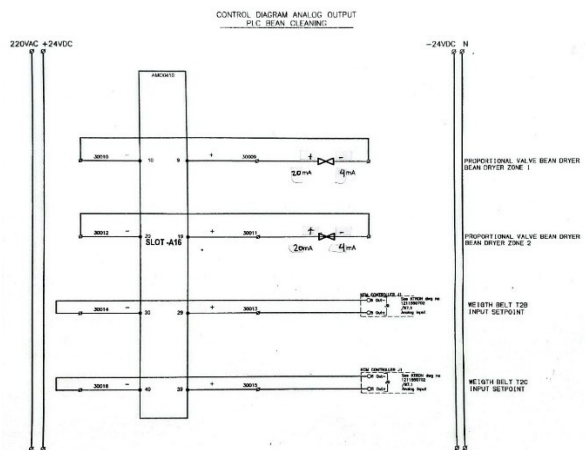


Gambar (c) Diagram flow proses bean dryer

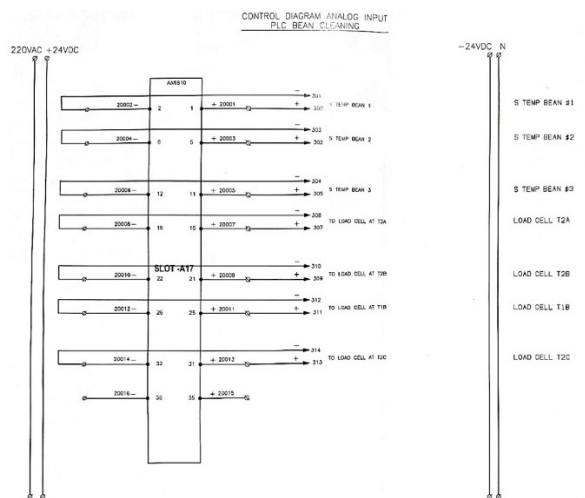
3. HASIL DAN PEMBAHASAN
3.1. Hasil Penelitian



Gambar (c) Diagram control analog output (slot -A15)



Gambar (d) Diagram control analog output (slot -A16)



Gambar (e) Diagram control analog input (slot -A17)

Sistem kendali ini menggunakan catu daya 24V DC sebagai sumber utama untuk PLC Modicon M580, yang didistribusikan melalui konektor ke unit PLC guna menjamin suplai tegangan yang stabil. Modul *Analog Output* (AMO0410) digunakan untuk mengirimkan sinyal kendali berupa arus (mA) ke aktuator *control valve* di setiap zona pengering. Modul pada slot -A015 mengendalikan *control valve* untuk Zona 3 melalui pin 9 (V+) dan pin 10 (V-). Modul pada slot -A016 mengendalikan *control valve* untuk Zona 1 (pin 9 dan 10) dan Zona 2 (pin 19 dan 20). Sementara itu, pengukuran suhu dilakukan menggunakan sensor PT100 yang terhubung ke modul *Analog Input* (AMI0810) pada slot -A017. Masing-masing zona terhubung pada pasangan pin input: Zona 1 (pin 1 dan 2), Zona 2 (pin 5 dan 6), dan Zona 3 (pin 11 dan 12). Sinyal dari sensor suhu ini diolah oleh PLC untuk kemudian dikendalikan melalui sinyal keluaran analog ke *control valve*.

3.2. Pembahasan

Pengujian ini dilakukan dengan menguji waktu, respon, PID dan respon CV.

Tabel 1 hasil pengujian waktu nilai suhu aktual ke set point waktu pencapaian suhu bean dryer zona 1

waktu (AM)	set poin (°C)	suhu aktual (°C)	eror (%)	akurasi (%)
8:35:00	80	60.11	24.86	75.14
8:40:00	80	59.75	25.32	74.68
8:45:00	80	64.07	19.91	80.09
8:50:00	80	68.40	14.50	85.50
8:55:00	80	74.87	6.41	93.59
9:00:00	80	81.75	2.18	97.82
9:05:00	80	85.75	7.18	92.82
9:10:00	80	87.93	9.91	90.09
9:15:00	80	89.16	11.45	88.55
9:20:00	80	88.95	11.18	88.82
9:25:00	80	86.65	8.32	91.68
9:30:00	80	83.96	4.95	95.05
9:35:00	80	80.58	0.73	99.27
Rata-rata			11.30	88.70

Tabel 1 menunjukkan waktu yang dibutuhkan suhu aktual untuk mencapai nilai set point pada zona 1 adalah selama 25 menit, yaitu pada pukul 09.00. Setelah itu, suhu mengalami kenaikan (*overshoot*) dan mencapai puncaknya pada pukul 09.15, dengan waktu pencapaian selama 15 menit. Suhu kemudian perlahan menurun kembali ke nilai set point dalam waktu 15 menit, tepatnya pada pukul 09.35. Persentase rata-rata *error* yang tercatat sebesar 11,30%, dengan rata-rata akurasi sebesar 88,70%.

Tabel 2 hasil pengujian respon setelah mencapai set point

waktu (AM – PM)	set poin (°C)	suhu aktual (°C)	eror (%)	akurasi (%)
9:40:00	80	80.58	0.73	99.27
9:50:00	80	73.05	8.68	91.32
10:00:00	80	75.64	5.45	94.55
10:10:00	80	85.60	7.00	93.00
10:20:00	80	89.82	12.27	87.73
10:30:00	80	84.33	5.41	94.59
10:40:00	80	76.73	4.09	95.91
10:50:00	80	72.80	9.00	91.00

11:00:00	80	83.42	4.27	95.73
11:10:00	80	88.04	10.05	89.95
11:20:00	80	84.18	5.23	94.77
11:30:00	80	77.53	3.09	96.91
11:40:00	80	75.45	5.68	94.32
11:50:00	80	82.55	3.18	96.82
12:00:00	80	87.05	8.82	91.18
12:10:00	80	82.58	3.23	96.77
12:20:00	80	75.45	5.68	94.32
12:30:00	80	74.29	7.14	92.86
12:40:00	80	85.67	7.09	92.91
12:50:00	80	91.16	13.95	86.05
1:00:00	80	88.04	10.05	89.95
1:10:00	80	80.04	0.05	99.95
1:20:00	80	73.38	8.27	91.73
1:30:00	80	77.71	2.86	97.14
1:40:00	80	86.65	8.32	91.68
1:50:00	80	84.29	5.36	94.64
2:00:00	80	79.24	0.95	99.05
2:10:00	80	79.24	0.95	99.05
2:20:00	80	85.56	6.95	93.05
2:30:00	80	88.69	10.86	89.14
2:40:00	80	84.40	5.50	94.50
2:50:00	80	76.25	4.68	95.32
3:00:00	80	71.38	10.77	89.23
Rata-rata			6.23	93.77

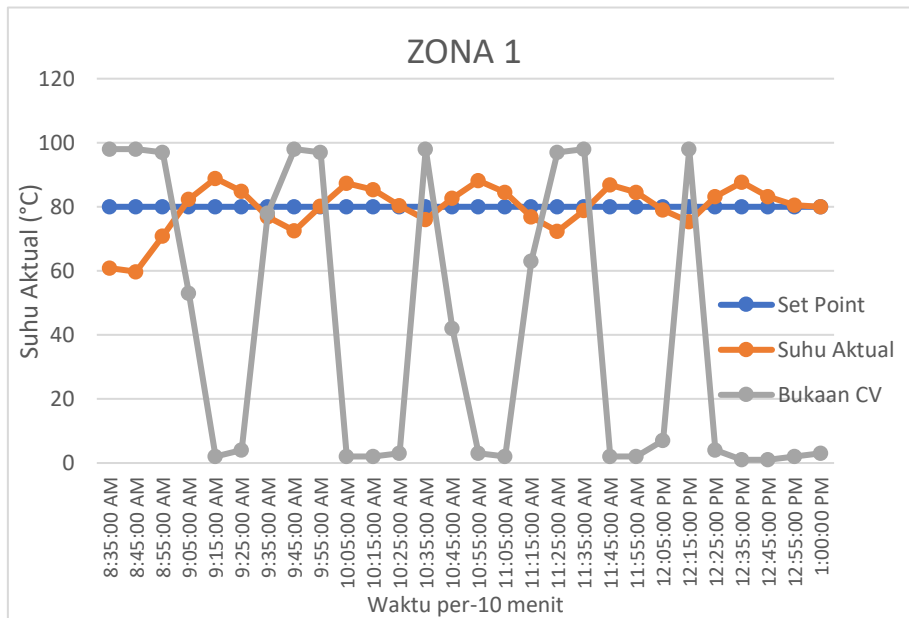
Tabel 2 menunjukkan setelah suhu aktual mencapai nilai set point pada zona 1, suhu cenderung stabil, namun tetap mengalami sedikit *overshoot* dan penurunan suhu. Dengan persentase rata-rata *error* yang tercatat sebesar 6,23%, dengan rata-rata akurasi sebesar 93,77%. Meskipun terjadi sedikit fluktuasi setelah mencapai set point, sistem pada zona 1 menunjukkan performa yang cukup stabil dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Tabel 3 Hasil pengujian parameter PID

BEAN DRYER ZONA 1							
percobaan	waktu		parameter			rata-rata (%)	
	mulai	selesai	P	I	D	error	akurasi
1	8:20:00 AM	3:00:00 PM	1.30	5.00	0.10	8.21	91.70
2	8:20:00 AM	1:00:00 PM	1.30	5.00	0.20	6.85	93.15
3	8:20:00 AM	12:55:00 PM	1.30	5.00	0.30	8.42	91.58
4	8:20:00 AM	12:58:00 PM	1.20	5.00	0.40	7.23	92.77
5	8:20:00 AM	1:00:00 PM	1.20	5.10	0.40	6.82	93.18

Tabel 3 menunjukkan hasil bahwa pada Zona 1, nilai P divariasikan antara 1.20–1.30, I berada pada kisaran 5.00–5.10, dan D antara 0.10–0.40. Rentang *error* yang tercatat antara 6,82% hingga 8,42%, dengan akurasi berkisar antara 91,58% hingga 93,18%. Peningkatan bertahap pada nilai D terlihat sedikit berpengaruh dalam mengurangi *error*,

meskipun tidak signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem di Zona 1 cukup stabil dan mampu merespon pengaturan PID dengan baik.



Gambar (f) Grafik respon bukaan CV

bukaan *valve* di Zona 1 cukup aktif. Saat suhu masih jauh dari set point 80°C, *valve* terbuka lebar untuk mempercepat pemanasan, lalu secara bertahap menutup saat suhu mendekati target. Ini menunjukkan sistem PID mampu merespon dengan cepat, meskipun terkadang terjadi *overshoot* yang menyebabkan penyesuaian ulang bukaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem pengontrolan suhu *bean dryer* berbasis PID menggunakan PLC M580 dan tiga buah *control valve* di PT. Mars Indonesia, dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan performa pengendalian suhu pada proses pengeringan biji kakao. Penerapan tiga *control valve* yang dikendalikan secara individual untuk setiap zona pengeringan terbukti memberikan distribusi uap yang lebih merata dan pengendalian suhu yang lebih presisi dibandingkan dengan konfigurasi sebelumnya yang hanya menggunakan satu *control valve*. Zona 1 dan Zona 2 menunjukkan peningkatan akurasi serta penurunan nilai *error* yang signifikan, mencerminkan kestabilan suhu yang baik dan sesuai dengan set point yang diinginkan. Zona 2 menjadi zona paling stabil dengan akurasi tertinggi, sementara Zona 3 masih menunjukkan ketidakstabilan dan deviasi suhu yang lebih besar, yang diduga berasal dari ketidakseimbangan distribusi uap atau pengaturan parameter PID yang belum optimal. Secara keseluruhan, sistem kendali PID yang terintegrasi dengan PLC M580 dan didukung antarmuka SCADA telah mampu memberikan respons yang cepat dan akurat terhadap perubahan suhu, serta meningkatkan efisiensi dan konsistensi proses pengeringan biji kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anwar, K. (2024). *Pengontrolan Suhu Tangki Water Cooling Sistem Menggunakan Control Valve Berbasis PID di PT. Mars Indonesia*. Politeknik ATI Makassar.
- [2]. Pratama Anugrah Parawansyah, diwawancarai oleh Muh Zidane Verianza, Enjelisah, Desember 2024, PT.Mars Indonesia.
- [3]. Aasef Azhar Khan, M., & Efatu zaman Efah, M. (2020). *A Water Level and Temperature Surveillance System Contingent on Automated PLC Controller*. 3(1), 20–288.
- [4]. Aprilia, D., & Hardjono, H. (2023). Penentuan Efisiensi Boiler Dengan Menggunakan Metode Langsung Di Pt X Lumajang. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 421–426. <https://doi.org/10.33795/distilat.v7i2.237>
- [5]. B. Andi Pallawa, N., Berlian, M., & Sulfianti. (2024). Analisis Kadar Air pada Biji Kakao Terhadap Variasi Waktu Penyangraian: Tinjauan Khusus untuk Peningkatan Kualitas Produk. *Journal of Sustainable Research In Management of Agroindustry (SURIMI)*, 4(1), 14–19. <https://doi.org/10.35970/surimi.v4i1.2264>
- [6]. Dharma, I. A., Haikal, M. G. Z., Ridlwan, M., Dewanto, S. A., & Rahman, M. A. (2024). Heat transfer simulation for re-design of tray dryer to reduce the energy consumption in the cocoa bean drying process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1372(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1372/1/012095>
- [7]. Lumbantoruan, A., Din Aswan Amran Ritongan, Yulfitra, & Muhammad Arifin. (2022). Desain Analisis Alat Penutup dan Pengunci Tutup Botol Otomatis Berbasis PLC Pada Mesin Filling Bottle. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 3(2), 6–10. <https://doi.org/10.53695/jm.v3i1.802>
- [8]. Muharom, S., Masfufiah, I., Firmansyah, R. A., Hamid, A., & Oetomo, S. (2021). Implementasi Kontrol Suhu Menggunakan Metode PID pada Aplikasi Inkubator Infant Warmers. *Jurnal Cyclotron*, 4(1), 55–59.
- [9]. Mukhtar, A., Hermana, R., Burhanudin, A., & Setyoadi, Y. (2023). Sensor Dan Aktuator: Konsep Dasar Dan Aplikasi. *Cv Widina Media Utama*, 1.
- [10]. Prasetyo, P., Achmad Komarudin, I., Pracoyo, A., Teknik Elektro, J., Negeri Malang, P., & Soekarno Hatta, J. (2023). *IJEERE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy Temperature Control System for Water Heater with Servo Valve using PID Method Sistem Pengendalian Suhu Pada Pemanas Air Dengan Servo Valve Menggunakan Metode PID*. 3(2), 87–95.
- [11]. Prassojo, B. S., Priyadi, B., & Rifa'i, M. (2021). Alat Penekuk Akrilik dengan Suhu yang dapat Dikontrol menggunakan Metode PID. *Jurnal Elkolind*, 8(2). <http://dx.doi.org/10.33795/elkolind.v8i2.222>
- [12]. Putri, B. P., Sutedjo, S., Qudsi, O. A., & Mahendra, L. S. (2022). Alat Penstabil

- Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Kontrol PID. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 134–140. <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i2.19384>
- [13]. Soleh Uddin, Alia, D., & Suharso, D. (2023). Monitoring and Control of a Variable Frequency Drive Using Plc and Scada. *Jurnal 7 Samudra*, 8(2), 87–92. <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i2.119>
- [14]. Toruan, P. L. (2021). Aplikasi Sistem Kontrol Valve di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 3(1), 24. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v3i1.6626>