

Implementasi Sistem Kendali Suhu Berbasis Thermocouple pada Mesin Pengemasan Otomatis

Muhammad Rizal Hakim¹, Indri Purwita Sary²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang
^{1,2}Jl. HS.Ronggo Waluyo Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang 41361, Indonesia

¹2210631160057@student.unsika.ac.id
²indri@ft.unsika.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 07-04-2026
revisi : 08-04-2026
diterima : 12-04-2026
dipublish : 30-06-2026

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji penerapan sistem kendali suhu berbasis sensor thermocouple pada mesin pengemasan plastik otomatis. Pemilihan topik didasarkan pada pentingnya kestabilan suhu dalam proses penyegelan plastik, karena fluktuasi suhu dapat menurunkan kualitas seal, menyebabkan cacat kemasan, serta mengganggu efisiensi produksi. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali suhu yang mampu bekerja secara stabil dan responsif sesuai kebutuhan proses industri. Metode penelitian yang digunakan adalah metode implementatif dengan pendekatan eksperimental melalui studi kasus pada mesin Automatic Spacfill. Sistem dirancang dengan memanfaatkan thermocouple tipe-K sebagai sensor suhu, temperature controller sebagai pengendali, serta solid state relay untuk mengatur elemen pemanas. Pada aplikasi pengemasan plastik industri, suhu kerja ditetapkan dalam rentang optimal 135°C hingga 160°C. Pengujian dilakukan dengan menetapkan suhu setpoint atas pada 135°C dengan toleransi $\pm 1^\circ\text{C}$ sebagai batas ambang kendali. Ketika suhu terdeteksi berada di luar rentang tersebut, sistem secara otomatis melakukan tindakan korektif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan suhu secara konsisten, sehingga efektif dalam meningkatkan keandalan dan kualitas proses pengemasan plastik otomatis.

Kata kunci : Sistem kendali suhu; Termokopel; Mesin pengemasan plastik otomatis; Otomasi industri; Setpoint suhu.

PENDAHULUAN

Pengendalian suhu merupakan salah satu aspek penting dalam sistem otomasi industri karena kestabilan suhu secara langsung memengaruhi kualitas produk, efisiensi proses, dan keandalan peralatan produksi (Pramudito, A., & Rusimamto, 2024). Pada industri pengemasan plastik, suhu penyegelan harus dijaga dalam rentang tertentu agar menghasilkan sambungan plastik yang kuat tanpa menyebabkan deformasi atau kerusakan material. Oleh karena itu, sistem kendali suhu yang presisi dan responsif menjadi kebutuhan utama dalam proses pengemasan otomatis (Hariadi et al., 2024).

Dalam implementasi sistem kendali suhu industri, sensor thermocouple banyak digunakan karena memiliki rentang pengukuran yang luas, waktu respons yang cepat, serta ketahanan terhadap kondisi lingkungan kerja yang ekstrem (Studi et al., 2018). Thermocouple tipe-K khususnya menjadi pilihan umum pada aplikasi industri karena kompatibel dengan berbagai *temperature controller* dan mampu bekerja pada suhu tinggi dengan tingkat akurasi yang memadai (Zhao et al., 2025). Integrasi thermocouple dengan *temperature controller* dan aktuator pemanas memungkinkan terbentuknya sistem kendali tertutup yang mampu mempertahankan suhu sesuai nilai setpoint yang ditentukan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas implementasi sistem kendali suhu berbasis thermocouple pada oven industri, pemanas fluida, dan sistem reflow soldering (Rohadiat et al., 2023) (Pradipta et al., 2022) (Prakoso et al., 2025). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem kendali otomatis mampu

meningkatkan stabilitas suhu dibandingkan metode manual. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengujian performa sensor dan algoritma kendali, tanpa mengaitkannya secara spesifik dengan kebutuhan proses industri pengemasan plastik yang memiliki karakteristik material dan rentang suhu kerja tertentu (Nedelcu, 2024).

Selain itu, kajian yang membahas penerapan nilai setpoint dan batas toleransi suhu (*threshold*) berdasarkan kebutuhan material plastik pada mesin pengemasan otomatis masih terbatas. Padahal, dalam aplikasi industri nyata, kesalahan pengaturan suhu sekecil apa pun dapat menyebabkan kegagalan segel atau penurunan kualitas kemasan (Sultan et al., 2024). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian antara pengembangan sistem kendali suhu secara umum dan penerapannya secara spesifik pada mesin pengemasan plastik otomatis.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan dalam penerapan sistem kendali suhu berbasis thermocouple tipe-K yang dirancang sesuai dengan karakteristik proses penyegelan plastik pada mesin pengemasan otomatis. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pengendalian suhu pemanas berbasis sistem kendali dalam aplikasi pengolahan material plastik memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan proses dan kualitas hasil akhir (Harahap et al., 2025). Penelitian ini menitikberatkan pada pengaturan nilai setpoint industri, toleransi suhu operasional, serta respons sistem terhadap penyimpangan suhu selama proses pengemasan berlangsung.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem kendali suhu yang mampu menjaga kestabilan suhu pemanas pada rentang kerja optimal, serta mengevaluasi kinerja sistem dalam mempertahankan suhu sesuai dengan nilai setpoint yang ditentukan. Dengan mengacu pada penerapan sistem kendali suhu pada proses pemanasan material plastik dalam penelitian terdahulu (Harahap et al., 2025), hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi pengembangan sistem kendali suhu yang andal dan aplikatif pada industri pengemasan plastik otomatis.

TEORI

Sistem Kendali Suhu

Sistem kendali suhu merupakan bagian dari sistem kendali proses yang bertujuan untuk menjaga nilai suhu agar tetap berada pada kondisi yang diinginkan (setpoint) dengan memanfaatkan mekanisme umpan balik (Kumar & Mishra, 2012). Sistem ini bekerja dengan membandingkan nilai suhu aktual yang diukur oleh sensor terhadap nilai setpoint yang telah ditentukan, kemudian menghasilkan aksi korektif melalui aktuator apabila terjadi penyimpangan. Pada aplikasi industri, sistem kendali suhu banyak diterapkan pada proses pemanasan yang memerlukan kestabilan suhu tinggi untuk menjamin kualitas produk dan kontinuitas proses produksi.

Sensor Thermocouple Tipe-K

Thermocouple merupakan sensor suhu yang bekerja berdasarkan efek Seebeck, yaitu timbulnya beda potensial listrik akibat perbedaan suhu pada dua logam yang berbeda. Thermocouple tipe-K,

yang tersusun dari material kromel dan alumel, banyak digunakan dalam aplikasi industri karena memiliki rentang pengukuran suhu yang luas, ketahanan terhadap kondisi lingkungan kerja yang keras, serta respons yang relatif cepat (Prakoso et al., 2025). Karakteristik tersebut menjadikan thermocouple tipe-K sesuai untuk sistem kendali suhu pada mesin pengemasan plastik yang memerlukan pengukuran suhu pemanas secara kontinu dan akurat.

Temperature Controller

Temperature controller berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem kendali suhu dengan memproses sinyal keluaran sensor dan menentukan aksi kendali terhadap elemen pemanas (Pratama et al., 2023). Controller bekerja dengan membandingkan suhu terukur terhadap nilai setpoint yang telah ditetapkan, kemudian mengaktifkan atau menonaktifkan pemanas berdasarkan logika kendali yang digunakan. Dalam aplikasi industri, temperature controller juga dilengkapi dengan pengaturan batas toleransi suhu (threshold) untuk menjaga kestabilan suhu proses dan mencegah terjadinya overheat maupun penurunan suhu yang berlebihan (Kanaya et al., 2023).

Solid State Relay

Solid State Relay merupakan perangkat switching elektronik yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik tanpa menggunakan kontak mekanis. SSR bekerja dengan prinsip semikonduktor sehingga memiliki keunggulan berupa kecepatan switching yang tinggi, umur pakai yang lebih panjang, serta minim gangguan listrik dibandingkan relay konvensional (Pratama et al., 2023). Dalam sistem kendali

suhu, SSR digunakan sebagai penghubung antara temperature controller dan elemen pemanas untuk mengatur suplai daya secara aman dan stabil sesuai dengan perintah kendali yang diberikan.

Kendali Suhu pada Proses Pemanasan Plastik

Heat sealing merupakan proses yang memberikan pengaruh signifikan terhadap *seal integrity* dan kualitas kemasan plastik, di mana parameter seperti suhu sealing memegang peranan penting dalam menghasilkan seal yang rapat dan stabil untuk menjaga mutu produk (Ilhan et al., 2021).

Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali suhu yang mampu menjaga suhu kerja pada rentang optimal sesuai karakteristik material plastik yang digunakan. Penerapan kendali suhu yang stabil dan terkontrol memungkinkan proses penyegelan berlangsung secara konsisten, mengurangi cacat produk, serta meningkatkan keandalan mesin pengemasan otomatis.

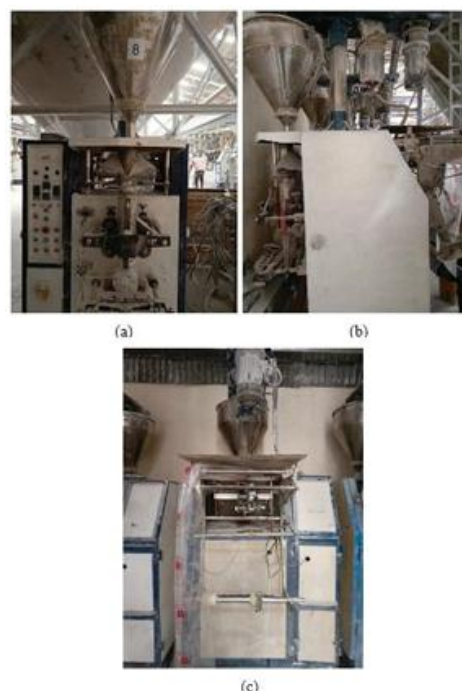
METODOLOGI

Desain Sistem Mesin Automatic Spacfill

Automatic Spacfill merupakan Mesin yang digunakan pada sebuah industri untuk mengemas tepung khususnya pada tahap akhir pengolahan produk yaitu proses pengemasan ke dalam kemasan plastik secara otomatis. Pada penelitian ini, mesin pengemasan otomatis digunakan untuk mengemas produk berbentuk serbuk ke dalam kemasan plastik berukuran tertentu secara kontinu dan terotomatisasi. Proses pengemasan meliputi pengisian bahan, pengaturan berat, serta proses penyegelan

kemasan yang memerlukan pengendalian suhu yang stabil, Pengaturan parameter proses termasuk suhu sealing, sangat berpengaruh terhadap kualitas penyegelan dan stabilitas produksi pada mesin pengemasan otomatis (Zhang et al., 2025).

Mesin ini dirancang dengan beberapa subsistem yang saling terintegrasi, salah satunya adalah sistem pemanas pada bagian penyegelan plastik. Kinerja mesin pengemasan otomatis dipengaruhi oleh kestabilan suhu pada area pemanas, karena suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan kemasan tidak tersegel sempurna, sedangkan suhu yang terlalu tinggi berpotensi merusak material plastik. Berdasarkan spesifikasi operasional, mesin pengemasan otomatis mampu menghasilkan produk kemasan secara kontinu dengan kapasitas produksi tertentu per menit, sehingga membutuhkan sistem kendali suhu yang andal dan responsif.

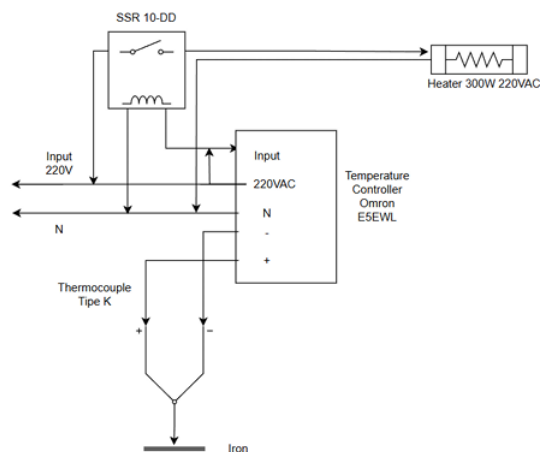


Gambar 1. Mesin pengemasan otomatis: (a) tampak

depan; (b) tampak samping; (c) tampak belakang

Desain Skematik dan Diagram Alir Sistem

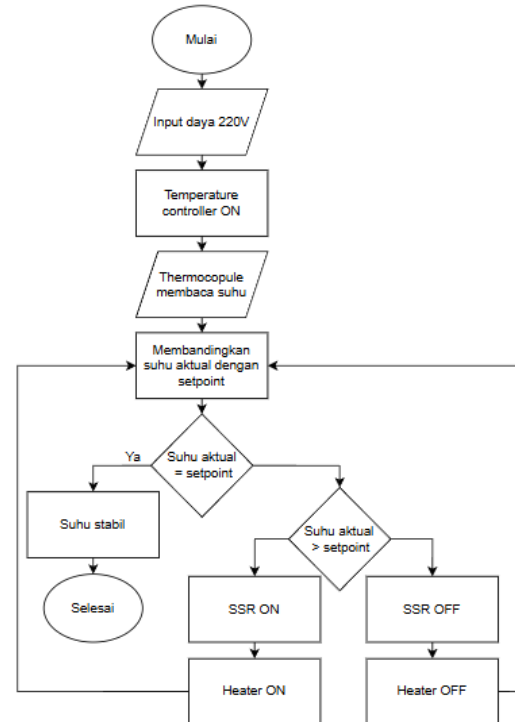
Desain sistem kendali suhu pada mesin pengemasan otomatis disusun berdasarkan integrasi antara sensor, pengendali, dan aktuator yang bekerja secara tertutup (*closed-loop system*). Skematik sistem ditunjukkan pada Gambar 2, di mana sensor thermocouple tipe-K dipasang pada area pemanas untuk membaca suhu aktual secara real-time. Nilai suhu tersebut dikirimkan ke temperature controller sebagai sinyal masukan (*process value*).



Gambar 2. Skematik sistem kendali suhu mesin pengemasan otomatis

Temperature controller membandingkan nilai suhu aktual dengan nilai setpoint yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, controller menghasilkan sinyal kendali untuk mengaktifkan atau menonaktifkan Solid State Relay (SSR). SSR berfungsi sebagai saklar elektronik yang mengatur suplai daya listrik menuju elemen pemanas. Ketika suhu aktual berada di bawah setpoint, SSR akan aktif sehingga heater menyala, sedangkan ketika suhu melebihi setpoint, SSR akan nonaktif dan heater berhenti bekerja.

Mekanisme ini memungkinkan suhu kerja pada proses penyegelan tetap berada dalam rentang yang diinginkan.



Gambar 3. Diagram alir sistem kendali suhu

Alur kerja sistem pengendalian suhu digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3. Proses diawali dengan pemberian catu daya ke sistem, kemudian temperature controller diaktifkan. Sensor thermocouple membaca suhu aktual dan mengirimkannya ke controller untuk dibandingkan dengan setpoint. Jika suhu aktual lebih rendah dari setpoint, sistem mengaktifkan SSR sehingga heater menyala. Sebaliknya, jika suhu aktual lebih tinggi dari setpoint, SSR dinonaktifkan dan heater berhenti bekerja. Proses ini berlangsung secara berulang hingga suhu mencapai kondisi stabil.

Perangkat dan Bahan Pengujian

Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat utama yang terintegrasi dalam

sistem kendali suhu mesin pengemasan plastik otomatis tipe Automatic Spacfill. Sensor suhu yang digunakan adalah thermocouple tipe-K yang dipasang pada area pemanas untuk mengukur suhu aktual proses penyegelan (Pratama et al., 2023). Pengendalian suhu dilakukan menggunakan temperature controller OMRON E5EWL yang berfungsi membandingkan suhu aktual dengan nilai setpoint yang ditentukan. Sebagai aktuator pengendali daya pemanas digunakan Solid State Relay (SSR) tipe Fotek SSR-10DD 10A, yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengatur aliran daya menuju elemen pemanas. Elemen pemanas yang digunakan berupa heater tube 220V 300W, yang berfungsi menghasilkan panas pada proses penyegelan plastik. Seluruh sistem memperoleh catu daya utama 220VAC, sedangkan sinyal kendali SSR menggunakan tegangan DC dari temperature controller.

Variabel dan Parameter Pengujian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel masukan, variabel keluaran, dan variabel kendali. Variabel masukan berupa nilai setpoint suhu yang diatur pada temperature controller. Variabel keluaran berupa suhu aktual (process value/PV) yang dibaca oleh sensor thermocouple tipe-K. Variabel kendali berupa status ON/OFF SSR yang mengatur kerja elemen pemanas.

Parameter pengujian meliputi:

1. Nilai setpoint suhu pemanas pada kisaran 135°C–160°C sesuai kebutuhan proses penyegelan plastik.
2. Batas toleransi suhu sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$ sebagai ambang kendali (threshold).

3. Waktu respon sistem hingga suhu mencapai kondisi stabil.

Kemampuan sistem mempertahankan suhu dalam batas toleransi selama proses pengemasan berlangsung.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan suhu aktual hasil pengukuran terhadap nilai setpoint yang telah ditentukan. Data suhu direkam selama proses pengujian berlangsung dan dianalisis untuk mengevaluasi kestabilan sistem kendali suhu.

Kinerja sistem dinilai berdasarkan:

1. Ketepatan suhu aktual terhadap nilai setpoint.
2. Kemampuan sistem mempertahankan suhu dalam batas toleransi.
3. Respon sistem terhadap penyimpangan suhu selama proses pengemasan.

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah evaluasi kestabilan suhu dan performa sistem kendali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sistem Kendali Suhu

Pengujian sistem kendali suhu dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mempertahankan suhu pemanas sesuai dengan nilai setpoint yang telah ditentukan pada mesin pengemasan otomatis Automatic Spacfill. Pengujian difokuskan pada kestabilan suhu aktual (process value/PV), waktu respon sistem,

serta deviasi suhu terhadap setpoint selama proses pengemasan berlangsung.



Gambar 4. Implementasi Thermocouple Tipe-K pada Sistem Pengemasan Otomatis

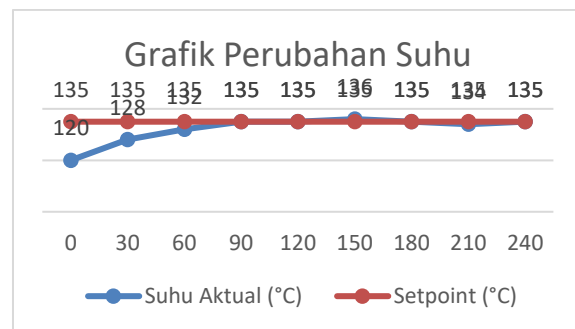
Pada pengujian Gambar 4, suhu setpoint atas ditetapkan sebesar 135 °C dengan batas toleransi $\pm 1^\circ\text{C}$. Data suhu aktual diperoleh dari pembacaan sensor thermocouple tipe-K yang terhubung langsung dengan temperature controller. Pengambilan data dilakukan secara periodik setiap 30 detik selama proses pemanasan hingga sistem mencapai kondisi stabil.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Aktual terhadap Setpoint 135 °C

Waktu (detik)	Setpoint (°C)	Suhu Aktual (°C)	Deviasi (°C)
0	135	120	-15
30	135	128	-7
60	135	132	-3
90	135	134	-1
120	135	135	0
150	135	136	+1
180	135	135	0

Waktu (detik)	Setpoint (°C)	Suhu Aktual (°C)	Deviasi (°C)
210	135	134	-1
240	135	135	0

Berdasarkan Tabel 1, sistem menunjukkan kenaikan suhu yang cepat dan terkontrol. Suhu aktual mencapai nilai setpoint dalam waktu sekitar 90 detik, kemudian berfluktuasi kecil dalam rentang toleransi $\pm 1^\circ\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali suhu mampu bekerja secara stabil dan responsif terhadap perubahan suhu.



Gambar 5. Grafik Perubahan Suhu Aktual terhadap Waktu

Grafik hubungan antara suhu aktual terhadap waktu menunjukkan pola kenaikan suhu yang relatif linier pada fase awal pemanasan, diikuti oleh kondisi stabil setelah mencapai setpoint. Setelah kondisi steady-state tercapai, fluktuasi suhu relatif kecil dan tidak melebihi batas toleransi yang ditentukan. Secara kuantitatif, hasil analisis menunjukkan bahwa deviasi suhu rata-rata terhadap setpoint sebesar $\pm 0,67^\circ\text{C}$, yang menandakan tingkat kestabilan sistem kendali suhu cukup baik untuk aplikasi industri pengemasan plastik.

Analisis Kinerja Sistem Kendali Suhu

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 4, sistem kendali suhu berbasis thermocouple tipe-K menunjukkan respons yang cepat dan stabil terhadap perubahan suhu. Suhu aktual mampu mencapai nilai setpoint 135 °C dalam waktu sekitar 90 detik dan selanjutnya berfluktuasi dalam rentang toleransi ± 1 °C. Deviasi suhu rata-rata sebesar $\pm 0,67$ °C menunjukkan bahwa sistem kendali bekerja secara efektif dalam menjaga kestabilan suhu proses.

Mekanisme kendali tertutup yang diterapkan memungkinkan temperature controller mengatur kerja SSR secara adaptif berdasarkan selisih antara suhu aktual dan setpoint. Ketika suhu aktual berada di bawah setpoint, SSR mengaktifkan elemen pemanas, sedangkan saat suhu melebihi batas toleransi, pemanas akan dinonaktifkan. Pola kerja ini mencegah terjadinya overheating dan memastikan suhu tetap berada dalam rentang optimal untuk proses penyegehan plastik.

Keandalan sistem kendali sangat dipengaruhi oleh performa sensor thermocouple tipe-K yang digunakan. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan suhu secara cepat dan memberikan sinyal yang stabil kepada temperature controller, sehingga kesalahan pembacaan suhu dapat diminimalkan. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Harahap et al., 2025), yang menyatakan bahwa thermocouple tipe-K memiliki tingkat kestabilan dan ketahanan yang baik untuk aplikasi pemanas industri.

Dari sisi implementasi, kestabilan suhu yang dihasilkan oleh sistem kendali ini berdampak langsung terhadap kualitas hasil pengemasan. Suhu yang terjaga dalam batas toleransi memungkinkan plastik

merekat secara merata dan mengurangi potensi cacat produk. Dengan demikian, sistem kendali suhu berbasis thermocouple ini dinilai layak diterapkan pada mesin pengemasan otomatis di lingkungan industri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem kendali suhu berbasis thermocouple tipe-K pada mesin pengemasan plastik otomatis, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem kendali suhu yang dirancang menggunakan thermocouple tipe-K, temperature controller, dan Solid State Relay (SSR) berhasil diimplementasikan secara fungsional pada mesin Automatic Spacfill dan mampu bekerja sebagai sistem kendali tertutup (closed-loop system).
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai suhu setpoint 135 °C dalam waktu sekitar 90 detik, dengan fluktuasi suhu yang relatif kecil dan tetap berada dalam batas toleransi ± 1 °C, sehingga memenuhi kebutuhan kestabilan suhu pada proses penyegehan plastik.
3. Nilai deviasi suhu rata-rata sebesar $\pm 0,67$ °C menandakan bahwa sistem kendali memiliki tingkat akurasi dan kestabilan yang baik untuk aplikasi industri pengemasan plastik otomatis.
4. Penerapan SSR sebagai aktuator pengendali pemanas terbukti efektif dalam mengatur suplai daya ke elemen pemanas secara cepat dan aman, serta mampu mencegah terjadinya kondisi

overheating maupun penurunan suhu berlebih.

5. Kestabilan suhu yang dihasilkan oleh sistem kendali berdampak positif terhadap kualitas hasil penyegelan kemasan, sehingga dapat mengurangi potensi cacat produk dan meningkatkan keandalan proses pengemasan.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada penggunaan kendali ON/OFF, sehingga masih memungkinkan terjadinya osilasi kecil di sekitar setpoint. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menerapkan algoritma kendali lanjutan seperti PID atau fuzzy control, serta integrasi sistem monitoring suhu berbasis data logging untuk analisis performa jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Singaperbangsa Karawang, khususnya Program Studi yang telah memberikan dukungan akademik dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak industri tempat penelitian dilakukan yang telah memberikan izin serta akses terhadap mesin Automatic Spacfill, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Selain itu, penulis mengapresiasi seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Harahap, A. B., Khoirunisa, V., Eka, S., Putra, M., Anggraeni, I. D., Purnani, S., Haloho, S. E., & Natalia, L. (2025). Mesin Ekstrusi Filamen 3D Printer

Sederhana Sebagai Alternatif Daur Ulang Limbah Botol Plastik dengan Kendali PID. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 19(2).

<https://doi.org/10.23960/elc.v19n2.2798>

Hariadi, B., Agung, L., Chalaf, C., & Ridho, A. (2024). Rancang Bangun Kontrol Temperatur Minyak Goreng Berbasis Arduino Dengan Metode PID kontrol Elsains : Jurnal Elektro. *Elsains Jurnal Elektro*, 6(1).

<https://doi.org/10.30996/elsains.v6i1.11156>

Ilhan, I., Turan, D., Gibson, I., & Klooster, R. (2021). Understanding the factors affecting the seal integrity in heat sealed flexible food packages : A review. *Packaging Technology and Science, February*, 1–17.

<https://doi.org/10.1002/pts.2564>

Kanaya, O., Mulyadi, M., & Indriati, K. (2023). Simulasi Pengendali Suhu Menggunakan Algoritma Proportional , Integral , Derivative Berbasis Programmable Logic Controller Pada Modul Plant Honeywell. *Journal Elektro*, 16(2), 67–75.

<https://doi.org/10.25170/jurnalelektro.v16i2.5137>

Kumar, A., & Mishra, A. (2012). Furnace Temperature Control & Calibration of Thermocouple Using Digital Temperature Controller. *International Knowledge Sharing Platform*, 2(6), 16–25.

<https://iiste.org/Journals/index.php/IEL/article/>

Nedelcu, O. (2024). DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A TEMPERATURE MONITORING SYSTEM IN. *Scientific Bulletin of the Electrical Engineering Faculty*, 51(2),

- 67–73. <https://doi.org/10.2478/sbeef-2024-0022>
- Pradipta, A., Apatya, Y. B. A., & Krismastuti, H. (2022). KENDALI SUHU PADA MESIN HOSTIA BAKING OVEN MENGGUNAKAN SENSOR THERMOCOUPLE TIPE K TEMPERATURE CONTROL ON HOSTIA BAKING OVEN MACHINE USING TYPE K THERMOCOUPLE SENSOR. *Jurnal Elektro Luceat*, 8(1), 16–23.
- Prakoso, P. T., Arifin, B., & Alifah, S. (2025). Analisis Kinerja dan Akurasi Sensor Thermocouple Tipe K dalam Sistem Pengendalian Suhu Reflow Soldering Universitas Islam Sultan Agung , Indonesia Termokopel dan Prinsip Efek Seebeck Termokopel adalah sensor suhu pasif yang bekerja menggunakan prinsip ter. *Jurnal Teknik Informatika Dan Teknologi Informasi, Volume. 5*(2), 773–779. <https://doi.org/10.55606/jutiti.v5i2.5867>
- Pramudito, A., & Rusimamto, P. W. (2024). Analisis dan Simulasi Sistem Kontrol Suhu Otomatis Berbasis Fuzzy Logic. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO, Vol 14 No*(2), 43–47. <https://doi.org/10.26740/jte.v14n1.p43-47>
- Pratama, B. E., Pauzi, G. A., Suciayati, S. W., & Supriyanto, A. (2023). Heating Rate Control in Electric Furnace with SSR and K-Type Thermocouple Using Arduino Uno Atmega 328P. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 4(1). <https://doi.org/10.23960/jemit.v4i1.117>
- Rohadiat, R., Adhirajasa, U., Sanjaya, R., Adhirajasa, U., & Sanjaya, R. (2023). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN CONTROLLING SUHU OTOMATIS DI PT .
- KEBERLANJUTAN STRATEGIS INDONESIA. *Jurnal Responsif : Riset Sains Dan Informatika*, 5(2), 425–433. <https://doi.org/10.51977/jti.v5i2.1337>
- Studi, P., Elektronika, T., & Sriwijaya, P. N. (2018). KENDALI SUHU AIR DENGAN SENSOR TERMOKOPEL TIPE-K PADA SIMULATOR SISTEM PENGISIAN pengisian botol otomatis yang diperankan oleh sensor termokopel tipe-K . Tujuan reactor tidak melebihi 100 o C . Sebab , apabila suhu melebihi angka 100 o C akan. *JURNAL AMPERE*, 3(1), 128–134. <https://doi.org/10.31851/ampere.v3i2.2393>
- Sultan, U., Tirtayasa, A., Bina, U., & Informatika, S. (2024). Optimisasi Pengukuran dan Pengendalian Suhu pada Furnace Industri Menggunakan Termokopel Tipe K dan Sistem PID. *Jurnal Inovasi Dan Sains Teknik Elektro*, 5(2), 65–70. <https://doi.org/10.31294/insantek.v5i2.5413>
- Zhang, H., Hu, D., He, Y., Jin, L., Zhang, Y., & Tu, J. (2025). Optimization Method of Heat-Sealing Process for Pillow Packaging Machine. *MDPI*, 13(3602), 1–17. <https://doi.org/10.3390/pr13113602>
- Zhao, G., Li, X., & Liu, Z. (2025). Research on Precise Temperature Monitoring and Thermal Management Optimization of Automobile Engines Based on High-Precision Thin-Film Thermocouple Technology. *Micromachines*, 16(3), 249.